Investigation de la douleur thoracique chez des patients à risque faible ou intermédiaire

Quel est le meilleur test de premier recours pour éliminer la coronaropathie?

Connor T.A. Brenna Fahmeen J. Afgani MB BS Kate Hanneman MD MPH FRCPC
Deborah Levitan MD CCFP Jacob A. Udell MD MPH FRCPC R. Sacha Bhatia MD MBA FRCPC
Paula J. Harvey BM BS PhD FRACP Elsie T. Nguyen MD FRCPC

Résumé

Objectif Comparer différentes méthodes exploratoires de la douleur thoracique stable à faible risque, et déterminer le meilleur test de premier recours pour les patients à risque faible ou intermédiaire de coronaropathie.

Sources d'information Une recherche d'articles sur les méthodes exploratoires de la douleur thoracique a été effectuée dans la banque de données MEDLINE entre 1978 et 2019, à l'aide des mots-clés anglais suivants : *chest pain, exercise electrocardiography, nuclear perfusion imaging, stress echocardiography, cardiovascular magnetic resonance imaging, coronary computed tomography angiography et catheter angiography.* Les résultats se sont limités aux articles publiés en anglais dans les revues scientifiques révisées par les pairs.

Message principal La douleur thoracique est une raison principale courante de consulter son médecin généraliste. Il existe plusieurs options pour évaluer la douleur, et chaque méthode comporte ses points forts et ses points faibles, ce qui entraîne un rendement variable qui dépend de la probabilité de coronaropathie avant le test. Le meilleur test à utiliser d'abord chez les patients à risque faible ou intermédiaire ne fait pas l'unanimité. La coronarographie par tomodensitométrie se dessine comme le meilleur test de premier recours pour la douleur thoracique chez les patients à risque faible ou intermédiaire de coronaropathie. L'angiographie invasive par cathéter demeure la norme de référence, bien qu'elle soit habituellement réservée aux patients à risque élevé ou à la confirmation des tests non invasifs ayant donné des résultats positifs.

Conclusion Il existe plusieurs options exploratoires pour évaluer la douleur thoracique stable et à faible risque. Une revue de la littérature révèle que la coro-TDM est de plus en plus utilisée en premier recours, surtout au sein des populations à risque faible ou intermédiaire sans coronaropathie avérée.

Points de repère du rédacteur

- Malgré la prévalence de la douleur thoracique parmi les patients en quête de soins auprès de leur médecin de famille, l'évaluation de la douleur thoracique stable chez les patients à risque faible ou intermédiaire est compliquée et changeante en raison de la constante évolution de la technologie. Cela serait particulièrement vrai chez les patientes, chez qui les tests fonctionnels classiques pourraient s'avérer moins précis.
- Cet article résume 6 méthodes exploratoires incluses dans le bilan de la douleur thoracique stable, et en souligne les points forts et les points faibles. Une analyse comparative de ces options étaye la coronarographie par tomodensitométrie (coro-TDM) comme test de premier recours.
- La coronarographie par tomodensitométrie a la valeur prédictive négative la plus élevée pour éliminer la coronaropathie chez les patients à risque faible ou intermédiaire et doit être envisagée comme la méthode exploratoire de premier recours en raison de son potentiel de réduction de la surévaluation et du délai avant le diagnostic. Le recours généralisé à la coro-TDM soutient la médecine préventive, puisque son utilité pour dépister la maladie cardiovasculaire non obstructive est importante aux fins d'établissement du pronostic et d'instauration précoce du traitement médical optimal. Toutefois, la situation géographique de la pratique pourrait limiter l'accès à la coro-TDM en temps opportun.

La surévaluation est attribuable à l'absence de lignes directrices claires en matière de meilleur test de premier recours pour dépister la coronaropathie, surtout chez les patients à risque faible ou intermédiaire. La coronarographie par tomodensitométrie (coro-TDM) dotée d'une forte valeur prédictive négative est-elle la meilleure option pour éliminer la coronaropathie, et ainsi réduire la surévaluation, le délai avant le diagnostic, les coûts de santé et l'exposition totale aux rayonnements? Cet article examine la littérature traitant des méthodes d'investigation de la douleur thoracique et résume les approches actuelles fondées sur les données probantes ainsi que les recommandations à l'intention des patients à risque faible ou intermédiaire.

Cas

Une femme de 65 ans a consulté son médecin de famille pour une douleur thoracique qui persistait depuis plusieurs mois. La douleur était intermittente et rétrosternale, mais elle ne se manifestait pas à l'effort et n'était pas soulagée au repos. Ses antécédents comptaient le prédiabète et l'hypertension chronique, laquelle était maîtrisée par un bêtabloquant, mais elle ne présentait aucun facteur de risque cardiovasculaire ni aucun antécédent connu de coronaropathie. Elle a été recommandée pour subir une échocardiographie à l'effort, mais comme le test n'a pu permettre de poser un diagnostic définitif parce qu'elle était incapable de fournir l'effort suffisant pour atteindre la fréquence cardiaque cible, elle a reçu une recommandation pour subir un examen d'imagerie par perfusion nucléaire. Cet examen a révélé une ischémie antérieure possible, mais le rapport citait qu'une réduction mammaire aurait peut-être causé un faux positif. Elle a subséquemment subi une angiographie par cathéter qui a montré des artères coronaires normales.

Sources d'information

Une recherche d'articles sur les diverses méthodes d'investigation de la douleur thoracique a été effectuée dans la banque de données MEDLINE entre 1978 et 2019 à l'aide de combinaisons des mots-clés anglais suivants : *chest pain, exercise electrocardiography, nuclear perfusion imaging, stress echocardiography, cardiovascular magnetic resonance imaging, coronary computed tomography angiography et catheter angiography.* Les résultats se sont limités aux articles publiés en anglais dans les revues scientifiques révisées par des pairs. La recherche a fait ressortir 589 articles, lesquels ont été examinés pour donner les 69 articles inclus dans la présente revue clinique. La qualité des données probantes citées dans cet article est de niveaux I et II (**Encadré 1**).

Encadré 1. Niveau des données probantes

Niveau I : Nombreuses études à répartition aléatoire et contrôlées d'envergure et revues systématiques
Niveau II : 1 ou 2 petites études à répartition aléatoire et contrôlées
Niveau III : Études de cohorte et cas-témoin
Niveau IV : Consensus

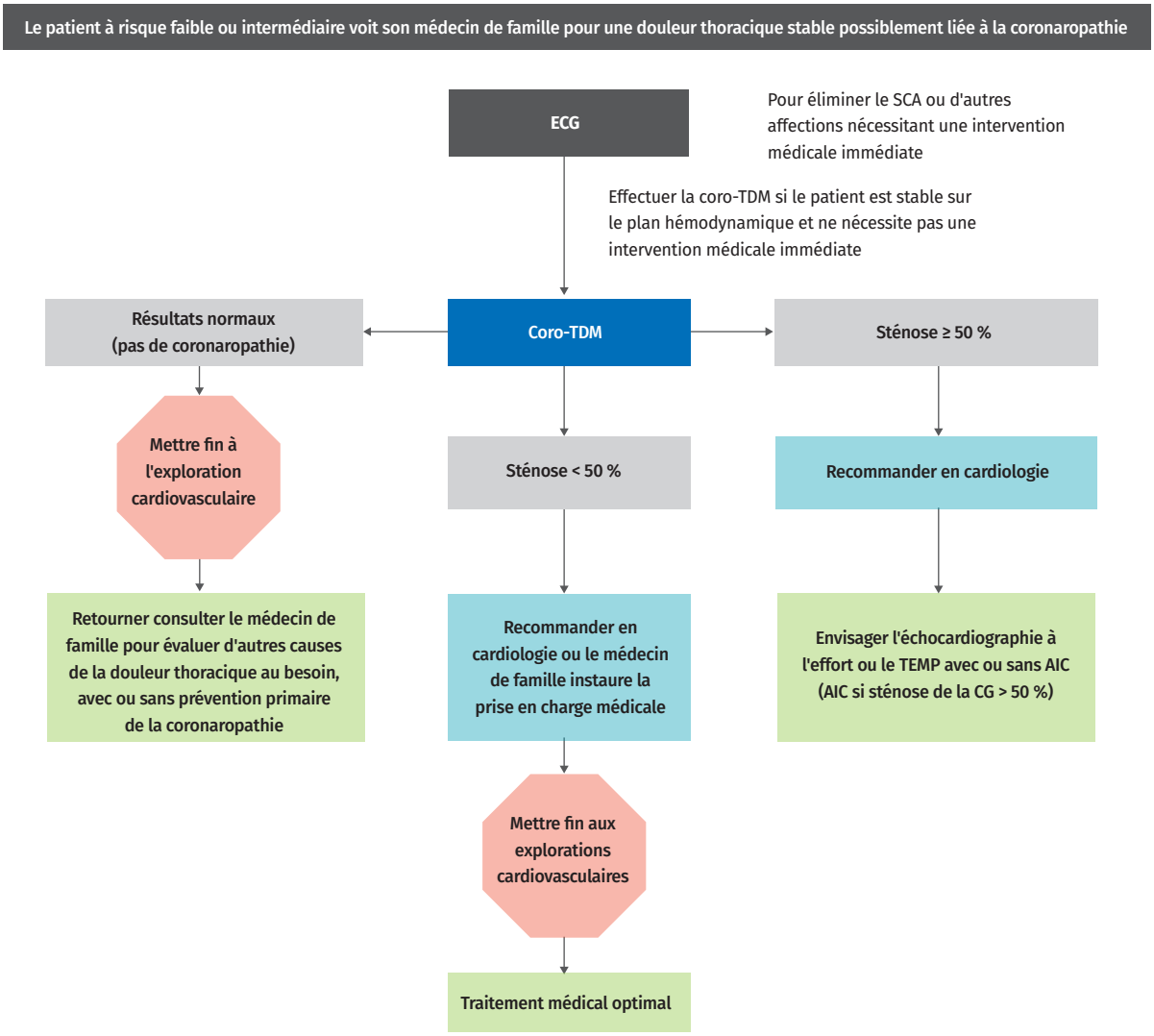
Message principal

La douleur thoracique est une raison principale courante de consulter son omnipraticien en clinique ambulatoire, mais il n'existe aucune approche normalisée pour guider les explorations et le diagnostic des patients à risque faible ou intermédiaire de coronaropathie[1]. La douleur thoracique typique associée à la coronaropathie est aussi appelée *angine;* elle est souvent décrite comme une douleur thoracique rétrosternale qui irradie parfois dans la mâchoire ou le bras, est déclenchée par l'effort physique ou un stress émotionnel, et est soulagée par le repos ou la nitroglycérine[2]. La douleur thoracique stable désigne une douleur qui ne répond pas aux critères du syndrome coronarien aigu, lequel inclut l'infarctus du myocarde avec sus-décalage du segment ST ou sans sus-décalage du segment ST, de même que l'angine instable. Ces 3 entités entraînent divers degrés d'obstruction coronarienne causée par le détachement de la plaque athérosclérotique dans au moins 1 artère coronaire, ce qui entraîne l'ischémie et, dans le cas de l'infarctus du myocarde, une gamme de lésions myocardiques et la mort tissulaire.

La douleur thoracique stable dont il est question dans cette revue est une douleur thoracique à faible risque, souvent atypique, qui ne répond pas aux critères typiques d'angine ou de syndrome coronarien aigu. Son intensité ou sa fréquence n'augmentent pas, et elle est absente au repos alors qu'elle était ressentie à l'effort (au contraire de l'angine instable, qui a tendance à ne pas répondre au repos). La douleur thoracique stable se manifeste sans caractéristiques préoccupantes à l'électrocardiographie (ECG) ni instabilité hémodynamique. Une gamme de méthodes d'analyse non invasives sont utilisées pour évaluer la douleur thoracique stable, dont l'électrocardiographie (ECG) à l'effort, le test d'imagerie nucléaire tomographie par émission monophotonique (TEMP), l'échocardiographie à l'effort, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) cardiaque et la coro-TDM. Les résultats de ces méthodes d'analyse non invasives sont souvent comparés à ceux de l'angiographie invasive par cathéter, la norme de référence pour évaluer la coronaropathie.

Sans lignes directrices factuelles pour guider l'investigation de la douleur thoracique stable, surtout chez les patients à risque faible ou intermédiaire, les omnipraticiens sont souvent laissés à eux-mêmes pour comprendre les points forts et les points faibles de chacun de ces tests, et pourraient par inadvertance surévaluer les patients peu susceptibles de présenter

Figure 1. Trajectoire diagnostique proposée pour les patients souffrant de douleur thoracique à risque faible ou intermédiaire de coronaropathie



AIC—angiographie invasive par cathéter, CG—artère coronaire gauche, coro-TDM—coronarographie par tomodensitométrie, ECG—électrocardiographie, SCA—syndrome coronarien aigu, TEMP—tomographie par émission monophotonique

une coronaropathie importante. Les omnipraticiens pourraient aussi choisir de recommander tous leurs patients qui souffrent de douleur thoracique stable en cardiologie afin d'éliminer la coronaropathie importante comme cause sous-jacente. Toutefois, cette approche pourrait ne pas représenter les meilleurs soins possible pour les patients, et non seulement prolonge-t-elle le délai avant le diagnostic, mais elle augmente aussi les coûts de santé liés à la recommandation. La décision de soumettre à une investigation un patient qui présente une douleur thoracique stable et à faible risque appartient à l'omnipraticien, qui s'appuie sur des systèmes de stratification du risque et sur son propre jugement clinique, mais elle est aussi souvent influencée par d'autres facteurs liés au patient comme de forts antécédents familiaux de coronaropathie. La **Figure 1** propose une trajectoire diagnostique à utiliser en première ligne pour les patients qui présentent une douleur thoracique à risque faible ou intermédiaire de coronaropathie.

Méthodes diagnostiques fonctionnelles non invasives. Les méthodes d'analyse non invasives se divisent en tests *fonctionnels* et *tests anatomiques*. Les tests fonctionnels comportent un élément lié au stress (où l'exercice est préférable au stress pharmacologique en raison

de sa plus grande sensibilité pour détecter l'ischémie) et un élément d'imagerie. Les tests fonctionnels visent à déterminer le fonctionnement du cœur durant un effort ou sous un stress pharmacologique afin d'évaluer l'ischémie comme cause potentielle de la douleur thoracique et d'éclairer le pronostic quant au niveau de la forme cardiovasculaire.

Électrocardiographie à l'effort : L'électrocardiographie (ECG) à l'effort comprend la mesure de la fréquence et du rythme cardiaque, ainsi que de la tension artérielle lorsque le cœur est soumis à un stress physiologique au moyen d'un tapis roulant. Ce test est facile d'accès dans la plupart des collectivités, est peu coûteux et exclut les rayonnements[3]. L'ECG à l'effort est limitée par la variance de la capacité à faire un effort, particulièrement chez les patients âgés ou malades, de même que par sa sensibilité et sa spécificité inférieures à celles d'autres méthodes d'imagerie fonctionnelle[4-8]. La sensibilité inférieure de l'ECG à l'effort serait attribuable au fait que les anomalies du mouvement régional de la paroi précèdent souvent la douleur thoracique ou les modifications électriques[9]. Bien que de nombreux facteurs présents dans les antécédents cliniques du patient, la gravité de l'atteinte et le rendement au test sur tapis roulant influent sur la sensibilité et la spécificité de l'ECG à l'effort, une méta-analyse effectuée par l'American Heart Association (données probantes de niveau I) a constaté que la sensibilité et la spécificité pour détecter la coronaropathie obstructive se situent respectivement entre 45 et 50% et 85 et 90%[6]. Les anomalies de l'ECG initial, comme le bloc de branche gauche, empêchent souvent d'interpréter les résultats de l'ECG à l'effort, ce qui nécessite plus d'investigations[10]. En outre, la sensibilité et la précision diagnostiques de l'ECG à l'effort seraient inférieures chez les femmes, qui sont souvent incapables d'atteindre les fréquences cardiaques cibles, et qui manifestent souvent des symptômes moins prévisibles ou des modifications non spécifiques de l'ECG[11-13].

Échocardiographie à l'effort : Tout comme l'ECG à l'effort, l'échographie à l'effort s'appuie sur le stress cardiaque pour révéler le statut fonctionnel par échographie. Ce stress peut être provoqué par l'effort physique (préférable si le patient est capable de faire de l'exercice) ou par des agents pharmacologiques comme la dobutamine (qui accélère la fréquence cardiaque et augmente la contractilité myocardique) ou par des vasodilatateurs, tels que le dipyridamole, qui augmente les concentrations d'adénosine endogène et exogène[14]. L'échocardiographie à l'effort serait un test supérieur à l'ECG à l'effort pour différencier les patients chez qui le risque de coronaropathie est faible de ceux chez qui il est intermédiaire[15,16]. Les progrès technologiques des applications d'imagerie, d'affichage numérique, d'utilisation d'agents de contraste et du Doppler tissulaire ont permis à l'échographie à l'effort de mesurer avec précision le mouvement des parois[17]. Les études ayant comparé l'échographie à l'effort par dobutamine à l'échographie à l'effort par dipyridamole ont rapporté des sensibilités et des spécificités comparables, alors que d'autres études pointent vers une sensibilité supérieure et une spécificité inférieure liées à l'échographie à l'effort par rapport à l'échographie à l'effort pharmacologique[17,18]. Les lignes directrices de l'European Society of Cardiology sur la coronaropathie stable (données probantes de niveau I) laissent penser que la sensibilité et la spécificité de l'échographie à l'effort se situent respectivement entre 79 et 85% et 80 et 88%[8]. Tout comme c'est le cas pour l'ECG à l'effort, la fragilité ou la faible capacité d'exercice limitent l'échographie à l'effort, et des agents pharmacologiques qui induisent un stress ne sont pas toujours faciles d'accès pour les omnipraticiens. En outre, la sensibilité de l'échographie à l'effort est limitée lorsqu'il s'agit de détecter l'atteinte touchant une seule artère en raison des segments compensatoires ou de la piètre visualisation de la paroi latérale (p. ex. en raison de l'ombrage créé par le poumon adjacent)[19,20].

Imagerie par perfusion nucléaire : L'imagerie par perfusion nucléaire a recours à des isotopes radioactifs pour ouvrir une fenêtre sur la fonction physiologique des organes internes. La tomographie par émission monophotonique (TEMP) est un type d'imagerie par perfusion nucléaire qui s'appuie sur la scintigraphie radio-isotopique pour décrire les anomalies de la perfusion du myocarde et produire des images transversales qui permettent de mieux les localiser. Tout comme l'échocardiographie à l'effort, l'exercice est la méthode préférée pour induire un stress, mais devant un patient incapable de faire de l'exercice, un agent de stress pharmacologique comme la dobutamine, ou un agent de stress vasodilatateur comme le dipyridamole ou l'adénosine sont utilisés. Pour l'heure, l'agent radioisotopique le plus souvent utilisé pour ce test est le sestamibi marqué au technétium 99 (^{99m}Tc) injecté 45 à 60 minutes avant l'examen[21]. La tétrofosmine marquée au ^{99m}Tc est un autre traceur ayant montré pouvoir stimuler le débit d'alimentation et réduire le besoin de refaire les examens malgré la variabilité de la qualité de l'image liée à la voie d'injection[22,23]. Les résultats de plusieurs méta-analyses ont indiqué que la sensibilité et la spécificité de la TEMP pour détecter la coronaropathie varient entre 76 et 91% et 70 et 90% respectivement (données probantes de niveau I)[8,24-26]. La précision diagnostique de l'imagerie par perfusion nucléaire serait réduite chez les femmes en raison des faux positifs découlant des artéfacts liés à la réduction mammaire[12,27].

Imagerie par résonance magnétique cardiaque : L'imagerie par résonance magnétique (IRM) cardiaque est une option exploratoire de la douleur thoracique dépourvue de rayonnements, mais relativement coûteuse. Tout comme l'échocardiographie à l'effort pharmacologique, l'IRM cardiaque exploite les propriétés vasodilatatrices de l'adénosine ou du dipyridamole

administrés pour démontrer l'ischémie du myocarde, les régions d'infarctus et les obstructions microvasculaires découlant d'un myocarde ayant subi un infarctus[28]. L'IRM cardiaque a l'avantage de produire des images de plusieurs éléments de la cascade ischémique, y compris les régions du myocarde à perfusion réduite, les anomalies du mouvement régional de la paroi et le fonctionnement systolique global. Il fait la différence entre les régions d'infarctus sousendocardique et transmural pour éclairer la décision quant à la revascularisation par intervention coronarienne percutanée ou pontage aorto-coronarien. Les progrès technologiques réalisés depuis l'avènement de l'IRM cardiaque ont drastiquement amélioré la qualité des images et réduit la durée de l'examen, ce qui en fait une méthode d'investigation diagnostique de la douleur thoracique faisable[29]. Les méta-analyses ont rapporté que l'IRM cardiaque était dotée d'une sensibilité de 79 à 91% et d'une spécificité de 80 à 92% (données probantes de niveau I), l'introduction du rehaussement tardif au gadolinium donnant lieu à des sensibilités et spécificités à la limite supérieure de ces intervalles[30,31]. Il faut cependant noter que les médecins de famille qui ne sont pas affiliés à des centres hospitaliers auraient un accès limité à l'IRM cardiaque.

Méthodes diagnostiques anatomiques non invasives

Coronarographie par tomodensitométrie : Contrairement aux modalités d'imagerie non invasives antérieures, la coro-TDM est une technique exploratoire qui a recours à l'imagerie par tomodensitométrie et à l'injection d'iode contenant un agent de contraste pour produire des images anatomiques à haute résolution et à 3 dimensions des artères coronaires. De nombreux établissements effectuent également la tomodensitométrie sans produit de contraste pour évaluer le score calcique ayant validé l'utilité pronostique indépendamment de l'information sur le fardeau imposé par la plaque coronarienne et ayant estimé le pourcentage de la sténose fourni par l'angiographie. L'optimisation, depuis les 20 dernières années, des techniques et de la technologie de tomodensitométrie en a amélioré l'efficacité et la précision diagnostique, ce qui a fait de la coro-TDM un candidat de taille pour le test de premier recours de l'évaluation de la douleur thoracique stable[32-35]. Par exemple, avec un tube qui effectue des rotations plus rapides et un détecteur à plus grand nombre de barrettes, la technologie de tomodensitométrie multibarrettes produit maintenant des images très détaillées du cœur qui bat. Pour constamment obtenir des images de grande qualité avec une faible dose de rayonnements, les bêtabloquants sont souvent administrés par voie intraveineuse ou orale avant la coro-TDM pour ralentir la fréquence cardiaque (idéalement à moins de 60 battements par minute)[36]. Les études SCOT-HEART (Scottish Computed Tomography of the Heart) et PROMISE (Prospective Multicenter Imaging Study for Evaluation of Chest Pain) ont indiqué que la coro-TDM est sous-utilisée dans l'évaluation de la douleur thoracique stable (données probantes de niveau I)[37,38]. L'application de la coro-TDM aux patients de l'urgence qui présentent des symptômes évoquant un syndrome coronarien aigu a amélioré l'efficacité de la prise de décision clinique, et a réduit dans l'ensemble les tests en aval, l'exposition aux rayonnements, la durée de l'hospitalisation et les coûts de santé[39,40].

Réserve de débit fractionnaire (FFR) dérivée de la tomodensitométrie : L'application récente de la FFR dérivée de la TDM, une nouvelle technique permettant d'estimer l'effet de restriction du débit des sténoses des artères coronaires, a démontré, dans certaines études, améliorer la spécificité et la valeur prédictive positive de la coro-TDM et a ajouté un élément « fonctionnel » dont la coro-TDM classique était dépourvue[41-43]. Dans la FFR dérivée de la TDM utilisée pour examiner la dynamique du débit des deux côtés de la plaque, une valeur seuil de 0,8 ou moins désigne avec très grande précision la sténose coronarienne restreignant le débit comparativement à la FFR dérivée de l'angiographie par cathéter[44]. La FFR dérivée de la TDM s'effectue sur les images standard de coro-TDM à l'aide d'un logiciel qui complète l'analyse sophistiquée de l'importance hémodynamique de la sténose de l'artère coronaire causée par une plaque athéroscléreuse. Des méta-analyses ont montré que les valeurs de sensibilité et de spécificité de la FFR dérivée de la TDM fluctuent entre 84 et 93% et 65 et 83% respectivement (données probantes de niveau I)[45-48]. Il est toutefois difficile pour le moment d'accéder à la FFR dérivée de la TDM pour l'utilisation clinique au Canada, mais elle fait dorénavant partie de la pratique clinique de routine dans de nombreux centres des États-Unis. Même sans la FFR dérivée de la TDM, la coro-TDM est dotée de la valeur prédictive négative la plus élevée de toutes les méthodes exploratoires non invasives classiques de la douleur thoracique stable, soit entre 95 et 100% (données probantes de niveau I)[45,46]. La coronarographie par tomodensitométrie a aussi l'avantage d'être le meilleur test pour identifier les patients atteints de coronaropathie non obstructive, ce qui permet d'instaurer un traitement médical optimal (p. ex. agents hypolipidémiants) afin de réduire le risque d'événements cardiovasculaires subséquents. La nécessité d'injecter par voie intraveineuse un agent de contraste iodé pouvant être problématique pour les patients atteints d'insuffisance rénale substantielle, et l'exposition aux rayonnements ionisants comptent parmi les désavantages de la coro-TDM. Les doses de rayonnements administrées par coronarographie par tomodensitométrie varient grandement à l'intérieur d'un même centre et entre centres, et dépendent des paramètres de l'examen et

de la morphologie du patient[49]. Cependant, avec les nouveaux protocoles d'imagerie, il est possible d'administrer des doses de rayonnements d'à peine 1,34 à 2,7 mSv durant une coro-TDM, comparativement à 10 à 15 mSv durant un examen d'imagerie par perfusion nucléaire[49-51].

Méthodes diagnostiques invasives. L'angiographie invasive par cathéter est la norme de référence actuelle pour l'évaluation de la coronaropathie soupçonnée, mais elle nécessite l'insertion d'un cathéter et l'injection d'un produit de contraste, de même que des rayonnements ionisants, habituellement le double de la dose de rayonnements associée à la coro-TDM[52]. Tout comme dans le cas de la coro-TDM, l'information fonctionnelle fournie par la réserve de débit fractionnaire à l'angiographie par cathéter a amélioré les résultats en réduisant le nombre moyen d'endoprothèses nécessaires et la quantité d'agent de contraste utilisée[44]. L'utilité de l'angiographie invasive par cathéter est limitée par sa disponibilité et sa nature invasive, qui comporte un risque d'AVC, de dissection de l'aorte ou d'une artère coronaire, de réaction allergique, d'infection, de néphropathie, d'embolie de cholestérol, d'hématome, de fistule artérioveineuse et d'infarctus du myocarde[53].

Applications. L'approche de la douleur thoracique stable ne fait pas l'unanimité, en partie en raison de la technologie changeante et du nombre limité de données tirées d'études à répartition aléatoire et contrôlées[54]. À l'heure actuelle, une gamme de systèmes permettent de stratifier les patients en fonction du risque cardiovasculaire. Ce sont des systèmes comme le score du risque de Framingham, le score de l'American Heart Association et le score du risque de Reynolds, qui calculent le risque qu'une personne présente un événement cardiovasculaire dans les 10 prochaines années en fonction de la présence de facteurs de risque cardiaque[55]. D'autres systèmes, comme le modèle de risque de Diamond-Forrester, évaluent la probabilité actuelle avant le test qu'une personne soit atteinte d'une coronaropathie substantielle, en fonction de l'âge, du sexe et du type de douleur thoracique[55,56].

Chez les patients dont le risque identifié est faible ou intermédiaire, plusieurs options diagnostiques à sensibilités et spécificités variées ont été rapportées dans les populations de patients souffrant de douleur thoracique stable et dont la coronaropathie est soupçonnée ou avérée (**Tableau 1**)[8,24-26,30,31,35,45,46,57-64]. Plusieurs études cliniques d'envergure, y compris l'étude PROMISE[38], ont montré l'équilibre clinique entre la coro-TDM et les autres méthodes non invasives, sans différence dans les résultats à 2 ans[54]. Plus récemment, les lignes directrices du National Institute for Health and Care Excellence du Royaume-Uni ont proposé que la coro-TDM soit utilisée en premier recours dans le système public de santé de ce pays chez tous les patients souffrant de douleur thoracique stable typique ou atypique (données probantes de niveau I), y compris les populations à risque élevé[65,66]. La coronarographie par tomodensitométrie a la valeur prédictive négative la plus élevée pour éliminer la coronaropathie chez les patients à risque faible ou intermédiaire et doit être envisagée en premier recours en raison de son potentiel pour réduire la surévaluation et le délai avant le diagnostic[40,67,68]. Le recours répandu à la coro-TDM soutient la médecine préventive, puisque son utilité pour dépister la maladie cardiovasculaire non obstructive est importante aux fins d'établissement du pronostic et d'instauration précoce du traitement médical optimal. Cependant, tout comme dans le cas de l'IRM cardiaque, l'accès à la coro-TDM serait limité par la situation géographique de la pratique.

Conclusion

Quelque 30 % de la population générale consultera, durant la vie, un médecin de première ligne pour une douleur thoracique comme principale raison de consulter[69]. Malgré la prévalence de la douleur thoracique chez les patients en quête de soins auprès de leur médecin de famille, l'évaluation de la douleur thoracique stable chez les patients à risque faible ou intermédiaire est compliquée en raison de la constante évolution de la technologie. Cela serait particulièrement vrai chez les patientes, chez qui les tests fonctionnels classiques pourraient s'avérer moins précis. Cet article résume 6 méthodes d'investigation incluses dans le bilan de la douleur thoracique stable, et en souligne les points forts et les points faibles. Une analyse comparative de ces options étaye la coronarographiepar

Tableau 1. Rendement des diverses modalités d'imagerie chez les patients souffrant de douleur thoracique stable et de coronaropathie avérée ou soupçonnée comparativement à l'angiographie invasive par cathéter comme norme de référence

MODALITÉ	SENSIBILITÉ, %	SP.CIFICIT., %	VPP, %	VPN, %
ECG à l'effort[8,57,58]	45-50	85-90	75	91
Échographie à l'effort[8,57-59]	79-85	80-88	40	90
TEMP[8,24-26,60]	76-91	70-90	67	68
IRM cardiaque[30,31,61]	79-91	80-92	77	91
Coro-TDM[8,35,45,46]	78-91	31-68	44-64	95-100
FFR dérivée de la TDM[45,46,60,62-64]	84-93	65-83	52-82	84-100

Coro-TDM—coronarographie par tomodensitométrie, ECG—électrocardiographie, FFR—réserve de débit fractionnaire, IRM—imagerie par résonance magnétique, TDM—tomodensitométrie, TEMP—tomographie par émission monophotonique, VPN—valeur prédictive négative, VPP—valeur prédictive positive.

tomodensitométrie (coro-TDM) comme test de premier recours. Une analyse comparative de ces options étaye la coro-TDM en premier recours pour éliminer la coronaropathie importante chez les patients à risque faible ou intermédiaire afin de réduire la surévaluation, et de minimiser le délai avant le diagnostic, les coûts de santé et l'exposition des patients aux rayonnements.

M. Brenna est étudiant en médecine à l'Université de Toronto, en Ontario. La **Dre Afgani** est coordonnatrice de la recherche au Women's College Research Institute de l'Hôpital Women's College à Toronto. La **Dre Hanneman** est professeure adjointe au Joint Department of Medical Imaging à l'Hôpital Toronto General. La **Dre Levitan** est médecin de famille au département de médecine familiale de l'Hôpital Women's College. Le **Dr Udell** est professeur agrégé à la division de cardiologie de l'Hôpital Women's College. Le **Dr Bhatia** est cardiologue et directeur de l'Institute for Health System Solutions and Virtual Care à la division de cardiologie de l'Hôpital Women's College. La **Dre Harvey** est directrice du programme de recherche cardiovasculaire à la division de cardiologie de l'Hôpital Women's College. La **Dre Nguyen** est professeure agrégée au Joint Department of Medical Imaging à l'Hôpital Toronto General.

Collaborateurs
M. Brenna, la **Dre Afgani** et la **Dre Nguyen** ont contribué à la revue et à l'interprétation de la littérature, et tous les auteurs ont contribué à la préparation du manuscrit aux fins de soumission.

Intérêts concurrents
Aucun déclaré

Correspondance
Dre Elsie T. Nguyen; courriel: elsie.nguyen@uhn.ca

Références

1. Christenson J, Innes G, McKnight D, Boychuk B, Grafstein E, Thompson CR et coll. Safety and efficiency of emergency department assessment of chest discomfort. *CMAJ* 2004;170(12):1803-7.
2. Davies SW. Clinical presentation and diagnosis of coronary artery disease: stable angina. *Br Med Bull* 2001;59(1):17-27.
3. Vaidya GN. Application of exercise ECG stress test in the current high cost modern-era healthcare system. *Indian Heart J* 2017;69(4):551-5. Publ. en ligne du 17 juin 2017.
4. Acampa W, Assante R, Zampella E. The role of treadmill exercise testing in women. *J Nucl Cardiol* 2016;23(5):991-6. Publ. en ligne du 25 juill. 2016.
5. Miller TD. Stress testing: the case for the standard treadmill test. *Curr Opin Cardiol* 2011;26(5):363-9.
6. Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, Bricker JT, Duvernoy WF, Froelicher VF et coll. ACC/AHA guidelines for exercise testing: executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *Circulation* 1997;96(1):345-54.
7. Hlatky MA, Pryor DB, Harrell FE Jr, Califf RM, Mark DB, Rosati RA. Factors affecting sensitivity and specificity of exercise electrocardiography. Multivariable analysis. *Am J Med* 1984;77(1):64-71.
8. Task Force Members; Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, Andreotti F, Arden C et coll. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the Management of Stable Coronary Artery Disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2013;34(38):2949-3003. Publ. en ligne du 30 août 2013. Errata dans: *Eur Heart J* 2014;35(33):2260-1.
9. Wohlgelernter D, Cleman M, Highman HA, Fetterman RC, Duncan JS, Zaret BL et coll. Regional myocardial dysfunction during coronary angioplasty: evaluation by two-dimensional echocardiography and 12-lead electrocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1986;7(6):1245-54.
10. Orzan F, Garcia E, Mathur VS, Hall RJ. Is the treadmill exercise test useful for evaluating coronary artery disease in patients with complete left bundle branch block? *Am J Cardiol* 1978;42(1):36-40.
11. Shaw LJ, Mieres JH, Hendel RH, Boden WE, Gulati M, Veledar E et coll. Comparative effectiveness of exercise electrocardiography with or without myocardial perfusion single photon emission computed tomography in women with suspected coronary artery disease: results from the What Is the Optimal Method for Ischemia Evaluation in Women (WOMEN) trial. *Circulation* 2011;124(11):1239-49. Publ. en ligne du 15 août 2011.
12. Stangl V, Witzel V, Baumann G, Stangl K. Current diagnostic concepts to detect coronary artery disease in women. *Eur Heart J* 2008;29(6):707-17. Publ. en ligne du 12 févr. 2008.
13. Shaw LJ, Olson MB, Kip K, Kelsey SF, Johnson BD, Mark DB et coll. The value of estimated functional capacity in estimating outcome: results from the NHBLI-Sponsored Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. *J Am Coll Cardiol* 2006;47(3 Suppl):S36-43.
14. Pellikka PA. Stress echocardiography in the evaluation of chest pain and accuracy in the diagnosis of coronary artery disease. *Prog Cardiovasc Dis* 1997;39(6):523-32.
15. Jeetley P, Burden L, Senior R. Stress echocardiography is superior to exercise ECG in the risk stratification of patients presenting with acute chest pain with negative troponin. *Eur J Echocardiogr* 2006;7(2):155-64. Publ. en ligne du 20 juin 2005.
16. Hoffmann R, Lethen H, Kleinhans E, Weiss M, Flachskampf FA, Hanrath P. Comparative evaluation of bicycle and dobutamine stress echocardiography with perfusion scintigraphy and bicycle electrocardiogram for identification of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993;72(7):555-9.
17. Senior R, Monaghan M, Becher H, Mayet J, Nihoyannopoulos P; British Society of Echocardiography. Stress echocardiography for the diagnosis and risk stratification of patients with suspected or known coronary artery disease: a critical appraisal. Supported by the British Society of Echocardiography. Heart 2005;91(4):427-36.
18. Picano E, Molinaro S, Pasanisi E. The diagnostic accuracy of pharmacological stress echocardiography for the assessment of coronary artery disease: a meta-analysis. *Cardiovasc Ultrasound* 2008;6:30.
19. Marwick TH. Stress echocardiography. *Heart* 2003;89(1):113-8.
20. Takagi T, Yoshikawa J, Yoshida K, Akasaka T, Honda Y, Maenishi A. Usefulness and limitations of dobutamine stress echocardiography for detection of coronary artery disease [article in Japanese]. *J Cardiol* 1994;24(5):347-55.
21. Jeudy J, White CS. Evaluation of acute chest pain in the emergency department: utility of multidetector computed tomography. *Semin Ultrasound CT MR* 2007;28(2):109-14.
22. Ravizzini GC, Hanson MW, Shaw LK, Wong TZ, Hagge RJ, Pagnanelli RA et coll. Efficiency comparison between 99m Tc-tetrofosmin and 99m Tc-sestamibi myocardial perfusion studies. *Nucl Med Commun* 2002;23(3):203-8. Erratum in: *Nucl Med Commun* 2006;27(4):411.
23. Vrachimis A, Hermann S, Máthé D, Schober O, Schäfers M. Systematic evaluation of 99m Tc-tetrofosmin versus 99m Tc-sestamibi to study murine myocardial perfusion in small animal SPECT/CT. *EJNMMI Res* 2012;2(1):21.
24. Al Moudi M, Sun Z, Lenzo N. Diagnostic value of SPECT, PET and PET/CT in the diagnosis of coronary artery disease: a systematic review. *Biomed Imaging Interv J* 2011;7(2):e9. Publ. en ligne du 1er avr. 2011.
25. Loong CY, Anagnostopoulos C. Diagnosis of coronary artery disease by radionuclide myocardial perfusion imaging. *Heart* 2004;90(Suppl 5):v2-9.
26. Fihn SD, Gardin JM, Abrams J, Berra K, Blankenship JC, Dallas AP et coll. 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease. a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *Circulation* 2012;126:e354-471. Publ. en ligne du 19 nov. 2012. Errata dans: *Circulation* 2014;129(16):e463.
27. Mieres JH, Shaw LJ, Hendel RC, Heller GV. The WOMEN study: what is the optimal method for ischemia evaluation in women? A multi-center, prospective, randomized study to establish the optimal method for detection of coronary artery disease (CAD) risk in women at an intermediate-high pretest likelihood of CAD: study design. *J Nucl Cardiol* 2009;16(1):105-12. Publ. en ligne du 20 janv. 2009.
28. Hamirani YS, Kramer CM. Cardiac MRI assessment of myocardial perfusion. *Future Cardiol* 2014;10(3):349-58.
29. Van der Geest RJ, Reiber JHC. Quantification in cardiac MRI. *J Magn Reson Imaging* 1999;10(5):602-8.
30. Nandalur KR, Dwamena BA, Choudhri AF, Nandalur MR, Carlos RC. Diagnostic performance of stress cardiac magnetic resonance imaging in the detection of coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2007;50(14):1343-53. Publ. en ligne du 17 sept. 2007.
31. Desai RR, Jha S. Diagnostic performance of cardiac stress perfusion MRI in the detection of coronary artery disease using fractional flow reserve as the reference standard: a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2013;201(2):W245-52.
32. Torres FS, Crean AM, Nguyen ET, Paul N. Strategies for radiation-dose reduction and image-quality optimization in multidetector computed tomographic coronary angiography. *Can Assoc Radiol J* 2010;61(5):271-9. Publ. en ligne du 4 juin 2010.
33. Shariat M, Thavendiranathan P, Nguyen E, Wintersperger B, Paul N, Rakowski H et coll. Utility of coronary CT angiography in outpatients with hypertrophic cardiomyopathy presenting with angina symptoms. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2014;8(6):429-37. Publ. en ligne du 19 sept. 2014.
34. Gorenoi V, Schönermark MP, Hagen A. CT coronary angiography vs. invasive coronary angiography in CHD. *GMS Health Technol Assess* 2012;8:Doc02. Publ. en ligne du 16 avr. 2012.
35. Mowatt G, Cook JA, Hillis GS, Walker S, Fraser C, Jia X et coll. 64-Slice computed tomography angiography in the diagnosis and assessment of coronary artery disease: systematic review and meta-analysis. *Heart* 2008;94(11):1386-93. Publ. en ligne du 31 juill. 2008.
36. Sabarudin A, Sun Z. Beta-blocker administration protocol for prospectively ECG-triggered coronary CT angiography. *World J Cardiol* 2013;5(12):453-8.
37. Newby DE, Williams MC, Flapan AD, Forbes JF, Hargreaves AD, Leslie SJ et coll. Role of multidetector computed tomography in the diagnosis and management of patients attending the rapid access chest pain clinic, the Scottish computed tomography of the heart (SCOT-HEART) trial: study protocol for randomized controlled trial. *Trials* 2012;13:184.
38. Mark DB, Anstrom KJ, Sheng S, Baloch KN, Daniels MR, Hoffmann U et coll. Quality-of-life outcomes with anatomic versus functional diagnostic testing strategies in symptomatic patients with suspected coronary artery disease: results from the PROMISE randomized trial. *Circulation* 2016;133(21):1995-2007. Publ. en ligne du 27 avr. 2016.
39. Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT et coll. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. *N Engl J Med* 2012;367(4):299-308.
40. Grunau B, Leipsic J, Purssell E, Kasteel N, Nguyen K, Kazem M et coll. Comparison of rates of coronary angiography and combined testing procedures in patients seen in the emergency room with chest pain (but no objective acute coronary syndrome findings) having coronary computed tomography versus exercise stress testing. *Am J Cardiol* 2016;118(2):155-61. Publ. en ligne du 4 mai 2016.

41. Hecht HS, Narula J, Fearon WF. Fractional flow reserve and coronary computed tomographic angiography: a review and critical analysis. *Circ Res* 2016;119(2):300-16.
42. Zarins CK, Taylor CA, Min JK. Computed fractional flow reserve (FFTCT) derived from coronary CT angiography. *J Cardiovasc Transl Res* 2013;6(5):708-14. Publ. en ligne du 10 août 2013.
43. Peña E, Rubens F, Stiell I, Peterson R, Inacio J, Dennie C. Efficiency and safety of coronary CT angiography compared to standard care in the evaluation of patients with acute chest pain: a Canadian study. *Emerg Radiol* 2016;23(4):345-52. Publ. en ligne du 24 mai 2016.
44. Tonino PAL, De Bruyne B, Pijls NHJ, Siebert U, Ikeno F, van 't Veer M et coll. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N Engl J Med* 2009;360(3):213-24.
45. Gonzalez JA, Lipinski MJ, Flors L, Shaw PW, Kramer CM, Salerno M. Meta-analysis of diagnostic performance of coronary computed tomography angiography, computed tomography perfusion, and computed tomography-fractional flow reserve in functional myocardial ischemia assessment versus invasive fractional flow reserve. *Am J Cardiol* 2015;116(9):1469-78. Publ. en ligne du 14 août 2015.
46. Baumann S, Renker M, Hetjens S, Fuller SR, Becher T, Loßnitzer D et coll. Comparison of coronary computed tomography angiography-derived vs invasive fractional flow reserve assessment. Meta-analysis with subgroup evaluation of intermediate stenosis. *ACAD Radiol* 2016;23(11):1402-11. Publ. en ligne du 14 sept. 2016.
47. Green R, Cantoni V, Petretta M, Acampa W, Panico M, Buongiorno P et coll. Negative predictive value of stress myocardial perfusion imaging and coronary computed tomography angiography: a meta-analysis. *J Nucl Cardiol* 2018;25(5):1588-97. Publ. en ligne du 15 févr. 2017.
48. Lee D, Li D, Jug B, Papazian J, Budoff M. Diagnostic accuracy of 64 slice multidetector coronary computed tomographic angiography in left ventricular systolic dysfunction. *Int J Cardiol Heart Vasc* 2015;8:42-6.
49. Carpeggiani C, Picano E, Brambilla M, Michelassi C, Knuuti J, Kauffman P et coll. Variability of radiation doses of cardiac diagnostic imaging tests: the RADIO-EVINCI study (RADIationdOse subproject of the EVINCI study). *BMC Cardiovasc Disord* 2017;17(1):63.
50. Al-Mallah MH, Aljizeeri A, Alharthi M, Alsaileek A. Routine low-radiation-dose coronary computed tomography angiography. *Eur Heart J Suppl* 2014;16(Suppl B):B12-6.
51. Tan SK, Yeong CH, Ng KH, Abdul Aziz YF, Sun Z. Recent update on radiation dose assessment for the state-of-the-art coronary computed tomography angiography protocols. *PLoS One* 2016;11(8):e0161543.
52. Crowhurst JA, Whitby M, Thiele D, Halligan T, Westerink A, Crown S et coll. Radiation dose in coronary angiography and intervention: initial results from the establishment of a multi-centre diagnostic reference level in Queensland public hospitals. *J Med Radiat Sci* 2014;61(3):135-41. Publ. en ligne du 4 août 2014.
53. Tavakol M, Ashraf S, Brener SJ. Risks and complications of coronary angiography: a comprehensive review. *Glob J Health Sci* 2012;4(1):65-93.
54. Douglas PS, Hoffmann U, Patel MR, Mark DB, Al-Khalidi HR, Cavanaugh B et coll. Outcomes of anatomical versus functional testing for coronary artery disease. *N Engl J Med* 2015;372(14):1291-300. Publ. en ligne du 14 mars 2015.
55. Versteylen MO, Joosen IA, Shaw LJ, Narula J, Hofstra L. Comparison of Framingham, PROCAM, SCORE, and Diamond Forrester to predict coronary atherosclerosis and cardiovascular events. *J Nucl Cardiol* 2011;18(5):904-11. Publ. en ligne du 19 juill. 2011.
56. Masson W, Epstein T, Huerín M, Lobo LM, Molinero G, Angel A et coll. Cardiovascular risk stratification in patients with metabolic syndrome without diabetes or cardiovascular disease: usefulness of Metabolic Syndrome Severity Score. *High Blood Press Cardiovasc Prev* 2017;24(3):297-303. Publ. en ligne du 13 mai 2017.
57. Gershlick AH, de Belder M, Chambers J, Hackett D, Keal R, Kelion A et coll. Role of non-invasive imaging in the management of coronary artery disease: an assessment of likely change over the next 10 years. A report from the British Cardiovascular Society Working Group. *Heart* 2007;93(4):423-31.
58. Bigi R, Galati A, Curti G, Coletta C, Barlera S, Partesana N et coll. Prognostic value of residual ischaemia assessed by exercise electrocardiography and dobutamine stress echocardiography in low-risk patients following acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 1997;18(12):1873-81.
59. Afridi I, Quiñones MA, Zoghbi WA, Cheirif J. Dobutamine stress echocardiography: sensitivity, specificity, and predictive value for future cardiac events. *Am Heart J* 1994;127(6):1510-5.
60. Sand NPR, Veien KT, Nielsen SS, Nørgaard BL, Larsen P, Johansen A, et al. Prospective comparison of FFR derived from coronary CT angiography with SPECT perfusion imaging in stable coronary artery disease: the ReASSESS study. *JACC Cardiovasc Imaging* 2018;11(11):1640-50. Publ. en ligne du 13 juin 2018.
61. Greenwood JP, Maredia N, Younger JF, Brown JM, Nixon J, Everett CC et coll. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. *Lancet* 2012;379(9814):453-60. Publ. en ligne du 22 déc. 2011.
62. Celeng C, Leiner T, Maurovich-Horvat P, Merkely B, de Jong P, Dankbaar JW et coll. Anatomical and functional computed tomography for diagnosing hemodynamically significant coronary artery disease: a meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019;12(7 Pt 2):1316-25. Publ. en ligne du 6 sept. 2018.
63. Driessen RS, Danad I, Stuijfzand WJ, Raijmakers PG, Schumacher SP, van Diemen PA et coll. Comparison of coronary computed tomography angiography, fractional flow reserve, and perfusion imaging for ischemia diagnosis. *J Am Coll Cardiol* 2019;73(2):161-73.
64. Danad I, Szymonifka J, Twisk JWR, Norgaard BL, Zarins CK, Knaapen P et coll. Diagnostic performance of cardiac imaging methods to diagnose ischaemia-causing coronary artery disease when directly compared with fractional flow reserve as a reference standard: a meta-analysis. *Eur Heart J* 2017;38(13):991-8.
65. Timmis A, Roobottom CA. National Institute for Health and Care Excellence updates the stable chest pain guideline with radical changes to the diagnostic paradigm. *Heart* 2017;103(13):982-6. Publ. en ligne du 26 avr. 2017.
66. Villines TC, Shaw LJ. Coronary computed tomographic angiography—the first test for evaluating patients with chest pain? *JAMA Intern Med* 2017;177(11):1631-2. Erratum in: *JAMA Intern Med* 2018;178(1):157.
67. Nguyen E, Lemieux V, Udell J, Hanneman K, Bhatia S, Ivers N et coll. Reducing over investigation of women with stable chest pain at low/intermediate risk for coronary artery disease: the rationale for the RESOLVE trial [abstract]. *Can J Cardiol* 2018;34(4):e5.
68. Meinel FG, Schoepf UJ, Townsend JC, Flowers BA, Geyer LL, Ebersberger U et coll. Diagnostic yield and accuracy of coronary CT angiography after abnormal nuclear myocardial perfusion imaging. *Sci Rep* 2018;8(1):9228.
69. Bösner S, Becker A, Haasenritter J, Abu Hani M, Keller H, Sönnichsen AC et coll. Chest pain in primary care: epidemiology and pre-work-up probabilities. *Eur J Gen Pract* 2009;15(3):141-6.

Cet article donne droit à des crédits d'autoapprentissage certifiés Mainpro+. Pour obtenir des crédits, rendez-vous sur **www.cfp.ca** et cliquez sur le lien Mainpro+.

Cet article a fait l'objet d'une révision par des pairs.
Can Fam Physician 2020;66:e1-8

La traduction en français de cet article se trouve à **www.cfp.ca,** dans la table des matières du numéro **de janvier 2020,** à la **page 24**.