

Résultats de la TEP [¹⁸F]-FDG dans la stadification préopératoire des tumeurs pulmonaires

C. Perrotin¹, P. Lemeunier¹, D. Grahek², T. Molina³, A. Petino¹, M. Alifano¹, F. Bellenet¹, P. Magdeleinat¹, J.-N. Talbot², J.-F. Regnard¹

Résumé

Introduction La tomographie par émission de positons au [¹⁸F]-fluorodésoxyglucose (TEP-FDG) s'est imposée récemment comme un mode d'imagerie pertinent dans la prise en charge des cancers broncho-pulmonaires non à petites cellules (CPNPC) opérables. Nous rapportons dans cette étude notre expérience concernant l'intérêt de la TEP-FDG dans le bilan préopératoire de CPNPC.

Méthodes Étude rétrospective monocentrique. Du 1^{er} janvier 2000 au 31 décembre 2002, 108 TEP-FDG ont été réalisées lors du bilan préopératoire de CPNPC prouvés histologiquement ou fortement probables.

Résultats Les sensibilité, spécificité et exactitude de la TEP-FDG pour la caractérisation d'une opacité parenchymateuse ont été de 96 %, 71 %, 92 % (4 faux négatifs, 5 faux positifs). Les sensibilité, spécificité et exactitude concernant l'envahissement ganglionnaire médiastinal ont été de 62 %, 94 %, 84 % (10 faux négatifs, 4 faux positifs). Les sensibilité, spécificité et exactitude concernant la caractérisation de lésions surrenaliennes suspectes ont été de 88 %, 100 %, 97 % (1 faux négatif) et de 50 %, 75 %, 64 % (2 faux négatifs, 3 faux positifs) pour la caractérisation de nodules pulmonaires satellites.

Conclusion La TEP-FDG est un mode d'imagerie utile dans la prise en charge préopératoire des CPNPC, mais comporte des limites, notamment pour la caractérisation des lésions de moins de 10 mm et l'évaluation de l'envahissement ganglionnaire médiastinal.

Mots-clés : TEP-FDG • Tumeur poumon • Diagnostic • Chirurgie thoracique.

¹ Service de Chirurgie Thoracique, Hôtel Dieu, Paris, France.

² Service de Médecine Nucléaire, Hôpital Tenon, Paris, France.

³ Service d'Anatomie Pathologique, Hôtel Dieu, Paris, France.

Correspondance : C. Perrotin
Service de Chirurgie Thoracique, 1, Place du Parvis Notre Dame,
75004 Paris.
cedric.perrotin@htd.ap-hop-paris.fr

Réception version princeps à la Revue : 11.01.2005.

Retour aux auteurs pour révision : 14.02.2005.

Réception 1^{ère} version révisée : 18.03.2005.

Acceptation définitive : 14.04.2005.

Rev Mal Respir 2005 ; 22 : 579-85

Results of FDG-PET scanning in the pre-operative staging of broncho-pulmonary tumours

C. Perrotin, P. Lemeunier, D. Grahek, T. Molina, A. Petino, M. Alifano, F. Bellenot, P. Magdeleinat, J.-N. Talbot, J.-F. Regnard

Summary

Background Positron emission tomography (PET) with [¹⁸F]-fluorodeoxyglucose (FDG) has recently established itself as an important imaging strategy in the management of respectable non-small cell bronchial carcinoma (NSCLC). In this study we report our experience of the impact of FDG-PET in the pre-operative assessment of NSCLC.

Methods In a single centre retrospective study between 01 January 2000 and 31 Dec 2002, 108 FDGPET scans were performed during the preoperative assessment of histologically proven or strongly suspected NSCLC.

Results The sensitivity, specificity and accuracy of FDG-PET for the characterization of a parenchymatous opacity were 96%, 71% and 92% respectively (4 false negatives, 5 false positives). The sensitivity, specificity and accuracy for mediastinal node involvement were 62%, 94% and 84% respectively (10 false negatives and 4 false positives). The sensitivity, specificity and accuracy for the characterization of adrenal nodules were 88%, 100% and 97% (1 false negative) and for satellite pulmonary nodules 50%, 75% and 64% (2 false negatives and 3 false positives).

Conclusion FDG-PET is a useful imaging modality in the pre-operative management of NSCLC but is limited particularly in the characterization of lesions less than 10 mm in diameter and in the evaluation of mediastinal lymph nodes.

Key-words: FDG-PET • Lung tumour • Diagnosis • Thoracic surgery.

Rev Mal Respir 2005 ; 22 : 579-85
cedric.perrotin@htd.ap-hop-paris.fr

Introduction

Le traitement de choix des cancers broncho-pulmonaires non à petites cellules (CPNPC) demeure la chirurgie dont l'impact sur la survie est fortement lié au degré d'extension loco-régionale et à distance lors du diagnostic. Depuis plusieurs années, la tomographie par émission de positons (TEP) au [¹⁸F]-fluorodésoxyglucose ([¹⁸F]-FDG) s'est imposée comme un moyen d'investigation complémentaire des techniques d'imagerie standard dans le bilan initial des CPNPC [1-5]. Plusieurs études ont rapporté une supériorité de la TEP-FDG par rapport à la tomodensitométrie (TDM) dans l'identification de la nature maligne ou bénigne d'un nodule pulmonaire solitaire [1, 2], ainsi que dans la détection des métastases médiastinales et extra-thoraciques [3-5]. Actuellement, la TEP-FDG est réalisée dans deux circonstances lorsque l'on se propose d'opérer une lésion pulmonaire : la caractérisation de cette lésion pulmonaire suspecte de malignité si elle mesure plus de 1 cm, en dehors d'une diffusion métastatique évidente, et l'évaluation initiale de l'envahissement loco-régional et à distance des cancers bronchiques primitifs [6].

Cependant, en pratique clinique les informations fournies par la TEP-FDG donnent parfois lieu à des difficultés dans le choix des décisions thérapeutiques et plusieurs études récentes ont mis en évidence des limites à cette technique [7-8]. Le but de ce travail a été de revoir l'apport de la TEP dans le diagnostic et la stadification préopératoire de CPNPC considérés comme opérables.

Matériels et méthodes

Les dossiers de tous les patients chez lesquels a été demandé un examen TEP-FDG, du premier janvier 2000 au 31 décembre 2002, par le service de Chirurgie Thoracique de l'Hôtel-dieu dans le cadre du bilan préopératoire de CPNPC suspectés ou prouvés ont été rétrospectivement analysés. Sur la période de cette étude, environ 400 patients par an (soit au total environ 1 200 patients) ont été opérés dans notre service d'une exérèse parenchymateuse pour cancer broncho-pulmonaire. Ne disposant pas d'un examen TEP-FDG pour tous les patients, celui-ci a été réservé en priorité aux patients pour lesquels la décision opératoire apparaissait la plus difficile. Nous nous sommes limités à cette période afin de pouvoir respecter les conditions suivantes : la disponibilité d'une machine TEP dédiée mise en oeuvre par une équipe de médecins nucléaires entraînés à l'interprétation des examens au [¹⁸F]-FDG, l'établissement d'une collaboration avec cette équipe de médecine nucléaire et enfin un suivi minimal de 12 mois après la TEP.

L'examen TEP a été réalisé au centre TEP AP-HP de l'hôpital Tenon 1 heure après l'injection intraveineuse de 2 MBq/kg de masse corporelle de [¹⁸F]-FDG. Les patients étaient à jeun depuis au moins 6 heures avant l'administration

du [¹⁸F]-FDG. La glycémie capillaire était mesurée avant chaque examen. Si elle était supérieure à 7,5 mmol/L le patient était exclu de l'étude. L'acquisition des images, de la base du crâne aux extrémités supérieures des fémurs, a été effectuée à l'aide d'une caméra TEP dédiée (C-PET, ADAC, Californie). L'interprétation, effectuée par un médecin nucléaire senior, était basée sur des critères visuels, en disposant des images TEP avec et sans correction d'atténuation.

Chez tous les patients, un bilan préopératoire comprenant une TDM thoracique, abdominale supérieure et cérébrale avec injection de produit de contraste a été systématiquement réalisé.

La caractérisation tissulaire d'une lésion pulmonaire ou à distance par la TEP-FDG a été comparée à l'étude histologique (biopsie obtenue par fibroscopie bronchique, ponction sous TDM et/ou examen histologique de la pièce opératoire). La caractérisation par la TEP-FDG de lésions à distance a concerné deux types de lésions : la présence en TDM d'un nodule pulmonaire satellite homo ou controlatéral associé à la lésion pulmonaire principale et la présence d'une image anormale en TDM au niveau d'une ou des deux glandes surrénales.

En l'absence de confirmation histologique, la nature de la lésion était déterminée en fonction de son évolution radio-clinique. Les lésions (pulmonaire ou à distance) ont été considérées comme bénignes en l'absence d'évolution clinique et/ou radiologique au minimum 12 mois après la TEP-FDG. Les lésions ont été considérées comme malignes si leur taille augmentait sous chimiothérapie. L'envahissement ganglionnaire médiastinal a été comparé aux données histologiques de la médiastinoscopie et/ou du curage ganglionnaire médiastinal, systématiquement effectué lors des exérèses chirurgicales.

Analyse statistique

Un résultat faux positif de la TEP-FDG au niveau de la lésion était défini comme une hyperfixation significative du FDG sans confirmation de malignité par histologie ou suivi radio-clinique. Un résultat faux négatif de la TEP-FDG au niveau de la lésion était défini comme une absence d'hyperfixation significative du FDG par une lésion maligne prouvée histologiquement ou considérée comme telle du fait du suivi radio-clinique. Les performances diagnostiques de la TEP ont été évaluées en calculant la sensibilité (Se), la spécificité (Sp), la valeur positive prédictive (VPP), la valeur prédictive négative (VPN) et l'exactitude (Ex). La sensibilité a été calculée ainsi : (vrais positifs)/(vrais positifs + faux négatifs), la spécificité ainsi : (vrais négatifs)/(vrais négatifs + faux positifs) ; la VPP ainsi : (vrais positifs)/(vrais positifs + faux positifs) ; la VPN ainsi : (vrais négatifs)/(vrais négatifs + faux négatifs) et l'exactitude ainsi : (vrais positifs + vrais négatifs)/total.

Les résultats concernant la taille des lésions ou la durée de survie sont exprimés par la moyenne \pm l'écart-type. La comparaison entre deux groupes a été réalisée par un test-*t* de Student. Une différence au risque $p < 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative.

Du premier janvier 2000 au 31 décembre 2002, 108 examens TEP-FDG ont été effectués. Les motifs des demandes se répartissaient de la façon suivante : caractérisation tissulaire d'une lésion pulmonaire unique ($n = 20$), recherche d'une extension ganglionnaire ou à distance d'un cancer broncho-pulmonaire prouvé ou fortement probable ($n = 88$).

Il s'agissait de 78 hommes et 30 femmes, d'un âge moyen de 61 ± 12 ans (extrêmes : 30-81). La glycémie moyenne lors de la réalisation de l'examen était de $4,9 \text{ mmol/L} \pm 1,1$ (extrêmes : 2,7-7,5). Neuf patients étaient diabétiques connus (4 diabétiques non insulino-dépendants, 5 diabétiques insulino-dépendants). Huit patients avaient des antécédents connus de pneumopathie dont sept de localisation homolatérale à la lésion tumorale et six patients avaient des antécédents de pleurésie non tumorale dont cinq de localisation homolatérale à la lésion pulmonaire cancéreuse. Chez 11 patients, des antécédents de tuberculose pulmonaire étaient connus. Aucun patient ne présentait de signes cliniques évocateurs d'une infection en cours lors de la réalisation de l'examen TEP-FDG.

Résultats

Opacité parenchymateuse

Cent douze opacités parenchymateuses (95 malignes et 17 bénignes) ont été analysées (tableau I).

Un total de 95 opacités parenchymateuses malignes a été dénombré, toutes confirmées histologiquement (dont 4 cancers synchrones) mesurant $34,1 \text{ mm} \pm 24,7$ (extrêmes : 7-110). La TEP-FDG a montré une fixation pathologique dans 91 cas (86 fixations intenses et 5 fixations d'intensité modérées.) Il y a eu 4 résultats faux négatifs (4,2 %), correspondant à 2 adénocarcinomes bronchiolo-alvéolaires (un de 9 cm de grand axe, et une forme pneumonique diffuse envahissant un lobe inférieur dans sa totalité), 1 adénocarcinome de 10 mm, 1 carcinome à grandes cellules de 9 mm.

Dix-sept lésions pulmonaires étaient bénignes (dont 10 confirmées histologiquement) mesurant en moyenne $24,3 \text{ mm} \pm 25,3$. Sept patients ont été opérés (3 lobectomies et 4 résections atypiques dont 3 par vidéothoroscopie.) Tous les patients non opérés sont actuellement vivants sans signes d'évolution clinique ou radiologique. La TEP-FDG a montré une absence de fixation dans 12 cas. Cinq lésions bénignes dont 2 prouvées histologiquement fixaient le FDG (29,4 % des cas.) Ces hyperfixations étaient d'intensité modérée dans 2 cas correspondant à 2 lésions de pneumopathie chronique dont une organisée en rapport avec un hamartochondrome obstruant une bronche sous-segmentaire. La fixation était intense dans 3 cas, correspondant à deux pneumopathies chroniques et une séquelle de chirurgie d'exérèse. La différence de taille des lésions bénignes entre les lésions fixantes ($48,5 \text{ mm} \pm 38,1$; extrêmes : 10-110) et les lésions non fixantes ($15,4 \text{ mm} \pm 6,8$; extrêmes : 7-30 mm) était significative ($p < 0,05$).

Tableau I.
Étiologie des opacités parenchymateuses et nodules satellites.

Lésions malignes	n	Lésions bénignes prouvées histologiquement	n	Lésions considérées comme bénignes sur le suivi	n	Nodules satellites	n
Adénocarcinome mixte	34	Hamartochondrome	3	Atélectasie par enroulement	1	Adénocarcinome mixte	5
Adénocarcinome bronchiolo-alvéolaire	3	Bronchiolite lymphocytaire	1	Séquelle de tuberculose	2	Carcinome à grandes cellules	1
Carcinome épidermoïde	27	Pachypleurite avec atélectasie par enroulement	1	Pneumopathie	2	Adénome papillaire	1
Carcinome à grandes cellules	22	Pneumopathie organisée	2	Séquelles de chirurgie pulmonaire	1	Pneumopathie	2
Carcinome à petites cellules	4	Lésion caséo-fibreuse	1	Séquelle de pleurésie	1	Nodule fibreux anthracosique	1
Sarcome	2	Silicose	1			Non étiqueté	4
Mésothéliome	2	Nodule fibreux anthracosique	1				
Lymphome B de type MALT	1						
Total	95		10		7		14

Sur l'ensemble des 112 lésions parenchymateuses, les Se, Sp, VPP, VPN et Ex de la TEP-FDG étaient respectivement de 96 % ; 71 % ; 95 % ; 75 % et 92 % (*tableau II*).

Stadification de l'extension ganglionnaire médiastinale (*tableau III*)

Dans 90 cas, l'envahissement ganglionnaire médiastinal a été vérifié histologiquement, soit par médiastinoscopie (n = 16), soit par curage médiastinal complet après exérèse chirurgicale (n = 74). Vingt-six patients étaient de stade N2 et 64 de stade N0/N1. L'évaluation de l'extension ganglionnaire par la TEP-FDG était discordante avec les résultats histologiques dans 14 cas (16 %). La TEP-FDG a surestimé l'envahissement ganglionnaire médiastinal dans 4 cas (6 %). La TEP-FDG a sous-

estimé le stade N2 dans 10 cas (38 %). Parmi les 10 patients sous-estimés par la TEP-FDG, 8 ont eu un curage ganglionnaire complet et 2 une médiastinoscopie. Il existait dans tous les cas une fixation du FDG par la masse parenchymateuse. Histologiquement chez les patients avec un curage complet, l'atteinte ganglionnaire intéressait une seule loge N2 dans 7 cas sur 8 (1 cas d'atteinte double intertrachéobronchique et sous-aortique) avec un nombre de ganglions atteints allant de 1 à 3. L'atteinte ganglionnaire était intrasinusale dans 2 cas. Chez ces patients il existait une atteinte massive des ganglions extramédiastinaux dans 7 cas : lobaire (n = 3), interlobaire (n = 2), et/ou hilare (n = 5). Chez 5 patients (50 %) sous-estimés par la TEP-FDG, des adénopathies (mesurant 10 mm ou plus) suspectes d'envahissement médiastinal avaient été visualisées en TDM.

Tableau II.

Performances diagnostiques de la TEP-FDG.

	Sensibilité (%)	Spécificité (%)	VPP (%)	VPN (%)	Exactitude (%)
Opacité parenchymateuse (n = 112)	96	71	95	75	92
Stadification médiastinale (n = 90)	62	94	80	86	84
Nodule pulmonaire satellite (n = 14)	50	75	60	67	64
Anomalie surrénalienne à la TDM (n = 29)	88	100	100	96	97

VPP : valeur prédictive positive ; VPN : valeur prédictive négative

Tableau III.

Résultat de la stadification médiastinale par la TEP-FDG.

	TEP	Histologie	n
Stadification correcte	N0-1	N0-1	60
	N2	N2	14
	N2-3	N2-3	2
Total			76
Stadification incorrecte	N0-1	N2	10
	N2	N0-1	4
Total			14

Les Se, Sp, VPP, VPN et Ex de la TEP dans la stadification médiastinale étaient respectivement de 62 % ; 94 % ; 80 % ; 86 % ; 84 % (*tableau II*).

Nodule pulmonaire satellite unique

Quatorze patients présentaient un nodule satellite unique associé à la lésion pulmonaire principale. Une histologie a été obtenue dans sept cas (*tableau I*). Parmi ces 14 nodules, 8 étaient controlatéraux à la lésion principale et 6 homolatéraux. Il y avait 8 lésions bénignes (de taille : 10,3 mm ± 4,3 ; extrêmes : 5-20). La TEP-FDG a montré une fixation modérée jugée pathologique dans 2 cas (2 faux positifs) : un nodule fibreux anthracosique, une séquelle de pneumopathie chez un patient insuffisant respiratoire sévère contre-indiquant toute exérèse. Il y avait 6 lésions malignes (de taille : 10 mm ± 2,8 ; extrêmes : 7-15) dont trois n'étaient pas décelables avec le FDG (deux adénocarcinomes de 10 mm, 1 carcinome à grandes cellules de 7 mm).

Sur l'ensemble des 14 nodules satellites uniques les Se, Sp, VPP, VPN et Ex de la TEP étaient respectivement de 50 %, 75 %, 60 %, 67 % et 64 % (*tableau II*).

Surrénales

Une ou plusieurs anomalies sur les coupes TDM au niveau des glandes surrénales ont été notées chez 29 patients (28 %). Il s'agissait soit d'une image unilatérale fortement suspecte de métastase (n = 11), soit d'une surrénale hypertrophique d'allure plutôt bénigne uni- ou bilatérale (n = 18). La taille des lésions était en moyenne de 29,5 mm ± 22,1 (extrêmes : 10 à 100). Huit lésions étaient malignes et vingt et une bénignes. La taille des lésions malignes (43,6 mm ± 31,8 ; extrêmes : 15 à 100) et celle des lésions bénignes (22,0 mm ± 6,8 ; extrêmes : 10 à 35) ne différait pas significativement.

Parmi les huit lésions malignes, dont la nature suspecte avait toujours été évoquée sur l'aspect radiologique, une hyperfixation du FDG a été notée chez 7 patients (modérée, n = 1 ; intense, n = 6). Une confirmation histologique a été obtenue chez 4 patients, trois patients sont décédés rapidement de maladie plurimétastatique, et un patient métastatique est actuellement vivant à 36 mois. Le patient chez lequel la TEP ne montrait pas de fixation surrénalienne (faux négatif) est décédé de maladie plurimétastatique (osseuses, hépatiques, surrénaliennes) 10 mois après la découverte de la tumeur pulmonaire. Il a été noté, 4 mois après la TEP, une augmentation de taille de 25 mm avec une zone de nécrose centrale de la surrénale droite sous chimiothérapie.

Vingt et une lésions ont été considérées comme non tumorales sur l'évolution. Il n'existait aucune fixation du FDG par les glandes surrénales chez les 21 patients. Tous ces patients sont actuellement vivants sans signes d'évolution clinique et/ou radiologique avec un suivi moyen de 19 ± 6,8 mois (extrêmes : 12 – 36).

Les Se, Sp, VPP, VPN et Ex de la TEP-FDG pour la caractérisation d'une image anormale surrénalienne étaient respectivement de 88 % ; 100 % ; 100 % ; 96 % et 97 % (*tableau II*).

Métastases non suspectées sur le bilan initial

Chez 12 patients (11 %), un ou plusieurs foyers de fixation du FDG évocateur de localisation secondaire non suspectée lors du bilan initial avant la TEP ont été notés 16 fois. Il s'agissait de foyers de fixation osseux (n = 5), colo-rectaux (n = 5), sus-claviculaires (n = 2), pelviens (n = 2), duodénal (n = 1) ou rénal (n = 1). Cinq lésions fixant le FDG (31 %) se sont avérées malignes : chez 3 patients une métastase osseuse a été confirmée, un autre patient avait une métastase rénale confirmée à l'autopsie enfin un dernier patient avec un foyer sus-claviculaire est décédé rapidement de maladie plurimétastatique. Les autres foyers de fixation (notamment digestifs, tous explorés endoscopiquement) se sont avérés non pathologiques sur le suivi radio-clinique.

Discussion

En 2003, la TEP-FDG était considérée comme utile dans le cancer pulmonaire dans deux indications [6] : la caractérisation d'une lésion pulmonaire suspecte de malignité de plus de 10 mm en dehors d'une diffusion métastatique évidente et l'évaluation initiale de l'envahissement loco-régional et à distance des cancers bronchiques primitifs non à petites cellules. Nos résultats, avec une Se de 96 % et une Sp de 71 % sont en accord avec les données de la littérature et confirment l'intérêt de la TEP-FDG dans la caractérisation d'une lésion pulmonaire suspecte de plus de 10 mm. Deux méta-analyses récentes rapportent sur 1 474 et 1 108 lésions une excellente Se de 96,8 % et 96 %, et une Sp intermédiaire de 73 % et 77,8 % dans la caractérisation d'un nodule ou d'une masse pulmonaire [9, 10]. Ces études soulignent le risque de faux négatifs pour les nodules mesurant moins de 10 mm ainsi que pour les tumeurs à faible activité métabolique, comme les adénocarcinomes bronchiolo-alvéolaires. Les cas de faux positifs sont rapportés pour des lésions inflammatoires actives (granulomatoses, infections...). Notre série confirme les réserves émises concernant les adénocarcinomes bronchiolo-alvéolaires (2 faux négatifs sur 3) et les lésions de moins de 1 520.

La TEP-FDG est également recommandée dans l'évaluation initiale de l'envahissement loco-régional et à distance des tumeurs bronchiques primitives [6]. L'envahissement tumoral des ganglions médiastinaux est un facteur de mauvais pronostic et modifie la prise en charge thérapeutique des patients porteurs d'un CPNPC cliniquement opérable. La médiastinoscopie, considérée comme le "gold standard" de la stadification médiastinale a une sensibilité d'environ 80 % et une spécificité de 100 % mais constitue un acte invasif et certaines localisations ganglionnaires ne sont pas accessibles [11]. La supériorité de la TEP-FDG par rapport à la TDM seule dans la détection des métastases ganglionnaires médiastinales a été rapportée [1, 12-15] laissant suggérer une possible diminution des indications de médiastinoscopie. Plusieurs études prospectives et deux méta-analyses ont montré une sensibilité

et une spécificité de la TEP de 79 % à 91 % et de 86 % à 91 % [1, 13, 14], supérieures à celles de l'imagerie conventionnelle (57 % à 61 % et 79 % à 82 % [15, 16]) dans la détection des métastases ganglionnaires. L'exactitude apparaît, de plus, fortement améliorée, 87 % à 96 %, lorsque la TEP est couplée à la TDM [12, 17]. La VPP de la TEP demeure cependant faible, de 45 % à 51 % [7, 18, 19] en raison du nombre élevé de faux positifs liés à des maladies inflammatoires (sarcoïdose, tuberculose...) et tous les auteurs s'accordent sur la nécessité de vérifier par médiastinoscopie les ganglions médiastinaux fixant le FDG [7, 18-20].

Malgré les recommandations publiées en 2003 de l'American Society of Clinical Oncology, incitant à une vérification histologique par médiastinoscopie des adénomégalies médiastinale avec ou sans fixation du FDG en TEP [20], plusieurs équipes nord-américaines retrouvant une excellente VPN de 95 % à 98,4 % ont proposé de ne plus réaliser de médiastinoscopie en l'absence de fixation du FDG par des ganglions médiastinaux [18, 19]. Nos résultats, avec une VPN de 84 % ne confirment pas ces données et ne nous incitent pas à modifier l'indication reconnue de médiastinoscopie en cas de ganglions médiastinaux accessibles de plus de 10 mm. Cette attitude est confortée par deux études postérieures, portant sur 202 et 303 patients avec une VPN de 88 % et 87 % confirmant la place de la médiastinoscopie dans la stadification médiastinale des ganglions mesurant plus de 10 mm [7, 8]. Notre étude retrouve des résultats décevants dans la stadification ganglionnaire médiastinale avec 10 cas de maladie N2 sous-estimée. Cependant, il faut tenir compte de la sélection exigée lors de la demande de TEP au sein de notre population. Ne disposant pas de cet examen pour tous les patients, les TEP ont été demandées essentiellement en cas de tumeur pulmonaire évoluée avec un doute sur une lésion suspecte associée. Il s'agissait donc de patients plus exposés à un envahissement ganglionnaire médiastinal (confirmé par le nombre élevé de N2 : 26 cas sur 90 patients opérés) augmentant ainsi le risque de faux négatifs. De même, une TEP a été rarement réalisée pour des patients présentant un envahissement ganglionnaire médiastinal majeur (parmi les 10 patients N2 sous-estimés, 5 ne présentaient pas d'adénopathies médiastinales élargies), diminuant ainsi le nombre de vrai positifs, chez lesquels nous réalisons de principe une médiastinoscopie en vue d'une éventuelle chimiothérapie d'induction. Enfin, l'absence d'utilisation de fusion d'image TEP/TDM dans cette expérience (aucun patient n'a bénéficié de ce type d'imagerie) pourrait expliquer en partie ces résultats décevants.

L'intérêt de la TEP-FDG dans la détection de métastases extrathoraciques a été largement souligné [3]. La TEP-FDG permettrait de détecter plus de 10 % de métastases non suspectées sur les modes d'imageries conventionnelles avec pour corollaire de modifier l'attitude thérapeutique, en évitant une chirurgie inutile dans environ 15 % des cas [3]. L'intérêt de la TEP-FDG a été particulièrement signalé dans le diagnostic des lésions surrenaliennes [21, 22]. La découverte d'une ano-

malie radiologique à la TDM en regard des glandes surrenales lors de la prise en charge initiale d'un CPNPC pose un problème diagnostique en raison de la prévalence importante des incidentalomes, estimée entre 2 à 9 % dans la population générale [23]. Actuellement, l'American Society of Clinical Oncology recommande la réalisation d'une biopsie percutanée lors de la découverte d'une masse surrenalienne à l'échographie abdominale ou sur la TDM [20]. Cependant, ces lésions ne sont pas toujours faciles d'accès et une biopsie négative ne permet pas d'éliminer formellement une lésion maligne. Plusieurs études, dont une prospective, ont mis en évidence une excellente sensibilité (100 %) et spécificité (80 % à 100 %) de la TEP-FDG dans le diagnostic des lésions surrenaliennes [21, 22]. L'intérêt présumé de la TEP-FDG serait alors de pouvoir distinguer de manière non invasive une hyperplasie surrenalienne bénigne d'une métastase surrenalienne. Dans la détection des métastases surrenaliennes, notre étude (avec un seul faux négatif) confirme ces résultats indiquant que la TEP-FDG semble l'examen actuellement le plus performant dans la caractérisation d'une masse surrenalienne.

La découverte d'un nodule pulmonaire solitaire ou satellite est une situation fréquente. Dans une étude récente de la *Mayo Clinic*, portant sur 1 520 patients à risque de cancer pulmonaire, un nodule non calcifié a été découvert sur la TDM chez 69 % d'entre eux dont seulement 3 % étaient malins [24]. La sensibilité de la ponction-biopsie sous TDM d'un nodule pulmonaire malin varie de 80 % à 95 % [25] mais elle n'a de valeur que positive. Or la caractérisation exacte de la nature maligne ou bénigne d'un nodule pulmonaire solitaire ou satellite est un élément fondamental afin de diminuer le nombre de thoracotomies inutiles. Cependant, actuellement les performances de la TEP-FDG dans la caractérisation d'un nodule pulmonaire semblent fortement corrélées à sa taille. Notre étude confirme les performances médiocres de la TEP dans l'appréciation de la malignité de ces nodules pulmonaires satellites de moins de 10 mm (3 faux négatifs sur 6 malins, 2 faux positifs sur 8 bénins).

Dans notre série, la TEP-FDG a démasqué 5 sites métastatiques supplémentaires non décelés lors du bilan initial conventionnel. Elle a donc permis d'éviter près de 5 % de thoracotomies inutiles. Il est intéressant de noter que, parmi ces 5 sites additionnels, 3 ont été retrouvés chez des patients présentant un nodule pulmonaire satellite donc considérés comme potentiellement métastatiques. Aucune fixation digestive n'a été confirmée lors des explorations endoscopiques. L'utilisation de fusion d'image TEP/TDM devrait permettre de mieux caractériser ces fixations digestives correspondant alors à une accumulation physiologique du FDG, difficile à reconnaître en TEP seule.

Partie intégrante du bilan préopératoire des CPNPC, la TEP-FDG apparaît actuellement comme un examen performant qu'il faut apprendre à interpréter, avec des limites à connaître. Son utilisation semble être particulièrement intéressante dans l'identification des lésions surrenaliennes et de sites métastatiques passés inaperçus lors du bilan convention-

nel [3, 26], et devrait permettre une meilleure sélection des patients opérables. Son intérêt apparaît actuellement plus limité dans la stadification médiastinale ganglionnaire qui pourrait être améliorée par l'imagerie couplée TEP-TDM et l'arrivée de nouveaux marqueurs radioactifs.

Références

- 1 Lowe VJ, Naunheim KS : Positron emission tomography in lung cancer. *Ann Thorac Surg* 1998 ; 65 : 1821-9.
- 2 Lowe VJ, Fletcher JW, Gobar L, Lawson M, Kirchner P, Valk P, Karis J, Hubner K, Delbeke D, Heiberg EV, Patz EF, Coleman RE : Prospective investigation of positron emission tomography in lung nodules. *J Clin Oncol* 1998 ; 16 : 1075-84.
- 3 Pieterman RM, Van Putten JW, Meuzelaar JJ, Mooyaart EL, Vaalburg W, Koeter GH, Fidler V, Pruijm J, Groen HJ : Preoperative staging of non-small-cell lung cancer with positron-emission tomography. *N Engl J Med* 2000 ; 343 : 254-61.
- 4 Gupta NC, Tamim WJ, Graeber GG, Bishop HA, Hobbs GR : Mediastinal lymph node sampling following positron emission tomography with fluorodeoxyglucose imaging in lung cancer staging. *Chest* 2001 ; 120 : 521-7.
- 5 Kernstine KH, McLaughlin KA, Menda Y, Rossi NP, Kahn DJ, Bushnell DL, Graham MM, Brown CK, Madsen MT : Can FDG-PET reduce the need for mediastinoscopy in potentially resectable non small cell lung cancer? *Ann Thorac Surg* 2002 ; 73 : 394-401.
- 6 Bourguet P, Blanc-Vincent MP, Boneu A, Bosquet L, Chauffert B, Corone C, Courbon F, Devillers A, Foehrenbach H, Lumbroso JD, Mazselin P, Montravers F, Moretti JL, Talbot JN : FNCLCC PET-Scanning Committee : Summary of the Standards, Options and Recommendations for the use of positron emission tomography with 2-[¹⁸F]fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDP-PET scanning) in oncology (2002). *Br J Cancer* 2003 ; 89 : S84-91.
- 7 Reed CE, Harpole DH, Posther KE, Woolson SL, Downey RJ, Meyers BF, Heelan RT, MacApinlac HA, Jung SH, Silvestri GA, Siegel BA, Rusch VW : American College of Surgeons Oncology Group Z0050 trial : Results of the american college of surgeons oncology group Z0050 trial: the utility of positron emission tomography in staging potentially operable non-small cell lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 ; 126 : 1943-51.
- 8 Gonzalez-Stawinski GV, Lemaire A, Merchant F, O'Halloran E, Coleman RE, Harpole DH, D'Amico TA : A comparative analysis of positron emission tomography and mediastinoscopy in staging non-small cell lung cancer *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 ; 126 : 1900-5.
- 9 Gould MK, Maclean CC, Kuschner WG, Rydzak CE, Owens DK : Accuracy of positron emission tomography for diagnosis of pulmonary nodules and mass lesions: a meta-analysis. *JAMA* 2001 ; 285 : 914-24.
- 10 Gambhir SS, Czernin J, Schwimmer J, Silverman DH, Coleman RE, Phelps ME : A tabulated summary of the FDG PET literature. *J Nucl Med* 2001 ; 42 : 1S-93S.
- 11 Luke WP, Pearson FG, Todd TR, Patterson GA, Cooper JD : Prospective evaluation of mediastinoscopy for assessment of carcinoma of the lung. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986 ; 91 : 53-6.
- 12 Lardinois D, Weder W, Hany TF, Kamel EM, Korom S, Seifert B, von Schulthess GK, Steinert HC : Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron-emission tomography and computed tomography. *N Engl J Med* 2003 ; 348 : 2500-7.
- 13 Dwamena BA, Sonnad SS, Angobaldo JO, Wahl RL : Metastases from non-small cell lung cancer: mediastinal staging in the 1990s--meta-analytic comparison of PET and CT. *Radiology* 1999 ; 213 : 530-6.
- 14 Hellwig D, Ukena D, Paulsen F, Bamberg M, Kirsch CM : Onko-PET der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin. [Meta-analysis of the efficacy of positron emission tomography with F-18-fluorodeoxyglucose in lung tumors. Basis for discussion of the German Consensus Conference on PET in Oncology 2000] *Pneumologie* 2001 ; 55 : 367-77.
- 15 Gould MK, Kuschner WG, Rydzak CE, Maclean CC, Demas AN, Shigemitsu H, Chan JK, Owens DK : Test performance of positron emission tomography and computed tomography for mediastinal staging in patients with non-small-cell lung cancer: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2003 ; 139 : 879-92.
- 16 Toloza EM, Harpole L, McCrory DC : Noninvasive staging of non-small cell lung cancer: a review of the current evidence. *Chest* 2003 ; 123 : 137S-146S.
- 17 Vansteenkiste JF, Stroobants SG, Dupont PJ, De Leyn PR, De Wever WF, Verbeken EK, Nuyts JL, Maes FP, Bogaert JG : FDG-PET scan in potentially operable non-small cell lung cancer: do anatometabolic PET-CT fusion images improve the localisation of regional lymph node metastases? The Leuven Lung Cancer Group. *Eur J Nucl Med* 1998 ; 25 : 1495-501.
- 18 Graeter TP, Hellwig D, Hoffmann K, Ukena D, Kirsch CM, Schafers HJ : Mediastinal lymph node staging in suspected lung cancer: comparison of positron emission tomography with F-18-fluorodeoxyglucose and mediastinoscopy. *Ann Thorac Surg* 2003 ; 75 : 231-5.
- 19 Kernstine KH, McLaughlin KA, Menda Y, Rossi NP, Kahn DJ, Bushnell DL, Graham MM, Brown CK, Madsen MT : Can FDG-PET reduce the need for mediastinoscopy in potentially resectable nonsmall cell lung cancer ? *Ann Thorac Surg* 2002 ; 73 : 394-40.
- 20 Pfister DG, Johnson DH, Azzoli CG, Sause W, Smith TJ, Baker S Jr, Olak J, Stover D, Strawn JR, Turrisi AT, Somerfield MR : American Society of Clinical Oncology : American Society of Clinical Oncology treatment of unresectable non-small-cell lung cancer guideline: update 2003 *J Clin Oncol* 2004 ; 22 : 330-53.
- 21 Erasmus JJ, Patz EF Jr, McAdams HP, Murray JG, Herndon J, Coleman RE, Goodman PC : Evaluation of adrenal masses in patients with bronchogenic carcinoma using 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *AJR* 1997 ; 168 : 1357-60.
- 22 Maurea S, Klain M, Mainolfi C, Ziviello M, Salvatore M : The diagnostic role of radionuclide imaging in evaluation of patients with nonhypersecreting adrenal masses *J Nucl Med* 2001 ; 42 : 884-92.
- 23 Copeland PM : The incidentally discovered adrenal mass. *Ann Intern Med* 1983;98:940-5.
- 24 Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE, Midthun DE, Sloan JA, Syke AM, Aughenbaugh GL, Clemens MA : Lung cancer screening with CT: Mayo Clinic experience. *Radiology* 2003 ; 226 : 756-61.
- 25 Berquist TH, Bailey PB, Cortese DA, Miller WE : Transthoracic needle biopsy: accuracy and complications in relation to location and type of lesion. *Mayo Clin Proc* 1980 ; 55 : 475-81.
- 26 Pastorino U, Veronesi G, Landoni C, Leon M, Picchio M, Solli PG, Leo F, Spaggiari L, Pelosi G, Bellomi M, Fazio F : Fluorodeoxyglucose positron emission tomography improves preoperative staging of resectable lung metastasis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 ; 126 : 1906-10.