

ÉVALUATION DOSIMÉTRIQUE EN EXPLORATION TDM THORACIQUE MULTIBARRETTE FAIBLE DOSE DANS LA DÉTECTION DES NODULES PULMONAIRES

Y Hetmaniak (1), JJ Bard (2), E Albuissou (3), C Courthaliac (1), C Reynier (1), A Lhoste-Trouilloud (1), E Crost (1), V Petitcolin (1), D Caillaud (4) et JL Michel (1)

ABSTRACT

Pulmonary nodules: dosimetric and clinical studies at low dose multidetector CT

Purpose. To measure breast radiation dose from multidetector CT using three different low dose protocols and compare it to a standard two view chest examination. To compare the number of pulmonary nodules detected at low and standard dose.

Materials and methods. Thermoluminescent dosimetry was used to measure the absorbed dose on a phantom (Rando) and 10 patients. Then, we compared the standard dose to the low dose examinations. The Wilcoxon rank test and the kappa test were used to assess differences in the detection of nodules.

Results. The absorbed dose of these low dose protocols correspond to the radiation dose for the acquisition of two to ten chest radiographs (two views). This study suggests that only the 30 mA protocol is sufficient for the detection of all pulmonary nodules; nodules smaller than 5 mm were overlooked at 10 mA.

Conclusion. A good image quality can be obtained with low dose protocols at multidetector CT (correspond to 2 to 10 chest radiographs).

Key words: Chest. Multidetector CT. Low dose. Dosimetry. Screening. Lung, nodule.

J Radiol 2003;84:399-404

RÉSUMÉ

Objectif. Mesurer l'irradiation thoracique délivrée par un scanner multibarrette avec trois protocoles faibles doses différents, la comparer à celle d'une radiographie standard face et profil et apprécier la valeur diagnostique de ces protocoles.

Matériel et méthodes. Des dosimètres thermoluminescents ont été utilisés pour mesurer la dose absorbée à la peau sur un fantôme et 10 patients. Ensuite, nous avons comparé le nombre de nodules sur les examens à faible dose et à dose standard grâce à 2 tests statistiques.

Résultat. L'irradiation thoracique de ces 3 protocoles faibles doses « équivaut » à 2 à 10 radiographies standard face et profil. Seul le protocole à 30 mA autorise une détection comparable à celle du scanner standard; les protocoles à 10 mA méconnaissant certains nodules de taille inférieure à 5 mm.

Conclusion. La maîtrise des paramètres d'acquisition permet d'approcher des niveaux d'irradiation proches de ceux d'une radiographie du thorax face et profil, avec une qualité d'image satisfaisante.

Mots-clés : Thorax. TDM multibarrette. Faible dose. Dosimétrie. Dépistage. Poumon, nodule.

INTRODUCTION

L'optimisation des paramètres d'acquisition doit être un souci constant pour une bonne utilisation de la tomographie à densité (TDM) multibarrette, notamment en matière d'irradiation. En exploration thoracique, plusieurs travaux ont étudié l'irradiation en TDM monobarrette (1-3). Par contre, l'appréciation dosimétrique des

explorations thoraciques en TDM multidétecteurs, plus particulièrement à faible dose, reste encore peu étudiée. Le but de ce travail est d'apprécier la dose d'irradiation délivrée à la peau lors d'explorations TDM thoraciques réalisées selon différents protocoles réalisés à faible dose, en utilisant un scanner multidétecteurs et déterminer si ces protocoles faibles doses peuvent être validés dans le cadre de la détection de nodules pulmonaires.

TDM de leur néoplasie pulmonaire (primitive ou secondaire). Les patients ont été répartis de façon aléatoire : groupe 1 : 17 patients ; groupe 2 : 20 patients ; groupe 3 : 21 patients.

Technique

Cette étude, qui a reçu l'approbation du comité d'éthique, a été effectuée à l'aide d'un scanner General Electric, version 1.1 du Light Speed (QX/i, Milwaukee, WI). La détection des nodules a été évaluée chez trois groupes de patients selon trois protocoles TDM faible dose comparés par la suite au protocole TDM standard (technique de référence). Les paramètres de l'acquisition standard (tableau I) étaient : coupe de 7,5 mm, 120 kV, 250 mA, vitesse de table 22,5 mm/sec, mode HS. Les paramètres de l'exploration hélicoïdale faible

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Patients

Cinquante huit personnes âgées de 61 à 78 ans ont été incluses dans cette étude prospective lors de la surveillance

(1) Service de Radiologie A, CHU Gabriel Monpied, Clermont-Ferrand. (2) Centre Jean Perrin-radiothérapie, rue Montalembert, Clermont-Ferrand. (3) Faculté de Médecine de Clermont-Ferrand, service de biostatistique et informatique médicale, place H. Dunant, Clermont-Ferrand. (4) Service de Pneumologie, CHU Gabriel Monpied, Clermont-Ferrand.

Correspondance : JL Michel, Service de Radiologie et imagerie médicale A, CHU Monpied, BP 69, 63003 Clermont-Ferrand cedex.

Tableau I :
Acquisition standard.
Table I:
Standard protocol.

	Intensité mA	Tension kV	Table mm/sec	Épais. Mm	Mode
Standard	250	120	22,5	7,5	HS

Tableau II :
Protocoles faibles doses.
Table II:
Low dose protocols.

	Intensité mA	Tension kV	Table mm/sec	Épais. Mm	Mode
Prot.1	10	120	30	7,5	HS
Prot.2	10	140	30	7,5	HS
Prot.3	30	120	22,5	7,5	HS

dose (tableau II) étaient pour le protocole 1 : coupe de 7,5 mm, 120 kV, 10 mA, vitesse de table 30 mm/rotation, mode HS ; pour protocole 2 : coupe de 7,5 mm, 140 kV, 10 mA, vitesse de table 30 mm/rotation, mode HS et pour le protocole 3 : coupe de 7,5 mm, 120 kV, 30 mA, vitesse de table 22,5 mm/rotation, mode HS (4-7). Le choix des paramètres des 3 protocoles faibles doses a été guidé par la volonté d'obtenir l'irradiation la plus faible possible, avec une qualité diagnostique satisfaisante (8, 9). Les examens ont été réalisés en décubitus dorsal, bras au-dessus de la tête, sans topogramme, ni injection de produit de contraste en dose standard puis, une seconde acquisition thoracique paramétrée en faible dose, selon un des trois protocoles, a été réalisée dans le même temps.

Détection des nodules

L'analyse des images a été effectuée sur films par 2 radiologues, sans agrandissement, et dans un fenêtrage identique (1500 UH-600 UH). L'analyse du médiastin et les rétro reconstructions ont été exclues. Pour un même patient, la lecture des clichés était anonyme et un délai d'au moins un mois a été observé entre la lecture de la dose standard et de la faible dose. Chaque formation nodulaire était repérée grâce aux niveaux de coupe et aux structures adjacentes, classée selon sa taille : < 5 mm ; 6-10 mm ; > 10 mm et selon le degré de confiance avec lequel elle était visualisée -sûr, probable, improbable. En ce qui concerne la TDM standard, seuls les examens avec nodules indiscutables ont été retenus.

Statistique

L'étude a consisté, dans une première approche, à tester la concordance entre les résultats obtenus par les deux investigateurs et pour les deux méthodes de détection. Il s'agissait ici d'étudier le référentiel patient avec la décision de réaliser oui ou non un scanner diagnostique complémentaire et donc d'étudier la présence ou l'absence d'au moins un nodule classé sûr ou probable pour un patient donné et pour la technique utilisée. En effet, nous avons considéré qu'une image nodulaire classée « sûre » ou « probable » méritait un complément d'exploration diagnostique, et qu'une image classée improbable ne demandait pas une exploration diagnostique. Autrement dit, pour le lecteur 1, nous avons classé les nodules issus de la dose standard (nous rappelons que nous nous situons dans le cadre d'un dépistage et non d'un diagnostic, cette dose standard étant la méthode de référence dans ce cadre de dépistage) en « sûrs », « probables » et « improbables ». Nous sommes partis du postulat que les nodules classés « sûrs » ou « probables » nécessitaient un complément d'exploration par scanner diagnostique réalisé à dose standard avec injection (= la première série), les nodules dépistés et classés « improbables » n'étant pas explorés par un scanner diagnostique (= deuxième série). Cette méthode a été appliquée pour la faible dose du lecteur 1 (séries 3 et 4) et pour le lecteur 2 (séries 5, 6, 7 et 8). Nous avons donc obtenu, pour chaque lecteur, quatre séries appariées, la première et la deuxième issues de l'exploration à dose conventionnelle, la troisième et la quatrième issues de la faible dose. Ainsi deux groupes de patients ont été

obtenus pour chaque technique et pour chaque lecteur : un premier groupe pour lequel une exploration scanographique diagnostique s'avérait nécessaire à la suite de l'exploration scanographique de dépistage ; un second groupe pour lequel le scanner diagnostique n'était pas justifié. Afin de tester la concordance des décisions prises (scanner complémentaire oui ou non), nous avons utilisé ici le coefficient kappa (10, 11) qui permet de tester la concordance entre les jugements catégoriels appariés. La concordance est d'autant plus élevée que la valeur du kappa est proche de 1 (la valeur 1 correspond à une concordance parfaite entre les jugements). En nous inspirant des valeurs suggérées par Landis et Koch (12), nous traduisons ainsi les valeurs du kappa : 1,00 à 0,81, concordance excellente ; 0,80 à 0,61, bonne concordance ; 0,60 à 0,41, concordance moyenne ; 0,40 à 0,21, concordance faible ; < 0,20, mauvaise concordance.

La première approche statistique prenant en compte le référentiel patient (décision ou non de réaliser un scanner diagnostique complémentaire), nous avons développé une seconde approche visant à étudier cette fois-ci le référentiel nodule en prenant en compte la différence entre le nombre de nodules détectés, patient par patient, en dose standard et en faible dose et cela pour les trois protocoles. Nous avons utilisé le test non paramétrique de Wilcoxon avec une valeur p inférieure ou égale à 0,05 indiquant une différence statistiquement significative (13). Pour chaque protocole, patient par patient, nous avons classé les images nodulaires en 4 catégories « cliniques » : — la première regroupait les nodules sûrs et les probables nécessitant un complément diagnostique ; — la seconde concernait les improbables, donc non retenus comme significatifs par les lecteurs ; — la troisième, intéressait les nodules effacés : nodules visualisés sur la technique de référence et pas sur l'acquisition faible dose (faux négatifs) ; — la quatrième concernait les faux positifs.

Le test de Wilcoxon a cherché à montrer une différence significative entre le nombre de nodules détectés en dose standard et en faible dose.

Dosimétrie

Les mesures dosimétriques ont été effectuées en premier lieu sur fantôme (modèle Rando) anthropomorphique afin d'évaluer l'irradiation supplémentaire occasionnée par la seconde acquisition paramétrée en faible dose, puis sur 10 malades (âgés de 58 à 63 ans), en utilisant des dosimètres thermoluminescents, d'un diamètre de 5 mm et d'une épaisseur

Tableau III :

Dose absorbée sur fantôme RANDO (en mGy).

Table III:*Absorbed dose measured with the phantom (mGy).*

	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4	Position 5
Prot. 1	0,49	0,65			
Prot. 2	0,78	0,78	0,80	0,81	0,89
Prot. 3	2,45	1,88			

Tableau IV :

Dose absorbée à la peau chez 10 malades (mGy).

Table IV:*Absorbed skin dose measured on 10 patients (mGy).*

	Patients	Sein	Xiphœide	Rachis thoracique	Thyroïde
Protocole 1	1	1,2	1,98	1,15	0,8
	2	0,34	0,71	1,05	1,23
	3	0,69	0,64	0,59	0,45
	4	0,63	1,32	0,8	0,49
		m = 0,71 e = 0,86	m = 1,16 e = 1,34	m = 0,9 e = 0,56	m = 0,74 e = 0,78
Protocole 2	5	0,43	0,83	0,98	
	6	0,36	0,56	0,58	
	7	0,51	0,7	1,07	
			m = 0,43 e = 0,15	m = 0,76 e = 0,27	m = 0,88 e = 0,49
Protocole 3	8	2,05	1,62		
	9	1,61	2,89	2,98	
	10	2,27	1,95	1,76	
			m = 1,98 e = 0,66	m = 2,15 e = 1,27	m = 2,37 e = 1,22

m : moyenne des valeurs ; e : écart maximal ; vt = vitesse de déplacement de la table
 protocole 1 : 10 mA ; 120 kV ; coupes jointives de 7,5 mm ; mode HS ; vt = 30 mm/rot
 protocole 2 : 10 mA ; 140 kV ; coupes jointives de 7,5 mm ; mode HS ; vt = 30 mm/rot
 protocole 3 : 30 mA ; 120 kV ; coupes jointives de 7,5 mm ; mode HS ; vt = 22,5 mm/rot

de 0,9 mm, avec une sensibilité, pour les énergies utilisées au scanner de 0,20 mGy et une incertitude de mesure de 10 %. La mesure de la dose absorbée à la peau des patients a été privilégiée afin de « comparer » les valeurs obtenues à celles d'une radiographie standard face et profil : les grandeurs dosimétriques recommandées par la Société Française de Radiologie et l'Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire (Texte disponible sur le site : www.sfr-radiologie.asso.fr), pour la radiographie conventionnelle sont la dose à l'entrée, en mGy, et le produit dose-surface, en Gy*cm² (14). Notre but n'a pas été de comparer strictement 2 techniques aussi différentes, mais seulement de donner des ordres de grandeur en des points donnés de l'organisme. L'équivalent de dose efficace n'a donc pas été calculé. Les dosimètres ont été positionnés sur :

— le fantôme RANDO - position n° 1 : au niveau médiastinal, position n° 2 : au niveau pulmonaire dans un milieu équivalent poumon, position n° 3 : dans la structure osseuse correspon-

dant au corps vertébral, position n° 4 : à la surface antérieure du fantôme, position n° 5 : à la surface postérieure du fantôme - ;

— puis sur les malades position n° 1 : juste en dessous du mamelon gauche, position n° 2 : au niveau de la xiphœide, position n° 3 : contre le rachis thoracique à la verticale du précédent, et position n° 4 : au niveau de la glande thyroïde. Lors de l'étude préliminaire sur le fantôme RANDO, 9 mesures ont été effectuées. Après irradiation, les dosimètres ont été lus par le Laboratoire Central des Industries Électriques (LCIE) et une valeur de la dose absorbée a été ainsi obtenue pour chacun des points de mesure.

RÉSULTATS

Dosimétrie

Sur le fantôme Rando, 2 mesures ont été effectuées avec le protocole 1 (position 1 et 2), 5 avec le protocole 2 (po-

sition 1, 2, 3, 4 et 5) et 2 avec le protocole 3 (position 1 et 2). Les résultats sont rapportés dans le *tableau III*.

Lors de l'étude sur patients (*tableau IV*), nous avons inclus 4 malades avec le protocole 1 (10 mA, 120 kV). Les moyennes calculées étaient de 0,71mGy, 1,16mGy, 0,89mGy, 0,74mGy respectivement pour le sein gauche, la xiphœide, le rachis thoracique à la verticale du précédent, et la thyroïde. Nous avons constaté d'importants écarts maximaux, notamment avec les dosimètres placés sur le sein (la moyenne de l'ensemble des valeurs, hors thyroïde, est de 0,92mGy). Le protocole 2 (10 mA/140 kV) mettait en évidence des résultats plus homogènes. Les moyennes étaient 0,47mGy, 0,76mGy, 1,02mGy, respectivement pour le sein, la xiphœide et le rachis thoracique (la moyenne de l'ensemble des valeurs est 0,69mGy). Le protocole 3 (30 mA/120 kV) retrouvait des résultats également assez homogènes avec 1,98mGy pour le sein, 2,15mGy pour la xiphœide et 2,37mGy pour le rachis thoracique (la moyenne de l'ensemble des valeurs est de 2,16mGy).

Étude de la validité diagnostique

Protocole 1

Détection des nodules
(référentiel patient)

Avec le protocole 1 (10 mA/120 kV/17 patients)

- pour les nodules de taille supérieure ou égale à 5 mm, le test kappa montre une excellente (valeur = 1,0) concordance entre la détection d'au moins un nodule sûr ou probable que ce soit en faible dose ou en dose standard et cela pour chacun des 2 lecteurs.

- pour les nodules de taille inférieure à 5 mm, la concordance est excellente (valeur = 1,0) et bonne (valeur = 0,721) respectivement pour le lecteur 1 et lecteur 2.

Détection des nodules
(référentiel nodule)

Le test de Wilcoxon retient une différence significative ($p = 0,0016$) entre le nombre de nodules détectés à faible dose et à dose standard pour une taille inférieure ou égale à 5 mm et pour le lecteur 2. Il existe donc ici une différence significative entre le nombre de nodules retrouvés en dose standard et en faible dose pour ce lecteur. Pour le lecteur 1, $p = 0,125$, et la différence n'est donc pas significative.

La sensibilité (lecteur1-lecteur2) est de 71 %-64 %, 100 %-100 % et 100 %-100 % respectivement pour les tailles inférieure ou égale à 5 mm, 6-10 mm, et strictement supérieure à 10 mm.

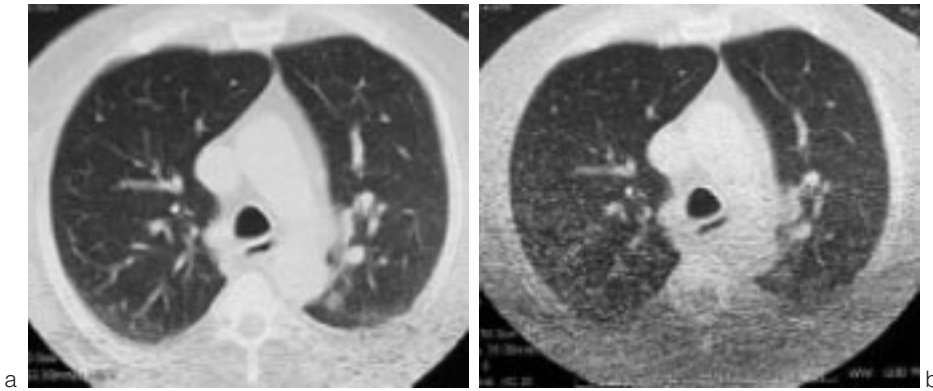


Fig. 1 : Nodule de 10 mm, non visualisé sur l'examen « faible dose » à 10 mA 120 kV chez un patient obèse, dose standard (a), faible dose (b).

Fig. 1: Nodule is not detected with this low dose protocol (10 mA/120 kV), because of obesity, standard (a) and low (b) dose.

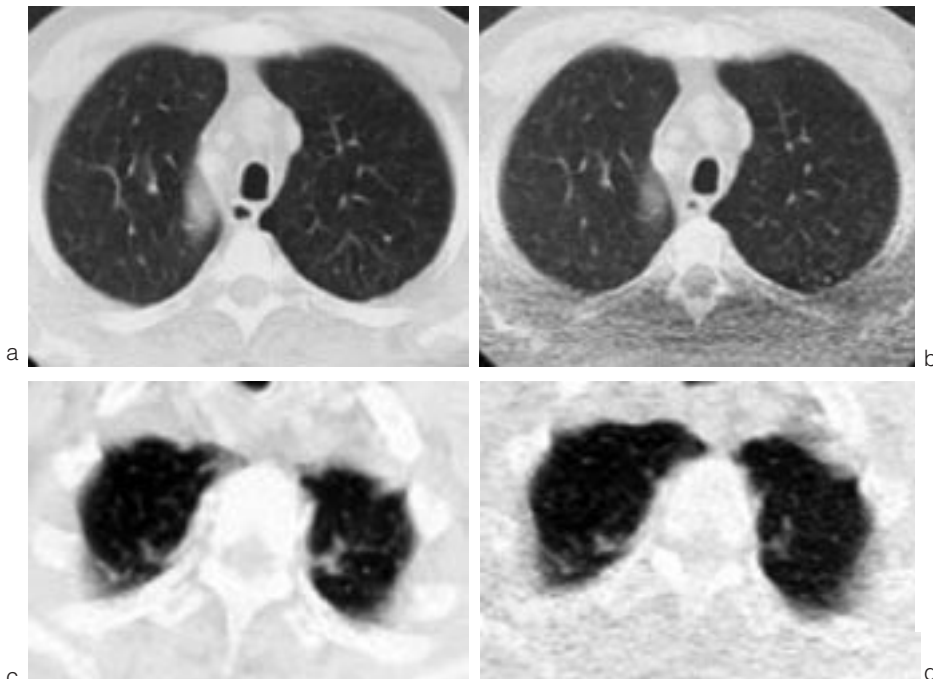


Fig. 2 : « Zones à risque ». Partie postérieure des champs pulmonaires en dose standard (a) et faible dose (b). Apex pulmonaires en dose standard (c) et en faible dose (d).

Fig. 2: « High risk area ». Posterior part of the lung at standard (a) and low (b) dose. Apical part of the lung at standard (c) and low (d) dose.

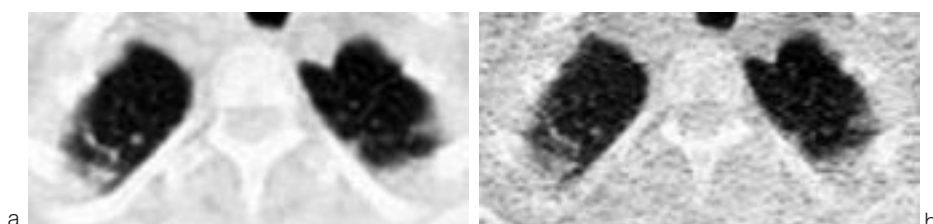


Fig. 3 : Nodules apicaux, dose standard (a) et faible dose (b).

Fig. 3: Apical nodule, standard (a) and low dose (b).

Les faux positifs sont nombreux en ce qui concerne la taille inférieure ou égale à 5 mm, pour les 2 lecteurs, inexistantes au-delà.

Protocole 2

Détection des nodules (référentiel patient)

Avec protocole 2 (10 mA/140 kV/20 patients), lorsque la taille du nodule est inférieure ou égale à 5 mm la concordance intra observateur pour le lecteur 1 est bonne (valeur = 0,904), quand on compare la détection en dose standard et en faible dose. Par contre, elle est mauvaise pour le lecteur 2 (valeur = 0,395).

Lorsque la taille est supérieure à 5 mm, les concordances entre la faible dose et la dose standard, pour chacun des 2 lecteurs, sont bonnes.

Détection des nodules (référentiel nodule)

Le test de Wilcoxon ne retient pas de différence pour le lecteur 1 ($p = 0,125$), alors que pour le lecteur 2, la différence est significative ($p = 0,004$), pour une taille inférieure ou égale à 5 mm. Les faux positifs de petite taille (≤ 5 mm) sont nombreux, pour les 2 lecteurs, et quasi inexistantes au-dessus de 5 mm. Les sensibilités sont, pour le lecteur 1 puis le lecteur 2, 74 %-44 %, 100 %-100 %, 77 %-87 %, respectivement pour les tailles inférieure ou égale à 5 mm, 6-10 mm, supérieure à 10 mm.

Protocole 3

Détection des nodules (référentiel patient)

Avec le protocole 3 (30 mA/120 kV/21 patients). Quelque soit la taille, les résultats sont très bons, puisque la concordance entre la faible dose et la dose standard est excellente (valeur = 0,9 et 1 respectivement pour le lecteur 1 et le lecteur 2).

Détection des nodules (référentiel nodule)

Le test de Wilcoxon montre des résultats similaires ($p = 0,5$ et $p = 1,0$ pour le lecteur 1-lecteur 2). Aucun faux positif n'est à noter. Les sensibilités sont, pour les 2 lecteurs, 67 %-75 %, 100 %-100 %, 100 %-100 %, respectivement pour les tailles inférieure ou égale à 5 mm, 6-10 mm et supérieure à 10 mm.

DISCUSSION

Le but de ce travail a été d'évaluer la dose d'irradiation délivrée lors d'une exploration thoracique faible dose avec un scanner multibarrette et d'apprécier la capacité de ce type d'exploration à détecter des nodules pulmonaires. La

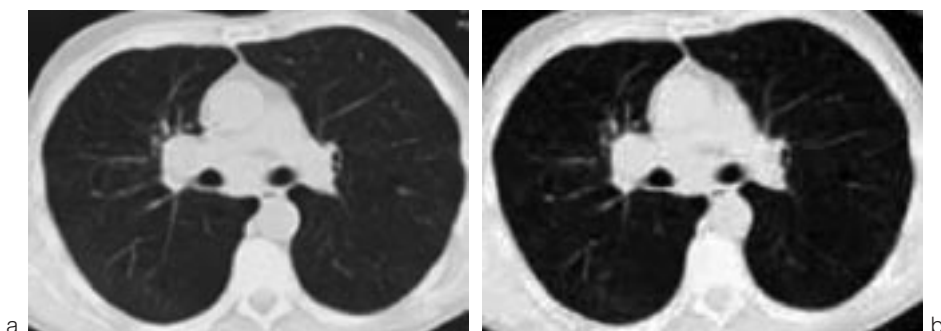


Fig. 4 : Nodules à la partie moyenne, dose standard (a) et faible dose (b).

Fig. 4: Mid lung nodule, standard (a) and low dose (b).

dose délivrée a déjà été étudiée avec plusieurs protocoles en scanner mono-barrette (15-17), mais jamais en technologie multibarrette et notre but n'a pas été de donner des mesures précises, mais seulement des ordres de grandeur dosimétrique.

Cette étude dosimétrique a été réalisée avec des détecteurs thermoluminescents du fait de leur facilité d'utilisation et les valeurs dosimétriques exprimées en mGy afin de s'approcher le plus possible des valeurs dosimétriques de la radiographie standard (dose absorbée à la peau et non pas en dose efficace). Nous avons donc comparé les valeurs de dose absorbée à la peau obtenues avec les 3 protocoles faibles doses à celles d'une radiographies standard face et profil (retrouvée dans la littérature) et exprimé les valeurs dosimétriques en mGy.

Au sein du premier protocole, les résultats du patient 1 présentent des mesures nettement supérieures à la moyenne des 3 autres. Seule une discordance morphologique a été mise en évidence, cette personne présentant, en effet un petit diamètre antéro-postérieur (18 cm), alors que la moyenne des diamètres des 10 patients est de 23 cm.

La comparaison entre les différents protocoles montre que les valeurs retrouvées pour le protocole 1 (120 kV, 10 mA) sont plus importantes que celles du protocole 2 (140 kV, 10 mA), et ceci même si on ne prend pas en compte le patient 1 du protocole 1. On pourrait s'attendre à une irradiation plus élevée avec un kilovoltage plus fort alors qu'on constate l'inverse, le protocole à 120 kV étant plus irradiant à la peau que le protocole à 140 kV. Ceci peut s'expliquer par le fait que ces mesures sont faites à la peau (et non en profondeur) et par le nombre limité de mesures.

Il est intéressant de « comparer » nos résultats dosimétriques avec ceux retrouvés dans la littérature en radiographie standard face et profil. Les valeurs des doses absorbées à la peau varie entre 0,4 et 8,6 mGy pour une radiogra-

phie standard face et profil (14-18-19). Afin d'obtenir un ordre de grandeur dosimétrique de l'irradiation délivrée à la paroi thoracique antérieure lors de l'exploration TDM faible dose, nous avons calculé la moyenne des mesures réalisées au niveau des seins et de la xiphôïde. Ces moyennes sont 0,9 mGy, 0,6 mGy, et 2,06 mGy respectivement pour les protocoles 1, 2, et 3. L'irradiation du patient bénéficiant d'un scanner thoracique réalisé à faible dose est donc « équivalente » à 2-4 radiographies standard face et profil pour les protocoles 1 et 2 et à 5 radiographies standard face et profil pour le protocole 3 (si on se réfère aux doses absorbées à la peau).

La validité de ces protocoles faibles doses a été appréciée sur leur capacité à détecter des nodules pulmonaires, en les comparant à une technique de référence (dose standard). Pour ce qui est du protocole faible dose 3 (30 mA/120 kV), nous retenons une bonne concordance avec le protocole standard pour la détection des nodules, quelle que soit leur taille. Pour les protocoles 1 et 2, il existe une bonne concordance avec la dose standard, pour la détection des nodules de taille supérieure à 5 mm.

En ce qui concerne les faux négatifs, il apparaît que la taille du nodule est un critère important. En effet, avec les protocoles 1 et 2, seuls certains nodules de taille inférieure à 5 mm sont méconnus. D'autre part, la corpulence des patients, appréciée à l'aide de l'index de masse corporelle (IMC) intervient également dans la détection. Chez tous les sujets dont l'IMC est supérieur à 25 kg/m², certains nodules sont effacés lors de l'exploration à faible dose (fig. 1). En outre, certaines zones anatomiques à forte densité osseuse (les parties postérieures du thorax avec les vertèbres, et les apex pulmonaires avec la scapula), sont des régions à haut risque d'effacement des petits nodules (fig. 2 et 3). De même, les corps étrangers intra thoraciques métalliques sont à l'origine d'arte-

facts détériorant la détection à faible dose. Enfin, la topographie de certains nodules peut être source d'une mauvaise visualisation, notamment en sous pleural (20). De plus, on peut noter, grâce à l'étude des nodules classés improbables en faible dose, que certaines de ces images sont de réels nodules en TDM standard, mais que leur morphologie, en faible dose, ne correspond pas à ce que les lecteurs ont l'habitude de rechercher. En d'autres termes, l'augmentation du pitch et la diminution de l'irradiation entraînent une modification des images (fig. 4) : contours flous, « étalement » du nodule qui n'est donc plus une structure arrondie mais plutôt ovalaire, mal limitée (21, 22). Enfin, l'épaisseur de coupe intervient également puisqu'une épaisseur élevée réduit la visibilité des petits nodules (effet de volume partiel).

En ce qui concerne les faux positifs, les structures linéaires, d'origine vasculaire, sont effacées ou moins bien visualisées en TDM faible dose, les croisements vasculaires ou les vaisseaux en coupes ne semblant plus reliés à l'arbre vasculaire, et donc interprétés comme nodules pulmonaires. Certains artefacts peuvent être interprétés comme des nodules, notamment les artefacts de renforcement osseux des apex et des parties postérieures des champs pulmonaires. Dans ce travail, certains de ces artefacts ont mimé des pseudonodules et ont donc été à l'origine de faux positifs. Ces faux positifs restent de très petite taille, inférieurs à 5 mm.

CONCLUSION

Bien qu'il existe une certaine dispersion principalement due au faible nombre de malades, mais aussi à leur morphologie et à l'incertitude de mesure des dosimètres, nous avons mis en évidence des ordres de grandeurs dosimétriques, en TDM multibarrette faible dose, « équivalentes » aux doses moyennes de 2-4 radiographies standard face et profil pour les protocoles 1 et 2, et à 5 radiographies standard pour le protocole 3. Seul le protocole 3 permet une détection des nodules comparable à celle de l'exploration TDM standard, les protocoles 1 et 2 méconnaissant certains nodules inférieurs à 5 mm.

Références

1. Kaneko M, Kusumoto M, Kobayashi T et al. Computed Tomography screening for lung carcinoma in Japan. *Cancer* 2000;89:2485-88.

2. Henschke CI, Naidich DP, Yankelevitz DF et al. Early Lung Cancer Action Project. *Cancer* 2001;92:153-9.
3. Itoh S, Ikeda M, Arahata S, et al. Lung cancer screening: minimum tube current required for helical CT. *Radiology* 2000;215:175-83.
4. Site INTERNET: www.gemedicalsystem.com
5. Hui H, David H, Denis Foley W et al. Four multi-detector row helical CT: image quality and volume coverage. *Radiology* 2000;215:55-62.
6. Hu h. Multi-slice helical CT: scan and reconstruction. *Med Phys* 1999;26:5-18.
7. Mc Coullough C, Zink F. Performance evaluation of a multi-slice CT system. *Med Phys* 1999;26:2223-30.
8. Cordoliani YS, Hazebroucq V, Sarrazin JL. Irradiation et bonne pratique en scanner hélicoïdal. Cours de perfectionnement post universitaire JFR 1998.
9. Boyer B, Le Marec E, Le Bruno B et al. Pitch et qualité d'image. *Feuillets de Radiologie* 1999;39:371-8.
10. Blum B, Feldman L, Bresler F, et al. Intérêt du calcul du coefficient kappa dans l'évaluation d'une méthode d'imagerie. *J Radiol* 1995;76:441-3.
11. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Measure* 1960;20:37-46.
12. Landis JR, Koch GG. The measurements of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159-74.
13. Diederich S, Lenz H, Windmann R et al. Pulmonary nodules: experimental and clinical studies at low dose CT. *Radiology* 1999;213:289-98.
14. Site INTERNET: <http://perso.wanadoo.fr/eassa.cordo/SFROPRI/index.htm>
15. Gartenschlager M, Schweden F, Gast K, et al. Pulmonary nodules: detection with low-dose vs conventional-dose spiral CT. *Eur Radiol* 1998;8:609-14.
16. Itoh S, Koyama S, Ikeda M, et al. Further reduction of radiation dose in helical CT for lung cancer screening using small tube current and a newly designed filter. *J Thorac Imaging* 2001;16:81-8.
17. Rusinek H, Naidich D, Mc Guinness G et al. Pulmonary nodule detection: low-dose versus conventional CT. *Radiology* 1998;209:243-9.
18. Hart D, Hillier Mc, Wall BF et al. Dose to patients from medical X-ray examinations in the UK. NRPB-R289, London, HMSO, 1996.
19. Bouhnik H, Bard JJ, Chauvadra J et al. Evaluation des doses délivrées au cours d'examen radiologiques. *Radio-protection* 1998;23:27.
20. Kakinuma R, Ohmatsu H, Kaneko M et al. Detection failures in spiral CT screening for lung cancer: analysis of CT findings. *Br J Cancer* 2001;84:25-32.
21. Wright A, Collie D, Williams J et al. Pulmonary nodules: effect on detection of spiral CT pitch. *Radiology* 1996;199:837-41.
22. Scheck R, Coppenrath E, Kellner M et al. Radiation dose and image quality in spiral computed tomography: multicentre evaluation at six institutions. *Br J Radiol* 1998;71:734-44.