

Investing in Innovation: PET/CT imaging

Auteur(s): dr. Roland Hustinx

CHU de Liège

La tomographie à émission de positons (TEP ou PET scan pour les Anglo-Saxons) n'est pas une technique réellement récente, puisque développée au milieu des années septante. Ce n'est cependant que depuis une dizaine d'années qu'elle est pleinement entrée dans le domaine clinique.

Principes de base

Un positon est un électron positif qui, lorsqu'il rencontre un électron négatif, subit une réaction d'annihilation, donnant naissance à deux photons gamma émis en directions opposées, à 180° l'un de l'autre environ. Ces deux photons peuvent être enregistrés, dans une fenêtre de temps très étroite (en « coïncidence ») à l'aide d'un anneau de cristaux détecteurs. Ces détecteurs, couplés à l'électronique qui permet la collection des événements, constituent le tomographe à positons, ou PET scan. Lors d'un examen de routine, plusieurs millions d'événements (photons détectés en coïncidence) sont collectés. Le radiotracer est la combinaison d'un radio-isotope émetteur de positons (par exemple le Fluor-18) et d'une molécule telle que le glucose, un acide aminé ou même de l'eau. Le FDG, c'est-à-dire le fluorodéoxyglucose marqué au fluor-18, est de loin le traceur le plus couramment utilisé en routine clinique. Injecté dans une veine, il se distribue dans l'organisme proportionnellement au métabolisme glucidique des tissus et organes. Les images TEP qui en résultent représentent donc une cartographie tridimensionnelle du métabolisme du glucose. Quel que soit le traceur injecté, les images représentent toujours un mécanisme physiologique ou physiopathologique sous jacent, raison pour laquelle la TEP est également désignée comme une méthode d'imagerie métabolique ou moléculaire. Les scanners actuels sont couplés à un scanner à rayons X (CT-scan en anglais, tomomodensitométrie ou TDM en français). Ces TEP/TDM, ou PET/CT, permettent donc d'obtenir, en une session d'imagerie, une image anatomique (CT) et l'image métabolique correspondante (PET). Puisque la plupart des cellules cancéreuses montrent un métabolisme glucidique nettement accru, le PET/CT au FDG est devenu une méthode essentielle dans la mise au point d'une grande variété de cancers. La technique a démontré un rapport coût/efficacité favorable dans plusieurs indications, par exemple en réduisant le nombre de chirurgie inutile chez les patients souffrant d'un cancer pulmonaire non à petites cellules. Les applications non oncologiques, en neurologie ou dans les pathologies infectieuses ou inflammatoires, sont également en augmentation.

Evolution de la technique

Le PET/CT au FDG n'est plus considéré comme une technique de pointe réservée aux hôpitaux académiques et aux centres de recherche. La technique s'est totalement intégrée à l'armement diagnostique, en tout cas oncologique (1). En revanche, le PET/CT continue d'évoluer de façon rapide et profonde, et cette évolution se déroule essentiellement dans les centres académiques. Deux domaines sont particulièrement concernés. Le premier est l'évolution technologique. Alors qu'il y a 10 ans, une image PET de qualité médiocre, allant de la base du crâne aux creux inguinaux était acquise en une heure, les machines modernes produisent des images de qualité formidablement supérieure, couplées à une imagerie CT, en une dizaine de minutes (figure 1). Les médecins, physiciens et ingénieurs travaillent de concert afin d'améliorer les performances techniques (acquisition des images) et de perfectionner leur interprétation. Il s'agit d'un effort multidisciplinaire, intégrant d'autres départements médicaux comme

la radiothérapie ou l'imagerie médicale. La radiothérapie en particulier est un domaine d'évolution particulièrement rapide et intense (2). En effet, on tend de plus en plus à intégrer l'information métabolique lorsqu'il s'agit de définir le volume tumoral cible, c'est-à-dire le volume devant être irradié. Les anomalies structurelles seules, telles que visualisées au CT scanner, ne représentent pas toujours la masse tumorale viable. Il s'agit de combiner les deux images et de délimiter les limites tumorales en tenant compte des 2 sources d'information. Pour ce faire, le PET/CT doit être réalisé dans les conditions de traitement, avec une table et le matériel de contention approprié, et les images analysées avec les logiciels adaptés, souvent non disponibles dans le commerce (3). Dans le même ordre d'idées, on tente de plus en plus de tenir compte des mouvements respiratoires. En effet l'image PET du thorax est acquise en quelques minutes, c'est-à-dire pendant plusieurs cycles respiratoires. Ainsi, dans le cas d'une tumeur pulmonaire, l'image obtenue est en fait l'image moyenne de la position de la tumeur pendant le cycle respiratoire, avec des mouvements pouvant atteindre plusieurs centimètres entre la fin de l'expiration et la fin de l'inspiration. De façon tout à fait similaire, le patient respire normalement pendant la séance d'irradiation en radiothérapie, de telle sorte que le volume cible doit être défini plus largement que le volume tumoral exact, pour tenir compte des mouvements respiratoires. La synchronisation respiratoire (« respiratory gating » pour les Anglo-Saxons) est une méthode qui permet de tenir compte des mouvements respiratoires. Cependant, elle nécessite un processing non négligeable et augmente la durée d'acquisition de l'examen. Le second domaine d'évolution privilégiée est celui des radiotraceurs. Le FDG est le traceur de base à l'heure actuelle, ayant démontré son utilité dans une grande variété de pathologies. LE FDG présente certaines limites cependant, et des traceurs alternatifs sont développés afin de cibler des processus biologiques bien particuliers, comme l'hypoxie, l'angiogenèse ou l'expression de certain récepteurs membranaires (4)(figure 2). Ce développement résulte bien entendu à nouveau d'un travail multidisciplinaire, associant les médecins nucléaristes, les radiochimistes, les radiopharmaciens, avec la contribution déterminante des chercheurs fondamentaux qui aident à désigner des cibles pertinentes pour le développement de nouveaux traceurs.

Résumé

Pour autant que la formation appropriée soit suivie, par les médecins et le personnel, le PET/CT au FDG pratiquée dans les indications remboursées à l'heure actuelle, n'est pas une méthode qui nécessite quelque talent particulier. Il ne s'agit rien d'autre que d'une extension naturelle de la médecine nucléaire, associée à l'imagerie médicale via le couplage au CT scanner. Cependant, si l'on souhaite extraire de la technique le maximum de l'information diagnostique, il s'agit d'une entreprise entièrement différente et autrement ambitieuse. Ce travail est indispensable, dans une perspective d'amélioration globale et significative de la prise en charge des patients. Dans ce cadre, des équipes pluridisciplinaires sont incontournables, associant diverses spécialités médicales et non médicales, travaillant de façon coordonnée et dans les conditions appropriées. Ces conditions concernent bien entendu les locaux et le matériel, mais également le temps, qui ne doit pas être conditionné exclusivement par la pression clinique. Il apparaît assez clairement que l'hôpital académique est le seul lieu où ce travail de développement peut s'effectuer, avant d'essayer vers d'autres structures hospitalières, une fois la validation acquise.

References

1. Fletcher JW, Djulbegovic B, Soares HP et al. Recommendations on the use of ^{18}F -FDG PET in oncology. *J Nucl Med* 2008; 49: 480-508.
2. Grégoire V, Haustermans K, Geets X, Roels S, Lonneux M. PET-based treatment planning in radiotherapy : a new standard ? *J Nucl Med* 2007; 48 (suppl. 1): 68S-77S.
3. Geets X, Lee JA, Bol A, Lonneux M, Grégoire V. A gradient-based method for segmenting FDG-PET images : methodology and validation. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007; 34: 1427-38.
4. Couturier O, Luxen A, Chatal JF, Vuillez JP, Rigo P, Hustinx R. Fluorinated tracers for imaging cancer with positron emission tomography. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004 31(8):1182-206.

Figure 1:

Examens PET obtenu en 1999 (figure 1a) et PET/CT obtenu en 2008 (figure 1b, avec les images PET, CT et la fusion du PET et du CT). Le premier montre un lymphome médiastinal, le second une néoplasie utérine. Dans les deux cas, l'information métabolique est présente, mais la qualité des images est largement supérieure actuellement, d'autant qu'elles ont obtenues en 6 fois moins de temps environ.

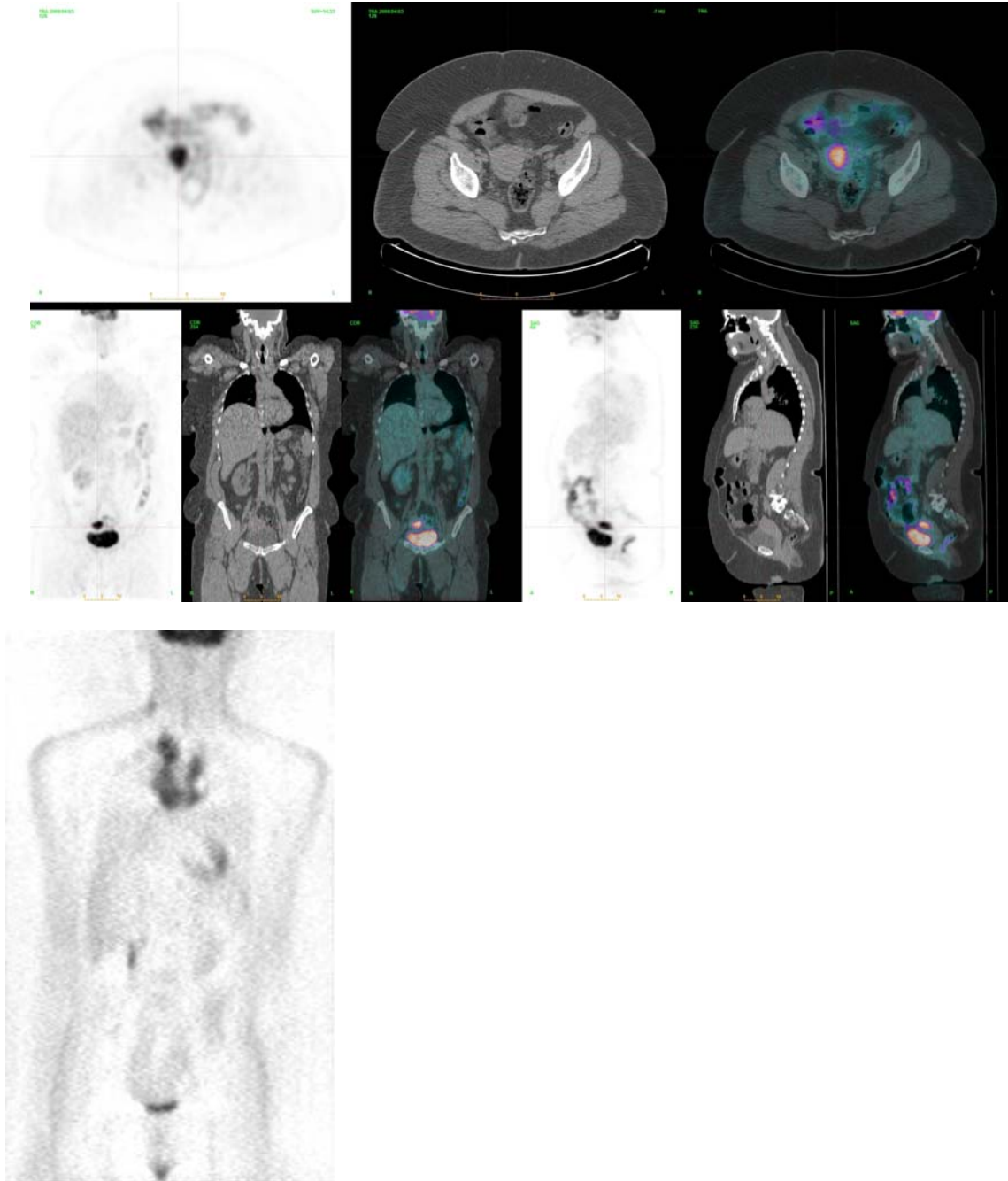


Figure 2 :

Gliome de bas grade, imagé en FDG (figure 2a) et avec un traceur alternatif, la fluoro-tyrosine (F-TYR, figure 2b). La lésion apparaît hypométabolique en FDG, mais elle est nettement active avec la F-TYR. La combinaison des deux traceurs permet une meilleure caractérisation des tumeurs cérébrales primitives.

