

Tomodensitométrie hélicoïdale et dissections aortiques

M. El Hajjam^{1*}, J.L. Sablayrolle², S.D. Qanadli³, P. Lacombe¹

¹ Service de radiologie, hôpital Ambroise Paré, université René Descartes Paris V, Boulogne-Billancourt, 92100, France; ² centre cardiologique du Nord, Saint Denis, 93000, France; ³ département de radiologie, institut de cardiologie, Montréal, Canada

(Reçu et accepté le 20 décembre 2001)

Résumé

La tomodensitométrie hélicoïdale joue un rôle critique et prépondérant dans l'évaluation des patients suspects de dissection aortique. La disponibilité et l'efficacité de cette technique non seulement dans le diagnostic et le bilan d'extension de la dissection, mais aussi dans l'étude complète du thorax et de l'abdomen, en font un outil idéal pour l'exploration de la pathologie aortique aiguë. Les scanners multicoupes de plus en plus disponibles apportent des bénéfices certains en terme de résolution et de rapidité d'exploration. © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

tomodensitométrie hélicoïdale / dissection de l'aorte

Summary – Helical computed tomography in aortic dissection.

Helical CT plays a critical and dominant role in the evaluation of patients suspected of aortic dissection. Its convenience, its accuracy not only in the rapid diagnosis of dissection and its extension to all vessels, but also in the analysis of the entire thorax and abdomen, make it ideally suited for use in emergency settings. Further benefits are likely to be achieved in resolution and speed with multislice technology. © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

helical CT / aortic dissection

La dissection aortique est secondaire à une déchirure intimale qui aboutit à un décollement intimo-médial et la création d'un vrai et d'un faux chenal au sein de la lumière aortique. Elle représente l'urgence la plus fréquente et la plus grave en terme de pathologie aortique. Non traitée, son évolution est souvent fatale.

Les progrès thérapeutiques aussi bien chirurgicaux que médicaux ont considérablement amélioré la survie. Les techniques d'imagerie non invasive (tomodensitométrie hélicoïdale, imagerie par résonance magnétique et échographie transœsophagienne) permettent aujourd'hui une approche nouvelle dans le diagnostic

de cette affection, autrefois limitée à l'apport des clichés du thorax et de l'angiographie [1].

Le développement permanent du mode hélicoïdal en tomodensitométrie et plus récemment du système multicoupes ouvre de plus en plus de nouveaux champs d'application de cette technique dans le domaine des explorations vasculaires en général et des dissections aortiques en particulier.

Les objectifs de cette article sont de :

– préciser quelques aspects techniques de l'exploration des dissections aortiques en tomodensitométrie hélicoïdale ;

*Correspondance et tirés à part.

Adresse e-mail : mostafa.elhajjam@wanadoo.fr (M. El Hajjam).

- définir les aspects sémiologiques en tomодensitométrie des dissections aortiques ;
- déterminer la place de cette technique par rapport aux autres méthodes d'imagerie dans l'exploration de cette affection.

TECHNIQUE D'EXPLORATION TOMODENSITOMÉTRIQUE DES DISSECTIONS AORTIQUES

L'aorte est certainement l'un des meilleurs terrains d'application de l'acquisition hélicoïdale. La rapidité d'acquisition des coupes, le balayage volumique, la possibilité d'injecter le produit de contraste à haut débit permettent une véritable acquisition à visée angiographique [1, 2].

Le scanner représente un moyen d'imagerie d'accès facile et parfaitement adapté en situation d'urgence chez un patient hémodynamiquement stable.

L'examen est réalisé autant que possible en apnée pour réduire le flou cinétique et l'effet de volume partiel. Dans le cas contraire, une respiration calme altère peu la qualité des images. Grâce aux scanners bi-barettes et plus récemment multi-barettes, le volume exploré est suffisamment large permettant d'explorer la totalité de l'aorte et les axes iliaques en une seule acquisition avec une épaisseur de coupe inférieure ou égale à 5 mm. Le choix des paramètres ne doit pas chercher à obtenir la plus belle image possible. Il doit être guidé par la recherche de l'acquisition permettant un diagnostic correct avec le minimum d'irradiation.

L'examen est réalisé après injection intraveineuse d'un large volume de produit de contraste iodé à haut débit, dans le but d'obtenir un rehaussement vasculaire dans la région d'intérêt suffisamment dense et homogène [3]. Compte tenu des débits d'injection élevés, les produits de contraste de faible osmolalité sont préférables. Leur toxicité en cas d'extrasation est moindre. Par ailleurs, ces produits sont fortement recommandés chez des patients aux conditions hémodynamiques précaires.

Les images axiales natives sont suffisantes pour faire le diagnostic. Les reconstructions multiplanaires bidimensionnelles (2D-MP) sont utiles pour préciser certains détails difficiles à analyser sur les coupes axiales [4]. Le plan de reconstruction est défini de manière interactive et peut être orthogonale aux coupes axiales, oblique dans l'axe de la crosse aortique ou curviligne. Ces reconstructions ne durent que quelques minutes et peuvent être utilisées en situation d'urgence. Elles ne doivent cependant pas retarder la prise en charge du patient.

Les reconstructions tridimensionnelles, qu'elles soient de type « surfacique » ou volumique, pseudo-angioscopique ou projectif, ont un intérêt diagnostique

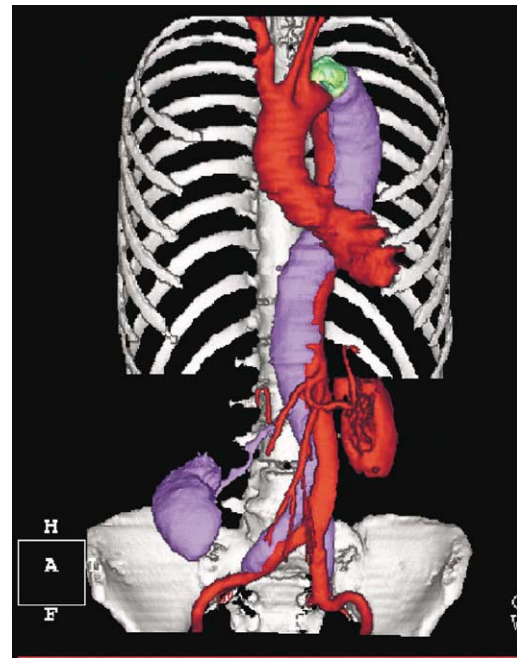


Figure 1. Dissection aortique Stanford B. Vue frontale d'une reconstruction tridimensionnelle surfacique (3D SS) montrant l'étendue de la dissection.

Noter la naissance de l'artère rénale droite à partir du faux chenal.

très limité. Elles permettent cependant d'avoir une cartographie globale de l'aorte (figure 1). Les reconstructions de type projectif utilisant l'algorithme *Maximum Intensity Projection* peuvent être utiles dans l'analyse de l'extension de la dissection aux branches de division de premier ordre de l'aorte (artères rénales, artères digestives) (figure 2).

DISSECTIONS AORTIQUES AIGÜES

Dissection aortique aiguë avec membrane intimale décollée

Après opacification vasculaire, la tomодensitométrie détecte des signes directs et indirects de dissection [1, 5, 6].

- la membrane intimale flottante est le signe direct le plus important. Elle se traduit par une fine bande hypodense par rapport au sang opacifié (figure 3). Elle traduit la limite du clivage dans la paroi aortique et sépare ainsi deux chenaux : un vrai chenal (vraie lumière aortique) et un faux chenal (sang circulant dans la paroi de l'aorte). En tomодensitométrie hélicoïdale, ces deux chenaux peuvent s'opacifier de manière synchrone ou le plus souvent asynchrone. Dans ce dernier cas, le faux chenal s'opacifie avec retard par rapport à la vraie



Figure 2. Reconstruction de type projectif sur l'aorte thoracique utilisant l'algorithme *Maximum Intensity Projection* (MIP) montrant l'extension d'une dissection aortique Stanford A à l'artère carotide commune gauche (flèche).

lumière aortique. À la phase aiguë, lorsque le diamètre de l'aorte est augmenté, l'élargissement se fait pratiquement toujours aux dépens du faux chenal [6]. La topographie du faux chenal semble stéréotypée : postéro-latérale droite sur l'aorte ascendante, postéro-supérieure sur la crosse et postéro-latérale gauche sur l'aorte descendante, mais cette topographie est inconstante et il faut accorder plus de valeur à l'analyse de l'ensemble des coupes et à la cinétique d'opacification des deux chenaux.

La visualisation de la ou des porte(s) d'entrée et de sortie de la dissection devient de plus en plus facile en tomographie hélicoïdale grâce à une épaisseur de coupe de plus en plus fine (*figure 3*).

Les signes indirects de dissection sont représentés par le déplacement des calcifications intimes vers la lumière aortique, l'augmentation du calibre de l'aorte,

la présence d'une complication à type d'hémopéricarde, d'hémomédiastin ou un hémithorax. Ces épanchements sont reconnaissables par leur densité élevée correspondant à celle du sang.

L'étendue du volume exploré en une seule acquisition autorise un bilan d'extension précis de la dissection : aux troncs supra-aortiques dans leur portion intrathoracique (*figure 2*), aux artères viscérales (tronc cœliaque, artère mésentérique supérieure et artères rénales) et aux axes ilio-fémoraux (*figure 4*).

La tomographie hélicoïdale précisera si les artères viscérales naissent à partir du vrai ou du faux chenal et si la vascularisation de leurs territoires est compromise.

L'extension aux artères iliaques est importante à préciser pour le chirurgien dans le choix du site de canulation pour une éventuelle circulation extracorporelle.

L'appréciation de l'extension aux valves aortiques et aux artères coronaires est controversée à l'heure actuelle. Si la tomographie permet chez certains patients de visualiser l'extension vers une artère coronaire, ses performances pour mettre en évidence cette extension ne sont pas évaluées. Cependant, ceci ne constitue pas une véritable limite à la tomographie car l'évaluation peropératoire est systématique.

Le bilan d'extension permet de classer les dissections en types A ou B de Stanford [7]. Cette classification est la plus admise du fait de sa simplicité et de son impact thérapeutique direct (*figure 5*). En effet, les dissections de type A de Stanford relèvent d'une chirurgie d'urgence alors que le traitement médical et la surveillance sont la règle dans les types B, sauf en cas d'ischémie viscérale ou des membres inférieurs,

Hématome intramural de l'aorte

L'hématome intramural est une variante de la dissection aortique, assez mal connue et parfois même sous-estimée par les cliniciens [8, 9]. L'hématome intramural est devenu une entité à part entière depuis l'avènement de l'imagerie en coupes qui analyse mieux la paroi aortique que ne le faisait l'angiographie. Il s'agit sur le plan anatomopathologique d'un véritable hématome dans la paroi aortique dont le mécanisme reste controversé. Pour certains auteurs [10], l'hématome est secondaire à une rupture spontanée des vasa vasorum sans communication avec la lumière aortique. Cette théorie séduisante n'explique probablement pas toutes les situations cliniques et demande à être vérifiée histologiquement. En réalité, l'hématome peut être secondaire à une déchirure intimale au niveau d'une plaque athéromateuse ulcérée et parfois sur une intima en apparence saine [10]. Certains considèrent l'hématome intramural comme un précurseur de la dissection aortique à

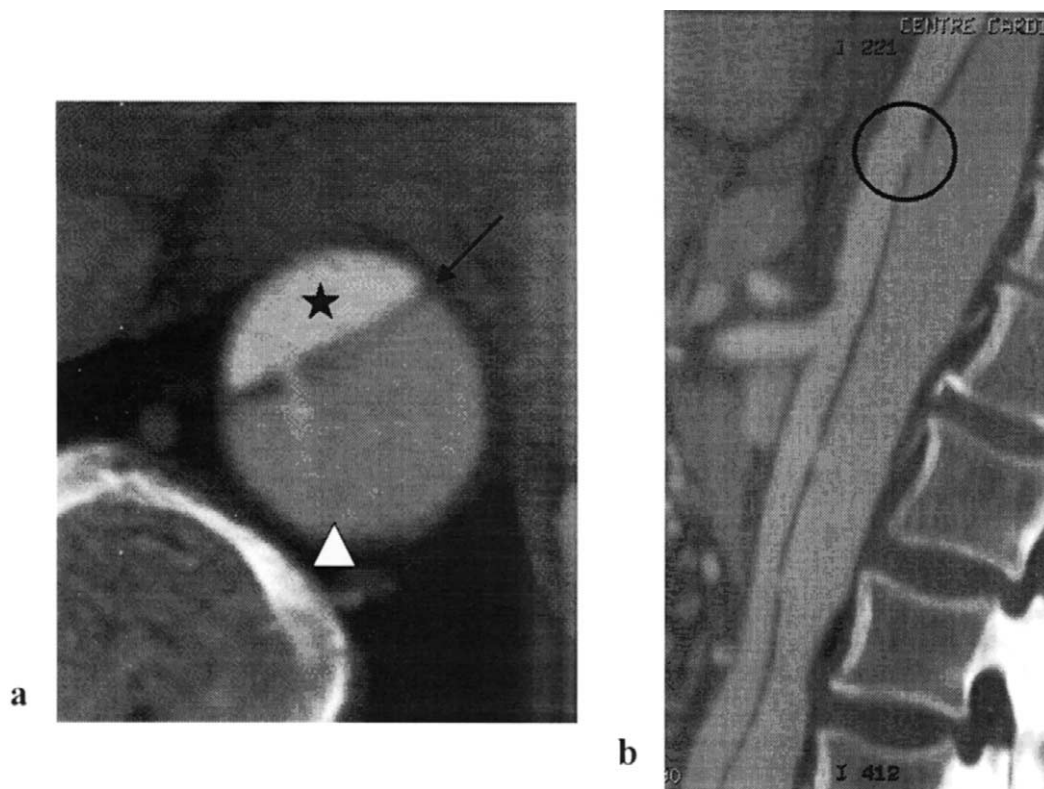


Figure 3. Dissection aortique Stanford B.

a : Coupe tomographique axiale passant par l'aorte thoracique descendante montrant la dissection avec la membrane intimale décollée (flèche) séparant le vrai (étoile) et le faux chenal (tête de flèche). Noter l'asynchronisme circulatoire entre les deux chenaux et la petite communication entre eux.

b : La reconstruction sagittale oblique dans l'axe de l'aorte montre plusieurs communications entre les deux chenaux (portes d'entrée et de sortie).

membrane flottante [11] et d'autres considèrent qu'il s'agit d'une dissection à faux chenal d'emblée thrombosé ou sans porte de sortie [12].

Dans tous les cas, le tableau clinique est identique à celui d'une dissection aortique classique, à membrane flottante, et la conduite thérapeutique doit être la même.

Il est recommandé d'utiliser à la place du terme hématorne intramural, les termes *de dissection aortique sans membrane intimale*, *de dissection non communicante* ou *à faux chenal thrombosé* pour alerter le clinicien sur la gravité de l'affection.

L'hématorne intramural se traduit en tomographie hélicoïdale par un épaississement pariétal, circonférentiel ou non, supérieur ou égal à 7 mm [12], d'une densité de 60-70 UH (figure 6). Le déplacement des calcifications « intimales » vers la lumière aortique est un bon signe diagnostique. La porte d'entrée de l'hématorne peut être mise en évidence sous forme d'une ulcération pariétale localisée.

Dissections aortiques opérées

Les dissections aortiques de type A de Stanford justifient d'une chirurgie en urgence qui consiste à remplacer l'aorte ascendante selon différents procédés (greffe supra-coronaire, interventions de Bahnson ou de Bentall) [8]. Ces interventions peuvent générer des complications graves, d'où la nécessité d'un suivi radiologique systématique. La tomographie hélicoïdale est une technique très appropriée dans cette surveillance.

La tomographie permet de reconnaître :

- au contrôle postopératoire précoce : une collection périprothétique, de volume variable, non circulante et de densité moyenne non rehaussée par le contraste. Cet aspect n'a pas de signification pathologique ;
- la présence d'un flux périprothétique se traduit par une variation localisée de la densité périprothétique et témoigne d'un lâchage de suture. Cet aspect peut évoluer favorablement, mais nécessite toutefois une sur

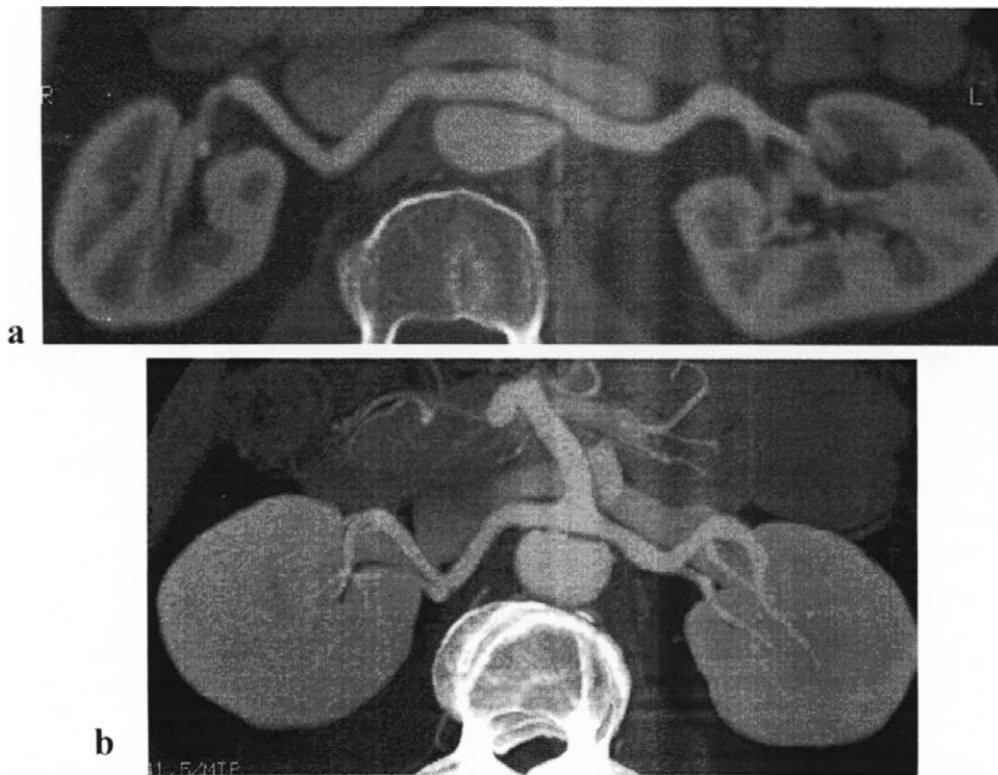


Figure 4. Dissection aortique Stanford B.

a : Reconstruction curviligne dans l'axe des artères rénales montrant leur naissance à partir du vrai chenal aortique.
 b : Reconstruction MIP montrant que les artères rénales et l'artère mésentérique supérieure naissent du vrai chenal.

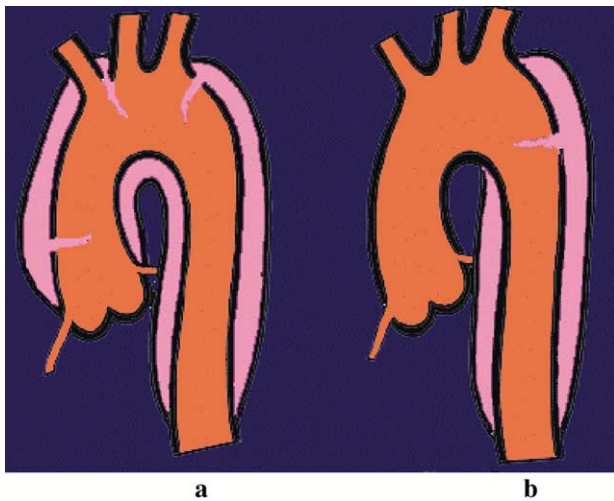


Figure 5. Classification de Stanford.

a : Type A : La porte d'entrée se trouve au niveau de l'aorte ascendante. Chirurgie en urgence.
 b : Type B : La porte d'entrée concerne l'aorte au-delà de la naissance de l'artère sous clavière. Traitement médical et surveillance sauf si ischémie viscérale ou des membres inférieurs.

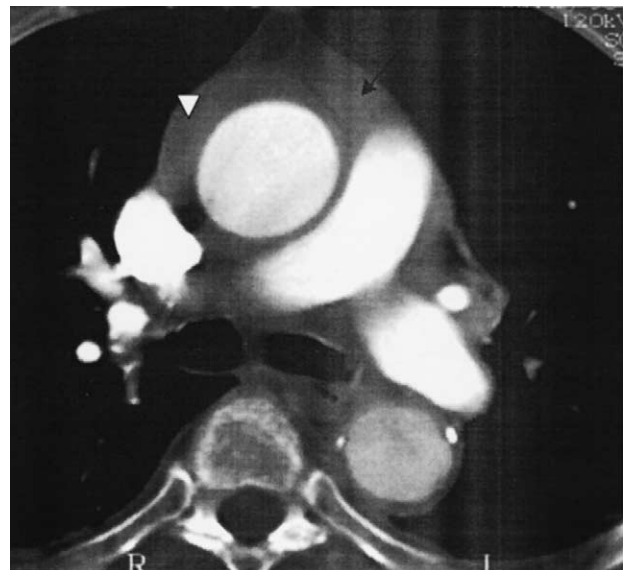


Figure 6. Dissection aortique Stanford A sous forme d'hématome intramural arciforme de l'aorte ascendante (tête de flèche) compliqué d'hémopéricarde (flèche) et opéré en urgence.

veillance étroite car l'accentuation de ce flux doit conduire à une réintervention ;

- le développement de faux anévrysmes anastomotiques qui représentent une complication grave ;
- une thrombose ou une dilatation anévrysmale du faux chenal.

DISSECTIONS AORTIQUES CHRONIQUES

Il s'agit de dissections de type B traitées médicalement. La tomодensitométrie hélicoïdale est une technique facile à mettre en oeuvre et particulièrement adaptée à la surveillance de ces dissections. Elle appréciera l'épaississement de la membrane intimale, l'extension du faux chenal, sa perméabilité et surtout son éventuelle dilatation anévrysmale.

L'évolution favorable des hématomes intramuraux est appréciée sur la diminution de la densité et de l'épaisseur de celui-ci.

ARTEFACTS DE DISSECTION DE L'AORTE ASCENDANTE

Ces artefacts intéressent l'aorte ascendante [13]. Ils apparaissent comme un dédoublement localisé ou un pseudo-épaississement de la paroi aortique réalisant parfois une image de pseudo-membrane intimale flottante. Ils siègent le plus souvent en situation antéro-latérale gauche et sont habituellement limités à deux ou trois coupes contiguës. Ils seraient secondaires au mouvement pendulaire de la paroi aortique entre la systole et la diastole. Ces artefacts disparaissent avec le scanner muticoupes associé à la synchronisation cardiaque.

PLACE DE LA TOMODENSITOMETRIE DANS LES DISSECTIONS DE L'AORTE

Certains impératifs doivent être respectés dans toute prise en charge en imagerie d'une suspicion de dissection aortique :

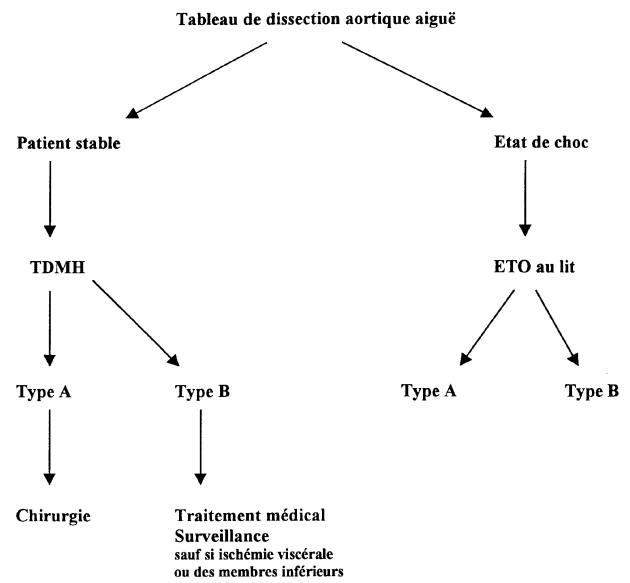


Figure 7. Arbre décisionnel devant une suspicion de dissection aortique aiguë. TDMH = Tomodensitométrie hélicoïdale ; ETO = Echocardiographie transoesophagienne.

- l'examen doit être effectué dans le centre où le patient est reçu ;
- l'expérience acquise par l'équipe radiologique est un élément déterminant ;
- la nécessité d'un consensus médico-chirurgical sur le choix de la technique à réaliser. La *figure 7* résume la démarche diagnostique adoptée dans notre institution devant toute suspicion de dissection aortique aiguë ;
- la rapidité de mise en oeuvre de l'examen ;
- l'évaluation des paramètres pouvant altérer la qualité de la tomодensitométrie tels qu'une agitation du patient, sa mauvaise coopération ou un abord veineux de mauvaise qualité. Ces paramètres auraient l'inconvénient majeur de retarder le diagnostic et utiliser abusivement du produit de contraste empêchant secondairement une angiographie ;

Tableau I. Dissection aortique : tableau comparatif des techniques d'imagerie non invasives dans le diagnostic et le bilan d'extension des dissections aortiques inspiré du travail de Sommer et al. [3].

Les chiffres de sensibilité et spécificité sont présentés avec un intervalle de confiance de 95 %. TDMH : tomодensitométrie hélicoïdale, ETO : Echographie trans-oesophagienne, IRM : imagerie par résonance magnétique nucléaire, HIM : hématome intramural, IAo : insuffisance aortique.

	TDMH	ETO	IRM
Sensibilité	100 % [89-100]	100 % [89-100]	100 % [89-100]
Spécificité	100 % [79-100]	94 % [70-100]	94 % [70-100]
Porte d'entrée	+	+	+
Extension	+++	++	-
HIM	+++	+	++
coronaires	+/-	+	++
IAo	-	+++	+++

Le *tableau I* précise les performances diagnostiques de la tomodensitométrie hélicoïdale dans le diagnostic des dissections aortiques par rapport aux autres techniques d'imagerie non invasive.

L'échocardiographie transœsophagienne multiplanaire est l'examen de première intention devant une suspicion de dissection aortique aiguë chez un patient hémodynamiquement instable, du fait de sa facilité de réalisation au lit du malade. Sa sensibilité et sa spécificité sont excellentes dans le diagnostic des dissections aortiques de type A [3], elle reste moins performante que la tomodensitométrie dans le diagnostic de la dissection aortique de type B et dans le bilan d'extension.

L'imagerie par résonance magnétique possède les mêmes performances que la tomodensitométrie, mais cette technique n'est pas adaptée à la situation d'urgence, présente beaucoup d'artefacts et reste peu fiable dans le bilan d'extension aux troncs supra-aortiques.

L'angiographie, longtemps considérée comme l'examen de référence, est une technique invasive. Elle permet le diagnostic et le bilan d'extension, ainsi que l'évaluation de la valve aortique et des artères coronaires. Mais, elle peut être négative dans le cas particulier des hématomes intramuraux [9]. De plus cette technique se limite à l'étude de l'aorte et ses branches, au moment où la tomodensitométrie permet une étude complète thoraco-abdominopelvienne et donc des diagnostics alternatifs à celui de dissection aortique.

CONCLUSION

La tomodensitométrie hélicoïdale est une technique d'imagerie multiplanaire de la lumière aortique, de ses parois, de son environnement et de ses branches de division. Elle est peu invasive et rapide, parfaitement adaptée au diagnostic positif des dissections aortiques, au bilan d'extension et au suivi sous traitement. Les

scanners bi-barettes, voire multi-barettes désormais de plus en plus accessibles dans de très nombreux centres permettent un diagnostic précoce de cette affection et une meilleure prise en charge.

RÉFÉRENCES

- 1 Fisher E, Stern E, Godwin J, Otto C, Johnson J. Acute aortic dissection: typical and atypical imaging features. *Radiographics* 1994 ; 14 : 1263-71.
- 2 Blum A, Walter F, Ludig T, Zhu X, Roland J, Multislice CT. Principles and new CT-scan applications. *J Radiol* 2000 ; 11 : 1597-615.
- 3 Sommer T, Fehske W, Holzkecht N, Smekal A, Keller E, Lutterbey G, et al. Aortic dissection: a comparative study of diagnosis with spiral CT, multiplanar transoesophageal echocardiography and MR imaging. *Radiology* 1996 ; 199 : 347-52.
- 4 Zeman R, Berman P, Silverman P, Davros WJ, Cooper C, Kladakis AO, et al. Diagnosis of aortic dissection: value of helical CT with multiplanar reformation and three dimensional rendering. *AJR* 1995 ; 164 : 1375-80.
- 5 La Hei E, Brady P, Marshman D, Ross D. Surgical repair of type-A aortic dissection: early and late results in 32 consecutive patients. *Aust New Zealand J Surg* 1997 ; 67 : 712-6.
- 6 LePage MA, Quint LE, Sonnad SS, Deeb GM, Williams DM. Aortic dissection. CT features that distinguish true lumen from false lumen. *AJR* 2001 ; 177 : 207-11.
- 7 Stanford W, Thompson B. Evaluation of great heart vessels and pulmonary vasculature. *Curr Opin Radiol* 1991 ; 3 : 533-8.
- 8 Naidich J, Crystal K. Diagnosis of dissecting hematoma of the aorta: a choice between good and better. *Radiology* 1994 ; 190 : 16-7.
- 9 Nienaber C, Kdolitsch YV. Diagnosis imaging of aortic disease. *Radiology* 1997 ; 37 : 402-9.
- 10 Bluemke D. Definitive diagnosis of intramural hematoma of the thoracic aorta with MR imaging. *Radiology* 1997 ; 204 : 319-21.
- 11 Moriyama Y, Shiota K, Watanabe S, Saigenji H, Shimokawa S, Toyohira H, et al. Acute aortic dissection following intramural hematoma of the aorta. A case report. *Angiology* 1997 ; 38 : 839-41.
- 12 Wambeck N, Cameron D, Holden A. Intramural aortic dissection. *Austr. radiol* 1996 ; 40 : 442-6.
- 13 Qanadli SD, El Hajjam M, Mesurolle B, Lavis L, Jourdan O, Randoux B, et al. Motion artifacts of the aorta simulating aortic dissection on spiral CT. *J Comput Assist Tomogr* 1999 ; 23 : 1-6.