




ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

www.em-consulte.com

Médecine
Nucléaire
Imagerie Fonctionnelle et Métabolique

Médecine Nucléaire 35 (2011) 91–95

Éditorial

Scintigraphie des parathyroïdes et tomoscintigraphie

Parathyroid radionuclide imaging and SPECT

Dans ce numéro du journal de médecine nucléaire, deux articles s'interrogent sur l'imagerie double isotope ^{99m}Tc Sestamibi/ ^{123}I en modalité planaire ou tomographique couplée à la tomodynamométrie (TDM) [1,2]. Ces deux articles s'attaquent à un sujet important et d'actualité et ils ne manquent pas d'intérêt. Il me paraît toutefois intéressant, dans cet éditorial, de compléter l'argumentaire afin que le lecteur puisse se faire une idée personnelle plus complète.

Tout d'abord, je souhaiterais souligner l'importance qu'a pris cet examen au cours des dernières années. Cela est dû aux progrès qui ont été accomplis dans les protocoles scintigraphiques utilisés, mais également dans les indications et dans les protocoles chirurgicaux. Il est, en revanche, toujours étonnant de constater la diversité des protocoles scintigraphiques utilisés par les différents centres et la persistance de protocoles sub-optimaux. Je rappellerai brièvement, l'évolution des indications de cet examen et la récente évolution de sa technique.

Le fonctionnement augmenté et dérégulé d'une ou plusieurs glandes parathyroïdiennes est à l'origine de l'hyperparathyroïdie et de ses complications. Pour lutter contre cet état, le seul traitement radical reste la chirurgie. La technique chirurgicale de base, dite parathyroïdectomie, consiste à explorer l'ensemble des glandes et à enlever la ou les glandes de taille anormale. L'homme possède en moyenne quatre glandes parathyroïdes, situées généralement derrière la glande thyroïde. Mais il existe des glandes surnuméraires, et surtout ectopiques, qui peuvent se trouver entre la cavité buccale et le diaphragme. Depuis les années 1960, les chirurgiens utilisaient une technique qui consistait à explorer tous les sites possibles pouvant receler une glande parathyroïde, en commençant par les sites les plus probables et ceux d'abord chirurgical aisé [3]. Cette chirurgie a rendu de grands services, mais elle n'était pas exempte de complications et de morbidité.

L'arrivée du sestamibi ou MIBI marqué au technétium ^{99m}Tc a grandement amélioré la sensibilité de la recherche scintigraphique des glandes parathyroïdes. Taillefer et al. [4] ont proposé un protocole en deux temps, sans soustraction. Mais la supériorité du protocole double isotope ^{99m}Tc Sestamibi/ ^{123}I s'est affirmée au cours du temps, face au protocole Taillefer.

Plusieurs études comparant chez les mêmes patients ces deux protocoles concordaient dans ce sens, comme en témoigne une méta-analyse sur le sujet [5]. L'adoption de l'acquisition simultanée a, par ailleurs, simplifié la technique double isotope (^{123}I – ^{99m}Tc MIBI) [6]. De nombreuses équipes apprécient le gain en sensibilité offert par la technique double isotope, qui est d'autant plus utile aujourd'hui que les pratiques chirurgicales ont changé.

Aujourd'hui, à la suite des travaux de Chapuis et al. [7], la chirurgie extensive, bilatérale est progressivement remplacée par une chirurgie plus limitée, moins invasive. Les progrès de l'imagerie et des dosages peropératoires de PTH ont permis de proposer cette chirurgie, qui peut même être pratiquée en ambulatoire ou sous anesthésie locale. Il est donc particulièrement important pour l'imager de répondre aujourd'hui aux deux questions suivantes :

- combien y a-t-il de glandes pathologiques ?
- et quelle(s) est (sont) leur(s) localisation(s) ?

Le choix de la technique la plus sensible paraît donc important et les protocoles en deux temps ont été progressivement abandonnés au profit d'acquisition double isotope, comme en témoigne les deux articles publiés aujourd'hui.

Le rôle de l'imagerie tomographique n'est pas une nouveauté et son intérêt dans la localisation des glandes ectopiques a déjà été reconnu bien avant l'arrivée des appareils hybrides. La venue des appareils de tomographie d'émission monophotonique (TEMP) associant TEMP-TDM a encore renforcé l'intérêt de la tomographie dans l'imagerie des parathyroïdes.

Brièvement, la précision anatomique est appréciable pour le chirurgien et les données TDM permettent de corriger les images TEMP de l'atténuation des photons. La place exacte de l'imagerie tomographique, comparée à une imagerie planaire optimale, reste cependant à préciser.

Nous sommes plusieurs à penser [8] que le protocole le plus sensible actuellement pour l'imagerie des parathyroïdes allie :

- une injection de 500 MBq ou plus de ^{99m}Tc sestamibi et de 10 MBq d' ^{123}I ;

- une image planaire au collimateur parallèle pour la recherche de glande ectopique ;
- surtout une, ou mieux, des images au collimateur pinhole (face antérieure, obliques) pour bien étudier la loge thyroïdienne (minimum 15 minutes d'acquisition).

Nous réalisons des clichés tomographiques en cas de suspicion de glande ectopique ou de reprise chirurgicale afin d'aider au mieux le chirurgien.

Cette approche est basée sur les points suivants :

- de nombreuses expériences personnelles et de collègues : patients chez qui nous avons réalisé les deux imageries (planaire et tomographique) (Fig. 1) ;

- nos bons résultats en termes de sensibilité pour les adénomes, mais également dans les cas d'hyperplasies primaires (sensibilité globale bien supérieure à 90 %) ;
- la physique : il est bien connu que la qualité des images scintigraphiques décroît lorsque l'on s'éloigne du sujet. Seul le collimateur pinhole permet de s'approcher suffisamment du cou du patient pour réaliser une acquisition optimale. Une image planaire au collimateur parallèle oblige à s'éloigner et une acquisition tomographique augmente encore cet éloignement ;
- plusieurs articles de la littérature qui confirment l'intérêt du collimateur pinhole dans l'étude des glandes parathyroïdes [9–12].

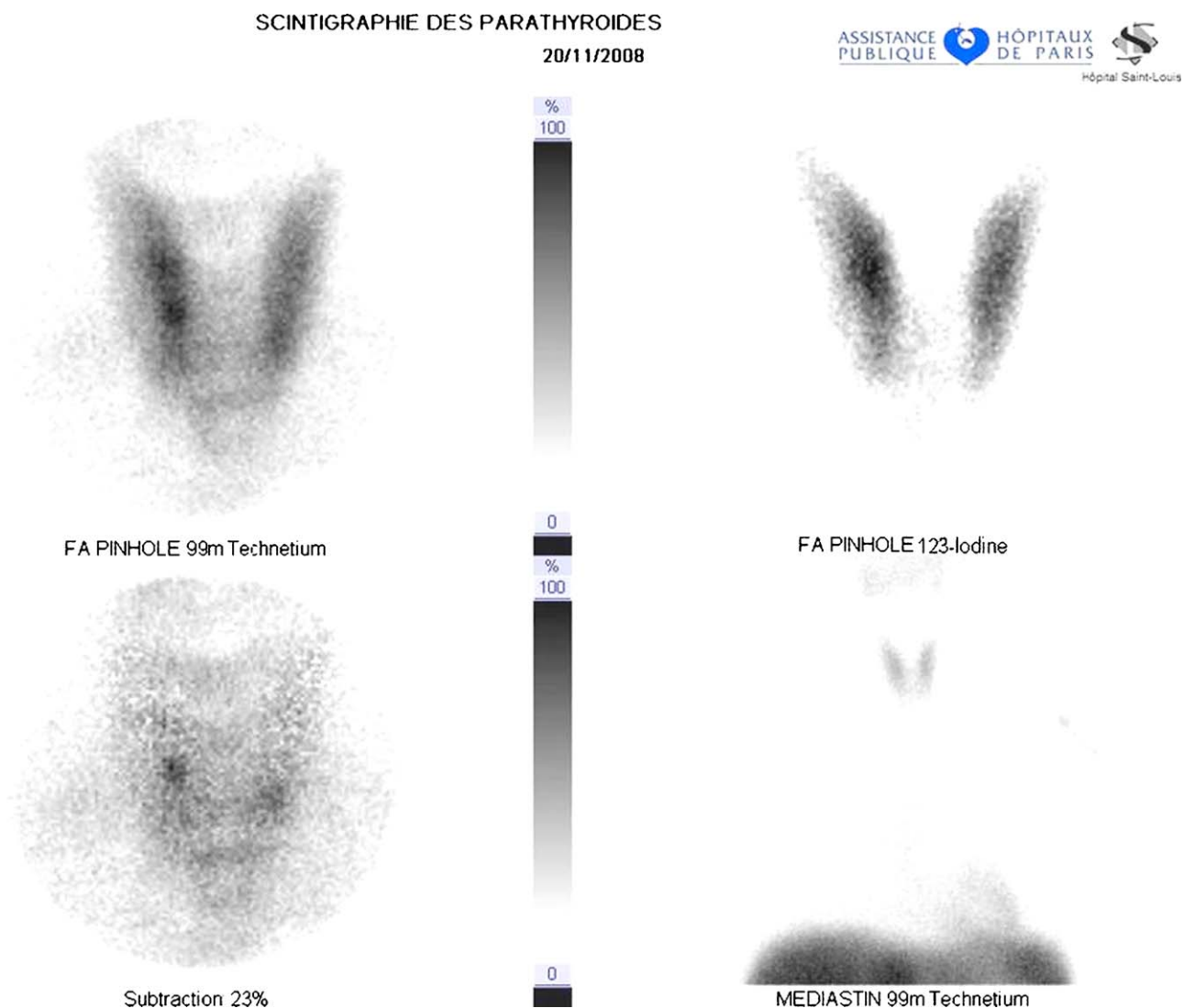


Fig. 1. Images d'un patient souffrant d'hyperparathyroïdisme secondaire à une carence en vitamine D (temps de pose 15 minutes). Image supérieure gauche acquisition au pinhole dans la fenêtre du Tc99m ; image supérieure droite acquisition au pinhole dans la fenêtre de l'iode 123 ; image inférieure gauche résultat de la soustraction des images précédentes ; Image inférieure droite image acquise dans la fenêtre du Tc99m par un collimateur à trous parallèles. Deux glandes anormales sont clairement visualisées sur l'image de soustraction, la glande de droite est déjà suspectée sur l'image Tc99m au pinhole.

Images of a patient with a secondary hyperparathyroidism due to a vitamin D deficiency (acquisition time 15 mins). Top left: Tc99m pinhole image, Top right Iodine pinhole image. Bottom left pinhole subtraction image, bottom right parallel collimator image. Note that two abnormal glands are seen on the subtraction image, The abnormal gland on the patient right is already suspected on the pinhole Tc99m image.

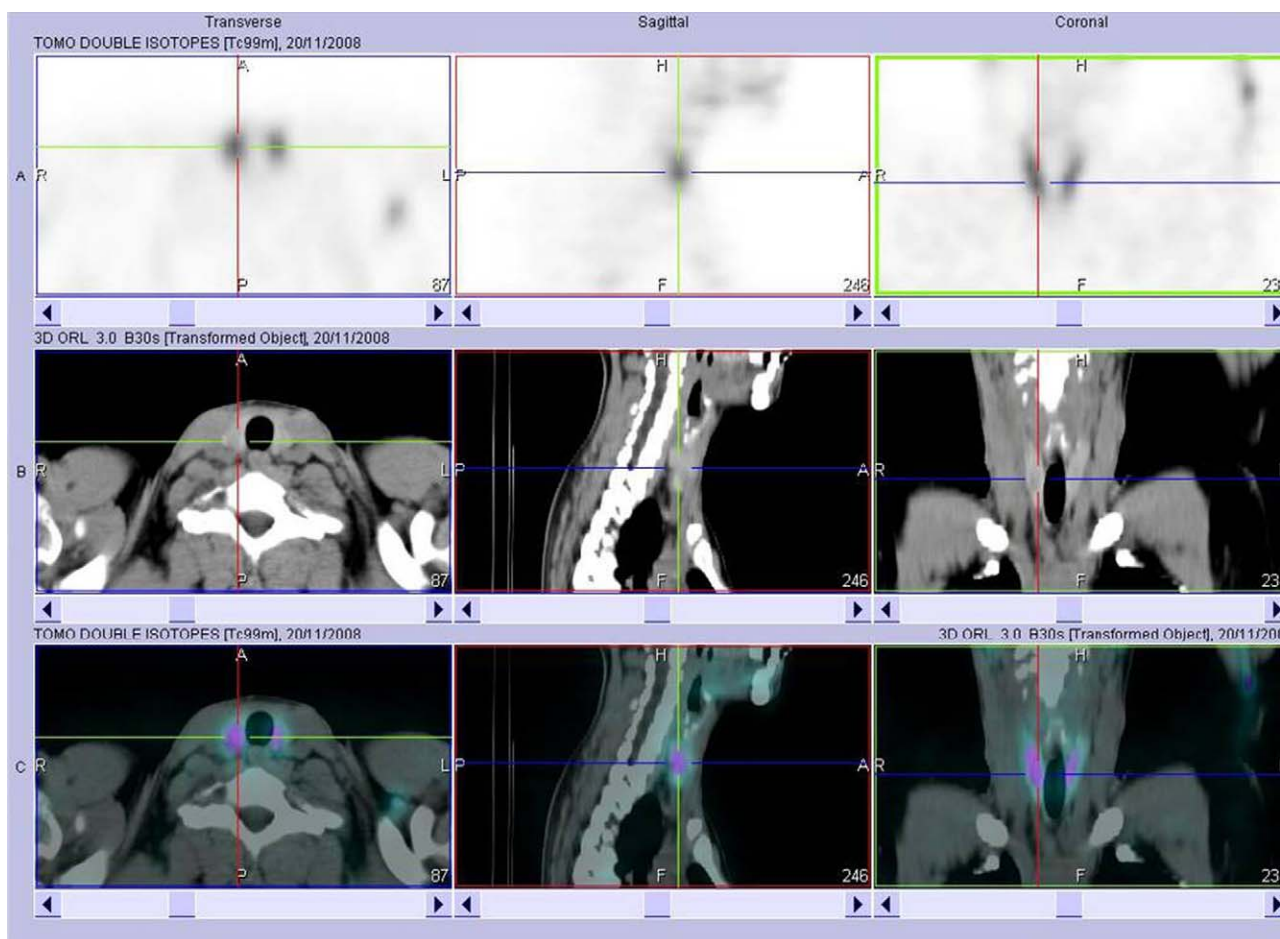


Fig. 2. Images tomographiques, Tc99m du même patient que sur la Fig. 1, temps d'acquisition : 25 minutes. Comparé à l'acquisition Tc99m pinhole (Fig. 1), ou l'on devinait la glande anormale droite, il est difficile sur ces images de deviner une glande pathologique.

Same patient as Fig. 1, SPECT Tc99m acquisition lasting 25 mins. Compare to Fig. 1 top left, the images appear too blurred to suspect an abnormal parathyroid gland.

La Fig. 1 présente des images de soustraction pinhole chez un patient présentant un hyperparathyroïdisme secondaire, suite à une carence en vitamine D. Deux glandes sont clairement visibles sur les images de soustraction et la glande de droite pouvait même être suspectée sur l'image Tc avant soustraction.

La Fig. 2 montre les images tomographiques (Tc) correspondant au même patient. Les collègues interrogés sur la qualité de ces images reconnaissent un flou plus important des images tomographiques et l'impossibilité de trouver l'emplacement et d'affirmer le nombre de glandes pathologiques.

Nous sommes bien sûr persuadés, en accord avec les articles présentés dans ce numéro, que la TEMP-TDM apporte des précisions anatomiques que ne donne pas les images planaires. C'est pour cela que nous n'hésitons pas à compléter l'examen planaire, si nécessaire. Mais, nous pensons qu'il faut d'abord répondre à la question : y a-t-il des glandes pathologiques et combien ?, avant de les localiser précisément (quand on le peut). Aussi, nous complétons notre examen par une acquisition TEMP/TDM quand la fixation de la glande pathologique est suffisamment importante et que nous suspectons une glande à

distance de la glande thyroïde, qui se détachera bien sur les clichés tomographiques.

Une lecture rapide des articles présentés dans les deux derniers numéros du journal [1,2] pourrait faire penser à d'autres alternatives, mais j'invite ici le lecteur à un examen critique de ces résultats.

Le premier [1] de ces articles compare des images de soustraction planaire et tomographique et arrive à des sensibilités identiques pour les deux approches. Toutefois, les images planaires sont visiblement réalisées au collimateur à trous parallèles. Or, comme nous venons de le voir, de nombreux articles de la littérature soulignent l'importance d'utiliser un collimateur sténopé (pinhole) pour améliorer la sensibilité de l'imagerie [9–11,13]. Même l'article de Dontu, [14] qui pourtant conclut à la supériorité des acquisitions tomographiques dans la visualisation des glandes parathyroïdes, trouve une résolution spatiale de 5,3 mm pour le pinhole, comparé à 18 mm en SPECT ! La perte en sensibilité est minime (28 % pour le collimateur parallèle et 27 % pour le pinhole). Les auteurs trouvent également un meilleur contraste pour les images « pinhole ». Cependant, ils concluent à une visualisation moins bonne des glandes parathyroïdiennes sur les images planaires. Il

faut signaler que leur fantôme ne comprend qu'un cylindre représentant le cou, sans épaules ni poitrine qui sont pourtant des régions anatomiques qui imposent l'éloignement du détecteur en acquisition tomographique ! On peut donc penser que la réalisation de clichés planaires au collimateur pinhole pourrait augmenter la sensibilité des résultats présentés ici.

À noter que la tomographie pinhole de soustraction pourrait apporter un plus dans l'imagerie des glandes parathyroïdes, et cela, d'autant plus sûrement que cette tomographie serait réalisée en restant à faible distance de la loge thyroïdienne (tomographie à angle de rotation limitée).

Le deuxième article [2] trouve une sensibilité supérieure pour les images tomographiques comparées aux images planaires. Si les images planaires sont réalisées avec un collimateur pinhole et en double isotope, ce qui est très bien, les images présentées par ces auteurs montrent une soustraction sub-optimale. En effet, on aperçoit une absence de signal à l'emplacement de la thyroïde. Les auteurs expliquent qu'ils recherchent 50 % du maximum et

on a l'impression qu'ils annulent l'activité à l'intérieur de cet isocontour. Or, le but d'une soustraction est d'enlever l'activité de la thyroïde, pas celle des autres tissus avoisinants (et encore moins l'activité des glandes parathyroïdes). Dans notre pratique, nous introduisons un facteur pour équilibrer les deux images participant à la soustraction. Ce facteur k est défini comme suit : $image\ soustraite = Partie\ Positive (image\ MIBI - k \times image\ I^{123})$.

Le choix de ce facteur k est réalisé par l'opérateur de façon interactive. Un programme affiche en temps réel le résultat de la soustraction pour un facteur k déterminé. Au vue de ce résultat, l'opérateur choisit à l'aide d'une souris, d'augmenter ou de diminuer ce facteur k . Ce sont donc les yeux du médecin qui dirigent la soustraction. L'avantage de ce programme est que l'opérateur peut essayer en peu de temps une multitude de facteur k avant de faire son choix.

La Fig. 3 donne l'exemple d'un tel choix. Cette figure montre quatre images de soustraction d'un même patient, avec des facteurs k décroissants (de gauche à droite et de haut en

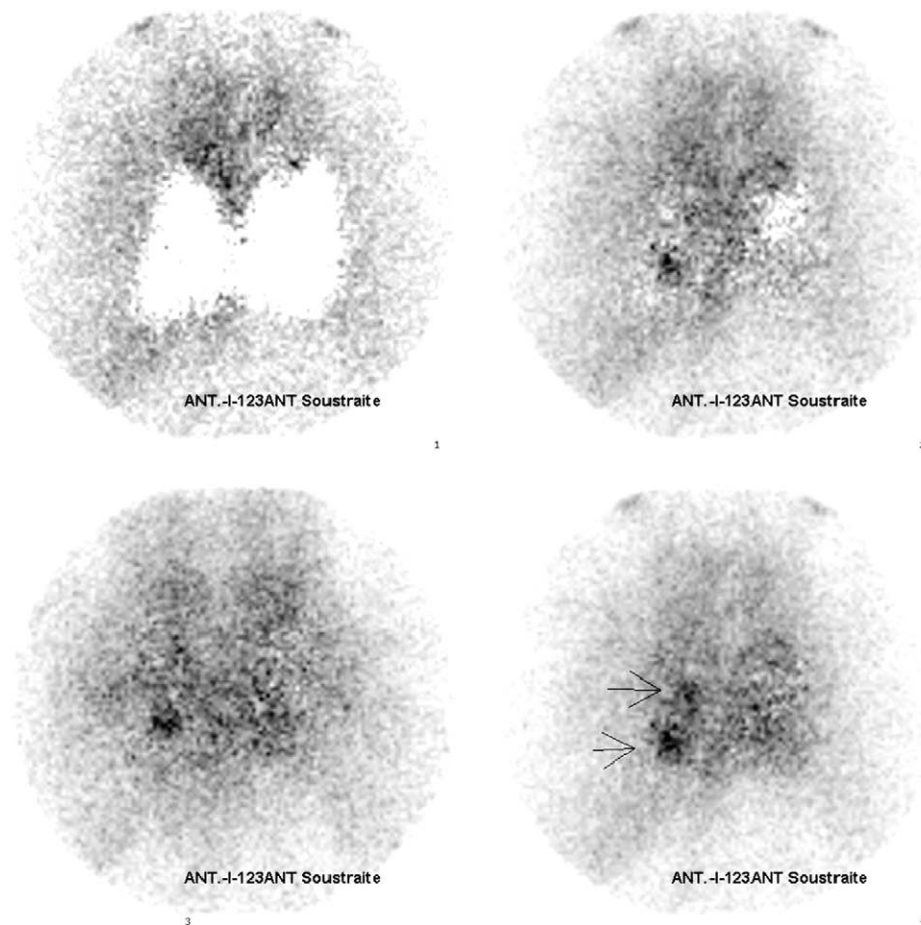


Fig. 3. Images montrant l'importance du choix du facteur de soustraction. Les quatre images ont été obtenues à partir de la même acquisition planaire double-isotope (Tc/I). La différence entre ces images, toute obtenues par soustraction, vient de l'intensité relative de l'image iode qui décroît de gauche à droite et de haut en bas. Sur l'image en haut à droite aucune glande pathologique n'est visible. Seul l'image en bas à droite révèle franchement deux glandes pathologiques (flèches). Ce résultat a été confirmé sur les images obliques (non représentées). Cet exemple montre l'intérêt d'un choix minutieux du facteur d'échelle entre les deux images à soustraire. Ce choix doit être réalisé par le médecin, en même temps que l'interprétation des images.

These images exhibit the importance of choosing a good balance in the subtraction process. The four pictures show subtraction images of a patient, suffering from hyperparathyroidism. These four images were obtained from processing the same double-isotope acquisition. The only change is the importance of the Iodine image relative to the Tc image. This importance is decreasing from left to right and top to bottom. In the top left image no abnormal gland could be suspected, only on the bottom right image can two glands be visualized (arrows). Oblique views (not shown) confirmed this result. This emphasizes that the choice of this balance must be finely adjusted by the nuclear physician during the interpretation of the images.

bas). Si le facteur k est trop important, l'emplacement de la thyroïde est mis à zéro et il est impossible de voir s'il y avait des glandes parathyroïdes à cet endroit. Avec des valeurs de k plus adaptées, on peut voir apparaître une puis, dans ce cas, deux glandes parathyroïdiennes anormales qui ont été confirmées sur les clichés obliques.

On comprend bien que le choix d'un facteur k trop fort, empêche la visualisation des glandes situées derrière la thyroïde sur les images planaires (c'est ce que les auteurs remarquent, avec une sensibilité effondrée pour les glandes supérieures [2]). Cette soustraction est moins sensible en tomographie où la superposition des images est moins fréquente (une exceptionnelle glande intrathyroïdienne serait toutefois, bel et bien effacée, même en tomographie).

Il existe d'autres arguments qui expliquent les résultats de l'article, comme le temps d'acquisition inférieur consacré aux images planaires.

En conclusion, il manque actuellement dans la littérature internationale et Française une étude objective comparant les modalités planaires (pinhole) et tomographique, avec des temps d'acquisition équivalents, un protocole double isotope et une soustraction optimale et en tirant au sort l'ordre des examens afin d'éviter les facteurs confondants les plus classiques.

Aujourd'hui, je reste persuadé que le protocole tomographique risque de diminuer la sensibilité de la méthode. La tomographie pinhole est peut-être une autre alternative, mais les constructeurs ne semblent pas pressés de développer cette voie.

La solution pour confirmer la supériorité de l'un ou l'autre protocole est vraisemblablement dans l'évaluation des pratiques professionnelles (EPP) qui prévoit la comparaison des sensibilités entre des équipes géographiquement distinctes.

À plus long terme, il est probable, que l'imagerie tomographique remplacera complètement l'imagerie planaire, mais pour cela il faudra que cette imagerie tomographique améliore sa sensibilité et sa résolution. L'aboutissement des recherches conjointes sur les détecteurs semi-conducteurs et des progrès en collimation [15] pourront peut-être, dans un proche avenir, nous amener un tel outil, mais cela est une autre histoire, comme disait R. Kipling.

Conflit d'intérêt

L'auteur ne déclare pas de conflit d'intérêt.

Références

[1] Poullias X, Guernou M, Hapdey S, Hitzel A, Salles A, Véra P, et al. Images de soustraction TEMP, en double isotopie, 99mTc-SESTAMIBI/123I

- fusionnées au scanner : intérêt chez les patients présentant une hyperparathyroïdie. *Médecine Nucléaire* 2011;35:96–104.
- [2] Hassler S, Hubele F, Constantinesco A, Goetz C. Scintigraphie des parathyroïdes double isotope 99mTc-MIBI/123I dans l'hyperparathyroïdisme primaire : comparaison entre un protocole d'acquisition planaire et une TEMP de soustraction couplée à la TDM. *Médecine Nucléaire* 2011;35:105–16.
- [3] Cope O. Hyperparathyroidism; Diagnosis and management. *Am J Surg* 1960;99:394–403.
- [4] Taillefer R, Bouchet Y, Potvin C, Lambert R. Detection and localization of parathyroid adenomas in patients with hyperparathyroidism using a single radionuclide imaging procedure with technetium-99m_sestamibi(double phase study). *J Nucl Med* 1992;33:1801–7.
- [5] Jeanguillaume C, et al. Recent progress in radionuclide imaging of parathyroid glands. *Ann Endocrinol (Paris)* 1997;58:143–51.
- [6] Hindie E, Mellièrè D, Jeanguillaume C, Perlemuter L, Chehade F, Galle P. Parathyroid imaging using simultaneous double-window recording of technetium-99m sestamibi and iodine-123. *J Nucl Med* 1998;39:1100–5.
- [7] Chapuis Y, et al. Values of ultrasonography, sestamibi scintigraphy, and intraoperative measurement of 1-84 PTH for unilateral neck exploration of primary hyperparathyroidism. *World J Surg* 1996;20:835–9 [discussion 839–40].
- [8] Hindie E, et al. 2009 EANM parathyroid guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:1201–16.
- [9] Arveschoug AK, Bertelsen H, Vammen B. Presurgical localization of abnormal parathyroid glands using a single injection of Tc-99m sestamibi: comparison of high-resolution parallel-hole and pinhole collimators, and interobserver and intraobserver variation. *Clin Nucl Med* 2002;27:249–54.
- [10] Ho Shon IA, et al. The value of oblique pinhole images in pre-operative localisation with 99mTc-MIBI for primary hyperparathyroidism. *Eur J Nucl Med* 2001;28:736–42.
- [11] Ho Shon IA, et al. Optimal pinhole techniques for preoperative localization with Tc-99m MIBI for primary hyperparathyroidism. *Clin Nucl Med* 2001;26:1002–9.
- [12] Spanu A, et al. The usefulness of neck pinhole SPECT as a complementary tool to planar scintigraphy in primary and secondary hyperparathyroidism. *J Nucl Med* 2004;45:40–8.
- [13] Ho Shon IAYW, Roach PJ, Bernard EJ, Shields M, Sywak M, Sidhu S, Delet al. Comparison of pinhole and SPECT 99mTc-MIBI imaging in primary hyperparathyroidism. *Nucl Med Commun* 2008;29:949–55.
- [14] Dontu V, et al. Optimization of parathyroid imaging by simultaneous dual energy planar and single photon emission tomography. *Nucl Med Commun* 2004;25:1089–93.
- [15] Verger L, et al. Performance and perspectives of a CdZnTe-based gamma camera for medical imaging. *Nucl Instr Methods (A)* 2004;51:3111–7.

C. Jeanguillaume

Service de médecine nucléaire CHU d'Angers,
4, rue Larrey 49933 Angers cedex 9,
France

Adresse e-mail : jeanguillaume@ieec.org

Disponible sur Internet le 23 février 2011