

RAYONNEMENTS ET RADIONUCLÉIDES EN MÉDECINE

Bref aperçu de la médecine nucléaire et de la radiothérapie



Grâce à la découverte de rayonnements et de radionucléides pouvant être utilisés en médecine, les médecins peuvent proposer à leurs patients des méthodes de prévention, de diagnostic et de traitement plus nombreuses et plus efficaces.

(Photo : R. Quevenco/AIEA)

Au cours des deux derniers siècles, des progrès sans précédent ont été réalisés en médecine. Parallèlement à des découvertes comme le vaccin contre la variole et les antibiotiques, l'utilisation des rayonnements et des radionucléides en médecine a ouvert la voie à des moyens de prévention, de diagnostic et de traitement plus variés et plus efficaces pour de nombreuses maladies.

Des maladies telles que le cancer, auparavant considérées comme incurables et fatales, peuvent maintenant être diagnostiquées plus tôt et traitées plus efficacement à l'aide de techniques nucléaires, ce qui donne aux patients une chance de combattre la maladie et, pour beaucoup d'entre eux, de grandes chances de la vaincre. Ces méthodes sont d'autant plus importantes que les maladies à forte mortalité, comme le cancer ou les affections cardiovasculaires, sont en augmentation et font partie des principales menaces pour la santé à l'échelle mondiale.

L'AIEA s'emploie depuis plus de 50 ans à promouvoir l'utilisation de techniques nucléaires en médecine en collaborant avec ses États Membres et d'autres organisations dans le cadre de projets, de programmes et d'accords. Elle a pour but d'aider à la création de capacités dans ce domaine dans les États Membres afin d'appuyer la fourniture de soins de santé de grande qualité dans le monde entier, notamment dans les pays en développement. Depuis qu'elle a entrepris ses travaux

dans le domaine de la santé humaine, l'utilisation de techniques nucléaires en médecine est devenue l'une des applications pacifiques de l'énergie atomique les plus répandues.

Le Bulletin de l'AIEA de décembre porte essentiellement sur les activités de l'Agence dans le domaine de la médecine radiologique et de la technologie des rayonnements. Avant d'approfondir le sujet du présent numéro, voici un aperçu des deux principaux thèmes dont il traite : la médecine nucléaire et la radiothérapie.

Médecine nucléaire

La médecine nucléaire utilise en quantités infimes des substances radioactives, appelées radio-isotopes, aux fins de diagnostic et de traitement de nombreuses affections, comme certains types de cancer et des maladies neurologiques et cardiaques.

Les techniques de diagnostic en médecine nucléaire

En médecine nucléaire, les radionucléides servent à obtenir des informations de diagnostic sur l'organisme. Dans ce domaine, on distingue grosso modo deux catégories de techniques : les procédures *in vitro* et *in vivo*.

Une gamma-caméra détecte et suit des radiopharmaceutiques dans l'organisme d'un patient afin de générer des images diagnostiques.

(Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)



In vitro

Les procédures de diagnostic in vitro sont effectuées hors de l'organisme, par exemple dans un tube à essai ou une boîte de Petri. En médecine nucléaire, les procédures comme le radio-immunosorinage ou le dosage immunoradiométrique sont principalement axées sur la détermination des prédispositions à certaines maladies et le diagnostic précoce grâce au génotypage et au génotypage moléculaire pour toute une série de maladies. Elles peuvent aller du repérage de changements au niveau de cellules cancéreuses et de marqueurs tumoraux à la mesure et au suivi d'hormones, de vitamines et de médicaments pour détecter des troubles nutritionnels et endocriniens, ainsi que des infections bactériennes et parasitaires, comme la tuberculose et le paludisme.

Un appareil de radiothérapie envoie un faisceau de rayonnements pour traiter un cancer chez un patient.

(Photo : D. Calma/AIEA)



In vivo

Les procédures non invasives in vivo sont effectuées dans l'organisme et constituent la majorité des procédures de médecine nucléaire. Les méthodes reposent sur l'utilisation de radiopharmaceutiques, substances radioactives soigneusement choisies qui sont absorbées par l'organisme du patient et qui, grâce à des propriétés chimiques spécifiques, ciblent des tissus et des organes spécifiques, comme les poumons ou le cœur, sans perturber leur fonctionnement ni les endommager. La substance utilisée est alors suivie à l'aide d'un appareil spécial, par exemple une gamma-caméra, placée à l'extérieur de l'organisme et capable de détecter les petites quantités de rayonnements émis par la substance. À partir des données obtenues, la caméra peut générer des images bi- ou tridimensionnelles du tissu ou de l'organe concerné.

La tomographie à émission de positons (PET) fait partie des techniques les plus connues et dont l'utilisation croît le plus rapidement. Les médecins utilisent des appareils spéciaux, appelés tomographes à émission de positons, pour produire des scanners afin de suivre la chimie de l'organisme et le fonctionnement des organes au niveau moléculaire. Par rapport à nombre d'autres techniques de diagnostic, cela permet de détecter chez un patient des changements plus minimes et à un stade plus précoce. La PET peut être associée à d'autres techniques de scanographie, comme la tomodensitométrie, pour améliorer encore la vitesse, la précision et l'utilité de l'imagerie nucléaire médicale.

À la différence d'une radiographie traditionnelle, qui permet d'observer des détails anatomiques, les techniques de médecine nucléaire comme celles-ci informent sur la manière dont l'organisme fonctionne : elles mettent en lumière des phénomènes physiologiques ou biochimiques dynamiques importants de la partie du corps ciblée. Les informations fournies par de telles procédures de diagnostic viennent souvent compléter celles obtenues grâce à des radiographies statiques et aident le médecin à déterminer l'état et à évaluer le fonctionnement de différents organes, ce qui peut lui être utile pour prendre des décisions critiques et adapter le traitement aux besoins du patient.

Radiothérapie

La radiothérapie est une branche de la médecine qui repose sur l'utilisation des rayonnements pour traiter le cancer. Elle consiste à diriger des rayonnements sur des cellules pour les tuer. Dans le cas d'un cancer, lorsqu'on les dirige sur une tumeur cancéreuse, ou amas de cellules malignes, les cellules visées sont endommagées et tuées, ce qui permet de réduire la taille de la tumeur ou, dans certains cas, de la faire disparaître.

Il existe principalement trois types de traitement possibles par radiothérapie : la radiothérapie externe, la curiethérapie et la thérapie systémique par radio-isotopes.

La **radiothérapie externe** consiste à envoyer un ou plusieurs faisceaux de rayonnements vers des zones cibles données du corps d'un patient. Le faisceau est conçu de telle sorte que l'exposition des cellules saines aux rayonnements est réduite au minimum et que les cellules cancéreuses sont inhibées ou tuées. Les faisceaux peuvent être composés d'électrons et/ou de rayons X ou gamma ou, dans le cas de la radiothérapie par particules, de protons ou d'ions carbone. Dans certains cas, les médecins associent l'utilisation de ces faisceaux à la chirurgie, la procédure chirurgicale servant à faciliter l'accès à la tumeur pour que le faisceau puisse la cibler plus directement. Ce type de procédure est appelé radiothérapie peropératoire.

La **curiethérapie** consiste à placer des sources de rayonnements à l'intérieur ou à proximité de la zone du corps du patient requérant un traitement. Par exemple, dans le cas du cancer du col utérin, les sources radioactives peuvent être placées directement dans l'utérus pour cibler un amas de cellules cervicales. Contrairement à la radiothérapie externe, la curiethérapie permet de traiter une tumeur avec des doses élevées de rayonnements localisés et réduit ainsi le risque que des tissus sains situés à proximité soient exposés inutilement.

La **thérapie systémique par radio-isotopes (également appelée thérapie par radionucléides)** peut être utilisée pour soigner toute une série d'affections comme le cancer, les maladies du sang ou les affections de la glande thyroïde. Elle met en jeu de petites quantités de substances radioactives, comme le lutécium 177 ou l'yttrium 90, qui sont introduites dans l'organisme par une cavité ou par voie intraveineuse, orale ou autre, et qui ciblent différentes parties de l'organisme ou différents organes pour les traiter. La substance radioactive utilisée pour le traitement est choisie en fonction de ses propriétés isotopiques ou chimiques. En effet, certaines parties du corps peuvent absorber certains isotopes de manière beaucoup plus efficace que d'autres, ce qui permet de les cibler lors d'un traitement.

Par exemple, un patient souffrant d'une affection thyroïdienne peut être traité par une thérapie à l'iode radioactif, qui utilise l'iodure (131) de sodium. Le patient doit avaler une petite



Imagerie diagnostique : un scanner par PET-CT indique les concentrations de radiopharmaceutiques chez une patiente et montre qu'une partie de son organisme doit faire l'objet d'un examen plus approfondi par un médecin. (Photo : E. Estrada Lobato/AIEA)

quantité d'iodure (131) de sodium, qui entre dans le système sanguin par le tube digestif et se concentre dans la glande thyroïde, capable d'absorber une quantité d'iode 131 plusieurs milliers de fois supérieure à celle pouvant être absorbée par le reste de l'organisme. Une fois dans la thyroïde, l'iode 131 commence à détruire les cellules cancéreuses, très actives, qui s'y trouvent.

Nicole Jawerth, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA