



Pet scan en médecine interne

Pet scan in internal medicine

التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني في الطب الباطني

S. Hamaz, A. Alj, F. Habib, A. Ouhajjou, M. Bachouchi, A. El Hassani, H. Harmouche, M. Aouni

المخلص :

تقنيات الطب النووي تمثل دورا هاما في تقييم الالتهابات والتعفنات، فلوريد الجلوكوز منقوص الأكسجين إحدى مضاهئات الجلوكوز ينتج في الآونة الأخيرة في المغرب، يمكن من الحصول على صور مقطعية حساسة وعالية الدقة بفضل التصوير المقطعي بانبعثات البوزيترون. التطبيقات المحتملة لهذه التقنية بالنسبة للطب الباطني تشمل بعض الأمراض الروماتيزمية، أمراض الأوعية الدموية الكبيرة، مثل التهاب الشريان الصدغي، وخصوصا في عرضه الشامل، والتهاب الشرايين تاكاياسو.

التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني هي تقنية مفيدة في تدريج مرض ساركويد، في تشخيص وتقييم الطرق العلاجية في الماييلوما المتعددة هو الأكثر فعالية لتشخيص أعراض الأبعاد الورمية، أو سرطان الأولية، في حالة الحمى مجهولة المنشأ، فإنه يسهل تحديد الموقع الأصلي ويساعد في توجيه وسائل التشخيص كلها حالات تصادف الطبيب الباطني يوميا.

ومع ذلك هناك حاجة لدراسات مستقبلية واسعة النطاق قبل أن تدمج هذه التقنية في الروتين السريري، لأنها مكلفة وقليلة التوفر في بلدنا.

الكلمات الأساسية : الطب الباطني - التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني.

Résumé :

Les techniques de médecine nucléaire jouent un rôle de plus en plus important dans l'évaluation des infections et des inflammations. Le 18F-fluorodésoxyglucose (18F-FDG) est un marqueur du métabolisme glucidique, récemment produit au Maroc, qui permet d'obtenir des images dites fonctionnelles très sensibles et de haute résolution grâce à la tomographie par émission de positons (TEP). Les indications potentielles de la TEP-FDG en médecine interne concernent la prise en charge diagnostique de certaines maladies inflammatoires, des vascularites des gros vaisseaux, tels que la maladie de Horton surtout dans sa présentation systémique, la maladie de Takayasu ou les aortites inclassables. Elle est utile pour le bilan d'extension de la sarcoidose ainsi que pour le diagnostic différentiel et l'évaluation thérapeutique dans le myélome multiple. La TEP au 18-FDG est la plus efficace pour le diagnostic étiologique des syndromes paranéoplasiques, ou des carcinomes de primitifs inconnu. En cas de fièvre d'origine inconnue, elle facilite l'identification du foyer d'origine et guide ainsi la réalisation des examens de confirmation. Elle traite toutes ces situations qui sont fréquemment rencontrées en médecine interne.

Cet article se concentrera sur le rôle de la TEP au 18F-FDG dans la pathologie rencontrée en médecine interne. Cependant, des études prospectives à grandes échelles sont nécessaires avant d'incorporer la TEP-FDG systématiquement en routine clinique, du fait qu'elle reste coûteuse et peu disponible dans notre pays.

Mots clés : Pet Scan, médecine interne, PET au 18-FDG

Abstract :

The nuclear medicine techniques represent an important role in infections and inflammation's evaluation. 18-fluorode soxyglucose (18F-FDG) is a tracer of glucose metabolism, recently produced in Morocco, which provides functional sensitive and high resolution images thanks to Positron Emission Tomography (PET). The indications of FDG-PET in internal medicine include the diagnosis management of certain inflammatory diseases, vasculitis of large vessels, such as temporal arteritis, especially in its systemic presentation, and Takayasu's arteritis. It is also useful for staging sarcoidosis, for differential diagnosis and the therapeutic's evaluation in multiple myeloma. The 18-FDG PET is the most effective for the diagnosis of paraneoplastic syndromes, or carcinomas of unknown primary. In case of fever of unknown origin, it facilitates the identification of the site of the infection and guides investigations conducting to the confirmation of the diagnosis. All, situations frequently found in internal medicine.

This article will focus on the role of 18-FDG PET in the pathology specific to internal medicine. However, large scale prospective studies are needed before incorporating FDG-PET in clinical routine, because it is expensive and not available in our country.

Keywords : internal medicine, TEP scan

Tiré à part : S. Hamaz : Service de médecine interne A, Hôpital Ibn Sina C.H.U. de Rabat - Salé - Maroc

Introduction

La Tomographie par Émission de Positons (TEP) couplée au scanner (TEP-TDM) est une méthode d'imagerie médicale pratiquée par les spécialistes en médecine nucléaire. Elle connaît, dans l'immédiat un essor rapide au Maroc. Après l'installation d'une unité de cyclotron pour la production du FDG18 à Ain aouda, nous sommes le premier pays maghrébin à pratiquer cet examen. Actuellement, les premières réalisations TEP-TDM sont pratiquées au secteur privé à Rabat, d'autres sont en cours d'installation aux Centres Universitaires de Rabat et de Casablanca. Il s'agit d'une modalité d'imagerie devenue incontournable en hématologie-oncologie [1,2], qui voit ses indications s'élargir en neurologie, pneumologie et cardiologie.

L'intérêt de la TEP-TDM en médecine interne est en cours de reconnaissance. Après un bref rappel des principes de base de la TEP permettant de percevoir ses capacités, nous étudierons l'étendue de ses applications cliniques potentielles en médecine interne à travers une revue de la littérature sur le sujet.

Historique

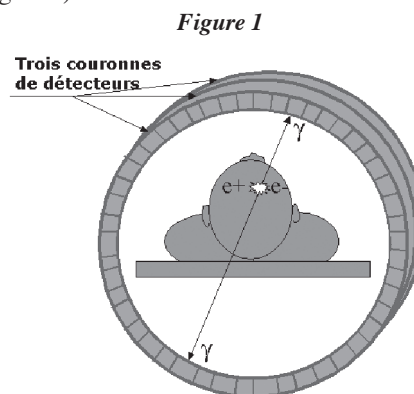
La TEP est une technique scintigraphique d'imagerie fonctionnelle développée pour la première fois en 1975 par Philips & Hoffman, mais qui est restée cantonnée au domaine de la recherche pendant une trentaine d'années. En 1980, grâce à l'apparition des systèmes corps entier, il y a eu les premières applications en cancérologie. Au début des années 2000, la TEP étant une imagerie fonctionnelle, a été couplée avec un tomodensitomètre, ce dernier donnant une imagerie anatomique, ce qui a permis d'allier la puissance du fonctionnel et de l'anatomique du PET-TDM ou TEP /CT.

Principes du fonctionnement du TEP-TDM

Principe physique de détection :

La tomographie par émission de positons est une technique basée sur l'administration d'un traceur faiblement radioactif dont la distribution dans l'organisme est observée

avec un détecteur spécifique très sensible : la caméra TEP, après un délai d'attente dépendant de la physiologie du traceur. Sa particularité est liée à la détection indirecte dite en coïncidence des 2 photons γ issus de l'annihilation instantanée du positon émis par le marqueur radioactif utilisé (figure 1).



Détection en coïncidence

Ces deux photons ont une énergie bien particulière (511Kev) et sont de plus émis simultanément dans deux directions diamétralement opposées. Leurs détections par des couronnes de la caméra TEP permet d'obtenir ensuite une image tomographique tridimensionnelle grâce à un algorithme de reconstruction. La dernière génération de tomographes (TEP-TDM) est désormais couplée à un tomodensitomètre au sein du même appareil afin de réaliser les 2 types d'images métaboliques et anatomiques quasiment simultanément avec le patient dans la même position. Outre le fait qu'un tel dispositif permet de réduire considérablement le temps d'examen, il permet de localiser précisément les foyers observés en TEP.

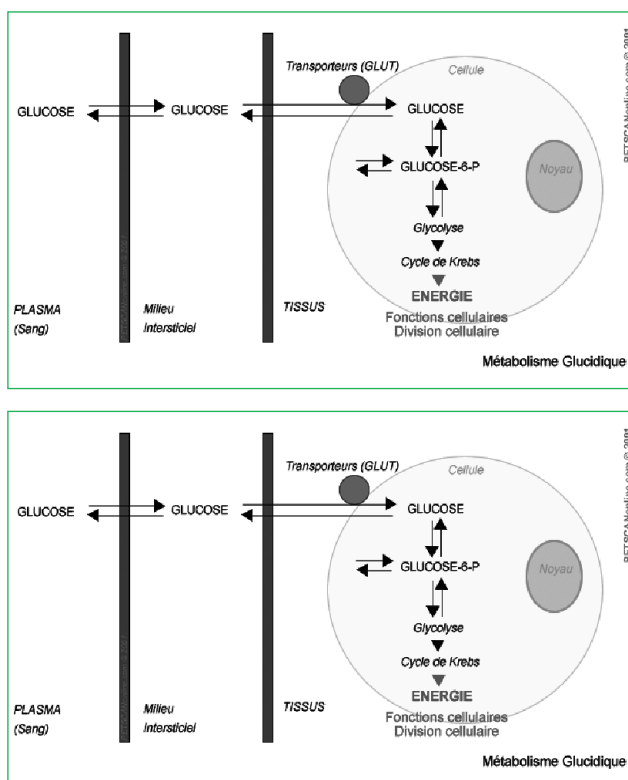
L'intérêt de la TEP réside surtout dans le fait que l'on obtient des images plus précises qu'en médecine nucléaire classique où l'on réalise une détection monophonotonique. Ainsi, la qualité des images obtenues par amélioration de la résolution spatiale et grâce à la correction de l'atténuation est meilleure.

Principe radiopharmaceutique :

Le traceur émetteur le plus utilisé actuellement en imagerie clinique est le fluorodesoxyglucose FDG18. Il

s'agit d'une molécule de glucose légèrement modifiée à laquelle est attaché un atome de fluor émetteur de positons. Ce dernier est créé grâce à un cyclotron par accélération de noyaux H^+ qui vont rencontrer des ^{18}O , en réagissant. Le FDG18 est capté au niveau des cellules par le même transporteur membranaire que le glucose (GLUT). Une fois à l'intérieur de la cellule, il subit une phosphorylation mais ne peut pas suivre la voie métabolique de la glycolyse et reste donc bloqué à cette étape d'où sa séquestration dans le cytoplasme (figure 2).

Figure 2



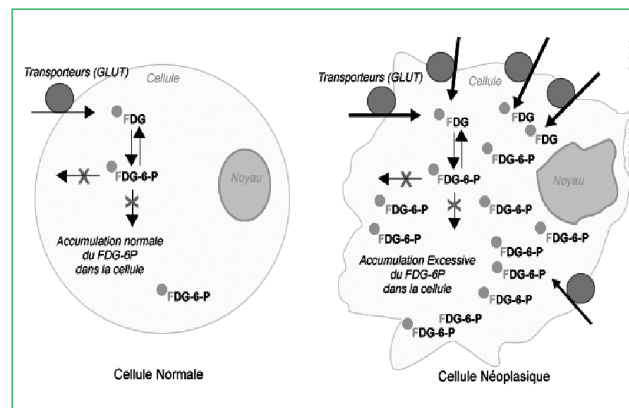
Devenir du FDG 18 en intracellulaire

Sa demi-vie est de 110 mn. Délai court qui oblige un transport rapide quand il est produit hors du lieu d'exploitation. Toute lésion formée de cellules dont le métabolisme glucidique est accru sera mise en évidence par une hyperfixation.

Or, un principe très important, plus la cellule est maligne plus elle a une avidité pour le glucose, plus sa fixation pour le FDG est importante (figure 3). C'est une caractéristique

qui n'est pas spécifique aux cellules malignes, Les cellules inflammatoires notamment le macrophage et les monocytes se comportent de la même façon d'où l'intérêt du FDG dans la localisation des foyers inflammatoires et infectieux.

Figure 3



Hyperfixation du FDG 18 dans une cellule maligne

Même si l'analyse des images TEP est surtout visuelle qualitative, il est possible de calculer divers indices chiffrés exprimant la quantité de traceur fixé ou accumulé dans une structure anatomique ou une lésion. L'indice le plus fréquemment utilisé est le Standardized Uptake Value (SUV). D'autres traceurs que le FDG sont utilisables. A l'instar de la scintigraphie classique, la TEP verrait ses indications s'élargir.

Réalisation pratique et limites de l'examen :

La répartition du FDG dans l'organisme fait d'abord apparaître les organes consommateurs exclusifs ou préférentiels de glucose. Il s'agit en premier du cerveau qui présente de façon constante une importante hyperfixation physiologique. Les autres sites de distribution physiologique du FDG sont le myocarde, les voies urinaires et les muscles. Une des plus classiques sources d'hyperfixations non pathologiques, principalement chez les enfants et les jeunes adultes, est liée à la présence de graisse brune. L'utilité du réchauffement des patients avant l'examen, ou une prémédication par β -bloquants pour diminuer ces fixations artefactuelles a été évoquée, cela étant dit, la topographie et le caractère symétrique des anomalies permettent le plus souvent d'identifier correctement ces hyperfixations.

Le déroulement de l'examen nécessite une préparation par le patient. En effet, un jeûne de six heures est nécessaire, un repos complet pendant 10 à 15 minutes avant l'injection, une bonne hydratation et une miction avant le passage en salle d'examen sont de routine. Si le patient est diabétique, un contrôle de la glycémie peut s'avérer utile. L'injection du FDG se fait en intraveineux stricte, et l'examen dure de 45 à 60 minutes.

L'irradiation du patient lors d'un examen TEP-TDM est du même ordre que celle délivrée au cours d'un scanner X à visée diagnostique avec une dose équivalente de 15 à 25 mSv soit de 370 à 555 MBq. Aucun effet secondaire du FDG, ni aucun phénomène allergique n'ont jamais été rapportés dans la littérature. La grossesse et l'allaitement ne sont pas de contre-indication spécifique à cet examen. La seule véritable limite de l'examen au FDG est le diabète non équilibré ou les patients non à jeûn, car l'hyperglycémie lors de l'injection du traceur réduit considérablement sa fixation dans les lésions malignes et diminue la sensibilité de la technique. L'administration d'insuline au moment de l'injection du FDG entraîne une accumulation du traceur dans les muscles squelettiques ce qui génère d'importants artefacts et réduit la disponibilité du traceur pour une fixation lésionnelle. Dans les indications de médecine interne, cette limite est cependant relative. En effet, la consommation de glucose par les cellules inflammatoires semble peu ou pas affectée par l'hyperglycémie. Au contraire, l'hyperglycémie augmenterait la consommation de glucose par les cellules inflammatoires, très favorable pour la recherche de foyer infectieux chez le diabétique par exemple [3].

Enfin, il faut rappeler l'incidence des traitements sur la fixation du traceur. En effet, l'action antiproliférante des chimiothérapies est connue pour diminuer voire faire disparaître l'hyperfixation du FDG en provoquant une sorte de sidération des cellules cancéreuses. Cet effet se prolonge pendant deux à trois semaines après administration du traitement. Ainsi, il est recommandé d'attendre trois semaines, avant de réaliser une TEP après une cure de chimiothérapie. Le même phénomène peut être discuté avec les traitements immunosuppresseurs utilisés dans certaines pathologies systémiques.

Pour ce qui est de la chirurgie ou la radiothérapie, elles peuvent induire des remaniements inflammatoires visibles

sous forme d'hyperfixations du traceur jusqu'à quatre mois. Ces phénomènes doivent être pris en compte lors de la prescription d'un TEPscan.

Par ailleurs, pour les indications de médecine interne, il est important de tenir compte des traitements administrés notamment antibiotiques et corticoïdes, ces derniers, par leur effet anti-inflammatoire réduisent la consommation du glucose par les cellules inflammatoires, ce qui peut être particulièrement utile pour juger de l'efficacité thérapeutique.

Applications du PETscan en médecine interne

Les indications en médecine interne sont multiples et différentes. Plusieurs équipes ont publié des données suffisamment concordantes et précises pour commencer à entrevoir l'utilisation de la technique dans des indications particulières. En effet, les médecins internistes sont souvent en première ligne pour la prise en charge diagnostique des fièvres d'origine inconnue, de certaines infections osseuses ou viscérales profondes, de maladies inflammatoires (vascularite de gros vaisseaux et sarcoidose). En oncologie, ils sont en particulier concernés par la prise en charge des carcinomes de primitif inconnu, des lymphomes et des syndromes paranéoplasiques.

Fièvre d'origine indéterminée

En 1961, Petersdorf et Beeson définissaient la fièvre d'origine indéterminée ou inconnue (FOI) comme une fièvre supérieure à 38,3 °C plus de 3 semaines, permanente ou intermittente demeurant d'origine inconnue depuis une semaine d'hospitalisation. Elle est actuellement définie par la persistance de fièvre après un nombre minimal de tests, plutôt que du temps d'hospitalisation ou du nombre de consultation. Il s'agit d'une situation fréquente en médecine interne 1% à 3%, qui nécessite souvent une panoplie d'investigations. Les causes de la FOI sont multiples : infectieuses dans 1/3 des cas, les maladies purement inflammatoires et les cancers représentent également 1/3 des causes, le dernier tiers demeure inexpliqué.

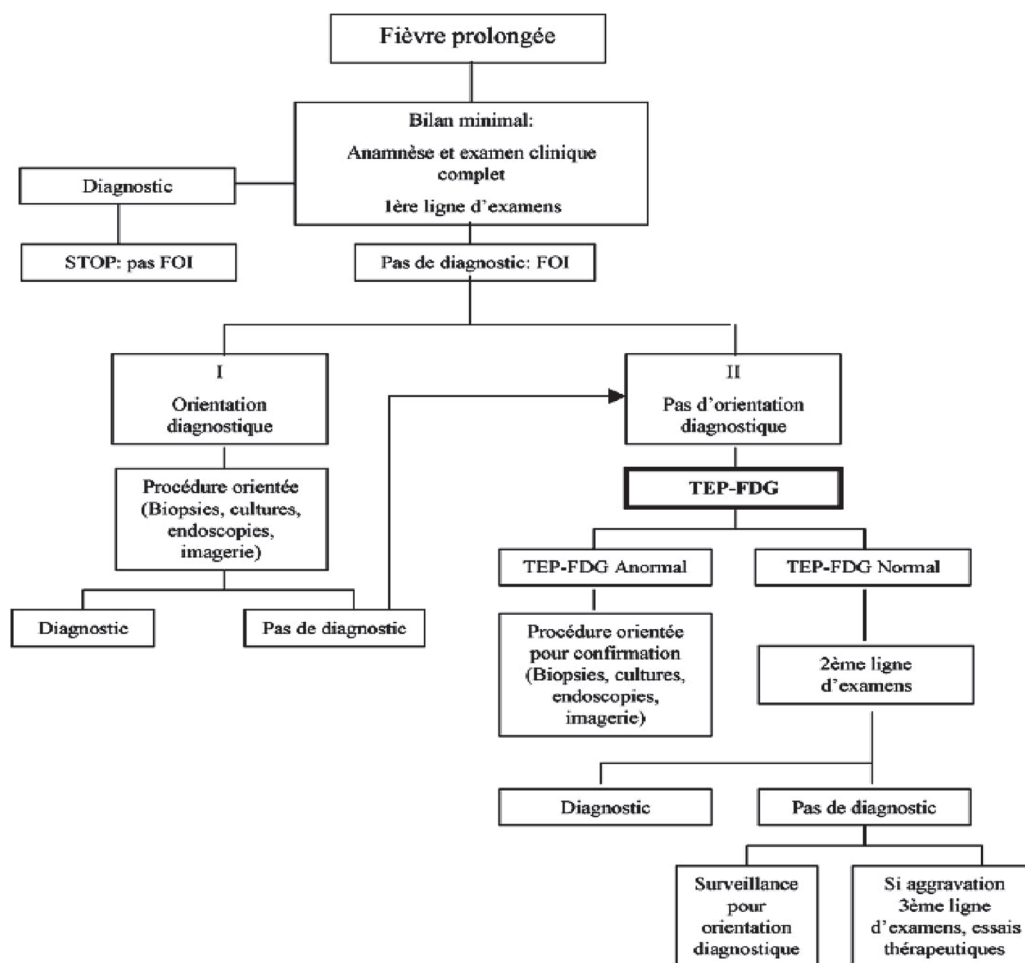
Dans cette indication particulière, le manque de spécificité de la TEP-FDG à différencier les affections malignes des autres, infectieuses ou inflammatoires, ne représente pas un inconvénient, car le médecin souhaite dans cette situation

disposer d'un test présentant une bonne sensibilité. En identifiant les foyers hypermétaboliques suspects, la TEP-FDG peut guider d'autres investigations d'imagerie morphologique ou de prélèvement conduisant au diagnostic étiologique.

Depuis 2000, huit études [16,15,19-24] ont évalué la TEP au FDG dans l'investigation d'une FOI, les plus récentes sont celles de Bleeker-Rovers et collaborateurs [16] en 2007, et Federici et coll. [15] en 2008. Elles concluent toutes à une contribution de cet examen au diagnostic final dans 16 à 69% des cas, la valeur prédictive positive (VVP) étant de 87% pour une valeur prédictive négative (VPN) de 95%. Alors que la plupart de ces études concernent la TEP au FDG seule, l'étude rétrospective de Federici et coll, en 2008 [15] est la première à évaluer cet examen couplé au CT sur dix patients avec FOI. Cet examen a contribué au diagnostic final dans 50% des cas, mais

de manière décisive dans seulement 23% des cas, lorsqu'aucun autre examen (comme le scanner par exemple) n'avait auparavant fourni le moindre indice. Cependant, quelle est la place de la TEP-FDG dans la stratégie diagnostique pour la prise en charge des FOI, en première intention en dépistage pour limiter les explorations multiples et non contributives ? Ou en seconde ligne pour orienter des explorations invasives ? En effet, même si cet examen semble utile en cours d'investigations d'une FOI, il n'existe pas à ce jour de données suffisamment solides pour proposer un algorithme diagnostique où la TEP au FDG aurait une place déterminée. Néanmoins, Bonadel et collaborateurs considèrent que cet examen doit être conduit en seconde ligne, après avoir utilisé les techniques d'imagerie conventionnelles (figure 4). Des études médicoéconomiques restent nécessaires afin de comparer l'une ou l'autre des stratégies.

Figure 4



place du TEP-TDM dans la stratégie diagnostique d'une fièvre d'origine indéterminée

L'apport de la TEP dans le cas particulier des patients infectés par le VIH qui présentent une fièvre au long cours a également été étudié [7,8]. Au stade du Sida, il semble que la TEP soit capable de mettre correctement en évidence la pathologie en cause (en général une infection ou une pathologie maligne) avec une sensibilité de 92 % et une spécificité de 94 %. La TEP serait même capable, de différencier les atteintes cérébrales bénignes (toxoplasmose et leucoencéphalopathie) des atteintes lymphomateuses grâce à l'intensité de la fixation mesurée par le SUV [8].

Maladies infectieuses

Tahara et al [9] ont été les premiers à décrire en 1989 une hyperfixation intense du FDG dans un cas d'abcès abdominal. Puis d'autres cas cliniques ont été rapportés réalisant souvent des faux positifs dans des études menées dans un but oncologique. Depuis, de nombreuses études prospectives ont été publiées sur l'emploi de la TEP-FDG pour le diagnostic des maladies infectieuses.

La sensibilité globale de la TEP-FDG pour détecter les lésions infectieuses semble élevée. La valeur prédictive négative est très élevée, entre 90% et 100%. Le recours à cette technique pour détecter des sites infectieux concernent surtout les foyers osseux ou les infections de prothèse, mais aussi les localisations infectieuses abdominales, thoraciques, vasculaires et des tissus mous. Les infections du squelette sont fréquentes. La précocité du diagnostic est capitale pour optimiser leur prise en charge. Les signes cliniques et biologiques sont parfois frustes et non spécifiques aux stades précoces. De nombreuses techniques d'imagerie radiologiques et scintigraphiques sont d'ores et déjà utilisées [10]. Avec une irradiation bien moindre, la TEP-FDG est devenue la technique de choix pour les infections des membres, et dans la prise en charge des ostéites chroniques, en particulier les localisations vertébrales, des spondylodiscites, des infections des pieds diabétiques ou des infections de prothèses sachant que pour ces derniers, la technique est moins performante pour les prothèses de genoux que pour les prothèses de hanches [5,6]. Cependant, compte tenu du nombre et des performances correctes des autres techniques, et en l'absence d'études prospectives de

plus grande envergure, la TEP-FDG ne devrait être réservée qu'aux situations d'interprétation difficile après les examens conventionnels. Ainsi, la TEP-FDG est capable d'exclure l'ostéomyélite avec une exactitude diagnostique de 92%.

En ce qui concerne les affections pulmonaires, de nombreux auteurs ont tenté, mais sans succès en raison de l'insuffisance de spécificité du traceur, d'établir des critères de différenciations entre lésions malignes et infectieuses en particuliers tuberculeuses lorsque les examens bactériologiques sont négatifs. Le diagnostic nécessite souvent un examen anatomopathologique. Cependant, la TEP-TDM peut s'avérer utile pour différencier les lésions fibreuses sans activité infectieuse des persistance de maladie active, qui peuvent parfois perdurer jusqu'à six mois [11].

Syndrome paranéoplasique

Les syndromes paranéoplasiques (SP) représentent un groupe de signes cliniques et biologiques associé à une maladie néoplasique. Retrouvés chez 2% à 15% des patients atteints de cancer, ils se manifestent à distance de la tumeur primitive et ne sont liés ni à une compression mécanique exercée par la tumeur, ni à ses métastases éventuelles. Ils posent souvent le problème du diagnostic étiologique. Plusieurs études [10,12,13] ont démontré que le TEP TDM au FDG18 est un outil intéressant pour identifier une néoplasie sous-jacente lorsque un syndrome paranéoplasique est suspecté, avec une sensibilité 87% et une spécificité 71% en moyenne.

L'étude de Banayen et al. en 2008 a inclus 31 patients avec suspicion clinique d'un syndrome paranéoplasique (SP), 12 SP neurologiques (NP), 8 SP endocriniens (Sd Cushing hypercalcémie), 7 SP rhumatologiques (polyarthralgies), 6 SP vasculaire (TVP), et 1 SP dermatologique (dermatomyosite). Le PET scan a mis en évidence 6 sites primitifs par rapport à 3 pour la TDM seule. Il a montré dans un cas des métastases ganglionnaires passées inaperçues au scanner et a conclu à 11 causes bénignes. Dix cas sont restés indéterminés à la fin de l'étude.

Au total, les données sont hétérogènes mais prometteuses: que ça soit en identifiant le site primitif directement (35 à 49% des cas), ou en orientant des biopsies ; la TEP couplé à

la TDM permet d'établir plus précocement un diagnostic, de diminuer les faux positifs et donc de prévoir un traitement spécifique. Elle permet aussi de révéler des causes non néoplasiques.

Les carcinomes de primitif inconnu (CAPI)

Les carcinomes de primitif inconnu sont définis par la découverte d'une ou plusieurs métastases histologiquement prouvées dont le primitif n'a pas pu être identifié à la suite d'un bilan complet [14]. Ils représentent la 4^{ème} cause de mortalité par cancer [16]. En somme dans la démarche diagnostique des carcinomes de primitif inconnu, les études ont démontré que la TEP au FDG a permis de mettre en évidence des tumeurs primitives après l'échec d'un bilan conventionnel pour plus de 25% des carcinomes de primitif inconnu de la tête et du cou et pour 41% des cas des autres sortes de carcinomes de primitif inconnu. De plus, on a pu constater des modifications thérapeutiques dans environ un tiers des cas [17]. Cependant, ces études ne rapportent pas d'amélioration significative de la survie globale des patients traités. La réalisation de la TEP-FDG est tout de même recommandée dans cette indication, chaque fois qu'un traitement à visée curative est envisagé.

Vascularites

En effet, la résolution spatiale de la TEP ne permet pas l'étude fiable des structures inférieure à 5 mm, raison pour laquelle les travaux concernent plutôt la maladie de Horton et la maladie de Takayasu. La littérature médicale rapporte toutefois des cas de fixation du FDG au cours d'autres pathologies vasculaires inflammatoires telles que les atteintes aortiques de la maladie de Wegener, les aortites, la périartérite noueuse, la maladie de Churg et Strauss, les vascularites non typées des gros vaisseaux ou les vascularites post-infections [18–25].

La TEP-FDG ne remplace pas la biopsie de l'artère temporale pour le diagnostic de la maladie de Horton (MH), mais trouve son intérêt d'abord dans les formes typiques avec BAT négatives puis dans les formes masquées ou atypiques, notamment les présentations purement systémiques. Ainsi,

l'atteinte des grosses artères dans la maladie de Horton reste souvent infraclinique et méconnue [26] ; l'artérite extracrânienne compliquée est retrouvée dans 27% à 45% des cas si elle est recherchée systématiquement par TDM TAP [27]. Et depuis 2001, beaucoup plus d'observations de la maladie de Horton avec artérite extracrânienne révélée par la TEP ont été rapportées [28,29]. Selon la série de 25 malades de Both et al, les résultats de la TEP sont faiblement corrélés aux paramètres clinicobiologiques d'activité de la maladie, ainsi qu'à l'IRM [30], donc pour l'instant, la TEP n'a pas d'intérêt dans le suivi systématique des patients avec la maladie de Horton. Contrairement à la maladie de Takayasu, où la TEP au FDG est le meilleur examen pour l'identification des rechutes inflammatoires infra biologiques et la surveillance de la maladie sous traitement puisqu'il a été prouvé que l'activité clinique de la maladie est mieux corrélée avec la TEP qu'avec les paramètres inflammatoires biologiques [31]. En plus de son intérêt pour le diagnostic précoce avec une VVP de 100%, et sa supériorité à identifier les régions vasculaires actives par rapport à l'IRM et l'artériographie [32].

Sarcoïdose

Les lésions granulomateuses de la sarcoïdose fixent habituellement intensément le FDG, d'où les bonnes performances diagnostiques de la TEP-FDG pour cette maladie par rapport aux techniques conventionnelles notamment la scintigraphie au Galium (100% VS 71% pour toutes les localisations) [33]. Cependant, La TEP-TDM n'a aucun intérêt dans le diagnostic initial des formes médiastinopulmonaires pures et classiques. Elle est réservée aux formes évoluées, compliquées ou atypiques [34,35]. Elle trouve toute sa place dans le bilan d'extension lorsque la sarcoïdose est diagnostiquée, puisqu'elle permet de découvrir 15% des lésions méconnues par l'examen clinique, la radiographie pulmonaire et la TDM thoracique, essentiellement l'atteinte cardiaque [36], nasosinusienne et pharyngolaryngée [35]. Ainsi que dans l'évaluation de la réponse au traitement puisqu'elle est plus sensible que l'ECA et sIL-2r pour l'évaluation de l'activité de la maladie [37].

Myélome multiple

Dans le myélome multiple, le bilan radiologique sous-estime l'étendue et la sévérité de l'atteinte osseuse et médullaire, sachant que la scintigraphie osseuse est inadéquate dans les myélomes. Les auteurs ont démontré une concordance des lésions d'hyperfixation à la TEP FDG avec les lésions lytiques radiologiques, avec même une identification de lésions à peine radiologiquement visibles. Sachant qu'il n'existe pas de fixation en cas de gammopathie monoclonale de signification indéterminée, la TEP TDM est donc utile pour l'identification du myélome, pour juger du caractère évolutif des lésions, (rémission ou récurrence si formes non sécrétante) et pour le suivi post thérapeutique ou pour servir de base à une évaluation thérapeutique. Elle permet aussi la recherche de localisations extra médullaires qui sont de mauvais pronostic.

Autres

D'autres pathologies ont été étudiées en TEP-FDG à des degrés divers, cependant il faudra mener des études plus larges afin de préciser la place de la TEP dans ces pathologies, ou les données préliminaires sont encourageantes.

Un article [38] rapporte une fixation du FDG chez 26 patients porteurs de fibrose rétro-péritonéale. Cette fixation est corrélée à l'activité de la maladie, faisant de la TEP un outil potentiel pour le suivi de l'évolution sous traitement.

La TEP met correctement en évidence l'inflammation synoviale au cours des arthrites inflammatoires (PR). Des hyperfixations au FDG sur les grosses articulations sont corrélées aux anomalies sur IRM. Elle aurait alors un intérêt dans la surveillance précoces de l'efficacité du traitement, avant les modifications anatomiques de la synoviale. Ainsi que dans le bilan d'extension, et l'évaluation pronostique [39]. Cependant des études de comparaison avec les techniques actuelles de référence sont nécessaires.

De même, dans une série de 5 patients suivis pour syndrome de Gougerot-Sjogren chez qui on a réalisé une TEP-TDM soit pour altération de l'état général, adénopathie, fièvre, soit pour atteinte pulmonaire interstitielle ou vascularite cutanée ; l'hyperfixation anormale du FDG a

été remarquée chez tous les patients avec une SUV voisine à celle observée en cas de prolifération lymphomateuse et les biopsies guidées par la TEP-FDG ont été contributives à 100%.

Dans le domaine de la médecine interne, d'autres pathologies ont été rapportées mais il s'agit de cas isolés principalement. On citera : l'amylose [40,41], la maladie de Castleman [42], la maladie d'Erdheim-Chester [43], la maladie de Rosai et Dorfman [44] et la pancréatite auto-immune.

La TEP-TDM est une technique d'imagerie qui fournit une double information morphologique et métabolique expliquant ses performances diagnostiques souvent supérieures à l'imagerie radiologique seule. Elle voit son champ d'application grandir de jour en jour dans différents domaines, dont celui de la médecine interne. L'extension récente en 2011 de l'AMM de la TEP-FDG à diverses indications, en est le témoin

- Le bilan d'extension de la vascularite des gros vaisseaux et des maladies inflammatoires intestinales;
- La localisation d'un foyer anormal de sarcoïdose;
- Le bilan d'extension pour guider le diagnostic étiologique en cas de fièvre d'origine inconnue;
- Certaines maladies infectieuses: infection chronique de l'os et/ou des structures adjacentes même en présence de matériel métallique, suspicion d'infection de prothèse de hanche ou vasculaire, fièvre chez les patients atteints de sida;
- Le suivi de la réponse thérapeutique dans l'échinococcose alvéolaire non résécable à la recherche de localisation active du parasite, au cours du traitement médical ou après l'interruption de ce dernier.

Conclusion

Apparue il ya plus de 20 ans, l'avenir plus lointain de la TEP sera probablement le fait du développement et de la commercialisation d'autres traceurs que le desoxyglucose et d'autres émetteurs de positons que le fluor 18.

Actuellement, les données de l'utilisation de la TEP-FDG en médecine interne sont prometteuses, cependant, il convient d'utiliser cette technique, qui reste coûteuse et peu disponible dans notre pays avec discernement et de préférence dans un cadre de concertation pluridisciplinaire.

Références

- [1] Rohren EM, Turkington TG, Coleman RE. Clinical applications of PET in oncology. *Radiology* 2004;231:305-332.
- [2] Bourguet P. Groupes de travail SOR. Standards, Options and Recommendations for the use of PET-FDG in cancerology. *Bull Cancer* 2003;90
- [3] Alavi A, Gupta N, Alberini JL, Hickeson M, Adam LE, Bhargava P et al. Positron emission tomography imaging in nonmalignant thoracic disorders. *Semin Nucl Med* 2002;32:293-321.
- [4] El-Maghraby TA, Moustafa HM, Pauwels EK. Nuclear medicine methods for evaluation of skeletal infection among other diagnostic modalities. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2006;50:167-192.
- [5] Love C, Tomas MB, Tronco GG, Plestro CJ. FDG PET of infection and inflammation. *Radiographics* 2005;25:1357-1368.
- [6] Stumpe KD, Strobel K. 18F FDG-PET imaging in musculoskeletal infection. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2006;50: 131-142.
- [7] Kusters K, Bleeker-Rovers CP, van Crevel R, Oyen WJ, Van der Ven AJ. Aortitis diagnosed by F-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in a patient with syphilis and HIV coinfection. *Infection* 2005;33: 387-389
- [8] O'Doherty MJ, Barrington SF, Campbell M, Lowe J, Bradbeer CS. PET scanning and the human immunodeficiency virus-positive patient. *J Nucl Med* 1997;38:1575-1583
- [9] Tahara T, Ichiya Y, Kuwabara Y, Otsuka M, Miyake Y, Gunasekera R et al. High [18F]-fluorodesoxyglucose uptake in abdominal abscess : a PET study. *J Comput Assist Tomogr* 1989;13:829-831.
- [10] Antoine JC, Cinotti L, Tilikete C, Bouhour F, Camdessanché JP, Confavreux C. 18F]fluorodesoxyglucose positron emission tomography in the diagnosis of cancer in patients with paraneoplastic neurological syndrome and anti-Hu antibodies. *Ann Neurol* 2000;48:105-108.
- [11] Park IN, Ryu JS, Shim TS. Evaluation of therapeutic response of tuberculoma using F-18 FDG positron emission tomography. *Clin Nucl Med* 2008;33:1-3
- [12] Younes-Mhenni S, Janier MF, Cinotti L, Antoine JC, Tronc F, Cottin V, et al. FDG-PET improves tumour detection in patients with paraneoplastic neurological syndromes. *Brain* 2004;127:2331-2338.
- [13] S. Banayan , M. Janier, J. Ninet, P. Delmas, C. Thivolet, O.Pellete,N.Guillerma-Zucchi, C. Billotey Syndromes paranéoplasiques : intérêt de la tomographie par émission de positons (TEP) au 18F-fluoro-désoxyglucose (FDG) *Médecine Nucléaire* 32 (2008) 281-290
- [14] Haskell CM, Cochran AJ, Barsky SH, Steckel RJ. Metastasis of unknown origin. *Curr Probl Cancer* 1988;12:5-58.
- [15] Federici L, Blondet C, Imperiale A, et al. Value of 18F-FDG-PET/CT in patients with fever of unknown origin and unexplained prolonged inflammatory syndrome : A single centre analysis experience. *Int J Clin Pract* 2008;
- [16] Jemal A, Siegel R, Ward E, Murray T, Xu J, Smigal C, et al. Cancers statistics. *CA Cancer J Clin* 2006;56:106-130.
- [17] C. Audigier, C. Billotey, E. Deshayes, S. Banayan, M. Janier Place de la TEP au 18FDG dans la localisation de primitifs néoplasiques *Médecine Nucléaire* 33 (2009) 508-511
- [18] Salvarani C, Pipitone N, Versari A, Vaglio A, Serafini D, Bajocchi G, et al. Positron emission tomography (PET): evaluation of chronic periaortitis. *Arthritis Rheum* 2005;53:298-303.
- [19] Meller J, Altenvoerde G, Munzel U, et al. Fever of unknown origin : Prospective comparison of 18F-FDG imaging with a double-head coincidence camera and gallium-67 citrate SPET. *Eur J Nucl Med* 2000;27:1617-1625.
- [20] Blockmans D, Knockaert D, Maes A, et al. Clinical value of 18F-fluoro-deoxyglucose positron emission tomography for patients with fever of unknown origin. *Clin Infect Dis* 2001;32:191-196.
- [21] Lorenzen J, Buchert R, Bohuslavizki KH. Value of FDG PET in patients with fever of unknown origin. *Nucl Med Commun* 2001;22:779-783.
- [22] Bleeker-Rovers CP, de Kleijn EM, Corstens FH, Van der Meer JW, Oyen WJ. Clinical value of FDG PET

in patients with fever of unknown origin and patients suspected of focal infection or inflammation. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:29-37.

[23] Kjaer A, Lebech AM, Eigtved A, Hojgaard L. Fever of unknown origin : Prospective comparison of diagnostic value of 18F-FDG PET and 111In-granulocyte scintigraphy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:622-626.

[24] Buysschaert I, Vanderschueren S, Blockmans D, Mortelmans L, Knockaert D. Contribution of 18F- fluoro-desoxyglucose positron emission tomography to the work-up of patients with fever of unknown origin. *Eur J Intern Med* 2004

[25] Quemeneur T, Hachulla E, Perez-Cousin M, Bérégi JP, Steinling M, Hatron PY. Diagnostic et surveillance des artérites inflammatoires des gros vaisseaux par les techniques d'imagerie non invasives. *STV* 2005; 17:225–235.

[26] Weyand CM Medium- and large-vessel vasculitis. *N Engl J Med* 2003

[27] Nuenninghoff DM Incidence and predictors of large-artery complication in patients with giant cell arteritis: a population-based study over 50 years. *Arthritis Rheum* 2003

[28] Agard C, involvement in recent-onset giant cell arteritis: a case-control prospective study using helical aortic computed tomodensitometric scan. *Arthritis Rheum* 2008

[29] Moosig F, et al. Correlation between 18F-fluorodeoxyglucose accumulation in large vessels and serological markers of inflammation in polymyalgia rheumatica: a quantitative PET study. *Ann Rheum Dis* 2004;

[30] Marie Bossert et al Atteinte aortique dans la maladie de Horton: aspects actuels *Revue de Rhumatisme* 2010

[31] Kobayashi Y, et al. Aortic wall inflammation due to Takayasu arteritis imaged with 18F-FDG PET coregistered with enhanced CT. *J Nucl Med* 2005

[32] Meller J, Grabbe E, Becker W, Vosschenrich R. Value of F-18 FDG hybrid camera PET and MRI in early Takayasu aortitis. *Eur radiol* 2003

[33] Braun JJ, [34] Love C et al FDGPET of infection and inflammation. *Radiographics* 2005;

Kessler R, Constantinesco A, Imperiale A. 18F-FDG

PET/CT in sarcoidosis management: review and report of 20 cases. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008

[34] Love C et al FDG PET of infection and inflammation. *Radiographics* 2005.

[35] G. Bonardela, T. Carmoib, E. Gontiera, S. Lecoulesb, A. Cambonb, H. Foehrenbacha, J.-P. Algayresb Apport de la tomographie par émission de positons dans la prise en charge de la sarcoïdose la revue de médecine interne 2010

[36] Teirstein AS et al Results of 188 whole-body fluorodesoxyglucose positron emission tomography scans in 137 patients with sarcoidosis. *Chest* 2000

[37] Keijsers RG, et al. 18F-FDG PET, genotype-corrected ACE and sIL-2R in newly diagnosed sarcoidosis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009

[38] Jansen I, Hendriksz TR, Huiskes AWLC, VanBommel EFH, 18 FDG-PET for monitoring disease activity and treatment response in idiopathic retroperitoneal fibrosis. *EJ of internal medicine* 21, 2010

[39] Roivainen A et al. Use PET with methyl-11C-choline and FDG in comparison with magnetic resonance imaging for the assessment of inflammatory proliferation of synovium. *Arthritis Rheum* 2003

[40] Kung J, Zhuang H, Yu JQ, Duarte PS, Alavi A. Intense fluorodesoxyglucose activity in pulmonary amyloid lesions on positron emission tomography. *Clin Nucl Med* 2003;28:975–976

[41] Ollenberger GP, Knight S, Tauro AJ. False-positive FDG positron emission tomography in pulmonary amyloidosis. *Clin Nucl Med* 2004;29: 657–658.

[42] Italiano A, Butori C, Verge M, Mouroux J, Thyss A. Diagnostic fortuit d'une maladie de Castelman par TEP-FDG lors de la surveillance d'un patient traité pour un cancer du rein. *Rev Med Interne* 2005;26:597

[43] Pereira Neto CC, Roman C, Johnson M, Jagasia M, Martin WH, Delbeke D. Positron emission tomography/ computed tomography of a rare xanthogranulomatous process: Erdheim-Chester disease. *Mol Imaging Biol* 2004;6:63–67.

[44] Lim R, Wittram C, Ferry JA, Shepard JA. FDG PET of Rosai Dorfmandisease of the thymus. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182:514.