

Article original

# Performances de la scintigraphie parathyroïdienne au $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi dans l'hyperparathyroïdie secondaire (à propos de 20 cas)

*Performance of  $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi parathyroid scintigraphy in secondary hyperparathyroidism (about 20 cases)*

W. Amouri <sup>a</sup>, F. Kallel <sup>a,\*</sup>, F. Hamza <sup>a</sup>, I. Jardak <sup>a</sup>, S. Charfeddine <sup>a</sup>, A. Ghorbel <sup>b</sup>, F. Guermazi <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service de médecine nucléaire, CHU Habib Bourguiba, route de l'Ain, 3000 Sfax, Tunisie

<sup>b</sup> Service d'ORL, CHU Habib Bourguiba, route de l'Ain, 3000 Sfax, Tunisie

Reçu le 5 septembre 2013 ; accepté le 13 septembre 2013

Disponible sur Internet le 17 octobre 2013

## Résumé

**But de l'étude.** – Évaluer les performances de la scintigraphie parathyroïdienne au  $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi et les confronter aux performances de l'échographie cervicale chez les patients en hyperparathyroïdie secondaire candidats à une parathyroïdectomie.

**Patients et méthodes.** – Nous avons réalisé une étude rétrospective chez 20 patients en hyperparathyroïdie secondaire sévère ayant bénéficié d'une scintigraphie parathyroïdienne dans le service de médecine nucléaire du CHU Habib Bourguiba de Sfax, entre janvier 2009 et juin 2012. Le protocole d'examen se déroulait sur 2 jours, incluant les techniques de double phase, de soustraction MIBI/pertechnétate et une tomoscintigraphie cervicothoracique. Nous avons ensuite analysé les résultats donnés par chaque technique d'une manière séparée, puis en association. Pour tous les patients, nous avons pu recueillir les résultats de la chirurgie et de l'examen anatomopathologique ainsi que de l'échographie cervicale lorsqu'elle était disponible.

**Résultats.** – Pris séparément, parmi les trois méthodes, la méthode de soustraction était la plus performante avec une sensibilité de 47 % et une exactitude de 55 %. La combinaison de la soustraction avec la tomoscintigraphie a permis d'améliorer ces résultats pour faire passer la sensibilité à 53 % et l'exactitude à 57 %. La lecture combinée de l'échographie et de la scintigraphie améliore davantage ces performances avec une sensibilité de 58 %, une spécificité de 83 % et une exactitude de 66 %.

**Conclusion.** – La scintigraphie parathyroïdienne associant les méthodes de soustraction et la tomoscintigraphie a fait preuve d'une meilleure fiabilité. Le couplage avec l'échographie est indispensable pour améliorer les résultats. Les performances de la scintigraphie seule restent modestes au cours de l'hyperparathyroïdie secondaire et font qu'elle devrait être réservée uniquement à la recherche de glandes surnuméraires et/ou d'une ectopie parathyroïdienne.

© 2013 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Scintigraphie ; Sestamibi ; Parathyroïde ; Soustraction ; Tomoscintigraphie ; Hyperplasie

## Abstract

**Aim of the study.** – To evaluate the performance of the  $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi parathyroid scintigraphy and to compare it with the performance of cervical ultrasonography in patients with secondary hyperparathyroidism who are candidates for parathyroidectomy.

**Patients and methods.** – We performed a retrospective study including 20 patients with severe secondary hyperparathyroidism who underwent parathyroid scintigraphy in the nuclear medicine department of Sfax, during the period between January 2009 and June 2012. Our two days protocol included dual-phase, MIBI/Tc subtraction and single photon emission photons (SPECT) techniques. We analyzed the results obtained from each technique alone, then from combinations thereof. For all patients, we have collected the surgical and histopathological data as well cervical ultrasound if available.

**Results.** – The subtraction technique was the best performing with a sensitivity of 47% and an accuracy of 55%. The combination of subtraction scintigraphy and SPECT has improved the sensitivity to 53% and accuracy to 57%. The combined lecture of ultrasound and scintigraphy has given the best performance with a sensitivity of 58%, a specificity of 83% and an accuracy of 66%.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [kallel\\_faouzi@yahoo.fr](mailto:kallel_faouzi@yahoo.fr) (F. Kallel).

**Conclusion.** – Parathyroid scintigraphy combining subtraction and SPECT showed better reliability. The coupling with ultrasound is essential to improve results. The poor performance of scintigraphy in secondary hyperparathyroidism implies that it should be required only to search for ectopic or supernumerary glands.

© 2013 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Keywords:** Scintigraphy; Sestamibi; Parathyroid; Subtraction; Single photon emission photons; Hyperplasia

## 1. Introduction

L'hyperparathyroïdie est une pathologie endocrine relativement fréquente, caractérisée par une hypersécrétion de la parathormone (PTH). Dans l'hyperparathyroïdie secondaire (HPTS), elle résulte d'une adaptation de l'organisme à certains troubles métaboliques engendrés le plus souvent par l'insuffisance rénale chronique. L'hyperparathyroïdie tertiaire (HPTT) correspond au développement d'un hyperfonctionnement autonome des parathyroïdes chez des patients présentant une hyperparathyroïdie secondaire préalable ou à la persistance de l'hyperparathyroïdie après greffe rénale.

La fréquence des glandes parathyroïdes surnuméraires et des localisations glandulaires ectopiques sont autant d'arguments incitant à une localisation préopératoire des tissus à réséquer.

Divers protocoles scintigraphiques pour la localisation avec repérage préopératoire des parathyroïdes hyperplasiques ont été utilisés. Jusqu'à présent, il n'existe pas de protocole standardisé type.

La place de l'imagerie préopératoire dans la prise en charge chirurgicale des hyperparathyroïdies des insuffisants rénaux et le choix du protocole scintigraphique approprié restent un sujet de débat.

Pour cela, nous avons réalisé une étude rétrospective dans le service de médecine nucléaire du CHU Habib Bourguiba de Sfax intéressant 20 cas d'hyperparathyroïdie secondaire. Le but de notre travail était d'évaluer le protocole de la scintigraphie au Sestamibi-<sup>99m</sup>Tc utilisé dans notre service, de comparer les performances de la scintigraphie avec les autres techniques d'imagerie, notamment l'échographie cervicale, mais également de préciser sa place dans la localisation préopératoire des glandes hyperplasiques.

## 2. Patients et méthodes

Nous avons réalisé une étude rétrospective chez 20 patients présentant une HPTS ou une HPTT ayant bénéficié d'une scintigraphie parathyroïdienne dans le service de médecine nucléaire du CHU Habib Bourguiba de Sfax, entre janvier 2009 et juin 2012 et pour lesquels on disposait d'un compte rendu opératoire et d'un compte rendu anatomopathologique.

### 2.1. Population

Tous les cas inclus dans l'étude avaient une hyperparathyroïdie secondaire (12 patients, soit 60 %) ou tertiaire (8 patients, soit 40 %) confirmée par un dosage immuno-radiométrique de la PTH intacte. Seulement 18 patients ont bénéficié d'une

échographie cervicale, 2 ont bénéficié d'une tomодensitométrie cervicothoracique.

### 2.2. Méthodologie

#### 2.2.1. Exploration scintigraphique

Tous les examens ont été réalisés sur une gamma caméra type Siemens E-CAM<sup>TM</sup> double tête. La fenêtre d'énergie était centrée sur le pic photoélectrique du <sup>99m</sup>Tc, soit 140 Kev avec une fenêtre de 20 %.

**2.2.1.1. Protocole d'acquisition.** Le protocole utilisé se déroulait sur deux jours et associait la technique double phase, de soustraction et une tomoscintigraphie cervicale.

Le premier jour, on réalisait les images au <sup>99m</sup>Tc-Sestamibi. L'activité injectée est de 10 MBq/kg de poids, soit en moyenne 740 MBq (20–25 mCi). Le patient était placé sur la table d'examen en décubitus dorsal, bras le long du corps, tête en extension. Une première série d'images dynamiques, centrée sur la région du cou, était réalisée 15 à 20 min après l'injection (temps précoce). Elle comportait 10 images de 1 min pendant 10 min. On utilisait un collimateur parallèle basse énergie haute résolution (BEHR), un zoom de 3,2, une matrice 256 × 256, tête en dehors. Cette série d'images était suivie d'une acquisition statique centrée sur la thyroïde avec un collimateur sténopé (pinhole de 5 mm de diamètre) pendant 10 min, zoom 1, matrice 256 × 256, tête en dedans.

Une deuxième série d'images était réalisée en mode tomographique, 30 à 45 min après l'injection (temps intermédiaire), centrée sur la région cervico-médiastinale avec un collimateur parallèle BEHR : 32 projections à raison de 30 s/projection (durée totale = 16 min), zoom 1,45, matrice 128 × 128, les 2 détecteurs en 90° se déplaçant en sens horaire, orbite non circulaire, mode pas à pas, tête en dehors.

Une troisième série d'images dynamiques, centrée sur la région cervicale, était réalisée 2 à 3 h après l'injection (temps tardif) avec les mêmes paramètres que la première série, suivie d'une image statique médiastinale de durée 5 min incluant l'angle des mandibules et le cœur, matrice 256 × 256, zoom 1.

Le deuxième jour, on effectuait, 15 min après l'injection de 185 MBq (5 mci) de pertechnétate <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>, une acquisition statique au collimateur pinhole centrée sur la thyroïde. La durée de l'acquisition était de 10 min : zoom 1, matrice 256 × 256, tête en dedans, tout en respectant les mêmes paramètres d'acquisition pinhole réalisée au Sestamibi-<sup>99m</sup>Tc (hauteur et position de la table de l'examen, distance détecteur table).

**2.2.1.2. Traitement et interprétation des images.** Les images obtenues de double phase, de soustraction et de la tomoscintigraphie cervicale ont été traitées et interprétées séparément, puis en combinaison sur une console Esoft<sup>®</sup> par un observateur expérimenté sans avoir connaissance des résultats de la chirurgie et de l'anatomopathologie.

Avec la méthode double phase au Sestamibi-<sup>99m</sup>Tc, les images dynamiques précoces et tardives réalisées ont été d'abord comparées (technique double phase). Toute hyperfixation du radiotracer visible uniquement au temps précoce (*wash-out* rapide) ou tardif ou bien visible aux deux temps mais plus intense tardivement était considérée comme pathologique.

Avec la méthode de soustraction (Sestamibi-<sup>99m</sup>Tc/<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>-), l'image de la thyroïde réalisée au pertechnéate avec le collimateur pinhole était soustraite de l'image correspondante réalisée au Sestamibi-<sup>99m</sup>Tc. Cette soustraction était réalisée à l'aide d'un logiciel dédié après recalage manuel des 2 images. Le degré de soustraction devrait être choisi de manière à ce que l'activité résiduelle du Sestamibi-<sup>99m</sup>Tc dans l'aire thyroïdienne soit similaire au bruit de fond cervical voisin. Tout foyer de fixation du radiotracer sur l'image soustraite était alors considéré pathologique. Toute anomalie de fixation présente sur l'image de la thyroïde était considérée d'origine thyroïdienne.

Avec la tomoscintigraphie cervicale, la reconstruction d'images était faite par méthode itérative Flash 3D (8 sous-ensembles, 16 itérations). Le coefficient d'atténuation de Chang était de 0,15. L'interprétation des images était faite sur les 3 séries de coupes transverses, sagittales et coronales. Toute fixation individualisée, séparée ou en continuité avec la thyroïde, était considérée pathologique d'origine parathyroïdienne.

Le diagnostic final était conclu après analyse combinée des trois procédures : tout foyer d'hyperfixation du Sestamibi-<sup>99m</sup>Tc sur les images planaire et/ou tomographiques était considéré d'origine parathyroïdienne.

**2.2.1.3. Analyse des résultats scintigraphiques.** Afin d'évaluer la valeur localisatrice de la scintigraphie, toute fixation jugée pathologique était située par rapport à la thyroïde en 4 cadrans : supérieur gauche, supérieur droit, inférieur gauche, inférieur droit ou ectopique.

La localisation postérieure ou antérieure était précisée par rapport au plan thyroïdien par la tomoscintigraphie. Ces sites seraient ensuite confrontés avec la localisation peropératoire.

### 2.2.2. L'échographie cervicale

Les examens échographiques étaient réalisés par plusieurs opérateurs dans des centres différents sans connaissance préalable des données scintigraphiques. La région cervicale était explorée à l'aide d'une sonde haute résolution (7–12 MHz) et en mode doppler. Toute formation suspecte d'être d'origine parathyroïdienne était localisée par rapport à la glande thyroïde, comme décrit pour la scintigraphie.

### 2.2.3. La chirurgie

Le délai moyen entre la scintigraphie et la chirurgie était de 4 ± 5 mois (extrêmes de 1 à 23 mois). Tous les patients ont eu

une exploration cervicale sous anesthésie générale. Ils ont eu une exploration des quatre glandes parathyroïdes avec une exérèse 7/8 et préservation d'une moitié d'une glande non adénomateuse.

### 2.2.4. L'étude anatomopathologique

Nous avons retrouvé 57 glandes pathologiques chez 20 patients. Pour chaque glande, nous avons précisé sa nature. Le poids de la glande pathologique a été calculé selon la formule suivante [1] :

$$\text{Poids de la glande (g)} = A \times B \times C \times 0,585 + 0,134$$

A, B et C sont les mensurations en centimètre de la glande dans les trois directions de l'espace.

### 2.2.5. L'étude statistique

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide d'un logiciel SPSS version 20.0. Pour la comparaison de variables qualitatives, nous avons utilisé le test de  $\chi^2$  avec comme seuil de significativité un  $p \leq 0,05$ .

Pour étudier la valeur localisatrice de l'imagerie (scintigraphie ou échographie), nous avons choisi comme *gold standard* les résultats de l'exploration chirurgicale peropératoire confirmés par l'examen anatomopathologique.

Ainsi, chaque nodule détecté à l'échographie et chaque foyer de fixation détecté à la scintigraphie a été classé selon l'exploration peropératoire et selon l'examen anatomopathologique en vrai positif (VP), faux positif (FP), vrai négatif (VN) ou faux négatif (FN) :

- vrai positif (VP) quand l'imagerie et le chirurgien objectivaient une glande au même cadran dont la nature pathologique était confirmée par l'examen anatomopathologique ;
- faux positif (FP) quand l'image décrite ne correspondait pas à une glande pathologique lors de l'exploration peropératoire ;
- vrai négatif (VN) quand pour chaque glande non visualisée par l'imagerie, il n'y avait pas de glande pathologique lors de l'exploration peropératoire ;
- faux négatif (FN) quand l'imagerie n'a pas objectivé une parathyroïde pathologique retrouvée par le chirurgien et confirmée par l'examen anatomopathologique (Tableau 1).

Les performances de l'échographie, de la scintigraphie ou de leur association (sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive, valeur prédictive négative et exactitude) ont été calculées en définissant les VP, les VN, les FP et les FN par

Tableau 1  
Poids des glandes selon leur type histologique.  
*Gland weight according to their histological type.*

Poids (g)	Adénome	Hyperplasie	Total
Effectif	2	55	57
Moyenne ± écart-type	11,455 ± 15,015	1,487 ± 2,495	1,837 ± 3,668
Médiane	11,454	0,719	0,719
Valeurs extrêmes	0,836–22,071	0,148–15,929	0,148–22,071

rapport au nombre total de cadrans pour tous les patients ( $20 \times 4$  cadrans = 80), mais aussi des glandes pathologiques (57 glandes).

La comparaison des moyennes a été faite en utilisant le test statistique non paramétrique de Kruskal Wallis.

### 3. Résultats

#### 3.1. Population étudiée

Le nombre de patients ayant une HPTS était de 12 et ceux ayant une HPTT était de 8. Dans cette population, il y avait une prédominance féminine (80 %) avec un sex-ratio de 4 (16F/4H). L'âge moyen de nos patients était de 42 ans avec des valeurs limites de 24 et 69 ans. Tous les patients avaient une insuffisance rénale chronique (IRC) dont 18 (90 %) étaient hémodialysés. Trois patients en HPTT ont eu une greffe rénale. Nous avons remarqué que le taux de PTH était très élevé dans tous les cas ( $> 600$  pg/mL).

#### 3.2. Données chirurgicales et anatomopathologiques

Chez nos patients, 17 (85 %) ont eu une parathyroïdectomie subtotale (10 cas 7/8, 7 cas 6/8) ; deux cas ont eu une parathyroïdectomie totale sans greffe (10 %) et un patient ayant une HPTS récidivante a eu une exérèse de la glande hyperplasique restante.

L'examen anatomopathologique était positif pour 13 cas, négatif pour un cas et en faveur d'une exérèse incomplète pour 6 cas. Chez les 12 patients opérés pour HPTS, 38 glandes hyperplasiques ont été enlevées (3,1 glandes/patient en moyenne). Chez les 8 patients opérés pour HPTT, 19 glandes ont été enlevées (2,4 glandes/patient en moyenne).

Les 57 glandes décelées ont été classées selon leur position anatomique au niveau du cadran supérieur droit pour 13 glandes, du cadran supérieur gauche pour 14 glandes, du cadran inférieur droit pour 15 glandes et du cadran inférieur gauche pour 13 glandes. Il y avait deux glandes hyperplasiques ectopiques : une intra-thyroïdienne et une sous-digastrique.

Le **Tableau 1** résume le poids des glandes enlevées chez les patients ayant une HPTS ou une HPTT selon le type histologique.

Le taux de succès de la chirurgie était estimé à 65 %. Les causes d'échec étaient liées à la méconnaissance des lésions dans un cas et à une exérèse incomplète des lésions dans 6 cas.

#### 3.3. Échographie cervicale

L'échographie parathyroïdienne s'est révélée normale dans 5 cas (28 %). Elle a objectivé un seul nodule parathyroïdien dans 9 cas, deux nodules dans 4 cas. Le nombre total des nodules était de 17 : 3 nodules au niveau du cadran supérieur droit, 2 nodules au niveau du cadran supérieur gauche, 7 nodules au niveau du cadran inférieur droit et 5 nodules au niveau du cadran inférieur gauche. Les performances de l'échographie ainsi calculées étaient les suivantes : sensibilité (Se) = 24 %, spécificité (Sp) = 79 %, valeur prédictive positive

(VPP) = 71 %, valeur prédictive négative (VPN) = 33 %, exactitude (Ex) = 42 %.

Le poids moyen des lésions détectées par l'échographie était de  $4541 \pm 7108$  mg avec une médiane de 1099 mg (213–22 071 mg). Le poids moyen des lésions non détectées était de  $1074 \pm 1177$  mg avec une médiane de 719 mg (148–4814 mg). Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes ( $p = 0,106$ ).

#### 3.4. Scintigraphie

##### 3.4.1. Technique double phase

La scintigraphie double phase a été réalisée chez 12 patients (60 %). Elle s'est révélée positive dans 8 cas objectivant 13 foyers, négative dans 4 cas (33 %). Les foyers de fixation étaient localisés comme suit : 1 foyer dans le cadran supérieur gauche, 4 foyers dans le cadran inférieur droit et 5 foyers dans le cadran inférieur gauche. Une ectopie médiastinale haute a été trouvée dans 2 cas et une ectopie cervicale haute (sous-maxillaire) dans un cas. Les performances de la méthode double phase ainsi calculées étaient les suivantes : Se = 27 %, Sp = 78 %, VPP = 69 %, VPN = 37 % et Ex = 45 %.

##### 3.4.2. Technique de soustraction MIBI/Tc

La scintigraphie de soustraction s'est révélée positive dans 17 cas (34 foyers de fixation), négative dans 3 cas (15 %). Les foyers de fixation étaient localisés au niveau du cadran supérieur droit pour 5 foyers, du cadran supérieur gauche pour 7 foyers, du cadran inférieur droit pour 9 foyers et du cadran inférieur gauche pour 12 foyers. Une ectopie médiastinale haute a été trouvée dans 1 cas. Les performances de la méthode de soustraction étaient les suivantes : Se = 47 %, Sp = 72 %, VPP = 79 %, VPN = 35 % et Ex = 55 %.

##### 3.4.3. Tomoscintigraphie cervicothoracique

La tomoscintigraphie parathyroïdienne s'est révélée positive dans 18 cas (35 foyers), négative dans 2 cas (10 %). Les foyers de fixation étaient localisés au niveau du cadran supérieur droit pour 5 foyers (4 postérieurs et 1 antérieur), du cadran supérieur gauche pour 6 foyers (4 postérieurs et 2 antérieurs), du cadran inférieur droit pour 9 foyers (6 postérieurs et 3 antérieurs) et du cadran inférieur gauche pour 12 foyers (4 postérieurs et 8 antérieurs). Une ectopie médiastinale haute a été trouvée dans 2 cas et une ectopie cervicale haute dans un cas (sous-maxillaire). Les performances de la tomoscintigraphie étaient les suivantes : Se = 46 %, Sp = 67 %, VPP = 74 %, VPN = 37 % et Ex = 52 %.

##### 3.4.4. Combinaison soustraction et tomoscintigraphie

La combinaison des deux techniques de soustraction et la tomoscintigraphie s'est révélée négative dans 2 cas (10 %), en faveur d'un adénome dans 6 cas et en faveur d'une pathologie multi-glandulaire (PMG) dans 12 cas. Les foyers de fixation (38 foyers) étaient localisés au niveau du cadran supérieur droit pour 4 foyers (3 postérieurs et 1 antérieurs), du cadran supérieur gauche pour 8 foyers (6 postérieurs et 2 antérieurs), du cadran

inférieur droit pour 8 foyers (5 postérieurs et 3 antérieurs) et du cadran inférieur gauche pour 13 foyers (5 postérieurs et 8 antérieurs). Une ectopie médiastinale haute est observée dans 2 cas et une ectopie cervicale haute dans 1 cas. Les performances de cette combinaison étaient les suivantes : Se = 53 %, Sp = 67 %, VPP = 77 %, VPV = 40 %, Ex = 57 %.

#### 3.4.5. Combinaison double phase, soustraction et tomoscintigraphie

La combinaison des trois techniques double phase, soustraction et tomoscintigraphie s'est révélée normale dans un cas (5 %). Elle était en faveur d'un adénome dans 7 cas et en faveur d'une pathologie multi-glandulaire (PMG) dans 4 cas. Les foyers de fixation (26 foyers) étaient localisés au niveau du cadran supérieur droit pour 3 foyers (2 postérieurs et 1 antérieur), du cadran supérieur gauche pour 3 foyers postérieurs, du cadran inférieur droit pour 5 foyers (2 postérieurs et 3 antérieurs) et du cadran inférieur gauche pour 6 foyers (3 postérieurs et 3 antérieurs). Une ectopie médiastinale haute a été observée dans 2 cas. Les performances de cette combinaison étaient les suivantes : Se = 39 %, Sp = 72 %, VPP = 72 %, VPV = 9 % et Ex = 51 %.

#### 3.4.6. Comparaison échographie et scintigraphie (soustraction + tomoscintigraphie)

Nous avons comparé les résultats de l'échographie et de la scintigraphie (soustraction + tomoscintigraphie) chez 18 patients ayant bénéficié des deux examens. La comparaison cadran par cadran a montré une concordance dans 68 % des cas. L'échographie n'a pas localisé les foyers ectopiques trouvés à la scintigraphie.

#### 3.4.7. Combinaison échographie et scintigraphie (soustraction + tomoscintigraphie)

Nous avons évalué les performances de l'association des deux examens dans la localisation des lésions parathyroïdiennes. Les performances de cette association étaient les suivantes : Se = 58 %, Sp = 83 %, VPP = 88 %, VPV = 49 %, Ex = 66 %.

Le **Tableau 2** récapitule les performances des différents examens et techniques scintigraphiques ainsi que des combinaisons réalisées dans notre travail.

Tableau 2  
Tableau récapitulatif des performances des différentes combinaisons.  
Summary table of performance of different combinations.

	Sensibilité (%)	Spécificité (%)	VPP (%)	VPV (%)	Exactitude (%)
Échographie	24	79	71	33	42
Double phase	27	78	69	37	45
Soustraction	47	72	79	35	55
Tomoscintigraphie	46	67	74	37	52
Soustraction + tomoscintigraphie	53	67	77	40	57
Double phase + soustraction + tomoscintigraphie	39	72	72	39	51
Échographie + scintigraphie	58	83	88	49	66

VPP : valeur prédictive positive ; VPV : valeur prédictive négative.

### 3.5. TDM cervicothoracique

Une TDM cervicothoracique a été demandée pour 2 patients à la recherche d'une ectopie médiastinale haute et cervicale haute objectivées par la tomoscintigraphie. Le scanner a permis de localiser les 2 glandes ectopiques qui étaient en position rétrosternale et sous-digastrique. La fusion TEMP/TDM faite dans le premier cas était concordante.

## 4. Discussion

L'HPTS est la conséquence d'un état d'hypocalcémie chronique, causée essentiellement par une insuffisance rénale chronique, une malabsorption gastro-intestinale, une prise médicamenteuse ou un régime hypocalcémique. C'est une complication fréquente et sérieuse chez les patients hémodialysés. Après une période prolongée d'HPTS, les glandes parathyroïdes peuvent subir une transformation adénomateuse et devenir autonomes et cela même si la cause de l'hypocalcémie a été supprimée (greffe rénale fonctionnelle) : c'est l'hyperparathyroïdie tertiaire qui se caractérise par une hypercalcémie constante [2].

L'évolution technologique de ces dernières années a permis d'immenses progrès dans l'imagerie des parathyroïdes. L'échographie est la modalité utilisée en première intention vu qu'elle est non irradiante et disponible. Cependant, c'est un examen qui est très opérateur dépendant. Les parathyroïdes normales ne sont pas visibles en échographie. Cela est lié à leur taille réduite et à leur échostructure proche de celle de la thyroïde avec laquelle elles se confondent [3].

Dans la série de Lai comprenant 73 cas d'HPTS, la sensibilité de l'échographie était de 36 % [4]. Dans notre série, la sensibilité était faible (24 %). Cela pourrait être expliqué par le manque d'expérience des opérateurs. Néanmoins, la spécificité était bonne, comparable aux données de la littérature.

Les examens scintigraphiques ont connu de nombreuses évolutions. Jusqu'au début des années 1990, on utilisait le thallium ( $^{201}\text{Tl}$ ), mais il a été remplacé depuis par le méthoxyisobutyl-isonitril marqué au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (Sestamibi), avec lequel les images obtenues sont de bien meilleure qualité tout en exposant les malades à une faible irradiation. La fixation intense par la thyroïde du  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi constituait un

obstacle majeur pour la visualisation des glandes parathyroïdiennes. De nombreuses techniques ont alors été développées pour distinguer la captation parathyroïdienne et thyroïdienne. Toutes dérivent des deux techniques de base : la méthode soustractive et la méthode double phase [5].

Différentes variantes techniques ont été décrites selon le traceur utilisé ( $^{123}\text{I}$  ou  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ ), le type de collimateur (parallèle ou pinhole), le type d'acquisition (statique, dynamique ou tomographique).

Dans notre protocole, la scintigraphie de soustraction  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi/ $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  était réalisée sur deux jours à cause du temps d'occupation relativement long de la machine que nécessite ce protocole, pour éviter la fatigue pour les patients, mais surtout pour avoir une image de thyroïde de meilleure qualité en injectant plus d'activité lorsqu'on le fait sur deux jours. Nous avons respecté les mêmes paramètres d'acquisitions entre l'image pinhole réalisée au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi et celle réalisée au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  pour minimiser au maximum le risque d'erreur lors du recalage des deux images. Les acquisitions ont été réalisées en mode statique avec un collimateur pinhole. En effet, celui-ci augmente le nombre de coups détectés et améliore la résolution spatiale. Il permet ainsi de différencier deux lésions parathyroïdiennes adjacentes et de détecter les lésions de petite taille [6].

La technique de double phase est basée sur la différence de la cinétique de clairance du  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi par le tissu thyroïdien et parathyroïdien. Toutefois, certaines lésions parathyroïdiennes ne retiennent pas le Sestamibi (*wash-out* rapide) à l'origine de faux négatifs, alors que certaines lésions thyroïdiennes et ganglionnaires accumulent et conservent le Sestamibi, à l'origine de faux positifs.

Dans la littérature, les études basées sur la méthode double phase montrent en cas d'HPTS, une sensibilité de 54 % à 91 % et une spécificité de 88 % à 97 % [7–9] (Tableau 3). Dans notre série, les performances de cette méthode sont médiocres ( $\text{Se} = 27\%$ ). Cela pourrait être expliqué par le faible nombre de la population (12 patients). De plus, en cas de PMG ou d'hyperplasie, la sensibilité semble diminuer [6]. Plusieurs auteurs recommandent l'utilisation d'un collimateur pinhole au lieu du collimateur parallèle [10] vu l'amélioration significative de la sensibilité de 56 % à 89 %, indépendamment du poids et du nombre des lésions [11]. La sensibilité est bonne même pour les hyperplasies [8].

La tomoscintigraphie est un complément utile à l'imagerie planaire. Elle donne une localisation plus précise de la lésion en termes de profondeur et de rapport avec les structures voisines.

Ainsi, elle peut différencier une lésion thyroïdienne d'une lésion parathyroïdienne postérieure, localiser une lésion profondément située ou une ectopie médiastinale [6]. Elle permet aussi de déterminer l'origine embryologique des lésions inférieures. En effet, les glandes de localisation postérieure et profonde sont plutôt des P4 alors que les glandes antérieures et superficielles sont des P3 [12]. La sensibilité de la tomoscintigraphie est de 79 % selon Chen et al. [13]. La tomoscintigraphie était moins performante selon nos résultats. Spanu et al. ont montré une meilleure sensibilité par l'utilisation d'un collimateur pinhole pour tout type d'HPT [14]. Neumann et al. ont rapporté une bonne performance de la tomoscintigraphie de soustraction double isotope en cas d'HPTP et d'HPTS [15]. Il a montré que cette technique est plus performante que la tomoscintigraphie double phase [16].

L'imagerie hybride (TEMP/TDM), basée sur la fusion des images morphologiques et fonctionnelles, améliore la spécificité de l'examen et peut être utile dans la détection des glandes hyperplasiques. [17]. Oksüz et al. ont trouvé une sensibilité de 95 % [18].

Certaines équipes en médecine nucléaire ont eu recours à des protocoles combinant deux ou trois techniques afin de comparer leurs performances et d'améliorer la performance globale de la scintigraphie.

Taieb et al. [19] ont montré que la combinaison de la méthode de soustraction et de la tomoscintigraphie améliore la détection des petites lésions et permet d'identifier l'origine embryologique des glandes inférieures selon leur localisation antérieure ou postérieure.

Dans notre étude, la combinaison de la technique de soustraction et de la TEMP était la plus performante suggérant que la technique double phase n'aurait plus de place dans l'HPTS. En effet, la technique de soustraction en pinhole permet de dénombrer les glandes hyperplasiques de petite taille et de détecter les glandes surnuméraires alors que la tomoscintigraphie est indispensable pour la recherche de glandes ectopiques [20].

Nous rapportons le cas d'une patiente âgée de 41 ans, IRC au stade d'hémodialyse, qui présente des douleurs osseuses diffuses depuis deux ans. L'examen clinique a montré une masse sous-maxillaire droite. Le diagnostic d'HPTS est suspecté et confirmé par le dosage de la PTH à 3107 pg/mL. L'échographie cervicale a objectivé une formation sous-angulo-maxillaire de 32 mm de diamètre, ovalaire, bien limitée, d'échostructure hétérogène et vascularisée au doppler couleur (Fig. 1). La TDM a montré un aspect en faveur d'une

Tableau 3  
Performances du protocole double phase dans la littérature.  
*Performance of the dual phase protocol in the literature.*

Référence	Nombre de cas	Technique	Se (%)	VPP (%)	Sp (%)
Sukan et al. [7]	19 HPTS	Pinhole	60	94	97
Gordon et al. [8]	21 HPTS		91		88
Torregrosa et al. [9]	22 HPTS		54	62	89
Notre série	12 HPTS		27	69	78

HPTS : hyperparathyroïdie secondaire ; Se : sensibilité ; Sp : spécificité ; VPP : valeur prédictive positive.



Fig. 1. Formation sous-angulo-maxillaire de 32 mm de diamètre, ovoidale, bien limitée, d'échostructure hétérogène.  
Submandibular mass of 32 mm diameter, ovoid, well-circumscribed, with heterogeneous echo structure.

adénopathie nécrosée (avec et sans injection de produit de contraste) (Fig. 2). La scintigraphie de soustraction au Sestamibi n'a pas montré d'anomalie de fixation (Fig. 3). La tomoscintigraphie cervicale a montré une hyperfixation intense jugulo-carotidienne droite au-dessous de la glande parotide fixant le Sestamibi (Fig. 4). Une cervicotomie exploratrice a été réalisée avec résection de la masse sous-maxillaire droite et de deux glandes parathyroïdes inférieures gauche et supérieure droite. L'examen anatomopathologique a montré un adénome parathyroïdien de siège sous-digastrique et des glandes parathyroïdes inférieure gauche et supérieure droite normales.

Plusieurs études ont comparé les performances de la scintigraphie et de l'échographie cervicale dans l'HPTS et ont montré une moindre performance de l'échographie en termes de sensibilité et d'exactitude [21,22]. Nos résultats étaient concordants avec ces études. Torregrosa et al. [23] ont rapporté une meilleure performance de la scintigraphie double phase comparativement à l'échographie en cas d'HPTS et qui était non significative. Périé et al. ont objectivé une meilleure sensibilité de l'échographie par rapport à un protocole combiné de scintigraphie double phase-double isotope en cas d' HPTS [24].

En complétant l'exploration par une scintigraphie, on peut conforter le diagnostic échographique lorsqu'une lésion a été trouvée, ajouter des arguments en faveur de l'unicité de la

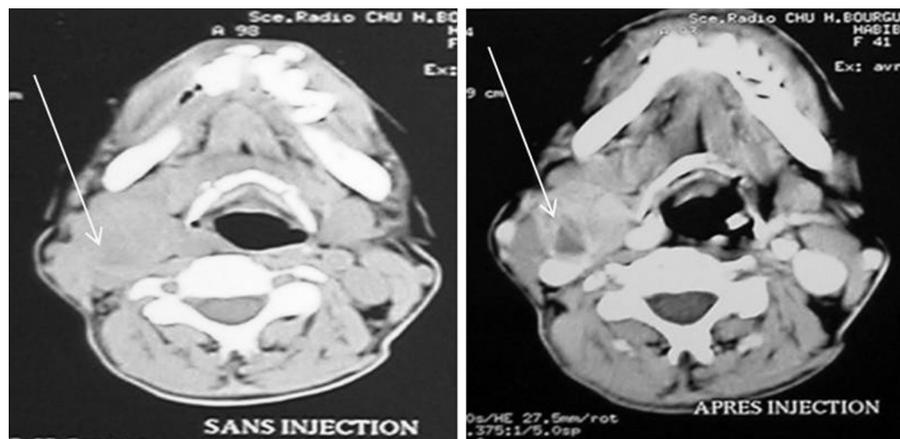


Fig. 2. Formation sous-angulo-maxillaire sur les coupes TDM évoquant une adénopathie.  
Submandibular mass on CT slices suggesting lymphadenopathy.

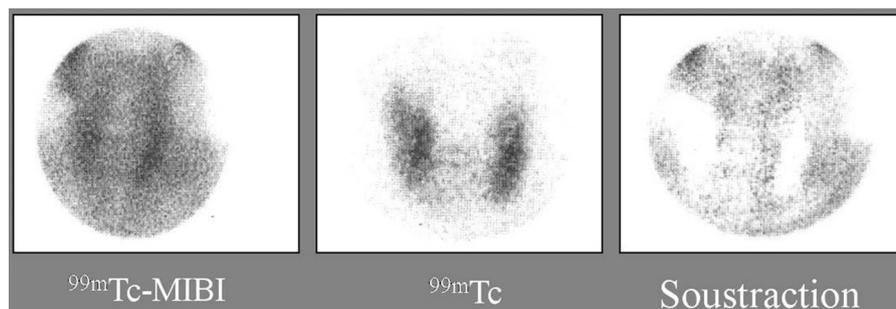


Fig. 3. Absence d'anomalies de fixations d'origine parathyroïdienne sur la scintigraphie de soustraction.  
Absence of any abnormal parathyroid uptake on subtraction scintigraphy.

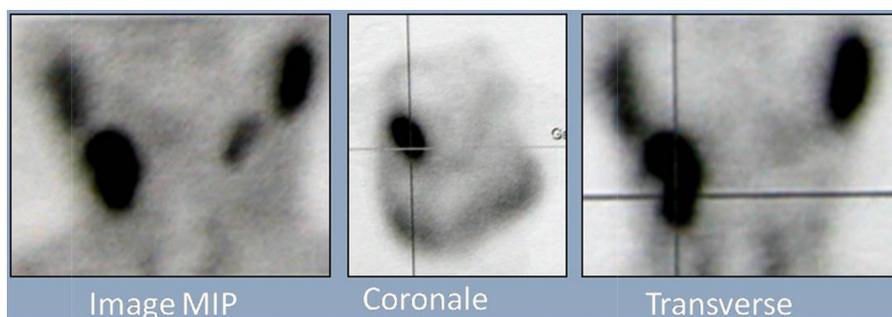


Fig. 4. Hyperfixation intense jugulo-carotidienne droite au-dessous de la glande parotid sur les coupes tomoscintigraphiques.  
Intense right jugular uptake below the parotid gland on SPECT slices.

lésion et détecter les ectopies qui n'ont pas été dépistées. Les performances de l'échographie et de la scintigraphie associées sont accrues par rapport à la lecture de chaque modalité seule [25,26]. Le couplage de l'échographie et de la scintigraphie est de grande utilité en cas d'HPTS permettant une meilleure sensibilité qui varie entre 62 et 88 % (Tableau 4). La sensibilité était de 58 % dans notre série.

L'imagerie préopératoire dans l'HPTS n'était pas largement acceptée vu sa faible sensibilité dans la détection de l'hyperplasie multi-glandulaire, d'autant que le chirurgien est obligé d'explorer les 4 glandes [27]. En revanche, la scintigraphie permet d'éviter les causes d'échec chirurgical que sont l'ectopie et les glandes surnuméraires [28]. De plus, elle aide le chirurgien dans le choix du moignon qui doit avoir la fixation la plus faible afin de réduire le risque de récurrence [29].

La scintigraphie est indispensable avant une réintervention chirurgicale [4]. Dans une série de 21 patients en IRC avec récurrence d'HPT, certains ont été renvoyés dans l'hypothèse d'hyperplasie sur moignon restant (ou hyperplasie sur greffe) et la scintigraphie a mis en évidence une glande surnuméraire ou une ectopie méconnue [30]. Quel que soit le protocole scintigraphique utilisé, il est nécessaire de fournir au chirurgien une localisation anatomique précise par la tomoscintigraphie, surtout utile en cas d'ectopie médiastinale. Les résultats scintigraphiques doivent être confirmés par une deuxième technique : l'échographie en cas de fixation cervicale, le scanner ou l'IRM en cas de fixation médiastinale. L'imagerie hybride TEMP/TDM est de grand intérêt dans ce cadre [5]. Si les examens sont non concluants, la TEP à la  $^{11}\text{C}$ -méthionine peut être utile [31].

Tableau 4

Performances de l'association échographie-scintigraphie dans la littérature.  
Performance of the association of ultrasound and scintigraphy in the literature.

Référence	Nombre de cas	Se (%)	Sp (%)	Ex (%)
Sukan et al. [7]	19 HPTS	71		
Guillem et al. [21]	200 HPTS	65		
Vulpio et al. [25]	21 HPTS	73		
Périé et al. [24]	20 HPTS	88		
Moloudi et al. [26]	20 HPTS	62	100	83
Notre série	18 HPTS	58	83	66

HPTS : hyperparathyroïdie secondaire ; Se : sensibilité ; Sp : spécificité ; VPP : valeur prédictive positive ; EX : exactitude.

## 5. Conclusion

Les performances modestes de la scintigraphie au cours de l'hyperparathyroïdie secondaire fait qu'elle devrait être demandée à la recherche d'une ectopie ou de glandes surnuméraires, surtout avant une reprise chirurgicale. L'interprétation combinée de la scintigraphie avec l'échographie cervicale est beaucoup plus performante que l'interprétation de chaque modalité seule. La méthode de soustraction semble plus performante que la méthode double phase surtout en cas de PMG. L' $^{123}\text{I}$  est préférable au  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  puisqu'il permet une acquisition simultanée de l'image thyroïdienne et de l'image au Sestamibi évitant ainsi le bouger du patient et le recalage des images.

Malgré sa grande valeur localisatrice, surtout en cas d'ectopie, la tomoscintigraphie ne peut pas remplacer les incidences planaires et, en particulier, les acquisitions au collimateur pinhole qui sont indispensables pour une meilleure résolution et exactitude diagnostique.

Nous recommandons de réaliser un protocole qui associe une scintigraphie de soustraction en pinhole, une tomoscintigraphie et une échographie cervicale.

## Références

- [1] Custódio MR, Montenegro F, Costa AFP. MIBI scintigraphy, indicators of cell proliferation and histology of parathyroid glands in uraemic patients. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20:1898–903.
- [2] Pitt S, Sippel R, Chen H. Secondary and tertiary hyperparathyroidism, state of the art surgical management. *Surg Clin North Am* 2009;89:1227–39.
- [3] Ghervan C. Thyroid and parathyroid ultrasound. *Med Ultrason* 2011;13:80–4.
- [4] Lai ECH, Ching ASC, Leong HT. Secondary and tertiary hyperparathyroidism: role of preoperative localization. *ANZ J Surg* 2007;77:880–2.
- [5] Hindié E, Ugur O, Fuster D. 2009 EANM parathyroid guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:1201–16.
- [6] Palestro CJ, Tomas MB, Tronco GG. Radionuclide imaging of the parathyroid glands. *Semin Nucl Med* 2005;35:266–76.
- [7] Sukan A, Reyhan M, Aydin M. Preoperative evaluation of hyperparathyroidism: the role of dual-phase parathyroid scintigraphy and ultrasound imaging. *Ann Nucl Med* 2008;22:123–31.
- [8] Gordon L, Burkhalter W, Mah E. Dual-phase  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi imaging: its utility in parathyroid hyperplasia and use of immediate/delayed image ratios to improve diagnosis of hyperparathyroidism. *J Nucl Med Technol* 2002;30:179–84.
- [9] Torregrosa JV, Palomar MR, Pons F. Has double-phase MIBI scintigraphy usefulness in the diagnosis of hyperparathyroidism? *Nephrol Dial Transplant* 1998;13(Suppl. 3):37–40.

- [10] Ali L, Loutfi I, Biswas G. Improved delineation of parathyroid lesions in patients with chronic renal failure using magnified pinhole imaging. *J Nucl Med Technol* 2011;39:35–9.
- [11] Tomas MB, Pugliese PV, Tronco GG. Pinhole versus parallel-hole collimators for parathyroid imaging: an intraindividual comparison. *J Nucl Med Technol* 2008;36:189–94.
- [12] Kim SC, Kim S, Inabnet WB. Appearance of descended superior parathyroid adenoma on SPECT parathyroid imaging. *Clin Nucl Med* 2007;32:90–3.
- [13] Chen CC, Holder LE, Scovill WA. Comparison of parathyroid imaging with technetium-99m-pertechnetate/sestamibi subtraction, double-phase technetium-99m-sestamibi and technetium-99m-sestamibi SPECT. *J Nucl Med* 1997;38:834–9.
- [14] Spanu A, Falchi A, Manca A. 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.
- [15] Neumann DR, Esselstyn CB, Madera A. Parathyroid detection in secondary hyperparathyroidism with 123I/99mTc-sestamibi subtraction single photon emission computed tomography. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:3867–71.
- [16] Neumann DR, Esselstyn CB, Go RT. Comparison of double-phase 99mTc-sestamibi with 123I-99mTc-sestamibi subtraction SPECT in hyperparathyroidism. *AJR Am J Roentgenol* 1997;169:1671–4.
- [17] Gayed IW, Kim EE, Broussard WF. The value of 99mTc-sestamibi SPECT/CT over conventional SPECT in the evaluation of parathyroid adenomas or hyperplasia. *J Nucl Med* 2005;46:248–52.
- [18] Oksüz MO, Dittmann H, Wicke C. Accuracy of parathyroid imaging: a comparison of planar scintigraphy, SPECT, SPECT-CT, and C-11 methionine PET for the detection of parathyroid adenomas and glandular hyperplasia. *Diagn Interv Radiol* 2011;17:297–307.
- [19] Taïeb D, Hassad R, Sebag F. Tomoscintigraphy improves the determination of the embryologic origin of parathyroid adenomas, especially in apparently inferior glands: imaging features and surgical implications. *J Nucl Med Technol* 2007;35:135–9.
- [20] Gomes EMS, Nunes RC, Lacativa PG. Ectopic and extranumerary parathyroid glands location in patients with hyperparathyroidism secondary to end stage renal disease. *Acta Cir Bras* 2007;22:105–9.
- [21] Guillem P, Vlaeminck-Guillem V, Dracon M. Are preoperative examinations useful in the management of patients with renal hyperparathyroidism? *Ann Chir* 2006;131:27–33.
- [22] Pitt SC, Panneerselvan R, Chen H. Secondary and tertiary hyperparathyroidism: the utility of ioPTH monitoring. *World J Surg* 2010;34:1343–9.
- [23] Torregrosa JV, Félez I, Fuster D. Usefulness of imaging techniques in secondary hyperparathyroidism. *Nefrologia* 2010;30:158–67.
- [24] Périé S, Fessi H, Tassart M. Usefulness of combination of high-resolution ultrasonography and dual-phase dual-isotope iodine 123/technetium Tc 99m sestamibi scintigraphy for the preoperative localization of hyperplastic parathyroid glands in renal hyperparathyroidism. *Am J Kidney Dis* 2005;45:344–52.
- [25] Vulpio C, Bossola M, De Gaetano A. Usefulness of the combination of ultrasonography and 99mTc-sestamibi scintigraphy in the preoperative evaluation of uremic secondary hyperparathyroidism. *Head Neck* 2010;32:1226–35.
- [26] Moloudi F, Ghasemi-rad M. Preoperative localization of parathyroid lesion: diagnostic usefulness of color doppler ultrasonography. *Int J Clin Exp Med* 2012;5:80–6.
- [27] Fuster D, Torregrosa JV, Setoain X. Localising imaging in secondary hyperparathyroidism. *Minerva Endocrinol* 2008;33:203–12.
- [28] Fuster D, Ybarra J, Ortin J. Role of pre-operative imaging using 99mTc-MIBI and neck ultrasound in patients with secondary hyperparathyroidism who are candidates for subtotal parathyroidectomy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006;33:467–73.
- [29] Gasparri G, Camandona M, Bertoldo U. The usefulness of preoperative dual-phase 99mTc MIBI-scintigraphy and IO-PTH assay in the treatment of secondary and tertiary hyperparathyroidism. *Ann Surg* 2009;250:868–71.
- [30] Hindié E, Zanotti-Fregonara P, Just PA. Parathyroid scintigraphy findings in chronic kidney disease patients with recurrent hyperparathyroidism. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37:623–34.
- [31] Kettle AG, O'Doherty MJ. Parathyroid imaging: how good is it and how should it be done? *Semin Nucl Med* 2006;36:206–11.