

Highlight: Médecine nucléaire

TEP/TDM corps entier: une réalité clinique

Les appareils de TEP/TDM corps entier présentent une sensibilité nettement supérieure à celle des appareils standards de dernière génération et permettent une imagerie TEP corps entier dynamique. Quels sont les avantages et les possibilités d'emploi de cette nouvelle technique?

PD Dr méd. Thomas Pyka, Prof. Dr méd. Ali Afshar-Oromieh, PD Dr méd. Federico Caobelli, Prof. Dr méd. Axel Rominger: pour la Société Suisse de Médecine Nucléaire (SSMN)
Universitätsklinik für Nuklearmedizin, Inselspital, Bern

¹ TEP/TDM: tomographie par émission de positons / tomodensitométrie

Contexte

L'introduction de systèmes de TEP/TDM¹ numérique corps entier représente l'une des innovations les plus révolutionnaires en médecine nucléaire depuis l'imagerie hybride TEP/TDM. Grâce à la longueur axiale du détecteur, allongée d'un facteur 4–8 selon le fabricant, qui couvre le tronc ou le corps entier en une seule fois, la sensibilité peut être multipliée par env. 20 par rapport à une TEP numérique de longueur standard [1, 2]. Les coûts d'acquisition plus élevés constituent actuellement encore un obstacle à l'utilisation à grande échelle. Un appareil est déjà en service clinique à Berne et plusieurs installations sont prévues en Suisse romande et orientale à partir de 2024. La sensibilité accrue peut être utilisée de différentes manières en clinique: les foyers sont mieux identifiables, l'activité injectée et donc l'exposition aux rayonnements sont réduites et le temps d'acquisition peut être raccourci de manière drastique. En outre, des clichés dynamiques du corps entier peuvent être réalisés, offrant ainsi la possibilité d'analyser l'absorption du radiotracer au fil du temps dans différents organes et lésions qui ne sont pas directement adjacents.

Avantages et possibilités d'emploi

Raccourcissement du temps d'acquisition

Grâce à la sensibilité nettement améliorée, il est possible d'obtenir des clichés de TEP d'une

qualité adéquate, c.-à-d. correspondant à celle des appareils de TEP conventionnels, en un temps compris entre 30 secondes et 2 minutes (TEP de longueur standard: 15–25 minutes) [3] (fig. 1A), ce qui permet de réduire les artefacts de mouvement et peut s'avérer décisif chez les patientes et patients agités ou claustrophobes. Une qualité d'image améliorée, comme exposé ci-après, peut être obtenue avec des temps d'acquisition de 4–6 minutes seulement, ce qui correspond tout de même encore à une réduction de moitié à un tiers du temps d'acquisition par rapport aux scanners de longueur standard. Le temps d'examen plus court contribue à améliorer le confort de la patiente ou du patient et à réduire les ressources en personnel nécessaires, même si, en cas de claustrophobie, le temps d'immobilisation plus court doit être mis en balance avec le tunnel d'examen plus long.

Réduction de la quantité d'activité et de l'exposition aux rayonnements

Même les protocoles standards permettent d'obtenir, en plus des améliorations mentionnées en termes de temps d'acquisition et de qualité d'image, une nette diminution de l'activité injectée et une réduction correspondante de l'exposition aux rayonnements, ce qui constitue un grand avantage, notamment pour les examens répétés dans le cadre

du suivi des tumeurs. Si la priorité est d'administrer la dose corps entier la plus faible possible, une réduction supplémentaire est faisable. À titre d'exemple, citons les examens d'imagerie chez les enfants et adolescents, qui sont réalisés de façon routinière dans notre service avec des quantités d'activité de <1 MBq/kg. L'exposition aux rayonnements lors d'un examen pédiatrique par TEP au [18F]-fluorodésoxyglucose (FDG) peut ainsi être réduite à 1–1,5 mSv, tout en conservant une excellente qualité d'image et un temps d'acquisition inférieur à dix minutes (fig. 1B).

Amélioration de la qualité d'image

La qualité d'image augmentée permet d'améliorer substantiellement la reconnaissance des détails des lésions. Les domaines d'application possibles sont par ex. la représentation plus contrastée des parois artérielles dans le diagnostic de la vascularite [4, 5] (fig. 1C), l'évaluation de petits foyers ronds pulmonaires (fig. 1D–E) ou la visualisation de structures fines comme la moelle épinière dans l'imagerie neurologique. D'un autre côté, la meilleure sensibilité implique la mise en évidence d'un plus grand nombre de petites anomalies dont la pertinence n'est pas encore claire. Le bénéfice d'une meilleure résolution des lésions dans diverses indica-

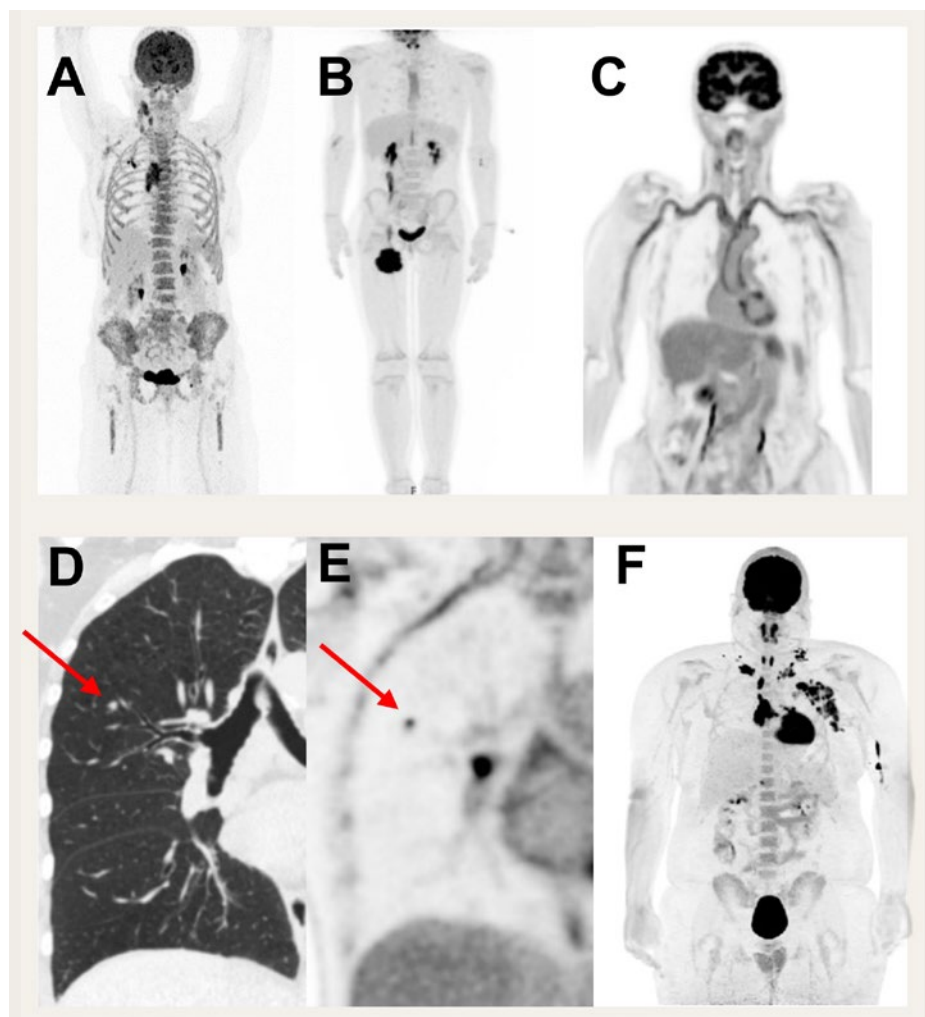


Figure 1: La sensibilité élevée de la TEP corps entier permet d'une part de réduire le temps d'acquisition et la radioactivité injectée, et d'autre part d'améliorer considérablement la qualité d'image. **A)** En cas d'injection de doses standards, des temps d'acquisition ultracourts sont possibles; sur la figure, 30 secondes de temps d'acquisition total chez un patient atteint d'un lymphome à cellules B. **B)** Alternativement, une réduction substantielle de la dose injectée est possible, par ex. pour des problématiques pédiatriques; dans l'exemple, fillette de 7 ans atteinte d'une tumeur à cellules fusiformes à la cuisse droite, 1 MBq de $[^{18}\text{F}]\text{FDG}/\text{kg}$ de poids corporel, dose de TEP de 1,4 mSv. Excellente résolution des petites structures; dans l'exemple, visualisation des parois vasculaires dans le cadre d'une vascularite des gros vaisseaux touchant les artères supra-aortiques (**C**), ainsi que d'un foyer rond pulmonaire métastatique de 4 mm (**D** et **E**, ganglion lymphatique hilair représenté) – possibilité d'imagerie dynamique du corps entier avec représentation de la cinétique du radiotracer (**F**). Le taux de métabolisation du glucose (MRGluc), calculé à partir de clichés dynamiques, permet un meilleur contraste des lésions tumorales par rapport à une acquisition statique. FDG: fluorodésoxyglucose; TEP: tomographie par émission de positons.

tions fait donc actuellement l'objet de recherches cliniques intensives.

Imagerie dynamique

Le fait que l'ensemble de la zone d'intérêt se trouve en permanence à l'intérieur de l'appareil de TEP permet d'analyser la cinétique du traceur dans le corps entier, ce qui peut fournir des informations supplémentaires essentielles par rapport à l'imagerie statique à un instant donné. Des exemples en sont le calcul du taux de métabolisation du glucose (MRGluc) lors de la TEP au $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ (fig. 1F) [6] ou la mesure de la perfusion dans différents organes pendant la TEP de perfusion myocardique au $[^{82}\text{Rb}]$ [7]. Lors de l'étude de nouveaux

traceurs utilisés pour la première fois chez l'homme, la TEP corps entier dynamique est un outil unique et probablement indispensable à l'avenir pour déterminer la pharmacocinétique.

Résumé et perspectives

Aujourd'hui déjà, les nouveaux appareils de TEP/TDM corps entier offrent des avantages inestimables dans la pratique clinique quotidienne en termes de qualité d'image, de temps d'examen et de dose de rayonnement, ce qui justifie au moins en partie les coûts d'acquisition plus élevés. En outre, une TEP ultra-basse dose, avec une exposition aux rayonnements

proche de celle des radiographies conventionnelles, semble relever du possible pour des applications spécifiques.

Outre le domaine d'application principal que constituent les problématiques oncologiques, la neurologie et la médecine cardiovasculaire sont d'autres domaines d'application évidents de la technologie présentée, qui sont en cours de développement.

Correspondance

PD Dr. med. Thomas Pyka
Universitätsklinik für Nuklearmedizin
Inselspital
Freiburgstrasse 18
CH-3010 Bern
thomas.pyka[at]insel.ch

Conflict of Interest Statement

AR a reçu des honoraires de conférencier de Siemens Healthineers. Il existe une collaboration de recherche en cours avec Siemens Healthineers. FC a reçu une bourse de recherche de Siemens Healthineers et des honoraires de conférencier de Bracco AG et Pfizer AG. Les autres auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts potentiels.

Références

- 1 Prenosil GA, Hentschel M, Weitzel T, Sari H, Shi K, Afshar-Oromieh A, Rominger A. EARL compliance measurements on the biograph vision Quadra PET/CT system with a long axial field of view. *EJNMMI Phys.* 2022;9(1):26.
- 2 Spencer BA, Berg E, Schmall JP, Omidvari N, Leung EK, Abdelhazef YG, et al. Performance Evaluation of the uEXPLORER Total-Body PET/CT Scanner Based on NEMA NU 2-2018 with Additional Tests to Characterize PET Scanners with a Long Axial Field of View. *J Nucl Med.* 2021;62(6):861–70.
- 3 Mingels C, Weidner S, Sari H, Buessner D, Zeimpekis K, Shi K, et al. Impact of the new ultra-high sensitivity mode in a long axial field-of-view PET/CT. *Ann Nucl Med.* 2023;37(5):310–5.
- 4 Knappe L, Bregenzer C, Gozlugol N, Mingels C, Alberts I, Rominger A, Caobelli F. New thresholds in semi-quantitative $[(^{18}\text{F})\text{FDG}]$ PET/CT are needed to assess large vessel vasculitis with long-axial field-of-view scanners. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2023;50(13):3890–6.
- 5 Derlin T, Spencer BA, Mamach M, Abdelhazef Y, Nardo L, Badawi RD, et al. Exploring Vessel Wall Biology In Vivo by Ultrasensitive Total-Body PET. *J Nucl Med.* 2023;64(3):416–22.
- 6 Sari H, Mingels C, Alberts I, Hu J, Buessner D, Shah V, et al. First results on kinetic modelling and parametric imaging of dynamic $(^{18}\text{F})\text{-FDG}$ datasets from a long axial FOV PET scanner in oncological patients. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2022;49(6):1997–2009.
- 7 Caobelli F, Seibel S, Krieger K, Bregenzer C, Viscione M, Silva Mendes AF, et al. First-time rest-stress dynamic whole-body $(^{82}\text{Rb})\text{-PET}$ imaging using a long axial field-of-view PET/CT scanner. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2023;50(7):2219–21.



PD Dr. méd. Thomas Pyka
Universitätsklinik für Nuklearmedizin,
Inselspital, Bern