

MÉDECINE NUCLÉAIRE

GÉNÉRALITÉS, BÉNÉFICES ET RISQUES

Dr Thomas Cazaentre | Médecin-adjoint. Praticien attaché au CHRU de Besançon

INTRODUCTION

La médecine nucléaire est l'une des plus méconnues des spécialités médicales et il apparaissait opportun de la présenter aux lecteurs de la SNM news afin de mieux la faire connaître. Elle est souvent confondue avec sa grande sœur « radiologie » et l'apparition de machines hybrides, associant un appareil d'imagerie nucléaire et un dispositif radiologique, ne fait qu'ajouter à la confusion. Aussi, cette « piqûre de rappel » est justifiée.

GÉNÉRALITÉS

La médecine nucléaire est une spécialité médicale définie par l'utilisation de médicaments radiopharmaceutiques (MRP) dont on étudie la distribution dans l'organisme après administration, le plus souvent par voie intraveineuse, à un moment donné ou de façon dynamique au cours du temps. Le médicament radiopharmaceutique est l'association d'un vecteur avec un

maladies, reposant sur l'analyse de la destinée biologique des MRP. En ce sens, elle doit être clairement comprise comme une technique d'imagerie biologique, complémentaire des autres techniques d'imagerie anatomique et fonctionnelle. Il en résulte que les MRP et leurs propriétés biologiques sont au cœur de la spécialité. Pour étudier cette biodistribution et son évolution temporelle, différents systèmes de détection sont utilisés en fonction :

- du radionucléide utilisé : émetteur gamma ou émetteur de positons;
- de la biodistribution du MRP qui appelle soit de l'imagerie planaire ou tomographique, soit la réalisation de courbes d'activité en fonction du temps, soit une détection peropératoire, etc;
- de la nécessité plus ou moins grande d'un repérage anatomique, voire une confrontation à la sémiologie radiologique – en restant dans une démarche d'optimisation de l'interprétation scintigraphique.

Ainsi, selon les cas, sont utilisées une gamma-caméra, une gamma-caméra hybride (Tomographie d'Emission Mono Photonique TEMP ou SPECT en anglais, couplée à un TDM) (figure 1), une caméra TEP (pour tomographie par émission de positons ou PET en anglais), une sonde (externe ou de détection peropératoire), etc. L'autre composante de la médecine nucléaire, actuellement moins développée mais promise à une probable croissance dans le cadre de la thérapie « personnalisée », est la radiothérapie interne vectorisée qui ne sera pas développée dans cet article.

INTÉRÊTS

Il arrive que la médecine nucléaire, par méconnaissance ou idée préconçue, soit perçue comme une spécialité mineure voire optionnelle : le service médical rendu étant considéré comme faible et la plupart de ses actes comme substituables par d'autres techniques diagnostiques ou d'autres thérapeutiques. Pourtant, la réactualisation 2012 du guide du bon usage des examens d'imagerie montre tout le contraire (cet excellent guide est disponible sur le site : gbu.radiologie.fr).

Les examens diagnostiques de médecine nu-

cléaire trouvent leur place aux côtés des autres techniques médicales de diagnostic, couvrent la majeure partie du champ de la médecine et contribuent à une meilleure prise en charge des patients avec souvent un impact clinique important. Tous ne seront pas abordés ci-après mais les principaux ou les plus remarquables seront cités. **Remarque :** chaque thème pourrait faire l'objet de développements plus approfondis lors d'une prochaine parution de la SNM news ou au cours de réunions de formation professionnelle continue ou d'association médicale.

• En oncologie

La TEP au 18F-Fluorodéoxyglucose (FDG) est devenue un outil essentiel pour la prise en charge des patients souffrant de cancers hypermétaboliques (poumons, seins, ORL, lymphomes, œsophage, estomac, pancréas, colon, utérus, ovaires, testicules) qu'il s'agisse du diagnostic initial, du bilan d'extension de la maladie, de l'évaluation de l'efficacité des traitements ou de la détection des récurrences, tout en apportant des informations pronostiques indépendantes.

Les autres traceurs, bien que moins employés car rarement pris en charge par les caisses maladies, occupent une place importante par exemple pour la prise en charge du cancer de prostate (F-Choline) et des tumeurs neuroendocrines (F-DOPA). Bientôt, de nouveaux traceurs viendront enrichir la palette de l'imagerie TEP et ceux-ci (F-MISO, FLT, etc.) permettront une optimisation de la prise en charge thérapeutique des patients en s'inscrivant dans la voie d'une médecine personnalisée. L'imagerie des réactions osseuses (scintigraphie osseuse aux bisphosphonates-99mTc), demeure l'examen de référence pour la recherche des métastases osseuses à composante ostéoblastique, notamment dans les cancers mammaires et de prostate. L'imagerie des récepteurs de la somatostatine (TEMP au pentatérotide-111In ou potentiellement TEP au Dotatoc-68Ga), bien que ne représentant que quelques examens par an, doit être citée pour la prise en charge des tumeurs neuroendocrines tant elle reflète toute la spécificité des techniques de médecine nucléaire en tant qu'imagerie biologique intimement liée au comportement moléculaire du MRP administré. Enfin, la technique de détection du ganglion sentinelle, couplant la lymphoscintigraphie et la détection peropératoire du ganglion, est devenue incontournable dans la chirurgie du cancer du sein et du mélanome.

LE TERME DE NUCLÉAIRE S'EXPLIQUE SIMPLEMENT PAR L'ORIGINE DES RAYONS UTILISÉS.

radionucléide (isotope radioactif émettant un rayonnement qui permettra de rendre compte de la distribution de ce vecteur dans l'organisme, le plus souvent sous la forme d'images). Cette approche permet d'étudier les processus physiopathologiques et donne ainsi des informations uniques sur le fonctionnement normal ou pathologique de l'organisme.

Le terme de nucléaire s'explique simplement par l'origine des rayons utilisés. Contrairement aux rayons X utilisés en radiologie qui proviennent de la couche électronique des atomes de l'anode du tube radiogène, les rayons utilisés en médecine nucléaire proviennent du noyau d'un atome instable ou radioactif; le terme nucléaire étant l'adjectif tiré du substantif noyau. Bien plus qu'une exploration fonctionnelle, la médecine nucléaire permet donc une exploration biochimique, cellulaire et moléculaire des

- **En cardiologie**

La scintigraphie de perfusion myocardique aux traceurs technétiés (et potentiellement dans l'avenir avec des traceurs TEP) constitue un examen robuste et reconnu pour le diagnostic de la maladie coronaire. Les informations pronostiques qu'elle procure sont capitales dans la prise en charge des patients qu'il s'agisse de la quantification des territoires ischémiques ou de la détection de la viabilité myocardique. Si d'autres techniques d'imagerie comme le coroscaner, l'échographie de stress ou l'IRM peuvent apparaître concurrentielles, la scintigraphie de perfusion myocardique demeure l'examen de choix dans de nombreuses situations cliniques (patients de risque intermédiaire, évaluation du retentissement hémodynamique en aval d'une sténose connue) et surtout en pratique du fait de la robustesse de l'examen avec une excellente valeur prédictive négative, de sa simplicité de mise en œuvre et de son accessibilité. Par ailleurs, malgré les performances actuelles de l'échocardiographie, la scintigraphie des cavités cardiaques, ou gamma-angiocardigraphie, constitue toujours la méthode de référence pour la mesure de la fraction d'éjection du ventricule gauche. Enfin, la scintigraphie cardiaque à la MIBG-123I, bien que confidentielle, peut être utilisée pour les informations pronostiques majeures qu'elle procure chez les patients insuffisants cardiaques candidats à la pose d'un défibrillateur implantable, récusant parfois l'indication de ces dispositifs particulièrement onéreux.

- **En neurologie**

Deux types d'imagerie sont pertinents et susceptibles de concerner de très nombreux patients. Il s'agit de l'imagerie des maladies neurodégénératives au premier rang desquelles se trouve la maladie d'Alzheimer et l'imagerie de la neurotransmission permettant d'étudier les syndromes parkinsoniens. Pour l'étude de ces pathologies, on peut utiliser à la fois les techniques de TEMP et de TEP, mais seules les techniques TEMP sont systématiquement prises en charge par les caisses maladies.

- **En rhumatologie, en médecine du sport et en orthopédie**

La scintigraphie osseuse apporte des informations diagnostiques importantes pour la prise en charge de très nombreuses pathologies ou situations cliniques. Les performances diagnostiques de la technique reflétant la réaction osseuse sont désormais accrues du fait de l'acquisition simultanée d'images TDM osseuses (TEMP-TDM ou SPECT-CT) (figure 2). L'imagerie de l'infection (osseuse) est essentiellement assurée par les techniques de médecine nucléaire (scintigraphie aux anticorps anti-leucocytes).

- **En endocrinologie**

Les techniques de médecine nucléaire sont omniprésentes pour la prise en charge de la pathologie thyroïdienne, parathyroïdienne ou surrénalienne.

- **En pédiatrie**

Les scintigraphies osseuses, rénales et digestives sont incontournables par exemple pour la prise en charge des infections ostéo-articulaires, de l'ostéochondrite primitive de hanche, des lésions fracturaires en particulier celles liées à la maltraitance, des reflux vésico-urétéraux ou de la pathologie infectieuse rénale. Enfin, pas un seul onco-pédiatre ne pourrait se passer de la scintigraphie à la MIBG-123I dans le cadre des neuroblastomes, de même, que la TEP-FDG est devenue essentielle pour la gestion des lymphomes et des sarcomes de l'enfant.

- **Dans le cadre de l'urgence**

La scintigraphie pulmonaire de ventilation et de perfusion demeure à ce jour l'examen le plus performant pour éliminer le diagnostic d'embolie pulmonaire.

Enfin, et pour clore cette liste non exhaustive, on citera pour exemple l'utilisation des techniques scintigraphiques en tant qu'imagerie fonctionnelle irremplaçable dans l'étude de la fonction rénale ou pulmonaire relative à visée pré-opératoire.



Figure 1 | Camera Ge discovery SPECT-CT (ou TEMP-TDM) dite « hybride » car elle associe 2 têtes de détection des rayonnements gamma à un scanner CT. L'appareil est installé dans le service depuis octobre 2012.

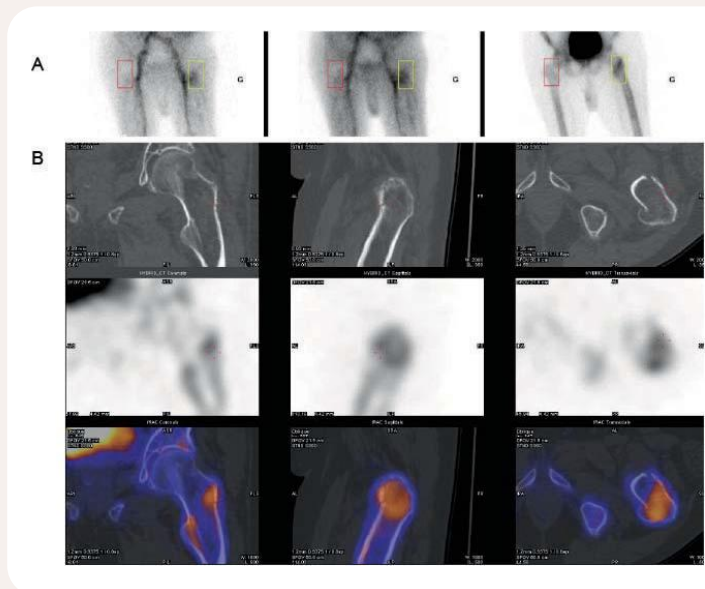


Figure 2 | Patient de 84 ans présentant des douleurs de la hanche gauche après une chute récente. Radiographies standards normales. L'étude en 3 phases (immédiatement, 5 minutes et 3 heures après l'injection du MRP) de la scintigraphie osseuse est clairement en faveur d'un foyer fracturaire de la métaphyse fémorale supérieure gauche (A) mais l'analyse SPECT-CT permet de confirmer le diagnostic en montrant le trait fracturaire (B).

RISQUES?

CONTRAIREMENT À UNE IDÉE PRÉCONÇUE, L'IMAGERIE NUCLÉAIRE EST FAIBLEMENT IRRADIANTE.

Contrairement à une idée préconçue, l'imagerie nucléaire est faiblement irradiante. En effet, les niveaux d'expositions aux rayonnements ionisants pour les patients sont systématiquement du registre des faibles ou des très faibles doses (1-10 mSv en dose efficace au corps entier par examen, et toujours inférieur à 1 mSv pour l'entourage et l'environnement) et correspond approximativement, comme les examens de radiologie, à une

ou plusieurs années d'irradiation naturelle. Cet élément objectif, physique et mesurable, est indéniablement un atout pour la technique et doit permettre de recentrer le débat sur la balance bénéfices/risques et montrer qu'elle penche incontestablement du côté du service médical rendu et de l'impact clinique de la médecine nucléaire par rapport aux éventuels risques liés à l'irradiation, théoriques, jamais observés à ces niveaux d'exposition et probablement nuls.

Il est éthiquement (et intellectuellement) critiquable, de ne pas faire un examen, même dans une situation pédiatrique, sous prétexte qu'il soit faiblement irradiant et qu'il existe des risques hypothétiques jamais démontrés, alors que les bénéfices attendus sont réels avec des conséquences diagnostiques fortes.

De plus les MRP reposent sur un principe immuable de vecteur moléculaire (produit souvent physiologique) présentant une innocuité totale (aucune allergie ni aucun effet secondaire) du fait de son administration à doses traceuses (ou infinitésimales) n'interférant pas avec le processus étudié.

LE TECHNICIEN EN RADIOLOGIE MÉDICALE (TRM)

Si la médecine nucléaire est la grande méconnue des spécialités médicales, le TRM est certainement la profession paramédicale la plus ignorée quand il n'est pas confondu avec un infirmier... et pourtant, sans lui, aucun examen de médecine nucléaire ne serait possible. Un paragraphe consacré à leur profession est donc totalement justifié, ne serait-ce que pour leur rendre hommage et les remercier du travail complexe et exigeant qu'ils accomplissent chaque jour.

Le TRM est un professionnel de santé qui participe directement, sur prescription et sous le contrôle d'un médecin, à la réalisation d'investigations relevant de l'imagerie médicale (radiologie conventionnelle ou imagerie X planaire, tomодensitométrie, imagerie par résonance magnétique), de la médecine nucléaire et de l'électrophysiologie ou à l'application des procédures de traitements en radiothérapie. Quel que soit le domaine d'activité, la fonction comprend un double aspect soignant et médico-technique.

Il accueille le patient, l'informe du déroulement de l'exploration ou du traitement, lui prodigue, sur prescription médicale, les soins nécessaires (prémédication, injections des MRP), le positionne dans l'appareil d'imagerie et participe à sa surveillance clinique durant l'examen. Il effectue l'acquisition des images suivant le protocole et la prescription définis par le médecin, exécutant des procédures et maîtrisant un appareillage sophistiqué. Enfin, il procède à l'analyse technique des résultats puis à leur traitement informatique avant de les transmettre, pour exploitation diagnostique, au praticien.

En médecine nucléaire, en sus de la prise en charge du patient, le TRM assure lui-même le contrôle de qualité des appareillages et participe activement aux activités liées à la radioprotection.

Autre particularité de la pratique en médecine nucléaire, le manipulateur assure la préparation du

MRP à l'activité prescrite par le médecin, assure le contrôle qualité et la traçabilité des produits utilisés, gère les déchets radioactifs et plus globalement participe activement à la bonne marche du service.

CONCLUSION

La médecine nucléaire est une spécialité d'avenir, en pleine mutation en raison d'évolutions technologiques récentes. Elle conserve des contours parfaitement définis en tant que spécialité d'imagerie biologique rendant compte de manière quantitative et qualitative de la biodistribution de médicaments radiopharmaceutiques.

Spécialité médico-technique essentiellement d'imagerie fonctionnelle, métabolique et moléculaire, elle ne doit pas être confondue avec la radiologie et les amalgames entre ces deux spécialités doivent être évités.

Enfin, la médecine nucléaire comporte également, en plus de l'imagerie, une partie de thérapie, cette dernière composante, à fort potentiel, ne demandant qu'à prendre son essor.

REMARQUE

L'article est largement inspiré du Livre Blanc de médecine nucléaire dont la version complète est disponible au lien internet suivant : www.sfmn.org/pdf/LivreBlancMedecineNucleaire.pdf

