

CARDIOLOGIE

Conférences scientifiques®

COMPTE RENDU DES CONFÉRENCES
SCIENTIFIQUES DE LA DIVISION DE
CARDIOLOGIE, HÔPITAL ST. MICHAEL'S,
UNIVERSITÉ DE TORONTO

L'angiographie coronarienne par tomographie axiale

Par TEJ SHETH, MD, FRCPC; TARANG SHETH, MD, FRCPC; ET BRADLEY STRAUSS, MD, PHD

L'angiographie coronarienne par cathéter a joué un rôle essentiel dans l'évolution de la cardiologie depuis son introduction il y a plus de 50 ans. Elle fournit un examen détaillé de l'anatomie coronarienne et elle est l'intervention de référence pour le diagnostic de la coronaropathie obstructive, servant de carte routière pour le pontage aorto-coronarien et l'intervention coronarienne percutanée (ICP). L'angiographie coronarienne fournit également de nombreuses informations sur la biologie de l'athérosclérose coronarienne, y compris l'histoire naturelle de la coronaropathie, la pathophysiologie des syndromes coronariens aigus et les mécanismes des traitements anti-athéroscléreux tels que les statines'. Cependant, l'angiographie coronarienne par cathéter est une intervention invasive associée à un faible risque de complications graves. Cette possibilité d'effets indésirables a limité son utilisation clinique à certaines situations et a encouragé la mise au point d'alternatives fonctionnelles non invasives pour le diagnostic et le suivi de la coronaropathie, telles que l'imagerie de perfusion à l'effort.

Malgré les efforts effectués au cours des 20 dernières années pour parvenir à une évaluation anatomique non invasive des artères coronaires, les résultats ont été décevants. Contrairement aux vaisseaux du cerveau ou de la circulation périphérique, les artères coronaires sont plus petites (2 à 4 mm) et sujettes à des mouvements constants d'origine cardiaque et respiratoire et ont une anatomie complexe à trois dimensions. Les progrès récents effectués dans la technologie de la tomographie axiale ont permis dans certaines circonstances de surmonter ces difficultés et de produire des images de qualité diagnostique. Il ne fait aucun doute que nous sommes à la veille de l'introduction clinique d'alternatives non invasives à l'angiographie coronarienne. Dans ce numéro de *Cardiologie – Conférences scientifiques*, nous décrivons la technologie à la base de l'angiographie coronarienne par tomographie axiale et les données à l'appui de l'imagerie actuelle et future.

Fondements de la tomographie axiale cardiaque

L'image de base d'un scanner de tomographie axiale est produite par un tube à rayons X et un détecteur. Le tube à rayons X est la source de rayonnements. Le détecteur est situé à l'opposé du tube à rayons X et est composé de cristaux scintillants qui captent les rayons X incidents et produisent l'image de tomographie axiale. Le détecteur et le tube à rayons X sont montés sur un support qui tourne autour du patient (figure 1). Dans la tomographie axiale à balayage spiralé, le support tourne de façon continue simultanément au mouvement longitudinal (ou axe Z) du patient, produisant un balayage spiralé pour le détecteur par rapport au patient. Les principales améliorations techniques qui ont rendu possible l'imagerie coronarienne sont la plus grande vitesse de rotation du support, un nombre croissant de détecteurs avec une collimation sous-millimétrique et des techniques post-traitement plus sophistiquées.

L'amélioration du temps de rotation du support a permis l'acquisition des images plus rapidement et la réduction des artefacts dus au mouvement (tableau 1). Lorsqu'il a été conçu initialement, le scanner à balayage spiralé avait un temps de rotation de 1000 millisecondes (msec)². Ce temps a été réduit à 420 msec avec les scanners actuellement commercialisés. L'acquisition des images synchronisée à l'ÉCG permet la reconstruction de toute une série de données obtenues pendant l'examen à un moment donné du cycle cardiaque. La résolution temporelle (fenêtre d'acquisition des données) de l'examen a été réduite à 50-210 msec, entraînant une réduction importante des artefacts dus au mouvement cardiaque. En général, les images sans mouvement sont fiables, en particulier lorsque la fréquence cardiaque du patient est < 60 batt./min. Le bêta-blocage avant l'examen est donc une innovation importante dans l'imagerie de haute qualité.

L'augmentation des voies de transmission de données permet d'utiliser un plus grand nombre de rangs de détecteurs pour l'acquisition des données et a raccourci le temps du balayage, étant donné qu'un plus grand nombre de coupes sont obtenues à chaque rotation du support. La largeur du détecteur et donc la collimation minimale des coupes ont été améliorées dans la gamme sous-millimétrique, ce qui a amélioré

Division de cardiologie

Beth L. Abramson, MD
Warren Cantor, MD
Luigi Casella, MD
Robert J. Chisholm, MD
Chi-Ming Chow, MD
Paul Dorian, MD
David H. Fitchett, MD (rédacteur-adjoint)
Michael R. Freeman, MD
Shaun Goodman, MD
Anthony F. Graham, MD
Robert J. Howard, MD
Stuart Hutchison, MD
Victoria Korley, MD
Michael Kutryk, MD
Anatoly Langer, MD
Howard Leong-Poi, MD
Iqwal Mangat, MD
Gordon W. Moe, MD (rédacteur)
Juan C. Monge, MD (rédacteur-adjoint)
Thomas Parker, MD (chef)
Trevor I. Robinson, MD
Duncan J. Stewart, MD
Bradley H. Strauss, MD

Hôpital St. Michael's
30 Bond St.,
Suite 7049, Queen Wing
Toronto, Ont. M5B 1W8
Télécopieur: (416) 864-5941

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de la Division de Cardiologie, St. Michael's Hospital, l'Université de Toronto, du commanditaire de la subvention à l'éducation ou de l'éditeur, mais sont celles de l'auteur qui se fonde sur la documentation scientifique existante. On a demandé à l'auteur de révéler tout conflit d'intérêt potentiel concernant le contenu de cette publication. La publication de *Cardiologie – Conférences scientifiques* est rendue possible grâce à une subvention à l'éducation sans restrictions.



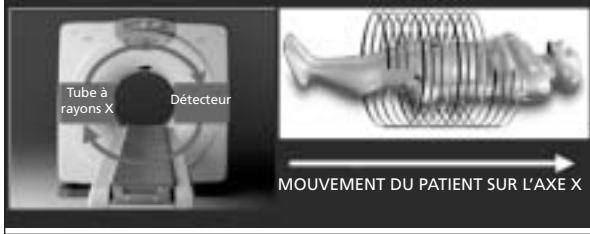
Leading with Innovation
Serving with Compassion

ST. MICHAEL'S HOSPITAL

A teaching hospital affiliated with the University of Toronto



Figure 1 : L'image de base d'un scanner de tomographie axiale est produite par un tube à rayons X et un détecteur qui sont montés sur un support qui tourne autour du patient



considérablement la résolution spatiale des images dans l'axe longitudinal (tableau 2). Avec les scanners multidétecteurs à 16 voies, la résolution de l'axe longitudinal correspond pour la première fois à la résolution dans le plan axial², ce qui permet d'obtenir un voxel d'images réellement isotrope. Cela représente un changement important dans l'imagerie coronarienne par tomographie axiale, car les images peuvent désormais être visualisées comme un volume réel de données avec une résolution similaire (environ 600 µm) dans tout plan standard ou spécifié par l'utilisateur.

Même avec les scanners contemporains, l'angiographie coronarienne par tomographie axiale comporte plusieurs lacunes importantes. La visualisation de la lumière adjacente à des plaques fortement calcifiées est limitée. Les vaisseaux < 2 mm (habituellement les artères coronaires distales) ne peuvent pas être évalués de façon fiable, bien que leur taille soit généralement au-dessous de celle visée par les techniques de revascularisation. Les patients reçoivent une dose de produit de contraste et une exposition aux rayonnements qui sont similaires à celles de l'angiographie par cathéter.

La technologie de la tomographie axiale continue à se développer rapidement et les améliorations prévues augmenteront la résolution spatiale et temporelle. Cette année, des scanners de la génération suivante seront installés pour la première fois dans certains centres dans le monde. Ces scanners auront un temps de rotation de 370 msec et 64 voies d'acquisition des données. La résolution isotrope est de 400 µm et la visualisation du cœur entier peut être effectuée en 7 secondes. Il est probable que les résultats cliniques obtenus avec ces scanners de la génération suivante seront meilleurs que ceux déjà obtenus avec les scanners détecteurs à 16 voies décrits ci-dessus.

Visualisation et interprétation des images

Lorsque l'examen d'imagerie est terminé, une série de données volumétriques est produite aux fins de l'analyse des images.

Tableau 1 : Des améliorations importantes dans la résolution temporelle et les artefacts dus au mouvement ont été obtenues grâce aux progrès effectués dans la technologie de la tomographie axiale

	1989	1998	2002
Rotation du support	1000 msec	500 msec	420 msec
Résolution temporelle	250 – 500 msec	125 – 250 msec	50 – 210 msec
Artefacts dus au mouvement	100 %	50 %	10 %

Tableau 2 : L'augmentation du nombre de détecteurs de 1 à 16 a entraîné des améliorations de la résolution dans le plan, de l'épaisseur des coupes et de la résolution dans les trois plans

	1989	1998	2002
Résolution dans le plan	0,6 x 0,6 mm	0,6 x 0,6 mm	0,6 x 0,6 mm
Épaisseur de la coupe	3 mm	1-1,25 mm	0,625 mm
Détecteurs	1	4	16
Résolution spatiale	0,6x0,6x3 mm	0,6x0,6x1 mm	0,6x0,6x0,6 mm isotrope

L'interprétation de l'angiographie coronarienne par tomographie axiale implique l'interrogation de ce volume de données avec l'aide d'un poste de travail permettant la visualisation des images en 3D, afin d'obtenir des informations sur l'anatomie et la pathologie des artères coronaires. À cette fin, plusieurs outils de visualisation sont utilisés pour évaluer chaque segment artériel. Les techniques de visualisation comprennent le reformatage multiplans (MPR), les projections d'intensité maximale (MIP) et les éléments de volume en 3D.

L'interprétation des images de base peut être effectuée sur des coupes axiales du cœur. En plus du plan axial standard, tout plan oblique spécifié par l'utilisateur peut être visualisé. On les appelle les reformatages multiplans ou images MPR (figure 2). Étant donné que les artères coronaires ont une forme courbée autour du cœur, il n'est généralement pas possible de montrer une longueur de vaisseau importante sur une seule coupe MPR. Afin de visualiser des segments de vaisseaux plus longs, un reformatage multiplans courbé peut être effectué en utilisant les données de plusieurs coupes prises sous divers angles (figure 3). Une autre méthode est de produire une image de projection en additionnant les données de plusieurs coupes prises selon une orientation spatiale spécifiée. Cette technique, appelée projection d'intensité maximale ou MIP, permet de visualiser le point le plus lumineux de la série de coupes sur l'image finale (figure 4). Un outil d'analyse de l'image finale sont les éléments de volume en 3D qui sont très utiles pour avoir un aperçu global de l'anatomie, mais non pour détecter des sténoses (figure 5). Les données sont acquises de façon continue durant le cycle cardiaque, afin que

Figure 2 : L'interprétation des images peut être effectuée avec les données sur une seule coupe dans n'importe quel plan (transverse standard, coronal, sagittal ou oblique) ; on les appelle les reformatages multiplans ou images MPR

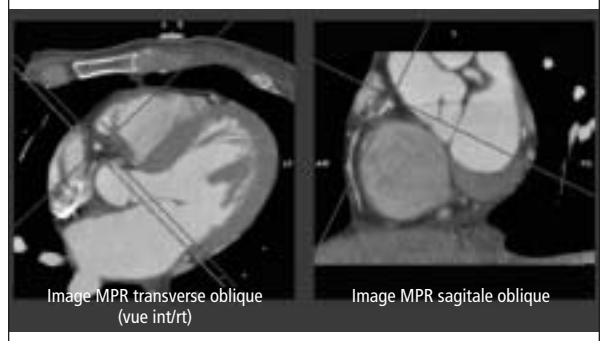
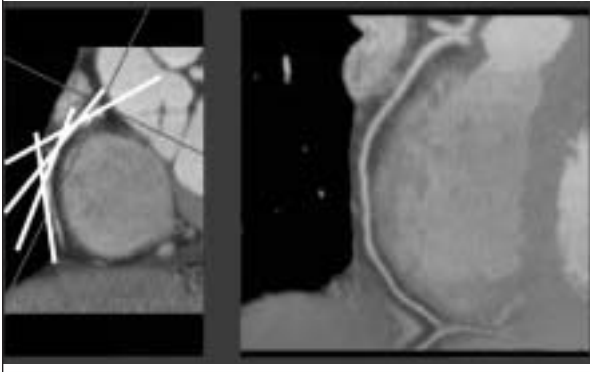


Figure 3 : Pour visualiser des artères coronaires courbées, une image de reformatage multiplans courbée utilise des données de plusieurs coupes sous divers angles



des analyses synchronisées de la fonction ventriculaire et du mouvement de la paroi soient également possibles, comme c'est le cas de l'évaluation anatomique des cavités cardiaques et de la cavité péricardique. De plus, étant donné que l'angiographie coronarienne par tomographie axiale est essentiellement une tomographie axiale avec injection de produit contraste du thorax synchronisée à l'ÉCG, elle peut fournir d'autres informations pertinentes sur les anomalies pulmonaires, médiastinales, spinales ou thoraciques pour le traitement des patients. Un examen de toutes les structures visualisées est nécessaire dans l'interprétation de l'étude.

Anatomie coronarienne normale

Le groupe de figures (figure 6A à 6F) montre des MIP sélectionnées chez un patient dont les artères coronaires sont normales.

- La figure 6A montre l'orifice du tronc commun et la bifurcation de l'artère interventriculaire antérieure et de l'artère circumflexe.
- La figure 6B montre une vue du long axe de l'artère interventriculaire proximale et médiale.
- La figure 6C montre l'artère auriculoventriculaire dans le sillon auriculo-ventriculaire avec une artère marginale droite à angle obtus.
- La figure 6D montre l'orifice et la partie proximale de l'artère coronaire droite.

Figure 4 : La projection d'intensité maximale (SIM) fait la somme des données de plusieurs coupes prises selon la même orientation et permet la visualisation du vaisseau sur un segment plus long

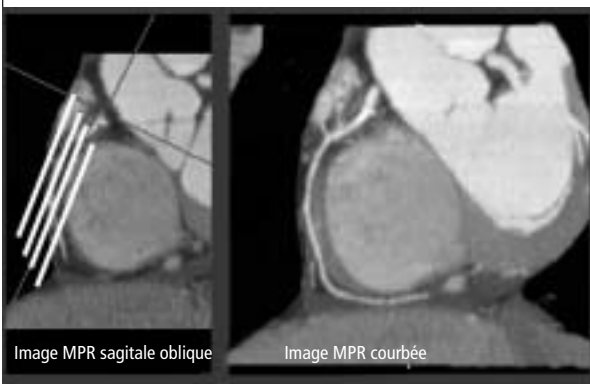
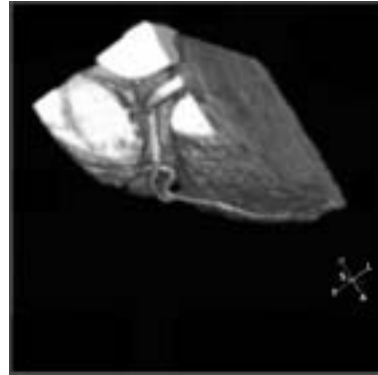


Figure 5 : Les éléments de volume en 3D sont utiles pour obtenir un aperçu global de l'anatomie



- La figure 6E montre l'artère coronaire droite médiane dans le sillon auriculo-ventriculaire droit. La figure 6F montre l'artère coronaire droite distale et l'artère interventriculaire postérieure. Les structures vasculaires ayant une plus faible densité sur l'image sont des veines cardiaques.

Indications en évolution

La lumière des vaisseaux : détection des sténoses coronariennes

Le principal objectif de la mise au point clinique de l'angiographie coronarienne par tomographie axiale était la détection et l'évaluation de façon fiable des sténoses coronariennes. La figure 7 montre des échantillons d'images d'un patient présentant une sténose importante de l'artère coronaire droite à la tomographie axiale et à l'angiographie par cathéter. Des études de validation comparant la tomographie axiale à l'angiographie par cathéter ont été publiées pour la première fois en 1998. On peut les diviser en celles effectuées avec des scanners à 4 détecteurs et à 16 détecteurs. Avec les scanners à 4 détecteurs, on n'a pas pu évaluer les artères chez jusqu'à 30 % des patients et avec les scanners à 16 détecteurs, ce pourcentage a été réduit à 10 %.

La performance diagnostique s'est également améliorée avec les scanners à 16 détecteurs. Dans une méta-analyse récemment présentée, la sensibilité et la spécificité de la détection des sténoses > 50 % étaient de 83 % et 85 %, respectivement³. Comparativement aux caractéristiques des autres techniques diagnostiques non invasives pour l'évaluation d'une maladie

Figure 6 : MIP sélectionnés dans des artères coronaires normales (voir texte)

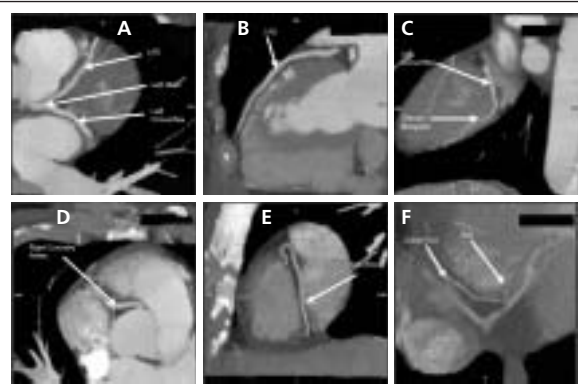
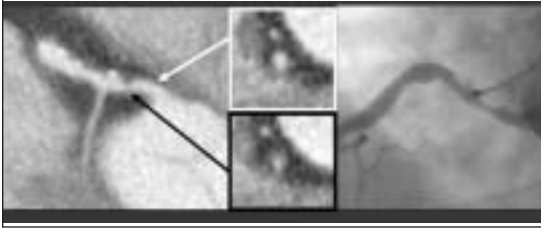


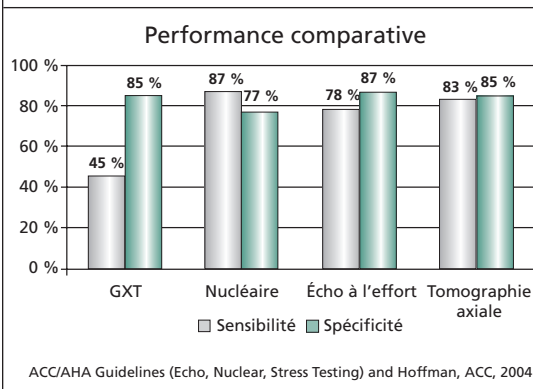
Figure 7 : Images d'une sténose de l'artère coronaire droite au moyen de l'angiographie par tomographie axiale et par cathéter



coronarienne potentielle, l'angiographie par tomographie axiale a une efficacité comparable (figure 8). Une différence importante est que l'angiographie par tomographie axiale fournit des informations anatomiques plutôt que fonctionnelles. Elle est donc complémentaire aux autres modalités d'imagerie fonctionnelles non invasives.

Nous avons acquis de nombreuses connaissances en peu de temps depuis que ces études ont été terminées. Les résultats les plus récents obtenus dans l'un des centres les plus expérimentés dans le monde ont été récemment publiés⁴. Les auteurs ont étudié 128 patients qui ont reçu des bêta-bloquants, lorsque cela était nécessaire, pour obtenir une fréquence cardiaque moyenne de 58 batt./min. Le groupe de patients souffrait d'une angine typique et avait les mêmes caractéristiques que celles d'une population générale référée pour un cathétérisme. Aucune atteinte significative n'a été identifiée chez 17 % des patients. Une atteinte monotronculaire a été identifiée chez 35 % d'entre eux, une atteinte bitronculaire chez 35 % d'entre eux, une atteinte tritronculaire chez 14 % d'entre eux et 5 % souffraient d'une atteinte du tronc commun. Vaisseau par vaisseau, la sensibilité et la spécificité pour la détection des sténoses > 50 % par une angiographie coronarienne quantitative étaient de 94 % et de 91 %, respectivement. Toutes les lésions du tronc commun et les occlusions totales ont été identifiées. Dans l'ensemble, la sensibilité et la spécificité pour la classification d'un patient atteint ou non de coronaropathie obstructive étaient de 100 % et de 86 %, respectivement. Les valeurs prédictives positive et négative chez cette population de patients, chez qui la prévalence de la maladie était relativement élevée, étaient de 97 % et de 100 %, respectivement.

Figure 8 : Comparaison de l'angiographie par tomographie axiale avec d'autres techniques diagnostiques non invasives



Étant donné que l'angiographie par tomographie axiale a une excellente valeur prédictive négative, elle peut s'avérer particulièrement utile pour exclure la coronaropathie chez les patients dont la probabilité avant l'intervention d'être atteint de la maladie est faible à moyenne. Cela peut également être une alternative utile à l'angiographie par cathéter lorsque d'autres tests non invasifs ne sont pas concluants ou que les symptômes sont atypiques. Un examen non invasif négatif pourrait permettre d'éviter la nécessité d'un cathétérisme (tableau 3).

Chez les patients atteints de coronaropathie extensive, l'angiographie par tomographie axiale est limitée par la calcification importante qui rend plus difficile l'évaluation de la lumière. De plus, étant donné que l'examen est effectué à l'aide d'un seul bolus non sélectif de produit de contraste, la circulation collatérale ne peut être évaluée. Par conséquent, l'angiographie par tomographie axiale offre moins d'informations diagnostiques chez les patients atteints d'athérosclérose coronarienne au stade avancé. Cependant, à mesure que la performance diagnostique s'améliore, il est probable que l'angiographie par tomographie axiale réalisera un nombre croissant de fonctions effectuées par l'angiographie par cathéter. Finalement, la « carte routière » d'une maladie coronarienne significative et le suivi de la progression de la maladie peuvent être effectués par des méthodes non invasives, de nombreux patients n'entrant dans le laboratoire de cathétérisme que pour subir une intervention de revascularisation planifiée.

Après la revascularisation

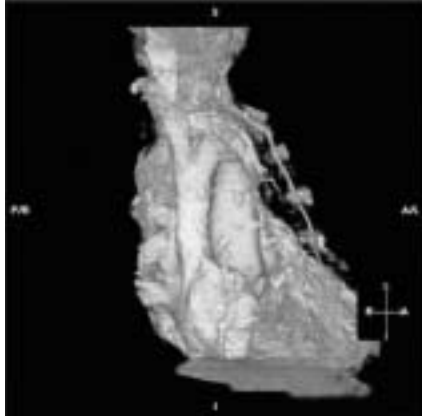
Les greffes de pontage aorto-coronarien sont plus grandes et ont un mouvement moins important que les artères coronaires natives et peuvent être visualisées de façon plus fiable. La perméabilité des greffes de veine saphène et des artères peut être évaluée au moyen de l'angiographie par tomographie axiale. La figure 9 montre une greffe de veine saphène perméable au niveau de l'artère coronaire droite. L'anastomose proximale est visible dans l'aorte descendante, bien que l'anastomose distale ne soit pas visible dans cette projection.

Grâce aux stents intracoronariens à élution médicamenteuse, un plus grand nombre de sous-groupes de lésions sont traitées par voie percutanée. Lorsque l'implantation de stents intracoronariens est effectuée dans les vaisseaux les plus proximaux (tronc commun ou artère interventriculaire ostiale), il est souvent intéressant d'effectuer une angiographie de surveillance pour évaluer la perméabilité continue du stent. Bien qu'elle n'ait pas été systématiquement étudiée, l'angiographie par tomographie axiale permet de distinguer les stents perméables des stents occlus qui sont ≥ 3 mm. La figure 10 montre des angiogrammes avant et après l'intervention chez un patient qui a

Tableau 3 : Candidats à l'angiographie coronarienne par tomographie axiale

- Fréquence cardiaque < 80, idéalement < 60
- Probabilité intermédiaire à faible de maladie coronarienne significative
- Absence de calcification extensive des vaisseaux
- Fonction rénale normale

Figure 9 : Angiographie par tomographie axiale d'une greffe saphène perméable au niveau de l'artère coronaire droite



subi l'implantation d'un stent dans le tronc commun à l'hôpital St Michael utilisant une technique de superposition des stents (crush technique) selon laquelle des stents séparés sont placés du tronc commun à l'artère interventriculaire et du tronc commun à l'artère circumflexe. Les éléments de volume en 3D montrent les deux stents intracoronariens. Le reformatage multiplans montre la perméabilité du stent intracoronarien allant du tronc commun vers l'artère interventriculaire. Une recherche active est menée pour établir si l'angiographie par tomographie axiale peut évaluer la perméabilité des stents intracoronariens et la présence de resténose au niveau du stent.

Progrès futurs

La paroi du vaisseau : évaluation de l'athérosclérose subclinique

Bien que toutes les modalités d'imagerie pour l'évaluation de l'artère interventriculaire fournissent des informa-

tions directes ou indirectes sur la présence de sténoses coronariennes, seule la tomographie axiale et éventuellement l'IRM permettent de visualiser la paroi du vaisseau et fournissent des informations sur le processus athérosclérotique de façon non invasive. Ce domaine s'est développé relativement récemment, mais plusieurs caractéristiques de la plaque peuvent être évaluées par la tomographie axiale, y compris la présence de lésions calcifiées et non calcifiées non obstructives.

La première modalité la plus largement appliquée pour l'évaluation de l'athérosclérose avec la tomographie axiale est l'établissement d'un score de calcium dans les artères coronaires. Le degré de calcification est mesuré en faisant la somme de la calcification détectée sur chaque coupe. Il a été démontré que le score total de calcium est un marqueur du fardeau de la maladie athéroscléreuse dans les artères coronaires. Des études épidémiologiques ont montré que les scores de calcium permettent de prédire les événements cardiaques futurs chez les sujets asymptomatiques. Cependant, il existe d'importantes controverses sur la valeur ajoutée de l'attribution d'un score de calcium par rapport aux informations déjà fournies par le Framingham Risk Score. Des données sur ce sujet provenant d'une étude de cohorte prospective de 7 ans ont récemment été publiées⁵. L'étude a montré que chez les patients présentant un risque moyen selon les critères Framingham (taux d'événements à 10 ans de 10 à 20 %), il y avait une séparation légèrement plus prononcée des taux d'événements cardiaques en utilisant le score de calcium, en particulier pour les scores > 300 (figure 11).

Une autre observation importante faite dans cette étude était que dans toutes les catégories de risque Framingham, des événements étaient quand même observés chez les patients qui avaient un score de calcium de 0. Cela implique que des plaques non calcifiées additionnelles sont présentes et ne sont pas identifiées par cette technique qui permet de visualiser le calcium uniquement. Des travaux très récents sur l'angiographie par tomographie axiale avec injection d'un produit de contraste indiquent que ces plaques non calcifiées peuvent être détectées et quantifiées également⁶. La figure 12 montre des images de

Figure 10 : Angiogrammes du stent au niveau du tronc commun utilisant la « crush technique » avant et après l'intervention

En haute à gauche : Avant l'intervention;
En haute à droite : Après l'intervention;
En bas à gauche : Éléments de volume en 3D avant l'intervention; En bas à droite: Reformatages multiplans après l'intervention



Figure 11 : Il existe une légère séparation des événements cardiaques en utilisant le score de calcification des artères coronaires (SCAC), en particulier pour un score > 300. Cependant, on observe quand même des événements chez les patients ayant un score de 0

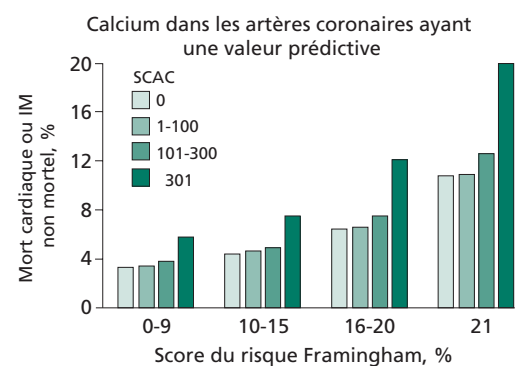
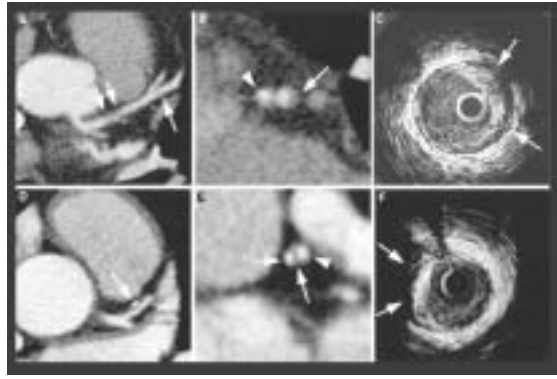


Figure 12 : Images de tomographie axiale spiralée multidétecteurs (TASM, panneau du dessus) corrélées avec l'échographie intravasculaire (ÉIV), panneau ci-dessous, pour la détection des lésions non sténosées



tomographie axiale spiralée multidétecteurs (TASM) corrélées aux images d'échographie intravasculaire (ÉIV), la norme de référence actuelle pour la détection de l'athérosclérose coronarienne. Les images ci-dessus sont des images produites par TASM de l'artère interventriculaire proximale montrant une plaque avec une faible atténuation à la bifurcation de l'artère interventriculaire et de l'artère diagonale. Sur l'axe court, l'artère diagonale est sur la gauche et à l'extrême droite, on voit la plaque avec une faible atténuation dans l'artère interventriculaire. Cela correspond à l'image d'ÉIV qui montre la plaque sur le même segment. Sur le panneau du bas, on observe une plaque calcifiée sur les images TASM et ÉIV.

L'évaluation de la paroi des vaisseaux par tomographie axiale est un domaine de recherche très actif. Des efforts sont déployés en vue de quantifier l'étendue de la plaque coronarienne. De plus, on explore les caractéristiques de la vulnérabilité de la plaque, détectée par tomographie axiale, y compris le remodelage des vaisseaux et le contenu de la plaque coronarienne. L'objectif ultime de ces efforts est de mettre au point une évaluation non invasive du fardeau total des plaques calcifiées et non calcifiées (une carte des plaques coronariennes) et d'identifier les lésions coronariennes entraînant un risque particulier selon des critères morphologiques.

Conclusion

Les progrès récents dans la technologie de la tomographie axiale permettent une visualisation fiable des artères coronaires chez certains groupes de patients et à l'avenir, l'angiographie par tomographie axiale permettra peut-être l'évaluation du fardeau et de la signification des plaques d'athérome subcliniques. L'angiographie par tomographie axiale sera de plus en plus utile dans l'évaluation des sténoses coronariennes et jouera un rôle de plus en plus important dans le traitement des patients atteints de coronaropathie.

Les images des figures 4-8 et 12 ont été fournies gracieusement par la Division d'imagerie cardiovasculaire, Département de radiologie, Brigham and Women's Hospital/Harvard Medical School. Les images de tomographie axiale de la figure 13 sont fournies gracieusement par le Département de radiologie, Northumberland Hills Hospital.

Références clés

1. Ryan TJ. The coronary angiogram and its seminal contributions to cardiovascular medicine over five decades. *Circulation* 2002;106:752-756.
2. Desjardins B, Kazerooni EA. ECG-gated cardiac CT. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182(4):993-1010.
3. Hoffman U, Hossein J, Dunn EJ, D'Othee BJ. Is computed tomography-based coronary angiography ready for prime time? A meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:312A.
4. Mollet NR, Cademartiri F, Nieman K, et al. Multislice spiral computed tomography coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 2004;43(12):2265-70.
5. Greenland P, LaBree L, Azen SP, Doherty TM, Detrano RC. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA* 2004;291(2):210-5.
6. Achenbach S, Moselewski F, Ropers D, et al. Detection of calcified and non-calcified coronary atherosclerotic plaque by contrast-enhanced, submillimeter multidetector spiral computed tomography: a segment-based comparison with intravascular ultrasound. *Circulation* 2004;109:14-17.

Réunions scientifiques à venir

28 août – 1^{er} septembre 2004

Congrès 2004 de la Société européenne de cardiologie
Munich, Allemagne

Renseignements : www.escardio.org
Fax : +33(0)4 92 94 76 10

19 au 20 septembre 2004

Cardiac Clinical Imaging 2004: CT and MR

Boston, MA

Renseignements : Heather Gangi ou Harvard Medical School
Tél. : 617 726-2970 ou 617 384-8600
Fax : 617 724-5597 ou 617 384-8686
Courriel : hgangi@partners.org ou
hms.cme@hms.harvard.edu

10 au 12 octobre 2004

Hot Topics in Cardiovascular CT and MRI

Montréal, QC

Renseignements : Tym Peters, Radiology Postgraduate
Education, UCSF
Tél. : 415 476-5731 Fax : 415 476-9213
Courriel : cme@radiology.ucsf.edu
Site web : www.radiology.ucsf.edu

Les avis de changement d'adresse et les demandes d'abonnement *Cardiologie – Conférences Scientifiques* doivent être envoyés par la poste à l'adresse B.P. 310, Station H, Montréal (Québec) H3G 2K8 ou par fax au (514) 932-5114 ou par courrier électronique à l'adresse info@snellmedical.com. Veuillez vous référer au bulletin *Cardiologie – Conférences Scientifiques* dans votre correspondance. Les envois non distribuables doivent être envoyés à l'adresse ci-dessus. Poste-publications #40032303

La version française a été révisée par le Dr George Honos, Montréal.

L'élaboration de cette publication a bénéficié d'une subvention à l'éducation de

Novartis Pharma Canada Inc.

© 2004 Division de Cardiologie, Hôpital St. Michael, Université de Toronto, seule responsable du contenu de cette publication. Éditeur : SNELL Communication Médicale Inc. en collaboration avec la Division de Cardiologie, Hôpital St. Michael, Université de Toronto. *Cardiologie – Conférences scientifiques* est une marque déposée de SNELL Communication Médicale Inc. Tous droits réservés. L'administration des traitements décrits ou mentionnés dans *Cardiologie – Conférences scientifiques* doit toujours être conforme aux renseignements thérapeutiques approuvés au Canada. SNELL Communication Médicale Inc. se consacre à l'avancement de la formation médicale continue de niveau supérieur.