

Examen thoracique par tomодensitométrie: Généralités et présentation de cas cliniques

D. Huber

Centre vétérinaire Les Grillières, Montcherand/Orbe

Résumé

Cet article décrit l'application de la tomographie hélicoïdale à l'étude des affections médiastinales et pulmonaires chez l'animal de compagnie. La présentation générale est complétée de cas cliniques démontrant l'intérêt de cette technique. Un thymome, une pleurésie chronique due à des épillettes et une néoplasie médiastinale crânio-dorsale provoquant uniquement des signes de boiterie sont présentés en détail.

Mots clés: Tomographie, thorax, médiastin crânial, poumon.

Thorax examination by computed tomography: General aspects and case report

This article describes the application of the heli-coïdal tomography for the study of mediastinal and pulmonal affections by small animals. The global presentation is completed by clinical cases that show the interest in this technic. A thymoma, a chronic pleuresia due to thorns and a mediastinal cranio-dorsal neoplasia provoking only lameness signs will be presented in details.

Keywords: computed tomography, thorax, cranial mediastum, lung

Introduction

Le scanner est une technique d'imagerie utilisant l'émission de rayons X et l'informatique pour obtenir des coupes axiales (transverses) de toutes structures corporelles (Hounsfield, 1973). Outre le fait que les examens tomодensitométriques éliminent toutes superpositions, les images obtenues sont de très haute définition (actuellement 5000 densités de gris) permettant de différencier les liquides et les tissus différents (Tab. 1). Les scanners modernes, c'est à dire de 4^{ème} génération sont de type hélicoïdal. Leurs avan-

tages sont une très grande rapidité d'acquisition d'images et par conséquent une plus faible émission de rayons X et surtout la possibilité de reconstruction en 3 dimensions (Kalender et al., 1989; Vock et al., 1989). Les techniques informatiques permettaient déjà de reconstruire des coupes axiales en coupes sagittales et coronales mais grâce à cette nouvelle génération d'appareils, la visualisation en volume est désormais possible. Par exemple, en seillant par informatique une plage de densités dites «Hounsfield», il est facile d'isoler complètement une structure et de calculer ses dimensions et son volume.

En tomодensitométrie, les examens après injection de produit de contraste sont fréquents car ils facilitent l'étude des vaisseaux artériels ou veineux, soit l'étude d'inflammations ou de tumeurs. Les examens se font sous anesthésie générale. En situation d'urgence, une légère sédation peut cependant être suffisante.

La tomодensitométrie thoracique

La radiologie conventionnelle reste et restera l'examen standard du thorax tant en milieu vétérinaire qu'en médecine humaine (Thrall et al., 1998). Cependant, dès que l'examen révèle une quelconque anomalie, la tomодensitométrie est l'examen complé-

Table 1: Les différentes densités Hounsfield et leur correspondance.

Air	- 1000 HU
Parenchyme pulmonaire	- 800 HU
Graisse	- 100 HU
Eau	0 HU
CSF= liquide céphalo-rachidien	+ 10 HU
Parenchyme nerveux	+ 30 HU
Hémorragie (sang frais)	+ 50 HU
Hématome	+ 70 HU
Tissu musculaire	+ 80 HU
Tumeur vascularisée après injection de produit de contraste	+ 100-200 HU
Moelle osseuse	+ 500 HU
Cortex osseux	+1000-4000 HU

mentaire de choix en médecine humaine. En effet, les deux autres grandes techniques d'imagerie médicale, l'échographie et l'I.R.M. ne se prêtent guère à l'étude thoracique.

La tomодensitométrie médiastinale

La tomодensitométrie permet une visualisation précise et sans superposition du médiastin crânial et de toutes ses structures (Tab. 2 – Fig. 1 et 2). Les éventuelles masses, soit d'origine thymique, lymphatique



Figure 1: Coupe axiale du pôle crânial de la cavité thoracique après injection de produit de contraste (temps vasculaire).

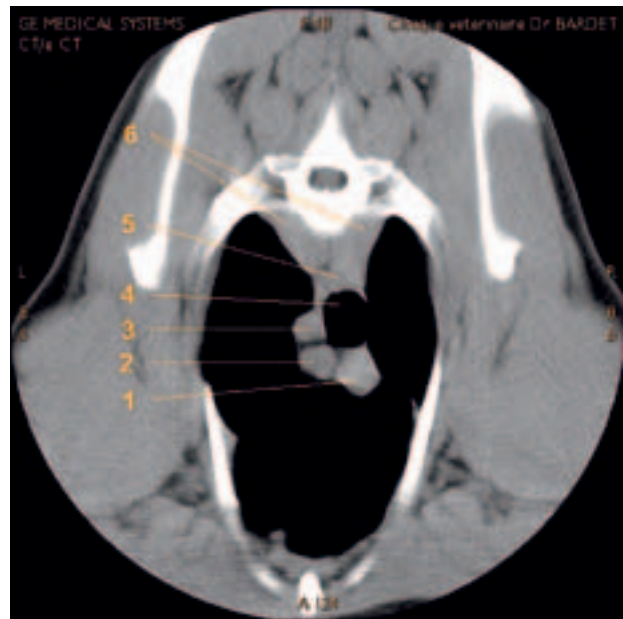


Figure 2: Coupe axiale du médiastin crânial en région moyenne après injection de produit de contraste (temps vasculaire). 1– veine cave crâniale; 2– tronc brachiocéphalique ; 3– artère subclavière gauche; 4– trachée ; 5– œsophage collabé; 6– muscle long du cou

ou autres (Tab. 3), leur invasion ou non-invasion, leur homogénéité ou hétérogénéité sont le cas échéant identifiables. L'examen des structures vasculaires, facilité par injection de produit de contraste est rapide et précis.

Table 2: Structures du médiastin crânial.

Trachée et oesophage	
Vaisseaux	<ul style="list-style-type: none"> – Veine cave (réunion des veines jugulaires et subclavières) – Artère sub-clavière gauche – Tronc brachiocéphalique (se divisant en partie rostrale en artère carotide commune droite et gauche et en artère subclavière droite) – Canal thoracique – Veines et artères thoraciques internes
Thymus	
Nerfs	<ul style="list-style-type: none"> – Nerf phénique – Nerf vague dorsal et ventral – Nerf récurrent
Nœuds lymphatiques	<ul style="list-style-type: none"> – Médiastinaux crâniens (3) – Sternaux (2) – Trachéobronchiques (2) – Pulmonaires (nombreux)

Table 3: Diagnostics différentiels de masses médiastinales crânielles.

Masse d'origine thymique	<ul style="list-style-type: none"> – hyperplasie bénigne – thymome – carcinome thymique – kyste thymique
Adénopathie	<ul style="list-style-type: none"> – hyperplasie, abcès, granulome (origine bactérienne, virale, protozoale ou fongique) – lymphosarcome – métastases d'adénocarcinome mammaire, de mastocytome, d'ostéosarcome ou plus rarement: tératome, séminome...
Autres masses	<ul style="list-style-type: none"> – carcinome thyroïdien ectopique – chémodectome – kystes ultimo-brachiaux – lipome (identifiable par seuillage de densité HU) – hématome (identifiable par seuillage de densité HU)

La tomодensitométrie pulmonaire

La tomодensitométrie pulmonaire conventionnelle ou de haute résolution sont des examens de plus en plus courants en médecine humaine pour l'étude du parenchyme pulmonaire. Un rappel anatomique est présenté en Table 4 ainsi qu'une coupe pulmonaire de

Table 4: Anatomie pulmonaire

Macroanatomie

- Deux lobes pulmonaires à gauche (crânial et caudal)
- Quatre lobes pulmonaires à droite (crânial, moyen, caudal et accessoire)
- Chaque bronche principale (six en tout) est accompagnée d'une artère et d'une veine pulmonaire principale à emplacement précis. L'artère est toujours en position dorso-latérale par rapport à la bronche, la veine étant en position ventro-médiale.
- Le diamètre d'une bronche et de son artère pulmonaire est quasi identique, quel que soit leur niveau. La veine correspondante est de plus grande taille. Si la bronche est de diamètre supérieur à l'artère, une bronchiectasie peut être déclarée.

Microanatomie

- L'interstitium pulmonaire (péri-hilaire, septa interlobulaires, interstitium centro lobulaire, intralobulaire et sous-pleural) est généralement peu visible en tomographie classique, mais bien visible en HRCT.
- Les lobules pulmonaires sont les sous-unités du lobe pulmonaire. Ce sont des polyèdres irréguliers de taille centimétrique (1 à 2,5 cm). Chaque lobule dispose en son centre d'une bronchiole et d'une artériole. En périphérie, il est délimité par les septa interlobulaires et à chaque coin de ce polyèdre se trouve une veinole pulmonaire. Chaque lobule est constitué d'une dizaine d'acini pulmonaires.

haute résolution en partie caudale chez un chien âgé (Fig. 3). La tomographie pulmonaire conventionnelle de médecine humaine utilise des coupes de 7 à 10 mm d'épaisseur et de mêmes intervalles. Par ce procédé, on

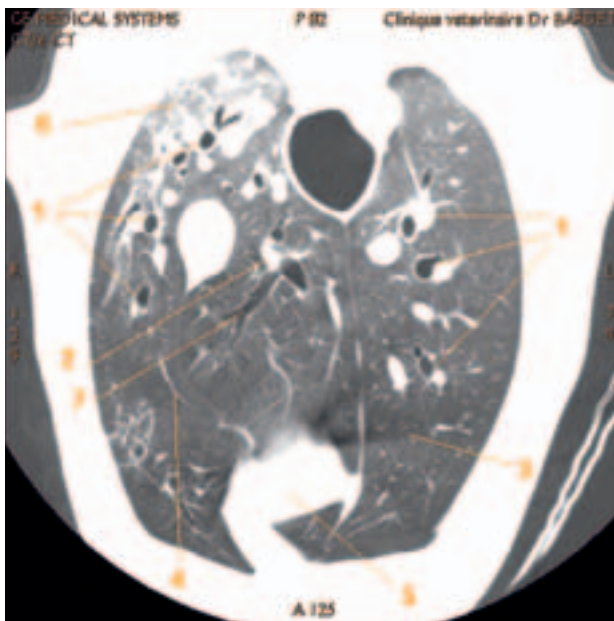


Figure 3: Coupe axiale du parenchyme pulmonaire en partie caudale chez le chien. Examen de haute résolution (1 mm d'épaisseur, avec intervalle de 0,5 mm). 1– lobe caudal gauche et ses veines, artères, et bronches principales et secondaires correspondantes; 2– lobe accessoire droit; 3– parenchyme pulmonaire normal; 4– interstitium (septum interlobulaire); 5– pôle cardiaque caudal; 6– augmentation de densité pulmonaire pathologique; 7– coupe le long d'une bronchiole dilatée (bronchiectasie).

obtient des coupes jointives permettant de bien visualiser les vaisseaux et les bronches d'aspect cylindrique et de détecter d'éventuelles anomalies.

Cependant, pour nos animaux de compagnie, vu leur plus petite taille, nous optons plutôt pour des coupes jointives de 3 mm d'épaisseur. En HRCT (High Resolution Computer Tomography), les coupes deviennent beaucoup plus fines (0.5 à 1 mm) et sont soit jointives, soit chevauchées. Un examen de coupes chevauchées en HRCT serait réalisable au moyen de coupes de 1 mm d'épaisseur et d'intervalle de 0.5 mm. L'avantage de ce protocole est, comme son nom l'indique, une étude très fine du parenchyme pulmonaire. Du fait que l'examen se fait aisément en moins de 20 secondes en mode hélicoïdal, la plupart de ceux-ci sont réalisés en inspiration forcée par pression du ballon du poste d'anesthésie.

Un pas maximal de 2.5 est cependant à respecter afin de garder une qualité d'image optimale. Le pas en mode hélicoïdal correspond au quotient entre la vitesse de déplacement par rotation (d) de la table et l'épaisseur de la coupe (s: slice thickness):

$p = d(\text{mm})/s(\text{mm})$. En analogie à la radiologie conventionnelle, il existe en tomographie quatre grands types d'anomalies de densité pulmonaire (quoique différents), soit:

- augmentation de densité linéaire
- augmentation de densité nodulaire
- augmentation de densité parenchymateuse
- perte de densité parenchymateuse

Chaque type contient de nombreux sous-types. Par exemple, lors d'augmentation de densité linéaire, qui correspond en fait à un épaississement interstitiel dû soit à une prolifération cellulaire en milieu lymphatique, soit à du fluide ou encore à de la fibrose, il existe neuf sous-types répertoriés en radiologie humaine. Et chaque sous-type contient «sa» propre liste de diagnostics différentiels.

La tomographie pulmonaire devient encore plus complexe vu qu'il est fréquent d'observer chez un patient un à deux types et de nombreux sous-types différents en même temps. Pour de plus amples informations, il est recommandé de se référer à une littérature plus spécifique (Naidich et al., 1999; Webb et al., 2000). Les indications de scanner pulmonaire en médecine vétérinaire sont multiples. En fait, la tomographie a sa place chaque fois que la radiographie conventionnelle se trouve à ses limites et laisse une liste de diagnostics différentiels trop grande. Lors d'augmentation diffuse de densité interstitielle ou alvéolaire par exemple, il est possible de différencier en tomographie un hématome d'une hémorragie ou encore d'un œdème grâce au seuillage des densités Hounsfield. Un diagnostic facilité et précis des throm-

bo-embolies pulmonaires et torsion de lobes pulmonaires est aussi possible.

En ce qui concerne le bilan d'extension tumorale, une étude a prouvé que les métastases non calcifiées inférieures à 6 mm ne sont pas visibles en radiologie conventionnelle (Webb, 1991). Cependant, la tomographie conventionnelle distingue quant à elle, des nodules jusqu'à 3 mm et la «HRCT» des nodules inférieures à 1 mm (Webb, 1991; Tidwell, 2000). En résumé, les indications du scanner sont toutes celles où les radiographies pulmonaires conventionnelles révèlent une quelconque pathologie mais ne permettent pas d'apporter de diagnostic définitif.

Cas cliniques

Le premier cas clinique est celui d'un Golden Retriever de 18 mois régurgitant fréquemment depuis plusieurs semaines, dyspnéique et devenant de plus en plus anorexique. Une numération-formule et une biochimie complète montrent une légère anémie, une azotémie pré-rénale (déshydratation) ainsi qu'une faible hypercalcémie. Une augmentation importante des CPK est aussi observée. Aucune adénopathie n'est à détecter.

Deux radiographies thoraciques sont effectuées laissant entrevoir une masse médiastinale crâniale et un transsudat pleural. La masse se situe à mi-hauteur entre le sternum et la colonne vertébrale. Afin d'en préciser la nature, un scanner thoracique ainsi qu'une cytoponction assistée par CT sont réalisées (Tidwell, 1994). La masse est sphéroïde, de grande taille (3×4×5 cm) et non-invasive. Une cytoponction est nécessaire afin de préciser la nature de la masse. Malheureusement pour ce cas, la ponction donne un résultat décevant. L'étalement compte de nombreuses hématies et quelques lymphocytes. Leur rapport noyau/cytoplasme paraît normal. Les diagnostics différentiels restent donc le lymphosarcome et le thymome, masses médiastinales crâiales les plus fréquentes chez le chien (Ogilvie et Moore, 1995; Withrow et Mac Even, 1996). La clinique, les analyses sanguines et la cytoponction ne permettent pas d'établir un diagnostic précis. Par contre, en l'absence d'invasion observée au scanner, une intervention chirurgicale et une résection complète est décidée et réalisée avec succès. Un test négatif des anticorps anti-récepteurs d'acétylcholine nous parviendra par la suite. Le chien récupérera rapidement, la biopsie révèle un thymome.

Le deuxième cas clinique est celui d'un Setter anglais de 3 ans en dyspnée et hyperthermie intermittente de plus de deux mois. Les radiographies thoraciques démontrent une effusion pleurale consécutive et une

absence totale de distinction entre les contours cardiaques et diaphragmatiques. Une analyse cytologique de l'effusion laisse apparaître une population mixte de macrophages, mono- et polynucléaires concluant à une inflammation, voire une infection chronique. Une administration prolongée d'anti-inflammatoires et d'antibiotiques avait été réalisée en première intention, mais n'avait abouti cependant à aucun résultat probant.

Des démarches diagnostiques plus approfondies sont alors entreprises. Après ponction de l'exsudat, les coupes transverses de l'étude thoracique laissent apparaître des tissus opacifiés en région moyenne à mi-hauteur et surtout entourant le cœur caudo-ventralement jusqu'au diaphragme (Fig. 4). Aucune masse n'est détectée. Une thoracoscopie et plusieurs biopsies sont ensuite entreprises. Elle laisse entrevoir d'importants tissus de fibrose et de granulation. Quant à l'histopathologie, elle conclut à une pleurésie proliférative villeuse chronique. Une bactériologie isole de nombreuses colonies d'*Eschérichia coli* et de *Corynebacterium* spp.

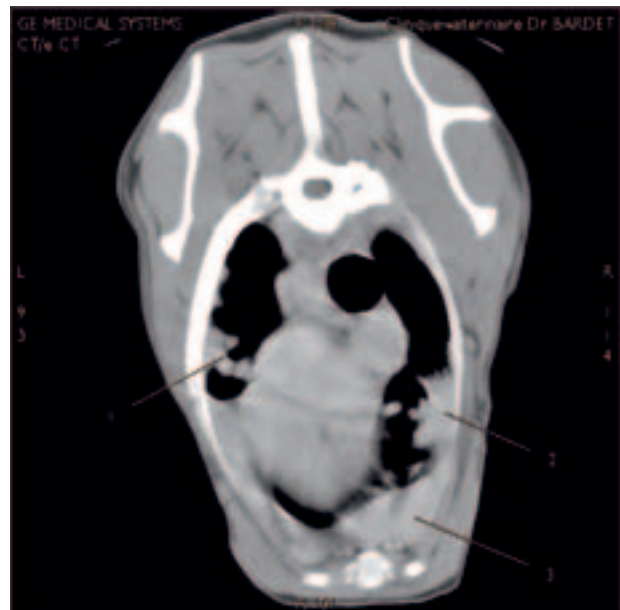


Figure 4: Noter les augmentations tissulaires multiples au niveau de la plèvre.

Vu l'importance de la pathologie et l'inefficacité des traitements ultérieurs, une thoracotomie par abord ventral est réalisée. De nombreuses adhérences mais surtout plusieurs proliférations granulomateuses apparaissent à la base du cœur et à l'arrière de celui-ci. Une péricardectomie subtotale ainsi que de multiples résections de tissus inflammatoires sont nécessaires. À l'intérieur de ces tissus, plusieurs épilletts sont découverts. Un drainage thoracique est mis en place pour trois jours ainsi qu'une antibiothérapie appropriée de longue durée. Les résultats cliniques à deux semaines et deux mois sont excellents. Les dernières radiogra-

phies et coupes tomographiques attestent de la guérison.

Le troisième cas clinique est celui d'un Cocker mâle de 10 ans, boitant de l'antérieur droit depuis plus d'un mois. Des douleurs minimales peuvent être provoquées par palpation/pression maximale de l'antérieur (coude, épaule) ainsi qu'en région cervicale.

Cependant, des radiographies du coude et de l'épaule ne démontrent aucune anomalie ou arthrose éventuelle. Des traitements aux anti-inflammatoires non-stéroïdiens puis stéroïdiens (méloxicam puis prednisolone) diminuent les signes de boiterie, mais ne résolvent pas définitivement le problème. Le vétérinaire traitant nous réfère le cas pour une myélographie cervicale avec éventuellement couplage tomodensitométrie.

Cliniquement, le chien présente, outre sa boiterie, une amyotrophie sévère de l'antérieur droit, un léger déficit proprioceptif et une cervicalgie minimale. La palpation du creux axillaire n'est pas douloureuse. La myélographie ne démontrant aucune compression en région cervicale, un couplage myélo-scanner est alors envisagé (Drost et Love, 1996).

La tomodensitométrie au niveau de la moelle épinière et de ses racines nerveuses ne révèle aucune anomalie. Grâce à un procédé informatique, le champ de visualisation (DFOV: diameter of field of view) peut, même après acquisition être élargi jusqu'à 45 cm. Ce procédé permet dans ce cas de faire une recherche de la région du plexus brachial sans nouvelle acquisition. Celle-ci dévoile un plexus normal, mais une masse hétérogène en région médiastinale dorso-crâniale est détectée. Celle-ci infiltre la paroi thoracique à droite et déborde sur les racines nerveuses au niveau des trois premières vertèbres thoraciques. La lésion est nettement visible avec injection de produit contraste intravasculaire (Fig. 5). Vu la gravité de l'infiltration, les propriétaires décident de récupérer leur animal sans poursuites de démarches thérapeutiques.

Discussion

Ces trois cas cliniques vous démontrent clairement l'utilité du scanner hélicoïdal face à certaines pathologies tant du point de vue du diagnostic que du pronostic. Certes, la ponction assistée par tomographe n'a pas élucidé le premier cas clinique. Cependant, c'est la méthode de choix en médecine humaine pour toutes masses médiastinales ou pulmonaires (Fink et al., 1982). En comparaison aux ponctions assistées par fluoroscopie ou échographie, celle-ci permet d'obtenir une meilleure visualisation et donc une meilleure

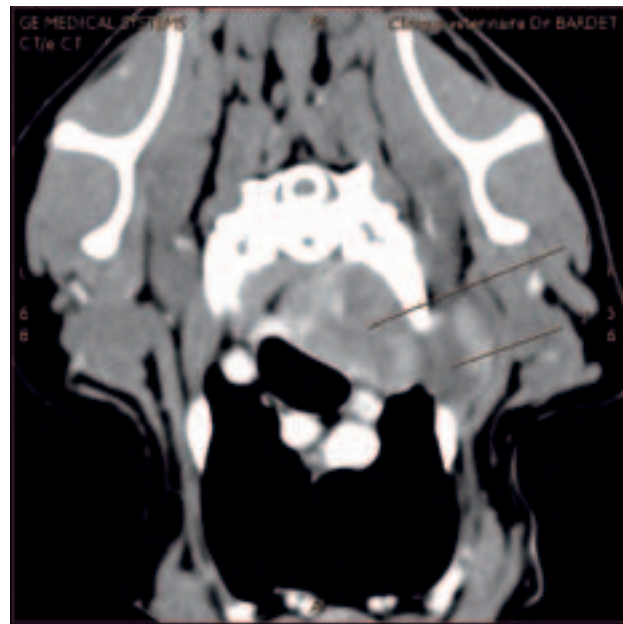


Figure 5: Coupe axiale du thorax de 2 mm d'épaisseur. 1— Noter la tumeur du médiastin crânial; 2— et son infiltration en regard du plexus brachial.

précision en région thoracique. Vu les importants vaisseaux à proximité, une sécurité optimale est ainsi atteinte. Les autres indications préférentielles de ponction assistée par CT sont principalement les régions sous-orbitaire, intra-crâniale, rétro-péritonéale et pelvienne (Charbonneau et al., 1990).

Le deuxième cas clinique laissait suspecter une dyspnée chronique avec exsudat pleural non-septique. Cependant, en présence de cette forme d'exsudat, la liste des diagnostics différentiels est encore longue, surtout si les radiographies ne permettent guère d'être plus affirmatif (Tab. 5). Dans ce cas, la nature de la pathologie fut précisée en premier temps par tomographie puis par thoracoscopie (McCarthy et McDermaid, 1990).

La boiterie de l'antérieur ne pouvait s'expliquer ni par un problème osseux, articulaire ou péri-articulaire ni par compression médullaire cervicale. La palpation

Table 5: Exsudat non-septique

Définition:	Taux de protéines supérieur à 3g/dl Taux cellulaire supérieur à 5000/UL Macrophages, mono et polynucléaires Neutrophiles non-dégénérés
Diagnostic différentiel:	<ul style="list-style-type: none"> • Néoplasies diverses • Hernie diaphragmatique • Torsion de lobe pulmonaire • Inflammation chronique • Infection en cours de résolution (surtout après administration massive d'antibiotiques)

axillaire pouvait exclure un processus tumoral de grande envergure du plexus brachial lui-même, mais vu le déficit proprioceptif, une atteinte de certaines racines nerveuses était très vraisemblable. Des désordres loco-régionaux tels que plexopathie brachiale auto-immune, tumeurs infiltrantes diverses d'origine soit intra-thoracique, extra-thoracique ou pleurale, voire d'éventuelles douleurs référées étaient cependant encore à considérer. La tomographie en premier lieu, puis éventuellement la vitesse de conduction nerveuse sont indispensables face à de telles pathologies (Reading et Ingram, 1984). La tomographie est donc un examen complémentaire de choix pour certaines pathologies thoraciques complexes.

Conclusion

Les scanners des années quatre vingt dix annonçant l'ère du tridimensionnel et des acquisitions rapides ont permis le développement de la tomographie thoracique. L'inspiration forcée en apnée aisément réalisable, la finesse toujours supérieure (coupes d'1 mm d'épaisseur avec chevauchement de 0.5 mm) ainsi que l'évolution constante de l'informatique ont ouvert la voie à des examens tomographiques thoraciques simples, rapides et précis. La scannographie de quatrième génération, technique d'imagerie d'utilisation courante dans le monde médical humain s'avère être de plus en plus indispensable dans notre profession.

Références

Charbonneau J.W., Reading C.C., Welch T.J.: CT and sonographically guided needle biopsy: current techniques and new innovations. *Am. J. Roentgenol.*, 1990, 154:1–10.

Drost W.T., Love N.E. et al.: Comparison of radiography, myelography and computed tomography for the evaluation of canine vertebral and spinal tumors in sixteen dogs. *Vet. Rad. ultrasound*, 1996, 37:28–33.

Fink I., Gamsu G., Harter L.P.: CT-guided aspiration biopsy of the thorax. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 1982, 6:958–962.

Hounsfield G.: Computerized transverse axial tomography. *Br. J. Radiol.*, 1973, 46:148–149.

Kalender W.A. et al.: Single breath – hold spiral volumetric CT by continuous patient translation and scanner rotation. *Radiology*, 1989, 173:414.

Mc Carthy T.C., Mc Dermaid S.L.: Thoracoscopy. *Vet. Clin. North. Amer. Small Anim. Pract.*, 1990, 20:1341–1352, 1990.

Naidich D., Webb W.R., Muller N.L. et al.: Computed tomography and magnetic resonance of the thorax. Lippincott-Raven 1999.

Ogilvie G. et Moore A.: Managing the veterinary cancer patient: a practical manual Edition VLS 1995.

Redding R.W. Ingram J.T.: Sensory nerve conduction velocity of cutaneous afferents of the radial, ulnar, peroneal and tibial nerves. Reference values. *Am. J. Vet. Res.*, 1984, 46: 1045–1045.

Thrall E. et al.: Textbook of veterinary diagnostic radiology. Section VI, 1998, 263–366, Saunders.

Tidwell S.: Use of computed tomography in cardiopulmonary disease. *VCT XIII*, 2000, 709–711.

Tidwell S. et al.: Computed Tomography guided percutaneous biopsy in the dog and the cat: description of technique and preliminary evaluation in 14 patients. *Vet. Radiol. and Ultrasound*, 1994, 35:445–456.

Tidwell S.: Computed Tomography guided percutaneous biopsy ; criteria for accurate needle tip identification. *Vet. Radiology*, 1994, 35:446–449, 1994.

Vock P. et al.: Single breath hold spiral volumetric CT of the lung. *Radiology*, 1989, 176:864–876.

Webb W.R.: High resolution lung computed tomography. Normal anatomy and pathologic findings. *Radiology Clin. North America*, 1991, 19:1051.

Adresse de correspondance

Dr Daniel Huber, Les Grillières, 1354 Montcherand/Orbe

Enregistrement: 22 février 2005

Accepté: 22 juillet 2005

Remerciements pour les clichés tomographiques au Dr Bordet.