



Coronarographie par CT-scan en 2009



Rev Med Suisse 2009; 5: 532-7

E. De Benedetti
P. Urban
H. Hauser

Drs Edoardo De Benedetti
et Philip Urban
Département cardiovasculaire
Dr Hermann Hauser
Département de radiologie
Hôpital de La Tour
Av. J.-D. Maillard 1 bis, 1217 Meyrin
edb@latour.ch

CT coronary angiogram : state of the art in 2009

Thanks to 64 multi-detector CT-scan it is nowadays possible to visualise non invasively the coronary arteries: the recently published series have shown excellent sensitivity and specificity in the detection of coronary artery disease. Actually, the principal interest of the technique is the excellent negative predictive value which is very useful to rule out a significant coronary artery stenosis. For the time being, the angio CT is recommended for symptomatic patients with low to intermediate probability of coronary artery disease with inconclusive functional test. Despite some technical ameliorations, the irradiation doses delivered by multi-detector CT are significant and should restrict its indications specifically in women and young patients, in whom a late radio-induced cancer may be a concern.

La coronarographie non invasive par CT-scan est devenue une réalité depuis l'apparition de CT-scan à 64 détecteurs. Les études publiées ces dernières années font état d'excellentes valeurs de sensibilité et de spécificité. Pour l'heure, l'intérêt principal de la technique, grâce à une valeur prédictive négative élevée, réside dans l'exclusion de la maladie coronarienne (MC). En tout état de cause, un CT coronaire (CTC) n'est recommandé pour l'instant que pour les patients symptomatiques à risque bas ou intermédiaire avec des tests fonctionnels non conclusifs. Malgré les améliorations techniques, les doses d'irradiation actuelles du CTC sont significatives et devraient limiter la prescription de cet examen notamment chez les femmes et les patients jeunes, le risque de cancer radio-induit tardif restant une préoccupation légitime.

INTRODUCTION

Les maladies cardiovasculaires restent la cause de mortalité principale dans les pays occidentaux. Parmi celles-ci, la manifestation clinique de la maladie coronarienne (MC), sous forme d'angor ou de syndrome coronarien instable, est un motif de consultation fréquent en cabinet médical et en salle d'urgences. Les examens non invasifs (test d'effort ou autres épreuves fonctionnelles) ont pour but de détecter l'ischémie myocardique. Lorsque celle-ci est confirmée, on procède alors généralement à une angiographie coronaire, étalon standard pour

le diagnostic de la MC, qui permet de préciser l'anatomie des artères coronaires ainsi que l'extension de la MC et donc de définir une stratégie thérapeutique adéquate.

Cependant, une présentation clinique atypique de la MC, des tests fonctionnels non conclusifs et une angoisse croissante du patient poussent souvent le médecin à multiplier les investigations.

L'introduction depuis 1991 du CT-scan à détecteurs multiples (multi-barrettes) suivie d'une évolution technologique fulgurante avec actuellement des appareils à 64 détecteurs, voire à 256 détecteurs, ont permis une amélioration importante de la résolution spatiale et temporelle. Grâce à ces progrès, il est devenu possible de visualiser les artères coronaires et pratiquer ainsi une coronarographie de manière non invasive.

Le CT coronaire (CTC) est-il alors en 2009 l'examen de choix pour le diagnostic de la MC? Quelle est sa place dans l'arsenal diagnostique actuel? Quelles sont les indications, les contre-indications et les limites de l'examen?

RÉSOLUTION SPATIALE

Le CT-scan est constitué d'un émetteur de rayons X et d'un détecteur fixés sur un anneau qui tourne autour du patient. Le signal obtenu génère des pixels en trois dimensions (voxel) qui sont codés en échelle de gris selon l'atténuation du tissu traversé. Le calcium atténuant fortement le rayon X est codé en blanc, l'air



n'atténuant que peu les rayons X, en noir. Malheureusement, si un voxel contient à la fois du calcium et une plaque lipidique hypodense, le voxel sera codé en blanc et l'information de l'hypodensité sera perdue. Ce phénomène, ainsi que le *blurring* (les calcifications apparaissent plus importantes et masquent la lumière vasculaire sous-jacente) expliquent la difficulté dans l'interprétation des angio-CT chez les patients avec des calcifications coronaires importantes chez lesquels il est extrêmement difficile de quantifier une éventuelle sténose coronaire sous-jacente.

Il est dès lors important d'obtenir des voxels aussi petits que possible (résolution spatiale), ce qui dépend de la résolution des rayons X et non du nombre de détecteurs. Actuellement, la résolution spatiale d'un CTC à 64 détecteurs est de l'ordre de 0,4 mm contre 0,2 mm pour l'angiographie.

Par ailleurs, un temps d'acquisition court (apnée de 5-10 secondes) nécessite une grande surface de rayonnement avec une rotation rapide ainsi qu'un mouvement de table très rapide.

RÉSOLUTION TEMPORELLE

La résolution temporelle dépend de la vitesse de rotation du rayonnement et est actuellement de 165 ms contre 5-20 ms pour l'angiographie.

On voit donc que les appareils actuels ont une résolution spatiale deux fois moins importante et une résolution temporelle 10-30 fois moins importante que l'angiographie coronaire.

MODALITÉS PRATIQUES

Comme tout examen radiologique, le CTC a des contre-indications absolues telles l'impossibilité par le patient de faire une apnée ou de suivre les consignes données par les techniciens, l'allergie au produit de contraste ou la grossesse. Les contre-indications relatives comme une arythmie irrégulière et/ou rapide, telle une fibrillation auriculaire, ou la présence de sondes de pacemaker doivent être discutées avant d'adresser le patient pour l'examen.

Une voie veineuse est posée sur un avant-bras pour l'injection de 50 à 100 ml de produit de contraste. Le patient doit impérativement avoir une fréquence cardiaque au repos < 65 bpm, sinon une dose de bêtabloquant devrait lui être administrée une heure avant l'examen (par exemple : 100 mg de métoprolol). Un repérage (scout) est alors effectué puis un score calcique. Un score élevé (> 400 Agatston) rend l'interprétation des sténoses coronaires difficile et diminue considérablement la spécificité de l'examen. A noter d'ailleurs, que la plupart des études publiées ont exclu les patients avec un score > 400. Le bolus i.v. de produit de contraste est injecté, le patient fait une apnée et l'angio-scan est déclenché automatiquement par l'arrivée du produit de contraste dans l'aorte, la reconstruction des images étant synchronisée grâce à l'ECG. Différentes possibilités de synchronisation existent, visant essentiellement à diminuer la dose de rayonnement.¹

IRRADIATION

Certes, il n'existe pas de données irréfutables sur la relation entre l'irradiation reçue par le patient et le risque de cancer dans les années qui suivent. Néanmoins, les données publiées, basées sur les explosions nucléaires au Japon, font état d'un risque augmenté de cancer pour des doses > 20 mSv. Le risque dépend bien sûr de la dose reçue ainsi que du sexe et de l'âge du patient, les femmes et les enfants étant les plus sensibles aux rayons X. Une récente publication fait état d'un risque pouvant aller d'un cancer sur 219 examens (malgré une modulation de la dose) pour une femme de vingt ans à un cancer sur 1911 examens chez un homme de > 60 ans.²

Les doses d'irradiation délivrées par le CTC peuvent être assez importantes. Elles dépendent du réglage de l'appareil, du protocole de reconstruction utilisé (synchronisation sur l'ECG rétro ou prospective), de la surface que l'on veut analyser ainsi que du poids du patient. Les valeurs rapportées dans la littérature étaient d'abord de 20-25 mSv (ce qui est encore le cas si l'on fait un contrôle d'un pontage mammaire, par exemple) mais elles sont maintenant généralement plus basses, entre 5 et 20 mSv. Par comparaison, une coronarographie délivre entre 2 et 5 mSv, une scintigraphie au thallium entre 8 et 25 mSv. La dose de rayonnement dépend du type d'examen demandé : un examen demandé pour éliminer à la fois une MC, une embolie pulmonaire ainsi qu'une dissection aortique (*triple rule out*) implique des doses d'irradiation élevées, ce qui ne justifie pas son utilisation systématique en salle d'urgences.³

INDICATIONS DU CT CORONAIRE

Diagnostic de la maladie coronarienne

Plusieurs publications ont comparé la sensibilité et la spécificité du CTC à la coronarographie. Globalement, on peut conclure que la sensibilité pour les appareils avec 64 détecteurs est autour de 87% et la spécificité de 96%.⁴ Il faut noter ici qu'il s'agit dans la grande majorité de patients avec un angor stable, d'hommes avec des scores calciques < 600 et d'études monocentriques effectuées dans des centres pionniers dans la technique. La généralisation de ces données à la pratique quotidienne doit être prudente, ce qui a été confirmé par une récente étude multicentrique, CorE 64, qui a montré une sensibilité de 76% et une spécificité de 93% lorsque l'analyse par segment vasculaire a été effectuée.⁵ Ceci confirme néanmoins que le CTC a une excellente valeur prédictive négative et qu'un examen totalement normal permet d'exclure une MC.

Perméabilité des pontages aorto-coronariens

Les pontages sont en général de grande taille et moins mobiles au cours du cycle cardiaque que les coronaires et sont donc facilement visibles par CTC. Le contrôle des pontages représente donc une bonne indication au CTC. A souligner, cependant, que la plus grande surface à analyser implique une dose d'irradiation plus élevée et que le réseau natif en aval des pontages, parfois siège de la sténose, peut être parfois difficile à analyser.

Anomalies coronaires

C'est certainement l'examen de choix en cas de suspicion d'anomalie coronaire. L'origine des artères coronaires est très bien visible et les rapports avec les structures adjacentes peuvent se faire aisément avec le CTC.

Score calcique

Examen simple, peu irradiant, n'utilisant pas de produit de contraste, le score calcique permet de déterminer le risque cardiovasculaire du patient mieux que le score de Framingham ou le score de la Société européenne de cardiologie.

Autres indications

Identifier les anomalies des veines pulmonaires ou évaluer la sténose d'une veine pulmonaire après une procédure d'isolation en cas de fibrillation auriculaire. L'évaluation des masses cardiaques ou de maladies du péricarde se fait aisément au CTC, cependant l'IRM cardiaque est une bonne alternative et est non irradiante.

Mensuration de l'anneau aortique

Un CTC peut être demandé avant l'implantation d'une valve aortique percutanée.

EXEMPLES CLINIQUES

Test fonctionnel non conclusif

Un patient, de 72 ans, avec une HTA et une hyperlipidémie, présente une dyspnée à l'effort sans douleurs thoraciques associées. L'ergométrie pratiquée doit être interrompue à 125 W en raison d'une dyspnée et s'avère électriquement négative. Dans ce contexte, un CTC est demandé. Celui-ci met en évidence des calcifications coronariennes extensives avec un score calcique à 800 (figure 1). Une coronarographie est proposée au patient

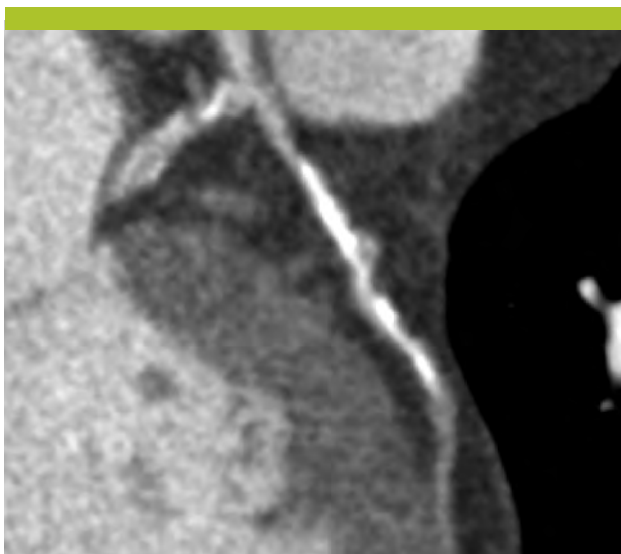


Figure 1. CT-scan coronaire : calcifications extensives de l'artère interventriculaire antérieure ne permettant pas d'évaluer une éventuelle sténose intravasculaire

qui la refuse d'autant plus que la dyspnée à l'effort a disparu. L'IRM de stress ne met pas en évidence d'ischémie et le patient est traité médicalement.

Screening

Un patient, de 82 ans, connu pour une hypercholestérolémie, référé par son médecin traitant pour des douleurs thoraciques atypiques et un test fonctionnel non conclusif. Le CTC met en évidence une sténose de l'artère interventriculaire antérieure (IVA) moyenne (figure 2). Le patient bénéficie alors d'une coronarographie qui confirme la lésion sur l'IVA et une angioplastie avec pose de stent est effectuée avec une bonne évolution clinique (figures 3 et 4).

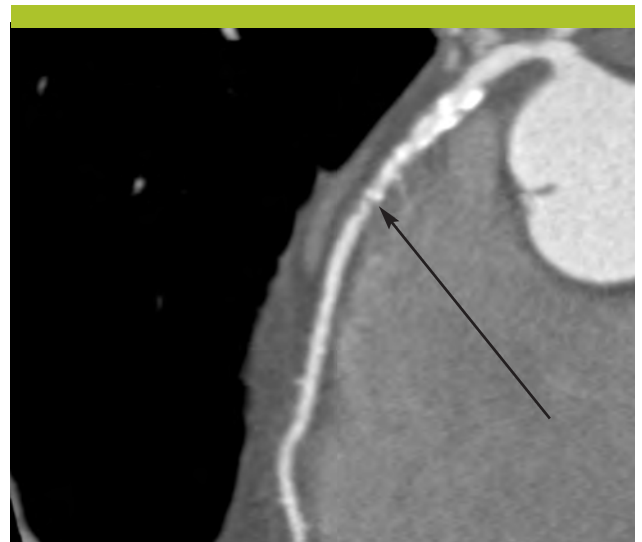


Figure 2. CT-scan coronaire : sténose de l'artère interventriculaire antérieure moyenne



Figure 3. Coronarographie : sténose significative de l'artère interventriculaire antérieure moyenne



Figure 4. Coronarographie : résultat après angioplastie et implantation d'un stent sur l'artère interventriculaire antérieure moyenne

Coronaires normales

Un patient, de 42 ans, hyperlipidémique présente des douleurs thoraciques atypiques. Un CTC est demandé pour exclure une MC (figure 5).

CONCLUSIONS

Les formidables avancées du CT-scan au cours de ces dix dernières années permettent désormais de visualiser les artères coronaires de manière non invasive. Les données disponibles dans la littérature font état de valeurs de sensibilité et spécificité élevées. Cependant, l'extrapolation de ces résultats, obtenus à partir de patients très sélectionnés, à la pratique clinique courante doit être encore prudente. La présentation clinique du patient reste l'élément clé dans la décision de poursuivre ou non les investigations en cas de suspicion de MC. Actuellement, les indications reconnues au CTC sont le diagnostic de la MC chez des patients symptomatiques avec des tests fonctionnels non conclusifs ainsi qu'en cas de suspicion d'anomalies coronaires.^{6,7} En raison d'une sensibilité élevée, un CTC tout à fait normal permet généralement d'écartier une MC.

Dans les années à venir, les progrès technologiques entraîneront certainement d'une part une diminution de la dose d'irradiation et, d'autre part, une augmentation des performances diagnostiques, permettant ainsi de mieux définir la place du CTC dans l'arsenal diagnostique en cardiologie.

Pour l'heure, la recherche de l'ischémie myocardique doit rester l'élément central dans la décision de poursuivre ou non les investigations. En cas d'ischémie prouvée, la coronarographie reste l'étalon standard pour le diagnostic de la MC et permet le plus souvent, en cas de sténose coro-

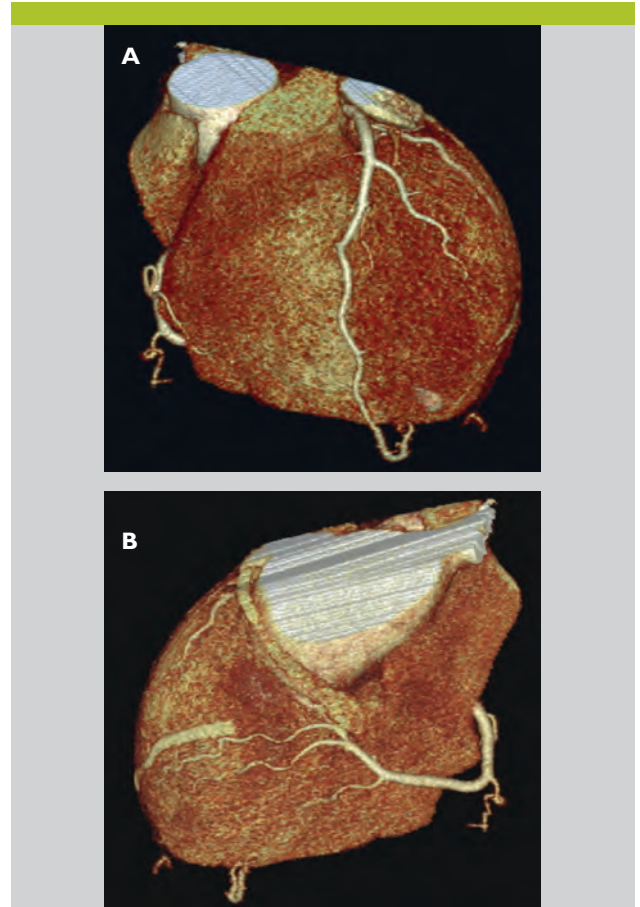


Figure 5. CT-scan coronaire : coronaires normales
A. Coronaire gauche; B. Coronaire droite.

naire avérée, de procéder directement au traitement par angioplastie. Enfin, en l'état actuel, le CTC ne nous paraît pas être un examen de dépistage systématique de la MC chez les patients asymptomatiques au vu de la dose d'irradiation délivrée au patient et d'un taux de faux positifs significatif. ■

Implications pratiques

- La coronarographie par CT-scan est un examen avec de bonnes valeurs de spécificité et sensibilité chez des patients sélectionnés
- Actuellement, l'indication principale pour la coronarographie par CT est la recherche d'une maladie coronarienne (MC) chez des patients symptomatiques avec des tests fonctionnels non conclusifs. Si l'examen est normal, une MC significative peut être raisonnablement écartée
- La coronarographie par CT ne peut être actuellement recommandée comme test de dépistage systématique de la maladie coronarienne
- Les doses d'irradiation du CT coronaire (CTC) peuvent être significatives et le risque de cancer radio-induit tardif n'est pas négligeable, notamment chez les femmes et les patients jeunes



Bibliographie

- 1 ** Roberts WT, Bax JJ, Davies LC. Cardiac CT and CT coronary angiography: Technology and application. *Heart* 2008;94:781-92.
- 2 Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. *JAMA* 2007;298:317-23.
- 3 Einstein AJ, Moser KW, Thompson RC, et al. Radiation dose to patients from cardiac diagnostic imaging. *Circulation* 2007;117:1290-305.
- 4 Miller J. Coronary evaluation using multidetector spiral computed tomography angiography using 64 detectors: A multicenter international trial. Orlando: AHA, 2007.
- 5 * Hamon M, Biondi-Zoccai GG, Malagutti P, et al. Diagnostic performance of multislice spiral computed tomography of coronary arteries as compared with conventional invasive coronary angiography: A meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1896-910.
- 6 Schroeder S, Achenbach S, Bengel F, et al. Cardiac computed tomography: Indications, applications, limitations, and training requirements. *Eur Heart J* 2008;29:531-56.
- 7 * Bluemke DA, Achenbach S, Budoff M, et al. Non invasive coronary imaging. *Circulation* 2008;118:586-606.

* à lire

** à lire absolument