

## Médecine nucléaire 2013: The «New Clear Medicine»

Irene A. Burger

Klinik für Nuklearmedizin, UniversitätsSpital Zürich

Ces dix dernières années, la médecine nucléaire a fait peau neuve. Les nombreuses images de médecine nucléaire ne révélant aucune information anatomique essentielle ont longtemps été moquées et qualifiées avec mépris de «unclear medicine». Depuis quelques années, l'imagerie hybride haute résolution est devenue convaincante grâce à l'association entre fonction et anatomie. Le succès de la tomographie par émission de positons (TEP) combinée à la tomodensitométrie (TDM) s'est avéré éclatant. Dans le cadre de ma thèse de doctorat, j'ai eu l'occasion en 2001 d'assister aux débuts de la TEP/TDM et de voir comment une idée a donné naissance à une méthode d'examen qui fait désormais partie intégrante du diagnostic, principalement pour la stadification et les contrôles de suivi thérapeutique en cas de tumeurs [1, 2].

### TEP/IRM – obstacles techniques


L'étape suivante, la combinaison entre imagerie par résonance magnétique (IRM) et TEP, était et demeure infiniment plus difficile à réaliser. Le champ magnétique puissant de l'IRM implique une nouvelle technologie de détecteurs, qui ne repose plus sur le principe des photomultiplicateurs. Cela confronte les fabricants d'appareils à des exigences élevées en ce qui concerne le développement de nouveaux systèmes de détecteurs. Grâce aux photodiodes «avalanche», de tels systèmes ont pu être réalisés pour la première fois, mais ceux-ci atteignent une résolution temporelle plus faible en comparaison aux détecteurs photomultiplicateurs traditionnels, ne permettant ainsi aucune imagerie TEP haute résolution avec détection du «temps de vol». Avec une résolution temporelle de moins de 400 picosecondes, une nouvelle génération de photomultiplicateurs en silicium doit désormais satisfaire cette exigence. Outre la difficulté technique de l'intégration de détecteurs TEP dans un champ magnétique puissant, la correction d'atténuation représente un défi supplémentaire pour la TEP/IRM. Les valeurs de densité d'un corps sont enregistrées de manière optimale avec la TDM et peuvent être utilisées lors de la TEP/IRM pour une correction efficace des données d'émission. Les séquences IRM corps entier récemment développées permettent certes une bonne différenciation de l'arrière-plan, du poumon, ainsi que de l'eau et des graisses, mais ne peuvent pas déterminer la densité de l'os. Il en résulte une altération de la quantification TEP en cas de lésions osseuses. Diverses solutions au problème de correction d'atténuation sont actuellement en cours de validation, dont les corrections basées sur un atlas,

pour lesquelles l'IRM est enregistrée avec une image modèle consignnant les valeurs de densité. Une autre approche consiste à intégrer les données d'émission dans la correction d'atténuation.

La question de savoir si et où l'IRM combinée à la TEP représente une amélioration clinique significative par rapport à la TEP/TDM reste jusqu'à présent en suspens.

### Le principe de «trimodalité»

La «trimodalité» constitue une possibilité de l'imagerie TEP/IRM simple et moins onéreuse comparée à l'association directe entre IRM et TEP. La combinaison d'un scanner TEP/TDM avec un appareil IRM dans la pièce adjacente, tous deux reliés via la table navette destinée au patient, semble plausible. Il est alors essentiel d'acquérir les images en coupe dans la même position, ce qui permet une fusion d'image basée sur le matériel informatique. Naturellement, l'argument d'une réduction de la dose de rayonnement de la TEP/IRM par rapport à la TEP/TDM n'a plus lieu d'être dans le cas de la TEP/TDM-IRM. En revanche, il est pour l'instant possible de contourner un grand nombre des difficultés encore non résolues que pose la TEP/IRM, par exemple la correction d'atténuation de la TEP.

Nous sommes parvenus, en un temps record, à planifier et à développer une navette au fonctionnement robuste (Innovation Design Center, Thalwil, Suisse), avec laquelle il a été possible de réaliser un examen TEP/TDM-IRM chez plus de 1400 patients à l'Hôpital universitaire de Zurich depuis l'automne 2010 (fig. 1 ). De précieuses informations sur les bénéfices diagnostiques de la TEP/IRM par rapport à la TEP/TDM ont ainsi pu être recueillies. Il a été surtout possible de définir différents tableaux cliniques pour lesquels l'emploi de la TEP/IRM semble être particulièrement prometteur.

Outre la réduction de l'exposition aux rayonnements, un point crucial de l'imagerie TEP/IRM est avant tout l'amélioration du contraste des parties molles. En cas de tumeurs situées au niveau de la sphère ORL, une amélioration de la stadification T locale peut ainsi être obtenue, puisque l'IRM renseigne de manière plus précise sur l'étendue de la tumeur primaire. Par ailleurs, il a pu être montré qu'en cas de tumeur de la sphère ORL, la TDM avec agent de contraste était équivalente à l'IRM sans contraste. Cela permet également d'examiner de manière optimale des patients présentant une fonction rénale limitée [3].

Au niveau du bassin aussi, l'IRM représente la méthode de choix pour le diagnostic de tumeurs gynécologiques.

Un débat intense a également été mené au Memorial Sloan Kettering Cancer Center en ce qui concerne les indications d'une TEP/IRM. Une amélioration possible de la précision de l'examen IRM à l'aide de la TEP a été fortement mise en doute en raison de la résolution bien plus mauvaise de la TEP. La fusion et l'analyse rétrospectives des données de la TEP/TDM avec les données

de l'IRM nous a toutefois permis de montrer qu'en cas de tumeurs gynécologiques récidivantes, la précision diagnostique de l'IRM concernant l'invasion d'un organe ou de la paroi du bassin pouvait être augmentée avec la TEP/IRM. Ainsi, certaines lésions difficiles à détecter à l'IRM n'ont été détectées avec certitude que par la fusion de la TEP et de l'IRM (fig. 2 [C]). Par ailleurs, la TEP/IRM a augmenté la sécurité de l'opérateur et amélioré la concordance entre deux résultats. Ces images fusionnées manuellement ne proviennent pas encore d'un système intégré TEP/IRM, mais elles ont pu montrer que la combinaison de données TEP avec des données IRM pouvait apporter une plus-value clinique pour des problématiques spécifiques [4].

La question de savoir si la trimodalité conservera une utilisation à long terme par rapport aux caméras TEP/IRM entièrement intégrées reste en suspens. Mais tant que les séquences IRM ne pourront pas exclure adéquatement des métastases pulmonaires et que l'évaluation de métastases osseuses dépendra essentiellement des composants lytiques ou sclérotiques de l'os, l'examen TDM complémentaire restera dans de nombreux cas une partie intégrante de l'imagerie oncologique. Sous quelle forme et pour quelles indications ces examens peuvent être combinés de manière optimale relève encore du domaine de la recherche clinique [5].

## Perspectives

Le développement passionnant de l'imagerie, avec l'intégration innovante de procédés d'imagerie morphologiques et fonctionnels, n'est pas près d'être terminé. Nous nous réjouissons de l'arrivée du nouvel appareil TEP/IRM entièrement intégré, qui sera installé en novembre 2013 à l'Hôpital universitaire de Zurich et qui, grâce aux nouveaux détecteurs photomultiplicateurs en silicium, promet des images TEP «temps de vol» haute résolution. Nous attendons avec impatience d'entamer le prochain chapitre de l'imagerie moléculaire intégrée.

### Correspondance:

Dr Irene A. Burger  
Klinik für Nuklearmedizin, UniversitätsSpital Zürich  
Rämistrasse 100  
CH-8091 Zürich  
[Irene.Burger\[at\]usz.ch](mailto:Irene.Burger[at]usz.ch)

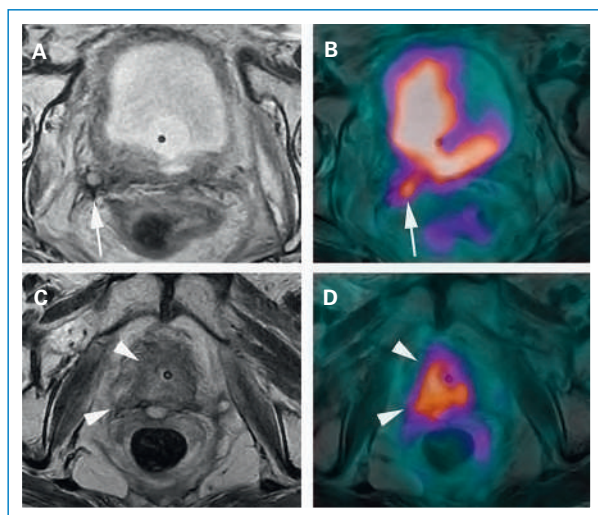
### Références

- 1 Fischer B, Lassen U, Mortensen J, et al. Preoperative staging of lung cancer with combined PET-CT. *NEJM*. 2009;361(1):32-9.
- 2 Wahl RL, Jacene H, Kasamon Y, Lodge MA. From RECIST to PERCIST: Evolving Considerations for PET response criteria in solid tumors. *J nuclear medicine: official publication, Society of Nuclear Medicine*. 2009;50 Suppl 1:122S-50S.
- 3 von Schulthess GK, Kuhn FP, Kaufmann P, Veit-Haibach P. Clinical positron emission tomography/magnetic resonance imaging applications. *Semin Nucl Med*. 2013;43(1):3-10.
- 4 Vargas HA, Burger IA, Donati OF, et al. MRI/PET provides a roadmap for surgical planning and serves as a predictive biomarker in patients with recurrent gynecological cancers undergoing pelvic exenteration. *International J of Gynecological Cancer*. 2013, in press.
- 5 Veit-Haibach P, Kuhn FP, Wiesinger F, Delso G, von Schulthess G. PET-MR imaging using a tri-modality PET/CT-MR system with a dedicated shuttle in clinical routine. *Magma*. 2013;26(1):25-35.



**Figure 1**

- A** Scanner TEP/TDM (GE Medical Systems) avec la navette installée à côté de manière fixe, qui permet la transposition de la table IRM à la table TEP/TDM. Le système est compatible avec tous les types de caméra et permet la transposition du patient de l'IRM à la TEP/TDM adjacente en moins de 3 minutes.
- B** Scanner IRM 3 tesla (GE Medical Systems) dans la pièce adjacente. La table IRM détachable peut être employée comme système de transport. La séparation spatiale permet d'utiliser l'IRM pour l'examen suivant immédiatement après la transposition, ce qui assure un flux de travail efficace.



**Figure 2**

Récidive locale d'un cancer cervical après hystérectomie et colpectomie.

En haut: La lésion au niveau du fascia mésorectal (flèche) a été correctement détectée à la fois à l'IRM (**A**) et à la TEP/IRM (**B**).

En bas: Le deuxième foyer de récidive, qui s'étend à droite au niveau périurétral (tête de la flèche), a toutefois été manqué à l'IRM (**C**); la lésion observée sur la TEP/IRM (**D**) a été interprétée correctement comme récidive périurétrale.