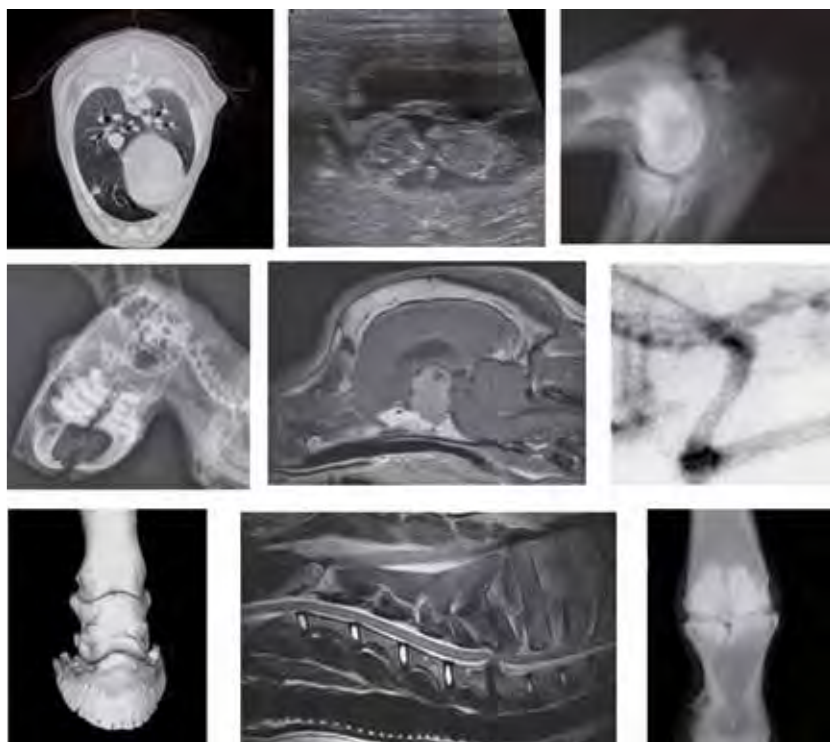


DIERGEENEESKUNDIG MEMORANDUM

PERIODIEK TIJDSCHRIFT
ACHT EN VIJFTIGSTE JAARGANG
OKTOBER 2011-02



Medische Beeldvorming bij Huisdieren

SPONSOREN:



DIERGEENEESKUNDIG MEMORANDUM

De Stichting Diergeneeskundig Memorandum, opgericht in 1953, is een onafhankelijke stichting zonder winstoogmerk en stelt zich ten doel aan dierenartsen in binnen- en buitenland voorlichting te geven van wetenschappelijke en commerciële aard op veterinair gebied.

Ter uitvoering van haar doelstelling is zij uitgeefster van het tijdschrift „Diergeneeskundig Memorandum”

De exploitatie van dit tijdschrift wordt, naast de abonnementen, financieel mogelijk gemaakt door :
Alfasan Diergeneesmiddelen B.V. te Woerden
Dechra Veterinary Products B.V. te Breda
Janssen Animal Health Benelux te Beerse
VetZ B.V. te Sliedrecht

De abonnementsbijdrage voor Benelux wordt jaarlijks geïnd via een automatische incasso.
Voor het buitenland wordt een factuur verzonden.

De abonnementsstarieven zijn :

Benelux :	ex BTW	6%BTW	incl. BTW
Automatische incasso	€ 28,30	€ 1,70	€ 30,-
Factuur	€ 33,02	€ 1,98	€ 35,-
Buitenland :	€ 37,26	€ 2,24	€ 39,50

Extra exemplaren of oudere uitgaven kunnen worden besteld d.m.v. een betaling à € 15,- op onze rekening onder vermelding van het gewenste nummer.

Redactiecommissie :

J. Goudswaard, voorzitter

J. Schrooyen, secretaris

Mw. A. Tolkamp (Alfasan Diergeneesmiddelen)

Mw. C. de Mûelenaere (Elanco)

J.R. van Dongen (VetZ)

J. Hulsen (Vetvice)

Mw. L.M. Overduin

G. Bosch (Dechra Vet. Products)

Redactie- en Administratieadres:

Halderheiweg 11, 5282 SN Boxtel

tel.: 0411-676822

fax: 0411-671595

e-m: de.em@12move.nl

website: de-em.nl

Rabobank Boxtel 1688.49.674

BIC RABO NL2U IBAN NL50 RABO 0168 8496 74

Verklaring:

De Redactie en uitgeefster aanvaarden geen aansprakelijkheid voor schade, welke direct of indirect- het gevolg mocht zijn van gebleken onjuistheden in de inhoud van de in dit tijdschrift opgenomen artikelen. Niets uit dit tijdschrift mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder schriftelijke toestemming van de Redactie.

Opmaak en druk: Leonard Nijmegen bv



Medische Beeldvorming bij Huisdieren

XDR2 - De familie is compleet!



XDR2

XDR2-K: 45 cm x 50 cm x 26 cm (B x H x D) • 18 kg totaalgewicht • 19" capacatief touchscreen (1.280 x 1.024) • volwaardig toetsenbord met touch- of balpad • trolley handvat en draagband • geïntegreerd PACS en Image Processing Software • leverbaar in alle kleuren met individueel praktijklogo

Detector: 25 cm x 30 cm actief bereik • 2.040 x 2.520 pixel (5.14 megapixel) • 0,127 mm pixelgrootte \cong 3,9 lijnpaaren per mm • Cesium-Jodide (CsI:Tl) scintillator • minder geruis • hogere kwantum effectiviteit • hogere gevoeligheid • revolutionaire Image Processing

Van de Redactie

Het is niet ongebruikelijk, dat bepaalde onderwerpen uit eerder gepubliceerde DM uitgaven opnieuw worden belicht. In ieder vakgebied hebben nieuwe ontwikkelingen vaak grote gevolgen voor diagnostiek en therapie. Zo werd nog maar twee jaar geleden een nieuwe uitgave gepubliceerd over de microbiologische laboratoriumdiagnostiek bij hond, kat en paard. Het vorige nummer met dezelfde titel verscheen 10 jaar eerder. Hetgeen hier is gezegd voor bepaalde vakgebieden, geldt uiteraard ook voor de verschillende diersoorten: u herinnert zich ongetwijfeld nog de interessante tweede uitgave over de ezel “net even anders” (DM nr 3, 2009).

De redactie streeft er naar om- naast speciale uitgaven over “bijzondere” dieren- zoveel mogelijk tegemoet te komen aan de wensen van haar abonnees: voornamelijk collegae in gemengde praktijken en gezelschapsdierenpraktijken. Toch mogen ook de collegae uit de landbouwhuisdieren-praktijken niet worden vergeten: denk daarbij aan het recent verschenen nummer over hypocalcemie.

Vaak zijn DM uitgaven over speciale vakgebieden zeer interessant voor alle praktiserende collegae: denk aan nummers over reiniging en desinfectie, klinische immunologie, acupunctuur, dierfysiotherapie, etc.. Zo werd al jaren op de redactievergaderingen geopperd, dat er weer een nummer moest komen over “röntgenologie”. Dit woord is met opzet gebruikt, omdat onze laatste uitgave over dit vakgebied in 1960 verscheen van de hand van de collegae Frederik en Zantinga met als titel “Röntgendiagnostiek en Veterinaire Praktijk”.

Als u naar het ziekenhuis gaat, dan zult u al tevergeefs naar een röntgenoloog zoeken: de afdeling heet “radiodiagnostiek” en de specialisten worden “radioloog” of liever “radiodiagnosticus” genoemd. Hetzelfde geldt in de diergeneeskunde; de Vakgroep, die op onze vraag om een nieuw nummer (dus na 50 jaar!!) over dit onderwerp samen te stellen, heet “Medische beeldvorming bij huisdieren en Orthopedie kleine huisdie-

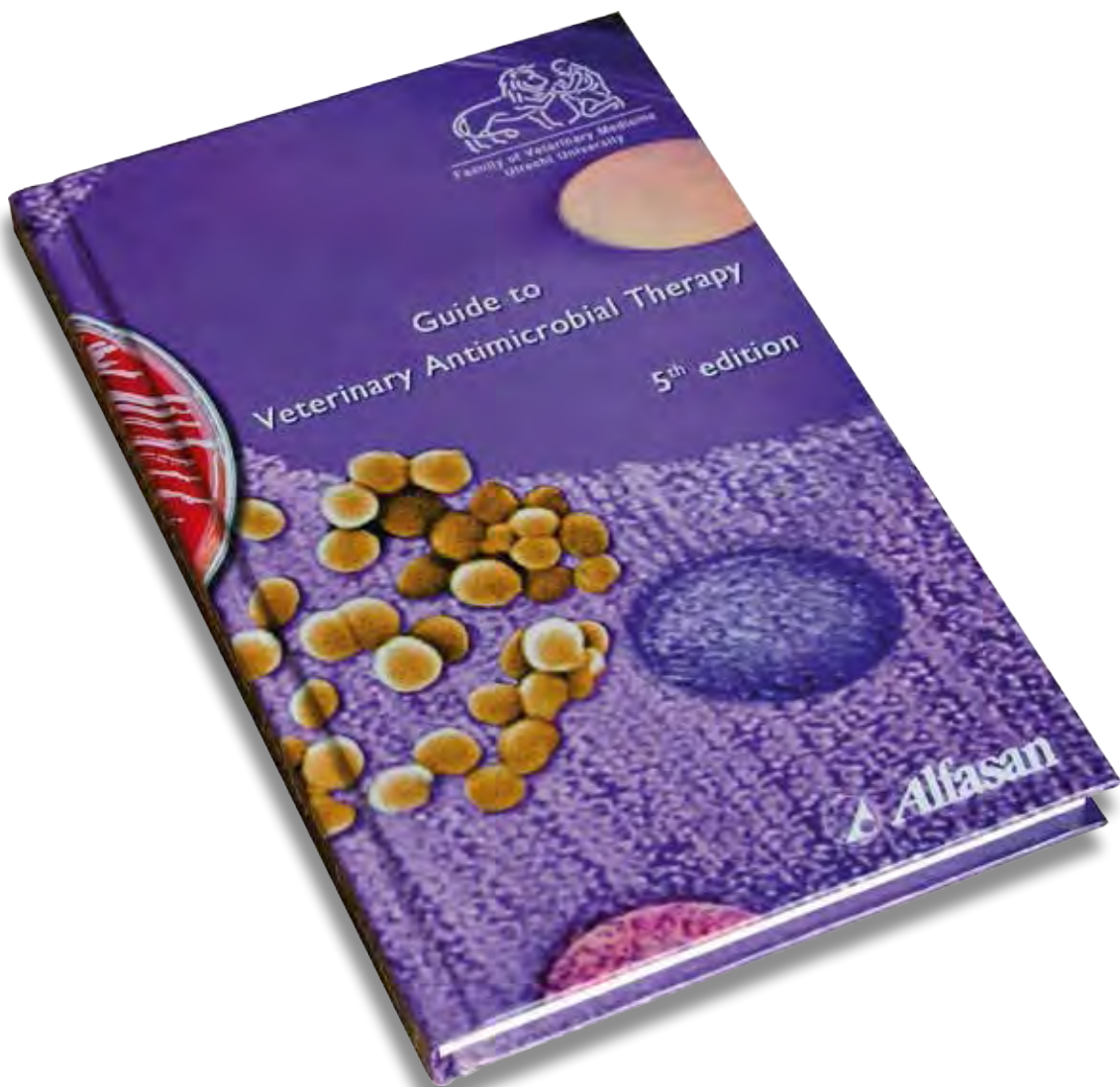
ren”, Faculteit Diergeneeskunde te Gent. Vakgroepleden zijn veelal “diplomate” (na een specialisatie van 3-4 jaar) van de European Association of Veterinary Diagnostic Imaging.

De redactie is alle collegae, die werkzaam zijn in deze Vakgroep bijzonder dankbaar dat zij de “handschoen” hebben opgenomen om onze lezers uitgebreid te informeren over hun vakgebied. Niet alleen de “gewone” gezelschapsdieren worden behandeld, maar er wordt ook uitgebreid stilgestaan bij toepassingen van beeldvormingstechnieken met betrekking tot de diagnostiek bij bijzondere dieren. Paard en landbouwhuisdieren (vnl rund) worden voorts ook niet vergeten, dankzij de inbreng van collega Professor Gunther van Loon van de Vakgroep Interne Geneeskunde en Klinische Biologie van de Grote Huisdieren.

De auteurs gaan in op de ontwikkeling van de digitale radiologie. Twintig jaar geleden nog maar was radiologie de enige beeldvormingstechniek. Nu worden computer tomografie (CT), magnetische resonantie (MR) en scintigrafie uitgebreid behandeld. Het zeer grote aantal foto's maakt deze uitgave wel heel bijzonder. De eindredacteur, collega Ingrid Gielen, heeft zich hiervoor sterk gemaakt bij de redactie, hoewel dit wel gevolgen had voor het “financiële plaatje”. Uiteindelijk kan echter nu wel geconcludeerd worden, dat het een heel bijzonder naslagwerk is geworden, waar alle praktiserende collegae nog veel jaren plezier van kunnen hebben.

Tot slot en last but not least! de oplettende lezer zal hebben gezien, dat de redactie is uitgebreid: de collegae Dr. Lisette Overduin en Dr. Gerco Bosch, beiden specialist in hun vakgebied, zijn toegetreden tot de redactie. U kunt constateren dat de redactie van het DM hierdoor niet alleen kwantitatief is toegenomen, maar zeker ook kwalitatief. Door hun redactielidmaatschap kunt U er op rekenen, dat de komende DM uitgaven nog aantrekkelijker voor de practicus zullen worden.

NIEUWE EDITIE



Bestellen:

- order@alfasan.nl
- via veterinaire groothandel
- Faculteit Diergeneeskunde via DSK en de VFFT



Alfasan
DIERGENEESMIDDELEN BV

uniek in generiek

Inhoudsopgave

I	Inleiding en doel van deze uitgave	11
II	Geschiedenis van de veterinaire beeldvorming: van röntgen tot echo tot CT tot MRI	11
III	Opkomst van de digitale radiologie	13
IV	Beeldvorming bij de verschillende diersoorten met klinische voorbeelden	17
IV a	KLEINE HUISDIEREN	17
IV a1	Radiografie en Echografie	17
	Introductie	17
	Radiografie en echografie van het bewegingsstelsel	17
	Radiografie van het axiaal skelet	20
	Beeldvorming van het abdomen	21
	Beeldvorming van de thorax	23
	Het gebruik van radiografie en echografie in officiële onderzoeken	26
	Conclusie	29
IV a2	Computer tomografie en Magnetische resonantie	29
	Introductie	29
	Hersenen en schedel	33
	Neus, sinus, retrobulbair, bulla tympanica, tanden en kaak	37
	Rug- en ruggenmergaandoeningen	39
	Thorax	44
	Abdomen	44
	Skelet en gewrichten	47
	Conclusie	49
IV a3	Nucleaire (functionele) beeldvorming	49
	Introductie	49
	Toepassingen	50
	A. Diagnostiek	50
	Botscan	50
	Schildklier	52
	Oncologie	53
	Lever	54
	Hersenscintigrafie	55
	Nierscintigrafie	55
	Longen	58
	Beeldfusie	61
	B. Nucleaire behandeling	61
	Conclusie	63
IV a4	Radiotherapie of bestraling	64
IV b	GROTE HUISDIEREN	65
IV b1	Radiografie en Echografie	65
	Introductie	65
	Radiografie en echografie van het bewegingsstelsel	65
	Radiografie van het axiaal skelet	70
	Beeldvorming van het abdomen	72

Beeldvorming van de thorax	80
Het aankooponderzoek	85
Conclusie	85
IV b2 Computer tomografie en Magnetische resonantie	87
Introductie	87
Hersenen, schedel en kaak	87
Neus, sinus en tanden	88
Luchtzakken en keelstreek	91
Musculoskeletaal	92
Nek en ruggenmerg	96
Thorax en abdomen	96
Conclusie	96
IV b3 Nucleaire (functionele) beeldvorming	96
IV c BIJZONDERE DIEREN	97
Introductie	97
Radiografie	98
Echografie	100
Computer tomografie	100
Magnetische resonantie	101
Botdensitometrie	101
Conclusie	102
V Wanneer welke beeldvormingstechniek?	102
VI Aanbevolen literatuur	103

Eindredacteur en auteur



Ingrid Gielen studeerde af aan de Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Gent in België in 1995 en werd assistent aan de Vakgroep Medische Beeldvorming van de Huisdieren en Orthopedie kleine huisdieren, Universiteit Gent. In 2000, behaalde ze een Master Degree in Laboratory Animal Science. Ze kreeg de prijs voor de beste presentatie op het International Veterinary Association Radiologie congres in Japan in 2000. Ingrid voltooide haar proefschrift met als titel “Computed Tomography in the diagnosis and treatment of Canine Tarsocrural Osteochondrosis” in 2003. Sindsdien is ze kliniekhoofd aan de vakgroep en verantwoordelijk voor de CT en MR onderzoeken van de huisdieren, het praktisch onderwijs en het wetenschappelijk onderzoek van deze technieken. Van 2004-2006 was ze voorzitter van de European Association of Veterinary Diagnostic Imaging. Van 1997 tot 2008 was Ingrid verantwoordelijk voor het Post Universitair Onderwijs van de kleine huisdieren en bijzondere dieren aan de Faculteit Diergeneeskunde, UGent. Ze wordt regelmatig uitgenodigd als spreker op internationale conferenties en congressen. Ze heeft een bijzonder interesse in beeldvormende technieken van gewrichts- en neurologische aandoeningen en is (co)auteur van 80 publicaties in nationale en internationale tijdschriften over medische beeldvorming in orthopedie en neurologie.

Medeauteurs

Vakgroep Medische Beeldvorming van de Huisdieren en Orthopedie Kleine Huisdieren, Universiteit Gent

Y. Baeumlin
A. Combes
K. Debruyne
W. Dingemans
I. Gielen
S. Hauspie
K. Kromhout
K. Peremans
P. Pey
E. Raes

J. Saunders
O. Travetti
H. van Bree
A. Van Caelenberg
E. Van der Vekens
E. Vandermeulen
K. Vanderperren
S. Vermeire
F. Verschooten
V. Volcaert

De co-auteurs zijn allen werkzaam in de medische beeldvorming van de huisdieren als intern, resident of assistent.

Dr. Peremans is kliniekhoofd en verantwoordelijk voor de nucleaire geneeskunde.

Prof. Dr. J. Saunders is verantwoordelijk voor de radiologie en echografie van de huisdieren.

Prof. Dr. H. van Bree is de huidige vakgroepvoorzitter.

De voormalige vakgroepvoorzitter is Prof. Dr. F. Verschooten.

De foto's zijn gerangschikt volgens alfabetische volgorde, van links boven tot rechts onder.



Vakgroep Interne Geneeskunde en Klinische Biologie van de grote huisdieren, Universiteit Gent

Gunther van Loon studeerde af aan de Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Gent in België in 1992 en werkt sindsdien aan de Vakgroep Inwendige Ziekten van de Grote Huisdieren. In 2001 behaalde hij zijn doctoraat met de titel 'Atriale pacing en atriale fibrillatie bij het paard'. Sinds 2004 is hij Diplomate en sinds 2007 Board Member van het European College of Equine Internal Medicine. Hij is medeverantwoordelijk voor de organisatie van het Instituut voor Permanente Vorming van het Paard van de Faculteit Diergeneeskunde, UGent. Prof. Dr. van Loon heeft een speciale interesse in de cardiologie en in de echografie van thorax en abdomen bij grote huisdieren en is (co)auteur van 95 publicaties in nationale en internationale tijdschriften over inwendige ziekten en medische beeldvorming.

Gebruikte afkortingen

- CR: digitale radiologie, met gebruik van fosforplaten in cassette
CT: computer tomografie
DI: distractie index
3D: drie dimensionaal
DMSA: dimethylmercaptosuccinaat
DR: digitale radiologie, met gebruik van detectoren in panel
DTPA: diethyleen triamine pentaacetic acid
EI: elleboog incongruentie
¹⁸FDG: ¹⁸Fluordeoxyglucose
fMR: functionele magnetische resonantie
GFR: glomerulaire filtratie snelheid
HCM: hypertrofische cardiomyopathie
ICR: intercostaal ruimte
LINAC: lineaire accelerator
kVp: kilovoltage
LPA: losse processus anconeus
LPC: losse processus coronoïdeus
MHz: megahertz
mAs: milliampereseconde, is de kwantiteit van röntgenstraling
MBD: metabolic bone disease
MDR: multiple drug resistance mechanismen
MIBI: methoxy isobutyl-isonitrile
MIBG: metaiodobenzylguanidine, een noradrenaline analoog
MR: magnetische resonantie
MRI: magnetic resonance imaging
OCD: osteochondrosis dissecans
PET: positron emissie tomografie
PKD: polycystic kidney disease
PSS: portosystemische shunt
SPECT: single photon emission computed tomography
T1: T1-gewogen opname bij MR is een sequentie waarop de waterhoudende structuren donker zijn, terwijl het onderhuidse vetweefsel helder is.
T2: T2-gewogen opname bij MR waarop de waterrijke structuren helder zijn en het onderhuidse vetweefsel iets minder helder is.

EEN NIEUWE START

NIEUW



NIEUW: SPECIFIC® CED **ENDOCRINE SUPPORT**

Een ondersteunend dieet bij de behandeling van endocriene aandoeningen zoals o.a. de ziekte van Cushing en diabetes.

I Inleiding en doel van deze uitgave

De diergeneeskunde heeft de laatste 20 jaar een ongelofelijke evolutie doorgemaakt, vooral op het gebied van de gezelschapsdieren. Parallel hiermee heeft ook de beeldvorming zich, als één van de belangrijkste diagnosemiddelen, mee ontwikkeld. Daar waar 20 jaar geleden radiologie als enige beeldvormingstechniek werd gebruikt en een 10 tal jaren geleden echografie zijn opgang maakte, wordt er vandaag de dag ook veterinair meer en meer gebruik gemaakt van de zogenaamde “scanners”, zoals ze in de volksmond worden genoemd. Het gaat hier dan over computer tomografie (CT) en magnetische resonantie (MR). In het buitenland maar ook in België en Nederland neemt het aantal van deze “scanners” ook in private klinieken uitbreiding. Eigenaars zijn veel beter geïnformeerd dan vroeger over de mogelijkheden binnen de diergeneeskunde,

dit mede door het internet. Zij verlangen voor hun huisdier maximale zorg, dikwijls vergelijkbaar met wat bij de mens gebeurt. Het gevaar van overconsumptie, naar analogie met de geneeskunde, dreigt dan ook een beetje in de diergeneeskunde. Wegens de vrij hoge kostprijs van al deze nieuwe beeldvormingstechnieken moet men als dierenarts er over waken dat deze kosten zo efficiënt mogelijk worden ingezet met een minimale belasting voor de patiënt.

Het is dan ook de bedoeling van dit nummer van het Diergeneeskundig Memorandum om een overzicht te geven van de huidige gebruikte beeldvormingstechnieken en dit met nadruk op de juiste indicaties. De juiste keuze is niet altijd gemakkelijk en daarom is een goed inzicht van de meerwaarden en beperkingen van deze technieken noodzakelijk.

II Geschiedenis van de veterinaire beeldvorming: van röntgen tot echo tot CT tot MR

Met de radiologie is de medische beeldvorming geboren op 8 november 1895 toen de Duitser Wilhelm Conrad Röntgen een, tot dan onbekende, straling ontdekte waarvoor hij later de Nobelprijs voor fysica ontving. De geldprijs die eraan verbonden was gaf hij aan de universiteit van Giessen zodat zij dit zouden gebruiken om wetenschappelijke studies te financieren. Opmerkelijk is ook dat hij steeds afzag van een patent op zijn ontdekking. Hij zei dat zijn vondsten bestemd waren voor de mensheid en het is inderdaad zo gebleken. Zijn uitvinding heeft een hoofdrol gespeeld in de geneeskunde in de 20^{ste} eeuw en doet dat nu nog altijd. Ondanks de opkomst van nieuwe beeldvormingstechnieken, blijft wereldwijd radiografie nog steeds een van de belangrijkste diagnosemiddelen in de diergeneeskunde. Na de ontdekking van de X-stralen was er

direct veterinaire belangstelling voor de toepassing, maar toch is de literatuur uit die periode eerder schaars. De eerste veterinaire dienst van radiologie werd opgericht door Pommer in de veeartsenijsschool van Wenen in 1927. Na de tweede wereldoorlog bracht onderzoek in verband met het effect van de bestraling door de atoombom de ontwikkeling van vooral de kleine huisdierenradiologie op gang in de Verenigde Staten, waar ze nu sedert 30 jaar een specialiteit is. In Groot-Brittannië was het diploma van veterinaire radiologie één van de eerste veterinaire specialisaties. Intussen werd een tiental jaren geleden het Europese “college” van medische beeldvorming opgericht. Deze bestaat uit een drie- tot vierjarige opleiding waarna men na het slagen van het examen de titel “Diplomate in Veterinary Diagnostic Imaging” verkrijgt.

De laatste jaren is de digitale radiografie gekomen die de toekomst van de radiologie in al zijn toepassingen zal bepalen. Digitale radiografie en de informatietechnologie, die er aan verbonden is, heeft veel voordelen in het bewerken, archiveren en versturen van beelden. Het zal ongetwijfeld een belangrijk impact hebben op de rol van de radioloog. DR verandert echter niets aan het basisprincipe van radiografie. Het produceren van stralen gebeurt nog steeds op dezelfde manier als beschreven door Röntgen.

Een tweede beeldvormingstechniek heeft in het begin van de jaren 1940 met de Oostenrijkse Karl Theodore Dussik een medische toepassing gekregen. Tot dan waren ultrageluidsgolven het meest gebruikt als SONAR. Door een transducer langs elke kant van het hoofd te plaatsen, slaagde Dussik erin om echografieën van de hersenen te maken voor het opsporen van hersentumoren. Veel succes boekte hij niet doordat het bot veel van de signalen absorbeerde, maar hij had wel een idee aangebracht die later ruime toepassing zou krijgen. In 1949 gebruikte John Julian Wild echografie op weke weefsels. De medische echografie was dan ontdekt en heeft zich verder ontwikkeld met *real-time* B-mode die courant gebruikt wordt in diergeneeskunde sinds het midden van de jaren 80. De vooruitgang op echografisch gebied gaat nog steeds voort met de evolutie van Doppler, Kleurendoppler, Powerdoppler en 3D-beelden. Sinds minder dan 1 jaar is 4D *real-time* echografie beschikbaar op high-tech toestellen en kan gecombineerd worden met het toedienen van contraststoffen.

Andere technieken die sinds de jaren 70 ontwikkeld zijn: computer tomografie (CT), magnetische resonantie (MR of ook wel nucleaire magnetische resonantie (NMR) genoemd), nucleaire geneeskunde en radiotherapie.

In 1967 was er de eerste klinische toepassing van CT door Sir Hounsfield en in 1971 werd voor de eerste keer een hersenscan gemaakt. Naarmate de techniek is geëvolueerd, zijn de scanners performanter geworden en werden de beelden scherper en functioneler. De ontwikkeling van CT-scan verliep in verschillende fasen die vooral een

technische evolutie waren. Tegenwoordig kunnen met de laatste generatie van CT toestellen een volume scannen i.p.v. afzonderlijke sneden waardoor het lichaam van een mens in minder dan 1 minuut volledig onderzocht kan worden. Tweedehands CT's zijn beschikbaar aan een betaalbare prijs en deze apparatuur vindt zijn plaats in grotere dierenklinieken.

De geschiedenis van MR begint in het jaar 1946 met de ontdekking van het fenomeen van magnetische resonantie door Felix Bloch en Edward Purcell die hiervoor een Nobelprijs kregen. In 1977 werd de eerste scan gemaakt van een lichaam. Toen duurde het vijf minuten om een beeld te maken terwijl dit in 1986 nog 5 seconden duurde. MR is nog een jonge techniek waarvan alle toepassingen nog niet volledig ontwikkeld zijn.

De eerste publicaties over het gebruik van nucleaire geneeskunde in diergeneeskunde dateren van het begin van de jaren 70. Scintigrafie werd pas routinematig gebruikt na het ontwikkelen van ^{99m}Tc , einde van de jaren 70. De ontwikkeling van nucleaire geneeskunde met positron emission tomografie (PET) en moleculaire beeldvorming de laatste 25 jaar is indrukwekkend. In diergeneeskunde was de ontwikkeling iets minder spectaculair hoewel scintigrafie nu routinematig gebruikt wordt bij onderzoek van zowel kleine als grote huisdieren. Het gebruik van radiofarmaca beperkt zich inderdaad niet tot de opsporing en behandeling van kanker. Ook zaken als hersenfunctie, hartfunctie, nierfunctie, gewrichtsontstekingen, beoordeling van botletsels, longfunctie en -doorbloeding vallen binnen het werkkterrein van de nucleaire geneeskunde. Bovendien kan nucleaire geneeskunde niet alleen als diagnostisch hulpmiddel aangewend worden, maar biedt het ook de mogelijkheid om therapeutisch in te grijpen bij sommige aandoeningen. Het bekendste voorbeeld hiervan is de behandeling van hyperthyroidie bij de kat. Een beperking in diergeneeskunde blijft evenwel het kleine aantal dierenklinieken die over scintigrafie beschikken.

Radiotherapie (radio = straling, therapie = behandeling) is een behandeling door mid-

del van straling. Bestraling speelt een belangrijke rol bij de behandeling van een groep aandoeningen waarbij cellen zich ongecontroleerd vermenigvuldigen (neoplasieën). De mogelijkheid om deze techniek in te zetten

als behandeling bij oncologische patiënten is het laatste decennium aan belang toegenomen. Er zijn een aantal units beschikbaar in het buitenland waarheen patiënten kunnen verwezen worden voor bestraling.

III Opkomst van de digitale radiologie

Tegenwoordig wordt meer en meer alle conventionele (zilverhoudende) röntgenfilm vervangen door de digitale technologie. De opnames worden nog op dezelfde manier gemaakt, nl. met behulp van een röntgenbuis. Het echte verschil zit in de film en de ontwikkeling ervan. Zo zit er nu een fosforplaat in de cassette in plaats van de klassieke zilverhoudende film. Deze fosforplaat is in staat het röntgenbeeld op te slaan in digitale vorm. De fosforplaat wordt afgelezen door een laserstraal en wordt omgezet tot een beeld op een computerscherm (een digitaal beeld). Het voordeel van deze digitale technologie is dat er geen chemicaliën nodig zijn om de röntgenfilm te ontwikkelen. Digitale opnamen op een computerscherm kunnen bovendien in kwaliteit verbeterd worden. Bij een slechte conventionele röntgenopname moest men de "foto" opnieuw nemen. Bij de digitale techniek kan men via de computer het beeld verbeteren. Dit bete-

kent natuurlijk niet dat men van een barslechte opname een superbeeld kan maken. Ook zit in een digitale opname niet meer informatie dan in een klassieke röntgenfoto. Binnen de digitale radiologie zijn er twee systemen: het zogenaamde CR-systeem en het DR-systeem. Het CR systeem maakt voor het opvangen van de straling gebruik van cassettes. Deze cassettes worden net als gewoon film door de röntgenstraling belicht en in de CR-Reader uitgelezen. De informatie gaat dan naar de computer waar deze informatie wordt "ontwikkeld" tot een foto en wordt weergegeven op het beeldscherm. Dit alles gaat zeer snel. Het directe radiologie systeem (DR) maakt gebruik van een selenium detectorplaat, zonder gebruik te maken van cassettes. Selenium produceert de scherpste beelden omdat de Röntgen fotonen onmiddellijk in elektrische signalen worden omgezet. Dit gaat uiteraard nog sneller.

Voor hun oren ... en uw neus!
SUROSOLVE™

FIDAVET™
GERESERVEERD VOOR
DIERENARTSEN

De nieuwe oorreiniger van **fidavet™** met een krachtige Tris-EDTA formulering en een frisse geur.

fidavet™
SUROSOLVE™

Een niet irriterende formulering met een pH van 6,8, specifiek geformuleerd om de oren van honden en katten hygiënisch zuiver te houden. **SUROSOLVE™** is beschikbaar in een flacon van 125 ml.



Met Tris-EDTA,
PCMX en
salicylzuur

SKIN CARE



GASTRO CARE



JOINT CARE



WOUND CARE



fidavet™
Zorg voor uw gezelschapsdieren

JANSSEN
ANIMAL HEALTH

Voor meer informatie contacteer Janssen Animal Health, een divisie van Janssen Pharmaceutica NV, Turnhoutseweg 30, 2340 Beerse, België en van Janssen-Cilag BV, Postbus 90240, 5000 LT Tilburg, Nederland. Tel. België: 014/608000; Tel Nederland: 013/5837275; e-mail: jahbn@janbe.jnj.com

www.fidavet.com

IV Beeldvorming bij de verschillende diersoorten met klinische voorbeelden

IV a KLEINE HUISDIEREN

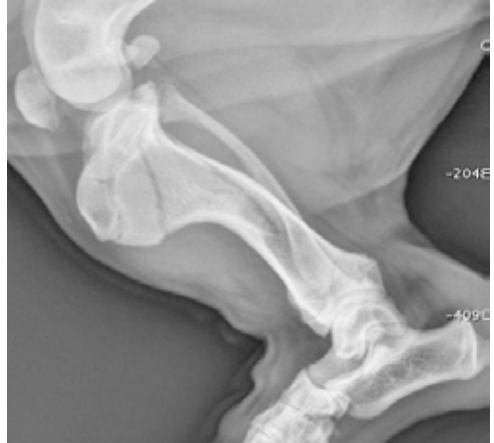
IV a1 Radiografie en echografie

Introductie

Er is de laatste decennia een enorme evolutie in de diergeneeskunde op het vlak van het gebruik van beeldvorming. Waar vroeger enkel de grotere praktijken beschikten over radiografie, is deze techniek nu in bijna elke praktijk aanwezig. Het is dan ook een ideale eerste onderzoekstechniek om bijvoorbeeld de oorzaak van hoesten of de oorsprong van een abdominale massa op te sporen. Uiteraard blijft radiografie ook de techniek bij uitstek voor de evaluatie van het skelet. Hoewel zowel positieve als negatieve contrastmiddelen nog steeds gebruikt worden in bv. myelogrammen of een retrograde cystografie, behoren andere contrast studies voorgoed tot het verleden, zoals bv. een pneumoperitoneografie voor de evaluatie van de abdominale organen. Deze laatste techniek is nu vervangen door echografie, welke meer en meer tot de standaard onderzoekstechnieken behoort. Deze techniek wordt, behalve voor de evaluatie van de verschillende abdominale organen en het hart, ook voor minder voor de hand liggende toepassingen gebruikt, zoals evaluatie van de hersenen bij een dier verdacht van hydrocephalus of de opvolging van fractuurheling. In tegenstelling tot bij de grote huisdieren wordt echografie bij de hond en de kat minder gebruikt voor de evaluatie van pezen en ligamenten en dit ten gevolge van hun beperkte grootte en oppervlakkige ligging. Toch is in dit domein echografie aan een opmars bezig door het verbeteren van de kwaliteit van de echografische transducers en software. Verschillende toepassingen en indicaties voor zowel radiografie als echografie bij de kleine huisdieren zullen verder in dit hoofdstuk aan bod komen.

Radiografie en echografie van het bewegingsstelsel

Er heeft in de laatste decennia een enorme



[Figuur 1.] Mediolaterale opname van de tibia van een jonge Basset. Een spiraal groenhouwfractuur is zichtbaar over de volledige diafyse van de tibia. De specifieke vorm van de poot behoort tot de typische lichaamsbouw van dit ras.

evolutie plaatsgevonden in de beeldvorming van het bewegingsapparaat. Hoewel radiografie nog steeds de meest toegepaste techniek blijft in de diergeneeskunde, is er een duidelijke toename van het gebruik van meer geavanceerde technieken zoals echografie, computer tomografie, magnetische resonantie en scintigrafie. Dit bracht ook een enorme toename van het aantal indicaties met zich mee. Deze zijn o.a. pijn bij palpatie van één of meerdere beenderen, weke delen zwelling eventueel samengaan met een drainerende fistel, vervorming van een bot, een gewricht of een volledig lidmaat, trauma (Fig.1), evaluatie van fractuurheling, dieren verdacht van metabole botaandoeningen of systemische aandoeningen welke het skelet kunnen aantasten en screening voor congenitale en erfelijke aandoeningen (Fig.2).

Radiografie blijft nog steeds de uitverkoren techniek voor de eerste evaluatie van botletsels. Deze techniek is beschikbaar in de meeste praktijken, relatief goedkoop en geeft informatie over zowel de botstructuren als, weliswaar in mindere mate, de omgevende



[Figuur 2.] Mediolaterale opname in flexie en extensie van de tarsus van een hond. Thv de mediale taluskam is een concaaf defect zichtbaar in het subchondraal bot met een fragment thv het plantair aspect. Dit radiografisch beeld komt overeen met osteochondrosis dissecans.

weke delen. Radiografie heeft echter een lage sensitiviteit voor het bepalen van de mineralisatiegraad. Er is namelijk een verlies van

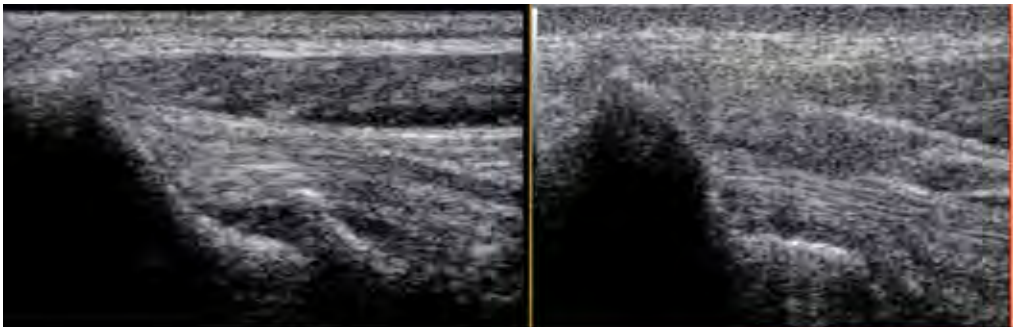
meer dan 30% van de botmassa noodzakelijk voor dit radiografisch zichtbaar wordt.

Het in beeld brengen van de weke delen met radiografie kan verbeterd worden met minimale aanpassingen in de techniek (verlagen van de kVp). Hierdoor is het mogelijk om bijvoorbeeld lokale of diffuse weke delen zwelling en spieratrofie te detecteren. Radiografisch zichtbare opzetting van het kniegewricht als indirect teken voor een ruptuur van de craniale kruisband is hier een goed voorbeeld van.

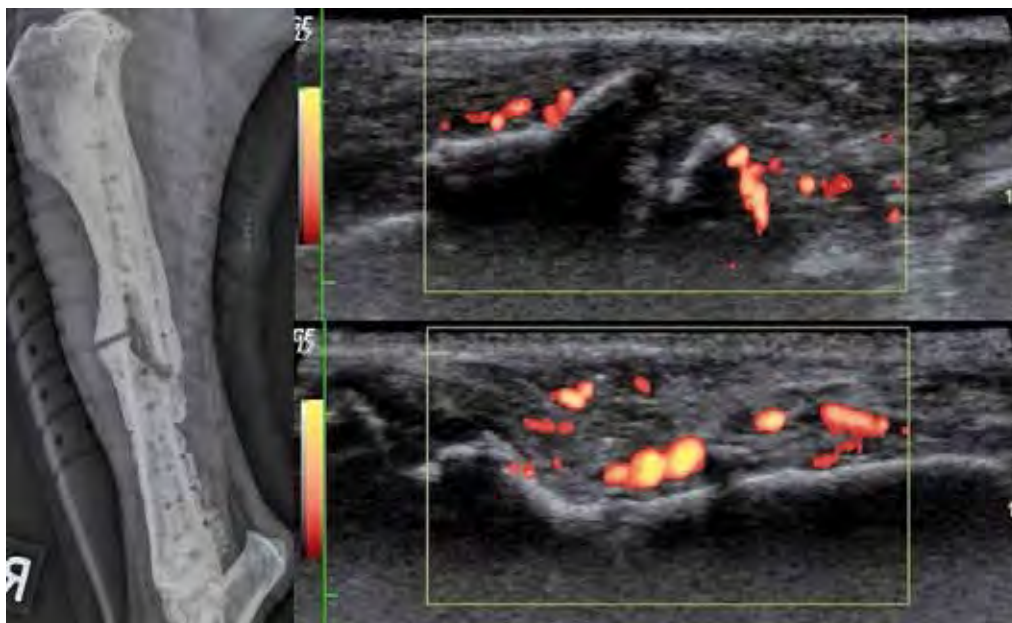
Voor een meer gedetailleerde evaluatie van de weke delen geniet echografie echter de voorkeur. Deze techniek is bovendien uitermate geschikt voor het bekijken van botoppervlakten en voor de evaluatie van verschillende gewrichten. Ze wordt gebruikt voor de detectie van aandoeningen van de bicepspees en OCD in de schouder van de hond en evaluatie van de integriteit van ligamenten en pezen



[Figuur 3.] Echografie van de bicepspees, met een longitudinaal beeld links en een dwars beeld rechts.



[Figuur 4.] Longitudinaal echobeeld van de m. flexor carpi ulnaris, thv de proximale aanhechting aan de mediale humerusepicondyl. Links is een normaal beeld zichtbaar; rechts is een afwijkend vezelverloop zichtbaar overeenkomend met een letsel van deze pees.



[Figuur 5.] Echografie van de tibia van figuur 1. Aangezien 6 weken na de reductie radiografisch nog geen tekenen van heling zichtbaar waren, werd een echografie met kleuren doppler uitgevoerd om de aanwezigheid van bloedvaten te onderzoeken. Hierbij werden verschillende kleine bloedvaten gezien rondom de fractuurhaard, wat een non-union kan uitsluiten.

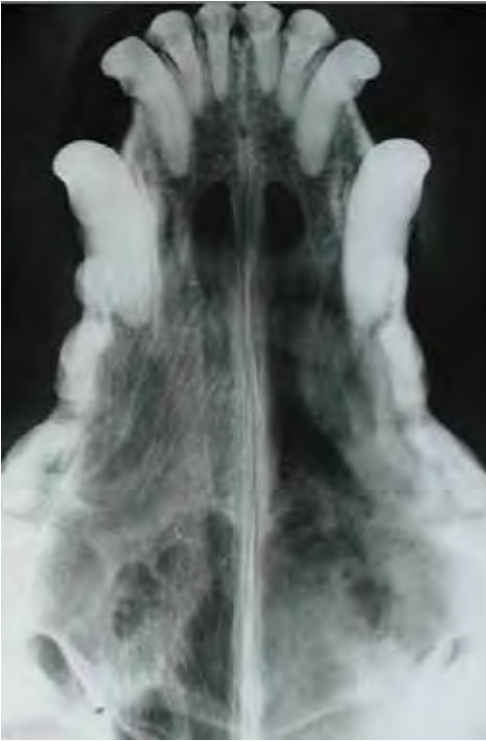
ter hoogte van de knie, carpus, tarsus en elleboog (Fig.3 en 4). Ook voor het opvolgen van fractuurheling met behulp van Doppler (Fig.5) en de detectie en differentiatie van



[Figuur 6.] Erge osteolyse ter hoogte van de rechter os zygomaticus van een kat met weke delen zwelling. Dit radiografisch beeld is indicatief voor een agressieve neoplasie (osteosarcoma, squameus cel carcinoma, melanoma, fibroma).

weke delen massa's (hematomen, abcessen, granulomen en tumoren) wordt echografie gebruikt.

Echografie heeft, net als radiografie, als belangrijkste voordelen dat het een relatief goedkope en reeds wijd verspreide techniek is, waarbij meestal geen algemene anesthesie noodzakelijk is. Het belangrijkste voordeel van echografie is echter dat het een dynamische onderzoekstechniek is en van dit voordeel wordt specifiek in het onderzoek van het bewegingsstelsel gebruik gemaakt. Een spiercontractuur of een peesletsel kan bijvoorbeeld niet zichtbaar zijn met het lidmaat in neutrale positie, maar wel in beeld gebracht worden tijdens flexie of extensie van dit lidmaat. Het feit dat het over een dynamisch onderzoek gaat, heeft wel het nadeel dat er door de operator op het moment van het onderzoek zelf een diagnose moet worden gesteld, dit in tegenstelling tot radiografie waar de beelden op een later tijdstip kunnen worden geïnterpreteerd. Echografie vraagt ook heel wat ervaring en is tijdrovend. Tot slot is het mogelijk om met behulp van echografie geleide fijne naaldaspiraten en bipten uit te voeren.



[Figuur 7.] Intra-orale radiografie van de neus van een hond. In de linker neusgang (rechts op de foto) is er lyse van de conchae en turbinalia. Dit beeld van een "lege" neusgang is typisch voor het voorkomen van schimmel in de neus.

Radiografie van het axiaal skelet

Schedel

Radiografieën van de schedel zijn aangewezen voor het vaststellen van botafwijkingen zoals fracturen, congenitale aandoeningen



[Figuur 8.] Normaal echografisch beeld van het oog van een hond.

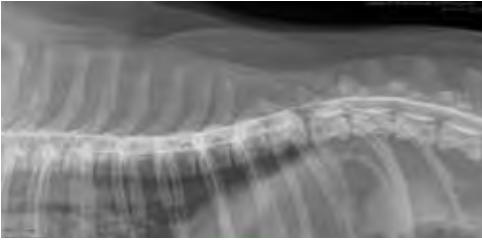
en ontwikkelingsstoornissen (bv. hydrocephalus) en neoplasiën (Fig.6). Het nemen van radiografieën laat ons ook toe om de sinussen, de neusholte (Fig.7), de tanden, de orbita, de mondholte en externe weke delen in beeld te brengen en te evalueren. Bij vermoeden van een sialocoele kan contrast radiografie (sialografie) gebruikt worden om de speekselklieren en hun afvoerwegen in beeld te brengen.

Echografie heeft slechts een beperkte waarde met betrekking tot de schedel. Het wordt voornamelijk gebruikt voor evaluatie van ogen (Fig.8), orbita en weke delen massa's of zwellingen. Doorheen een open fontanel of doorheen een traumatisch botdefect kunnen de hersenen in beeld gebracht worden.

Neurologische symptomen, duidend op aan-



[Figuur 9.] Hemivertebra van de thoracale wervels 4, 6, 7, 8, 10, 11 en 13 bij een Franse Bulldog.



[Figuur 10.] Myelogram van de rug van een hond. Er is dorsale deviatie van de ventrale en dorsale contrast kolom ter hoogte van thoracale wervels 11 en 12.



[Figuur 11a.] Laterale radiografie van het abdomen van een hond. Links is craniaal, bovenaan is dorsaal. Er is een weke delen lus zichtbaar in het centrale deel van het abdomen en een tubulaire weke delen band t.h.v. de bekkeningang, tussen de blaashals en het colon.



[Figuur 11b.] Dwarse doorsnede van een uterus hoorn van een hond op echografie. De uterus is gedilateerd met cellulair vocht ten gevolge van een pyometra.

doeningen van de hersenen of craniale zenuwen, worden dan weer het best onderzocht door middel van MR (of CT).

Wervelkolom

Belangrijke indicaties voor het nemen van radiografieën van de wervelkolom zijn: mono-, para- en quadriplegie, mono- of paraparesis, ataxie, pijn wijzend op een spinaal letsel, stijfheid en vermoeden van abnormaliteiten aan de wervelkolom. Voorbeelden van aandoeningen ter hoogte van de wervelkolom, die vastgesteld kunnen worden door middel van radiografie, zijn congenitale en ontwikkelingsstoornissen (zoals hemivertebra (Fig.9), spina bifida, atlanto-axiale instabiliteit...), degeneratieve veranderingen (spondylosis deformans), vertebrale luxaties en subluxaties, discus hernia en neoplasiën.

Daarnaast kan men ook gebruik maken van een myelogram (Fig.10). Indicaties hiervoor zijn het ontbreken van afwijkingen op natieve radiografieën, afwijkingen op natieve radiografieën die niet overeen stemmen met het klinisch onderzoek en het bepalen van de ernst en uitgebreidheid van een pathologie met het oog op een chirurgische ingreep. Naar analogie met de mens, wordt myelografie meer en meer vervangen door CT en/of MRI onderzoek. Vooral CT gaat relatief snel en men vermijdt de neveneffecten van het inbrengen van contraststoffen in de sub-arachnoïdale ruimte.

Beeldvorming van het abdomen

Hoewel echografie en radiologie vaak genoemd worden als complementair voor abdominale beeldvorming, is echografie doorgaans toch de meest verkozen techniek. Indicaties voor een algemene abdominale echografie zijn abdominale pijn, ascites, gegeneraliseerde lymphadenopathie, aandoeningen van, of een algemene evaluatie van abdominale structuren (Fig.11a en 11b), primaire tumoren of metastasen (Fig.12), trauma of eenvoudigweg afwijkende bloedresultaten. Wanneer een portosystemische shunt, invasie van een tumor of thrombusvorming vermoed wordt, dienen eveneens de abdominale bloedvaten geëvalueerd te worden. Verschillende types van Doppler echografie kunnen hiervoor worden aangevend. Daarnaast vindt echografie een belangrijke toepassing in het nemen van echo begeleide fijne naald aspiraten of biopsen van weefsel of vocht. Vrij vocht wordt frequent waargenomen op echografie en zelfs kleine



[Figuur 12.] Doorsnede van een heterogene miltmassa van een hond op echografie. Histologisch werd dit bevestigd als een hemangi-sarcoma.



[Figuur 14.] Laterale radiografie van het abdomen van een hond op het einde van de dracht.



[Figuur 13.] Laterale radiografie van het abdomen van een hond. Links is craniaal, bovenaan is dorsaal. Er zijn verschillende, door gas gedilateerde darmen zichtbaar. Dit is een beeld van mechanische ileus ten gevolge van een mesenteriumtorsie.



[Figuur 15.] Laterale radiografie van het abdomen van een hond. Links is craniaal, bovenaan is dorsaal. Er zijn verschillende radio-pake urolithen zichtbaar ter hoogte van de urineblaas.

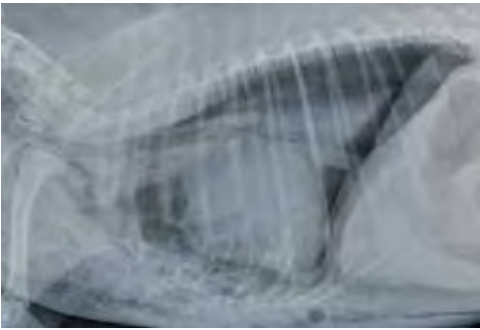
hoeveelheden kunnen gemakkelijk worden aangeprikt en geanalyseerd.

Indien nodig, kunnen ook de lichaamswanden en het diafragma grondig worden beoordeeld, op zoek naar eventuele herniae. In sommige gevallen kan radiografie echter de voorkeur genieten. Een eerste voorbeeld zijn corpora aliena. Deze kunnen een mechanische ileus, en de daarbij voorkomende ophoping van belangrijke hoeveelheden gas in de darmen, veroorzaken (Fig.13), wat absoluut ongewenst is bij echografie. Een andere indicatie voor abdominale radiografie is dracht (Fig.14). Een betrouwbare dracht diagnose bij de hond met behulp van radiografie begint op 45 dagen met de mineralisatie van het foetaal skelet. Bij de kat start deze mi-

neralisatie ongeveer een week eerder. Echografie is een meer gevoelige techniek en laat een diagnose toe vanaf 21 dagen dracht. Het tellen van het aantal foeti met echografie is echter niet betrouwbaar en kennis van het aantal foeti kan van groot belang zijn bij een niet vorderende partus. Hiervoor dient een radiografie te worden genomen en dit bij voorkeur op 50 dagen dracht. Een derde voorbeeld is urolithiasis (Fig.15). Natieve radiografie laat enkel toe om radiopake steentjes te detecteren, zoals Mg-ammonium fosfaat en Ca-oxalaat, de meest voorkomende urolithen. Het radiografisch in beeld brengen van niet radio-opake stenen kan door middel van een retrograde cystografie met negatief of dubbel contrast verbeterd worden, maar het correct uitvoeren en interpreteren vereist enige ervaring, waardoor de kans op een



[Figuur 16.] Laterale radiografie van de thorax van een pup met bacteriële pneumonie. Links is craniaal, bovenaan is dorsaal. Er is een alveolair patroon zichtbaar in de ventrale delen van de cranial, middelste en caudale longlobes. Hierdoor is er een verlies in aflijning van de hartschaduw.



[Figuur 17.] Laterale radiografie van de thorax van een hond. Links is craniaal, bovenaan is dorsaal. Er is een pneumothorax aanwezig, met collaps van de caudale longlobes en een pneumomediastinum, waarbij ook gas zichtbaar is ter hoogte van de facies in de hals. Uitgebreid subcutaan emphyseem is te zien ter hoogte van de ventrale buikwand. Deze aandoeningen zijn ten gevolge van een autoaccident.

foute diagnose nog steeds relatief groot is. Met echografie kunnen calculi van alle samenstellingen gedetecteerd worden. Ten gevolge van de akoestische schaduwvorming kan echter de grootte van de calculi overschat worden en zo tot overbodige chirurgie leiden.

Tot slot biedt abdominale radiografie in een zeer korte tijdspanne een volledig overzicht van het abdomen, wat gunstig is bij het beoordelen van intra-abdominale massa's, terwijl een volledig abdominaal echografisch

onderzoek minimaal 20 minuten in beslag neemt. Bij zeer obese honden kan echografie moeilijk zijn en verdient radiografie en/of CT de voorkeur.

Beeldvorming van de thorax

Onderzoek van hart en longen wordt meestal uitgevoerd na ademhalingsklachten of hartproblemen en ter controle van metastasen. Voor een groot aantal thoracale aandoeningen bij de hond en de kat zijn radiografie en echografie complementaire technieken. Afhankelijk van de belangrijkste aangetaste structuur zal echter ofwel radiografie ofwel echografie verkozen worden als initiële onderzoekstechniek.

Indien het dier vooral verdacht wordt van afwijkingen ter hoogte van de longen gaat de voorkeur uit naar radiografie. Ter hoogte van het longveld kunnen verschillende patronen te zien zijn. Een alveolair patroon komt tot uiting wanneer vooral de alveolen een pathologie vertonen. Dit kan bijvoorbeeld ten gevolge van een bacteriële of een aspiratie pneumonie (Fig.16) zijn, maar ook tumoren of zeer uitgesproken longoedeem kunnen dit patroon veroorzaken. Wanneer enkel de bronchenwanden afwijkend zijn, zoals bij een bacteriële of allergische bronchitis, spreekt men van een bronchiaal patroon. Een interstitieel patroon kan zeer vele oorzaken hebben, welke al dan niet pathologisch kunnen zijn, zoals opstapeling van vet in het interstitium bij obese honden, ophoping van bloed of transudaat door lekkage uit de pulmonaire bloedvaten of de ontwikkeling van metastasen ten gevolge van de aanvoer van tumorcellen met het bloed of de lymfe naar de longen.

Ook in geval van trauma is radiografie van de thorax zeer nuttig en dit met name ivm de beoordeling van botstructuren en weke delen op de aanwezigheid van bv. subcutaan emfyseem, rib- of wervelfracturen en luxaties. Daarnaast kunnen ook de pleurale holten en de longen geëvalueerd worden ivm pneumothorax, hemothorax (Fig.17), longcontusie, longcollaps alsook de integriteit van het diafragma kan beoordeeld worden.

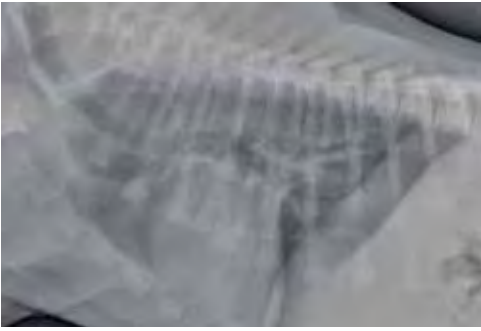
Ook bij slikproblemen en regurgitatie kan een radiografie van de hals en/of thorax meer informatie geven over bijvoorbeeld pathologie thv de slokdarm (Fig.18a). In het geval van slikproblemen is een contraststudie met een

Eenvoudig, betrouwbaar en stabiel – Software voor efficiënt praktijkbeheer



*easy***VET**

easyVET is de software voor eenvoudig en efficiënte informatiebewerking in de diergeneeskunde. Praktijkmanagement, zoals u het altijd al had willen hebben. Alle functies op de juiste plekken, intuïtief en eenvoudig te bedienen. Arbeidsstappen, processen en taken sluiten perfect op elkaar aan. All-inclusive-systeemkaarten maken de gehele behandelingsregistratie op een centrale plek mogelijk. Optimale workflow en de grootst mogelijke flexibiliteit staan voor een zeer efficiënte behandeling in alle bereiken: bij kleine dieren, grote dieren en paarden, in kleine praktijken en grote praktijken, stationair en onderweg.



[Figuur 18.] Laterale radiografie van de thorax van een pup met een vasculaire ring anomalie. Links is craniaal, bovenaan is dorsaal. a: Natieve opname. Er is een ventrale verplaatsing en vernauwing van de trachea ter hoogte van de craniale thorax, met een ovale gasopaciteit gesuperponeerd op dit deel van de trachea.

b: Radiografie na orale toediening van barium contrast. Er is een ophoping van contrastmiddel in de slokdarm ter hoogte van de craniale thorax (op dezelfde plaats waar de gasopaciteit zichtbaar was op de natieve opnames), in de caudale slokdarm en in de maag. Een vullingsdefect in de bariumaccumulatie is te zien op het niveau van de 4e rib. Dit is ten gevolge van compressie van de slokdarm door de vasculaire ring anomalie.

radiopaak contrastmiddel zoals barium echter vaak noodzakelijk (Fig.18b).

Wanneer er een uitwendige massa te voelen is ter hoogte van de thorax, kan met een radiografie de betrokkenheid van bijvoorbeeld een rib bevestigd worden, zoals bij ribtumoren (Fig.19) of kan de thorax gescreend worden voor metastasen.

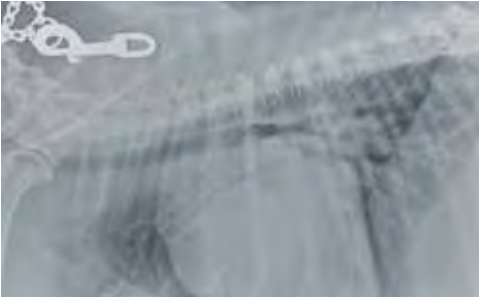
Bij dieren verdacht van een hartprobleem is een radiografisch onderzoek van de thorax een zinvol eerste onderzoek. Hierbij kun-



[Figuur 19.] Ventrodorsale radiografie van de thorax van een hond met een ribtumor. Links is de rechter zijde van de thorax, bovenaan is craniaal. Het dorsale deel van de linker 9e rib ontbreekt en op dit niveau is een weke delen massa zichtbaar (witte pijl).

nen zowel de grootte en vorm van het hart geëvalueerd worden als ook bijkomende secundaire veranderingen zoals longstuwung en longoedeem. Zo kan een vasculair patroon bijvoorbeeld gezien worden bij longstuwung secundair aan een congenitale hartaandoening zoals bv. een persisterende ductus arteriosus van Botalli. Cardiogeen longoedeem kan dan weer gezien worden bij hypertrofische of gedilateerde cardiomyopathie (Fig.20). De afwezigheid van veranderingen t.h.v. de hartschaduw sluit hartpathologie echter niet uit. Echocardiografie is noodzakelijk voor het verder onderzoek van het hart en de evaluatie van de hartfunctie.

Met behulp van echografie kan ook het craniaal mediastinum gecontroleerd worden indien er bijvoorbeeld op dit niveau een massa zichtbaar was op radiografie of voor de evaluatie van de bloedvaten zoals de craniale vena cava. Deze techniek kan ook gebruikt



[Figuur 20.] Laterale radiografie van de thorax van een hond. Er is een sterke vergroting van het hart en in het bijzonder van het linker atrium. Dit veroorzaakt een dorsale verplaatsing van de caudale trachea. De pulmonaire venes zijn verwijd (wijder dan de arteries) en er is een interstitieel patroon zichtbaar ter hoogte van de hilus region. Dit beeld is compatibel met gedilateerde cardiomyopathie en secundair longoedeem.

worden voor het diagnosticeren van pleurale effusie of de evaluatie van longmassa's indien deze in contact komen met het longoppervlak. Bovendien kunnen met behulp van echografie geleide aspiraten van vloeistof, fijne naald aspiraten en bipten van longmassa's gebeuren.

Het gebruik van radiografie en echografie bij officiële onderzoeken

Screening voor heupdysplasie bij de hond (en kat)

Heupdysplasie is een erfelijke aandoening waarbij er een abnormale ontwikkeling ontstaat van de heupgewrichten. Het komt vooral voor bij grote, snelgroeiende hondenrassen, maar is ook beschreven bij kleine hondenrassen en katten (bv. Maine Coon). Deze aandoening is typisch een bilateraal probleem, maar komt unilateraal voor in 11% van de honden. De leeftijd waarop deze ziekte tot uiting komt op radiografisch onderzoek varieert, waardoor onenigheid bestaat over de optimale methode voor de screening voor deze ziekte. Op basis van de laxiteit van heupgewricht en de aanwezigheid van degeneratieve veranderingen op radiografie worden honden ingedeeld in verschillende categorieën en ondergaan ze een selectie voor de fok. De meest gebruikte



[Figuur 21.] Ventrodorsale radiografie van de heupen van een normale hond, met de femora in extensie, voor officieel heupdysplasie onderzoek. Links is de rechter zijde van de hond. Dit onderzoek wordt standaard uitgevoerd bij rassen met genetisch predispositie voor heupdysplasie.

techniek is de ventrodorsale projectie van de heupen, met de femora in extensie (Fig.21). Deze opname gebeurt op een leeftijd van 12 tot 18 maanden, maar kan tot vals-negatieve resultaten leiden. Ze is echter makkelijk in de praktijk toepasbaar, met behulp van een zware sedatie en een spierrelaxans of nadat de dieren onder algemene anesthesie gebracht zijn. Bijzondere aandacht voor de positionering is echter noodzakelijk (perfecte symmetrie van het bekken, de lengte van beide femora parallel met elkaar en de wervelkolom en de patella's in het midden tussen de femurcondylen).

Een andere techniek is het meten van de distractie index (DI), op welke de PennHIP® methode gebaseerd is. Hierbij is het mogelijk om de laxiteit van de heupen op een kwantita-



[Figuur 22.] Ventrodorsale radiografie van de heupen van een hond, met de femora in flexie voor officieel heupdysplasie onderzoek volgens de PennHip® methode. Links is de rechter zijde hond en bovenaan is craniaal. De 2 weke delen banden zichtbaar in de lengterichting over het bekken en de heupgewrichten zijn een deel van het toestel nodig voor het maken van de distractie opname, nodig voor het bepalen van de distractie index bij deze methode.



[Figuur 23.] Mediolaterale opname van een elleboog van een hond in extensie. De mediale processus coronoideus is onscherp afgeleid en de trochlear notch is licht sclerotisch*.



[Figuur 24.] Mediolaterale radiografie van een normale elleboog van een hond in flexie. Er is beperkte nieuwbeenvorming zichtbaar thv het dorsaal aspect van de processus anconeus. Gecombineerd met de afwijkingen gezien op de radiografie in extensie, is er verdenking voor fragmentatie van de mediale processus coronoideus



[Figuur 25.] Craniocaudale radiografie van een elleboog van een hond. Links is lateraal en bovenaan is proximaal. De mediale processus coronoideus is onscherp afgeleid wat kan overeenkomen met fragmentatie, fissuur of chondromalacie.



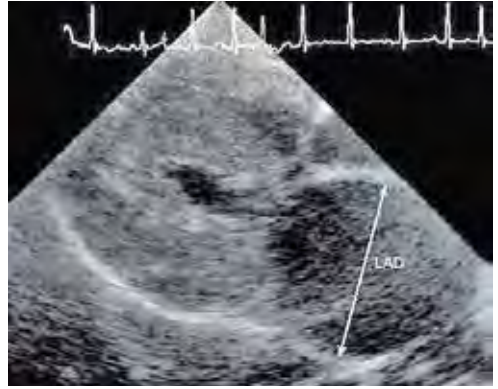
[Figuur 26.] Longitudinale doorsnede van de rechter nier van een kat op echografie. Links is craniaal. De anechogene (zwarte) zones zijn cystes in het nierparenchym, ten gevolge van polycysteuze nierziekte.

tieve en meer objectieve manier te evalueren. Om deze techniek te mogen toepassen voor officiële onderzoeken, moet eerst een certificaat behaald worden en zijn er bijkomende toestellen noodzakelijk voor het uitvoeren van de radiografieën (Fig.22). Deze techniek laat echter de diagnose van heupdysplasie toe vanaf de leeftijd van 6 maanden.

Elleboog dysplasie screening

Deze term refereert naar een groep van ontwikkelingsproblemen in de elleboog: losse processus anconeus (LPA), losse processus coronoideus (LPC), osteochondrose van het distomediaal aspect van de humeruscondyl (OCD) en incongruentie van de elleboog (EI). Elleboog dysplasia is een veel voorkomende aandoening bij de Berner Sennen hond, Rottweiler, Duitse Herder, Golden Retriever en Labrador Retriever.

Voor de screening zijn 3 projecties noodzakelijk (Fig. 23, 24, 25): een medio-laterale projectie in extensie (evaluatie van LPC, EI en osteoarthrose), een medio-laterale opname in flexie (evaluatie van LPA en osteoarthrose) en een cranio-caudale projectie (evaluatie van LPC en OCD). Hoewel erge dysplasie van de elleboog en de samengaan- de secundaire veranderingen, radiografisch zichtbaar zijn, wordt meer en meer computer tomografie gebruikt, aangezien deze techniek gevoeliger is voor de detectie van deze aandoening dan radiografie. De sto-



[Figuur 27.] Longitudinaal 4-kamer beeld van het hart van een kat op echografie, gescand via de rechter parasternale benadering. Links is caudoventraal, rechts is craniodorsaal. Het linker atrium is sterk vergroot (toename diameter is aangegeven als LAD) en de wand van het linker ventrikel is sterk verdikt, beide ten gevolge van hypertrofische cardiomyopathie.

rende superpositie van de omringende botten wordt hiermee immers vermeden.

Screening voor polycysteuze nierziekte (PKD: polycystic kidney disease)

PKD is een autosomaal dominante aandoening bij Perzen en aanverwante rassen, maar is ook beschreven bij Amerikaanse korthaar, Amerikaanse kruloorkat, Siamees en Schotse vouwoorkat. Bij deze ziekte is er een progressieve ontwikkeling van met vloeistof gevulde cysten in de cortex en medulla van de nieren (Fig.26). Er kunnen ook cysten ontstaan in andere organen, zoals bv. de lever. De grootte van de cysten neemt toe met de leeftijd en evolueert naar een eindstadium van chronische nierziekte rond de leeftijd van 6 jaar. Vanaf 8 weken na de geboorte kunnen cystes gedetecteerd worden, maar de test bereikt maar een accuraatheid van 98% vanaf de leeftijd van 10 maanden. Behalve een echografische screening bestaat er ook een genetische test voor bepaalde rassen.

Hypertrofische cardiomyopathie (HCM)

HCM is een veel voorkomende oorzaak voor hartfalen, thrombus vorming en plotse dood bij katten. De erfelijkheid is aangetoond bij Amerikaanse Maine Coon, Rag-

doll, Pers en Britse en Amerikaanse korthaar. Deze ziekte geeft zelden symptomen voor de leeftijd van 6 maanden en vaak is echocardiografische screening gedurende verschillende opeenvolgende jaren noodzakelijk alvorens de diag-nose van HCM gemaakt kan worden.

Tijdens de echocardiografie (Fig.27) wordt achtereenvolgens het hart bekeken in B-mode voor de evaluatie van de echogeniteit van het myocard en het algemeen aspect van het hart, M-mode voor de metingen van onder andere de dikte van de wand van het linker ventrikel en de beweging van de mitralis kleppen en tot slot met behulp van Doppler technieken voor de evaluatie van de bloedstroom. Om een echocardiografisch onderzoek op een correcte manier uit te voeren is ervaring echter noodzakelijk.

Conclusie

In het bijzonder zijn radiografie en echografie twee technieken die een meerwaarde betekenen in elke kleine huisdierenpraktijk voor een relatief lage kostprijs. Bovendien kan in het hedendaagse digitale tijdperk op een snelle manier beroep gedaan worden op specialisten voor het interpreteren van radiografieën van dieren (= teleradiologie). Intussen worden er vandaag de dag vele cursussen georganiseerd over bijvoorbeeld abdominale echografie bij de hond en kat. Toch blijft ervaring bij het uitvoeren van een echografisch onderzoek onontbeerlijk en soms een probleem in de algemene praktijk.



[Figuur 28a.] CT toestel met de patiëntentafel en opening of gantry waarin het te onderzoeken lichaamsdeel geschoven wordt.

IV a2 Computer tomografie en magnetische resonantie

Introductie

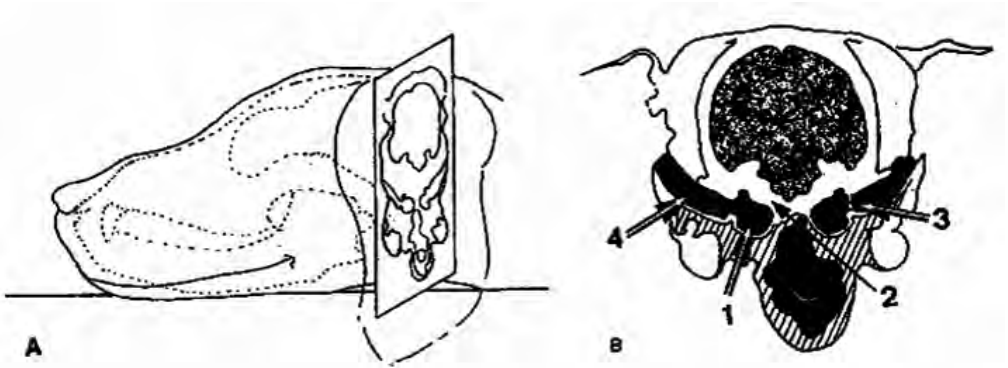
Computer Tomografie (CT of Cat-scan) en Magnetische Resonantie (MR of de Engelse term MRI: Magnetic Resonance Imaging) zijn moderne beeldvormingstechnieken die al jaren in de humane geneeskunde zijn ingeburgerd. Beide technieken zijn momenteel meer en meer beschikbaar in de diergeneeskunde voor diagnostiek bij onze huisdieren. Zowel bij het aantonen van neurologische, orthopedische, oncologische e.a. aandoeningen hebben CT en MR een meerwaarde.

Wat zijn CT en MR?

CT maakt gebruik van röntgenstralen (x-stralen) en computers en maakt dwarse sneden van de patiënt, in tegenstelling tot de klassieke radiologie waar alles op elkaar geprojecteerd wordt. Met software kunnen na het onderzoek de dwarse sneden gereconstrueerd worden in andere vlakken. (Fig.28a) Bij MR wordt het dier in een magnetisch veld gebracht en met behulp van radiogolven wordt een beeld gemaakt aan de hand van de watermoleculen in de patiënt. Met MR gaat men eigenlijk op zoek naar water. Pathologische processen zijn sterk waterhoudend zodat die makkelijk aangetoond worden. Bij deze techniek worden niet alleen dwarse sneden gemaakt maar kunnen sneden in alle richtingen van de patiënt worden verkregen. De procedure is stralingsvrij en wordt dan ook als een van de veiligste technieken bin-



[Figuur 28b.] Laagveld MR toestel. Dit is een open toestel met een permanente magneet.



[Figuur 29.] Deze tekening toont hoe er met CT en MR beelden van doorsneden worden gemaakt (hier een dwarse doorsnede t.h.v. de schedel en hersenen). Hierdoor wordt overlapping van structuren vermeden.

nen de medische beeldvorming beschouwd. (Fig.28b) Het grote nadeel van MR blijft de lange onderzoekstijd waardoor een algemene anesthesie noodzakelijk is. Ook is zowel de aankoop van MR apparatuur als het onderhoud veel duurder dan bij CT.

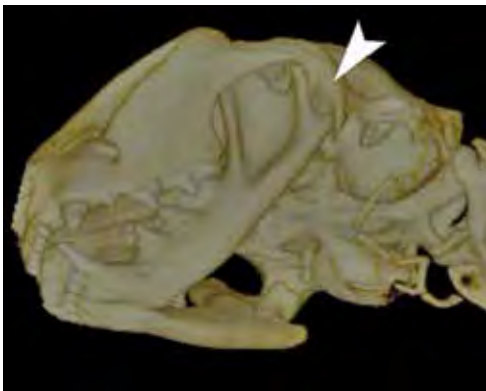
Wat zijn de voordelen van CT en MR?

Afbeeldingen van CT en MR hebben vele voordelen ten opzichte van andere beeldvormingstechnieken. Het belangrijkste voordeel is dat overlapping van verschillende structuren vermeden wordt. Er worden immers doorsneden bekomen en men spreekt dan ook van "cross-sectional" imaging (Fig.29). Beide technieken vullen elkaar op veel vlak-

ken aan maar globaal kan gezegd worden dat CT vooral aangewezen is bij botaandoeningen en MR meer bij weke delen pathologie. MR kan veel duidelijker onderscheid maken tussen normaal en abnormaal weefsel, zoals bijvoorbeeld een tumor of een ontsteking. Bij beide technieken kunnen contraststudies uitgevoerd worden om letsels nog beter aan te tonen. Anesthesie is vereist omdat de dieren onbeweeglijk moeten liggen. Onderzoeken met recente "multislice" CT toestellen (toestellen die meerdere sneden tegelijkertijd maken) duren slechts enkele minuten. Onder bepaalde omstandigheden kan het onderzoek gebeuren bij het gesedeerde dier. Een MR onderzoek daarentegen, duurt al snel een uur en is dus minder aangewezen bij patiënten in slechte algemene conditie.

Indicatiegebieden

CT en MR vullen elkaar aan en hebben hun eigen toepassingsgebied. Welke techniek ingezet wordt, hangt af van de pathologie waarnaar men op zoek is. CT is de techniek voor het aantonen van botletsels (Fig.30) en vindt veel nut in de talrijke gewrichtsaandoeningen die we vaak zien bij kleine huisdieren. Een ander groot toepassingsgebied is de oncologie waar CT, naast het bepalen van de grootte en uitbreiding van tumoren (Fig.31), zeer gevoelig is om kleine metastasen in de thorax aan te tonen. Diagnostiek van neus-, sinus- en tandoeningen (Fig.32) kan zowel bij kleine huisdieren als bij paarden met CT zeer nauwkeurig gebeuren.



[Figuur 30.] 3-dimensionale CT reconstructie van de schedel van een kat met een unilaterale luxatie van het temporo-mandibulaire gewricht (pijlpunt).



[Figuur 31.] A: Transversaal CT beeld na toediening van contrast. Ventraal van de schedelbasis is bij deze hond een een weke delen densiteit zichtbaar (pijlpunten), die licht contrastcapterend is. B: Sagittale reconstructie waarop duidelijk de weke delen densiteit in de nasofarynx zichtbaar is (pijlpunten). Na histologie bleek het hier te gaan om een fibrosarcoma.

MR wordt hoofdzakelijk gebruikt voor het diagnosticeren van neurologische afwijkingen en weke delen aandoeningen van het

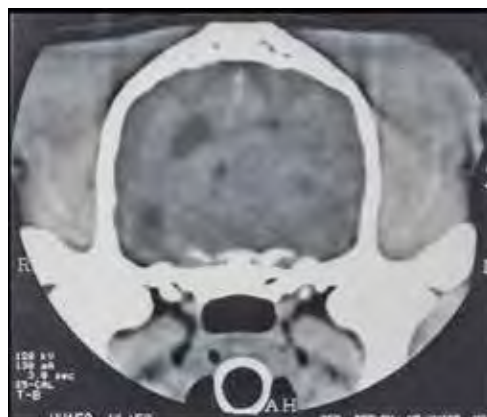
bewegingsapparaat, omdat bij deze techniek het weke delen contrast zeer groot is.

Beide technieken bieden een meerwaarde bij het bepalen van de uitbreiding en ernst van letsels, bijvoorbeeld voor het stageren van een oncologische patiënt. Dit is noodzakelijk voor de planning van de behandeling en het bepalen van de prognose.

Een gedegen kennis van de anatomie op dwarse doorsnede en ook in dorsale en sagit-



[Figuur 32.] Transversaal CT beeld t.h.v. de neus van een hond. De neusgang is unilateraal opgevuld met een weke delen densiteit. Op verschillende plaatsen is botdestructie zichtbaar (pijlpunten), en daarnaast is er destructie van de beenderige conchae in de neus. Er is doorbraak van de weke delen densiteit naar de meatus nasofaryngeale (*). Dit beeld is sterk indicatief voor een neoplastisch proces t.h.v. de neus.



[Figuur 33.] Transversaal CT beeld in weke delen venster. In de hersenen van deze hond is er een verschuiving van de middenlijn zichtbaar. Dit fenomeen wordt het massa effect genoemd en is indicatief voor een ruimte-innemend proces in de hersenen.

Een- of tweemaal daags behandelen en ze is weer helemaal de oude.



Felimazole® 2,5 mg en 5 mg tabletjes kunnen worden gecombineerd in éénmaal daagse of tweemaal daagse doseringen om de behandeling van hyperthyroïdie bij katten te optimaliseren. Met negen verschillende doseringsmogelijkheden geeft Felimazole® alle flexibiliteit om een optimale behandeling van iedere individuele kat mogelijk te maken. Met Felimazole® wordt iedere kat weer helemaal de oude.

 **FELIMAZOLE®** Omdat iedere kat anders is

FELIMAZOLE® 2,5 mg en 5 mg. Samenstelling: 1 tablet bevat respectievelijk 2,5 en 5 mg thiamazole. Doeldier: kat. Indicatie: Behandeling van hyperthyroïdie. Contra-indicatie: niet gebruiken bij dieren met primaire leveraandoening. Voornaamste bijwerkingen: braken, anorexie, lethargie, pruritus en excooriaties aan kop en nek, hematologische veranderingen. Registratie: Reg NL 103369/10211. Kanalisatie: UDA.

Informatie: Dechra Veterinary Products B.V. www.dechra.nl - info.nl@dechra.com - tel +31 76 579 81 00

**Dechra**
Veterinary Products

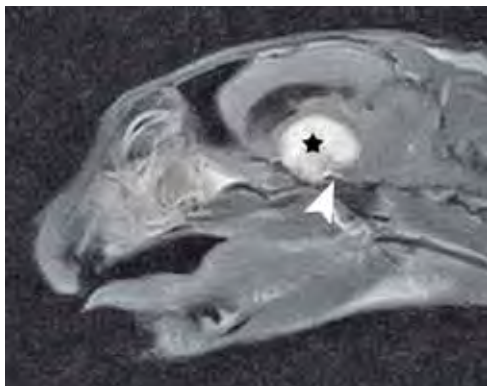


[Figuur 34.] *Beam Hardening t.h.v. de fossa caudalis van een hond. De witte pijl wijst naar de zone (zwarte horizontale band) waar diagnosestelling bij CT onmogelijk is. Dit artefact ontstaat doordat lage energieprotonen geabsorbeerd worden door radiodense botstructuren (zoals de schedelbasis en rotsbeenderen).*

tale vlakken van elke lichaamsregio is een noodzaak.

Hersenen en schedel

MR en CT zijn beide technieken die intensief gebruikt worden voor de diagnose van

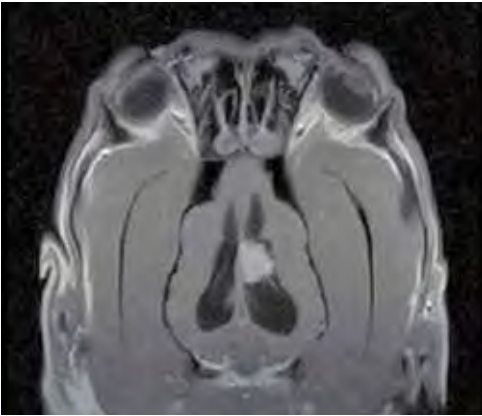


[Figuur 35.] *Sagittaal MR beeld (T1 na toediening van contrast) van de hersenen van een kat. Het meningioma is als hyperintense structuur zichtbaar (*) in de hersenen. Typisch voor deze tumoren is de aanwezigheid van een 'dural tail' (pijlpunt).*

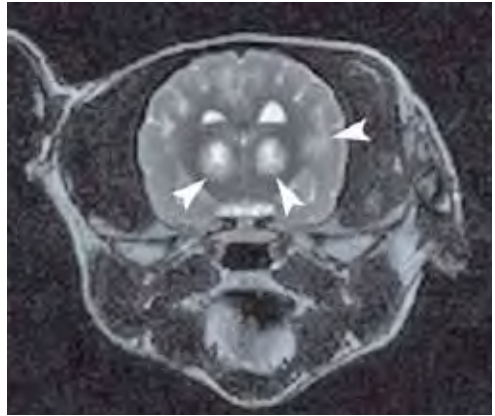
hersenaandoeningen bij de huisdieren. De eerste meldingen van CT scans bij kleine dieren werden gepubliceerd in de jaren 80 en gingen over de normale hersenanatomie zoals deze gezien wordt op CT en verschillende types tumoren bij honden en katten. Sinds meerdere jaren is er een enorme toename van literatuur over MR van hersenanatomie en hersenaandoeningen. Doordat MR een beter contrast van de weke weefsels weergeeft, is deze techniek meer geschikt dan CT om hersentumoren te diagnosticeren. Ook zullen secundaire effecten van tumoren zoals oedeem, cystevorming en necrose beter in beeld gebracht worden. Andere subtiele veranderingen zoals verplaatsingen van het ventriculair systeem, gyri en externe capsule en een hernia van de temporale lob kunnen met MRI gediagnosticeerd worden. Toch worden de meeste ruimte-innemende processen op CT gezien omdat massa's een verplaatsing geven van normale structuren (massa effect) en er afwezigheid van normale symmetrie is (Fig.33). Van de medulla oblongata, cerebellum en de lobus piriformis en evt. hier voorkomende letsels kunnen geen goede beelden weergegeven worden met CT, omdat structuren met hoge opaciteit zoals bot, in dit geval de harde petrouse temporale beenderen van de schedelbasis, artefacten veroorzaken terwijl dit bij MR niet het geval is. Dit artefact, waarbij op CT letsels t.h.v. de fossa caudalis van de schedel niet aangegevoeld kunnen worden, heet Beam Hardening (Fig.34).

Helaas kunnen verschillende typen massa's een vrijwel identiek uitzicht hebben zodat het niet altijd mogelijk is onderscheid te maken tussen neoplastische en niet-neoplastische aandoeningen. Bepaalde types tumoren, zoals meningioma's, kunnen echter wel vaak herkend worden.

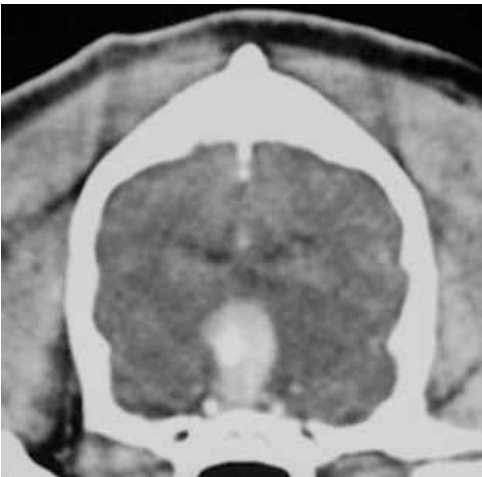
- Meningioma's zijn extra-axiale letsels met een hogere densiteit in vergelijking met de rest van het hersenparenchym, een homogene contrast opname met een omschreven aflijning. Soms zijn er regio's van calcificatie aanwezig en bij 50% van de katten met dit type tumor wordt ook hyperostose gezien. Een kenmerk van deze tumor, wat meermaals op MR wordt gezien is de aanwezigheid van een zogenaamde "dural tail"; dit is een verbinding van de tumor met de



[Figuur 36.] Dorsaal MR beeld van de hersenen van een hond (T1 na toediening van contrast) waarop een intraventriculaire massa zichtbaar is. Dit is een beeld van een histologisch bewezen plexus choroideus tumor.



[Figuur 38.] Transversaal MR beeld (T2) van de hersenen van een hond. In de hersenen zijn verschillende hyperintense zones zichtbaar (pijlpunten). Na autopsie werd een granulomateuze meningo-encephalo-myelitis (GMEM) aangetoond.



[Figuur 37.] Transversaal CT beeld na toediening contraststof waarbij t.h.v. de sella turcica bij deze hond een grote homogeen aankleurende massa te zien is. Dit is een typisch beeld van een macroadenoma t.h.v. de hypofyse.

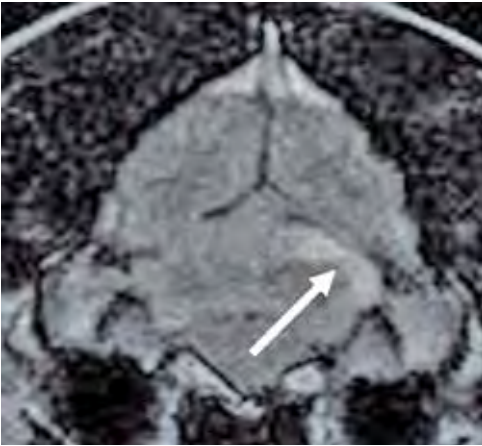
naburige meningen (Fig.35).

- Astrocytoma's en oligodendroglioma's zijn intra-axiale letsels en hebben een zeer variabel patroon. Na intraveneuze toediening van contrastmedium kan perifere contrastopname met centraal een hypodense regio of kunnen heterogene, niet uniforme contrastopnamen gezien worden. Perifere

contrastopname is echter een relatief specifiek teken: een hersenabces of -ontsteking kan immers een gelijkaardig beeld geven. Het onderscheid tussen deze 2 laatste aandoeningen is wel beter mogelijk met behulp van MR.

- Plexus choroideus tumoren zijn typisch intraventriculaire, goed omschreven, hyperdense massa's die veel contrast capteren na intraveneuze toediening (Fig.36).
- Grote hypofyse tumoren kunnen herkend worden aan hun lokalisatie ter hoogte van de sella turcica en hebben typisch een uniforme contrast opname (Fig.37).

Non-neoplastische processen zoals infectie en inflammatie kunnen zowel door CT als MR in beeld gebracht worden. Het differentiëren van non-neoplastische versus neoplastische ruimte innemende processen is niet altijd duidelijk, zelfs niet met MR. Dit maakt de beperking van beide technieken duidelijk. De aanwezigheid van multifocale, granulomateuze letsels in meerdere delen van de hersenen is specifiek voor primair inflammatoire aandoeningen zoals granulomateuze meningoencephalitis (Fig.38). Multifocale regio's van verminderde opaciteit zijn dan weer typisch voor necrotiserende encephalitis en wordt vooral gezien bij de Yorkshire Terrier. Hoewel asymmetrische vergroting van de



[Figuur 39.] Transversaal MR beeld (T2). Bij deze hond is in de kleine hersenen unilateraal een hyperintense zone zichtbaar. Dit beeld is sterk indicatief voor een infarct.



[Figuur 40.] Transversaal CT beeld van een hond. Er zijn verschillende fracturen (pijlpunten) zichtbaar t.h.v. de frontale sinus. Unilateraal is de frontale sinus grotendeels gevuld door een weke delen densiteit (meest waarschijnlijk bloed).

laterale ventrikels vaak geassocieerd is met pathologie, is het ook een veel voorkomende bevinding bij gezonde honden, en dient het dus altijd gecorreleerd te worden met het klinische beeld. Informatie over ventrikelgrootte en normale varianten, rekening houdend met het ras, is echter vrij beperkt.

Voor het bepalen van het type hersentumor

blijft een biopsie of een chirurgische excisie de beste en enige aangewezen methode zijn. Analyse van cerebrospinaalvocht wordt gebruikt om infectieuze letsels van neoplasieën te differentiëren, maar ook dit heeft beperkingen.

Het gebruik van CT-geleid hersenbiopsie met de vrije hand is beschreven bij de hond. De meest nauwkeurige methode voor biopsie van cerebrale massa's bij honden is CT geleide stereotactische biopsie. Deze techniek maakt gebruik van een frame op de kop van het dier terwijl de oriëntatie en in-tredeplaats van de biopsienaald geleid wordt door de coördinaten afkomstig van de CT beelden. Verschillende stereotactische CT geleide apparaten voor honden en katten zijn ontwikkeld. Met het juiste instrumentarium kunnen biopsies genomen worden van massa's in de hersenen groter dan 6-9 mm in diameter.

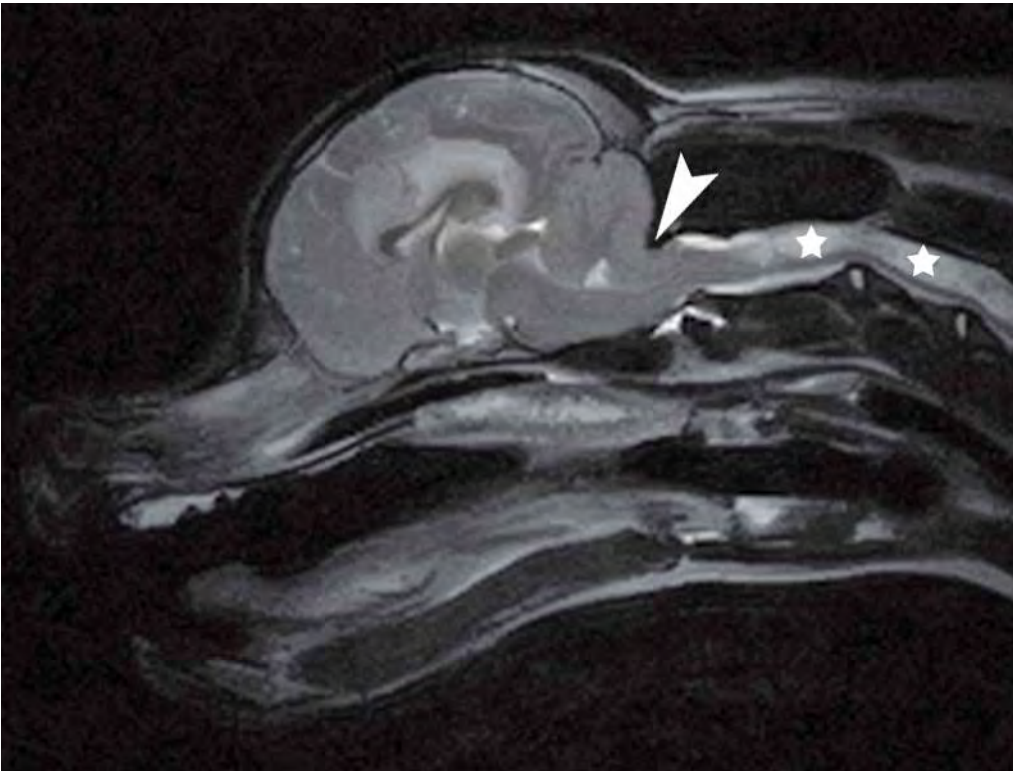
Bij acute hersenbloedingen is CT de aangewezen techniek. Letsels worden gezien als homogene, hyperdense gebieden geassocieerd met een massa-effect. Dit patroon is aanwezig de eerste 72u, later worden de letsels isodens en na een week hypodens. Bij MR is er op T1 gewogen beelden in de acute fase een hypointens patroon en in de chronische fase een hyperintens aspect zichtbaar bij bloedingen. Ook herseninfarcten zijn meestal aantoonbaar op bepaalde MR sequenties (Fig.39).

Andere goed zichtbare intracraniale letsels zijn gerelateerd met vocht gevulde ruimtes in de hersenen. Hydrocefalus kan gezien worden met beide technieken en ook de etiologie kan soms aangetoond worden.

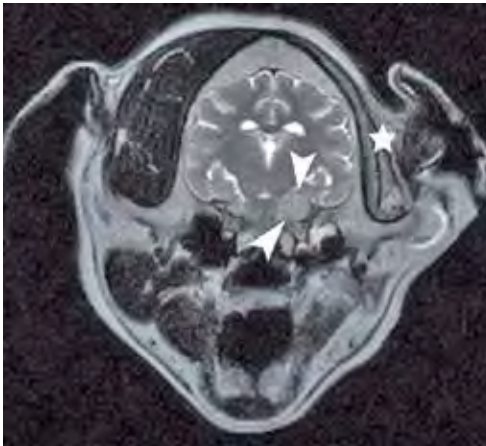
Door de hoge sensitiviteit voor botstructuren kunnen fracturen van de schedel gemakkelijk worden aangetoond met CT, bv. in gevallen van trauma (Fig.40). MR is meer sensitief voor parenchymale letsels (zowel intra- als extracerebraal).

Tumoren van de schedel kunnen voorkomen en zijn goed zichtbaar op CT. Vaak is lyse van de schedel secundair aan een weke delen proces rondom de schedel.

Bij Chiari-like malformatie is de afmeting



[Figuur 41.] Transversaal MR beeld (T2) van een hond met Chiari malformatie. Bij deze aandoening is er een cerebellaire hernia (pijlpunt) en de vorming van een syringomyelie (*).



[Figuur 42.] Transversaal MR beeld (T2). Unilateraal is t.h.v. de oorsprong van de n. trigeminus een hyperintense structuur zichtbaar bij deze hond. Daarnaast is er sterk uitgesproken spieratrofie van de kauwspieren (*). Dit is een typisch beeld voor een n. trigeminus tumor.

van de fossa caudalis van de schedel niet in verhouding met het volume van het cerebellum en de hersenstam. Hierdoor kan het cerebellum naar caudaal doorheen het foramen magnum verplaatsen en zo de cerebrospinale vloeistofstroom blokkeren. Als gevolg hiervan kan syringomyelie ontstaan; dit zijn met vocht gevulde holtes in het ruggenmerg. MR is essentieel voor het vaststellen van de typische kenmerken van deze aandoening (Fig.41).

Bij ontstekingen en tumoren van de kopzenuwen heeft CT meestal geen meerwaarde. MR is de techniek om aandoeningen van de meeste kopzenuwen in beeld te brengen (Fig.42).

Bij zowel CT als MR wordt gebruik gemaakt van intraveneus toegediende contraststoffen om
 a) de doorbloeding van het te onderzoeken weefsel weer te geven en

Indicaties voor CT en MR van de hersenen	
CT voornamelijk botstructuren	MR voornamelijk weke delen
congenitale aandoeningen	congenitale aandoeningen, o.a. hydrocephalus, arachnoidale cyste
infectie/inflammatie o.a. osteomyelitis	infectie/inflammatie o.a. neospora infectie, granulomateuze encephalitis
acute en chronische bloeding	subacute en chronische bloeding
neoplasmie voornamelijk na contrasttoediening of bij aantasting bot o.a. hyperostosis bij meningioma	neoplasmie voornamelijk na contrasttoediening of bij aantasting bot o.a. hyperostosis bij meningioma
schedeltrauma voornamelijk botletsels	schedeltrauma voornamelijk parenchymateuze letsels

b) een duidelijk onderscheid weer te geven tussen de laesies en normaal weefsel. Bij specifiek onderzoek van de hersenen wordt het voornamelijk aangewend om het beeld van de meningen, de choroidplexus en de hypofyse te versterken. Deze structuren bevatten gefenestreerde capillairen waardoor de contraststof hun interstitium kan bereiken. Bij normale hersenen zal deze stof niet door de bloed-hersenbarrière geraken waardoor ze het parenchym niet kan bereiken. Bij letsels (o.a. inflammatie en tumor) echter, zal er in het omliggend weefsel een versterkt signaal aanwezig zijn. Bij MR wordt gebruikt gemaakt van een paramag-

netische substantie o.a. Magnevist® en bij CT van een joodhoudende contraststof o.a. Ultravist®.

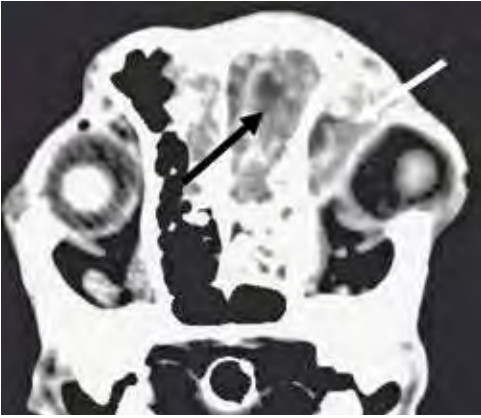
Neus, sinus, retrobulbair, bulla tympanica, tanden en kaak

De diagnostische informatie verkregen met CT en MR wat betreft lokalisatie, uitbreiding en eigenschappen van letsels in de neusholte, paranasale sinussen, oogholte, kaken, temporomandibulaire gewrichten en bullae tympanicae zijn nauwkeuriger dan deze verkregen met conventionele radiografieën.

Alle structuren in de neusholte zijn duidelijk zichtbaar met beide technieken. CT is opmer-



[Figuur 43.] A: Transversaal CT beeld. In de neusgang is unilateraal zowel lucht als een weke delen densiteit zichtbaar. Naast destructie van de beenderige conchae van de neus (*) is er destructie van het bot van de laterale aflijning van de neusgang (pijlpunt). Dit beeld is sterk suggestief voor een schimmelinfectie in de neus. B: Transversaal CT beeld, meer caudaal dan beeld A. Hier is duidelijk de aantasting van de lamina cribrosa zichtbaar (pijlpunt). C: Dorsale CT reconstructie waarop ook de aantasting van de lamina cribrosa zichtbaar is (pijlpunt). Het beoordelen van eventuele aantasting van de lamina cribrosa is zeer belangrijk bij deze hond vanuit prognostisch en therapeutisch oogpunt.



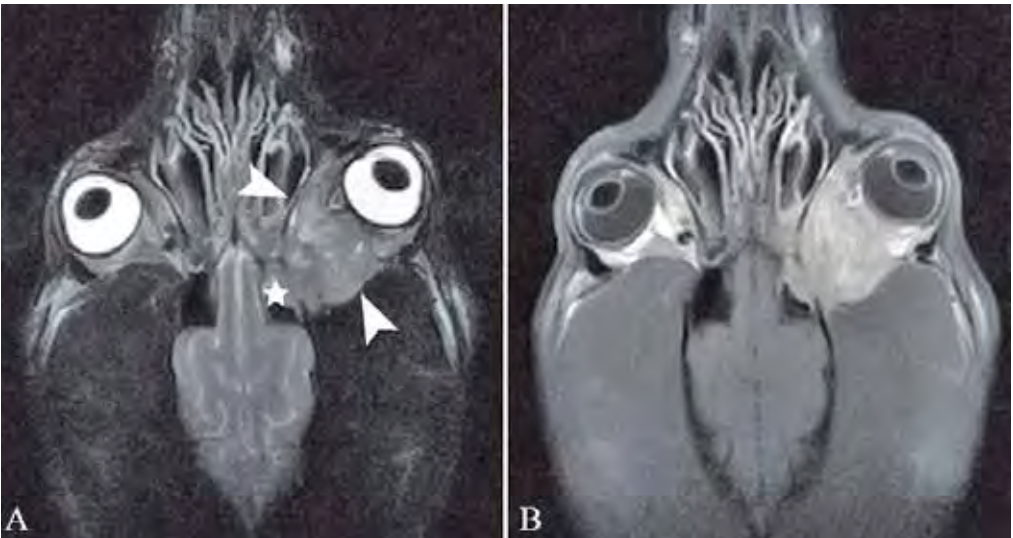
[Figuur 44.] Transversaal CT beeld t.h.v. de caudale neusgangen van een hond na contrasttoediening. Er is aankleuring van de massa in de rechter neusgang (zwarte pijl) met retrobulbare uitbreiding (witte pijl) ten gevolge van doorbraak van de neustumor naar de oogholte. Er is rechts exoftalmie aanwezig.

kelijk nauwkeurig in het aantonen van de locatie en uitbreiding van chronische neusaandoeningen en ook de eventuele aantasting van de lamina cribrosa is goed zichtbaar. Alle neusaandoeningen die regelmatig gezien

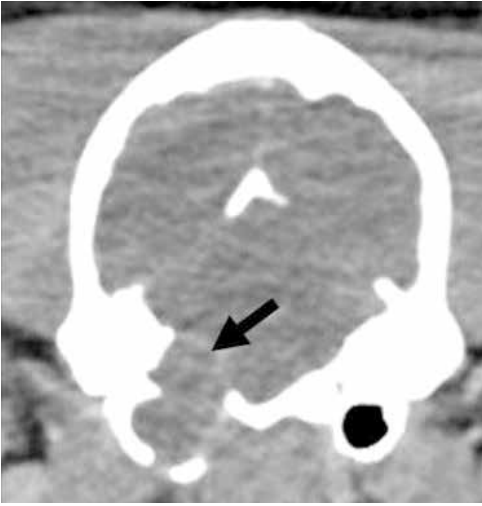
worden, hebben typische eigenschappen. Bij nasale aspergillose wordt er destructie gezien van de turbinae, (Fig.43) met grote holtes tot gevolg. Bij neoplasie van de neusholte worden ruimte innemende letsels gezien, geassocieerd met bot destructie. De mate van destructie van het os frontalis en ev uitbreiding in de oogholte kan nauwkeurig bepaald worden (Fig.44) . Bij niet-specifieke rhinitis worden niet-destructieve processen gezien die vaak beide neusholtes aantasten, maar niet de paranasale sinussen.

Omdat radiografisch onderzoek minder diagnostisch is voor aandoeningen van de oogholte, worden CT en MR meer en meer gebruikt voor de diagnose van orbitale letsels en retrobulbare massa's (Fig.45). Exophthalmus en weke dele zwelling geassocieerd met de orbita of calvarium kan geëvalueerd worden. Multilobulaire tumoren en de betrokkenheid van het os zygomaticum en os frontale kan goed bekeken worden op CT terwijl de weke delen componenten meer in detail zichtbaar zijn op MR.

CT en MR maken het mogelijk om de basis van de schedel en de bullae tympanicae te visualiseren zonder superpositie van andere



[Figuur 45.]: A: Dorsaal MR beeld (T2). Retrobulbaar is bij deze hond een hyperintense structuur zichtbaar (pijlpunten). Daarnaast ontbreekt aan deze zijde de aflijning van de frontale sinus en is er ingroei in de frontale sinus te zien (*). Er is ook milde exoftalmie aanwezig. B: Dorsaal MR beeld (T1 na contrast). Ter hoogte van deze structuur is er duidelijke contrastcaptatie zichtbaar. Beeld sterk indicatief voor neoplasie.



[Figuur 46.] Transversaal CT beeld t.h.v. de bulla tympanica van een hond na contrasttoediening. Er is een weke delen massa aanwezig in de linker bulla en lyse van de bulla wand en van het os petrosum. Er is uitbreiding van de massa intracraniaal waarbij de wand van de massa contrast aankleurt (zwarte pijl).

structuren. Ze maken een nauwkeurige diagnose mogelijk van otitis media en interna bij honden en katten in een vroeg stadium van de aandoening. Subtiële toename van weke delen opaciteit en vocht in de bulla tympanica kunnen goed gedifferentieerd worden met MR. Patiënten met otitis interna kunnen secundair meningitis ontwikkelen; dit is

met MR te visualiseren, al kan CT scan met name na contrast toediening ook nuttige informatie geven. De externe gehoorgang, het binnenoor, het nasofaryngeale gebied en de uitgebreidheid van de betrokkenheid van de beenderige bulla kunnen geëvalueerd worden (Fig.46).

Aandoeningen van de onder- en bovenkaak en eventuele betrokkenheid van de tanden, kunnen goed geëvalueerd worden met CT en MR. De beenderige componenten worden goed in beeld gebracht met CT (Fig.47), terwijl MR nog meer detail geeft over de uitbreiding van weke delen structuren.

Rug en ruggenmergaandoeningen

Meer en meer worden conventionele radiografie en myelografie voor diagnosestelling van wervelkolom en ruggenmerg vervangen door CT en MR onderzoeken – die beide verschillende, maar complementaire – informatie over het ruggenmerg en zijn omliggende structuren geven.

CT is heel geschikt om beenderige veranderingen zoals osteolyse en calcificaties op te sporen alsook voor een accurate voorstelling van de anatomie van de wervels en facetgewrichten (Fig.48). De aanwezigheid van gas tussen de wervels en in het wervelkanaal (het ‘vacuüm fenomeen’), is een teken van degeneratie van de tussenwervelschijf en is regelmatig een bevinding op CT.

Het voorkomen van gemineraliseerde en niet



[Figuur 47.] Preoperatieve CT om de exactie uitbreiding te kennen voor chirurgische behandeling (A: transversaal, B en C: dorsale en sagittale reconstructies) van een odontoma bij een hond. Ter hoogte van de rostrale mandibula is er nieuwbeenvorming en osteolyse zichtbaar (pijlpunten).

Als toenadering noodzakelijk is....



VOOR RUND EN HOND.

XYLASAN® pro inj.

Farmaceutische vorm: Injectie oplossing. **Samenstelling:** Per ml. oplossing: 20 mg xylazine (als hydrochloride).
Eigenschappen: Xylazine werkt sedatief en als spierrelaxans. De sedatieve eigenschappen gecombineerd met spierrelaxatie, worden veroorzaakt door de stimulatie van de alfa-2-receptoren in het centrale zenuwstelsel. **Doeldieren:** Rund, hond.
Indicaties: Sedatie. Premedicatie in combinatie met een anaestheticum. **Toedieningswijze/dosering:** Intramusculair; éénmalig. Rund: 0,05-0,3 mg xylazine per kg LG (overeenkomend met 0,25-1,5 ml per 100 kg LG) Hond: 0,5-3 mg xylazine per kg LG (overeenkomend met 0,25-1,5 ml per 10 kg LG). **Wachtijdadvies:** 0 dagen. **Contra-indicaties:** Niet gebruiken bij runderen in het laatste gedeelte van de dracht. Niet gebruiken bij hond met maagtorsie, slokdarmverstopping of hernia. Evenmin bij hart- en longaandoeningen, aritmieën van het hart, hypotensie, verminderde nier- en leverfunctie, urethraobstructie. **Bijwerkingen:** Rund: na hoge dosering 3ml/100kg LG kunnen bijwerkingen in de vorm van vertraging van de hartslag en de ademhaling optreden; soms ruminale atonie met tympanie; braken; verhoogde speekselafsecretie; aanzienlijke urine-afsecretie gedurende ongeveer 5 uur. Herkauwers kunnen in liggende houding tympanisch worden. Hond: bradycardie, hypotensie, braken, aerofagie, verhoogde speeksel-afsecretie. **Waarschuwingen:** Xylazine niet met neuroleptica of tranquillizers combineren. De combinatie met barbituraten geeft risico van sterke remming van de respiratie en van het myocard indien de dosering van het gebruikte barbituraat niet wordt verlaagd. Bij toepassing de dieren zo rustig mogelijk houden. Met analgetica kan de sederende werking worden verkort. Tijdens de sedering kunnen de dieren bij toenadering blijven reageren met afweer (trappen) en zich blijven verzetten tegen ingrepen. **Bewaarcondities:** Bewaren beneden 25°C en donker; 36 maanden. Aangeprikt flesje bewaren bij 2-8°C; 28 dagen. **Verpakking:** Per 24 flesjes à 30 ml. **Reg.nr./ kanalisatiestatus:** REG NL 10253 UDD.

 **Alfasan**
LEVENSGESONDHEIDSWETEN NA

Kuipersweg 9, 3449 JA Woerden. Postbus 78, 3440 AB Woerden.
Tel: 0348 416945 Fax: 0348 483676
diergeueesmiddelen@alfasan.nl www.alfasan.com



[Figuur 48.] Transversaal CT beeld. Op de overgang L7-S1 is bij deze hond een en beenderig fragment zichtbaar. Er is afplatting en sclerose van het sacrum. Dit wordt gezien bij lumbosacrale osteochondrose.

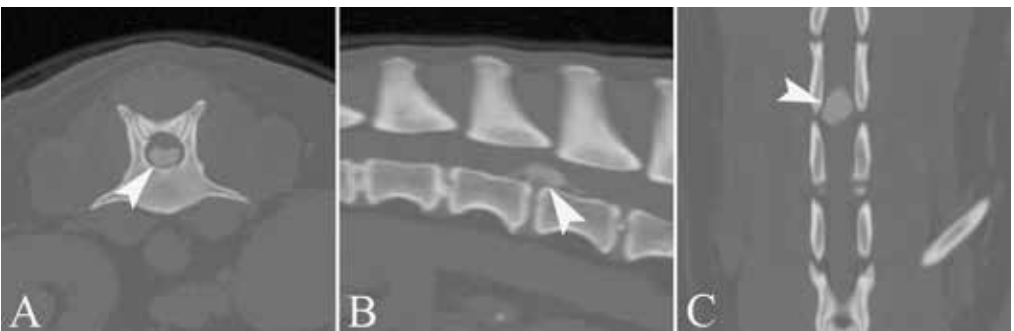
gemineraliseerde afwijkingen van de discus, spinale tumoren en cervicale spondylomyelopathieën is goed aantoonbaar. CT is gelijkwaardig aan myelografie voor opsporen van extradurale letsels, maar is minder accuraat in het differentiëren van intramedullaire t.o.v. extradurale letsels.

Gemineraliseerd materiaal van een tussenwervelschijf in het wervelkanaal kan goed gedetecteerd worden met CT zonder mye-

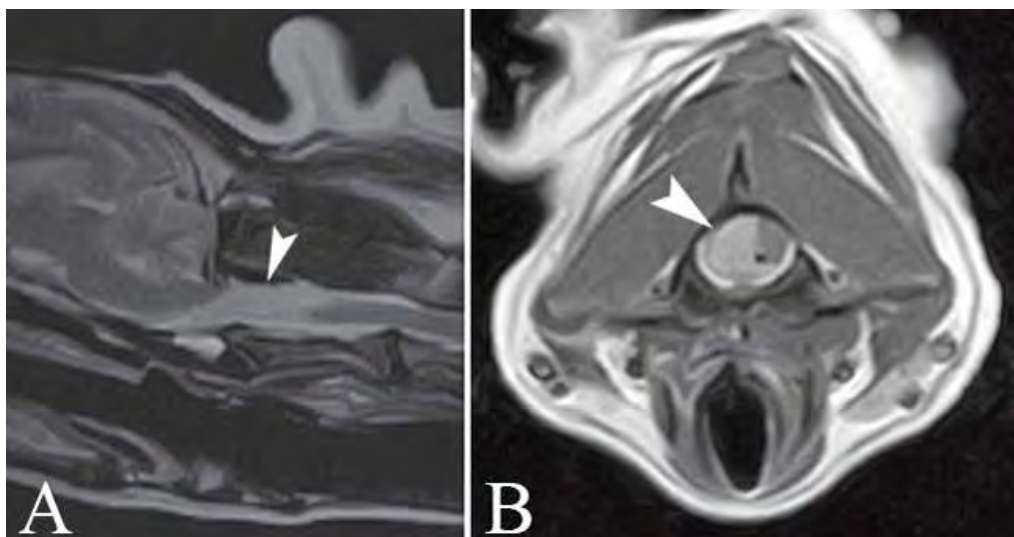


[Figuur 49bis.] MR beeld van een cervicale laterale hernia (witte pijl). Bij deze hond is er duidelijk compressie op de uit tredende zenuwen t.h.v. het foramen intervertebrale.

lografie (Fig. 49). Het is echter mogelijk dat materiaal van een tussenwervelschijf met weke delen dichtheid niet zichtbaar is op natieve CT en dat CT myelografie of (beter) MR, noodzakelijk is. De nauwkeurigheid van CT voor de diagnose en lokalisatie van een gehernieerde tussenwervelschijf is superieur aan conventionele myelografie. Vooral bij generaliseerde discus hernia kan myelografie tekort schieten; met CT en/of MR kan deze pathologie echter wél gediagnosticeerd worden (Fig. 49bis). Evaluatie van het gescand gebied na postprocessing van de initiële



[Figuur 49.] CT van een lumbale discus hernia bij een hond (A: transversaal, B en C: sagittale en dorsale reconstructies). Ventraal in het ruggenmergkanaal is een opaciteit aanwezig (pijlpunt). Dit beeld komt overeen met gemineraliseerd discusmateriaal dat zich in het ruggenmergkanaal bevindt. Het is duidelijk hoeveel ruimte het discusmateriaal inneemt in het ruggenmergkanaal en extradurale druk veroorzaakt op het ruggenmerg.



[Figuur 50.] A: Sagittaal MR beeld (T2) van een hond. Er is een hyperintense zone zichtbaar t.h.v. het craniale cervicale ruggenmerg van de eerste 2 cervicale wervels. B: Transversaal MR beeld van dezelfde regio (T1 na contrast). Er is een duidelijke contrastcaptatie t.h.v. de hyperintense zone. Het gaat hier om een meningioma.

transversale beelden in het dorsaal en sagittaal vlak geeft vaak bijkomende informatie.

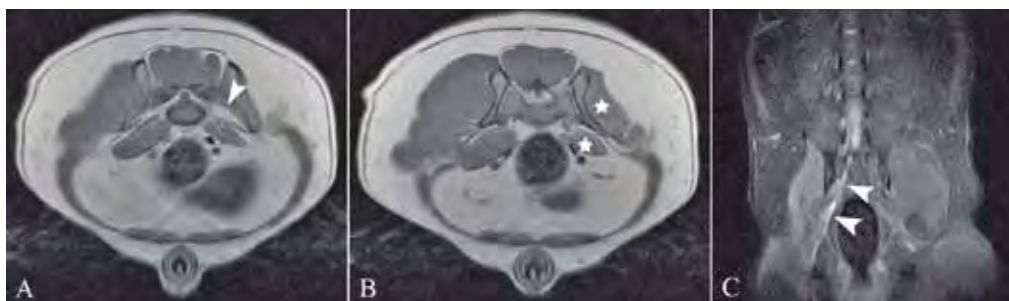


[Figuur 51.] Sagittaal MR beeld (T2) van de lumbosacrale regio van een hond. Op de overgang L7-S1 is er duidelijke compressie zichtbaar op de cauda equina vanuit ventraal (pijlpunt) en dorsaal. Op dit niveau heeft de discus een gedehydrateerd aspect (minder hyperintens dan de andere disci) en er is uitpuiling van de discus in het wervelkanaal. Dit is een voorbeeld van lumbosacrale stenose.

MR is de techniek bij uitstek om de wervelkolom en met name weke delen in beeld te brengen, voornamelijk wanneer er een vermoeden is van afwijkingen t.h.v. de ligamenten, intervertebrale disci of het ruggenmerg zelf. Ook levert MR bijkomende info op over het ruggenmergparenchym, de met cerebrospinaalvocht gevulde subarachnoidale ruimte en de perivertebrale zachte weefsels. MR maakt onderscheid tussen de extradurale en intradurale delen in gevallen van zenuwschedetumoren, de intervertebrale foramina en extradurale ruimtes en ook de eventuele aanwezigheid van intramedullaire letsels kunnen beoordeeld worden (Fig.50).

In vergelijking met myelografie, geven CT en MR bijkomende informatie en meer details in gevallen van spinale arachnoidale cysten; en dit door visualisatie van de caudale rand van de cyste en de topografische positie. Ook de mate van compressie kan nauwkeurig in beeld worden gebracht.

CT en MR zijn beide waardevol bij de diagnose en evaluatie van lumbosacrale letsels. Hermodellering van bot, uitpuilende tussenwervelschijf, aanwijzingen voor compressie van de cauda equina, de facetgewrichten, sacro-illiacale gewrichten en de foramina in-



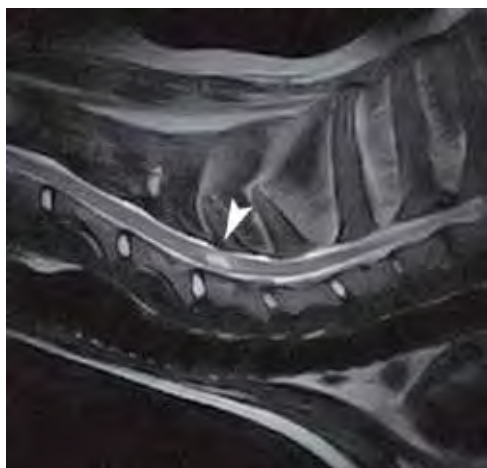
[Figuur 52.] A: Transversaal MR beeld van de lumbosacraalstreek (T1) van een hond. Unilateraal rechts is er een hyperintense zone zichtbaar t.h.v. de uit tredende zenuwen van de plexus lumbosacralis (pijlpunt). B: Transversaal MR beeld (T1). Hier is duidelijk de uitgesproken spieratrofie zichtbaar t.h.v. de gluteus- en psoasspieren (*). C: Dorsaal MR beeld met een zoeksequentie. Op het verloop van de uit tredende zenuwen van L4-L5 en L6 en in de spieren is een hyperintens signaal zichtbaar. Dit beeld is sterk indicatief voor een zenuwworteltumor van de plexus lumbosacralis.

tervertebrae kunnen geëvalueerd worden zonder superpositie (Fig.51).

De individuele zenuwwortels van L5-S3 kunnen gevisualiseerd en gevolgd worden tot hun uitredpunt t.h.v. hun overeenkomstig foramen, door het inherente contrast van het aanwezig epidurale vet.

CT en MR worden ook toegepast om de uitbreiding van zenuwschedetumoren van b.v. plexus brachialis te evalueren; dit is een

weke delen massa die kan gezien worden in de okselstreek. Ook de lumbosacrale plexus kan beoordeeld worden; zo kan een weke delen massa ventraal van het sacrum en op het verloop van de lumbosacrale zenuwen en de nervus ischiadicus geëvalueerd worden. Intraveneuze toediening van contrast helpt om de vasculaire structuren te identificeren (Fig.52). Toch blijft het differentiëren van een zenuwschedetumor en een neuritis een uitdaging en niet altijd mogelijk.



[Figuur 53.] Sagittaal MR beeld (T2) van de cervicale regio. In het ruggenmerg van deze hond t.h.v. de 6de cervicale wervel is een scherp afgelijnde hyperintense zone zichtbaar (pijlpunt). Dit beeld is suggestief voor een fibrocartilagineus infarct.

Met name in het acute stadium kan het voorkomen en de uitgebreidheid van bloedingen in het wervelkanaal goed geëvalueerd worden met CT.

De aanwezigheid van een infarct in het ruggenmerg kan dikwijls gezien worden op MR. Deze letsels zijn intramedullair en vertonen een hyperintens aspect (Fig.53).

CT is een excellent onderzoek om beenderige letsels aan te tonen en adequaat om letsels in het spinaal kanaal in beeld te brengen; letsels in het ruggenmerg zelf daarentegen, worden wel eens gemist en zijn niet altijd duidelijk zichtbaar.

Intraveneus joodhoudend contrast kan bij CT worden toegediend om inflammatoire en neoplastische letsels te onderscheiden van o.a. discus materiaal en bloedingen.

Door gebruik te maken van verschillende MR-sequenties, al dan niet gecombineerd



[Figuur 54.] Transversaal CT beeld van de thorax van een hond. T.h.v. de rechter rib is er nieuwbeenvorming en osteolyse. Rondom dit proces is een uitgebreide weke delen component. Deze tumor was een chondrosarcoma en het CT onderzoek werd uitgevoerd om de intrathoracale uitbreiding te evalueren.

met het intraveneus inspuiten van paramagnetische contraststoffen (o.a. Magnevist®), kunnen een groot aantal letsels van het ruggenmerg en de omliggende structuren in beeld gebracht worden.

Thorax

CT is de beste beeldvormingstechniek voor de detectie en evaluatie van massa's, malformaties en vochtophopingen in de borstholte. De exacte grootte en vorm van een massa kan bepaald worden als ook de aanwezigheid van vroege mineralisatie in de massa (een teken van neoplastische verandering) en veranderingen in de omliggende weefsels (Fig.54). Deze informatie is belangrijk voor de chirurgische planning.

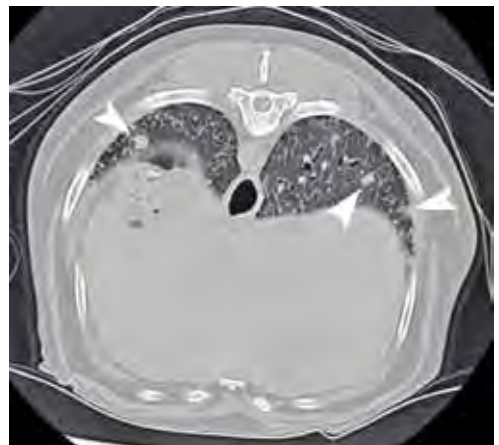
Vanwege het grote weefsellucht contrast worden longstructuren met veel detail afgebeeld. Veranderingen aan de pleura en het

mediale aspect van de ribben kunnen ook geëvalueerd worden. Evaluatie van weke delen in het mediastinum, de lichaamswand en bot wordt uitgevoerd door gebruik te maken van verschillende vensters.

Massa's in de thorax kunnen gedifferentieerd worden van mediastinaal of pleuraal vocht. Door gebruik te maken van intraveneus contrastmedium kan onderscheid gemaakt worden tussen de bloedvaten van het mediastinum en andere structuren met een vergelijkbaar uitzicht op de pre-contrast CT beelden. CT wordt beschouwd als de meest gevoelige methode voor het detecteren van pulmonaire metastasen vanaf een 2-tal mm (Fig.55). MR wordt minder gebruikt bij thoraxaandoeningen. Lucht houdende structuren geven geen signaal op MR en zijn dus zwart. Ook is er door de ademhalings- en hartbewegingen veel bewegingsonscherpte.

Abdomen

CT van het abdomen geeft zeer goede anatomische beelden van de organen en bloedvaten. De redenen dat CT minder gebruikt wordt bij pathologie in het abdomen is door de goede diagnostiek die verkregen wordt met echografie, behalve bij erg obese dieren. CT onderzoeken worden meestal aange-



[Figuur 55.] Transversaal CT beeld van een hond t.h.v. de caudale longkwabben. In de longen zijn meerdere radiodense zones zichtbaar (pijlpunten). Deze omschreven, radiodense zones zijn sterk indicatief voor metastasen

Indicaties CT en MR	
CT voornamelijk botstructuren	MR voornamelijk weke delen
discuspathologie o.a. gemineraliseerd discusmateriaal	discuspathologie
neoplasië voornamelijk osseuse letsels	neoplasië o.a. intramedullair: hemangiosarcoma; extramedullair: zenuwschede tumor, meningioma
	ischemische myelopathie
discospondylitis voornamelijk osteolyse eindplaten	infectie/inflammatie o.a. myelitis, meningitis, discospondylitis (vnl. weke delen inflammatie discus) en epiduraal empyema
cervicale spondylomyelopathie	cervicale spondylomyelopathie
congenitale spinale aandoeningen o.a. atlantoaxiale malformatie, hemivertebrae	congenitale spinale aandoeningen o.a. caudaal occipitaal malformatie syndroom met syringohydromyëlie Chiari-malformatie bij de Cavalier King Charles
spinaal trauma o.a. fracturen en luxaties	spinaal trauma voornamelijk effect op ruggenmerg zelf
lumbosacrale stenose	lumbosacrale stenose

vraagd om de betrokkenheid van omliggende vitale structuren te evalueren bij gekende abdominale massa's, of bij het vermoeden van letsels in het wervelkanaal of de bekkenholte.



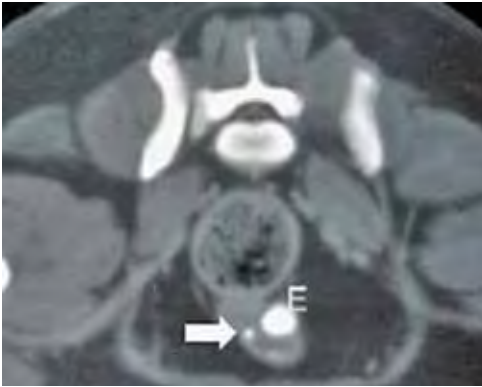
[Figuur 56.] Transversaal CT beeld van het abdomen van een hond na contrasttoediening. Mediaal van de nier is een contrastcaperende, goed afgelijnde weke delen densiteit zichtbaar. Het gaat hier om een tumor van de linker bijnier (witte pijlpunt).

CT onderzoek is zeer goed bruikbaar voor de vroege detectie van renale carcinoma's en voor de differentiatie tussen cysten en vaste tumoren.

Een bolus injectie van contrast medium verhoogt de kans op differentiatie tussen een vaste, vasculaire, renale massa en een avas-



[Figuur 57.] Dorsale CT reconstructie van het abdomen van een kat na intraveneuze contrasttoediening. Er is een extrahepatische porto-systemische shunt aanwezig (pijlpunt).



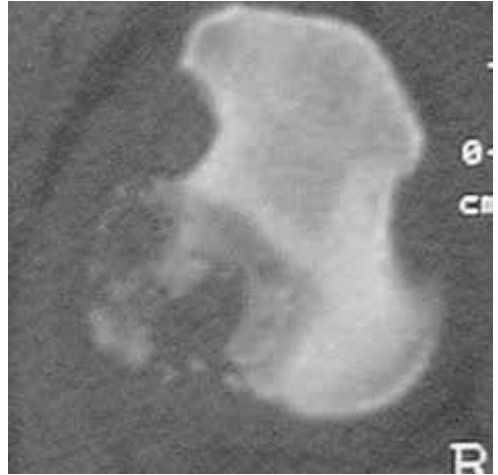
[Figuur 58.] Transversale CT van het klein bekken. Er is een ectopische ureter rechts (E) bij deze hond die uitmondt in de urethra.



[Figuur 59.]: Transversaal CT beeld (A) t.h.v. de mediale taluskam van de tarsus van een hond. Een subchondraal defect en enkele fragmenten op de top van de mediale taluskam zijn aanwezig (pijlpunt). Op de saggitale reconstructie van deze regio (B) is de afplatting van de mediale taluskam duidelijk zichtbaar. Deze bevindingen zijn typisch voor osteochondrose van de tarsus.

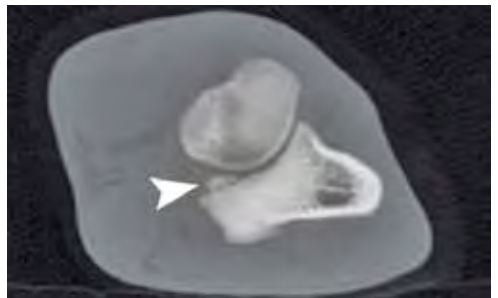
culaire cyste. Beeldvorming van de bijnieren en de evaluatie van de grootte, vorm en topografie van bijniermassa's, is een andere belangrijke indicatie voor CT. Bij de evaluatie van hyperadrenocorticisme bij de hond, laat deze techniek toe onderscheid te maken tussen unilaterale en bilaterale vergroting van de bijnieren (Fig. 56) alsook eventuele infiltratie in de vena cava. Fijne naald aspiraten van een bijniermassa onder CT begeleiding kan worden uitgevoerd bij honden.

CT beelden verkregen op het moment van maximale expiratie geven een gedetailleerd overzicht van het normale parenchym van de

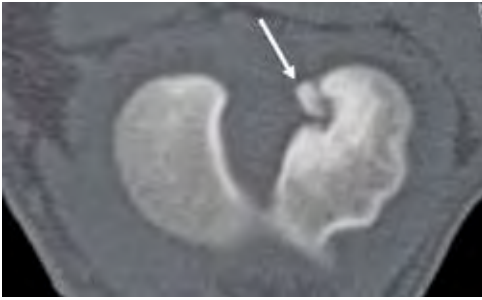


[Figuur 60.] Transversaal CT beeld t.h.v. de humeruskop van een hond. Mediaal is er een duidelijke radiolucente zone zichtbaar. Dit letsel, een osteosarcoom, was amper zichtbaar op radiografie.

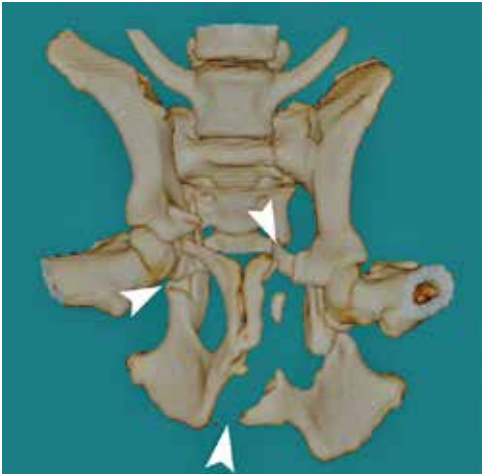
pancreas, maar de normale pancreas- en galkanalen kunnen niet gevisualiseerd worden. Het grootste technische probleem bij CT studies van de pancreas is de aflijning van omliggende organen, met name de lever, milt en maag. CT met contrast biedt een combinatie van topografische en functionele evaluatie van de milt en is een nauwkeurige methode voor de diagnose van milttorsie bij de hond. CT met contrast is ook bruikbaar voor de diagnose van portosystemische shunts. Door de korte onderzoeksduur met de huidige toestellen, kunnen bij contrasttoediening beel-



[Figuur 61.] A: Transversaal CT beeld van een elleboog van een hond op het niveau van radius en ulna. T.h.v. de mediale processus coronoïdeus is een los fragment aanwezig (pijlpunt).



[Figuur 62.] Dwarse CT doorsnede t.h.v. de femurcondylen van een knie van een hond. Er is een avulsie van de aanhechting van de craniale kruisband op de laterale femurcondyl (witte pijl).



[Figuur 63.] 3-dimensionale CT reconstructie, ventraal aanzicht van het bekken van een hond. Er zijn meerdere fracturen en fragmenten zichtbaar t.h.v. het bekken (pijlpunten). Dergelijke beelden geven een ruimtelijk inzicht in de oriëntatie en het verloop van de fracturen.

den van de arteriële, hepatische en veneuze fase weergegeven worden. Postprocessing en 3D beelden geven een reële weergave van het type portosystemische shunt (Fig.57).

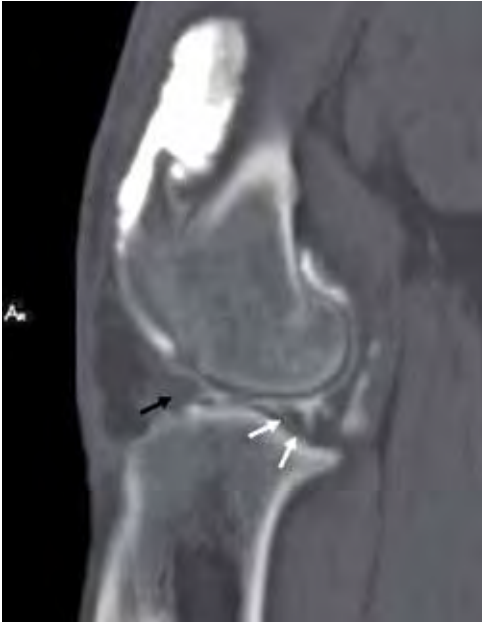
Toediening van contrast is nodig om mesenterische massa's te differentiëren van normale darmen en vasculaire structuren. Duidelijk gedetailleerde beelden van zowel de dunne als de dikke darm wijzen erop dat CT gebruikt zou kunnen worden om gas-

trointestinale pathologieën te evalueren. De toepassing van CT in de gastrointestinale beeldvorming bij de hond is echter beperkt, omdat de dynamische activiteit van de darm niet beoordeeld kan worden. Vanwege de hoge contrastresolutie en het ontbreken van superpositie, is CT waardevol voor de evaluatie van de ureters en de uterovesiculaire overgang. Na intraveneuze toediening van contrast is het ook mogelijk om de aanwezigheid van een ectopische ureter te diagnosticeren (Fig.58).

Het abdomen wordt meestal onderzocht m.b.v. echo en aanvullend CT. MR heeft in het abdomen slechts een beperkte meerwaarde.

Skelet en gewrichten

CT wordt in de humane geneeskunde veel gebruikt voor de evaluatie van vnl. botletsels en ook spier- en peesletsels. Vandaag de dag wordt deze techniek ook meer en meer gebruikt bij dieren voor de diagnose van orthopedische aandoeningen. CT van het skelet kan een hulp zijn bij klinische gevallen waar standaard radiografieën negatief of twijfelachtig zijn, en waarbij er een groot vermoeden is van pathologie. De oorzaak van het manken in gewrichten van kleine huisdieren is op radiografieën vaak moeilijk te achterhalen, vooral vanwege de complexe radiografische anatomie van sommige gewrichten en de superpositie van botstructuren. Door middel van CT kan er een meer gedetailleerde en specifieke morfologische diagnose gesteld worden dan met radiografieën en het vergemakkelijkt het onderzoek van complexe gewrichten zoals de elleboog en de tarsus doordat er geen superpositie meer is van andere structuren (Fig.59). Osteolyse, sclerose en nieuwbeenvorming kunnen in een zeer vroeg stadium gedetecteerd worden, vanwege de hoge gevoeligheid van CT voor bot en gecalcificeerd weefsel. Met CT kunnen verschillen in densiteit van 0,5% gedetecteerd worden, terwijl de ondergrens bij conventionele radiografieën ligt op ongeveer 30%. CT is dan ook de meest nauwkeurige techniek om de omvang van een osteosarcoma bij honden te evalueren (Fig.60). Het is bewezen dat CT superieur is aan radiografie voor de diagnose van losse processus coronoideus in het elleboog gewricht (Fig.61). De techniek wordt ook gebruikt voor de diagnose en het bepalen van de graad van elleboog



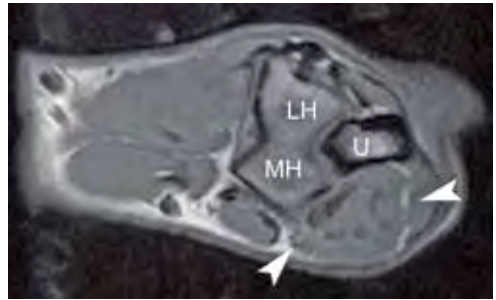
[Figuur 64.] Sagittale reconstructie van een CT arthrogram van de knie van een hond na gedeeltelijke mediale meniscectomie (zwarte pijl). De craniale pool ontbreekt en de caudale pool lijkt onregelmatig afgevlind (witte pijlen).

incongruentie, hoewel er hierover nog discussie bestaat.

CT is ook superieur voor de diagnose van onvolledige ossificatie van de humeruscondyl. Bij de behandeling van heupdysplasie kan CT gebruikt worden om het aspect van de dorsale acetabulumrand te beoordelen. Dit is een belangrijk criterium wanneer een triple pelvic osteotomy overwogen wordt. Bij de knie kunnen met CT zeer goed fragmenten en avulsies aangetoond worden (Fig.62). Een andere toepassing van CT is het bepalen van het volume, de densiteit en de stand van lange beenderen t.o.v. elkaar.

De mogelijkheid om beelden in verschillende vlakken te bekijken, maakt een evaluatie van een volledig gewricht mogelijk en laat toe om bij een fractuur de oriëntatie van het fractuurverloop te bepalen. Dit is noodzakelijk voor een chirurgische planning en behandeling (Fig.63)

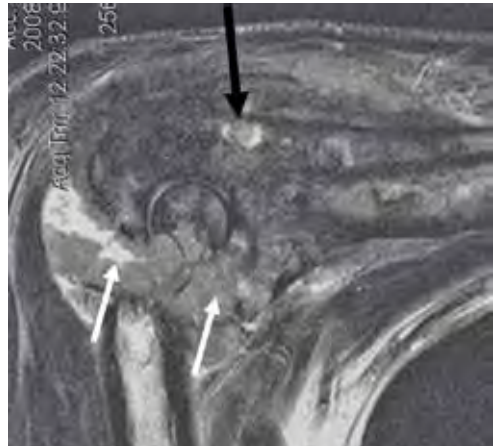
Kraakbeenonderzoek in gewrichten bij de kleine huisdieren blijft moeilijk. Arthro-CT-waarbij een kleine hoeveelheid contraststof in



[Figuur 65.] Transversaal MR beeld (T1) van de elleboog van een hond. De mediale flexoren van de elleboog zijn duidelijk opgezet en hypertrofisch (pijlpunten). Bij contrasttoediening is er duidelijke contrastcaptatie van en rond de flexorpezen. Dit beeld wordt gezien bij enthesopathie van de flexoren. (LH = laterale humerus, MH = mediale humerus, U = ulna)

het gewricht wordt gespoten, is een mogelijkheid om de aflijning van kraakbeen in beeld te brengen en wordt soms bij de knie gebruikt om de menisci en kruisbanden te beoordelen (Fig.64).

MR heeft duidelijke voordelen ten opzichte van CT bij het visualiseren van peri-articu-



[Figuur 66.] Sagittaal MR beeld van een synoviaal cel sarcoma van de elleboog van een hond. Er zijn uitgebreide hyperintense zones aanwezig t.h.v. het gewrichtskapsel (witte pijlen). In het bot van de ulna is een duidelijke hyperintense en waarschijnlijk lytische zone aanwezig (zwarte pijl).

laire en intra-articulaire weke delen structuren. Ter hoogte van de schouder en elleboog kunnen letsels t.h.v. de spieren, pezen en gewrichtskapsel goed gezien worden (Fig.65). Ook met behulp van MR blijft de beoordeling van kruisbanden en menisci moeilijk.

MRI is vooral gevoelig voor veranderingen in het beenmerg. Het visualiseren van kraakbeen bij de hond blijft moeilijk, ook met MR. Kraakbeen bij kleine huisdieren is zeer dun en de resolutie van de MR toestellen is te laag om kraakbeen rechtstreeks te visualiseren. Het onderscheid tussen kraakbeen en gewrichtsvocht is niet duidelijk, althans niet bij jonge honden. Ook de intra-articulaire toediening van gadolinium-houdende middelen geeft geen meerwaarde. Intraveneuze injectie van contrastmiddelen kan echter wel nuttig zijn bij het opsporen van inflammatoire processen en om uitbreiding van tumorale processen in de weke delen aan te tonen (Fig.66).

Conclusie

CT en MR zijn medische beeldvormingstechnieken met veel toepassingen in verschillende klinische disciplines en zijn meer en meer beschikbaar voor dierenartsen. Deze beeldvormingstechnieken zijn vooral waardevol voor de detectie en diagnose van hersenaandoeningen. Bij de evaluatie van de lokalisatie, uitbreiding en karakteristiek van letsels in de neusholte, paranasale sinussen, oogholte, kaak, temporomandibulaire gewrichten en bulla tympanica, zijn CT en MR nauwkeuriger dan conventionele radiografie. Bij het onderzoeken van rugletsels en rugmergletsels zijn beide technieken nuttig en hebben ze een meerwaarde bij behandeling en chirurgische planning. Voor de detectie en beschrijving van massa's, malformaties en vochtophopingen in de thorax is CT een van de beste beeldvormingstechnieken en deze wordt ook beschouwd als de meest gevoelige techniek voor het aantonen van pulmonaire metastasen.

CT van het abdomen geeft uitstekende anatomische beelden van de organen en bloedvaten, hoewel de beschikbaarheid van echo het gebruik van CT voor abdominale studies wat inperkt.

CT van het skelet is bruikbaar in klinische gevallen waar standaard radiografieën ne-

gatief of twijfelachtig zijn, terwijl er klinisch een groot vermoeden is van pathologie. Voor de diagnose van losse processus coronoïdeus en andere pathologieën van de elleboog en andere gewrichten is het bewezen dat CT superieur is aan radiografie. Peri-articulaire en intra-articulaire weke delen structuren zijn beter zichtbaar op MR.

De prijs voor de aankoop van CT- en MR-toestellen is hoog. Er is echter 2de hands CT apparatuur op de markt, wat deze toestellen meer en meer betaalbaar maakt. MR toestellen, zelfs low-field, blijven duur in aankoop. Bovendien is bij deze techniek het op punt stellen van sequenties specialistenwerk en zeer tijdrovend.

Een jaarlijks terugkerende hoge kost zijn onderhoudscontracten die vooral bij MR duur uitvallen.

Het uitvoeren van de onderzoeken en zeker de interpretatie van de beelden vergt de nodige specifieke kennis.

IV a3 Nucleaire (functionele) beeldvorming

Introductie

Diagnostische beeldvorming kan opgesplitst worden in 2 grote groepen.

Enerzijds heeft men de morfologische beeldvorming waarbij structurele (anatomische) afwijkingen in beeld gebracht worden. Deze technieken worden ingezet wanneer exacte structurele informatie noodzakelijk is. Radiografie, echografie, CT en MRI vallen onder deze categorie.

Anderzijds is er de functionele beeldvorming waarbij men de functie van organen in beeld kan brengen. Het nucleaire (of scintigrafische) onderzoek is één van de belangrijkste modaliteiten die hiervoor in aanmerking komen. Aangezien pathologische processen beginnen met functionele veranderingen biedt deze techniek de mogelijkheid om pathologieën in een vroeg stadium in beeld te brengen, vooraleer structurele veranderingen zichtbaar zijn. Scintigrafie of nucleaire geneeskunde biedt ook de mogelijkheid om tijdens één onderzoek het hele dier in beeld te brengen op relatief korte tijd. Dit kan belangrijk zijn bij de zoektocht naar metastasen of bij kreupelheidsproblemen die niet goed te lokaliseren zijn of die een multipele

oorsprong kennen. In een aantal gevallen kan het daarna aangewezen zijn om gerichte structurele beeldvorming uit te voeren van de verdachte regio's.

Het nucleaire diagnostische onderzoek is gebaseerd op het toedienen van een radioactief product aan de patiënt. De gammastralen die door de radionucliden worden uitgezonden worden gedetecteerd door een gammacamera, waarmee de patiënt in beeld wordt gebracht. Dit radioactief product kan bestaan uit een ongebonden radionuclide (bijvoorbeeld perrhenaat of $^{99m}\text{TcO}_4^-$), of uit de combinatie van een radionuclide gebonden aan een koude, niet radioactieve "zoekstof". Deze combinatie noemt men een radiofarmaceuticum, zoals ^{99m}Tc Technetium gebonden aan HDP (hydroxydifosfonaat), voor botscintigrafie.

Er zijn verschillende mogelijkheden waarop een patiënt in beeld gebracht kan worden. Een statische opname is een momentane weergave van een deel van het dier, of van het gehele dier (whole body acquisitions). Dynamische opnames daarentegen weerspiegelen het verloop van de activiteit in het dier gedurende een korte periode. Deze laatste onderzoeken zijn erg kort (ongeveer 1 – 5 minuten), en bestaan uit zeer korte seriële beelden. Bovendien kunnen er planaire opnames gemaakt worden (waarbij een 2-dimensioneel resultaat bekomen wordt), of kan een tomografische studie uitgevoerd worden (3-dimensioneel resultaat). Dit laatste kan onder de vorm van SPECT (single photon emission computed tomography, met behulp van gammastralers) of PET (positron emission tomography, met positronstralers). Deze laatste onderzoeken betekenen een stap vooruit wanneer een verhoogde resolutie gewenst is.

Een belangrijk voordeel van scintigrafie is de mogelijkheid tot radiotherapie. Hiervoor worden specifieke radionucliden gebruikt die als eigenschap hebben dat ze vervallen met uitzending van betapartikels. ^{131}I is hiervan het bekendste voorbeeld. Ze verschillen van de diagnostische radionucliden (wat gammastralers zijn) omdat ze slechts over een korte afstand (grootte orde van millimeters) door weefsel penetreren. Op deze

korte afstand gaan ze enorm veel energie vrijzetten wat leidt tot de lokale vernietiging van abnormaal weefsel, terwijl omgevend normaal weefsel ongemoeid wordt gelaten. Een belangrijke indicatie voor deze radionuclidetherapie zijn diverse schildklierpathologieën (hyperplasie of tumoren).

Na inspuiting is het dier "radioactief" voor een bepaalde tijd. De duur hiervan hangt af van het fysisch halfléven van het radionuclide enerzijds (de tijd dat de stof nodig heeft om tot de helft van de radioactiviteit te vervallen) en van het biologische halfléven anderzijds (de tijd dat de stof nodig heeft om geëlimineerd te worden via natuurlijke weg uit het lichaam). Meestal wordt de radioactieve stof via de nieren, het gastro-intestinaal stelsel en/of de lever geëlimineerd. Dit betekent dat urine en faeces gedurende een bepaalde tijd radioactief zullen zijn. Ook zal er in bepaalde gevallen opname zijn door de speekselklieren wat resulteert in radioactief speeksel.

Toepassingen

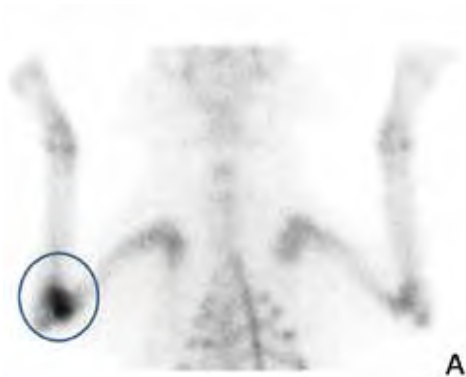
Kennis van de waaier van indicaties is noodzakelijk voor gericht onderzoek. In dit hoofdstuk zullen de voornaamste onderzoeken (met de meest praktische toepassingen) bij kleine huisdieren aan bod komen. Dit betekent dat deze lijst zeker niet allesomvattend is.

A. Diagnostiek

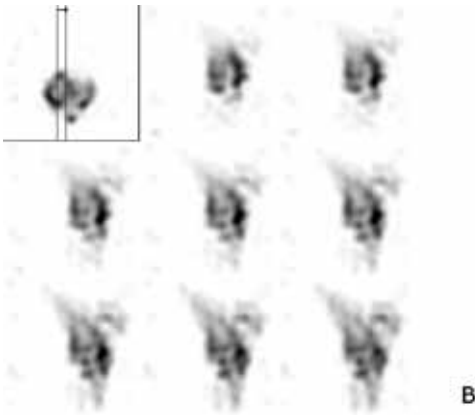
Botscan

^{99m}Tc Technetium-gemerkte difosfonaten (bijvoorbeeld ^{99m}Tc -HDP) worden gebruikt om skeletafwijkingen in beeld te brengen. De tracer bouwt zich in de minerale fase van het bot in waarbij de mate van accumulatie afhangt van de activiteit van het bot. In pathologische omstandigheden zoals fracturen of degeneratieve veranderingen zal de botactiviteit sterk toenemen, en worden deze zichtbaar als "hot-spots". Processen met een overwegend osteolytisch karakter zullen als koude zones (dus verminderde traceraccumulatie) zichtbaar worden.

Wanneer de regio van verhoogde botactiviteit gevonden is, dient men zich verder te beroepen op structurele beeldvorming om de aard



A



B

[Figuur 67.] A: Hond mank rechts voor. Radiografisch onderzoek was niet diagnostisch. Op de planaire opname is er verhoogde captatie van de bottracer in de rechter elleboog. Het is echter niet duidelijk waar exact de verhoogde opname zich lokaliseert binnen het gewricht. B: Met het micro-SPECT systeem is te zien dat de opname voornamelijk gelokaliseerd is ter hoogte van de mediale humerus epicondyl. Op echografie en artroscopie werd een flexor desmopathie vastgesteld.

van het proces in kaart te brengen. Botscintigrafie is immers zeer gevoelig maar niet erg specifiek. Meestal worden statische opnames gemaakt, maar door de gelimiteerde resolutie van conventionele gammacamera-beeldvorming kan men bovendien in vele gevallen enkel de regio lokaliseren waar er verhoogde botactiviteit is. Een manier om de resolutie te verbeteren is het gebruik van de zogenaamde microSPECT techniek waarvoor een aantal gewrichten, zoals de elleboog, in aanmerking komen. Met dit systeem kan men de lokalisa-



[Figuur 68.] Lokalisatie van het manken was niet mogelijk bij klinisch onderzoek. Radiografisch onderzoek was inconclusief. De botscan vertoonde diffuse verhoogde tracer-captatie in de carpaalregio. De uiteindelijke diagnose was arthritis van de carpus.

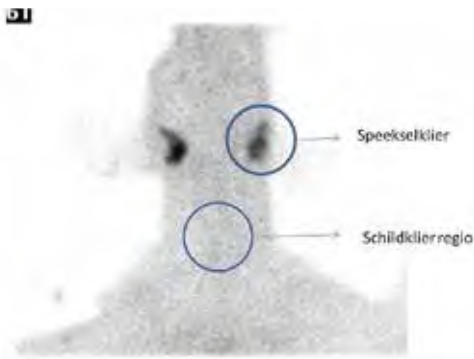


[Figuur 69.] Deze hond leed aan niet te lokaliseren pijn. Radiografisch onderzoek was negatief. Op de botscan is een focus van verhoogde activiteit te zien in de lumbale regio. Twee weken later werd het dier op spoed binnen gebracht met een acute discus hernia (blauwe pijn) in die regio.

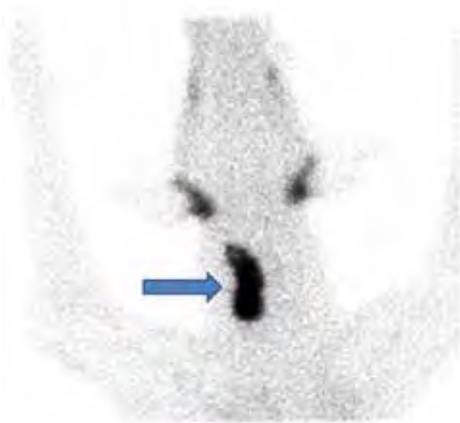
tie binnen het gewricht bepalen.

Indicaties:

- Kreupelheden waarbij geen radiografische of echografische afwijkingen vast te stellen zijn (Fig. 67+68+69)
- Algemene pijn of kreupelheden die niet te lokaliseren zijn omdat het dier weinig reac-



[Figuur 70.] Hypothyroidie bij de hond. De activiteit is duidelijk hoger in de speekselklier. De ratio activiteit schildklier / speekselklier dient 1-1.4 te zijn bij de hond.



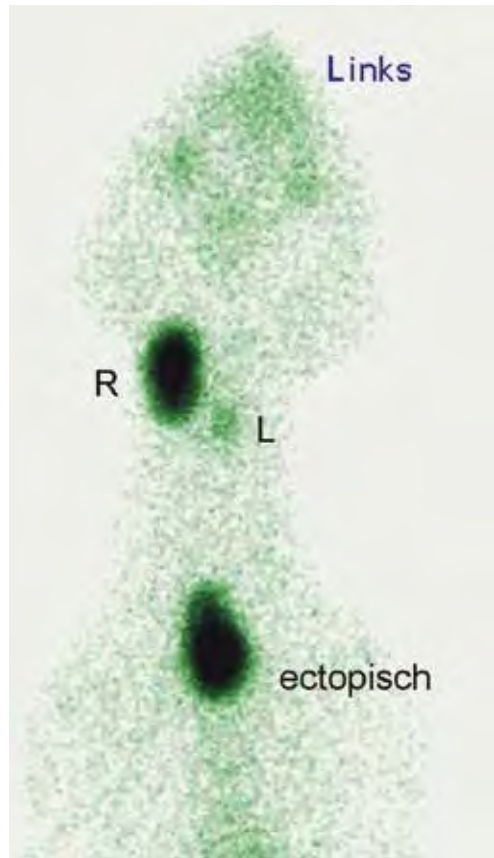
[Figuur 71.] Sterke verhoogde opname van pertechnetaat door de rechterlobus van de schildklier (blauwe pijl). De linker is niet te zien omdat ze onderdrukt is.

tie of overdreven reactie/agressiviteit vertoont bij onderzoek (Fig.68+69)

- Activiteit (en dus klinisch belang) van letsels die met andere beeldvormende technieken werden gevonden
- Multipelen problemen: kreupelheden voor en achteraan
- Differentiatie botletsels en weke delen letsels
- Botmetastasen

Schildklier

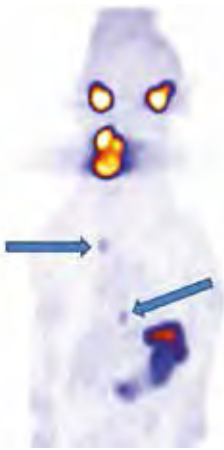
Voor het onderzoek naar de schildklierfunctie wordt pertechnetaat ($^{99m}\text{TcO}_4^-$) gebruikt. Deze radioactieve merker wordt door schild-



[Figuur 72.] Autonom functionerend schildklierweefsel bij de kat. De rechterlobus van de schildklier is aangetast en er is hyperfunctionerend ectopisch weefsel in the thoraxingang. De ratio's activiteit schildklier / speekselklier zijn respectievelijk 8 en 6 op 1.

kliercellen opgenomen via het joodpompmechanisme en geeft een goede weerspiegeling van de schildklierfunctie. De voorwaarde voor opname is dat de schildkliercellen nog beschikken over joodtransportersystemen (Na-I pompen). Bij sterk gedifferentieerde schildkliertumoren kunnen deze ontbreken. Het is een snelle en efficiënte manier om bij kat en hond de schildklierstatus na te gaan (hypo- / hyper- / euthyroidie), en om eventuele behandelingsmogelijkheden te beoordelen (Fig.70,71,72).

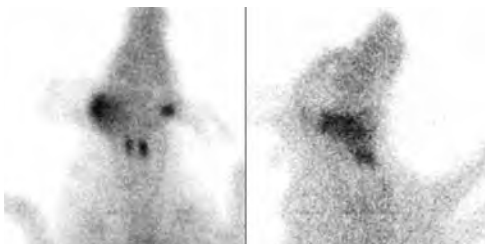
Meestal worden statische opnames gemaakt, al zijn SPECT-opnames aangewezen in geval van mogelijke pulmonaire metastasen.



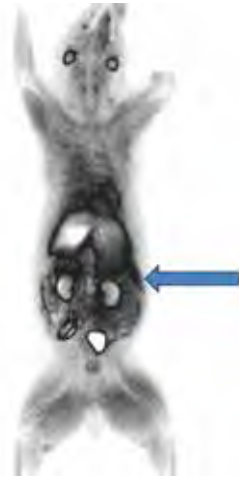
[Figuur 73.] Hond met een schildkliercarcino-
noma. Er is een focus in het craniale longveld
zichtbaar en één in de lever regio.

Oncologie

Het herkennen van de tumorcel ten opzichte van een normale cel is de basis van functionele beeldvorming van tumoren. Een typische karakteristiek van tumorcellen is hun zeer sterk proliferatief vermogen. Hierbij zullen de energiebehoeften opgedreven zijn zoals de nood aan glucose, aminozuren en andere bouwstenen voor het metabolisme. Momenteel zijn er al verschillende zoekstoffen op de markt die gebruikt worden voor staging van de patiënt (karakterisatie primaire tumor, lymfeknoop aantasting, meta-stasen), therapiepredictie en -evalu-



[Figuur 74.] Deze hond had een nekmasse. Op echografisch onderzoek was het niet duidelijk of deze massa al dan niet uitging van de schildklier. Op de pertechnetaatscan ziet men 2 normale schildklierlobi. De speekselklier links in beeld toont een diffuse opname in vergelijking met de contralaterale. Dit bleek een speekselkliertumor te zijn.

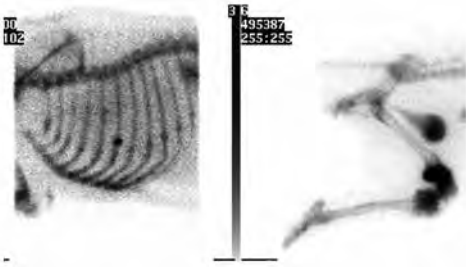


[Figuur 75.] Hond met recidiverend lymfoma. Verschillende lymfeknopen vertonen verhoogde opname van de zoekstof. De aangetaste milt, normaal niet zichtbaar, tekent zich af.

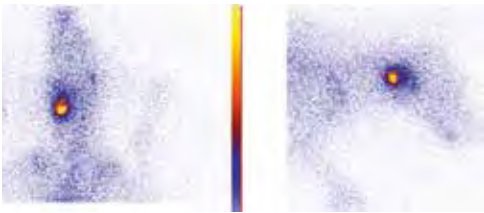
atie, en recidivering. Vooral hiervoor heeft de functionele beeldvorming een uitgesproken voordeel op de structurele beeldvorming gezien pathofysiologische veranderingen veel vroeger in beeld te brengen zijn dan volumeveranderingen op structurele beeldvorming. Een koerswijziging in therapeutische strategie kan dus in een zeer vroeg stadium worden doorgevoerd. Dit kan b.v. een niet werkzame chemotherapie vermijden of kan residueel tumorweefsel identificeren na chirurgische excisie. Initieel worden meestal statische opnames gemaakt, maar omwille van de verhoogde resolutie (die zeker wenselijk is in oncologisch onderzoek) worden deze vaak begeleid door SPECT (of PET) studies.

Het meest voorkomende oncologisch onderzoek is met behulp van pertechnetaat (zie hoger) voor schildklierpathologieën. Deze tracer wordt opgenomen door tumorale schildkliercellen op voorwaarde dat ze nog over Na-I-pompen beschikken. Met deze eenvoudige techniek kan bepaald worden of dieren in aanmerking komen voor radiojood therapie (zie verder). Metastasen kunnen opgespoord worden en nekmassa's van onbekende oorsprong kunnen op die manier geïdentificeerd worden (Fig.73,74).

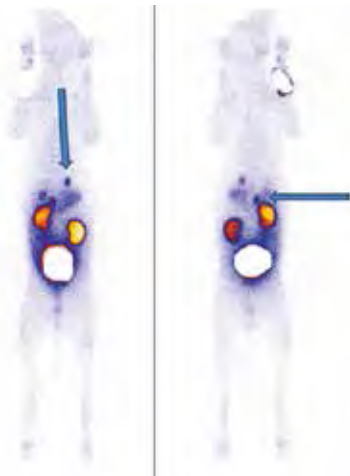
^{99m}Techneetium-gemerkt MIBI (methoxy isobutyl-isonitrile) is een zoekstof die bindt aan



[Figuur 76.] Hond met een bottumor van de distale femur. Vraagstelling: zijn er metastasen? Ter hoogte van de rib ziet men een focus met verhoogde tracercaptatie. Differentiatie dient gemaakt te worden tussen een ribfractuur en een metastase.



[Figuur 77.] Hond geopereerd en behandeld met externe bestraling voor een melanosarcoma van de mondholte. Vraagstelling: therapie respons? Op scan: lymfeknooppmetastase van dit melanosarcoma.



[Figuur 78.] Hond geopereerd van een insulinooma. Enkele maanden later werden opnieuw symptomen vastgesteld. Een somatostatinerescan wees uit dat er verschillende metastasen in de lever waren (blauwe pijlen).

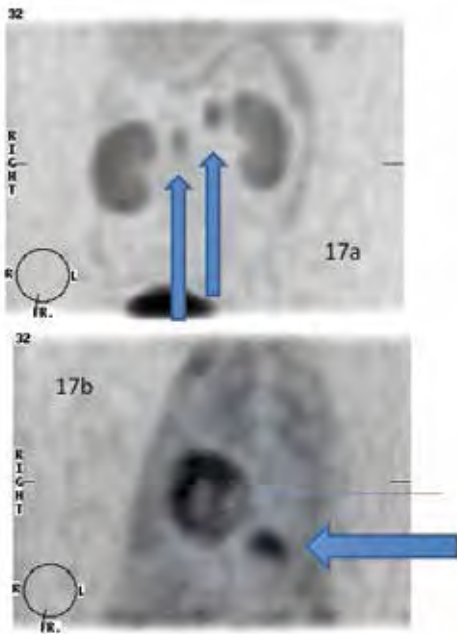
met mitochondrieën, die door hun enorme energievereisten in groter aantal aanwezig zijn in tumorale cellen in vergelijking met normale cellen. Hierdoor is differentiatie tussen tumor en normaal weefsel mogelijk. Men kan deze zoekstof inzetten om een primaire tumor in beeld te brengen of om te zoeken naar metastasen. Hier is de voorwaarde dat de primaire tumor MIBI opneemt. De zoekstof is uitermate gevoelig voor het opsporen van lymfoma's, zowel voor initiële diagnose als therapie-opvolging (Fig.75). Een bijkomend voordeel is dat de stof in staat is om de aanwezigheid van multiple drug resistance mechanismen (MDR, meer bepaald P-glycoproteïne (P-gp) mechanismen) in de tumorcel aan te tonen. Deze P-gp-pompen zorgen ervoor dat de zoekstof snel uit de cel wordt gepompt. Dit wordt aangetoond door een vroege scan (gemaakt snel na injectie van de tracer) te vergelijken met de late scan (die enkele uren na de injectie is gemaakt). Deze informatie is interessant in verband met de keuze van het chemotherapeuticum (dat al dan niet een P-gp pomp substraat kan zijn).

Ook andere tracers kunnen gebruikt worden voor oncologische beeldvorming, zoals ^{99m}technetium gemerkte disfosfonaten (botscans / bottumoren) (Fig.76), Gallium-67 scintigrafie (Fig.77), gemerkte somatostatinederivaten (bv. octreotide, depreotide) (Fig.78), MIBG (metaiodobenzylguanidine, een noradrenaline analoog) (Fig.79) en ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (¹⁸FDG, voor PET beeldvorming).

Lever

Portale scintigrafie: Portosystemische shunts (PSS)

Dit is een zeer eenvoudige en snelle (± 10 minuten) manier om na te gaan of er al dan niet een PSS aanwezig is. De lokalisatie van de shunt kan in een aantal gevallen ook bepaald worden (portoazygos versus portocavale shunt). Differentiatie tussen een aangeboren (single shunt) en een verworven shunt (multiple shunts) is gewoonlijk mogelijk. Het onderzoek gebeurt onder korte anesthesie. Via de milt wordt onder echobegeleiding per technetaat ingespoten en een dynamische acquisitie wordt gestart (seriële



[Figuur 79.] a: Normale opname in de bijnierschilddrievan van een hond (pijlen). Het radiofarmaceuticum wordt via de nieren uitgescheiden. b: verhoogde opname in de longen van een hond verdacht van een neuroendocriene tumor (pijl). CT onderzoek bevestigde dit letsel. Bemerk de fysiologische opname in het hart.

beelden). Bij normale dieren komt de tracer via de portaal circulatie in de lever terecht (Fig.80). Bij PSS komt de zoekstof eerst in het hart aan alvorens naar de lever te gaan (Fig.81). Met behulp van de dynamische opnamen kan men tijd-activiteit curven opstellen en een shuntfractie berekenen. Differentiatie tussen een extra- en intrahepatische shunt is meestal niet mogelijk. Het is wel mogelijk om na chirurgische interventie na te gaan of de shunt wel degelijk afgesloten is.

Hersenscintigrafie

1. Perfusie SPECT

Deze gemerkte zoekstoffen gaan zich in actief functionerende neuronen vast zetten op basis van de doorbloeding. Door een enzymatische omzetting in het neuron worden ze geïncorporeerd in het neuron. Enkel functionerende neuronen kunnen deze omzetting uitvoeren.

Bovendien is hersenperfusie een goede weerspiegeling van de neuronale functionaliteit. Vandaar dat deze zoekstoffen in de humane geneeskunde ook worden gebruikt voor het aantonen van "hersendood". Deze onderzoeken worden gebruikt in de humane psychiatrie om afwijkingen in neuronfunctie in de verschillende hersengebieden aan te tonen. Ook in de diergeneeskunde kunnen ze aangewend worden bij gedragsgestoorde dieren om na te gaan of er een biologische basis voor hun afwijkend gedrag (agressie, angst..) is. Bij epilepsie worden deze zoekstoffen gebruikt om de epileptogene haard op te sporen.

2. Receptor SPECT

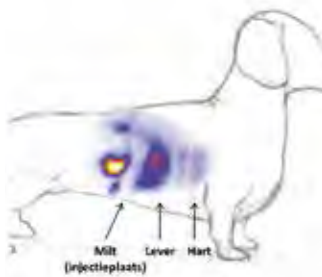
Neurotransmittersystemen met hun respectievelijke receptoren spelen een belangrijke rol in het goed functioneren van de hersenen. Afwijkingen hierin resulteren in gedrags- en/of motorische stoornissen. Welbekend is het serotonerge en dopaminerge systeem waarop verschillende psychofarmaca ingrijpen (bv. selectieve serotonine reuptake inhibitoren (SSRI's) zoals fluoxetine (Prozac®)) en die een zeer belangrijke plaats innemen in gedragsstoornissen en psychiatrische afwijkingen. Verschillende receptoren kunnen al in beeld worden gebracht. Zo zijn er zoekstoffen die binden aan met de serotonine-2A receptor, de dopamine-2 receptor, de serotonine transporter en de dopamine transporter die gebruikt worden voor SPECT beeldvorming (Fig.82).

Nierscintigrafie

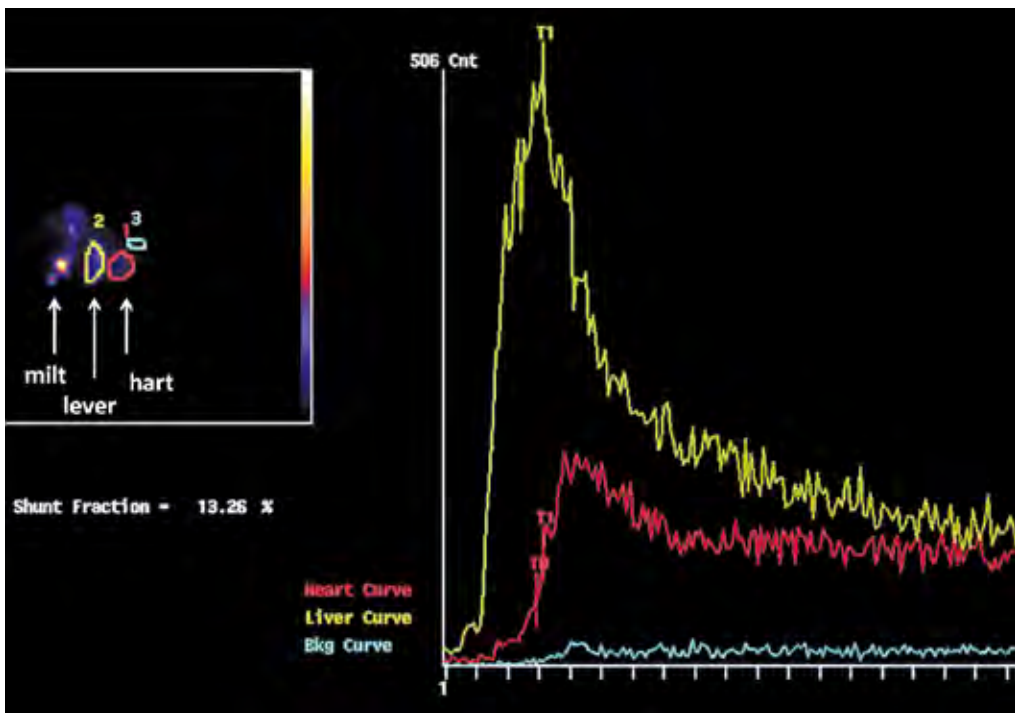
De nierfunctie kan bepaald worden met behulp van radioactieve merkers zonder beeldvorming. Hiervoor wordt ⁵¹Cr-EDTA (⁵¹chromium ethyleen diamine tetraacetic acid) gebruikt.

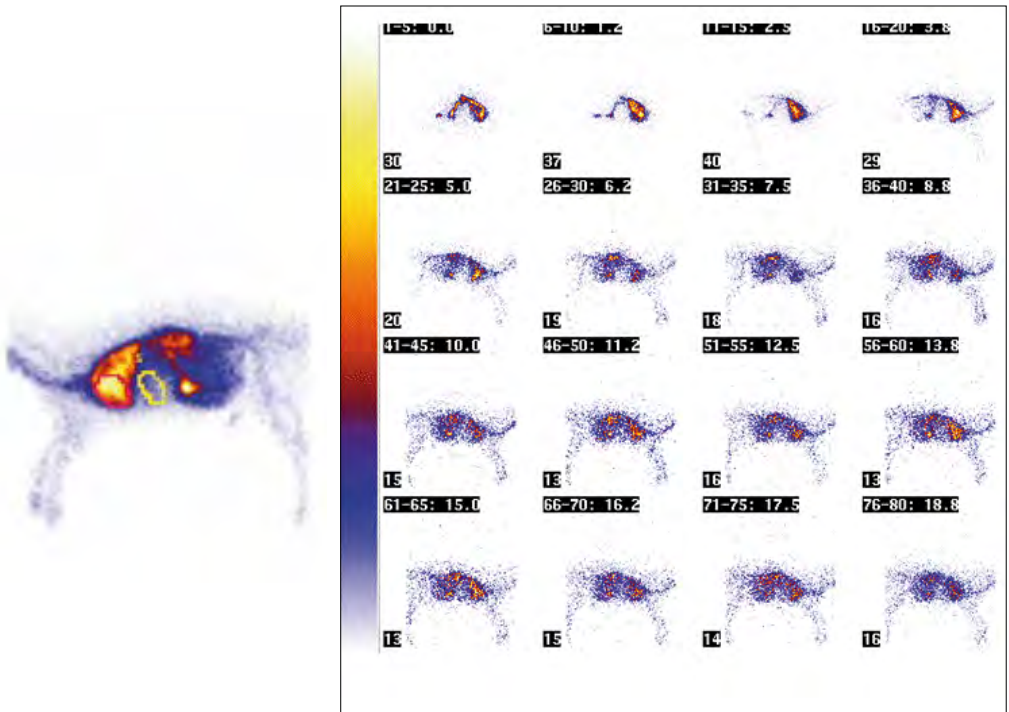
Deze merker wordt intraveneus ingespoten en wordt aangewend om de glomerulaire filtratie snelheid (GFR) te bepalen aan de hand van zijn klaring uit het bloed. Voor deze studie zijn dus 1 of meerdere bloedstaalnames nodig. Men meet hier de globale GFR, d.w.z. dat er geen informatie is over de GFR van de beide nieren afzonderlijk.

De nierfunctie kan ook in beeld gebracht worden met behulp van radioactieve merkers.

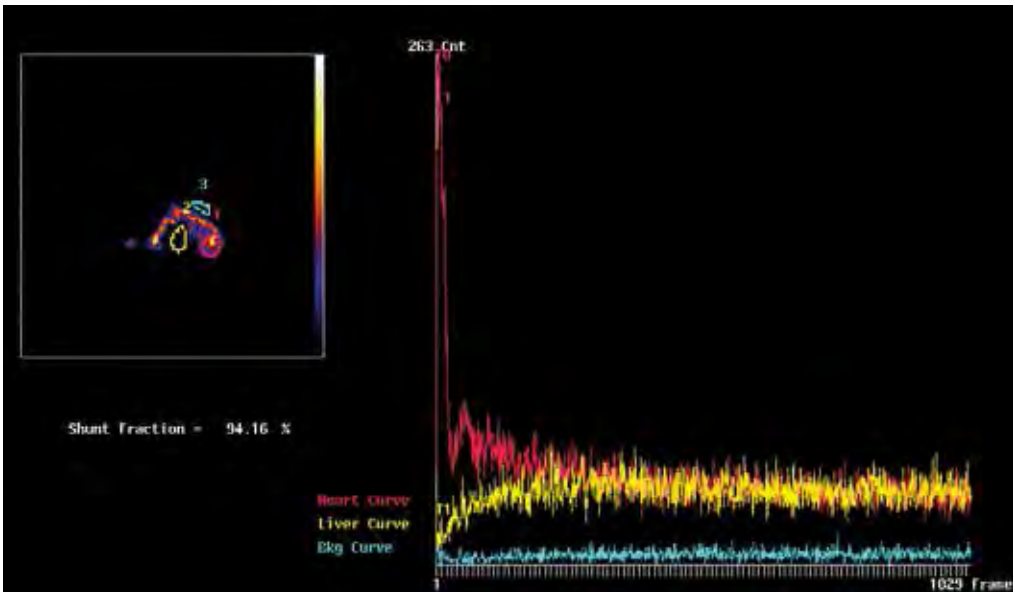


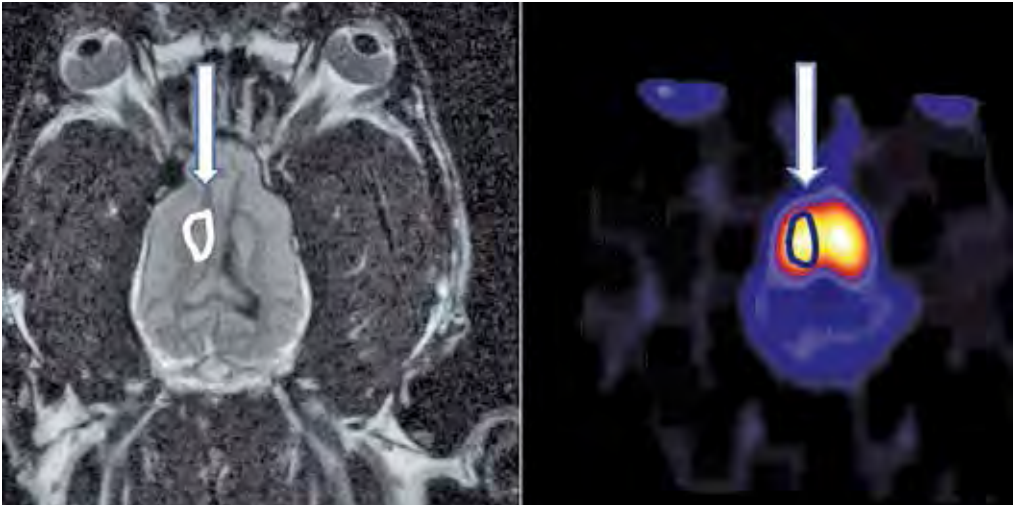
[Figuur 80.] Boven: Normaal distributiepatroon van de pertechmetaat: activiteit komt aan in de lever (gele curve) alvorens in het hart (rode curve) te arriveren. Onder: Een tijd/activiteit curve wordt gegenereerd op basis van de verschillende op elkaar volgende frames.





[Figuur 81.] Boven: Portosystemische shunt. Radioactiviteit komt eerst aan in hart (rode cirkel) en zal dan naar lever (gele cirkel) gedistribueerd worden. Onder: Uit de tijd/activiteit curve wordt een shunt fractie berekend.





[Figuur 82.] Een scan met een zoekstof voor de dopaminetransporter die o.a. betrokken is bij Parkinson bij de mens en obsessief gedrag bij de hond. Rechts is het SPECT beeld waar de basale ganglia (pijl) in beeld komen, de plaats waar de meeste dopaminetransporters voorkomen. Links is het MR beeld van dezelfde hond die gebruikt wordt om de activiteit op het SPECT beeld anatomisch te lokaliseren.

1. Bepalen van de GFR met $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ (diethyleen triamine pentaacetic acid).

Deze zoekstoffen worden ingezet voor het bepalen van individuele en globale nierfunctie, voor het evalueren van therapieresponse, het monitoren van de nierfunctie bij gebruik van nefrotxische stoffen (bv. chemotherapeutica) en voorafgaand aan een nefrectomie om na te gaan of de contralaterale nier nog voldoende functioneert. Voor deze studies worden ook dynamisch opnames gemaakt (Fig.83).

2. Bepalen van effectieve renale plasma flow (ERPF) $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ (mercaptoacetyl triglycine).

De beeldvormingsprocedure voor dit onderzoek is gelijkaardig aan die gebruikt voor GFR bepalingen (dynamische studie). Met behulp van wiskundige formules kan de ERPF bepaald worden. Deze zoekstof wordt aangewend voor bepaling van de individuele en globale ERPF voor een vroege diagnose van nierlijden en wordt ook ingezet in de evaluatie van therapieresponse.

3. Bepalen van functionele niermassa en niermorfologie met behulp van radioactieve merkers: $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ (dimethylmercapto-succinaat).

Deze merker wordt ook IV ingespoten. De stof zal na zowel glomerulaire filtratie als vanuit de peritubulaire bloedvaten door de proximale tubuli worden opgenomen. Hier zal men geen seriële beelden opnemen maar één statische opname 2-4 u na inspuiten (Fig.84). De verwerking van de beelden levert data op die, mits gebruik van wiskundige formules, het percentage individuele ("relatieve") nierfunctie weergeeft. Tezamen met een meting van een globale GFR kan de individuele GFR berekend worden. Ook de absolute individuele nierfunctie kan bepaald worden. Met deze methode kan eveneens de vorm, grootte en positie van de individuele nier geëvalueerd worden. In de humane geneeskunde wordt deze zoekstof vooral aangewend bij de diagnose en therapieopvolging van pyelonefritis bij kinderen.

Longen

Longembolieën kunnen aangetoond worden met behulp van IV toegediende zoekstoffen (^{99m}Tc technetium gemerkte albumine macroaggregaten) die de doorgankelijkheid van de kleine longcapillairen in beeld brengen. Normaal moet de distributie van de tracer homogeen verdeeld zijn over het longveld. Met ventilatiescintigrafie wordt de lucht doorvoer in de longen bekeken. Deze onder-

In iedere hond met Cushing wacht zijn "oude ik" om er weer uitgelaten te worden.



Hypercortisolisme (ziekte van Cushing) is een vervelende ziekte voor hond en eigenaar. Overmatig urineren, ongeremde eetlust, haaruitval, sloomheid en veelvuldig hijgen zorgen ervoor dat de geliefde huisgenoot nog slechts een schaduw is van zijn "oude ik".

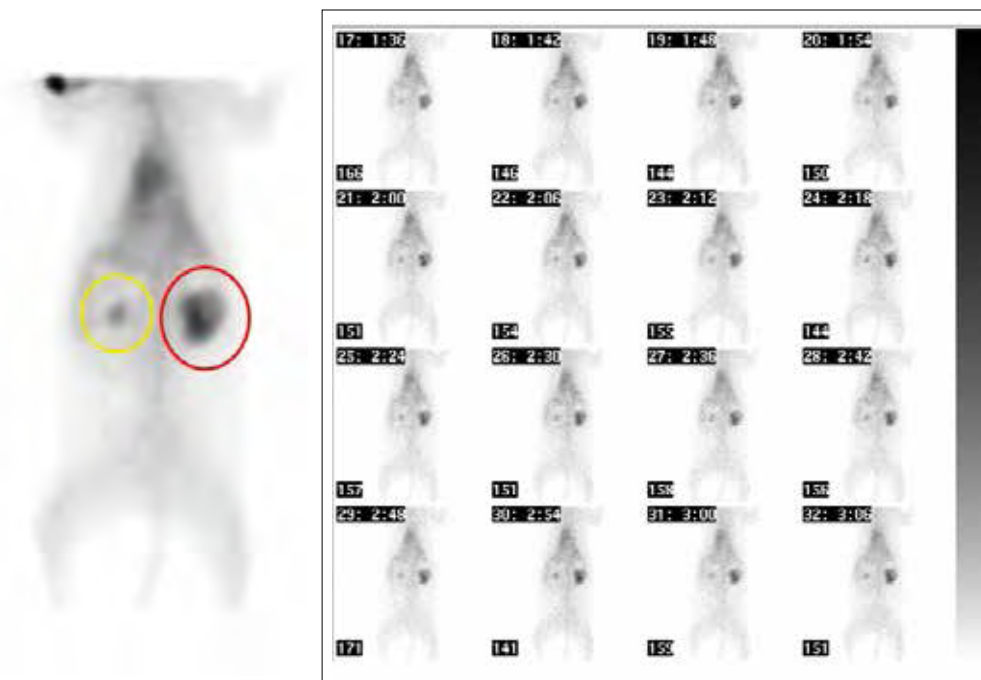
Een behandeling met Vetoryl® kan al binnen 12 dagen een duidelijke verbetering geven van deze klinische symptomen, terwijl de meer chronische fysieke veranderingen binnen 6 maanden geheel zullen verdwijnen. Vetoryl® stelt u daardoor in staat de levenskwaliteit van de hond met Cushing en van zijn eigenaar spectaculair te verbeteren.

 **VETORYL®** Resultaten spreken voor zichzelf

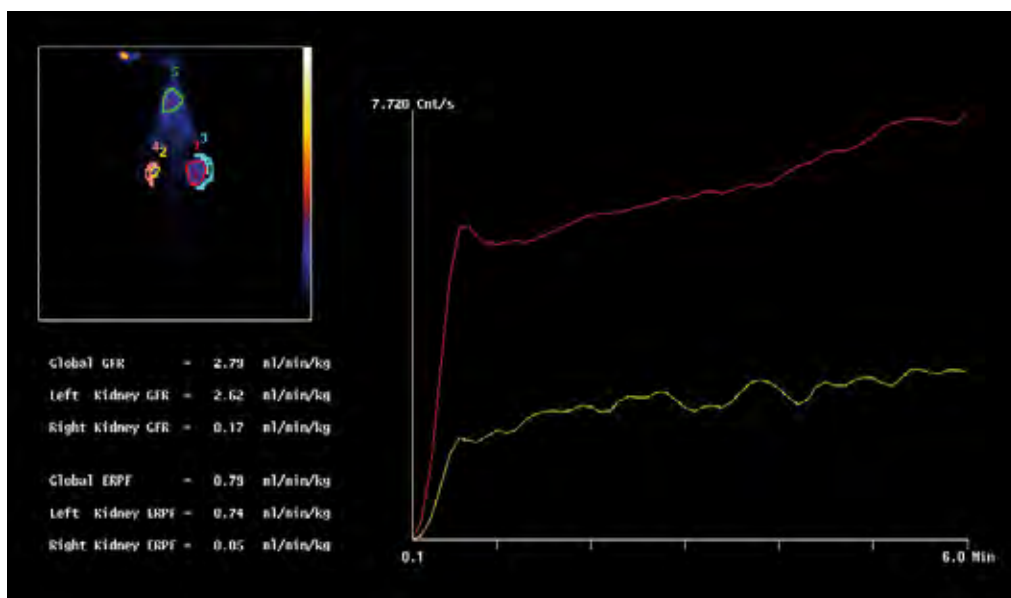
VETORYL® 10 mg, 30 mg en 60 mg capsules. Samenstelling: 1 capsule bevat respectievelijk 10 mg, 30 mg en 60 mg trilostane. Doeldier: hond. Indicatie: Behandeling van de ziekte van Cushing. Contra-indicatie: Niet gebruiken bij dieren met primaire leveraandoening en/of nierinsufficiëntie. Niet gebruiken bij drachtige, melkgevende of fokdieren. Voornaamste bijwerkingen: Lethargie, braken, diarree en verminderde eetlust. Symptomen zijn meestal omkeerbaar na stoppen met de behandeling. Registratie: Reg NL 10438. Kanalisatie: UDA.

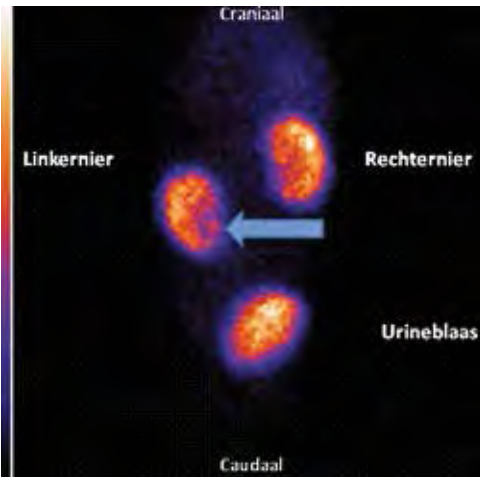
Informatie: Dechra Veterinary Products B.V. - www.dechra.nl - info.nl@dechra.com - tel +31 76 579 81 00


Dechra
Veterinary Products

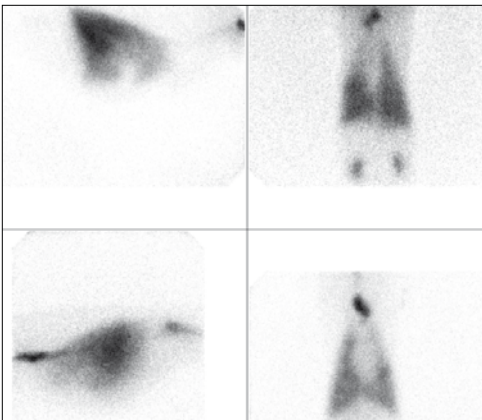


[Figuur 83.] Boven: Dynamische scans tonen de distributie van de merker over tijd. Met behulp van de hiermee gegenereerde tijd/activiteit curven kan men de glomerulaire filtratie snelheid van de individuele nier bepalen. Deze patiënt had een niertumor en onderging dit onderzoek prechirurgisch om na te gaan hoede contralaterale nier functioneerde. Onder: Uit dit onderzoek bleek dat de contralaterale nier (geel omcirkeld) weinig functioneerde (zie curve) en de patiënt geen kandidaat was voor nefrectomie.





[Figuur 84.] Statische opname met dimethylmercaptosuccinaat bij een kat. Men ziet verminderde captatie in de caudale pool van de linkernier (pijl). Relatieve functie was 40% voor de linkernier.



[Figuur 85.] Normale homogene distributie van met technetium gemerkt diethyleen triamine pentaacetic acid over het longveld.

zoeken worden uitgevoerd tijdens inhalatie van radioactieve gassen of aërosolen (^{133}Xe -non, ^{127}Xe -non, ^{81}mK rypton of met $^{99\text{m}}$ technetium gemerkte DTPA) (Fig.85).

Beeldfusie

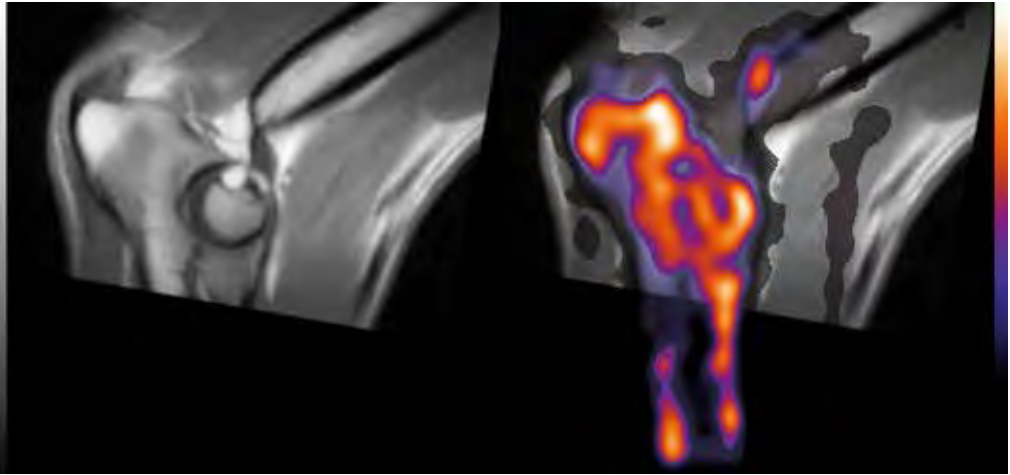
Hierbij wordt de informatie van structurele beeldvorming gecombineerd met deze van functionele beeldvorming. Structurele beeldvorming biedt het voordeel dat de anatomische structuren zeer mooi in beeld gebracht

worden; iets wat bij functionele beeldvorming (door de gelimiteerde resolutie) soms te wensen overlaat. Het nadeel van de structurele beeldvorming is dat ze geen informatie biedt over het functionele aspect van de bevindingen. Met bv. CT van de thorax verhoogt de detectie van longnodules maar een groot aantal van deze nodules zijn niet kwaadaardig. Combinatie met functionele beeldvorming biedt het voordeel dat het functionele aspect van letsels bepaald kan worden. Met behulp van speciale software kan men de data van beide modaliteiten op elkaar plakken en zo het functionele aspect nagaan van bepaalde letsels. Tegenwoordige bestaan er zogenaamde “hybride” toestellen waarbij de patiënt in één scanbeurt zowel een PET/SPECT onderzoek als een CT scan kan ondergaan. Dit heeft als voordeel dat de patiënt niet van positie verandert tijdens beide onderzoeken, wat op zijn beurt het fusioneren vergemakkelijkt. In de humane geneeskunde gebruikt men deze techniek vooral bij oncologische indicaties. Men kan bv. de aard van longnodules, gevonden op CT (<10% is kwaadaardig bij de mens), toetsen met functionele beeldvorming wat nodeloze chirurgie en/of chemotherapie uitsluit. Andere indicaties zijn skeletscintigrafie en hersenbeeldvorming (Fig.86,87) voor meer exacte lokalisatie van letsels.

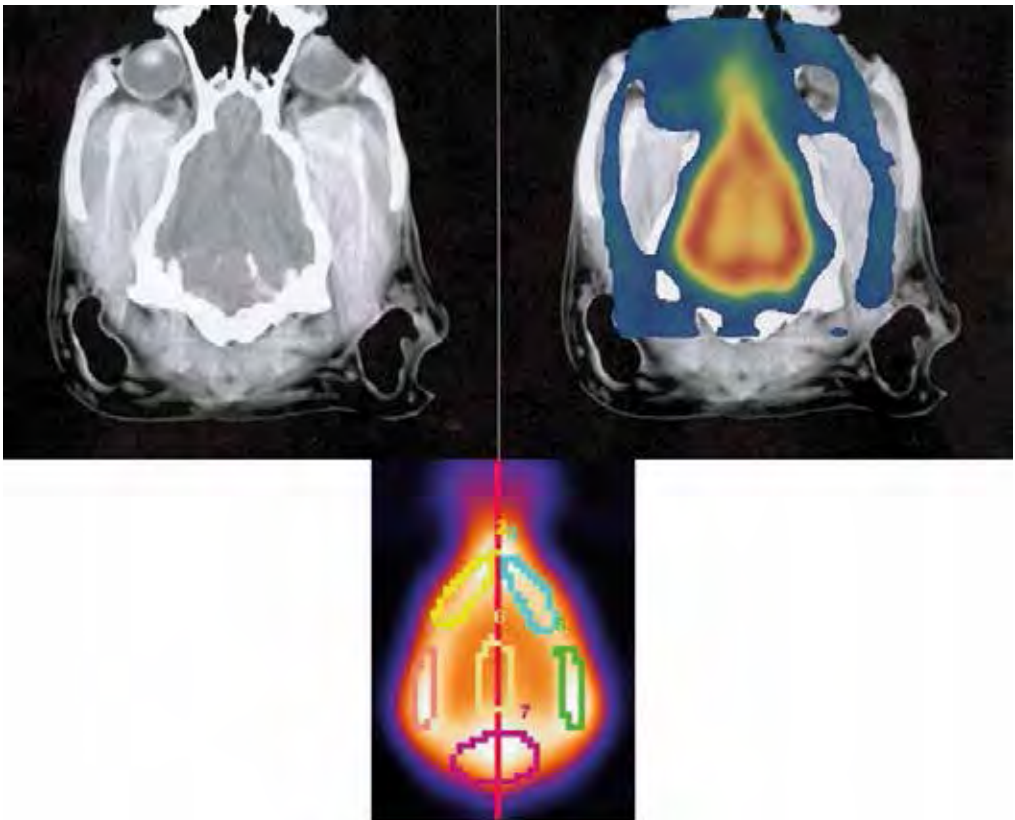
B. Nucleaire behandeling

Nucleaire geneeskunde beperkt zich niet enkel tot diagnostische beeldvorming, maar kan ook toegepast worden voor therapeutische doeleinden.

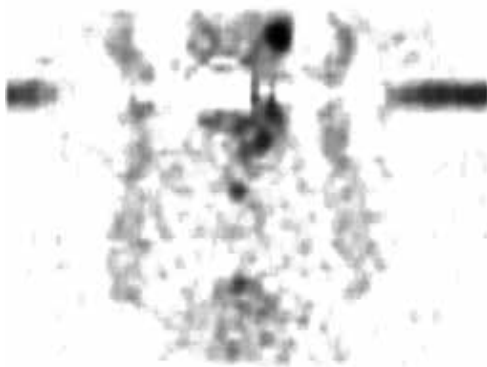
De bekendste en meest toegepaste radiotherapie in de diergeneeskunde is de behandeling van schildklierandoeningen. Hoewel de nadruk hier hoofdzakelijk ligt op de behandeling van hyperthyroidie bij de kat (meestal veroorzaakt door schildklierhyperplasie of adenomateuze veranderingen), kunnen bepaalde schildkliertumoren bij de hond ook in aanmerking komen. Of een radiotherapie mogelijk is, wordt eerst geëvalueerd aan de hand van een diagnostische pertechnetaatscan. Voor de behandeling van schildklierandoeningen wordt gebruik gemaakt van de (patho)fysiologische opname van I (iodine) door de schildkliercellen, nodig voor de aanmaak van schildklierhormonen. De schildkliercellen maken geen onderscheid



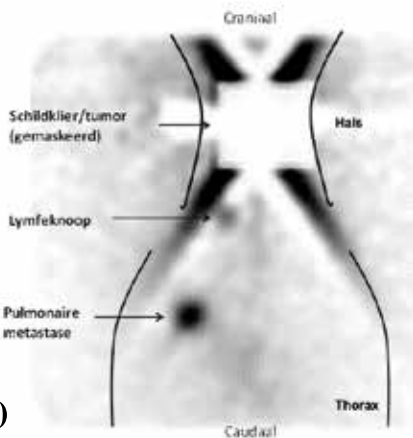
[Figuur 86.] Fusie van MR van de elleboog met data van een SPECT botscan (rechts in beeld). Zones van verhoogde captatie op de botscan kunnen op die manier exacter anatomisch in kaart gebracht worden.



[Figuur 87.] Fusie van een hersen CT en een perfusie scan. De horizontale sneden tonen de tracerdistributie in de verschillende corticale en subcorticale gebieden die afgeijnd worden met ROI's op de CT beelden die na fusie overgezet kunnen worden op de perfusiescan.



a)



b)

[Figuur 88.] a: Diagnostische schildklierscan met ^{123}I . De normale schildklier is gemaskeerd, de schildkliermassa zit rechts cervicaal. Intrathoracaal zijn er 2 metastasen te zien, die eveneens de tracer capteren en dus in aanmerking komen voor behandeling met ^{131}I . (craniaal is bovenaan in beeld). b: Scan na behandeling met ^{131}I van dezelfde hond. De schildklier is gemaskeerd en veroorzaakt een artefact in de scan, maar de metastasen zijn zichtbaar in de thorax (craniaal is bovenaan in beeld).

tussen radioactief of niet-radioactief jodium, en zullen dus ook het IV toegediende radioactieve ^{131}I opnemen. Dit isotoop geeft gammastralen af en de opname van het jodium in de schildklier(massa) kan dus gemonitord worden en geeft ook betapartikels af, die de cellen lokaal zullen vernietigen.

In het geval van schildklier carcinoomen moet er steeds rekening gehouden worden met mo-

gelijke metastasen, meestal naar de longen (Fig.88). Indien deze metastasen echter op de diagnostische scan ook per technetium capteren, zullen ze eveneens het radioactieve ^{131}I opnemen. Op die manier kunnen (long-)metastasen mee behandeld worden.

Ook palliatieve, pijnstillende behandelingen zijn mogelijk, bijvoorbeeld het gebruik van difosfonaten die gemerkt worden met ^{186}Re hennium of ^{153}Sa marium. Deze radiofarmaca kunnen gebruikt worden om bij inoperabele osteosarcoma's de pijn (tijdelijk) te verlichten.

Voor verschillende tumoren zijn er ook mogelijkheden om met specifieke of aspecifieke radiofarmaceutica therapeutische oplossingen te bieden. Bijvoorbeeld in het geval van een uitgebreide levermassa die chirurgisch niet te verwijderen is, zou de lokale applicatie van radioactief gemerkte microsferen (^{166}Ho lmium) overwogen kunnen worden. Hoewel deze microsferen niet specifiek zijn voor één bepaalde soort tumoren, kunnen ze in sommige gevallen helpen de massa te verkleinen na bestraling, of zelfs te genezen.

Conclusie

Binnen het geheel van beeldvormingstechnieken is het duidelijk dat de nucleaire (dier-)geneeskunde een bijzondere plaats inneemt. Daar waar meestal de nadruk op structurele informatie wordt gelegd, zal nucleaire beeldvorming eerder informatie over de functionaliteit van een weefsel of orgaan verschaffen. Hierdoor is het ook mogelijk om letsels in een vroeg stadium op te sporen, zelfs voor er structurele veranderingen optreden. Anderzijds moet er rekening mee gehouden worden dat de resolutie van deze technieken over het algemeen lager is dan die van structurele beeldvormingstechnieken, en dat een combinatie van beide nodig en wenselijk is. Hoewel er gespecialiseerde infrastructuur nodig is, kunnen de nucleaire onderzoeken in veel gevallen een meerwaarde in de diagnostiek betekenen. Meer zelfs, op therapeutisch vlak is bijvoorbeeld de behandeling van felene hyperthyroidie met radioactief ^{131}I de voorkeursbehandeling. Hoewel het een erg bijzondere vorm van beeldvorming is en

doorverwijzing naar gespecialiseerde centra noodzakelijk is, hoeft het financiële aspect niet noodzakelijk een belemmering te zijn. Integendeel, mits juist geïndiceerd kunnen nucleaire onderzoeken tot een snelle diagnose leiden, om zo het aantal onderzoeken voor de patiënt te beperken.

IV a4 Radiotherapie

Radiotherapie of bestraling speelt een belangrijke rol bij de behandeling van een groep aandoeningen waarbij cellen zich ongecontroleerd vermenigvuldigen (neoplasieën). De bedoeling van radiotherapie is om in te werken op de celdeling waardoor de zieke cellen zich niet meer kunnen vermenigvuldigen en onherstelbaar beschadigd worden. De gezonde weefsels in de omgeving van het zieke weefsel raken tijdens de bestraling eveneens beschadigd, maar kunnen zich in de rustperiode tussen de dagelijkse bestralingsbehandelingen herstellen.

Verder is het mogelijk dat bestraling gebeurt in combinatie met een operatie, chemotherapie en/of medicijnen. Bij de mens is men in staat door deze combinatie 40% van de kankerpatiënten te genezen. Met “genezen” bedoelt men 5 jaar ziektevrij.

Door radiotherapie wordt het DNA binnen in de cel beschadigd waardoor het zich niet meer kan delen en vermenigvuldigen. Abnormale (tumorale) cellen zijn meer gevoelig voor straling omdat ze zich sneller delen dan normale cellen. Na een tijdje sterven de tumorale cellen af en verkleint de tumor. Normale cellen worden eveneens door straling beschadigd maar zij herstellen zich gemakkelijker. Het is natuurlijk de bedoeling om “abnormale” cellen een maximale stralingsdosis te geven en “normale” cellen zo weinig mogelijk.

Bij vergevorderde stadia van kanker wordt bestraling meer “palliatief” gebruikt wat betekent dat voornamelijk de pijn en andere symptomen worden bestreden en men ook tracht de groei van de tumor en metastasering te vertragen.

Er bestaan 2 mogelijkheden om te bestralen:

1. Bestraling van buitenaf = waarbij straling afgegeven door een externe bron, waarbij een apparaat hoogenergetische stralen



[Figuur 89.] a: Lineaire accelerator (LINAC) waarmee straling afgegeven wordt door een externe bron. b: Het dier dient steeds op dezelfde manier gepositioneerd te worden tijdens de verschillende bestralingsbehandelingen. Beelden zijn afkomstig van Clinica Veterinaria dell'Orologio, Bologna, Italië.

(röntgenstralen, gammastralen of fotonen) aan een tumor worden toegediend. De meest gesofisticeerde bron is de lineaire accelerator (LINAC) waarbij hoog energetische elektronen en fotonen (typisch 5-25 MeV) worden geproduceerd. In de humane geneeskunde hebben deze de oudere CO60 bronnen vervangen die fotonen van slechts iets over 1 MeV konden produceren. In de diergeneeskunde zijn de LINACS nog schaars omdat ze geweldig duur zijn. Er zijn binnen Europa slechts een paar centra die dergelijke behandeling kunnen aanbieden (Fig. 89).

2. Bestraling van binnenaf (brachytherapie) = straling die wordt afgegeven vanbin-

nen het lichaam waarbij chirurgisch een stralingsbron werd geplaatst in of rond de tumor. De naam brachytherapie komt van het Grieks en betekent "op korte afstand". Voorbeelden hiervan zijn Iridium192 met een halfwaardetijd van 74 dagen en fotonen van 130-1060 keV; Iodium125 met een halfwaardetijd van 60 dagen en fotonen van 27-36 keV en Palladium103 met een halfwaardetijd van 17 dagen en fotonen van 20-23 keV.

Principes van radiotherapie

Alle types van bestraling volgen eigenlijk dezelfde principes:

1. Precieze lokalisatie van de tumor = "target" of doel.
2. Tijdens de procedure de "target" stilhouden.
3. De stralingsbundel accuraat en juist te richten.
4. De stralingsbundel exact aan de tumor (target) aan te passen.
5. Een dosis toe te dienen die de "abnormale" cellen beschadigt maar de "normale" cellen spaart.

Voor de exacte locatie van de tumor wordt gebruik gemaakt van de meest gesofisticeerde beeldvormingstechnieken zoals CT, MR en ook positron emissie tomografie (PET) en ook functionele MRI (fMR).

IV b GROTE HUISDIEREN

IV b1 Radiografie en echografie

Introductie

Tot de jaren '80 was radiografie de belangrijkste beeldvormingstechniek bij de grote huisdieren. Vooral paarden, maar ook runderen, schapen en geiten werden onderworpen aan een radiografisch onderzoek. Tijdens de jaren '90 won echografie aan belang, niet alleen in de paardenpraktijk, maar ook bij de landbouwhuisdieren. In de grote huisdieren praktijk is echografie een duidelijke meerwaarde bij onderzoek van het abdomen, aangezien radiografie van deze regio- zeker in praktijkomstandigheden- bij grote patiënten onmogelijk is. Bij onderzoek van de thorax kan de combinatie van echografie en radiografie waardevolle informa-

tie verschaffen bij zowel paarden als landbouwhuisdieren.

Heden is er een duidelijke groei van het aandeel paarden in het patiëntenbestand van de medische beeldvorming en een sterke terugloop van de landbouwhuisdieren. Deze trend kan enerzijds te wijten zijn aan de beperkte aanwezigheid van mobiele echografie- en radiografietoestellen bij de landbouwdieren-arts en anderzijds het beperkte aanbod in de kliniek omwille van de strenge regelgeving inzake infectieuze ziekten bij deze dieren en de dalende economische waarde van het individuele dier. In de paardenpraktijk kennen op heden radiografie en echografie vooral hun toepassing in de orthopedie (70-80%). De moderne paardenpracticus is meestal in het bezit van een mobiele echografie- en radiografiekit. Digitale radiografie wint, ondanks zijn duur prijskaartje, steeds meer aan belang. Radiografie en echografie zijn complementaire technieken voor bot- en gewrichtsaandoeningen: radiografie geeft informatie over de inwendige structuur en aflijning van het bot, terwijl echografie een gevoelige techniek is voor weke delen letsels en onregelmatigheden van het botoppervlak. Ook is de kwaliteit van de echo-toestellen enorm verbeterd en er zijn zeer goede draagbare toestellen op de markt. Echografie is een erg belangrijke techniek voor onderzoek van thorax en abdomen bij grote huisdieren.

Sommige letsels vergen echter onderzoek met meer geavanceerde technieken zoals computer tomografie, magnetische resonantie en scintigrafie. Dergelijke technieken zijn echter duur en minder voor handen.

Radiografie en echografie van het bewegingsstelsel

Gewrichten

Claudicatie is een veel voorkomend probleem bij het paard en het stellen van de juiste diagnose is echter niet altijd eenvoudig. In de meeste gevallen wordt een klinisch onderzoek van het paard aangevuld met beeldvormende technieken. Radiografie is de eerste en meest gebruikte beeldvormingstechniek voor de diagnose van bot aandoeningen zoals osteochondrose, osteoartrose, fractures, infecties en de aanwezigheid van fragmenten ter



[Figuur 90.] Lateromediale opname van de knie bij het paard met osteochondrose dissekans. Verschillende fragmenten zijn aanwezig ter hoogte van het mid-craniaal aspect van de laterale trochleakam van de femur (cirkel).



[Figuur 91.] Schuine opname (P145° Lateraal-Dorsomediaal Oblique) van de sprong bij het paard met osteochondrosis dissekans. Een botfragment is zichtbaar ter hoogte van de intermediaire kam van de cochlea tibiae (cirkel).

hoogte van de gewrichten bij het paard. Ook aanhechtingsproblemen van pezen en banden aan botten zijn in beeld te brengen. Follow-up radiografie is soms nodig bij afwijkingen

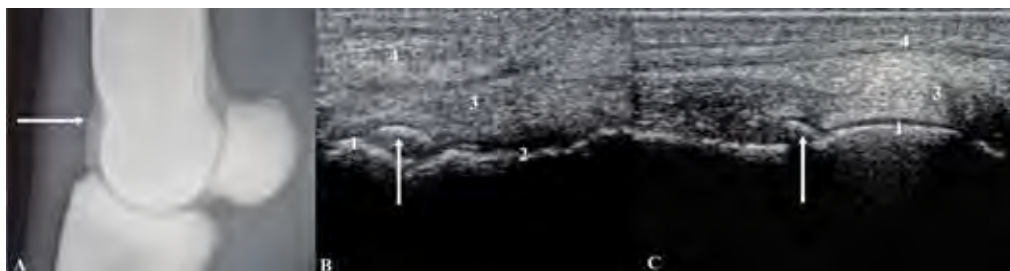
die zich bij eerste presentatie nog in een te vroeg stadium van ontwikkeling bevinden, zoals subchondrale beencysten, incomplete fracturen, enz. Echografie wordt meer en meer gebruikt bij gewrichtsaandoeningen voor de beoordeling van de weke delen rondom het gewricht. Tevens kan het botoppervlak en het kraakbeen beoordeeld worden. In de praktijk is een combinatie van radiografie en echografie het meest aangewezen voor de diagnose van letsels aan het bot en de weke delen ter hoogte van de gewrichten.

Osteochondrosis (dissecans) (OC(D)), een ontwikkelingsstoornis van de endochondrale ossificatie van het gewrichtskraakbeen, is een veel voorkomende gewrichtsaandoening bij het paard. Deze aandoening is door middel van radiografie goed in beeld te brengen. De knie, de sprong en het kogelgewricht zijn het meest aangetast. In de knie is vooral de laterale trochleakam van de femur aangetast (Fig.90), in zeldzame gevallen eveneens de mediale trochleakam. Het craniaal aspect van de intermediaire kam van de cochlea tibiae is de predilectieplaats in de sprong (Fig.91). De laterale taluskam en vooral de mediale malleolus zijn zelden aangetast. Ter hoogte van de kogels ziet men osteochondrotische letsels ter hoogte van de sagittaalkam van de metatarsus/metacarpus. Bijkomend is echografie aangewezen om de exacte lokalisatie van de fragmenten te bepalen en om geassocieerde kraakbeenletsels en kraakbeen fragmenten uit te sluiten (Fig.92).

Subchondrale beencysten kunnen zowel als ontwikkelingsstoornis als traumatisch ontstaan; ze kunnen voorkomen in elk gewricht. Radiografie is de beeldvormingsmethode voor de diagnose hiervan, hoewel de initiële radiografieën meestal falen in de detectie van deze letsels. Radiografisch is een radiolucente zone zichtbaar al dan niet in communicatie met het gewricht en omgeven door een sclerotische rand (Fig.93).

Osteoartrose is ook een zeer belangrijke gewrichtsaandoening bij het paard, welke radiografisch gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van articulaire nieuwbeenvorming. Een veel voorkomende vorm van osteoartrose bij het paard is spat. Spat manifesteert zich vooral ter hoogte van het distaal intertarsaal en tarsometatarsaal gewricht (Fig.94).

In het kader van hoefkatrol is de radiografi-



[Figuur 92.] A: Lateromediale radiografie van een kogelgewricht met een rond fragment gesuperponeerd op de sagittaal kam (pijl). Echografie werd uitgevoerd voor de exacte lokalisatie van het fragment. B: Op het dwarse echografiebeeld (lateraal is links) bevindt zich het fragment juist mediaal van de sagittaal kam (1). C: longitudinaal echografiebeeld (proximaal is links) van het fragment. 1= sagittaal kam; 2= mediale condyl van metacarpale III; 3= gewrichtskapsel; 4= strekpees.



[Figuur 93.] Lateromediale opname van de voet bij het paard met een subchondrale cys-te in het kroonbeen. Een ronde, radiolucente zone met een sclerotische rand is zichtbaar in de distale epifyse van het kroonbeen (cirkel). Het subchondraal bot is er tevens onderbroken, wat een verbinding met het hoefgewricht doet vermoeden.

sche beoordeling van het straalbeen in de voet zeer belangrijk. Een radiografisch gezond straalbeen vertoont een mooie demarcatie tussen medulla-compacta, scherpe aflijning van de distale onderrand en is symmetrisch. Echter, veel individuele (anatomische) radio-



[Figuur 94.] Lateromediale opname van de sprong bij het paard met spat. De gewrichtsinterlinie van het distaal intertarsaal gewricht (pijl) kan niet meer worden gedetecteerd, wat een beenderige ankylose van dit gewricht doet vermoeden.

grafische variaties zijn waarneembaar. Diepe al dan niet vervormde voedingskanalen, distale straalbeenfragmenten, alsook sclerose, zijn belangrijke significante radiografische bevindingen (Fig.95). Andere radiografische afwijkingen die ter hoogte van de ondervoet kunnen worden gevisualiseerd, betreffen onder andere fragmentatie ter hoogte van



[Figuur 95.] Dorsopalmar, dorsoproximale-palmarodistale 55° oblique opname van de voet bij het paard. Ter hoogte van de distale onderrand van het straalbeen is zowel lateraal als mediaal een fractuurbed met bijhorend fragment zichtbaar (cirkels). De distale voedingskanalen zijn tevens verwijd, maar nog steeds conisch van vorm. Ter hoogte van de proximale rand zijn een mediale en laterale spur (symmetrische enthesiofyten) te zien.



[Figuur 96.] Lateromediale opname van de voet bij een paard met een chronische laminitis met sinking en rotatie van het hoefbeen. Een radiolucente lijn (pijl) is zichtbaar in de dorsale hoefwand tengevolge van erge loslating van de lammellen. De tip van het hoefbeen perforereert bijna de zool. Barium contrast (pijl-punt) is aanwezig ter hoogte van de kroonrand, welke gebombeerd is.

de processus extensorius van het hoefbeen, verbening van de hoefkraakbeenderen en fragmenten ter hoogte van het kroongewricht. Ook bij paarden met klinische hoefbevangenheid geeft radiografie bijkomende informatie over de chroniciteit en ernst van de aandoening (Fig.96).

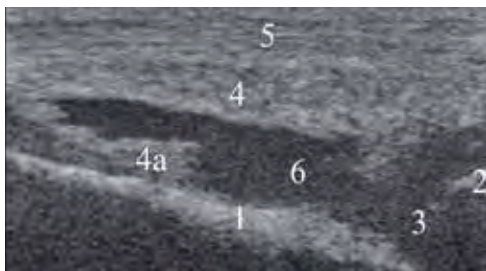
Bij wonden ter hoogte van de ledematen is het belangrijk om exact te bepalen welke struc-



[Figuur 97.] Schuine opname van de ondervoet van het rund met uitprojectie van de laterale teen. Er is lucht zichtbaar (pijlen) ter hoogte van zowel het laterale kogelgewricht zowel dorsaal als palmair, als de sesamschede van de laterale teen. Dit is een voorbeeld van een infectieuze artritis ten gevolge van wonden. Er is tevens een sterke weke delen zwelling aanwezig dorsaal en palmair van het kogelgewricht.

turen aangetast zijn. Radiografie kan letsels van het bot aantonen, maar kan eveneens een indicatie geven over eventuele aandoeningen van synoviale ruimtes door eventuele aanwezigheid van lucht. Uiteraard moet deze bevinding aangevuld worden met een punctie van het aangetast gewricht ter bevestiging. Gewrichtsinfecties met aantasting van het bot komen veel voor bij het rund (Fig.97).

Echografie is complementair aan radiografie en wordt gebruikt voor de beoordeling van de zachte weefsels rond de gewrichten. De diagnose van gewrichtsopzetting (Fig.98), aandoeningen aan gewrichtskapsel (capsulitis), collateraalbanden, meniscus, patella-band, strek- en buigpezen (tendinitis) kan



[Figuur 98.] Longitudinaal echobeeld van het dorsale aspect van het kogelgewricht bij een paard met opzetting van dit gewricht (synovitis). 1= pijpbeen; 2= kootbeen; 3= gewrichtspeet; 4= dorsale gewrichtskapsel met synoviale flap (4a); 5= strekpees; 6= synoviaal vocht.

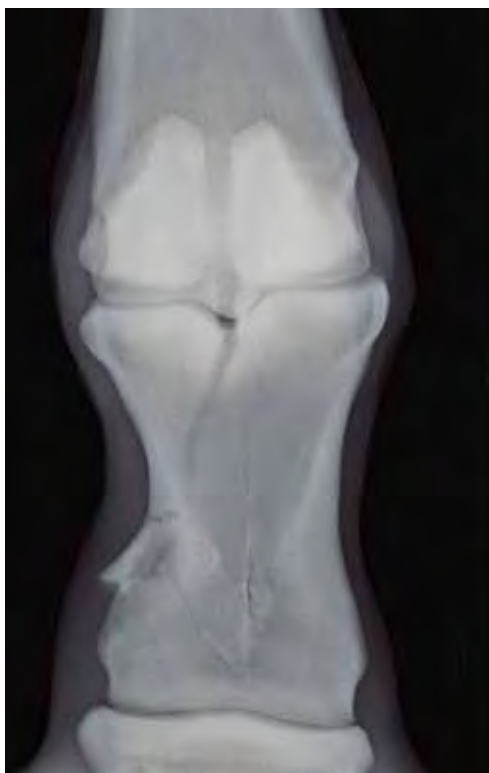


[Figuur 99.] Schuine (Palmarolateraal-Dorsosomediaal Oblique) opname van de metacarpus III en griffelbeentjes bij het paard. Op dit niveau zijn de weke delen palmair gezwollen. Een mooi afgelijnde, ronde sequester (pijl) is zichtbaar ter hoogte van het mid-body van het mediaal griffelbeentje, omgeven door een radiolucente zone (resorptie bot).

gebeuren door middel van echografie. In het kader van hoefkatrol is echografie van belang voor de diagnose van letsels in de weke delen rondom het bot.

Beenderen

Bij een diepe wonde ter hoogte van de weke



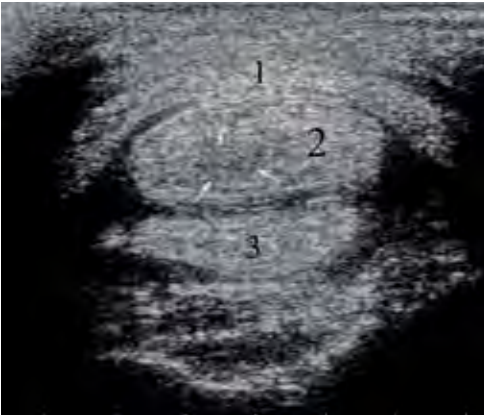
[Figuur 100.] Dorsopalmaire opname van het kogelgewricht bij het paard met een complexe fractuur van het kootbeen.

delen is vaak ook het onderliggende bot aangetast. Eventuele beenderige afwijkingen zoals nieuwbeenvorming, sekwester (Fig. 99) of een fractuur (Fig. 100) kunnen met behulp van radiografie worden in beeld gebracht.

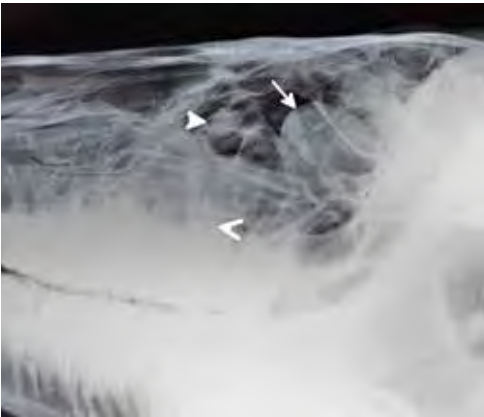
Bij fracturen van het bot kan de richting, lokaliteit, aard (enkelvoudig of multiple, intra- of extra-articulair) en complexiteit (botfragmenten al of niet verplaatst) door middel van standaard en complementaire radiografische opnames worden beoordeeld. Uiteraard geeft in dergelijke gevallen computer tomografie meer informatie.

Pezen en spieren

Echografie is een belangrijk diagnostisch middel in de paardengeneeskunde en is de techniek voor de beoordeling van de pezen en spieren bij het paard. Een peesblessure hoeft niet altijd samen te gaan met een zwelling van de pees en kan zowel aan het voorbeen als het achterbeen voorkomen. Echografisch



[Figuur 101.] Transversale, palmaire echografische benadering van de kootholte bij het paard. Een hetero-echogene, hypo-echogene zone (pijlen) is zichtbaar in de diepe buiger op dit niveau. De diepe buiger is nog mooi afgelijnd en niet verzwaard. Dit is een voorbeeld van een subacute tendinitis van de diepe buiger, waarvan het letsel zich reeds begint op te vullen met littekenweefsel (start helingsproces). 1= oppervlakkige buiger; 2=diepe buiger; 3= rechte sesamsligament.



[Figuur 102.] Laterale opname van het hoofd van het paard. Het rostroventraal aspect van de sinussen vertoont een toegenomen opaciteit, geassocieerd met enkele vloeistofniveaus (open pijnhoofd). Ter hoogte van het ethmoid (pijl) en de neus (volle pijlpunt) is een scherp omschreven weke delen opaciteit aanwezig (pijl). Deze bevindingen passen in het kader van een ethmoidhematoom ter hoogte van de sinussen en een myxoma ter hoogte van de neus.

onderzoek laat ons toe te bepalen welke pees of zezen aangetast is/zijn en kan de ernst en de mate van de blessure vaststellen. De vezelstructuur, grootte, vorm, echogeniciteit (grijswaarde van een weefsel afhankelijk van de hoeveelheid teruggekaatste golven), de aflijning van de pees en de betrokkenheid van omliggende weefsels kan beoordeeld worden met echografie (Fig.101). Tevens kan aangetoond worden of een letsel acuut of chronisch is. Door middel van controle echografie kan ook de mate van herstel worden vastgesteld en kan op basis daarvan het revalidatieschema bepaald of aangepast worden. Het is aan te raden naast het kreupele been ook het gezonde been te scannen om de zezen te vergelijken.

Radiografie van het axiaal skelet

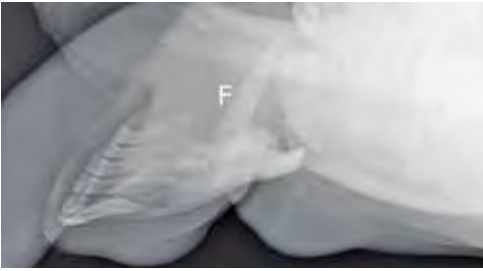
Hoofd

Veelal gebeurt radiografisch onderzoek in aansluiting met endoscopie. Radiografie kan waardevolle informatie verschaffen over de eventuele aanwezigheid van vocht of massa's ter hoogte van de paranasale sinussen, aanwezigheid van massa's in de neus, uitzicht van de tandwortels en eventuele fracturen van de schedelbeenderen (Fig.102). Standaard radiografisch onderzoek van de schedel omvat 3 opnames: een laterale opname en 2 schuine opnames (Links Ventraal - Rechts Dorsaal Oblique en Rechts Ventraal - Links Dorsaal Oblique), eventueel aangevuld met een dorsoventrale opname. De schedel heeft echter een complexe anatomie waardoor interpretatie van de beelden niet altijd evident is. Vaak wordt het radiografisch onderzoek uitgebreid met een computer tomografisch onderzoek voor exactere beoordeling van de letsels. Echografie kan gebruikt worden voor onderzoek van zachte zwellingen van de schedel. Met gebruik van lage frequenties (2,5-5 MHz) kan doorheen dunne botstructuren gescand worden.

Bij het rund worden zelden radiografische opnames gemaakt van het hoofd; vooral onderzoek van sinussen en fracturen (Fig.103) vormen een indicatie.

Hals

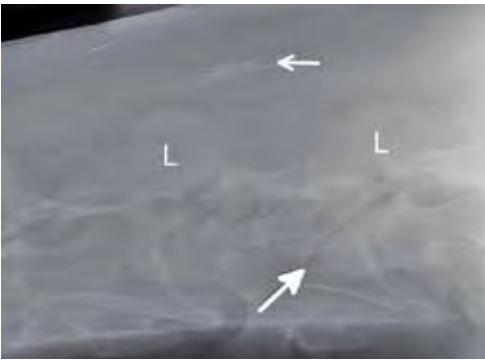
Indicaties voor radiografie van de hals zijn pijnlijkheid en stijfheid van de hals en ataxie. Volledig radiografisch onderzoek van de hals



[Figuur 103.] Schuine opname van de mandibula van een rund. Beide rami van de mandibula zijn afgebroken, het rostraal fragment met snijtanden vertoont een rostroventrale angulatie. Er is een extra fragment (F) zichtbaar boven de fractuurhaard. Dit is een acute fractuur van de mandibula.



[Figuur 105.] Laterale opname, myelogram, van de caudale halsregio van een ezel. Een dorsale en ventrale contrastkolom omgeven het ruggenmerg. T.h.v. de overgang C6-C7 is er een significante vernauwing van zowel de dorsale als ventrale contrastkolom (pijlen). Deze patiënt vertoonde tekenen van arthrose van de facetgewrichten tussen C6-C7.



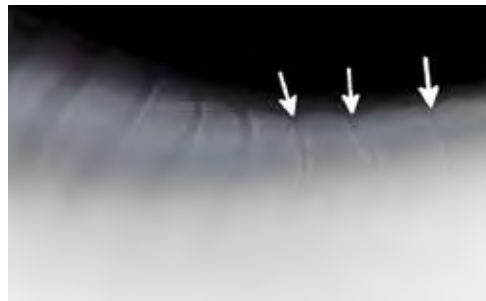
[Figuur 104.] Links Ventraal-Rechts Dorsaal Oblique opname van de mid cervicale regio van een paard. Op deze opname ziet men de gewrichtsinterlinie van het rechter facetgewricht uitprojecteerd (volle pijl). Men ziet enkel de randen van de linker facetgewrichten (L). Er is een mineralisatie zichtbaar t.h.v. de weke delen (open pijl).

omvat laterale opnames vanaf de schedelbasis t.e.m. de eerste thoracale wervel. Vooral het caudaal deel van de hals kan moeilijk in beeld te brengen zijn bij sterk gespierde dieren. Bij twijfel kunnen van het craniaal deel van de hals dorsoventrale opnames gemaakt worden. Bij aandoeningen van de facetgewrichten kunnen hiervan schuin projecties (Links Ventraal - Rechts Dorsaal Oblique) en Rechts Ventraal - Links Dorsaal Oblique) aangewezen zijn (Fig.104). Voor exactere beoordeling van het ruggenmerg kan een myelogram uitgevoerd worden (Fig.105). Hiervoor wordt

het dier onder algemene anesthesie gebracht; joodhoudend contrastmiddel wordt t.h.v. de atlanto-occipitale ruimte in de subarachnoidale ruimte (cisterna magna) ingespoten en de radiografieën worden opnieuw genomen, eventueel aangevuld met radiografieën met de hals in flexie en extensie. Vooral bij vertebrale instabiliteit wordt het letsel pas zichtbaar na sterke flexie en extensie van de hals.

Thoraco-lumbale regio

De spinaaluitsteeksels van de thoracale en lumbale wervels kunnen in beeld gebracht



[Figuur 106.] Laterale opnames van de thoracale wervels. De ruimte tussen de spinaaluitsteeksels is sterk vernauwd, de aanpalende botoppervlakken vertonen radiolucente zones met aanpalende sclerotische zones (pijlen). Deze bevindingen komen overeen met kissing spines.



[Figuur 107.] Radiografisch beeld van traumatische reticuloperitonitis bij een rund. Zand in de reticulaire cups laat een identificatie van de mucosale rand van de netmaag toe (volle pijn). Een magneet is dwars zichtbaar (open pijn). 1 grote nagel is zichtbaar (volle pijn). Aan de onderkant hiervan is een met gas gevulde pocket zichtbaar, indicatief voor een abces op dat niveau (open pijnpunt).

worden met radiografie, vaak ter onderzoek op de aanwezigheid van 'kissing spines' (Fig.106). De wervellichamen vergen een RX-stralenbundel met hogere intensiteit, vooral t.h.v. de lumbale regio: de wervellichamen t.h.v. de thoracale regio zijn bedekt door de luchthoudende longen, terwijl de lumbale wervellichamen bedekt worden met een dikke musculatuur. Door het gebruik van filters kunnen met één belichting zowel de spinaal-uitsteeksels als de wervellichamen in beeld gebracht worden. Uiteraard kunnen van deze regio enkel laterale opnames gemaakt worden. Runderen worden sporadisch aangeboden voor onderzoek van de thoracale en lumbale regio. Bij zwaar bespierde dieren is dit vaak onmogelijk. Incoördinatie vormt een indicatie voor radiografisch onderzoek van deze regio. Met radiografie kunnen tumoren, fracturen en osteomyelitis van de wervels gediagnosticeerd worden.

Myelografie van de thoracale en lumbale regio is eveneens mogelijk.

Met echografie kunnen de weke delen rondom de wervels en de facetgewrichten beoordeeld worden.

Beeldvorming van het abdomen

Radiografie van het abdomen wordt tegen-

woordig relatief zelden uitgevoerd omwille van de grootte van het dier, de nood aan een radiografie toestel met hoge capaciteit en de relatief lage diagnostische informatie van de radiografie in vergelijking met echografie. Enkel bij meer specifieke aandoeningen wordt abdominale radiografie nog gebruikt: traumatische reticuloperitonitis of -pericarditis bij het rund ter controle van vreemde voorwerpen of abscessen (Fig. 107), contraststudie van de oesophagus, etc.

Tegenwoordig biedt echografie een volwaardig alternatief voor de evaluatie van abdominale structuren. Hiermee dient er wel rekening gehouden te worden met het verschil in anatomie tussen het rund en paard.

Echografisch onderzoek van het abdomen wordt bij paard en rund zowel transcutaan als transrectaal uitgevoerd en beide technieken vullen elkaar aan.

Wanneer een groot gebied gescand wordt bij de grote huisdieren (bv. thorax of abdomen) dan verkiest men vaak om enkel alcohol te gebruiken om contact met de huid te maken. De ongeschoren huid wordt dan doordrenkt met alcohol waarna men onmiddellijk kan starten met het onderzoek. Voorwaarde is wel dat de probe beschermd wordt tegen de invloed van alcohol door middel van bv. een 'vingerling' of de vinger van een latex handschoen (zorg dat er een beetje gel tussen probe en bescherming zit, en zeker geen lucht!). Deze techniek is zeer handig maar lukt best met een probe met een kleine 'footprint', dus een klein contact oppervlak, zoals een sector, microconvexe, phased array probe. Het grote contact oppervlak van een lineaire of convexe probe maakt deze techniek veel moeilijker en vereist meestal scheren van de huid.

Nieren

Bij het paard bevinden de linker en rechter nier zich in de flank, respectievelijk t.h.v. de 16e tot 18e en 14e tot 17e intercostaal ruimte (ICR). De linker nier ligt mediaal van de milt terwijl de rechter nier tegen de buikwand ligt. Elke nier is ongeveer 13-20 cm lang, 11-18 cm breed en een 5-6 cm dik. Beide nieren kunnen transcutaan gezien worden, enkel de linker transrectaal. Bij het rund ligt de rechter nier ter hoogte van de laatste ICR en net achter de laatste rib. De linker nier kan bij



[Figuur 108.] Chronische nierinsufficiëntie van de rechter nier (pijlpunten) bij een paard met aanwezigheid van een niersteen (witte pijl) die een sterke akoestische schaduw veroorzaakt. Aangezien de echogolven niet doorheen de niersteen penetreren ziet men de niersteen als een gebogen, halvemaanvormige structuur en niet als een ronde structuur. Het nierbekken bevat een kleine hoeveelheid urine (asterisk). Beeld genomen met een 2.5 MHz transducer, 20 cm penetratie. Rechts is dorsaal.

jonge en magere dieren transcutaan vanuit de rechter flank onderzocht worden. Bij zware, volwassen dieren kan de linker nier enkel rectaal onderzocht worden.

De nier moet zowel in lengte als in de dwarse richting gescand worden. Een normale nier heeft een hyperechogeen dun kapsel, een hypo-echogene cortex die ongeveer een 2-tal cm dik is en een nog minder echogene medulla. In het centrum van de nier vinden we het echogenere nierbekken. De ureter is onder normale omstandigheden gecollabeerd en nauwelijks te zien terwijl de bloedvaten (vnl. vene) duidelijk zichtbaar zijn.

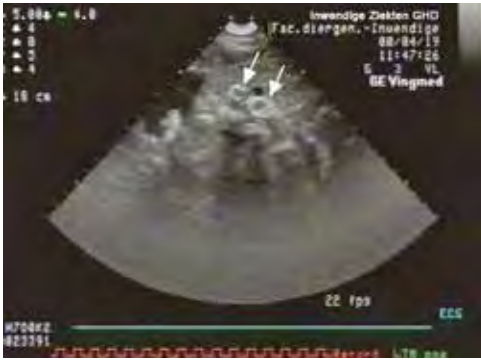
Door middel van rectale echografie kan bij het paard de linker bijnier in beeld gebracht worden als een langwerpige structuur met een echogene medulla en een hypo-echogene cortex, die zich craniomediaal van de linker nier bevindt. De bijnier is ongeveer 6cm lang en 0,7 cm dik.

Door een acute nierinsufficiëntie kan de nier gezwollen zijn met een anechogener aspect. In vele gevallen echter zijn de afwijkingen te beperkt om echografisch gedetecteerd te kunnen worden. Bij chronische nierinsufficiëntie daarentegen wordt de nier kleiner

en echogener wat gemakkelijker vastgesteld wordt. De nier kan zelfs echogener worden dan de milt. Vaak treden er gelijktijdig hyperechogene spots in het nierbekken op met een zwakke tot sterke akoestische schaduw: deze worden veroorzaakt door aanwezigheid van sediment, gruis of nierstenen (Fig. 108). Sediment of steenvorming kan aanleiding geven tot obstructie van de urine afvoer via nierbekken of ureter waardoor hydronefrose of hydro-ureter kan ontstaan. Bij hydronefrose treedt er een anechogene dilatatie van het nierbekken op met compressie van medulla of zelfs cortex. In geval van hydro-ureter kan de ureter vaak van de nier hilus over een bepaalde afstand gevolgd worden als een echogene tubulaire structuur met een anechogeen lumen. Pyelonefritis veroorzaakt een hyperechogene inhoud in het nierbekken, met een zwakke tot sterke akoestische schaduw. Een nier abces, hematoom of tumor kan een hypo-echogeen tot echogeen en een homogeen tot heterogeen aspect hebben. Kleuren Doppler kan soms helpen om te differentiëren tussen tumor en abces of hematoom. In geval van een tumor is nierbiopsie en nauwkeurig onderzoek voor metastasen in lever, thorax en abdomen aangewezen.

Lever

De lever bij het paard kan zowel van links craniaal, van de 5e tot 9e ICR, als van rechts, van de 6e tot 16e ICR, in beeld gebracht worden. De lever bevindt zich net ventraal van longen en diafragma. Rechts reikt de lever tot tegen de craniale pool van de linker nier. Bij het rund is de lever enkel rechts te zien, maar wel over een groot gebied nl. van de 5e ICR tot laatste rib. Echografisch ziet de lever eruit als een homogene parenchymateuze structuur met veel vertakte bloedvaten. Bij het rund zijn er duidelijk meer bloedvaten dan bij het paard. De portale venen hebben een echogene wand terwijl de hepatische venen een anechogene wand hebben. De lever is iso- of hyper-echogeen ten opzichte van de nier en hypo-echogeen ten opzichte van de milt. De ventrale rand van de lever moet een scherpe punt vormen. Bij oudere paarden treedt een fysiologische atrofie van de rechter leverkwab op waardoor de lever rechts soms moeilijker in beeld kan gebracht worden. Ventraal en mediaal van de lever is bij het



[Figuur 109.] Door een hepatocellulair carcinoma van de lever bij een paard zijn multipiele hyperechogene massa's (pijlen) in het leverparenchym aanwezig. Beeld genomen in de rechter 15e ICR met een 5 MHz transducer op een diepte van 18cm. Rechts is dorsaal.

rund de galblaas te zien als een ovale anechogene structuur.

In geval van een acute hepatitis heeft de lever soms een hypo-echogener aspect. Bij chronische aandoeningen, fibrose en cholangiohepatitis wordt de lever echogener en worden de randen ronder. Galstenen en galgang concrementen zijn hyperechoeën met respectievelijk een sterke of zwakke akoestische schaduw. Ze bevinden zich in de galgangen die gedilateerd zijn. Galgangen zijn herkenbaar aan hun gekronkeld verloop, dit in tegenstelling tot het rechte verloop van bloedvaten. Het is echter vaak moeilijk om een onderscheid te maken tussen calcificaties in het leverparenchym en kleine, niet-obstructieve galstenen. Fibrotische galgangen als gevolg van distomatose bij runderen doen zich voor als hyperechogene gedilateerde, gekronkelde kanalen in het lever parenchym. Meestal is er een duidelijke akoestische schaduw aanwezig. Leverabscessen kunnen variëren van hypo- tot hyperechoeën en van homogeen tot heterogeen, met vaak een duidelijk kapsel. Bij runderen kunnen de abscessen soms erg subtiel zijn met een moeilijk zichtbare wand: in die gevallen moet vooral gelet worden op een zwakke akoestische schaduw achter het abces. Cysten, bv. door echinococcus, hebben een duidelijk kapsel en een anechogene inhoud. Slechts zelden kan 'echinococcus zand' gezien worden. Door leververvetting wordt de lever echogener van uitzicht met duidelijk



[Figuur 110.] Power Doppler onderzoek van een massa in de milt bij een paard toont centrale bloedvaten (oranje kleur), iets wat niet in een abces of hematoom gezien wordt. Beeld genomen met een 5 MHz transducer en een penetratie van 10 cm.

afgeronde randen. Vaak is de beeldkwaliteit minder goed aangezien er ook veel subcutaan vet aanwezig is. Bij lever congestie, bv. door rechter hart falen, zijn de bloedvaten gedilateerd en is de lever meer hypo-echogeen en vergroot. Bij Doppler echografie kan dan een typische heen en weer beweging van het bloed gezien worden. Vaak is er ascites aanwezig. Door chronische congestie treedt degeneratie en regeneratie op waardoor de lever een 'gewolkt' uitzicht krijgt. Dit mag niet verward worden met levertumoren waar het gewolkte aspect ook vaak aanwezig is. Levertumoren kunnen zowel hypo- als hyperechoeën (Fig.109) zijn en homogeen of heterogeen en zijn soms moeilijk te onderscheiden van abscessen. Doppler kan opnieuw nuttig zijn voor differentiatie tussen beide.

Milt

Het paard heeft een zeer grote milt die over een groot gebied in de linker flank kan teruggevonden worden: ongeveer van de 8^e tot 18^e ICR. Dorsaal grenst de milt aan de lumbaalspieren en aan het diafragma. De craniodorsale rand wordt door de longen overschaduwd. In het craniale abdomen ligt de milt meestal mediaal van de lever, occasioneel lateraal ervan. Aan de mediale kant grenst de milt aan de maag, de linker nier en het linker colon. Bij het rund is de milt veel kleiner en is enkel links net onder de aflijning van de longen te zien. Echografisch heeft de milt een homogeen,

echogeen aspect met slechts weinig vasculatuur. De miltvene, die zich mediaal ter hoogte van de hilus bevindt, kan bij het paard gevonden worden in de 10e tot 12e ICR en is een belangrijk oriënteringspunt voor het terugvinden van de maag.

De meest voorkomende pathologie ter hoogte van de milt is een tumor, met als belangrijkste een lymfosarcoma, melanoma en squameus cel carcinoma. Tumoren zijn hypo-echogeen tot echogeen en hebben een homogeen tot heterogeen aspect. Vaak is splenomegalie duidelijk op te merken of zijn er nodulaire verdikkingen ter hoogte van het milt kapsel. Een milt hematoom heeft initieel een hypo-echogeen tot matig echogeen aspect met een wervelende inhoud. In een later stadium ontstaan stolsels met een hogere echogeniteit. Een miltabces heeft vaak een vloeibare heterogene inhoud met hyperechogene spots. Doppler kan nuttig zijn om een abces of hematoom van een tumor te onderscheiden (Fig.110).

Gastro-intestinaal stelsel

Maag

Bij het paard is de maag gemakkelijk terug te vinden in de 9e tot 11e ICR, mediaal van de milt, dorsaal van de miltvene. Enkel de maagwand is te zien als een hyperechogene curvilineaire structuur met akoestische schaduw. De maag inhoud zelf is onder normale omstandigheden niet te zien. De dikte van de normale maagwand is ongeveer 4 mm maar kan tot 7.5 mm bedragen. De grootte van de maag is ongeveer 3-4 ICR en de maag ligt nergens tot tegen de buikwand.

Bij een maag dilatatie door impactie is de maag over meerdere ICR te zien en komt vaak tot tegen de buikwand te liggen. Maag dilatatie door gas veroorzaakt een akoestische schaduw of reverberatie. Bij een dilatatie door vocht, zoals bij reflux (Fig.111), kan men plots tot in de maag kijken en is de vloeibare inhoud wel te zien (heterogeen, matig echogeen). Typisch hierbij is dat er een horizontale lijn gevonden wordt die de overgang vormt van vloeistof ventraal naar gas dorsaal. Dorsaal van deze lijn treedt vaak een spiegelbeeld artefact op. Verdikking van de maagwand kan in sommige gevallen optreden door gastritis en ulceraties. De meest voorkomende tumor



[Figuur 111.] Bij een met reflux gevulde maag van een paard is er een echogene, horizontale lijn (pijlpunten) tussen vloeistof ventraal en gas dorsaal. Links in beeld is de milt (M) nog net te zien. Beeld genomen in de linker 12e ICR met een 2.5 MHz transducer op een diepte van 30 cm.

van de maag is het squameus cel carcinoma waarbij vaak een duidelijke hypo-echogene en heterogene verdikking van de maagwand optreedt. Vaak is er invasie van omliggende organen met ascites en/of pleurale effusie.

Bij het rund wordt vrijwel de gehele linker flank door de pens ingenomen en deze heeft een hyperechogene wand. De pensinhoud zelf kan meestal niet duidelijk gezien worden. De netmaag wordt ter hoogte van de ventrale thoraxwand van paramediaan links en in de mediaan lijn onderzocht, ongeveer van de 6e tot 9e ICR. De sonde wordt daarbij zo gehouden dat cranio-caudale doorsneden gemaakt worden. Normaal verschijnt de netmaag als een halfmaanvormige structuur met glad oppervlak. Wanneer gerelaxeerd is de netmaag dicht tegen het diafragma en het peritoneum gelegen. De verschillende lagen van de netmaagwand kunnen vaak moeilijk van elkaar onderscheiden worden. De netstructuur van de netmaag slijmvlies kan vaak geïdentificeerd worden. Door de sonde naar caudaal langs de linker ventrale buikwand te bewegen, kan men een deel van de voorste penszak, de ventrale penszak en de ruminoreticulaire groeve zichtbaar maken. Onder normale omstandigheden contraheert de netmaag 1 keer per minuut. De eerste contractie is over een afstand van 5-10 cm. Na een korte relaxatie treedt een 2e en sterkere contractie op over een afstand van ongeveer 15-20 cm, waarna de netmaag

Ketamine 10% pro inj.



Alfasan
GROUP OF COMPANIES



Alfasan

DIERGENEESMIDDELEN BV

Kuipersweg 9 3449 JA Woerden
Postbus 78 3440 AB Woerden

Tel: 0348 416945 Fax: 0348 483676

diergeneesmiddelen@alfasan.nl

www.alfasan.com



[Figuur 112.] De netmaag (witte pijlen) van deze koe is vergroeid met de buikwand (BW) en verschillende abscessen (pijlpunten) zijn zichtbaar. Beeld genomen met een 2.5MHz transducer; 12 cm penetratie. Rechts is craniaal en bovenaan in beeld is ventraal.



[Figuur 113.] Gedilateerde lebmaag met ventraal 'vaste' inhoud met akoestische schaduw, daarboven vloeistof en dorsaal gas. In de vloeistoffase zijn de mucosa plooien van de lebmaag te zien (zwarte pijlen). Een echogene lijn (witte pijlpunten) vormt de aftijning tussen vloeistof en gas. Door spiegelbeeld artefact lijkt het alsof er rechts van de echogene lijn ook vloeistof en mucosa plooien te zien zijn. Beeld genomen in de rechter 10e ICR met een 1.7 MHz probe met een penetratie van 22 cm. Rechts is dorsaal.

terug volledig relaxeert. De penetratiediepte van de sonde moet minimum 15 cm zijn, liefst meer dan 20 cm, om de netmaagbewegingen goed te kunnen visualiseren. De boekmaag wordt best in beeld gebracht rechts craniaal en ventraal, waar ze mediaal van de lever ligt. Enkel de wand is zichtbaar als een gebogen

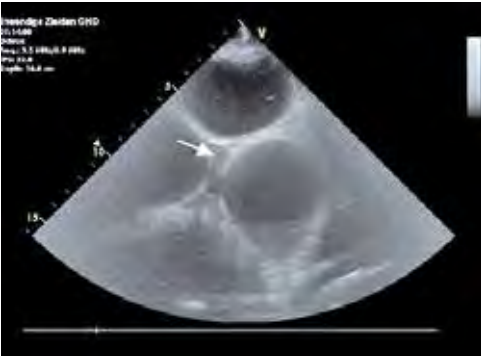
hyperechogene lijn; de inhoud is niet zichtbaar. De lebmaag ligt caudaal van het xiphoid zowel rechts als links van de mediaanlijn. De vloeibare inhoud van de lebmaag is meestal zichtbaar als een heterogene, licht echogene vloeistof met echogene stippeling. De typische lebmaagplooien zijn vaak zichtbaar en kunnen naargelang de lebmaaginhoud een echogeen of hypo-echogeen aspect hebben.

Veruit de meest voorkomende aandoening is reticuloperitonitis. Abscesvorming rond de netmaag (Fig.112) is te zien als echogeen vocht met hyperechogene stippeling of als een echogene massa omgeven door een echogeen kapsel. De netmaag is vaak met de buikwand vergroeid waardoor contracties afnemen in aantal en de beweging tijdens de contractie erg beperkt wordt. Een fibrine beleg op de netmaagwand is vaak aanwezig. In geval van lebmaag dilatatie is de gedilateerde lebmaag in de linker of rechter flank zichtbaar als een grote 'ballon' met ventraal akoestische schaduw en hypo-echogene vloeistof met echogene spikkeling, en dorsaal gas met reverberatie artefact (Fig.113). Ter hoogte van de vloeistof fase zijn de lebmaag plooien te herkennen. De overgang tussen vloeistof en gas fase is als een duidelijke, horizontale, echogene lijn te zien.

Dunne darmen

De dunne darmen hebben een variabele positie en zijn meestal gecollabeerd. Door periodieke contracties is er tijdelijke dilatatie voor passage van een heterogene echogene inhoud. De normale dunne darm heeft een wanddikte van ongeveer 3 tot 5 mm. Wanneer de darm gedilateerd is, is de dikte ongeveer 2-4 mm. Bij het volwassen paard zijn er onder normale omstandigheden nauwelijks dunne darmen te zien. Door vasten zijn dundarmen vaker op te merken en dan voornamelijk ter hoogte van de ventrale buikwand en in de linker flank. Bij het rund zijn dundarmen vooral zichtbaar in de rechter ventrale helft van de flank en in de 11e en 12e ICR. De wanddikte is 2-4 mm, het lumen bevat vaak vocht en heeft een diameter van 2-4 cm.

In geval van ileus of obstructie dilateren de dundarmen en worden minder motiel (Fig.114). Door de stase wordt de darminhoud geleidelijk anechogener en is vaak een ventraal echogener sediment zichtbaar. De wanddikte is meestal normaal. Wanneer er

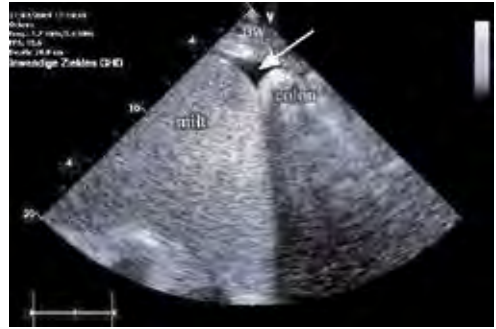


[Figuur 114.] Sterke opzetting van dunne darm lussen met een hypo-echogene inhoud bij een paard. Tussen de lussen is peritoneaal vocht zichtbaar (pijl). Beeld genomen in de linker lies met een 3.5 MHz probe op een diepte van 16 cm.



[Figuur 115.] Typhlitis bij het paard gaat gepaard met oedeem van de wand en van de mucosa plooien in het caecum (asterisk). Door de aanwezigheid van een vloeibare inhoud (witte pijl) kan men nu dwars doorheen het caecum kijken (zwarte pijl) en dus ook de verst afgelegen wand en mucosa plooien zien. Beeld genomen ter hoogte van de ventrale buikwand met een 2.5 MHz transducer op een diepte van 24 cm. Rechts is craniaal.

tevens een verdikking van de wand optreedt, gaat het meestal om een enteritis, strangulatie, obstructie, invaginatie, tumor, ... Bij enteritis is de darmwand hypo-echogeen soms met echogene gas echo's. Zowel hypo- als hypermotiliteit kunnen optreden. Strangulatie of obstructie leidt tot afwezige motiliteit, sterke dilatatie (rond, gespannen uitzicht) en wandverdikking. Vaak kunnen aangetaste en



[Figuur 116.] Door een verplaatsing van het linker colon in de milt-nier ruimte bij een paard is de dorsale rand van de milt naar mediaal gedruwd en is er een kleine hoeveelheid anechoogeen vocht (pijl) tussen colon, milt en buikwand (BW) zichtbaar. Beeld genomen in de linker dorsale flank met een 1.7 MHz probe op een diepte van 20 cm. Rechts is dorsaal.

niet aangetaste segmenten gezien worden en is er een toename van peritoneaal vocht. Ook in geval van Lawsonia infectie bij veulens is er een zichtbare verdikking van de dunne darmwand. Darminvaginatie is gekenmerkt door multipole ringvormige structuren in elkaar, het zogenaamde "bull's eye" patroon. De invaginatie is zwaarder dan de andere segmenten en wordt daarom eerder in de ventrale abdominale regio gezien. Een granulomateuze of tumorale infiltratie resulteert in een verdikte darmwand, vaak zonder duidelijke dilatatie van darmsegmenten.

Caecum en colon

Bij het paard vullen caecum en colon een zeer groot gedeelte van het abdomen. De basis van het caecum bevindt zich caudaal en dorsaal in de rechter flank. De rest van het caecum verloopt via caudaal in cranioventrale richting en de caecum top bevindt zich t.h.v. het xiphoid. Linker en rechter colon bevinden zich in link en rechter ventrale flank en in het ventrale abdomen. Door de haustrae hebben ze een gesacculeerd uitzicht. Zowel caecum als colon wand zijn hyperechogeen, hebben een wanddikte van 3-5 mm en veroorzaken een akoestische schaduw. De normale inhoud is dus niet te zien. Enkel bij het caecum is een vloeibare inhoud occasioneel waar te nemen. Colon en caecum zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden.

Bij het paard is de echografische diagnose van caecum invaginatie belangrijk omdat rectale diagnose soms niet mogelijk is. Bij een caecum-in-caecum invaginatie, is de oedemateuze caecum top zichtbaar in de rechter flank. Deze oedemateuze structuur is meestal onregelmatig van vorm, geplooid en met moeilijk herkenbare structuren. Een centraal bloedvat is vaak moeilijk herkenbaar. Bij een invaginatie van caecum-in-colon is het geïnvagineerde caecum meer naar ventraal en craniaal te volgen. Op overlangse doorsnede is de top van het caecum, omgeven door vloeibare darminhoud, te zien in het colon. Op dwarse doorsnede is een mooi 'multiple ring sign' te zien met een diameter van 10-15 cm en met centraal een bloedvat en eventueel een kleine hoeveelheid peritoneaal vocht. Aan de hand van deze karakteristieken kan meestal het type van invaginatie voorspeld worden. In geval van een caecum of colon impactie krijgt de darm een meer 'gestrekt', afgevlakt uitzicht. Impactie door zand veroorzaakt een hyperechogene inhoud, die niet altijd duidelijk waar te nemen is, met akoestische schaduw. Meconium obstipatie kan duidelijk in beeld gebracht worden. Ter hoogte van het rectum heeft het meconium een echogeen uitzicht, terwijl het in het colon descendens echogeen tot hypo-echogeen kan zijn. De grootte en het aantal van de meconium obstructies kan gemeten worden. Typhlitis en colitis veroorzaken oedeem van de darmwand die hypo-echogeen wordt (*Fig.115*). Vaak is er ook een vloeibare darminhoud waardoor tot in en doorheen de darm kan kijken en waarbij ook de verst afgelegen darmwand zichtbaar wordt. Aanwezigheid van mucosa plooien is typisch voor het caecum. Ook bij een torsie van het colon wordt de wand van het colon duidelijk oedemateus en hypo-echogeen van uitzicht en kan zelfs meerdere centimeters dik worden. In geval van verplaatsing van het linker colon in de milt-nier ruimte (*Fig.116*) is in de linker dorsale flank colon met akoestische schaduw of reverberatie zichtbaar, terwijl de linker nier niet in beeld kan gebracht worden. Kenmerkend is dat de dorsale rand van de milt naar mediaal geduwd wordt door het colon en dat er in deze overgang tussen buikwand, colon en milt een kleine hoeveelheid anecho-geen peritoneaal vocht gezien wordt. Indien

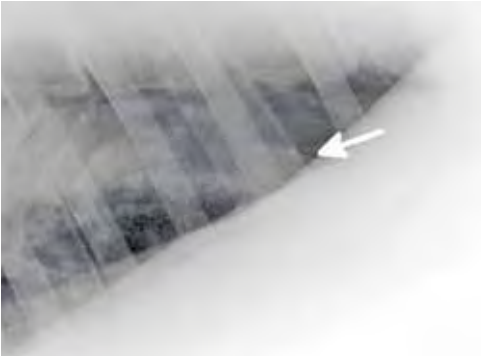
dit niet het geval is, gaat het vaak om tympanisch colon dat de milt en nier uit elkaar duwt waardoor de nier ook niet te zien is. Dit kan aanleiding geven tot een vals positieve diagnose. Occasioneel is het colon ter hoogte van de milt-nier band gecollabeerd waardoor de nier toch gezien kan worden wat kan aanleiding geven tot een vals negatieve diagnose. Bij het rund liggen caecum en colon in de rechter dorsale flank. Beide bevatten meestal gas en zijn te zien als hyperechogene gebogen structuren met reverberatie of akoestische schaduw. De spiraal vorm van het colon is gemakkelijk herkenbaar door de naast elkaar liggende echogene welvingen. Soms heeft het caecum een vloeibare, echogene inhoud. Tympanie van caecum of colon is zichtbaar als een toename van de diameter van deze structuren met een sterke reverberatie. Occasioneel wordt een caecum-in-colon of colon-in-colon invaginatie bij kalveren vastgesteld als een heterogene hypo-echogene tot echogene structuur waarbij het 'multiple ring sign' soms minder opvallend is.

Peritoneale holte

Aanwezigheid van vocht kan gemakkelijk vastgesteld worden. Het is belangrijk om niet enkel ventraal te controleren op vocht. Aangezien het abdomen 'vacuum' is, zullen zware structuren, zoals bv. gevuld colon, het vocht naar dorsaal verplaatsen. Transsudaat heeft een anecho-geen tot hypo-echogeen aspect. Toename van cellen en eiwit zullen gepaard gaan met een toename in echogeniteit. Bij peritonitis worden vaak hyperechogene partikels of gas echo's opgemerkt. Fibrine slierten en fibrine beleg op het oppervlak van organen wordt zichtbaar. In geval van fibrineuze peritonitis treedt er compartimentatie op waarbij het geheel een spinnenwebachtig uitzicht kan krijgen. Bij een hemoperitoneum heeft het vocht een rookachtig, wervelend uitzicht. Wanneer de bloeding zich organiseert, vormen zich meer echogene onregelmatige klonters ventraal met een meer hypo-echogeen vocht dorsaal. Uroperitoneum heeft een anecho-geen tot hypo-echogeen aspect. In geval van grote hoeveelheden vocht zullen organen, darmen, mesenterium, omentum,... gemakkelijk van elkaar onderscheiden kunnen worden omdat ze omgeven worden door het vocht. Een abdominaal abces kan zowel



[Figuur 117.] Normale thorax radiografie van een pony, vergezeld van een schematisch overzicht.



[Figuur 118.] Radiografisch beeld van een pneumothorax bij een paard. De dorsale rand van de long is duidelijk zichtbaar (witte pijl).

een vloeibare als meer vaste inhoud hebben, met een hypo-echoog tot echoog en een homogeen tot heterogeen aspect. Vaak zijn hyperechogene spots zichtbaar door necrose en gasbelletjes. Indien grotere hoeveelheden gas gevormd worden in het abces dan zal er ventraal vloeistof en dorsaal gas met reverberatie en akoestische schaduw te zien zijn. Tumoren hebben een variabel uitzicht en kunnen eveneens hypo-echoog tot echoog en homogeen tot heterogeen zijn. Doppler helpt soms om bloedvaten in een massa aan te tonen ter differentiatie met een abces.

Beeldvorming van de thorax

Onderzoek van hart en longen wordt meestal uitgevoerd na ademhalingsklachten of hartproblemen, in een enkel geval ter controle van metastasen.

Echografie en radiografie worden als complementaire methoden gebruikt. Met echografie is het mogelijk om de pleura en het longoppervlak te evalueren.

Voor letsels die dieper in het longparenchym

gelokaliseerd zijn, is radiografie de aangewezen techniek.

Radiografie van de thorax

Om diagnostische radiografieën van de longen te bekomen is het nodig om een korte belichtingstijd te gebruiken, om zo de bewegingsonscherpte door ademen te vermijden, en een hoge kilovoltage, om zo het contrast met de overliggende ribben te verminderen. De projecties bij de grote huisdieren worden genomen bij het staande dier. Doorgaans zijn drie of vier projecties voldoende voor een volledige screening van het zichtbare longveld. Helaas is het mogelijk dat subtielere letsels gemist worden met radiografieën. Het grootste nadeel bij volwassen dieren is dat, in tegenstelling tot de kleine huisdieren, enkel de rechts-links laterale opname mogelijk is. Hoewel het alternerend nemen van links-rechts en rechts-links van de zelfde plaats kan helpen in het beter lokaliseren van het letsel is dit toch niet zo diagnostisch als het nemen van een ventrodorsale opname. Bij zeer grote en zwaar gebouwde dieren is het soms zelfs onmogelijk om diagnostische radiografieën te bekomen. Een normaal radiografisch beeld van long en hart bij het paard uit zich in het aftekenen van de hartschaduw met hartbasis, caudale vena cava, aorta en pulmonaire bloedvaten (Fig.117). Afwijkingen van het normale patroon kunnen wijzen op pneumonie, abces, longbloeding, longoedeem, bronchitis, Recurrent Airway Obstructive en pneumothorax (Fig.118).

Echografie van de thorax

Pleurale holte en longen

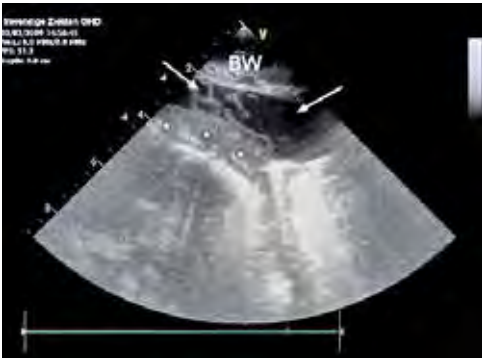
Onderzoek van de thorax gebeurt altijd bilateraal, over het hele gebied van de thorax. Het onderzoek start dorsaal en caudaal en eindigt craniaal en ventraal ter hoogte van de 3e ICR. Parallel met de ribben wordt elke ICR gescand van dorsaal naar ventraal. Craniaal wordt er zowel diep in de oksel als doorheen de tricepsspier gescand. Naar ventraal worden de longen onderzocht tot aan de overgang naar het abdomen of het hart. Het longoppervlak wordt best gescand met een 5 MHz probe (7,5 tot 10 voor jonge dieren). In geval van uitgebreide pathologie (pneumonie, pleurale effusie, neoplasie) is vaak een

2.5 – 3.5 MHz probe nodig. Vooral bij jonge of magere dieren is een probe met een kleine footprint nodig om in de smalle intercostale ruimtes toch voldoende contact met de huid te verkrijgen.

Normale bevindingen

Het normale longoppervlak – de viscerale pleura – is hyper-echoeën, vertoont een glijdend aspect synchroon met de ademhaling en produceert, door aanwezigheid van lucht, het typische reverberatie artefact wanneer er loodrecht op het longoppervlak gescand wordt. De sterke reflectie van lucht in de normale long verhindert dus dat er in het long-

vocht in de thorax is anechoeën in geval van transsudaat. Door toename van eiwit en cellen, zoals in het geval van gemodificeerd transsudaat of exsudaat krijgt het vocht een echogener aspect. Hyperechogene spikkeling in het vocht wijst op aanwezigheid van gasbelletjes zoals in geval van longperforatie (pneumothorax) of anaeroben infectie. Bij infectieuze processen zoals pleuritis of pleuropneumonie, is er vaak afzetting van een matig echogene fibrinelaag op de pleura en kunnen slierten van fibrine in het pleurale vocht gevonden worden. Door fibrineuze pleuritis worden multi-pele compartimentjes met vocht in de pleurale holte gevormd waardoor het geheel een spinnenwebachtig uitzicht krijgt. Bloed in de thorax (hemothorax) heeft een hypo-echoeën tot echogeen aspect waarbij een duidelijk ronddraaiende beweging van het vocht gezien wordt: dit wordt vaak beschreven als ‘rook’ of ‘mist’ in de thorax. Het gebied craniaal van het hart moet zorgvuldig onderzocht worden voor aanwezigheid van een abces of neoplasie (vb. lymfosarcoma).



[Figuur 119.] Een geval van pleuritis bij een kalf. Tussen de atelectatische long (asterix) en de buikwand (BW) is pleuraal vocht met fibrine strengen (pijlen) te zien. Beeld genomen met een 6 MHz probe op een diepte van 9 cm. Rechts op het scherm is dorsaal.

parenchym gekeken kan worden. Ventraal en craniaal in de thorax is soms een kleine hoeveelheid anechoeën pleuraal vocht aanwezig. Bij jonge dieren kan craniaal van het hart, de thymus gezien worden als een hypo-echogene tot echogene structuur waarin met Doppler bloedvaten kunnen gezien worden.

Pathologische bevindingen

Pleura

Bij pleurale effusie is er een toename van vocht in de thorax. Het vocht kan gecompartmenteerd zitten als een seroma of abces of kan vrij in de pleurale holte en dus rondom de longen aanwezig zijn (Fig.119). In dit laatste geval treedt er vaak longatelectase op. Het

Long

In zeer veel gevallen van longpathologie kunnen komeetstaart artefacten opgemerkt worden en deze zijn dan ook de meest voorkomende pulmonale afwijking bij echografie. Komeetstaart artefacten wijzen op aanwezigheid van vocht of celfiltratie in of rond de alveoli die zich ter hoogte van het long oppervlak bevinden. Dit artefact wordt onder andere gezien bij pneumonie, longtumoren, longfibrose, longoedeem,... In geval van atelectase of longconsolidatie door bv. pneumonie verdwijnt de lucht uit dat deel van de long en kan men plots tot in het longparenchym kijken. Long abscessen, bv. door *Rhodococcus equi*, maar ook sommige tumoren hebben een hypo-echoeën tot echogeen aspect, vaak afgelijnd door veel komeetstaart artefacten. Kleuren Doppler kan helpen om tussenbeide te differentiëren. Bij een pneumothorax is er lucht aanwezig dorsaal in de thorax wat ook een reverberatie artefact produceert. Op echografie ziet men dan dat de reverberatie dorsaal in de thorax geen glijdend aspect heeft terwijl dit meer naar ventraal wel het geval is. Daarenboven is er een geringe ‘trapvorming’ tussen long en lucht in de pleura.

Hart

Echocardiografie is de manier bij uitstek om de functie en morfologie van hart en grote bloedvaten te beoordelen. Infectieuze processen, zoals pericarditis en endocarditis, klepafwijkingen, cardiomyopathie, hartfalen en aangeboren afwijkingen kunnen met grote precisie vastgesteld worden. Daarenboven kan de impact op het individu en op de prestaties ingeschat worden. Registratie van een electrocardiogram en aanwenden van technieken zoals M-mode, spectraal Doppler en kleuren Doppler zijn essentieel. Nieuwe technieken zoals tissue Doppler, waarbij de beweging van het myocard d.m.v. Doppler gemeten wordt en speckle tracking, waarbij de myocard beweging softwarematig 'getracked' wordt, vinden reeds hun toepassing onder klinische omstandigheden en bieden nieuwe perspectieven.

Bij runderen vormt controle op infectieuze processen, aangeboren afwijkingen of cor pulmonale het belangrijkste doel van het hartonderzoek. Het hart is moeilijker in beeld te brengen dan bij het paard door de smallere ICR, de schuinere oriëntatie van het hart en de grotere bedekking door de long. Door de ligging dieper in de oksel wordt best de ipsilaterale voorpoot naar craniaal gefixeerd. Bij het paard wordt meestal een gedetailleerd en volledig onderzoek vereist. Het is hierbij erg belangrijk om gestandaardiseerd te werk te gaan en voor elk onderzoek alle standaard beelden en metingen uit te voeren. Er moet dus vermeden worden om enkel gefocust naar één bepaalde structuur te kijken.

Voor het manipuleren van de sonde in de intercostaal ruimte is een probe met een kleine 'footprint' aangewezen. Bij volwassen dieren wordt een 2.5-3.5 MHz probe gebruikt, bij jonge dieren een 5 (of 7.5) MHz probe. Het onderzoek kan gebeuren met enkel ethanol maar clippen en gebruik van echogel vergemakkelijken de procedure.

Het hart wordt zowel van links als rechts in de 3e tot 5e ICR onderzocht om standaard lange-as en korte-as opnames te verkrijgen. Exacte positie, oriëntatie en angulatie van de probe voor het verkrijgen van de standaard beelden werden uitvoerig in de literatuur beschreven. Hieronder wordt ingegaan op het hartonderzoek

bij het paard aangezien het onderzoek bij het rund gelijkaardig maar beperkter is.

Morfologie, structurele afwijkingen en dimensies

De vorm van het hart wordt enerzijds subjectief beoordeeld (gedilateerd, globoid, relatie linker en rechter hart,...) en anderzijds exact gemeten. Het gebruik van verhoudingen (bv. linker atrium ten opzichte van aorta) heeft als belangrijk voordeel dat ze minder afhankelijk zijn van de grootte van het dier. Aangeboren afwijkingen in de morfologie, zoals in geval van ventriculair septum defect, tetralogie van Fallot (Fig.120), of verworven afwijkingen, zoals in het geval van een aortocardiac fistula, worden opgespoord. Structurele afwijkingen in het myocard kunnen te zien zijn door bv. fibrose of mineralisatie (echogener aspect, soms akoestische schaduw) of een neoplastisch proces (hypo-echogeen tot echogeen aspect). Endocarditis geeft aanleiding tot onregelmatige, echogene verdikkingen die kunnen optreden t.h.v. de kleppen of het endocard.

De grootte van het rechter atrium en de rechter ventrikel wordt subjectief geschat omdat meting niet reproduceerbaar is. Dilatatie ontstaat door tricuspid regurgitatie,



[Figuur 120.] Een volwassen paard met een tetralogie van Fallot waarbij een overrijdende aorta (Ao), een defect (*) in het interventriculair septum (IVS) en rechter ventrikel hypertrofie (pijl) te zien zijn. Verder ziet men linker en rechter ventrikel (LV, RV), de gedilateerde arteria pulmonalis (AP) en het rechter atrium (RA). Beeld genomen met een 1.6 MHz probe en een penetratie van 30 cm. Rechts is dorsaal.



[Figuur 121.] Matig echogeen pericardiaal vocht (pijlen) bij een vijf weken oud kalf. Rechter atrium (RA), rechter ventrikel (RV) en aorta (Ao) zijn aangeduid. Beeld genomen met een 6 MHz transducer met een diepte van 13 cm. Rechts is dorsaal.

atriaal septum defect of aortocardiac fistula, of door een probleem 'stroomafwaarts' zoals pulmonalis klep insufficiëntie of stenose, pulmonale hypertensie door persisterende ductus arteriosus of een aortopulmonale fistel (Fries), erge long pathologie of linker hartfalen. In die gevallen is een dilatatie van de arteria pulmonalis zichtbaar. Rechter ventriculaire hypertrofie kan wijzen op een pulmonale hypertensie, een groot VSD, pulmonalis stenose en tetralogie van Fallot. Het is belangrijk om een hypovolemie te differentiëren van een hypertrofie. Bij hypovolemie zijn de interne diameters van het hart kleiner waardoor men foutief de indruk krijgt dat de wanddikte is toegenomen.

De grootte van de arteria pulmonalis wordt gemeten van links en van rechts uit en is afhankelijk van de druk en/of volume overload die veroorzaakt wordt door links-rechts shunt, longpathologie of linker hartfalen. De belangrijkste oorzaken van een links-rechts shunt zijn een VSD, tetralogie van Fallot, aortocardiac fistel en aortopulmonaire fistel.

Linker atriale dilatatie kan veroorzaakt worden door volume en/of druk overbelasting zoals bij een links-rechts shunt, mitralis klep insufficiëntie of stenose, aorta regurgitatie, cardiomyopathie of aritmie.

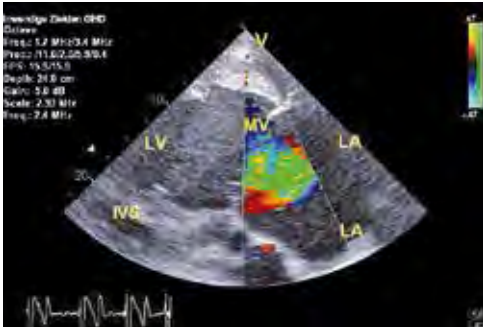
Linker ventriculaire wanddikte, interne diameters en oppervlakte tijdens systole en diastole laten toe om dilatatie, hypovolemie

en contractiele functie in te schatten. Linker ventriculaire dilatatie ontstaat door volume overload of door linker hartfalen als gevolg van mitralis insufficiëntie, aorta insufficiëntie, links-rechts shunt, cardiomyopathie of tachyarritmie.

Het interventriculaire septum moet nauwkeurig onderzocht worden op aanwezigheid van een membranous of musculair VSD. Het gebruik van Doppler is hiervoor aangewezen (zie verder).

De aorta klep vertoont relatief vaak zichtbare structurele afwijkingen en deze worden meer gezien met toenemende leeftijd. Vooral verdikkingen en klep prolaps treden frequent op en geven aanleiding tot klep insufficiëntie. Bij ernstige regurgitatie treedt linker ventriculaire dilatatie op en zal ook de aorta diameter in systole groter en in diastole kleiner zijn dan normaal. De sinus van valsalva wordt gecontroleerd op aneurysma vorming en op een aortocardiac fistula. Bij deze laatste treedt een ruptuur van de sinus op die zich een weg baant naar rechter atrium, rechter ventrikel of in het interventriculaire septum. Een specifieke afwijking kan voorkomen ter hoogte van de aorta bij (volwassen) Friese paarden. Hierbij wordt occasioneel een ruptuur vastgesteld, dicht bij het ligamentum arteriosum. Deze ruptuur kan zich een weg banen tot in de arteria pulmonalis nl. met vorming van een aortopulmonale fistel. Van links uit kan de aortaruptuur en de fistelgang zelf tot in de pulmonalis in beeld gebracht worden en kan een turbulente flow met kleuren Doppler aangetoond worden.

Pericardiale effusie kan goed in beeld gebracht worden. Naargelang het eiwit en cel gehalte heeft het vocht een anechoogeen tot echogeen uitzicht (Fig.121). In geval van pericarditis is het vocht echogeen. Vooral bij runderen is er vaak gasvorming in het pericard waardoor duidelijke hyperechogene spots in de vloeistof gezien worden en vaak een gasfase met reverberatie dorsaal in het pericard. Fibrine beleg op het epicard heeft een echogeen tot hyperechogeen aspect. Het is belangrijk een onderscheid te maken tussen pleurale effusie en pericardiale effusie door het in beeld brengen van het pericard zelf.



[Figuur 122.] Door een insufficiëntie van de mitralis klep (MV) is tijdens de systole een jet van regurgitatie (groene kleur) te zien door lekkage van bloed van linker ventrikel (LV) naar linker atrium (LA). Het beeld werd genomen vanuit de linker oksel met een 1.7 MHz transducer met een penetratie van 24 cm. Rechts is dorsaal. (IVS: interventriculair septum).

Bloedstroom

De bloedstroom kan door middel van Doppler bekeken worden. Spectrale Doppler geeft het signaal grafisch weer terwijl kleuren Doppler een kleurcode gebruikt om de snelheid en richting van de bloedstroom boven op het 2D beeld weer te geven. Het beste resultaat wordt bekomen wanneer de echobundel zo parallel mogelijk met de bloedstroom gericht wordt.

De tricuspidalis klep wordt van rechts uit onderzocht. Milde tot matige tricuspidalis regurgitatie wordt frequent gevonden en heeft meestal weinig belang. Enkel in erge gevallen kunnen prestatie klachten optreden. Het meten van de piek snelheid van de bloedstroom tijdens systole laat toe om op een niet-invasieve manier de systolische druk in de pulmonalis arterie te meten.

De pulmonalis klep wordt van links en van rechts craniaal onderzocht. Geringe pulmonalis regurgitatie wordt frequent gezien en heeft geen klinisch belang. Erg regurgitatie kan aanleiding geven tot verminderde prestatie, wordt soms veroorzaakt door een klepafwijking, maar is meestal het gevolg van een pulmonale hypertensie.

De mitralis klep wordt van links uit onderzocht. Mitralis klep regurgitatie (Fig.122) wordt zeer frequent gezien. Kleine regurgitaties hebben geen klinisch belang. Ergere lekken kunnen traag progressief toenemen

en hebben wel een impact op de prestaties.

De aorta klep wordt zowel van links als van rechts uit onderzocht en de bevindingen kunnen sterk verschillen naargelang de richting van de 'jet'.

Een ventrikel septum defect kan gemakkelijk aangetoond worden met kleuren Doppler. Voor kleine musculaire defecten is het vaak nodig om het rechter ventrikel overal door middel van kleuren Doppler te screenen om een links-rechts shunt vast te stellen. Meten van de systolische piekflow bepaalt of het om een restrictief defect gaat of niet. Defecten met een diameter van minder dan 2.5 cm en een piek flow van meer dan 4 m/s hebben een relatief goede prognose, zelfs voor sport. Bij grotere defecten en een lagere piek snelheid is er meer bloed bijmenging en is de prognose gereserveerder.

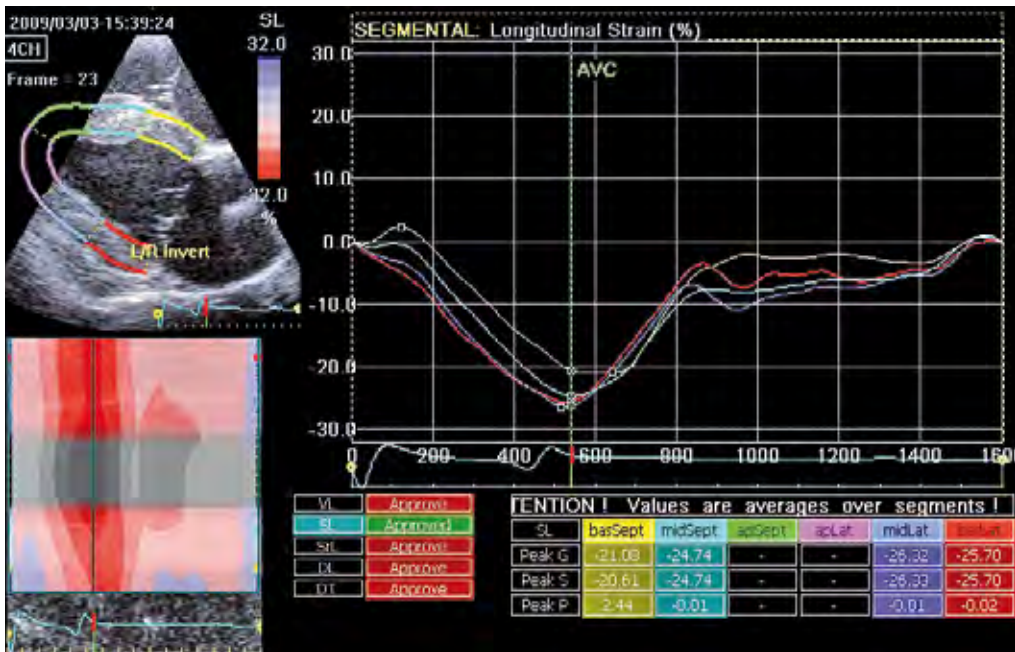
Ook voor de diagnose van een aortocardiale fistel, een persisterende ductus arteriosus en een aortopulmonale fistulatie (Fries) is kleuren Doppler onontbeerlijk.

Contractiele functie

De contractiele functie van het linker ventrikel, en ook het linker atrium, wordt ingeschat aan de hand van het verschil tussen de diastolische en systolische interne diameter met de berekening van de fractional shortening ($FS\% = \frac{\text{diastolische} - \text{systolische diameter}}{\text{diastolische diameter}} \cdot 100$).

Recent werden twee nieuwe technieken geïntroduceerd om de contractiele functie van myocard bij het paard beter in te schatten. Met tissue Doppler imaging wordt het myocard door middel van Doppler onderzocht om de beweging en snelheid te kwantificeren. Deze methode laat toe om het uitrekken of comprimeren van het myocard, wat 'strain' genoemd wordt, te kwantificeren. De graad en snelheid van uitrekken en comprimeren (strain en strain-rate) zijn parameters voor contractiele functie. Een tweede techniek is de 2D speckle tracking (Fig.123) waarbij verschillende punten in het myocard softwarematig gevolgd (tracking) worden tijdens de hartcyclus om strain en strain-rate te bepalen. Deze beide technieken laten een betere kwantificatie toe van de contractiele functie en dit zowel in radiale, longitudinale en circumferentiële richting.

In het recent verschenen Diergeneeskundig



[Figuur 123.] Door 2D speckle tracking van het linker ventrikel wordt de longitudinale strain (uitrekking of compressie), als parameter voor contractiele functie, per myocardi segment zowel grafisch, als in tabel weergegeven.

Memorandum dat handelt over cardiologie bij het paard zijn deze beeldvormingstechnieken ook beschreven.

Het aankooponderzoek

Het aankooponderzoek is een service die door de dierenarts aangeboden wordt aan een kandidaat koper of verkoper. Radiografie is een essentieel onderdeel van dit onderzoek. In België wordt er meestal een standaard set projecties van de extremiteiten genomen: lateromediale en dorso 55°(65°) proximaal - palmarodistaal oblique opnames van de voeten; lateromediale opnames van de kogels; lateromediale, dorsomedial - plantarolateraal oblique, dorsolateraal - plantaromediaal oblique en dorsoplantaire opnames van de sprongen en lateromediale opname van de knieën. Bij verkoop aan het buitenland worden er frequent extra projecties gevraagd, gaande van de vier projecties van de kogel tot radiografieën van de spinaaluitsteeksels en hals.

Gedurende het radiografisch onderzoek worden er frequent variaties gevonden die een belang kunnen hebben op de latere sport-

prestaties van het paard. Hier is een belangrijke rol weggelegd voor de dierenarts, die er verantwoordelijk voor is om het belang van deze variaties in te schatten, al dan niet met het latere gebruiksdoel in gedachten.

Door de toegenomen financiële en emotionele waarde van het paard is het aankooponderzoek veel belangrijker geworden. De verkoper of koper verwacht een zekere expertise van de dierenarts. Dit brengt met zich mee dat bij problemen op latere leeftijd zijn onderzoek zowel juridische als financiële gevolgen kan hebben. Daarom is het belangrijk om elk onderzoek uit te voeren volgens een gestandaardiseerd protocol en de bevindingen vast te leggen in een verslag.

Conclusie

Röntgenonderzoek en echografie zijn belangrijke diagnostische technieken bij paarden. Radiografie wordt hoofdzakelijk gebruikt om botstructuren in beeld te brengen, waarbij het zelfs kleine structuren in beeld kan brengen. Echter ook voor bepaalde 'weke delen' structuren zoals het abdomen of de thorax bij het paard, is radiografie een zinvolle eer-

Uw nieuwe aanspreekpartner voor diergeneeskundige informatietechnologie in Nederland

Geïntegreerd praktijkmanagement, digitale beeldverwerking en digitale röntgen: advies, installatie en service – alles onder een noemer.



Vanaf nu hebben Nederlandse dierenartspraktijken en dierenklinieken een nieuwe aanspreekpartner wat betreft oplossingen aangaande IT-problemen: VetZ BV. De nieuw opgerichte dochteronderneming van de Duitse VetZ GmbH in Sliedrecht begeleidt dierenartsen en managers betrouwbaar en competent wat betreft praktijkmanagement, digitale beeldverwerking en digitale röntgen. Van concept tot toepassing.

Al meer dan 15 jaar behoort VetZ tot de leidende aanbieders van informatietechnologieën in de diergeneeskunde. Wat in 1990 als idee begon, is vandaag de dag een van de succesvolste en meest toonaangevende concepten in de diergeneeskunde: efficiënt praktijkmanagement, digitale beeldverwerking, digitale röntgen, innovatieve webtoepassingen en vakkundig advies. Alles in een. Perfect met elkaar verbonden.

VetZ begeleidt dierenartspraktijken, dierenklinieken en hoge scholen in heel Europa. Met Johan Richard van Dongen, directeur van de nieuwe VetZ BV, nu ook in Nederland. Als zoon van een dierenarts en praktijkmanager kent hij de behoeften van de Nederlandse dierenartsen uit eigen ervaring en hij weet precies waar het om draait: „Wat mij het meeste aanspreekt in VetZ is het professionele niveau en de uiterste precisie waarmee gewerkt wordt. De hoge mate van toewijding van het team achter VetZ aan het bedrijf en haar producten, vormt elke dag weer een inspiratiebron.

De naadloze integratie van al de diagnostische apparatuur in de dierenkliniek, van digitale röntgensystemen tot bloedcomputers en van echo tot endoscoop, is zeer indrukwekkend en geeft een unieke ervaring.

Niet tevreden zijn met 'goed genoeg', maar verder ontwikkelen tot een perfect product en de bijbehorende perfecte service naar de klant, is het hoofdangspunt waarmee gewerkt wordt binnen VetZ."



Kom meer te weten over VetZ BV! Bel ons op wanneer u vragen heeft over onze producten of diensten of meer over geïntegreerd praktijkmanagement en geoptimaliseerde processen wilt weten! Wij verheugen ons op uw telefoontje!

ste screeningsmethode, waarna indien nodig verdere onderzoeken, zoals echografie, kunnen gebeuren welke deze structuren meer in detail kunnen weergeven. Echografie heeft ook bij het paard veel toepassingen. Zowel bij het kreupele paard als bij onderzoek van abdomen en thorax of weke delen elders in het lichaam betekent deze techniek een meerwaarde. Om een goed echografisch onderzoek te kunnen uitvoeren is gedetailleerde kennis van de anatomie van het te onderzoeken gebied belangrijk en dient men de techniek onder de knie te hebben. Echografie kan soms valse informatie geven doordat er zogenaamde artefacten ontstaan; de onderzoeker moet in staat zijn een onderscheid te maken tussen deze artefacten en echte letsels.

IV b2 Computer tomografie en magnetische resonantie

Introductie

Met Computer tomografie en Magnetische resonantie zijn in de diergeneeskunde nieuwe mogelijkheden om bij paarden een verscheidenheid aan aandoeningen beter te diagnosticeren. De gedetailleerde driedimensionale informatie die men verkrijgt met CT en MR is bij paarden een grote meerwaarde.

CT is zeer nuttig om neus-, sinus- en tand-aandoeningen, alsook om botletsels in de ledematen, aan te tonen. MR levert dan weer beelden met ongeëvenaard weke delen contrast en anatomische detail. Deze techniek is uitermate geschikt voor de evaluatie van zo-



[Figuur 124.] Een veulen gepositioneerd met het hoofd in de coil voor MR onderzoek van de hersenen.

wel hersenen (*Fig.124*) en schedel als pezen en ligamenten in de ondervoet.

Doorgaans worden paarden onderzocht met toestellen gebruikt voor de mens en is men gelimiteerd in de regio's die men bij paarden kan onderzoeken. Zo kan meestal de neus t.e.m. de 4de à 5de cervicale wervel onderzocht worden. Het been kan, afhankelijk van de grootte van het dier, vanaf de voet tot de carpus of tarsus onderzocht worden (*Fig.125*). Bij sommige CT toestellen kan ook de knie gescand worden. Ook zijn speciale tafels nodig die de grote gewichten kunnen dragen. Deze worden meestal over de normale patiëntentafel geschoven. Hoewel het CT onderzoek met recente multislice toestellen slechts een 10 tal minuten in beslag neemt, is algemene anesthesie noodzakelijk. Uiteraard is dit een beperkende factor bij paarden. In sommige klinieken wordt gewerkt met CT toestellen waarbij de patiënt onder sedatie kan blijven rechstaan.

MR onderzoeken bij paarden duren, net zoals bij de kleine huisdieren, vrij lang. Er bestaat ook wel een type MR toestel voor het staande paard, waarbij de ledematen vanaf distaal t.e.m. carpus-tarsus kunnen onderzocht worden bij het rechtstaande dier onder sedatie.

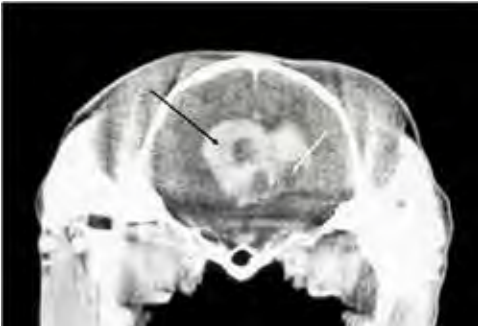
Het gebruik van CT en MR bij paarden levert een duidelijke meerwaarde tot de mogelijke behandeling en een verbetering van de prognose.

Hersenen, schedel en kaak

CT en MR zijn uitstekende hulpmiddelen bij de identificatie van schedelbreuken, intracraniale ruimte innemende letsels zoals tumoren (*Fig.126, 127*) en acute bloedingen. Zelfs bij intraveneuze contrasttoediening toont CT beperkte gevoeligheid bij het identificeren van inflammatoire aandoeningen en kleine parenchymale letsels in de hersenen. Net als bij de kleine huisdieren, is MR gevoeliger voor het aantonen van hersenletsels en is er een betere weke delen differentiatie. Letsels t.h.v. de schedel en fracturen (*Fig.128*) worden beter gezien op CT dan op MR. Met CT verkrijgt men dunnere sneden en is er de mogelijkheid om 3-dimensionale (3D) reconstructies te maken. Dit laatste is zeer nuttig bij fracturen t.h.v. de schedel, neus en kaak (*Fig.129*) omdat de uitbreiding



[Figuur 125.] Een paard gepositioneerd voor CT onderzoek van het hoofd. Het paard ligt op een speciale tafel die zijn gewicht kan dragen. Bij volwassen paarden is CT onderzoek van de neus t.e.m. de eerste 4 tot 5 cervicale wervels mogelijk.



[Figuur 126.] a: Transversale CT doorsnede van de hersenen van een paard na toediening IV contraststof. Een grote massa is aanwezig intraventriculair in beide laterale hersenventricels. De massa neemt duidelijk contraststof op en is hyperdens (zwarte pijl). Meerdere hypodense zones, necrose, zijn aanwezig (witte pijl). b: CT geleide biopsie name van deze massa, waarbij een arthroscopische cannule is ingebracht als geleider via een trepanatieopening in de schedel. Door de cannule (dikke zwarte pijl) is de biopsienaald geschoven tot in de massa en werd een biopsie genomen. Histologisch werd een plexus cholesteatoma bevestigd.

en het verloop van de fractuur zeer goed kunnen beoordeeld worden.

Indicaties CT en MR van hersenen, schedel en kaak:

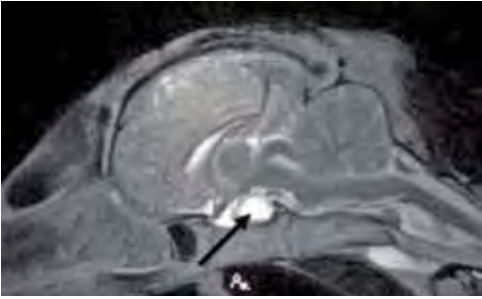
- Epilepsie/hoofdschudden
- Verdacht aangeboren afwijkingen.
- Verdacht voor hypofyse-afhankelijke hyperadrenocorticisme.
- Basisfenoid-basioccipitaal, bij verdenking van fracturen.
- Verdachte atlanto-occipitale en atlanto-axiale misvormingen.
- Otitis interna / media / externa.
- Pijn bij het openen van de mond of onwil

om te eten / kauwen.

- Verdacht van subluxatie / luxatie kaakgewricht
- Trauma.

Neus, sinus en tanden

CT wordt beschouwd als meer efficiënt dan radiografie voor het weergeven van de complexe anatomie van de neusholte en sinussen, aangezien superpositie van overliggende structuren met CT vermeden wordt. Misschien wel de beste toepassing van CT is het in beeld brengen van tanden, neus en sinussen van paarden. Om



[Figuur 127.] Sagittaal MR beeld (T2) van de hersenen van een veulen. Er is er hyperintensiteit (cysteus proces) t.h.v. de hypofyse (zwarte pijl).



[Figuur: 128.] Transversaal CT beeld t.h.v. de schedel van een veulen. Er is een fractuur zichtbaar t.h.v. de groeiplaat van het basisfenoid. Intracraniaal op niveau van de fractuurlijn is een kleine zone van lucht aanwezig (grijze pijlpunt).

tandheelkundige afwijkingen nauwkeurig te detecteren, moeten de individuele tanden en hun relatie tot elkaar zorgvuldig worden geëvalueerd. Kennis van tandheelkundige anatomie en de groei van de tanden, met inbegrip van de wijzigingen in de tandheelkundige anatomie in verband met de ontwikkeling en uitgroei, is van het allergrootste belang. Een verscheidenheid van laesies kan voorkomen, zoals parodontitis, tandwortelabces en tumoren, uitgaande van de tanden (Fig.130). Infecties van de tand-

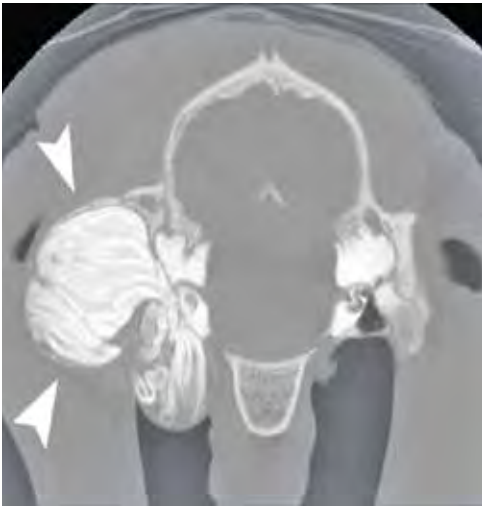
wortels (Fig.131) variëren in hun uiterlijk en zijn soms moeilijk te diagnostiseren en te lokaliseren op röntgenfoto's. Afhankelijk van de ernst van de tandheelkundige ziekte, kan een operatie nodig zijn en is computertomografie nuttig om de mate van laesies (1 of meerdere tanden) te bepalen, en de mogelijke betrokkenheid van de omliggende structuren, zoals de sinussen, de neusholte, nasofarynx of retrobulbaire gebied in geval van maxillaire tandabcessen. CT kan ook postoperatief nuttig zijn wanneer een hardnekkige infectie aanwezig blijft en het belangrijk is om uit te sluiten of er bijvoorbeeld nog tandwortelfragmenten aanwezig zijn na extractie (Fig.132). Computertomografie geeft zeer gedetailleerde informatie over de uitbreiding en mogelijke oorzaak van sinusitis, de locatie en de omvang van paranasale sinus massa's en sinus cysten (Fig.133) en de eventuele betrokkenheid van tanden of de schedelbeenderen, wat vaak niet zichtbaar is op radiografie.

CT kan niet bepalen of een letsel kwaadaardig of goedaardig is. Een biopsie van het abnormale weefsel is nodig om het celtype van een laesie vast te stellen. Echter, de volgende bevindingen zijn verdacht voor een neoplastische proces: slecht afgelijnde periostale reacties, lyse van de omliggende botten en nasale conchae, en neusseptum met een uitbreiding van het proces naar de contralaterale zijde of vanuit de neusholte in de hersenen of vice versa.

Ethmoid hematoma is een progressieve en lokaal destructieve aandoening, waarbij CT zeer nuttig is voor de beoordeling van de uitbreiding van het hematoom en evaluatie van de mate van aantasting van de omliggende structuren (Fig.134). Al deze structuren kunnen uiteraard ook zeer goed met MR onderzocht worden. Maar CT heeft als voordeel dat botstructuren zeer goed in beeld kunnen gebracht worden, wat een meerwaarde is in de neus- en sinusregio. Echter, details in de weke delen en differentiatie van massa's worden dan weer beter weergegeven met MR. Bij beide onderzoekstechnieken worden, ook bij paarden, intraveneuze contraststoffen toegediend die toelaten vascularisatie en uitbreiding van processen nog beter te beoordelen.



[Figuur 129.] A: Transversaal CT beeld van het hoofd van een paard. Ter hoogte van de linker en rechter mandibula is een fractuur zichtbaar met duidelijke onderbreking van de cortex (pijlpunten). B: Transversaal CT beeld meer naar caudaal dan A. Ook hier is duidelijk de onderbreking van de cortex (pijlpunten) zichtbaar. C: Dorsale reconstructie van de mandibula, waar duidelijk de fracturen (pijlpunten) en verplaatsing zichtbaar zijn. D: Drie dimensionale reconstructie, waarop het verloop van de bilaterale mandibulafractuur goed gevisualiseerd kan worden.



[Figuur 130.] Transversaal CT beeld van het hoofd van een paard, ter hoogte van het binnenoor. Unilateraal zijn er sterk radiodense structuren zichtbaar (pijlpunten), dit beeld is compatibel met ectopische tanden.

Indicaties CT en MR van neus, sinus en tanden:

- Neusvloei.
- Vochtophoping in de sinussen van onbekende oorsprong
- Verdacht tandwortelabces of tandfractuur



[Figuur 131.] Transversaal CT beeld t.h.v. de maxilla van een paard. Er is infundibulum necrose van de 4de premolaar (witte pijl) met verbrede tandwortel en destructie van de alveole (zwarte pijl). Er is tevens verdikte mucosa in de neus (pijlpunt) en sinusitis.

- die niet duidelijk zichtbaar zijn op röntgenfoto's.
- Fracturen, niet duidelijk zichtbaar op röntgenfoto's.



[Figuur 132.] Postoperatieve sagittale CT reconstructie van het hoofd van een paard. Bij extractie van M1 is er een tandfragment (zwarte pijl) aanwezig gebleven. Secundair is er sinusitis (witte pijl).

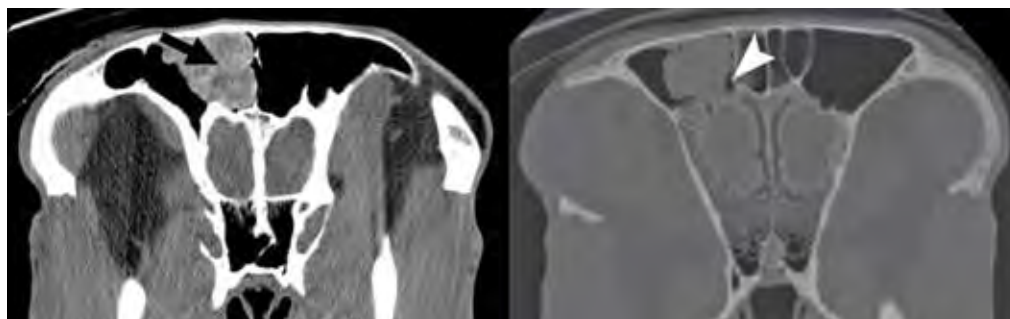
- Weke delen massa's van het zeefbeen, neuschelpen en sinussen die niet duidelijk te zien zijn op röntgenfoto's.
- Preoperatieve beoordeling van complexe fracturen met 3D-reconstructie
- Preoperatieve evaluatie voorafgaand aan chirurgische excisie van neoplastische processen.



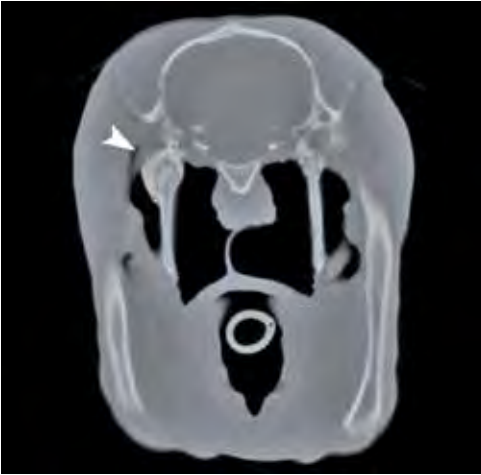
[Figuur 133.] Transversaal CT beeld t.h.v. de sinussen. Er zijn goed afgelijnde, met vocht gevulde compartimenten in de sinus cyste zichtbaar (zwarte pijl). Tevens is er verplaatsing van het neusseptum (witte pijl) door het ruimte-innemend karakter van de cyste.

Luchtzakken en keelstreek

Indien er indicaties voor zijn, kunnen de bot- en weke delen structuren in de luchtzakken en keelstreek met CT en MR onderzocht worden (Fig.135, 136).



[Fig. 134.] A: Transversaal CT beeld van het hoofd van een paard met een ethmoïdhematoom, waar ter hoogte van het caudale deel van de sinus frontalis, unilateraal, een weke delen densiteit zichtbaar is (*). B: Transversaal CT beeld op hetzelfde niveau als A, nu in een weke delen venster: Dit beeld toont het heterogeen aspect van de weke delen densiteit, een beeld compatibel met een hematoom. C: Transversaal CT beeld iets verder naar caudaal, waar duidelijk de relatie zichtbaar is tussen de weke delen densiteit en het ethmoïd.



[Figuur 135.] Dwars CT beeld t.h.v. de tongbeenderen bij een paard. Er is proliferatie van het temporohyoid gewricht en beenderige verdikking van het ceratohyoid en stylohyoid (witte pijlpunt). Dit is een beeld van temporohyoid osteoarthropathie.



[Figuur 136.] CT t.h.v. de luchtzakken bij een veulen na IV. contrasttoediening. Multipiele abscessen, waarvan de wand contrast opneemt, zijn aanwezig in de keelstreek. Dit veulen leed aan droes.

Indicaties CT en MR luchtzakken en keelstreek:

- Hoofdschudden
- Gezwollen keelregio waarbij de oorzaak niet duidelijk zichtbaar is op radiografie en echografie.
- Verdacht van empyeem, mycosen, of bloeding van de luchtzakken.
- Verdacht van fractuur of proliferatie van stylohyoid beenderen, die niet radiografisch te zien zijn.

Musculoskeletaal

CT en MR zijn essentieel geworden in de diagnostiek van kreupelheid. Mankende paarden worden eerst radiografisch of echografisch onderzocht. Soms zijn letsels complex en gelokaliseerd in de weke delen. Door het wegvallen van superpositie van overliggende delen en de mogelijkheid om, naast bot, ook de weke delen te zien, worden bij een aantal indicaties CT en MR uitgevoerd. Kleine botletsels, zoals cysten, fissuren en fragmenten worden zeer goed met CT aangetoond (Fig.137). Ook bij fracturen van de beenderen van de ondervoet heeft CT een meerwaarde. Het fractuurverloop en de oriëntatie, de aanwezigheid van fragmentjes en al dan niet intra-articulaire uitbreiding kunnen in detail bekeken worden. 3D reconstructies helpen bij fracturen om een ruimtelijk inzicht te krijgen (Fig.138). Al deze informatie is essentieel voor het bepalen van mogelijke behandeling, het stellen van een duidelijke prognose, het opstellen van een chirurgieplan en het beperken van complicaties tijdens de operatie. Met de meeste CT toestellen zijn de onderzoeken beperkt van de voet tot en met de carpus of tarsus. Toestellen met een grotere opening of "gantry" laten ook onderzoek van de knie toe.

Arthrografie is, ook bij paarden, een mogelijke toepassing met CT en wordt dan arthro-CT genoemd. Natieve CT in combinatie met arthro-CT brengen zowel de botstructuren als de weke delen in beeld. Het gewrichtskraakbeen, de ligamenten en het gewrichtskapsel kunnen beoordeeld worden (Fig.139).

Intra-arteriële contrast CT is een andere toepassing van CT met name om de weke delen in de voet beter te visualiseren. Hierbij wordt contrastmiddel geïnjecteerd in een slagader op het niveau van de radius/tibia door middel



[Figuur 137.] Links, dwars CT beeld en rechts sagittale reconstructie t.h.v. de carpus van een paard. Er is een fractuur (zwarte pijlen) van het os accessorium van de carpus. Beelden afkomstig van North Carolina State University, USA.



[Figuur 138.] CT van de ondervoet van een paard, links een dorsale reconstructie, rechts een 3-dimensionale reconstructie met avulsie van de aanhechting van het lateraal collateraal ligament op het hoefbeen. Beelden afkomstig van North Carolina State University, USA.

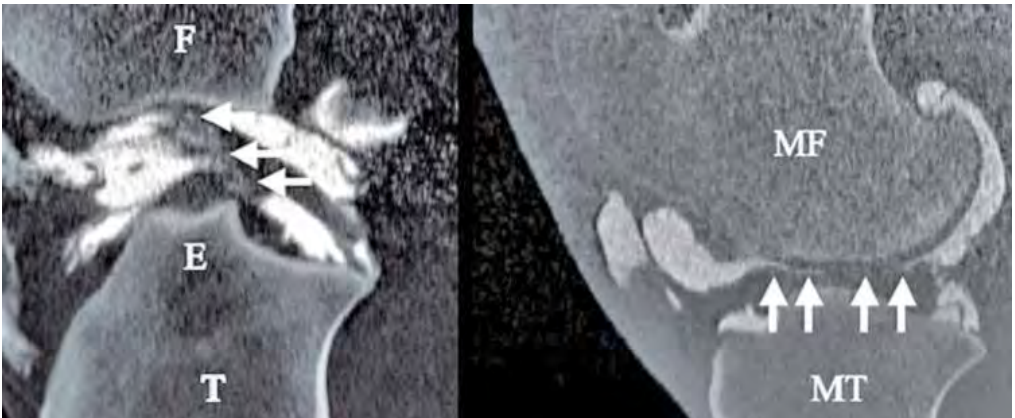
van een vooraf geplaatste intra-arteriële katheter. Contrast wordt tegelijkertijd geïnjecteerd als de CT-scan gebeurt en dit met behulp van een infusiepomp. Met deze techniek kunnen pezen en ligamenten in de voet, maar ook de oorsprong van de tussenpees (interosseus) en de kleine ligamentjes in de carpus en tarsus geëvalueerd worden (Fig.140).

MR is een meerwaarde bij diagnose van mankende paarden. Zeker in gevallen waar andere modaliteiten de oorzaak van de kreupelheid niet duidelijk aantonen. Dit geldt voor weke delen letsels rond de gewrichten van de ondervoet en voet en bij bepaalde toestellen ook van de knie. Het verloop en de oorsprong van de tussenpees (interosseus) en de kleine ligamentjes in de carpus en tarsus kunnen geëvalueerd worden.

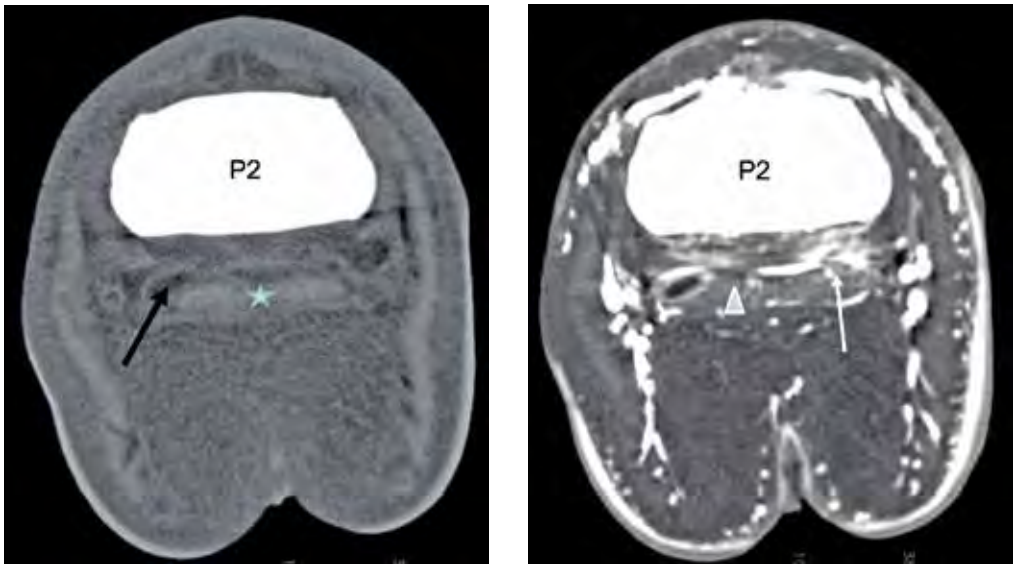
Afhankelijk van de veldsterkte van de magneet, zijn er verschillende types MR toestellen. Laagveld toestellen (low field) zijn meestal open toestellen en hebben een veldsterkte van minder dan 0.5 Tesla. Sinds enkele jaren is er een open low-field MR systeem beschikbaar, speciaal ontworpen om MR beelden te maken van de ondervoet van het staande paard. Een groot voordeel van dit type toestel is dat het paard niet onder algemene anesthesie moet gebracht worden en het onderzoek onder sedatie kan gebeuren (Fig.141).

Hoogveld toestellen (high field) hebben een magnetische veldsterkte van meer dan 1 Tesla en zijn gesloten systemen. Voor onderzoeken met deze MR toestellen moeten de paarden onder volledige anesthesie gebracht worden. Hoogveld toestellen geven beelden met een hogere resolutie, er kunnen dunnere sneden gemaakt worden en er is een kortere onderzoeksduur. Deze toestellen zijn erg duur in aankoop en onderhoud en dus minder beschikbaar in dierenklinieken.

Met MR zijn bij paarden het gewrichtskraakbeen, het gewrichtskapsel, de synovia, de pezen, ligamenten en botten en de bursa podotrochlearis goed zichtbaar (Fig.142). Het kraakbeen bij paarden is duidelijk dikker dan dat bij kleine huisdieren. Vandaar dat het kraakbeen bij paarden meestal met MR is te evalueren. De verschillende structuren in de hoof zijn afzonderlijk zichtbaar op MR



[Figuur 139.] Sagittale reconstructies van artro CT van de knie van een paard. Op het linker beeld is er contraststof ingespoten in het articulatio femorotibialis laterale (F: femur, E: eminentia van de tibia, T: tibia). Er is contraststof aanwezig in de caudale kruisband (witte pijlen), dit is suggestief voor een letsel in deze kruisband. Op de rechter reconstructie t.h.v. de mediale femur condyl (MF, MT: mediale condyl van de tibia) is er contraststof ingespoten in het articulatio femorotibialis medialis. Een lineair kraakbeendefect is aanwezig in het kraakbeen van de mediale femurcondyl (witte pijlen). Beelden afkomstig van Lingehoeve Dier-geneeskunde, NL.



[Figuur 140.] 2 dwarse CT beelden (links precontrast en rechts na intra-arteriële contraststoftoediening) t.h.v. de voet van een paard op het niveau net proximaal van het straalbeen. Mediaal is rechts en lateral is links, P2 is het kroonbeen. De asterisk verwijst naar de diepe buigpees en de zwarte pijl naar opzetting van de naviculaire bursa. Op het rechter beeld is er toegenomen contrastopname t.h.v. de dorsale rand van het mediaal deel van de buigpees (witte pijl) en is er verdikking van het lateraal deel van de pees (driehoek). Het gaat hier om tendinopathie van de diepe buigpees met gelocaliseerde scheur van het mediaal deel. Beeld afkomstig van Lingehoeve Diergeneeskunde, NL.



[Figuur 141.] Laagveld MR toestel, Hallmarq, voor het staande paard. MR van het onderbeen kan uitgevoerd worden bij het paard onder sedatie. Beeld afkomstig van Hallmarq, UK.



[Figuur 143.] Sagittale MR (STIR) van de voet van een paard. De witte pijl wijst naar een hyperintensiteit in het straalbeen. Dit is een cyste in het straalbeen die in verbinding staat met de flexorcortex. Dit beeld is van de Animal Scan Advanced Veterinary Imaging at North Carolina State University, USA.



[Figuur 142.] Sagittaal MR beeld (T2) van de voet van een paard. Dit is een beeld van flexor tendinopathie van de diepe buigpees, waarbij de pees onregelmatig is en een abnormaal signaal vertoont op het verloop tot aan het hoefbeen (witte pijl). Beeld van Animal Scan Advanced Veterinary Imaging at North Carolina State University, USA.

beelden en een betere diagnose en prognose van een letsel is mogelijk (Fig.143). Botoe-

deem kan alleen met MR waargenomen worden; hiervoor wordt een speciale sequentie gemaakt. Met MR kunnen ook letsels in de hoefkatrolregio gediagnosticeerd worden in het beginstadium vooraleer radiografische veranderingen zichtbaar zijn.

Indicaties CT musculoskeletaal:

- Verdacht voor subchondraal, corticaal of trabeculair botletsel niet duidelijk radiografisch aantoonbaar.
- Pre-operatieve beoordeling van complexe fracturen met 3D-reformatie.
- Botdichtheid evaluatie (stress remodeling).
- Pijn of plaatselijke kreupelheid waarbij een definitieve diagnose met andere diagnostische beeldvormende technieken niet mogelijk is.
- Verdacht voor weke delen letsels van de ondervoet die niet toegankelijk voor echografische evaluatie is.
- Verdacht voor gewrichtskraakbeenafwijkingen.

Indicaties MR musculoskeletaal:

- Bot-en weke delen letsels van de voet tot en met carpus/tarsussen, niet aantoonbaar met radiografie en echografie is.
- Verdacht voor subchondrale, corticale of trabeculair botletsels en kraakbeenletsels
- Pijn of plaatselijke kreupelheid waarbij een definitieve diagnose met andere diagnostische beeldvormende technieken niet mogelijk is.
- Omvang van gekende letsels bepalen, bv. bij steekwonden of straalbeenpathologie.

Nek en ruggenmerg

Afhankelijk van de grootte van het dier kan er CT of MR gebeuren van de eerste 4 tot 5 cervicale wervels (Fig.144). Bij kleine veulens en ponies kan soms de volledige wervelkolom of bij de reeds wat grotere veulens/ponies kan behalve de nek ook de lumbale wervelkolom en het bekken in beeld worden gebracht.

Indicaties voor CT en MR van de nekregio (en rug):

- Trauma.
- Verdacht voor subluxatie / luxatie.
- Fracturen.
- Osteomyelitis.
- Cervicale stenoserende myelopathie.
- Aangeboren afwijkingen

Thorax en abdomen

Door de beperkingen van de “gantry” opening van een CT toestel zijn thorax en abdomen studies beperkt voor veulens en kleine pony's. Mogelijke indicaties zijn letsels t.h.v. het mediast en de longen. In het abdomen kunnen de organen, eventuele retro-peritoneale en peritoneale pathologie gediagnosticeerd worden.

Conclusie

CT en MR zijn belangrijke beeldvormingstechnieken bij paarden. Zeker als een diagnose niet te stellen is met radiografie of echografie zijn beide onderzoeken een waardevol alternatief. Belangrijk is dat de onderzoeken uitgevoerd worden voor de juiste indicaties. Door de grootte van de patiënten is er een beperking van de lichaamsregio's die kunnen onderzocht worden. De meerwaarden en beperkingen van beide technieken zijn reeds herhaaldelijk besproken. Pathologieën aan het volledige hoofd en de ondervoet kunnen



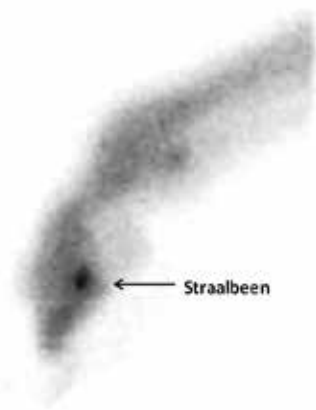
[Figuur 144.] Transversale CT van de 3de cervicale wervel van een 18 jaar oud paard. Er is duidelijke lyse van het wervellichaam (asterisk). In het wervellichaam zijn meerdere hypodense zones en er is corticale doorbraak (pijlpunt). Histologie toonde een hemangiosarcoma aan.

goed onderzocht worden met CT en MR.

Uiteraard moeten ook de kosten overwogen worden. CT is goedkoper en meer beschikbaar. MR systemen zijn minder beschikbaar en de kost van een MR onderzoek is hoger. Ook bij paarden vergt het uitvoeren van de onderzoeken, en zeker de interpretatie van de beelden, de nodige specifieke kennis.

IV b3 Nucleaire (functionele) beeldvorming

Een pionier in grote huisdieren scintigrafie was Professor Gottlieb Ueltschi, die in de jaren 70 hiermee begon. Sindsdien is deze techniek wereldwijd aanvaard als een belangrijke beeldvormingstechniek in vele paardenklinieken en centra. In theorie zijn dezelfde onderzoeken mogelijk als bij kleine huisdieren. De grootte van het dier beperkt echter de toepassingen. Tomografie en “total body” opnamen zijn niet mogelijk en door de veel hogere doses die men dient te gebruiken is de kostprijs van vele tracers een limitatie. Bij paarden wordt vooral de botscan toegepast, voor het opsporen van kreupelheden van onbekende oorsprong (Fig.145), om het klinische belang (activiteit) van letsels gevonden op structurele beeldvorming te evalueren, en om rug- en bekkenproblemen te onderzoeken.



[Figuur 145.] Scintigram van het achterbeen van een paard. Er is verhoogde capatatie ter hoogte van straalbeen aanwezig op de zijdelingse opname van de ondervoet. Radiografie wees podotrochleose van het straalbeen aan.

IV c BIJZONDERE DIEREN

Introductie

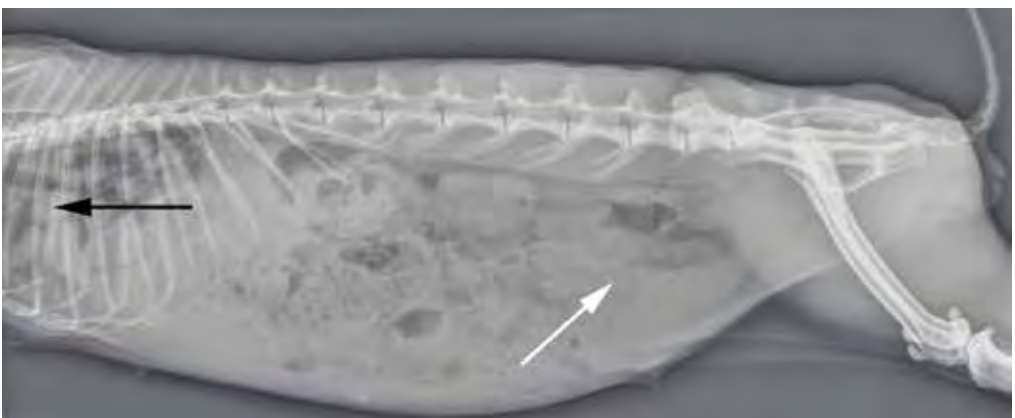
Bijzondere diersoorten worden de laatste jaren meer en meer als gezelschapsdier gehouden. Hierdoor worden ze ook frequenter aangeboden in de dierenartsenpraktijk en ook bijkomende onderzoeken als radiografie en andere medische beeldvormingstechnieken worden meer en meer uitgevoerd bij deze patiënten.



[Figuur 146.] Met behulp van verband wordt een schildpad 'ingetaped' om korte onderzoeken, zoals CT, uit te voeren zonder anesthesie.

Deze dieren zijn echter algemeen erg stressgevoelig. Daarom worden stresssituaties, ook wat medische beeldvorming betreft, best zo veel mogelijk voorkomen, of minstens zo kort mogelijk gehouden. Zo zijn er algemeen maatregelen zoals contact met rivalen- hond, kat, fret- vermijden, geur en haren verwijderen van tafels en materialen, enz.

Wat specifiek radiografie betreft, is het cruciaal dat alle voorbereidingen genomen zijn vooraleer het dier uit de kooi genomen wordt: met name correcte instelling van kVp en mAs, helpers goed inlichten over welke opnamen zullen genomen worden en richtlijnen voor gevallen van agressie, enz ... Ook voor bv. echografie is het belangrijk dat



[Figuur 147.] Laterale opname van het abdomen en de thorax van een konijn. Caudaal in het abdomen is een ruimte-innemende weke delen structuur zichtbaar. In de thorax zijn multiple, relatief goed omschreven nodules met weke delen opaciteit zichtbaar. Beeld compatiebel met neoplasie van de uterus (witte pijl) met secundaire longmetastasen (zwarte pijl).

scheren (indien nodig) en het onderzoek zelf zo snel mogelijk kan gebeuren.

Als het onderzoek vlot en efficiënt kan uitgevoerd worden door een ervaren dierenarts, kunnen radiografie en echografie gebeuren zonder anesthesie. Bij minder handelbare patiënten zorgt anesthesie (sedatie of volledige anesthesie) voor een vlotter verloop van het onderzoek, al kan het een bijkomend risico betekenen voor de patiënt.

De algemene principes van de diverse beeldvormingstechnieken blijven ook gelden voor



[Figuur 148.] Laterale radiografie van de schedel van een krokodil: er is een schuine, licht verplaatste fractuur zichtbaar t.h.v. de rechter mandibulaire kaaktak. Postoperatieve laterale radiografie.



[Figuur 149.] Laterale (a) en dorsoventrale (b) radiografie van de schedel van een konijn. Algemeen is er verminderde mineralisatie van de schedel. Er is prominente overgroei zichtbaar t.h.v. kiezen en snijtanden met op verschillende plaatsen doorgroei van reservekronen met perforatie van botstructuren. Er is abscesvorming zichtbaar t.h.v. linker maxilla (witte pijl).

de bijzondere diersoorten. Al zijn er natuurlijk heel wat verschillen in anatomie, fysiologie en zeker ook wat betreft de voorkomende pathologie.

Radiografie blijft de meest uitgevoerde medische beeldvormingstechniek, samen met echografie; dit zijn ook de technieken die het meest voorhanden zijn in de dierenartsenpraktijk. Daarnaast kunnen bijkomende onderzoeken als CT en MR scan zeker interessante informatie verschaffen. Voor deze laatste zijn diepe sedatie of volledige anesthesie (injectie of inhalatie) noodzakelijk. Voor CT scan kan er echter een uitzondering gemaakt worden voor schildpadden: wanneer het een snel onderzoek betreft (bv. helical, multislice toestel) kan dit ook gebeuren op een wakkere patiënt die 'ingetaped' is (Fig.146).

Een zeer goede kennis van de normale anatomie en fysiologie is cruciaal voor een correcte beoordeling van de beelden.

Radiografie

Courante belichtingswaarden zijn 50kVp en 12mAs. Bewegingsonscherpte kan vermeden worden door een korte belichtingstijd in te stellen, zeker bij dieren met een hoog metabolisme (bv. kleine knaagdieren, vogels...)





[Figuur 150.] Dorsoventrale opname van een schildpad: radiografisch is er weinig contrast zichtbaar tussen weke delen- en botstructuren. Ook zijn de wervels niet duidelijk af te lijnen, vertonen de kaaktakken een verminderde opaciteit en zijn de cortices van de lange beenderen niet duidelijk zichtbaar. Er is duidelijke weke delen zwelling en een fractuur zichtbaar t.h.v. rechter tibia, links onder in beeld. Het gaat hier om metabolic bone disease en een secundaire pathologische fractuur van de rechter tibia.



[Figuur 151.] Positionering van een schildpad op een gepast blok om contact van de poten met omliggende structuren, en daarmee verplaatsing van de patiënt, te voorkomen.

Digitale radiografie heeft het voordeel dat snel beelden met een goede resolutie gemaakt kunnen worden, die achteraf nog digitaal bewerkt kunnen worden.

Positionering van kleine zoogdieren (zoals konijnen, knaagdieren, fretten,...) en van een groot aantal reptielen is gelijkaardig aan die gebruikt bij honden en katten (Fig.147, 148). Als extra opname in gevallen van tandproblemen kan naast de laterolaterale en dorsoventrale opname (Fig.149) nog een rostrocaudale radiografie gemaakt worden die belangrijke extra informatie kan verschaffen.

Bij schildpadden wordt naast de dorsoventrale opname (Fig.150) ook een laterolaterale en rostrocaudale radiografie gemaakt. Bij deze laatste opnames is het belangrijk om te werken met horizontale stralengang en dit omwille van mogelijke longcompressie door de viscera bij een andere positie dan buiklig. Hierbij wordt het dier op een blok geplaatst, waarbij de patiënt met de poten geen contact heeft met omgevende structuren, wat het maken van de opname vergemakkelijkt (Fig.151).

Slangen zijn soms moeilijk goed te positioneren door hoge spierspanning. In zo'n geval kan anesthesie helpen.

Voor de positionering van vogels is het belangrijk om superpositie van de vleugels op de rest van het lichaam te voorkomen. Voor de laterolaterale opname worden de vleugels voorzichtig naar dorsaal gefixeerd, voor de ventrodorsale opname naar lateraal (Fig.152).



[Figuur 152.] Laterale radiografie van een vogel. Er is heterogene inhoud zichtbaar t.h.v. de krop, er is grit zichtbaar t.h.v. de spiermaag (ventriculus) (witte pijl). De kliermaag (proventriculus) is duidelijk gedilateerd en gevuld met een grote hoeveelheid gas (zwarte pijl). Dit beeld kan passen bij Proventriculus Dilatation Syndrome.

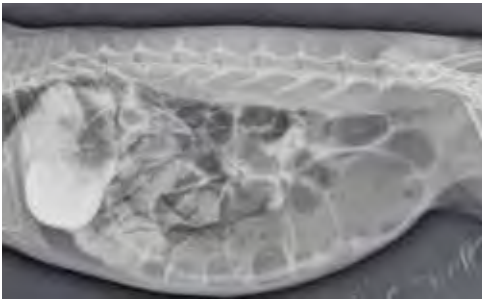
Contrast radiografie

Hoofdzakelijk betreft het extrapolatie uit contrastonderzoeken bij hond en kat, al zijn er ook specifiek contraststudies bij bijzondere diersoorten beschreven.

Contrastonderzoek van het gastrointestinaal stelsel is beschreven bij verschillende bijzondere diersoorten: van konijnen (*Fig. 153*) en knaagdieren tot reptielen en vogels. Hiervoor kan barium, maar ook joodhoudende contraststof gebruikt worden. Dit laatste wordt aangeraden wanneer er verdenking is voor perforatie/ lekkage.

Daarnaast kan contrast ook gebruikt worden i.v.m. urogenitale pathologie.

Ook myelografie m.b.v. joodhoudend contrast is beschreven bij kleine zoogdieren, maar ook bij vogels en reptielen.



[Figuur 153.] Laterale radiografie van een konijn, na toedienen van contrast per os, waarbij de maag en een deel van de darmen zijn gevuld met contrast.

Echografie

Sondes van 10-15Mhz kunnen gebruikt worden bij kleine dieren, 3,5-8 Mhz zijn aangegeven voor grotere dieren (bv. varanen, grote schildpadden).

Bij kleine zoogdieren gebeurt dit onderzoek gelijkaardig als bij hond en kat (*Fig 154*).

Door specifieke anatomie zijn er echter andere 'werkingsmethoden' nodig bij o.a. schildpadden. Frequent gebruikte echovensters zijn mediastinaal venster (tussen voorpoot en nek), axillair venster (caudaal van voorpoot), inguinaal venster (net craniaal van achterpoot). Hierbij kunnen verschillende structuren in het coelom, inclusief het hart, beoordeeld worden. Omwille van de beperkte echo-ruimte is het nodig om bij schildpadden kleine sondes te gebruiken. Daarenboven



[Figuur 154.] Echobeeld van de linker bijnier van een fret met adrenomegalie.

kunnen ze grote kracht zetten op de sondes door ze a.h.w. te pletten tussen respectievelijk hun kop, poten en schild.

De aanwezigheid van luchtzakken bij vogels maakt de beoordeling van intracoelomale structuren als nieren, gonaden, milt en pancreas moeilijk. De lever en het hart kunnen echter beter beoordeeld worden. Echografie van het oog is beschreven bij vogels en dit met name bij roofvogels; bij deze dieren is hun zicht immers cruciaal voor het vinden van prooidieren.

Computer tomografie

Zoals reeds hoger vermeld, worden met deze techniek vnl. harde structuren (tanden, bot) zeer goed in beeld gebracht (*Fig.155*). Zo is het een uitgelezen techniek om bv. minimale tandpathologie bij konijnen en kleine knaagdieren te diagnosticeren (*Fig.156*).

Met gebruik van het juiste venster en zeker wanneer ook contrastmiddel wordt toegevend, kunnen ook weke delen structuren beoordeeld worden.

Aangezien de patiënt volledig stil moet liggen tijdens het onderzoek is anesthesie nodig, maar met de recentere toestellen (spiraal en multislice) kan het onderzoek erg snel (enkele minuten) uitgevoerd worden, zodat de anesthesieduur, én risico, kan beperkt worden. Bij schildpadden is anesthesie bovendien niet altijd nodig; wanneer het dier correct wordt ingetaped, kan het onderzoek gebeuren op een wakkere patiënt.

Bij vogels is CT scan een goede techniek om de bovenste luchtwegen en de kop te onderzoeken. Dit is een groot voordeel i.v.m. radiografie omdat radiografie van de kop immers superpositie van zeer veel structuren geeft,



[Figuur 155.] Positionering (a) van een stinkdier voor een CT onderzoek van lumbale regio. Een transversaal CT beeld (b) in botvenster op het niveau van de 6de lumbale wervel waar er duidelijke degeneratieve veranderingen (witte pijlen) zichtbaar zijn t.h.v. het wervellichaam en het werveldak.

wat interpretatie zeer moeilijk maakt.

Bij reptielen en met name schildpadden kan CT scan gebruikt worden voor een goede beoordeling van de nieren, zeker na toediening van contrastmiddel.

Omwille van de kostprijs van dit onderzoek, en het feit dat deze techniek minder voorhanden is dan radiografie, wordt het ook minder frequent uitgevoerd.

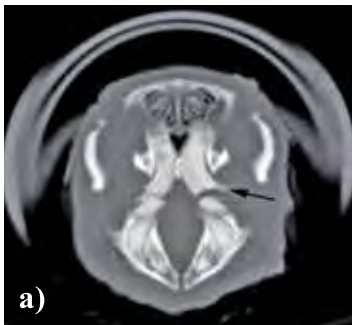
Magnetische resonantie

De mogelijkheden van dit onderzoek zijn reeds beschreven en gelden ook voor deze dieren. De lange anesthesieduur betekent een verhoogd risico bij bijzondere diersoorten. Bovendien kunnen ringen (vogels) en een identificatiechip (reptielen) artefacten veroorzaken, die een correcte beoordeling erg moeilijk of onmogelijk maken.

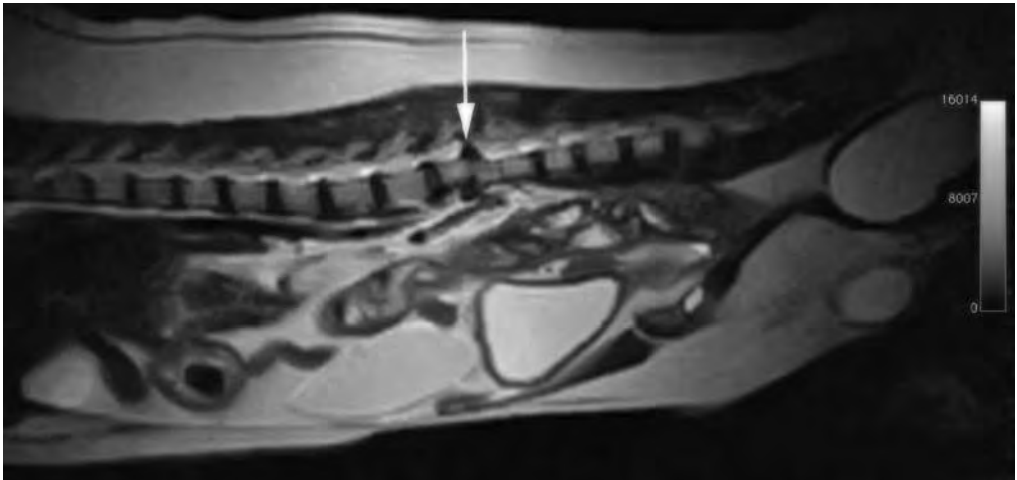
MR wordt niet zeer frequent uitgevoerd bij de bijzondere dieren, hoewel ze wel zeer nuttige informatie kan opleveren (Fig.157).

Botdensitometrie

Deze beeldvormingstechniek (Fig.158) wordt gebruikt om de mineralisatiegraad van het skelet te beoordelen. Deze techniek is beschreven bij leguanen, waarbij 'metabolic bone disease' (MBD) of verminderde mineralisatie van het skelet (met name de kaaktakken en wervels, en later ook de lange beenderen) regelmatig voorkomt. Deze aandoening kan tal van secundaire problemen veroorzaken als legnood, fracturen,...



[Figuur 156.] Een transversaal CT beeld (a) van de schedel van een cavia: er is puntvorming zichtbaar t.h.v. de linker maxillaire kies (zwarte pijl). Een dorsale reconstructie (b) toont afwijkingen t.h.v. de laatste mandibulaire kies (M3) links. De afwijkende vorm is zichtbaar, met deformatie en botaantasting van de mandibulaire cortex (witte pijl). Een 3D reconstructie (c) van de schedel van een cavia met afwijkende occlusie en slijtage van de snijtanden en deformatie en lokale aantasting van de mandibulaire cortex.



[Figuur 157.] Een sagittaal MR (T2) beeld van de lumbale regio van een stinkdier. Er is trapvorming zichtbaar t.h.v. de 6de lumbale wervel en het sacrum. Lokaal is er compressie van het ruggenmerg zichtbaar t.h.v. deze regio (witte pijl)

Conclusie

Net als bij andere huisdieren zijn ook bij bijzondere diersoorten tal van medische beeldvormingstechnieken van zeer grote waarde bij de diagnosestelling van aandoeningen. Hierbij vormt radiografie, al dan niet met toediening van contrastmedium, de basis. Daarnaast kan echografie van groot nut zijn met name voor dynamisch onderzoek van voornamelijk weke delen structuren. Afhankelijk van welke structuur of letsel men meer in detail wil bekijken, kunnen CT- en/of MR onderzoek een zeer grote meerwaarde betekenen voor het stellen van een accurate diagnose, prognose en behandelingsmogelijkheden.



[Figuur 158.] Foto van een botdensitometer. Dit toestel kan nuttig zijn om de mineralisatiegraad van het skelet te bepalen bijvoorbeeld bij reptielen met Metabolic Bone Disease.

V Wanneer welke beeldvormingstechniek?

In deze uitgave is een uitgebreid overzicht gegeven van al de beeldvormingsmodaliteiten die ingezet worden voor diagnostiek bij de huisdieren. De mogelijkheden en beperkingen van de verschillende technieken zijn uitgebreid behandeld en geïllustreerd

met veel beelden. Het belangrijkste is dat de juiste techniek wordt gebruikt voor de juiste indicatie. Een schematisch overzicht geeft kort weer welke beeldvormingstechniek het best een specifieke structuur in beeld brengt.

	RX	RX contrast	CT	MRI	US
Orthopedie					
■Botten	+++		+++	+	+
■Gewrichten	+	++	++	+++	+
■Spieren	+		++	+++	++
Neurologie					
■Hersenen			++	+++	
■Ruggenmerg	+	++	++	+++	
■Disci	+	++	++(+)	+++	
Thorax					
■Luchtwegen	++		+++		
■Cardiovasculair	+	++	+		+++
Abdomen	+	++	++		+++

VI Aanbevolen literatuur

- Baeumlin Y., de Rycke L., Van Caelenberg A., van Bree H., Gielen I. Magnetic resonance imaging of the normal canine elbow: An anatomic study. *Veterinary Surgery*, 2010, 39, 5, p. 566-573.
- Barr F.J., Kirberger R.M., (eds.). *BSAVA manual of canine and feline musculoskeletal imaging*. Gloucester, United Kingdom: British Small Animal Veterinary Association, 2006.
- Butler J.A., Colles C.M., Dyson S.J., et al., (eds.). *Clinical radiology of the horse*. 3rd ed. Oxford, United Kingdom: Wiley-Blackwell Publishing, 2008, Iowa, USA.
- Capello V., Lennox. A.M. In: *Clinical radiology of exotic companion mammals*. Wiley- Blackwell, 2008, Iowa, USA (Chapter 1: The basics of radiology) p 2-51.
- Daniel G.B., Berry C.R. (eds.) *Textbook of Veterinary Nuclear Medicine*, 2nd ed. W.B. Saunders Company, 2006.
- Daniel G.B. Scintigraphic diagnosis of portosystemic shunts. *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practise*. 2009;39(4):793-810.
- Decloedt, A., Verheyen, T., Sys, S., De Clercq, D. and van Loon, G. (2011) Quantification of Left Ventricular Longitudinal Strain, Strain Rate, Velocity, and Displacement in Healthy Horses by 2-Dimensional Speckle Tracking. *J. Vet. Intern. Med.* 25, 330-338.
- Dik K.J., (eds.). *Comparative ultrasonographic imaging of equine lameness*. Hannover, Germany: Schütersche, 1998.

- Dik K.J., Gunsser I., (eds.). Atlas of diagnostic radiology of the horse: Diseases of the front and the hind limbs. 2nd ed. Hannover, Germany: Schütersche, 2002.
- Dik K.J., Gunsser I., (eds.). Atlas of diagnostic radiology of the horse. Part 1: Diseases of the front limb. London, United Kingdom: Wolfe Publishing Limited, 1988.
- Dik K.J., Gunsser I., (eds.). Atlas of diagnostic radiology of the horse. Part 2: Diseases of the hind limb. London, United Kingdom: Wolfe Publishing Limited, 1989.
- Dik K.J., Gunsser I., (eds.). Atlas of diagnostic radiology of the horse. Part 3: Diseases of the head, neck and thorax. London, United Kingdom: Wolfe Publishing Limited, 1990.
- Feeney DA, Anderson KL. Nuclear imaging and radiation therapy in canine and feline thyroid disease. *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practise.* 2007;37(4):799-821.
- Gavin P.R., Bagley R.S.. Practical small animal MRI. Wiley-Blackwell Publishing, 2009.
- Gielen I., van Bree H., Van Ryssen B., De Clercq T.. The use of computerized tomography (CT) in tarsocrural OCD in the dog: a comparison with radiography and arthroscopy. *The Veterinary Record*, 2002, 150, 442-447.
- Gielen I., Van Caelenberg A., van Bree H.. Computed tomography (CT) in small animals: Part 1 Technical aspects. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 2003, 72, 158-167.
- Gielen I., H. van Bree H.. Computed tomography (CT) in small animals: Part 2: Clinical applications. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 2003, 72, 168-179.
- Hoskinson J.J., Tucker R.L. Diagnostic imaging of lameness in small animals. *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practise.* 2001;31(1):165-80, vii.
- Kerl M.E., Cook C.R., Glomerular filtration rate and renal scintigraphy. *Clinical Techniques in Small Animal Practice.* 2005;20(1):31-8.
- Kihurani D.O.G., Carstens A., Saulez M.N. and Donnellan C.M.B. (2009) Transcutaneous ultrasonographic evaluation of the air-filled equine stomach and duodenum following gastroscopy. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 50, 429-435.
- Krautwald-Junghanns M. E., Pees M., Reese S., Tully T.. Diagnostic imaging of exotic pets. *Schlütersche*, 2011, Hannover. P 1-66, p143-188, p 309-372.
- Liuti T., Saunders J.H., de Rycke L., Gielen, van Bree H. Ultrasound approach of the canine tarsocrural joint. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 2007, 48, 4, 361-367.
- Murray R.C. (ed.), *Equine MRI*, Wiley-Blackwell Publishing, 2011, Iowa, USA.
- Nyland T.G., Mattoon J.S., (eds). *Small animal diagnostic ultrasound*. 2nd ed. New York, United States of America: W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2002.
- Penninck D., d'Anjou M-A., (eds.). *Small animal ultrasonography*. Oxford, United Kingdom: Blackwell Publishing, 2008.
- Peremans K., Cornelissen B., Van Den Bossche B., Audenaert K., Van de Wiele C. A. Review of small animal imaging planar and pinhole spect Gamma camera imaging. *Veterinary Radiology and Ultrasound.* 2005;46(2):162-70.
- Porter, M.B. and Ramirez, S. (2005) Equine neonatal thoracic and abdominal ultrasonography. *Veterinary Clinics of North America-Equine Practice* 21, 407.
- Reef, V.B. (ed.), *Equine diagnostic ultrasound*. 1998, W. B. Saunders, Company, Philadelphia.
- Schwarz T., Johnson V., (eds.). *BSAVA manual of canine and feline thoracic imaging*. Gloucester, United Kingdom: British Small Animal Veterinary Association, 2009.
- Silverman S., Tell L A.. In: *Radiology of rodents, rabbits and ferrets*. Elsevier Saunders, Missouri, 2005. (chapter 1: 'radiology equipment and positioning techniques'): p1-8.
- Thrall D.E., (ed.). *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. 5th ed. Missouri, United States of America: Saunders Elsevier, 2007.
- Vandeveld B., Van Ryssen B., Saunders J. H., Kramer M. et Van Bree H.. Comparison of the ultrasonographic appearance of osteochondrosis lesions in the canine shoulder with radiography, arthrography and arthroscopy. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 2006; 47, No 2. p. 174-184.
- Wijnberg I., van Emst M., Veraa S., Gorissen B., 2011. *Diergeneeskundig Memorandum: Cardiologie Paard*. 2011, 58, 01.

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

D **DIERGEENEESKUNDIG**
M **MEMORANDUM**

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

DIERGEENEESKUNDIG
MEMORANDUM

SPONSOREN:

