

# Coronarographie non invasive

## Révolution ou matraquage publicitaire ?

Mario J. Garcia, MD

En 1958, Sones réalisait involontairement la première coronarographie.<sup>1</sup> Il ne pouvait, à ce moment-là, imaginer les profondes conséquences de cet évènement pour l'avenir. Quatre ans plus tard, il rapportait une expérience de plus de 1000 examens.<sup>2</sup> La technique était alors encore considérée comme expérimentale et rejetée par de nombreuses sommités de médecine cardio-vasculaire. Et pourtant, l'introduction de la coronarographie allait être le point de départ d'une ère nouvelle conduisant au développement rapide du pontage aorto-coronarien et de la revascularisation percutanée dans la prise en charge habituelle des cardiopathies ischémiques. Quatre décennies plus tard, c'est plus de 2 millions d'angiographies qui sont réalisées chaque année aux États-Unis.<sup>3</sup> Il est clair que la pratique de la coronarographie invasive a amélioré le devenir des patients; cependant, l'examen a également contribué à l'augmentation du coût des soins,<sup>3</sup> limitant de ce fait ses possibilités de diffusion. La communauté scientifique s'est donc de plus en plus intéressée au développement de méthodes alternatives non invasives et moins onéreuses pour évaluer l'anatomie des coronaires.

La scanographie multicoupe a récemment émergé au-dessus des autres technologies en compétition – telles que la scanographie à faisceau d'électrons ou l'imagerie par résonance magnétique – comme une alternative possible à la coronarographie invasive. Les systèmes de scanographie multicoupe récents permettent une acquisition synchronisée à l'électrocardiogramme avec une résolution temporelle correcte de 100 à 220 ms et la résolution spatiale inframillimétrique qui est nécessaire pour visualiser avec suffisamment de détails la lumière des artères coronaires. Plusieurs études ont évalué la fiabilité du scanner multicoupe chez des patients ayant une coronaropathie connue ou suspectée.<sup>4-11</sup> Dans ces études, l'analyse scanographique était le plus souvent limitée aux segments coronaires supérieurs ou égaux à 1,5 ou 2 mm de diamètre, et jusqu'à 5 % à 20 % de tous les segments analysables étaient jugés non évaluables en raison d'artefacts cinétiques, de la présence de volumineuses plaques calcifiées ou d'autres problèmes techniques d'imagerie. La sensibilité de la scanographie multicoupe pour détecter un rétrécissement d'au moins 50 % du diamètre d'un segment coronaire s'étendait entre 72 % et 95 % et sa spécificité entre 85 % et 100 %. Dans de nombreuses séries publiées, les patients n'étaient pas recrutés successivement et ce n'est que dans quelques rares études que les performances du scanner multicoupe étaient indiquées en prenant le patient comme unité d'analyse.<sup>5,9,10</sup>

Dans ce numéro du *JAMA*, Hoffmann et coll.<sup>12</sup> ont évalué la fiabilité diagnostique du scanner multicoupe pour détecter une coronaropathie obstructive. Leur étude comprend une importante série de patients non sélectionnés et l'on peut noter que très peu (6,4 %) de segments coronaires supérieurs à 1,5 mm de diamètre ont été exclus de l'analyse en raison d'une mauvaise qualité de l'image. Ces segments exclus étaient

pour la plupart (68 %) considérés comme non évaluables du fait d'artefacts liés au mouvement cardiaque chez des patients ayant le plus souvent une fréquence cardiaque au repos supérieur à 80 par minute. Les artefacts cinétiques sont encore une limite importante de la technologie actuelle des scanners multicoupe, même si la plupart des investigateurs administrent systématiquement des bêtabloquants pour abaisser la fréquence cardiaque. Les calcifications vasculaires étendues limitent également les possibilités d'interprétation des sténoses vasculaires par le scanner multicoupe et conduisent souvent à une surestimation de la gravité de la maladie. Elles expliquent une bonne partie des faux positifs observés par Hoffmann et coll.<sup>12</sup> Malgré ces limites, la sensibilité (95 %) et la spécificité (98 %) de la scanographie rapportées par ces auteurs, basées sur l'évaluation par segments, sont remarquables, en particulier lorsque l'on compare ces performances avec celles d'autres méthodes indirectes utilisées pour la détection des coronaropathies obstructives telles que les épreuves d'effort avec scintigraphie cardiaque ou échocardiographie.

Les auteurs rapportent également les performances diagnostiques de la scanographie selon une analyse basée sur le patient. Ceci est capital, car les implications d'une détection ou d'une absence de détection de la présence ou de l'absence de *n'importe quelle* obstruction coronaire significative sont plus pertinentes cliniquement du point de vue du patient à titre individuel. Même après prise en compte des segments non évaluables, les valeurs prédictives positives (90 %) et négatives (95 %) étaient élevées, ce qui permet de conclure que, dans cette population de patients, la scanographie multicoupe est un bon examen pour établir le diagnostic de coronaropathie obstructive. En plus de l'analyse binomiale classique, les auteurs ont effectué une comparaison des pourcentages de sténose établis par la scanographie et par l'angiographie invasive. Des courbes ROC ont été construites afin d'estimer la puissance discriminative de la scanographie pour identifier les bons candidats à une revascularisation. L'aire sous la courbe était de 0,97 (intervalle de confiance à 95 % : 0,91 – 1,00) pour détecter une lésion du tronc commun gauche supérieure à 50 %, une sténose de tout autre vaisseau épicaudique supérieure à 70 %, ou les deux, confirmant une excellente fiabilité diagnostique.

L'étude d'Hoffmann et coll. donne des arguments permettant de penser que pour les patients chez lesquels une coronaropathie est suspectée et qui sont adressés pour coronarographie diagnostique, la scanographie multicoupe pourrait être un examen de substitution à même de fournir des informations diagnostiques similaires. Dans la population d'étude d'Hoffmann et coll., la probabilité de lésion était intermédiaire ou élevée pour la grande majorité des patients (98 %). Si la scanographie avait été utilisée comme examen diagnostique initial, plus de 40 % des patients de ce groupe auraient évité une angiographie invasive inutile et on ne serait passé à côté du diagnostic que chez seulement 2 patients (2 %) ayant des lésions significatives. Il ne fait aucun doute que si ces résultats peuvent

**Affiliations des auteurs :** Cardiovascular Imaging Section, Departments of Cardiology and Radiology, Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, Ohio.

**Correspondance :** Mario J. Garcia, MD, Cleveland Clinic Foundation, 9500 Euclid Ave, Desk F-15, Cleveland, OH 44139 (garciam@ccf.org).

Lire article p. 326.

être reproduits en pratique clinique, les implications cliniques et économiques seront importantes.

Malgré ces résultats prometteurs, nous devons prendre en compte plusieurs limites importantes du scanner multicoupe. Premièrement, une scanographie implique l'utilisation de radiations ionisantes. Dans l'étude d'Hoffmann et coll., la dose d'irradiation moyenne était de 8,1 mSv pour un patient de 75 kg. Cette dose équivaut à 2 ou 3 fois la dose habituellement reçue par le patient au cours d'une angiographie invasive diagnostique.<sup>13</sup> Bien que les risques à long terme associés à ce niveau d'exposition aux radiations soient relativement faibles, on peut s'interroger en cas d'utilisation répétée ou d'utilisation chez les plus jeunes ou chez les femmes en âge de procréer. D'un autre côté, ce niveau d'exposition aux radiations est équivalent à celui d'une épreuve d'effort avec scintigraphie cardiaque.<sup>14</sup>

Deuxièmement, l'étendue et la sévérité des calcifications coronariennes ne sont pas réellement connues dans la population étudiée par Hoffmann et coll. L'âge moyen du groupe d'étude était de 61 ans. Étant donné que la fréquence et la sévérité des calcifications augmentent avec l'âge, il est probable que la fiabilité diagnostique du scanner multicoupe diminue avec l'avancée en âge. En pratique clinique, rechercher les calcifications par un examen peu irradiant sans produit de contraste avant l'angioscanner pourrait permettre d'identifier les patients ayant des calcifications étendues chez lesquels la technique pourrait ne pas avoir toute son efficacité.

Troisièmement, l'obtention d'images intra-stent avec l'angioscanner est dans la plupart des cas soit non faisable soit non fiable. Même si les autres segments peuvent quand même être analysés, il est clair que l'intérêt clinique potentiel de l'angioscanner est limité si l'examen ne permet pas d'exclure une resténose. Après pontage aorto-coronarien, on a montré que la scanographie multicoupe avait une bonne fiabilité pour montrer la perméabilité du greffon mais il est souvent difficile d'évaluer l'anastomose distale et les vaisseaux originels.<sup>15</sup> À ce jour il n'y a donc pas de preuves de l'utilité de l'angioscanner dans ces différentes situations.

Quatrièmement, étant donné que l'angioscanner nécessite une acquisition synchronisée sur l'électrocardiogramme et une reconstruction à partir de plusieurs cycles cardiaques, l'examen est actuellement limité aux patients ayant une fréquence cardiaque stable. Les limites de la résolution temporelle sont déterminées par la vitesse de rotation du statif (375 – 420 ms/révolution). Il est probable que cela s'améliorera rapidement au fur et à mesure des progrès de la technologie. Néanmoins, l'examen devrait être évité chez les patients chez lesquels la fréquence cardiaque au repos est supérieure à 80 battements par minute après administration judicieuse d'agents chronotropes négatifs, ainsi que les constatations d'Hoffmann et coll. le suggèrent.

Enfin, cinquièmement, la résolution de l'image peut être compromise chez les patients ayant une obésité morbide en raison de l'atténuation des rayons X. Dans l'étude d'Hoffmann et coll., l'indice de masse corporelle moyen était de 26,5. Il reste à déterminer si l'on peut obtenir une qualité diagnostique similaire avec l'angioscanner coronaire chez les patients ayant un indice de masse corporelle plus élevé qui, malheureusement, représente une part de la population américaine en augmentation.

Malgré ces limites, l'angioscanner pourrait fournir des informations sur l'anatomie des coronaires avec une qualité diagnostique suffisante pour une grande partie de la population à risque de maladie cardiaque. En fait, le scanner a un autre avantage par rapport à l'angiographie conventionnelle qui est sa capacité à pouvoir détecter et mesurer des plaques d'athérosclérose dans les parois des vaisseaux coronaires.<sup>16-19</sup> Néanmoins, en l'absence d'études ayant évalué le devenir des patients ou ayant analysé des coûts, on ne sait pas si l'angioscanner coronaire peut-être intégré dans la pratique clinique. Devrait-il être utilisé comme premier examen d'évaluation d'une douleur thoracique? Ou comme examen complémentaire chez un patient

ayant des résultats ambigus lors d'une épreuve d'effort? Dans l'un ou l'autre cas, il serait essentiel de sélectionner correctement les patients. Les résultats de l'étude d'Hoffmann et coll. qui porte sur des patients dont le risque est intermédiaire à élevé ne peuvent pas être généralisés à une population à risque faible, ce qu'on serait tenté de faire. Il est bien établi que les examens diagnostiques ne sont pas aussi performants quand ils sont étendus aux populations dans lesquelles la prévalence de la maladie est faible; on a inévitablement dans ce cas un taux élevé de faux positifs. En outre, les risques des radiations ionisantes dépassent probablement les bénéfices potentiels dans ce groupe.

L'angioscanner coronaire doit-il être utilisé comme examen de dépistage chez des patients à risque asymptomatiques? Il est bien établi que les renseignements pronostiques donnés par les dosages lipidiques, l'électrocardiogramme, la scintigraphie ou l'échocardiographie avec épreuve d'effort sont indépendants des résultats angiographiques. La réalisation d'une scanographie ne supprimerait donc probablement pas entièrement la nécessité de pratiquer ces examens. Néanmoins, la valeur potentielle de l'évaluation des plaques d'athérosclérose par la scanographie pourrait être utile en guidant des stratégies préventives et thérapeutiques.

De prochaines études aborderont probablement ces questions et aideront à déterminer le rôle de l'angioscanner coronaire en pratique clinique. Néanmoins, l'enthousiasme grandissant de la communauté médicale pour la scanographie multicoupe ne doit pas faire oublier la nécessité d'avoir une formation correcte, d'obtenir un agrément et avant tout de savoir utiliser l'examen de façon appropriée.

**Liens financiers :** le Dr Garcia a bénéficié d'une bourse de recherche institutionnelle de Philips Medical Systems.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Sones FM Jr. Stormy petrel of cardiology. In: Hurst JW, Conti CR, Fye WB, eds. *Profiles in Cardiology*. Mahwah, NJ: Foundation for Advances in Medicine and Science; 2003: 411-413.
2. Sones FM Jr, Shirey EK. Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc Dis*. 1962; 31: 735-738.
3. Agency for Healthcare Research and Quality. *Healthcare Cost and Utilization Project (HCUPnet)*. Washington, DC: Agency for Healthcare Research and Quality; 2000.
4. Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, et al. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation*. 2002; 106: 2051-2054.
5. Ropers D, Baum U, Pohle K, et al. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation*. 2003; 107: 664-666.
6. Kuettner A, Beck T, Drosch T, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary imaging using 16-detector slice spiral computed tomography with 188 ms temporal resolution. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45: 123-127.
7. Dewey M, Laule M, Krug L, et al. Multisegment and halfscan reconstruction of 16-slice computed tomography for detection of coronary artery stenoses. *Invest Radiol*. 2004; 39: 223-229.
8. Kuettner A, Trabold T, Schroeder S, et al. Noninvasive detection of coronary lesions using 16-detector multislice spiral computed tomography technology: initial clinical results. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44: 1230-1237.
9. Mollet NR, Cademartiri F, Krestin GP, et al. Improved diagnostic accuracy with 16-row multislice computed tomography coronary angiography. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45: 128-132.
10. 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: 2265-2270.
11. Martuscelli E, Romagnoli A, D'Eliseo A, et al. Accuracy of thin-slice computed tomography in the detection of coronary stenoses. *Eur Heart J*. 2004; 25: 1043-1048.
12. Hoffmann MHK, Shi H, Schmitz BL, et al. Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography. *JAMA*. 2005; 293: 2471-2478.
13. Huda W, Scalzetti EM, Roskopf M. Effective doses to patients undergoing thoracic computed tomography examination. *Med Phys*. 2000; 27: 838-844.
14. Crean A, Dutka D, Coule R. Cardiac imaging using nuclear medicine and positron emission tomography. *Radiol Clin North Am*. 2004; 42: 619-634.
15. Schlosser T, Knorza T, Hunold P, et al. Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 44: 1224-1229.
16. Kopp A, Schoroder S, Baumbach A, et al. Non-invasive characterisation of coronary lesion morphology and composition by multislice CT: first results in comparison with intracoronary ultrasound. *Eur Radiol*. 2001; 11: 1607-1611.
17. Tobis JM, Mallery JA, Gessert J, et al. Intravascular ultrasound cross-sectional arterial imaging before and after balloon angioplasty in vitro. *Circulation*. 1989; 70: 873-882.
18. Schoenhagen P, Tuzcu EM, Stillman AE, et al. Non-invasive assessment of plaque morphology and remodeling in mildly stenotic coronary segments: comparison of 16-slice computed tomography and intravascular ultrasound. *Coron Artery Dis*. 2003; 14: 459-462.
19. Achenbach S, Moselewski F, Ropers D, et al. Detection of calcified and noncalcified coronary atherosclerotic plaque by contrast-enhanced, submillimeter multidetector spiral computed tomography: a segment-based comparison with intravascular ultrasound. *Circulation*. 2004; 109: 14-17.