

VOL 6 • NO 2

# ePATIENT

NUCLEAR MEDICINE & MOLECULAR IMAGING

*THE FREE NUCLEAR MEDICINE & MOLECULAR IMAGING  
EDUCATIONAL MAGAZINE AVAILABLE WORLDWIDE*

**NUCLEAR MEDICINE  
MADE SIMPLE**

**MÉDECINE NUCLÉAIRE  
SIMPLIFIÉE**

**MEDICINA NUCLEAR  
EN PALABRAS SENCILLAS**

**核醫學  
簡單**



**PANGEA PROJECT**

**PANGEA**



# TECONEGAS™

## FUNCTIONAL LUNG IMAGING

### BENEFITS

#### V/Q SPECT TECHNEGAS™



#### Proven diagnostic accuracy

with high sensitivity and specificity <sup>1</sup>



#### Minimally invasive

aiding patients's confort and compliance <sup>2</sup>



#### Detects subsegmental

Pulmonary Embolism (PE) <sup>3</sup>



#### Low radiation burden

26-36 times less absorbed dose to breast of females <sup>4</sup>

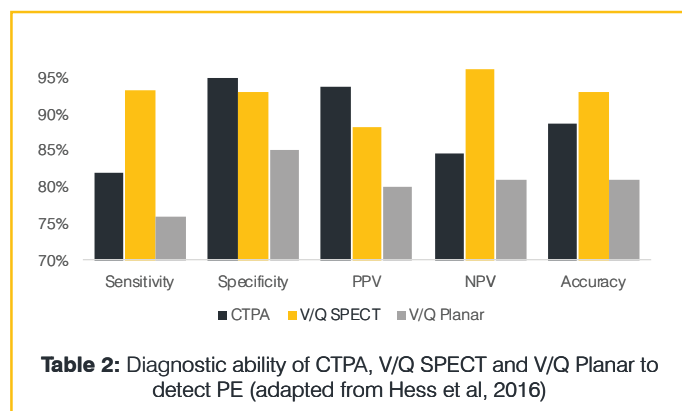
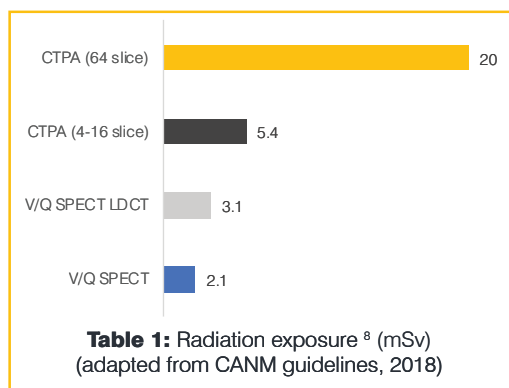
**Technegas™ has minimal exclusion criteria and may be administered to most patients<sup>4-6</sup> including:**

Renal impaired | Contrast allergy | Diabetics  
Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) | Critically ill  
Pregnant

### V/Q SPECT TECHNEGAS™ IN NUCLEAR GUIDELINES

The **EANM Guidelines**<sup>7</sup> strongly recommend ventilation-perfusion single photon emission computed tomography (V/Q SPECT) as it allows the diagnosis of PE with accuracy even in the presence of COPD and pneumonia.

The **CANM Guidelines**<sup>8</sup> consider Technegas™ as the agent of choice in COPD population because it has less central airway deposition, better peripheral penetration and it does not wash away quickly as traditional aerosols. Only a few breaths are sufficient to achieve an adequate amount of activity in the lungs, reducing time and personnel exposure.



#### References

- Hess S, et al. Semin Thromb Hemost 2016; 42: 833-845
- Sánchez-Crespo A, et al. Nucl Med Commun 2008; 29(2): 173-177
- Grüning T, et al. Clin Imaging 2014; 38(6): 831-835
- Isidoro J, et al. Phys Med 2017; 41: 93-96
- Miles S, et al. Chest 2009; 136: 1546-1553
- Nasr A, et al. EC Pulmon and Respir Medicine 2017; 4(3): 85-91
- Bajc M, et al. Eur J Nucl Med Mol Imaging 46, 2429-2451
- Leblanc M, et al. CANM Guidelines 2018; published Nov 2018

All PE's should have a final control 3 months after diagnosis to assess final reperfusion and to benefit from the availability of a baseline exam in case of recurrent symptoms. Low radiation exposure allows repeated studies (table 1).

With the uptake in SPECT imaging, V/Q SPECT results are seen as being superior to planar imaging and computed tomography (CTPA) when comparing sensitivity, negative predictive value and accuracy (table 2).<sup>1</sup>

Therefore, in situations of acute PE, chronic PE, pregnancy, paediatrics and the COPD population, V/Q SPECT can be considered as a first-line investigation due to its high sensitivity and specificity, low radiation and no adverse reactions.<sup>8</sup>



Technegas™ is not yet available for sale in the USA.

Last revision (A4): v.2.1 (14/Apr/2021)

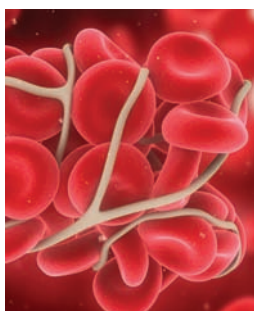
For more information please visit [www.cyclomedica.ca](http://www.cyclomedica.ca) or email [technegas.sales@cyclomedica.ca](mailto:technegas.sales@cyclomedica.ca)

Page 1/1

cyclomedica



# Content



- 4 EDITORIAL BOARD
- 5 LES AVANCÉES MÉDICO-PHARMACOLOGIQUES
- 8 FRACTURES  
A DIFFERENT APPROACH:  
THE ROLE OF EARLY BONE SCANNING
- 10 NUCLEAR MEDICINE  
IN THE DIAGNOSIS OF OSTEOMYELITIS
- 12 V/Q SPECT IN PULMONARY EMBOLISM
- 16 MEDICINA NUCLEAR  
EN TRANSPLANTE RENAL
- 24 LA MALADIE RÉNALE CHRONIQUE
- 26 THERANOSTICS A PORTMANTEAU  
OF THERAPEUTICS AND DIAGNOSTICS
- 28 THERANOSTICS
- 34 ENDOCARDITE,  
NOUS TE TROUVERONS  
AVEC LA TEP AU FDG !
- 37 甲状腺癌
- 38 THE CANADIAN ASSOCIATION  
OF NUCLEAR MEDICINE  
ASSOCIATION CANADIENNE  
DE MÉDECINE NUCLÉAIRE
- 40 FACEBOOK DE L'AMSMNQ  
AMSMNQ FACEBOOK
- 41 ASSOCIATION DES MÉDECINS  
SPÉCIALISTES EN MÉDECINE  
NUCLÉAIRE DU QUÉBEC
- 42 WORLD FEDERATION  
OF NUCLEAR MEDICINE  
AND BIOLOGY



Editors:  
Drs. François Lamoureux & Jean-Luc Urbain

Editorial Board:  
Dr. François Lamoureux - Dr. Jean-Luc Urbain -  
Dr. Akram Al-Ibraheem - Dr. Zvi Bar-Sever -  
Dr. Paige Bennett - Dr. Salah-Eddine Bouyoucef -  
Dr. Sanjay Gambhir - Dr. Bennett Greenspan -  
Dr. Mohamad Haidar - Dr. Juan Hatazawa -  
Dr. Wei He - Dr. Rodrigo Jaimovich -  
Dr. Jolanta Kunikowska - Dr. Fernando Mutt -  
Dr. Andrew Ross - Dr. Raymond Russel -  
Dr. Einat Sapir - Dr. Mike Sathekge -  
Dr. Christian Scheiber - Dr. Andrew Scott -  
Dr. Jean-Philippe Vuillez - Dr. Nadia Whithofs

Featured in this issue:  
Dr. François Lamoureux - Dr. Hussein Fadlallah  
Dr. Christopher O'Brien - Dr. Philip F. Cohen  
Dr. Michel Leblanc - Dr. Juan Luis Londono Blair  
Dr. François Taschereau - Dr. Stephan Probst  
Dr. Guillaume Chaussé - Dr. Kamel Hasan  
Dr. Keu Khun Visith - Dr. Wei He

Publication Director:  
Nicolas Rondeau Lapierre

Publisher:  
Les Éditions Multi-Concept inc.

Artistic direction and printing:  
Le Groupe Communimédia inc.

Advertisement information:  
Nicolas Rondeau Lapierre  
514-331-0661 #132  
nlapierre@editionsmulticoncept.com

Disclaimer: Authors are selected according to the extent of their expertise in a given specialty. The ePatient/Pangea project publication does not vouch for the expertise of its collaborators and may not be held liable for their statements. The texts published in the ePatient/Pangea project are only binding to the authors.

The ePatient magazine is published quarterly by the publishing company, Les Éditions Multi-Concept Inc. 1600 Henri-Bourassa Blvd West, Suite 405, Montreal, Quebec, H3M 3E2

Secretarial office:  
Tel.: (514) 331-0661  
Fax: (514) 331-8821  
Email : nmpangeaproject@gmail.com

All ads for pharmaceuticals products have been approved by the Council by the Pharmaceutical Advertising Advisory Board.

Legal Deposit:  
Library and Archives Canada  
Library and Archives Canada

Post-Publication Agreement  
No. 40011180

Subscription information:  
Quarterly publication, nmpangea.com



**SUBSCRIBE HERE ! INSCRIVEZ-VOUS ICI !  
SUSCRÍBETE AQUÍ ! 在这里签名! in your own language !**

*Don't miss our next issue on Quantification and the second part of Theranostics (neuroendocrine tumors).*

# EDITORIAL BOARD



*I am thrilled to introduce our outstanding editorial board members. Through our travel and NM lecturing around the globe, I have met terrific scientists and colleagues. Most, if not all of them, are really passionate about and true advocates for the field of nuclear medicine. They strongly believe in the power, usefulness and safe use of NM diagnostic and therapeutic procedures for the betterment of public healthcare worldwide. I am delighted that the following leaders have embraced the concept of the Pangea-ePatient magazine and accepted to share their invaluable expertise and experience with patients, referring colleagues, health care administrators, government agencies and insurance companies.*

*Dr. François Lamoureux  
Dr. Jean-Luc Urbain*



Dr. François Lamoureux,  
M.D., M.Sc., FRCPC,  
President, CANM, Canada



Dr. Jean-Luc Urbain,  
M.D., Ph.D., CPE, FASNC  
President 2021-2022 WFNNM  
Past President, CANM, Canada



Dr. Akram Al-Ibraheem, M.D.  
President, Arab Society of Nuclear Medicine (ARSNM)  
Chairman, Department of Nuclear Medicine & PET/CT  
King Hussein Cancer Center, Amman, Jordan



Dr. Zvi Bar-Sever, M.D.,  
Chair Pediatric Nuclear Medicine Council,  
EANNM; Director, Institute  
Schneider Children's Hospital, Israel



Dr. Paige Bennett, M.D.,  
Nuclear Medicine/Medical Imaging  
Specialist, Wake Forest University,  
USA



Dr. Salah-Eddine Bouyoucef, M.D.,  
Ph.D., Chief Nuclear Medicine,  
CHU Bab El Oued, Alger, Algeria



Dr. Sanjay Gambhir, M.D., Ph.D.,  
Chief/Chair, Nuclear Medicine,  
University of Lucknow, India



Dr. Bennett Greenspan, M.D.,  
Past President of the SNMMI, USA



Dr. Mohamad Haider, M.D.  
Vice-President, Arab Society of Nuclear Medicine (ARSNM)  
Director, Nuclear Medicine Division and Cyclotron Facility  
American University of Beirut Medical Center, Beirut, Lebanon



Dr. Jun Hatazawa, M.D., Ph.D.,  
Past President of the AOFNMB,  
Japan



Dr. Wei He, M.D., Ph.D.,  
Director of Nuclear Medicine and  
PET/CT, Center Fu Dan University,  
China



Dr. Rodrigo Jaimovich, M.D  
Past-President of ALASBIMN  
Professor, Nuclear Medicine  
at Clinica las Condes S.A  
Chili University, Chili



Dr. Fernando Mutt, M.D.,  
Past President ALASBIMN, Uruguay



Dr. Andrew Ross  
Past President, CANM



Dr. Raymond Russel, M.D., Ph.D.,  
Past President, CANM, Canada  
Associate Professor of Medicine Warren Alpert  
Medical School of Brown University, Director,  
Nuclear Cardiology, Rhode Island Hospital &  
Past President, American Society of Nuclear Cardiology



Dr. Einat Sapir, M.D., Ph.D.,  
Professor, Sackler School of Medicine,  
Tel Aviv University & Head,  
Department of Nuclear Medicine  
Tel Aviv Sourasky Medical Center, Israel



Dr. Mike Sathekge, M.D., Prof.,  
University of Pretoria, Head of  
Nuclear Medicine Steve Biko Acad-  
emic Hospital & President, Colleges of  
Medicine of South Africa, South Africa



Dr. Christian Sheiber, M.D., Ph.D.  
Professor and Chief of Nuclear  
Medicine, Hospitals de Lyon, France



Dr. Andrew Scott, M.D.,  
Past President WFNNM,  
Australia



Dr. Jean-Philippe Vuillez,  
M.D., Ph.D., Prof.,  
Ancien président SFMN  
Vice-Doyen Formation Directeur des  
études PU-PH – Médecine Nucléaire,  
France



Dr. Nadia Whithofs,  
M.D., Ph.D.,  
Division of Nuclear Medicine  
and Oncological Imaging,  
CHU of Liege, Belgium



Dr. Jolanta Kunikowska MD, Ph.D  
Associate professor of nuclear  
medicine department, Medical  
University Warsaw Poland  
President EANNM

# LES AVANCÉES MÉDICO-PHARMACOLOGIQUES

## LA MALADIE CARDIAQUE ISCHÉMIQUE SILENCIEUSE, LE DIABÈTE ET L'APPORT DE LA MÉDECINE NUCLÉAIRE.

La maladie cardiaque ischémique silencieuse est un réel problème mondial de santé publique. C'est une des plus importantes maladies non transmissibles dans le monde tant dans les pays développés que dans les pays en émergence. On prévoit que d'ici 2030 plus de 23 millions de personnes vont mourir annuellement de cette pathologie. Quinze(15) pour cent des décès surviendront sans signe prémonitoire. Cette situation est particulièrement alarmante dans les pays de faibles ou de moyens revenus, car ce sont ces pays qui dans 80 pour cent des cas supportent ce fléau.

Par exemple une des causes, le diabète sucré de type 2 (90 pour cent des diabétiques, soit 9 personnes diabétiques sur dix ont ce type de diabète) devient un véritable problème de santé publique.

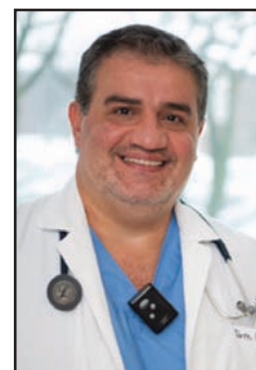
L'Organisation Mondiale de la Santé prévoit une augmentation de 122 pour cent du nombre de diabétiques dans le monde soit de 135 à 300 millions de personnes d'ici 2025. L'Inde dominera avec 57 millions de diabétiques. (Tableau 1)



Au Canada le nombre de diabétiques doublera également d'ici 2025. C'est une des maladies qui se répand le plus rapidement au Canada et dans le monde. Au Québec, sur une population de 8.5 millions d'habitants, 1.2 millions de personnes souffrent de diabète. Au Canada en 2017-2018 c'était 3.4 millions de personnes soit 8.1 pour cent de la population qui souffraient de diabète.

Au Canada le coût financier est de plus de 9 milliards de dollars par année et au Québec pour plus de 2 milliards de dollars par année.

De nombreuses complications résultent de cette maladie. ( tableau 2).



**Francois Lamoureux & Hussein Fadlallah** (MD, MSc, CSPQ, FRCPC, chef du service de cardiologie , Hôpital Santa Cabrini, Ciusss de Montréal, professeur adjoint de médecine clinique, Université de Montréal Québec, Canada.)

Tableau 1

Accroissement du nombre de diabétiques (en millions de gens)

	1995	2025
Inde	19	57
Chine	16	38
États-Unis	14	22
Pakistan	4	15
Japon	6	9
Canada	2	4

Tableau 2

Complications reliées au diabète

- Maladie coronarienne athérosclérotique (MCAS)
- Néphropathie diabétique
- Neuropathie diabétique
- Rétinopathie diabétique
- Pieds diabétiques avec ulcération et amputation secondaire.



Le diabète requiert en moyenne à lui seul environ 8 pour cent du budget de la santé dans les pays développés. La plupart des diabétiques des pays développés auront 65 ans ou plus et ceux vivant dans les pays en voie de développement seront dans le groupe d'âge de 45 à 64 ans. Ce sera un immense fardeau financier en raison de la morbidité et de la mortalité prématurée chez ces individus au cours des années les plus prospères de leur vie.

Au Canada le diabète est la première cause de dialyse et de cécité chez les adultes âgés de moins de 65 ans. Deux diabétiques sur trois mourront d'un problème cardiovasculaire, 50 pour cent décéderont d'une coronopathie et

l'infarctus du myocarde en sera souvent la première manifestation clinique. On croit qu'environ 22 pour cent des diabétiques souffriraient d'ischémie cardiaque silencieuse, c'est-à-dire sans symptômes apparents, probablement en raison d'une neuropathie associée masquant les symptômes de douleur. Comme environ 15 pour cent des gens mourront de leur premier infarctus, il devient impérieux de tenter de dépister cette ischémie silencieuse chez le malade diabétique à risque. (tableau 3)

Pour ces diabétiques à risque l'étude en Médecine Nucléaire de perfusion myocardique à l'effort ou sous stimulation pharmacologique avec l'injection par voie intraveineuse d'un puissant vasodilatateur comme le dypiridamole où l'adénosine permet en général de bien stratifier le risque cardiaque encouru chez ces malades diabétiques.

On peut différencier une étude normale ( ce qui signifie un risque de moins de 1 pour cent de la probabilité d'un événement cardiaque) d'une étude anormale ou l'on peut également confirmer ou infirmer la présence d'une lésion cicatricielle ou d'une lésion ischémique symptomatique ou silencieuse.

C'est une avancée exceptionnelle et combien bénéfique pour ces types de malades. ■

Tableau 3

Facteurs de risque pour de l'ischémie myocardique silencieuse.

1. Âge > 65 ans avec un diabète d'une durée de plus de 15 ans
2. Symptômes cardiaques atypiques ou dyspnée
3. Maladie artérielle occlusive
4. Malade sous hémodialyse depuis plus de 2 ans
5. Deux des facteurs suivants :
  - Hypercholestérolémie
  - Hypertension artérielle
  - Histoire familiale de diabète de type 2
  - Microalbuminémie
  - Tabagisme



**ISOLOGIC**  
Innovative Radiopharmaceuticals

# Trusted Quality Care

As the leading Canadian Positron Emitting Radiopharmaceutical (PERs) manufacturer and Single Photon Emitting Computed Tomography (SPECT) radiopharmaceutical manufacturer and distributor, ISOLOGIC is committed to ensuring that the Canadian healthcare community continues to obtain a reliable and efficient radiopharmaceutical supply.

- + Ethics and Integrity
- + Collaboration
- + Passion
- + Customer Focus
- + Innovation
- + Excellence



Over 99% of  
service reliability



Radiopharmaceutical  
experts working  
24-7/365



Absolute best  
radiopharmaceutical  
agents available

[isologicradiopharm.ca](http://isologicradiopharm.ca)

**WE DELIVER BETTER  
DIAGNOSTIC TOOLS  
FOR THE HIGHEST  
QUALITY CARE**

**TORONTO**  
**Sunnybrook Hospital**  
2075 Bayview Avenue  
Toronto ON M4N 3M5  
416 480.6100

**DORVAL (Head Office)**  
11215 Ch de la Côte-de-Liesse  
Dorval QC H9P 1B1  
514 636.4711

**OTTAWA**  
1053 Carling Avenue  
Suite F156  
Ottawa ON K1Y 4E9  
613 761.5370

**MONTREAL**  
1855 32<sup>e</sup> Avenue  
Lachine QC H8T 3J1  
514 636.5552

**BURLINGTON**  
5450 Harvester Road  
Burlington ON L7L 5N5  
905 333.1789

**QUEBEC CITY**  
2655 Dalton Street  
Quebec QC G1P 3S8  
418 650.1855

**VANCOUVER**  
899 West 12th Avenue  
Vancouver BC V5Z 1M9  
604 875.5085



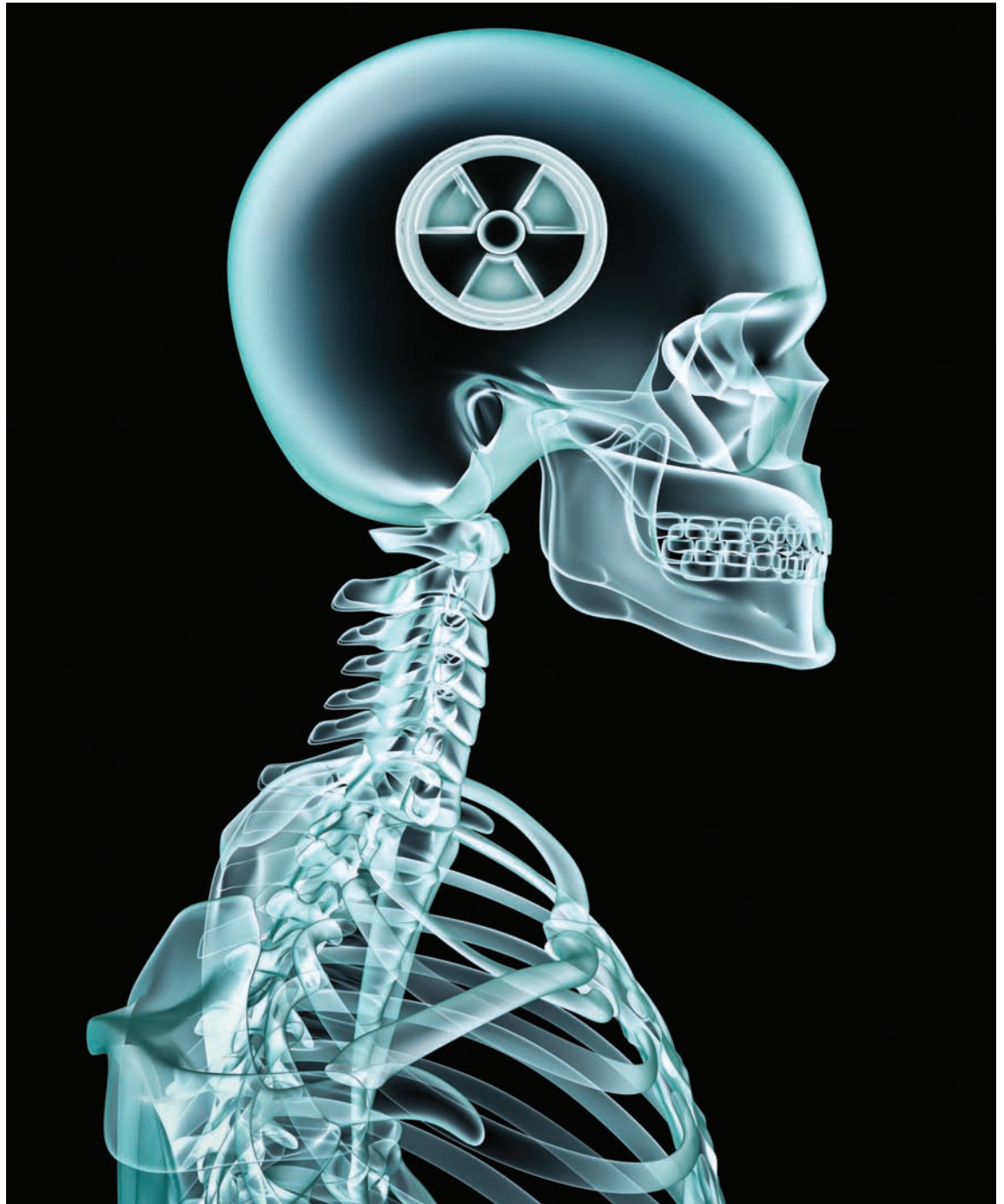


Christopher O'Brien  
MDCM; FRCPC

Medical Director,  
Nuclear Medicine  
Brantford General Hospital  
Ontario, Canada

# FRACTURES

## A DIFFERENT APPROACH: THE ROLE OF EARLY BONE SCANNING



**T**he three-phase bone scan is a very sensitive technique used in the detection of fractures of any cause. The sensitivity can be further increased through the use of SPECT and the specificity can be improved by adding the technique of SPECT/CT. The sensitivity ranges from 80% to 98% depending on when imaging is performed and whether SPECT is used, or 24 hour delayed imaging

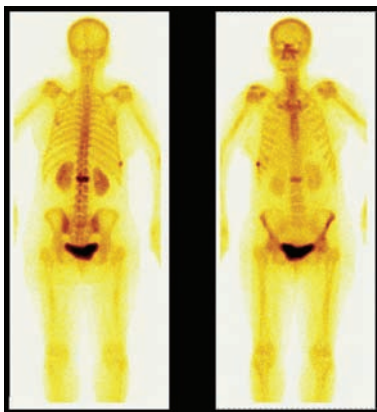
is obtained. Thus the sensitivity at 24 hours post event is 80%, 95% by 72 hours and 98% by one week.

The reason that the sensitivity is lower with early imaging is that the osteoblasts must become activated and it is osteoblastic activity that is assessed with the bone scan. The higher sensitivity is usually



achieved by 48 hours after the event. Up to 72 hours post event may be required for the severely osteopenic patient.

A bone scan can be tailored to assess a specific site only (e.g. the hand or foot) or a more regional assessment (e.g. the pelvis and lower extremities). At times a whole bone assessment may be required, especially in cases of more severe trauma. By tailoring the study, one can assess both the area of discomfort and also have the ability to assess for referred pain from occult fractures elsewhere.



It is important to realize that there is no increase in radiation exposure as one takes more images, as the radiation exposure comes from the injection. The addition of SPECT does not add any more radiation either as this is a simple 3-dimensional reconstruction technique. SPECT/CT, however, does add a very small amount of extra exposure linked to the CT, but a low dose technique is used to keep this exposure to a minimum.

## PATIENT MANAGEMENT ISSUES

When a patient presents complaining of bone pain, it is important to obtain a history to assess for possible post-traumatic causes, perhaps insufficiency causes, or perhaps neoplastic causes. After the history and if clinical indication exists, then the first imaging is usually plain film X-ray of the area of discomfort. If X-rays are obtained very shortly after the event, the sensitivity is low: 10 to 15% (especially with stress fractures and in those individuals with low bone density), and it may take up to two weeks or more before changes become more apparent with plain film X-ray. Thus there is the need for a follow-up X-ray if clinical symptoms persist.

However, even with this we see many patients presenting to Nuclear Medicine to obtain a bone scan to assess the possibility of fracture, even one month after the event because X-rays are still normal or inconclusive, and because of this the patient may not have received optimal clinical care.

To maximize patient care, one could consider a bone scan as the next imaging technique if initial X-rays are normal and clinical symptoms remain. Thus, one could consider performing a bone scan much earlier in the work-up of the patient due to its very high sensitivity which rivals MRI (sensitivity of 85 to 95%).

If referring physicians begin to request bone scanning earlier after initially negative X-rays in order to



optimize patient management, then it will be necessary for the Nuclear Medicine department to establish a rapid response process to fast track patients with suspected fractures. If the waiting time is 2 to 3 weeks, this does not do the patient any good. In addition, the Canadian Medical Association Wait Time Alliance has suggested that urgent cases (which include fractures) should obtain a bone scan within one week of the request and preferably within around 48 hours of the request, in ideal situations.

I believe that by following this approach, the diagnosis of fractures will be made quicker, patients can then be referred for appropriate management sooner, and the patient will be able to return to routine activities of daily life and will also have better pain control.

In conclusion, the routine bone scan is a safe and highly sensitive technique (98% at one week) and with the addition of SPECT/CT, it now has high specificity as well. It should be considered as the next imaging technique if X-rays are normal and clinical symptoms persist one week after the initial X-rays. In addition, the Nuclear Medicine departments will have to set up a process to fast track these requests in order to optimize patient care. ■

*“A bone scan can be tailored to assess a specific site only (e.g. the hand or foot) or a more regional assessment (e.g. the pelvis and lower extremities).”*

*“To maximize patient care, one could consider a bone scan as the next imaging technique if initial X-rays are normal and clinical symptoms remain.”*



**Philip F. Cohen MD  
FRCP(C)**

Division Head,  
Nuclear Medicine  
Lions Gate Hospital  
Associate Professor  
Radiology  
University of British  
Columbia

# NUCLEAR MEDICINE IN THE DIAGNOSIS OF OSTEOMYELITIS

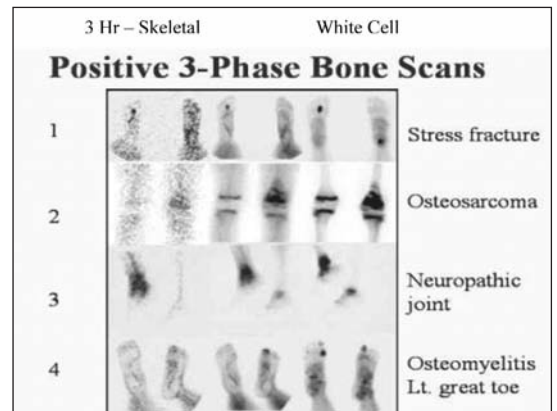
Osteomyelitis is a diagnostic problem because significant bone destruction must occur before it can be seen on regular x-rays or CT scan. MRI is a sensitive test, but is not routinely available in most Canadian hospitals. MRI, also, is not particularly good at whole-body imaging where an infection other than osteomyelitis is being considered.

Nuclear medicine tests – namely bone scans, gallium scans and white cell scans, on the other hand, are widely available, relatively inexpensive, can do whole-body survey for other sites of infection, and are still considered the most sensitive and specific tests for bacterial bone infections, especially if combined with SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) as shown in the table below.

Procedure	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Accuracy(%)
<b>Bone Scan</b>			
3Phase	36	92	67
Planar	73	31	50
SPECT	73	69	71
<b>Bone/Gallium</b>			
Planar	64	85	75
SPECT	91	92	92
<b>Gallium Scan</b>			
Planar	82	77	79
SPECT	91	92	92
<b>MRI</b>	91	77	83

Love et al. Clin Nucl Med, 2000

The bone scan is very sensitive and specific for osteomyelitis, and is positive as early as 24 hours after infection is suspected when standard x-rays of the bones are often negative. However, since it only sees bone inflammation and “repair”, other conditions, such as fracture, tumor, osteoarthritis or rheumatoid arthritis can cause false positives, and certain areas, such as the spine, which are difficult to evaluate on planar nuclear medicine, can be missed in early osteomyelitis.



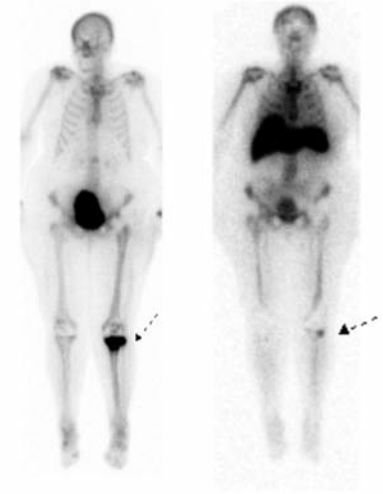
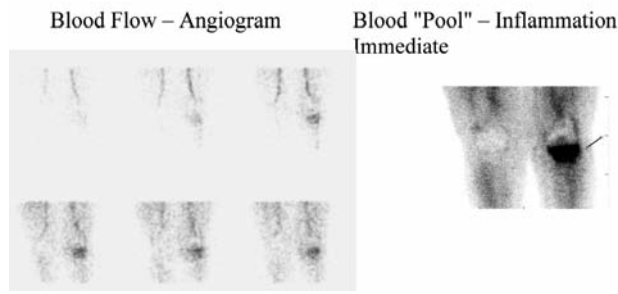
Often, the patient history, raised white count, and later x-ray changes are enough in the presence of a positive bone scan to make the diagnosis of osteomyelitis. However, in difficult or confusing cases, in order to increase the specificity of the bone scan, other more specific, but also more expensive and time-consuming, nuclear medicine tests can be added. The easiest is the 24 hour bone scan – or “four-phase” bone scan, which can occasionally help in the certainty of increased uptake. However, the two most widely available tests in nuclear medicine for improving sensitivity for bone infection are the gallium scan, using the radioactive tracer Gallium-67, and the labeled white cell scan.

*“The bone scan is very sensitive and specific for osteomyelitis, and is positive as early as 24 hours after infection is suspected when standard x-rays of the bones are often negative.”*

A bone scan is a 2-3 hour test available in all hospital nuclear medicine departments in Canada, and is done in three phases:

1. Blood Flow or low resolution nuclear angiogram;
2. Blood Pool – or inflammation scan done immediately after the flow images as blood is “pooled” in the capillaries, mostly the muscles and organs, and which corresponds to a low resolution T2 MRI image; and
3. Bone delay images at 1.5-3 hours and corresponds to a “mini-skeleton” showing areas of active bone deposition.

## OSTEOMYELITIS – L Knee Prosthesis



### Improving Specificity

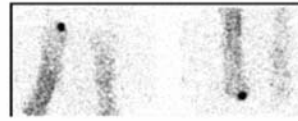
- Four Phase Bone Imaging
- Sequential Bone/Gallium Imaging
- Combined Leukocyte/Marrow Imaging

Gallium-67, when injected into patients, binds to transferrin which is incorporated into white cells and bacteria.

It is widely available in almost all Canadian nuclear departments, quite specific for infection (although it also localizes in certain tumors), and fairly inexpensive. However, because it is cyclotron-produced, it usually must be ordered specially for each patient, and imaging of gallium is done over 2-4 days. Also, because it localizes in all inflammation, the patterns of uptake can be increased even in non-infections,

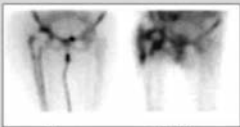
Diabetics often, however, have peripheral neuropathies and Charcot injuries to the feet or hands. In this setting, a bone-scan and white cell scan are frequently the only way, short of frank pus coming out of the extremity, of making the diagnosis.

### Right Great Toe Osteomyelitis

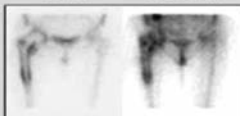


<sup>111</sup>In-WBC

### Positive Bone/Gallium Scintigraphy



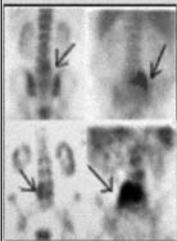
Spatially incongruent distribution of Ga & MDP



Spatially congruent distribution & intensity of Ga > MDP

In conclusion, nuclear medicine offers a number of highly sensitive and specific tests for the presence of osteomyelitis to Canadian doctors, which are cost effective, widely available, and inexpensive. ■

### Lumbar Osteomyelitis



Bone Gallium

The other technique in nuclear medicine is to use labeled white cells, using the patient's own cells as the infection-seeking vehicle, with either Tc-99m or In-111 as the radioactive "tracer", which follows the cells to the site of infection. This is highly specific for osteomyelitis, although in some cases yet another nuclear test must be added. This is because labeled white cells also target normal marrow, and in some patients, such as those with infected prostheses, the marrow-expansion resulting from the surgery can confuse whether the patient has an infection or simply a normal variation resulting from the surgery. One particularly useful area for white cell scanning is in diabetic patients, where because of poor vascularity, there is increased risk for infection, particularly in the peripheral tissues such as the hand and foot.



*“One particularly useful area for white cell scanning is in diabetic patients, where because of poor vascularity, there is increased risk for infection, particularly in the peripheral tissues such as the hand and foot.”*

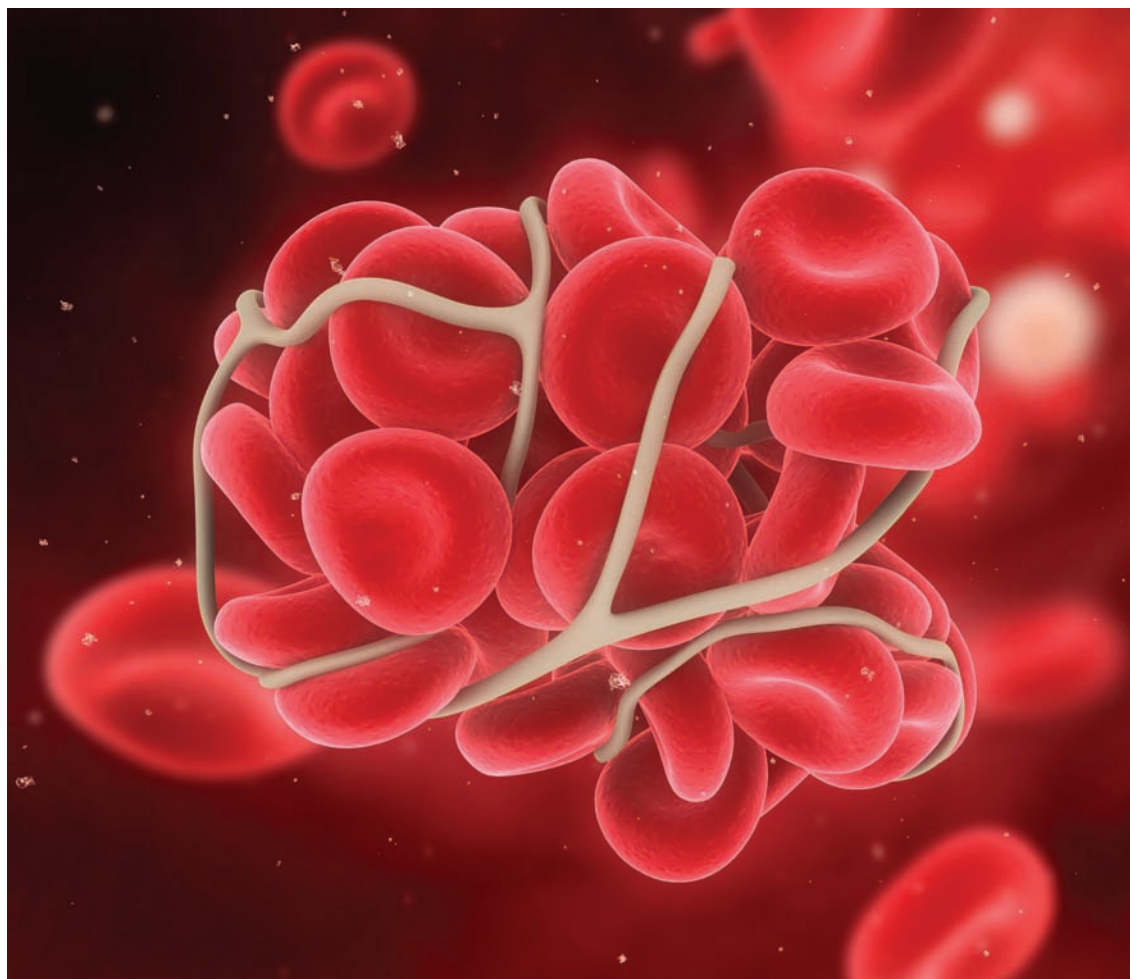


**Michel Leblanc MD,  
RCPSC, ABNM**

Nuclear  
Medicine Department  
Centre Hospitalier Affilié  
Universitaire Régional  
de Trois-Rivières  
Clinical professor,  
University of Montreal  
Clinical professor,  
University of Sherbrooke

***“Using tomographic imaging improves sensitivity for PE and drastically reduces indeterminate readings (< 5% of cases) due to better contrast and 3D visualisation of perfusion defects.”***

## V/Q SPECT IN PULMONARY EMBOLISM



**P**ulmonary embolism (PE) is a frequent and potentially lethal disease caused by a loose thrombus, originating most frequently from the lower limbs, migrating to the lungs and causing occlusion of a part of the pulmonary circulation. The diagnosis of pulmonary embolism is difficult because no combination of signs and symptoms is sensitive or specific. Different strategies have been devised to evaluate the clinical probability, for example, Wells score. They are usually combined with D-Dimer measurements and, if the resultant probability is moderate or high, further investigation is warranted.

Therefore, imaging tests are often required to establish the diagnosis. Traditionally, it was mainly based on planar ventilation and perfusion scintigraphy (“lung scan”). When it showed one or several areas of poorly perfused but adequately ventilated lung, it was considered compatible with PE. However, because of the high rate of indeterminate readings, especially within the

PIOPED scheme of interpretation, it was progressively replaced in most settings by computerized pulmonary tomographic angiography (CTPA).

Within the last few years, the availability of a highly performing nuclear medicine ventilation agent (technegas) enabled the emergence of a major technical enhancement, tomographic tridimensional analysis of ventilation and perfusion, mainly known as Ventilation Perfusion Single Photon Emission Computed Tomography (V/Q SPECT). This technique has major advantages over traditional planar ventilation perfusion imaging.

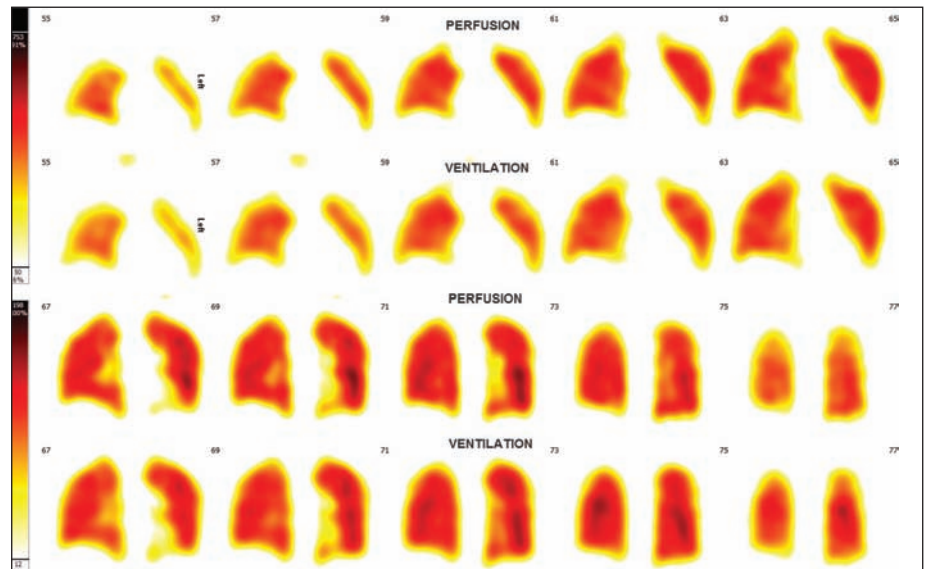
Using tomographic imaging improves sensitivity for PE and drastically reduces indeterminate readings (< 5% of cases) due to better contrast and 3D visualisation of perfusion defects. This enables classification of defects into vascular or non-vascular origin, with much more accuracy than with conventional planar imaging. Matching or mismatching of ventilation with perfusion is easily

determined (much better than with xenon gas) in 3D. Therefore, a probabilistic interpretation of results is totally discarded in favor of a binary interpretation (embolism present or absent), even though the basis of the diagnosis remains the same: embolism is deemed present when a vascular type perfusion defect is ventilated. Figure 1 shows a normal exam, while figures 2 to 4 show embolism of increasing size.

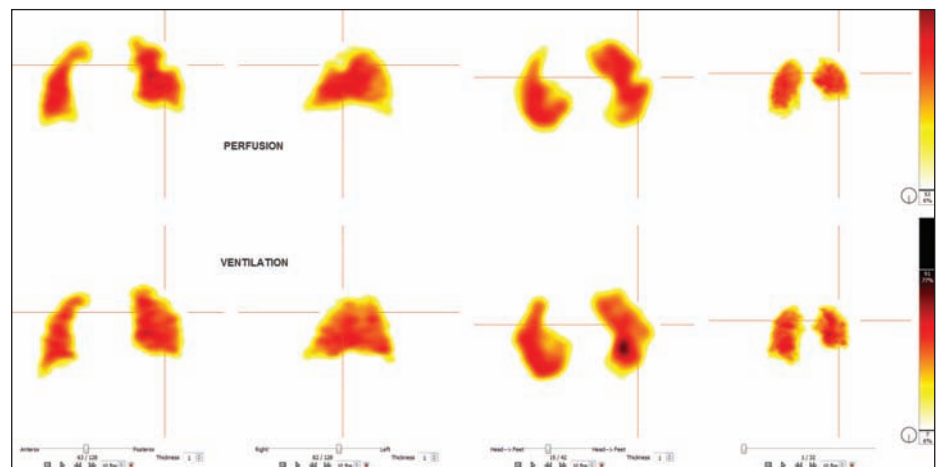
Available studies show that V/Q SPECT and CTPA have very similar accuracies, with V/Q SPECT being slightly more sensitive, but slightly less specific. Besides a very high sensitivity and a negative predictive value over 95%, V/Q SPECT has several benefits over CTPA, namely a much lower radiation dose, absence of allergic reactions or contrast nephropathy and a more reliable detection of sub-segmental embolism. This profile makes it the imaging test of choice for most of the usual indications, especially if the chest X-ray is not severely abnormal. CTPA can be used as a first line study for more complex cases, specifically those who would require a chest CT anyway for a complete evaluation of their symptoms. CTPA is also a good choice for unstable patients, as it can be completed much quicker than a V/Q SPECT. Table 1 compares characteristics of V/Q SPECT to those of CTPA.

In the last few years, concern has been raised about the radiation dose incurred to patients by the rising use of CT in clinical practice. Table 2 compares the radiation dose given by both imaging tests. As can be seen, dose levels are much lower for V/Q SPECT, which is much more appropriate for widespread use in a large population, including low to moderate clinical probabilities. The dose to the breasts is very high for CTPA, representing the equivalent of 10-25 mammograms. Even if we take into account special low dose protocols for CTPA, the difference with V/Q SPECT is still substantial. Fetal dose is very low for both tests (negligible risk in both cases), but the high total and breast doses incurred by CTPA to young mothers make V/Q SPECT a much better option for this group.

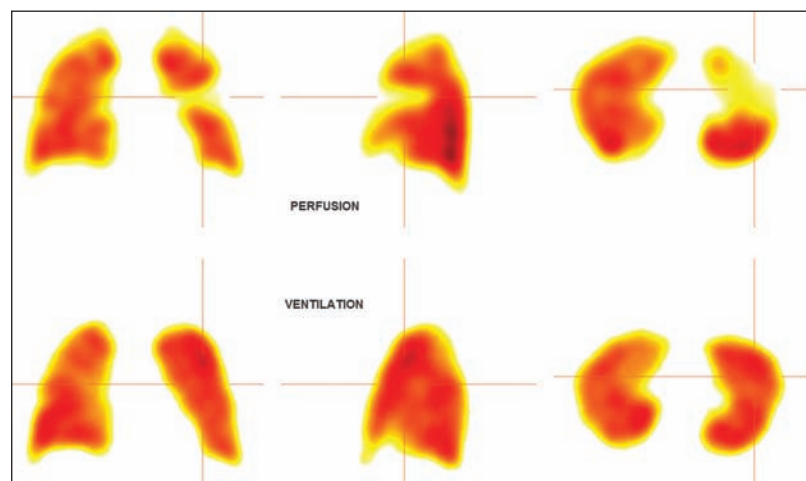
When PE is diagnosed, it is important to obtain a follow-up exam three months later to assess the degree of reperfusion.



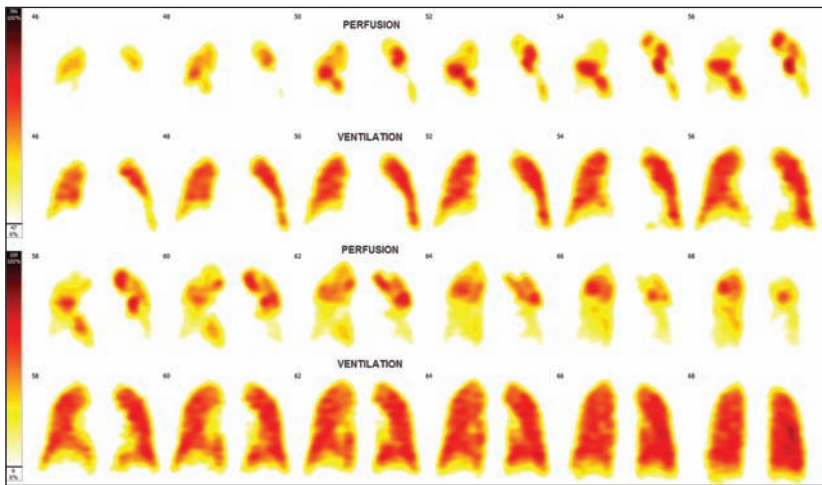
**Figure 1:** Normal V/Q SPECT, coronal slices. Note homogenous distribution in both ventilation and perfusion.



**Figure 2:** Sub-segmental PE. Small typical vascular type perfusion defect with normal ventilation, viewed in triangulation mode (coronal, sagittal and transverse slices).



**Figure 3:** Large segmental PE. Large typical vascular type perfusion defect with normal ventilation, viewed in triangulation mode (coronal, sagittal and transverse slices).



**Figure 4:**

**Extensive PE.** Multiple and extensive perfusion defects, both complete and partial, with normal ventilation.

This control will also serve as a baseline in case of recurrence and will identify patients with chronic embolism at risk of pulmonary hypertension. In case of massive initial embolism, a first follow-up exam is obtained 7-10 days after the initial episode, which will serve as provisory baseline image in case of early symptom recurrence.

### CONCLUSION

V/Q SPECT has superseded traditional planar ventilation perfusion imaging for the evaluation of pulmonary embolism. It is a highly accurate test that can be used as a first line procedure in most usual clinical scenarios. ■

	<b>CTPA</b>	<b>V/Q SPECT</b>
<b>Sensitivity</b>	May be lower	May be higher
<b>Specificity</b>	May be higher	May be lower
<b>Possible allergies</b>	Yes	No
<b>Contrast induced nephropathy</b>	Yes	No
<b>Radiation dose</b>	Higher	Lower
<b>Non-related incidental findings requiring follow-up</b>	Yes, frequent	Rare or nonexistent
<b>Useful alternate diagnosis</b>	Yes, frequent	Less frequent
<b>Availability</b>	Better availability out of hours	Less available out of hours
<b>Accuracy with abnormal X-ray</b>	Probably unaffected	May be affected in cases with moderate to severe changes
<b>Accuracy in pregnancy</b>	Strongly affected	Unaffected
<b>Accuracy in chronic PE</b>	Low	High
<b>Ease of follow-up</b>	More difficult, with higher radiation dose	Easier, with lower radiation dose
<b>Performance in COPD</b>	Probably not affected	May be affected in severe cases
<b>Technical failure rate</b>	Higher	Lower

**Table 1:** Summary of advantages and limitations of CTPA and V/Q SPECT

	<b>CTPA</b>	<b>V/Q SPECT</b>
<b>Whole body</b>	15-20 mSv	3-4 mSv
<b>Breasts</b>	10-70 mSv	< 1.5 mSv
<b>Lungs</b>	± 10 mSv	± 10 mSv
<b>Foetus</b>	< 1 mSv	< 1 mSv

**Table 2:** Summary of typical radiation doses incurred from CTPA and V/Q SPECT (mSv = millisievert)



### AVANTAGES

### V/Q SPECT TECHNEGAS™



#### Précision de diagnostic prouvée

avec une sensibilité et une spécificité élevées <sup>1</sup>



#### Minimalement invasif

aide au confort et à la collaboration des patients <sup>2</sup>



#### Détection sous-segmentaire

de l'embolie pulmonaire (EP) <sup>3</sup>



#### Faible radiation

26 à 36 fois moins de dose absorbée au sein chez les femmes <sup>4</sup>

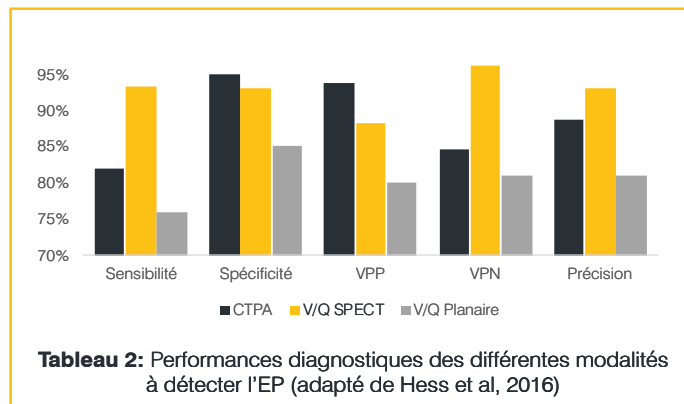
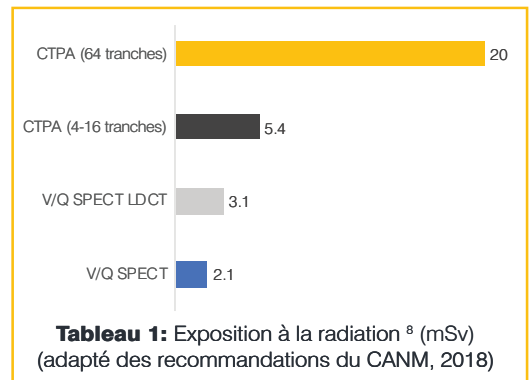
**Technegas™ a des critères d'exclusion minimaux et peut être administré à la plupart des patients<sup>4-6</sup>, y compris:**

Insuffisance rénale | Allergie aux agents de contraste | Diabète  
Maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) | Gravement malade  
Femme enceinte

### V/Q SPECT TECHNEGAS™ ET LES RECOMMANDATIONS EN MÉDECINE NUCLÉAIRE

Les recommandations de l'EANM<sup>7</sup> conseillent fortement la tomographie par émission de photons pour les études pulmonaires de ventilation-perfusion (V/Q SPECT) car elle permet le diagnostic de l'EP avec précision, même en présence de MPOC et de pneumonie.

Les recommandations du CANM<sup>8</sup> considèrent Technegas™ comme l'agent de choix chez les patients souffrant de MPOC puisqu'il y a moins de dépôts dans les voies aériennes centrales, une meilleure pénétration périphérique et il ne s'élimine pas aussi rapidement que les aérosols traditionnels. Seulement quelques respirations sont suffisantes pour atteindre une quantité adéquate d'activité dans les poumons, ce qui réduit le temps de la procédure et l'exposition du personnel.



#### Références

- Hess S, et al. Semin Thromb Hemost 2016; 42: 833-845
- Sánchez-Crespo A, et al. Nucl Med Commun 2008; 29(2): 173-177
- Grüning T, et al. Clin Imaging 2014; 38(6): 831-835
- Isidoro J, et al. Phys Med 2017; 41: 93-96
- Miles S, et al. Chest 2009; 136: 1546-1553
- Nasr A, et al. EC Pulmon and Respir Medicine 2017; 4(3): 85-91
- Bajc M, et al. Eur J Nucl Med Mol Imaging 46, 2429-2451
- Leblanc M, et al. CANM Guidelines 2018; publié Nov 2018

Toutes les EP doivent avoir un contrôle final 3 mois après le diagnostic afin d'évaluer la reperfusion finale et pour bénéficier de la disponibilité d'un examen de base en cas de symptômes récurrents. Une faible exposition à la radiation permet des études répétées (tableau 1).

Avec l'adoption de l'imagerie SPECT, les résultats V/Q SPECT sont considérés comme supérieurs à l'imagerie planaire et à la tomodensitométrie (CTPA) lorsque l'on compare la sensibilité, la valeur prédictive négative et la précision de ces examens (tableau 2).<sup>1</sup> Par conséquent, dans les situations d'EP aiguës, d'EP chroniques, de grossesse, de pédiatrie et de patients MPOC, l'imagerie V/Q SPECT peut être considérée comme une investigation de première ligne en raison de sa sensibilité et de sa spécificité élevées, de sa faible radiation et de l'absence d'effets indésirables.<sup>8</sup>





## Medicina Nuclear en trasplante renal



**Juan Luis Londono Blair**  
Medico Nuclear, Jefe servicio Medicina Nuclear  
San Vicente Fundación  
Hospital Universarito  
Columbia South America

### INTRODUCCIÓN

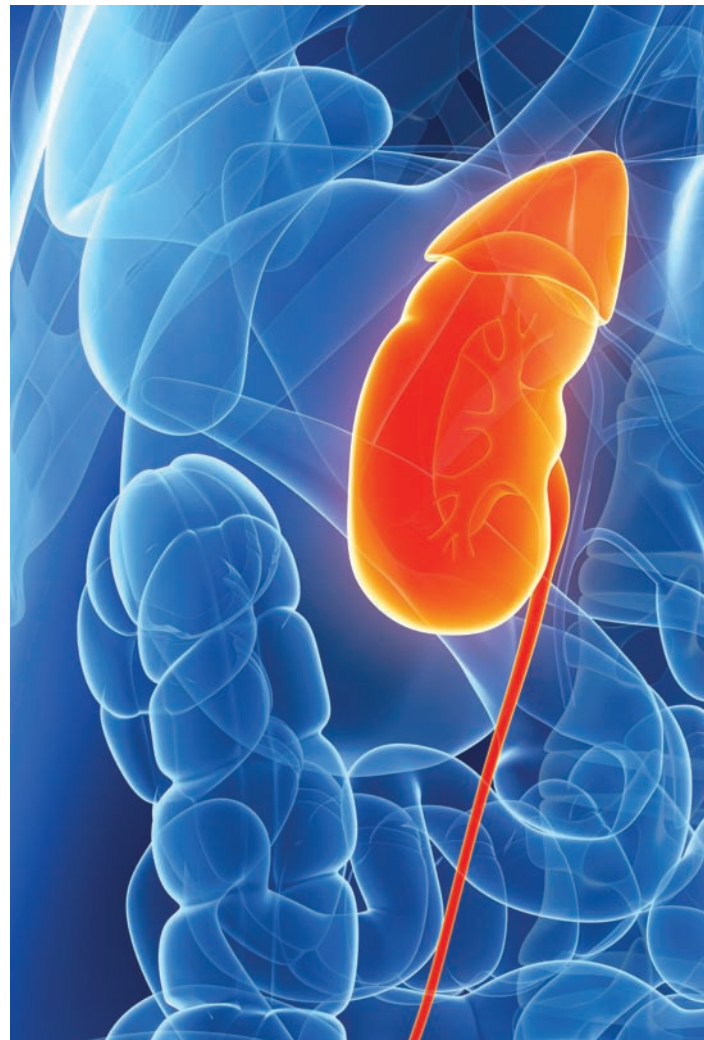
La historia de los trasplantes renales comienza cuando Emerich Ullman realizó los primeros injertos, tanto autoinjerto como xenoinjerto en la primera década del siglo XX en animales. Sin embargo, la técnica de aloinjerto no fue exitosa excepto en algunos casos en gemelos idénticos como los de Boston, en 1954, hasta la introducción de los medicamentos inmunosupresores por parte de Tom Starzl en 1963. A medida que mejoraron las técnicas de trasplante y de medicamentos inmunosupresores, se realizaron los primeros estudios funcionales gamagráficos con radioisótopos que utilizaban lodrast e Hipurán marcados con yodo-131 ( $^{131}\text{I}$ ) en 1964 y con la posterior introducción en la década de los 70's de la gamagrafía renal con Ácido Dietilen Triamino Penta Acético (DTPA) marcado con Tecnecio-99m ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ).

Los descubrimientos de Wilhem Roëntgen en 1896 y de Marie Curie en 1898 en rayos X y radioactividad respectivamente, permitieron la introducción de la modalidad de imágenes diagnósticas en trasplante renal. En los años posteriores, el trasplante de riñón y el uso de imágenes diagnósticas tuvieron un camino sinérgico para su desarrollo, con descubrimientos claves en los mecanismos del rechazo de los trasplantes, la introducción de tratamientos inmunosupresores y la integración definitiva del diagnóstico por imágenes en los programas de trasplante.

El trasplante renal es el método de tratamiento preferido en pacientes con falla renal terminal. Cuando se compara con la diálisis de mantenimiento, la mayoría de los pacientes que reciben un trasplante exitoso, experimentan una mejoría en la calidad de vida y tienen una reducción significativa en la mortalidad. La supervivencia del injerto a 5 años en los pacientes trasplantados varía de un 72-99%, con las mejores tasas obtenidas en pacientes que reciben injertos de donantes vivos.

La monitorización de la función renal después de un trasplante es importante para reconocer las complicaciones postrasplante, como las complicaciones vasculares o urológicas; la necrosis tubular aguda (NTA) o el rechazo. Por lo tanto, una modalidad imaginológica con un alto valor predictivo en las complicaciones postrasplante conduce a un mejor tratamiento y a una disminución de la posibilidad de falla temprana del injerto.

Las imágenes diagnósticas juegan un papel crítico en el diagnóstico y en el manejo de la disfunción del trasplante. La ecografía es la modalidad de elección para evaluar el injerto de forma temprana en el posoperatorio inmediato y en el seguimiento a largo plazo; también tiene utilidad para dirigir las intervenciones diagnósticas y terapéuticas, como la biopsia, la colocación de una nefrostomía o en la aspiración de líquidos. Las imágenes de Medicina Nuclear son la modalidad funcional que permite la





valoración del injerto de forma cualitativa y cuantitativa. El TAC y la RM proveen información de las anomalías estructurales como estenosis arterial o trombosis venosa y la angiografía se usa en el tratamiento de complicaciones, como estenosis de la arteria renal, pseudoaneurisma o fístulas arteriovenosas.

Las imágenes de Medicina Nuclear son muy importantes en el trasplante renal, ya que proveen medios no invasivos para evaluar la función del injerto de forma cuantitativa y también juegan un papel importante en el monitoreo de las posibles complicaciones quirúrgicas. Solamente los estudios gamagráficos permiten separar la función del injerto de la función residual de los riñones nativos. Luego de un trasplante renal, se puede usar una gamagrafía renal dinámica (Renograma) para valorar de forma rutinaria la función basal del injerto o en caso de que se sospeche disfunción tardía. El renograma puede identificar el empeoramiento de la función del injerto; sin embargo, no puede diferenciar los tipos de rechazo como lo hace la histopatología ni tampoco puede diferenciar rechazo de otras causas de disfunción del injerto.



## IMÁGENES CON MEDICINA NUCLEAR

### Valoración del donante

Un renograma es esencial para determinar de la mejor manera posible la función renal en los potenciales donantes, especialmente en aquellos con función renal en el límite (depuración de creatinina  $< 90\text{mL/m/m}^2$ ); donantes mayores de 50 años y donantes con factores de riesgo cardiovascular que puedan favorecer el desarrollo de enfermedad renal a largo plazo.

Una adecuada valoración de la función renal pre donación permite estimar el nivel de función del riñón residual a 1-2 años luego de la donación. Para evaluar la función renal pre donación, se debe obtener como mínimo una dosificación de creatinina sérica para estimar la tasa de filtración glomerular o mediante depuración de creatinina. La sobreestimación de la tasa de filtración glomerular (TFG) puede llevar a aceptar candidatos a donante que tienen mayor riesgo que el calculado de tener algún peligro luego de la donación y hasta una falla del injerto de forma temprana en el donante. Por el contrario, una subestimación de la TFG puede llevar a la exclusión inapropiada de donantes. Un renograma isotópico permite calcular de forma adecuada la función renal por separado en el donante y permite elegir cuál será el mejor riñón, que debe permanecer con el donante.

### Gamagrafía del riñón trasplantado

Las pruebas diagnósticas con radioisótopos en pacientes con trasplante renal proveen medios no invasivos de evaluar la función del injerto de forma rápida, cuantitativa, no invasiva y permiten de forma simultánea valorar las posibles complicaciones quirúrgicas. El diagnóstico diferencial a menudo requiere correlación con el cuadro clínico, tratamiento, los hallazgos gamagráficos previos y los resultados de otras pruebas diagnósticas. Los hallazgos gamagráficos son muy similares en entidades como la NTA y el rechazo agudo (RA), por lo que la mejor forma de diferenciar estas dos entidades es mediante los cambios progresivos en los estudios seriados. Solamente los estudios gamagráficos son capaces de diferenciar la función del injerto de la función residual de los riñones nativos. Con las técnicas de ECO Doppler y resonancia magnética es posible visualizar la perfusión renal; sin embargo, la gamagrafía renal aporta parámetros cuantitativos reproducibles y objetivos.

### Radiofármacos

A lo largo del tiempo se han usado varios radiofármacos para la medición del flujo renal y de la tasa de filtración glomerular como el Ortoyodo Hipurato marcado con yodo-131 ( $^{131}\text{I}$ -OIH); el Ácido Etilen Diamino Tetraacético marcado con Cromo-51

(<sup>51</sup>Cr-EDTA); el <sup>125</sup>I Iotalamato y el <sup>99m</sup>Tc-DTPA. En 1986 se introdujo la Mercapto Acetil Triglicina marcada con Tecnecio-99m (<sup>99m</sup>Tc-MAG3) y pronto fue utilizado en la valoración del trasplante renal en varios pacientes. Hoy en día se considera como el radiofármaco de elección en muchos centros de Medicina Nuclear dada su alta extracción en el primer paso y su mejor calidad de imagen. Posteriormente se introdujo la Etilen Cisteína marcada con Tecnecio-99m (<sup>99m</sup>Tc-EC), otro agente de secreción tubular.

## MEDICINA NUCLEAR EN LA VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN DEL INJERTO

Las imágenes funcionales tienen dos indicaciones principales en los pacientes con trasplante renal. La primera es la de monitorizar los cambios funcionales del injerto mediante el uso del renograma, el cual evalúa la perfusión y las funciones de concentración y excreción tanto de forma cualitativa como cuantitativamente. La segunda es la capacidad de predecir los resultados a corto o a largo plazo. Entre los primeros cambios en la función renal está la elevación de la creatinina sérica, pero también la disminución en la filtración glomerular. Además de proveer imágenes, las técnicas de medicina nuclear permiten el seguimiento midiendo la filtración glomerular con el uso de <sup>99m</sup>Tc-DTPA. Esta técnica es considerada como más precisa que la estimación del filtrado glomerular mediante los niveles de depuración plasmática de creatinina.

### 1. Gamagrafía renal dinámica (Renograma)

El renograma es una técnica bien establecida, precisa, con protocolos validados durante varios años y es una técnica muy útil en pacientes con trasplante renal. El renograma isotópico se usa para valorar la estructura, el flujo sanguíneo y la función del injerto, permitiendo realizar imágenes aún en casos de bajo flujo, obstrucción o fístulas.

Aunque la ecografía con Doppler es la primera modalidad de imágenes para la valoración del injerto, esta técnica es altamente dependiente del operador y podría no hacer el diagnóstico en algunos casos. El renograma no es operador dependiente; en algunos casos puede demostrar empeoramiento de la función del injerto en pacientes que tienen ecografía normal o sospechosa.

El renograma tiene un alto valor predictivo negativo en pacientes con trasplante renal. Sin embargo, este procedimiento no permite diferenciar NTA de rechazo.

#### Interpretación

Se utilizan varias técnicas en su interpretación, a saber: análisis visual, análisis cualitativo y cuantitativo.

#### Análisis visual

La inspección visual se enfoca en la permeabilidad arterial del injerto; en la perfusión de los riñones nativos y permite excluir obstrucción del uréter, de la arteria renal y/o de la vena renal. Una captación rápida y temprana es un indicativo de buena perfusión y excluye complicaciones prerrenales; una rápida depuración plasmática y un lavado parenquimatoso rápido indican una función glomerular o tubular normales y una rápida excreción de la pelvis hacia el uréter y la vejiga excluyen complicaciones en las estructuras postrenales. Una pelvis dilatada y con retención del radiofármaco puede ser un signo de hidronefrosis y una zona de acumulación progresiva alrededor del uréter puede indicar una fístula urinaria.

#### Análisis cualitativo

La perfusión del radiofármaco y su captación parenquimatosas se pueden visualizar mucho mejor mediante la representación gráfica de la radioactividad en el tiempo, con las curvas renográficas de áreas de interés en el injerto y la vejiga.

Las curvas se pueden clasificar con el sistema de Heaf e Iversen y de esta forma se puede valorar la función de forma cualitativa (figura 1)

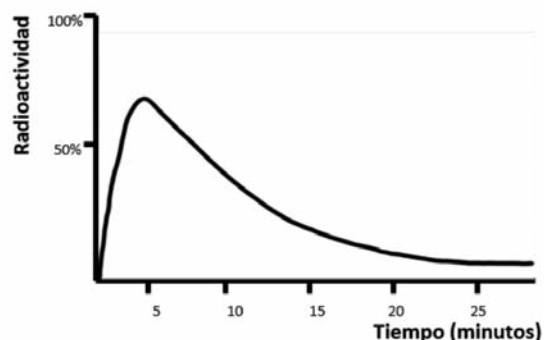


Figura 1. Curva renográfica (tiempo/actividad) Grado 0 (curva renográfica normal)

La función normal del injerto se caracteriza por una curva rápidamente ascendente, que alcanza su máximo antes de los 5 minutos y que completa la excreción dentro de los 30 minutos. La función reducida del injerto, como se ve en la mayoría de los trasplantes renales en el período posoperatorio inmediato, se caracteriza por una excreción reducida o ausente, con perfusión normal

#### Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo se prefiere ya que tiene menor variabilidad interobservador comparativamente con el análisis visual. Con el transcurso de los años, se han desarrollado varios

métodos para el diagnóstico diferencial de RA versus NTA. En general, la mayoría de los índices cuantitativos se usan para describir la extracción versus la captación y la excreción versus la depuración. Algunos de los índices más usados son la pendiente de ascenso de la función tubular (PFT); el índice MUC10, que representa la radioactividad en el riñón como una fracción de la cantidad administrada al paciente; la relación de captación a los 20 minutos sobre la actividad al minuto 3 (R30/3) y el índice GI, que combina índices basados en el tiempo con índices basados en la radioactividad. Se valoran de forma individual la primera fase del renograma (o fase vascular); la segunda fase (fase parenquimatosa) y la tercera fase (fase de excreción).

En la figura 2 se muestra un renograma en un paciente trasplantado.

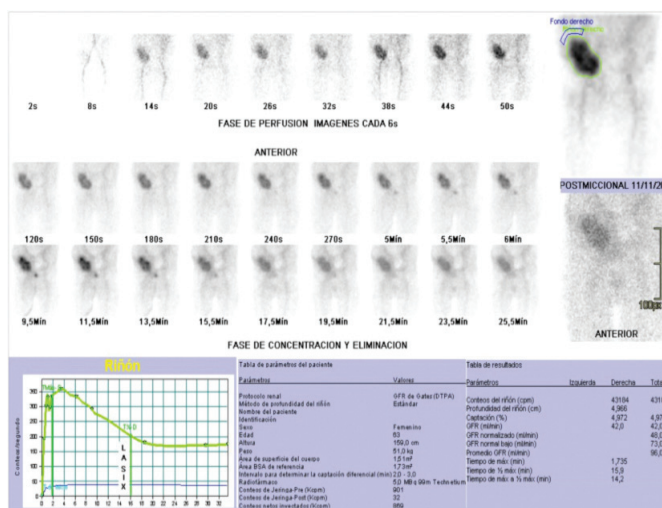


Figura 2. Renograma con <sup>99m</sup>Tc-DTPA en paciente con sospecha de fístula urinaria. 72 horas pos trasplante. Hallazgos: perfusión normal del injerto, con índices de perfusión normales. Captación parenquimatosa normal, función excretora normal.

## 2. Gamagrafía renal estática

La gamagrafía renal con Tecnecio-99m Ácido Dimercapto Succínico (<sup>99m</sup>Tc-DMSA) es procedimiento rutinario en los servicios de Medicina Nuclear para la detección de lesiones cicatriciales en pielonefritis. Este radiofármaco se une a las microproteínas plasmáticas y es filtrado por el glomérulo. El complejo DMSA-micro-proteína se une a receptores mediados por la megalina-cubulina y sufre endocitosis en las células de los túbulos proximales y de esta forma, el radiofármaco es retenido en la célula, permitiendo valorar la integridad cortical de los riñones. Sin embargo, no es específico de infección, dado que lesiones ocupantes de espacio como tumores, quistes o abscesos tampoco captan el <sup>99m</sup>Tc-DMSA.

Los injertos renales son susceptibles de infecciones, que pueden comenzar desde el período posoperatorio. Varios organismos patógenos son responsables de la infección del injerto, que pueden variar desde infecciones nosocomiales, infecciones del donante, infecciones latentes o infecciones oportunistas. Aparte de tener un papel en el diagnóstico de la causa, el <sup>99m</sup>Tc-DMSA se puede usar para identificar los sitios de la infección aguda y también en el seguimiento de lesiones cicatriciales (figura 3).

Se ha demostrado que las lesiones cicatriciales son comunes en los riñones trasplantados; por lo tanto, se recomienda realizar una gamagrafía con <sup>99m</sup>Tc-DMSA luego de 4-6 meses de un episodio de pielonefritis.

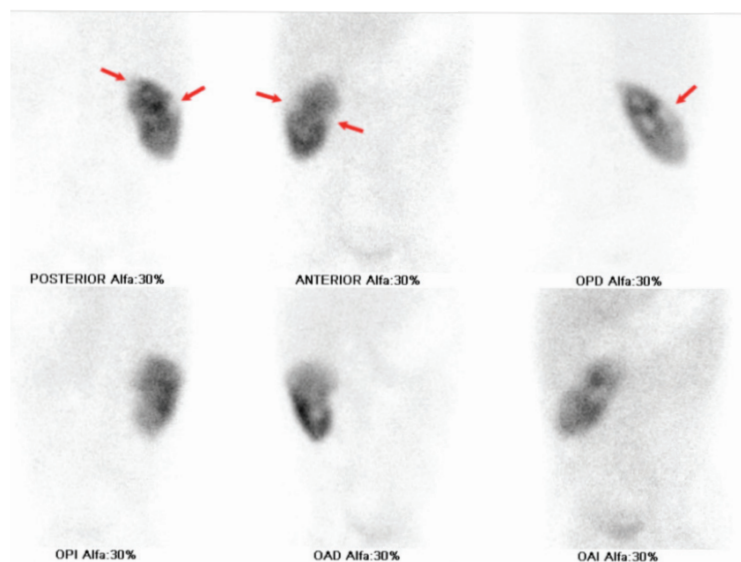


Figura 3. Gamagrafía renal con <sup>99m</sup>Tc-DMSA en paciente con 18 meses pos trasplante renal y varios episodios de infección urinaria febril. Múltiples lesiones con defecto de captación y alteración del contorno normal del parénquima compatibles con lesiones cicatriciales.

## IMÁGENES EN RECHAZO

El rechazo agudo puede afectar a todos los pacientes con trasplante renal, independientemente de la edad o sexo. El RA subclínico afecta a un 10-30% de los receptores en el primer año luego del trasplante y esta condición es predictora de una posible falla del injerto. De hecho, en muchos centros de trasplante practican a sus pacientes biopsias de control entre 3 y 12 meses luego del trasplante, para detectar esta patología. Este procedimiento invasivo no está libre de complicaciones como sangrado o fístula arteriovenosa, además de ser una técnica con variabilidad Inter observador y que acarrea un costo importante en el tratamiento de los pacientes.

La gamagrafía renal dinámica (renograma) es una técnica validada que permite adquirir imágenes metabólicas funcionales y que es operador independiente. Los radiotrazadores utilizados en trasplante renal no son nefrotóxicos. Un solo renograma con  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  o con  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$  tiene poca especificidad en el diagnóstico de RA; sin embargo, la práctica de realizar renogramas seriados puede ayudar a diferenciar las causas parenquimatosas de falla del injerto. Los diferentes estudios han mostrado una alta sensibilidad en la diferenciación de NTA versus RA, siempre y cuando se realicen renogramas seriados. De hecho, la gran diferencia entre ambas entidades está en el flujo sanguíneo, que está significativamente disminuido en RA, pero relativamente preservado en pacientes con NTA.

Además del renograma, se han utilizado imágenes estáticas con otros trazadores, como el Citrato de Galio con  $^{67}\text{Ga}$  y con  $^{99m}\text{Tc-Sulfuro Coloidal}$  e imágenes de PET/CT con  $^{18}\text{F-FDG}$ .

#### Citrato de Galio con $^{67}\text{Ga}$

Este compuesto se acumula en polimorfonucleares que han sido reclutados en el sitio de las lesiones inflamatorias; sin embargo, no permite hacer el diagnóstico diferencial de inflamación bacteriana o estéril o de RA.

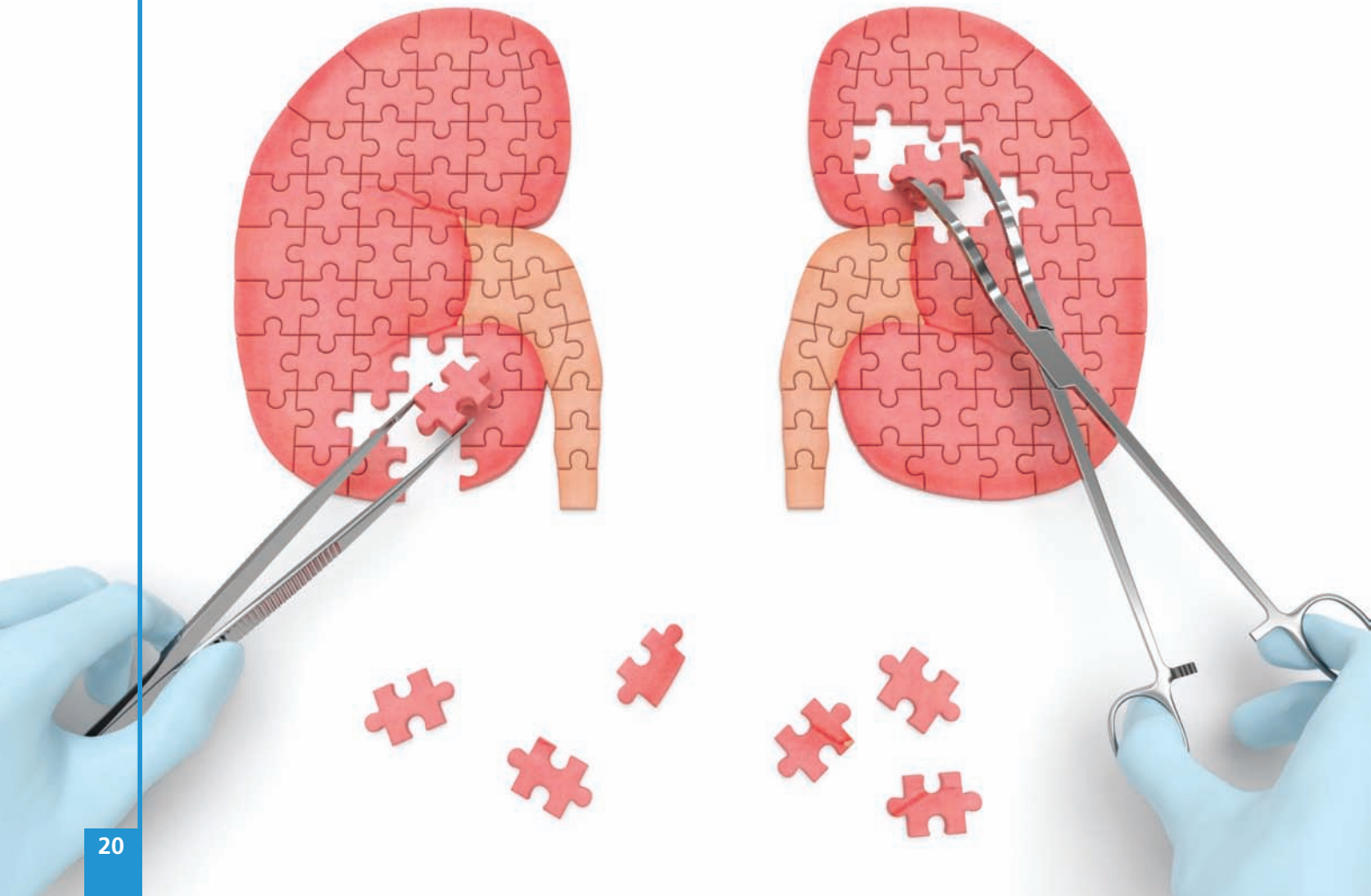
#### Gamagrafía con sulfuro coloidal

La gamagrafía con sulfuro coloidal marcado con Tecnecio-99m tiene utilidad en el diagnóstico de rechazo. El sulfuro coloidal se une a los trombos de fibrina que se forman en el injerto en caso de rechazo. Este radiocoloide, que normalmente es captado por las células del sistema reticuloendotelial, es atrapado en la microvasculatura renal, con lo cual se puede visualizar el injerto en caso de rechazo, pero también en pacientes trasplantados con falla cardíaca o sepsis. Esta técnica tiene uso en el diagnóstico diferencial de rechazo agudo o crónico de otras causas de disfunción del injerto y tiene la ventaja de que su captación es independiente de la función renal.

#### Gamagrafía con leucocitos radiomarcados

El primer uso de leucocitos marcados con Indio-111 ( $^{111}\text{In}$ ) fue realizado en pacientes con trasplante renal para el diagnóstico de rechazo. Esta técnica permite diferenciar rechazo de necrosis tubular aguda y se puede usar desde etapas tempranas del rechazo, con una sensibilidad del 81% y un valor predictivo negativo del 100%

#### PET/CT con Fluorodeoxiglucosa marcada con Flúor-18 ( $^{18}\text{F-FDG}$ )



La gamagrafía de PET/CT con  $^{18}\text{F}$ -FDG se usa de rutina en la detección, caracterización, estadiaje y seguimiento de procesos inflamatorios de varias causas. Se ha demostrado que los leucocitos activados están presentes en el rechazo de riñones trasplantados. Los glóbulos blancos activados requieren energía y por lo tanto aumentan la expresión de sus receptores GLUT1, lo cual explica que la  $^{18}\text{F}$ -FDG sea captada en los sitios de infección. La  $^{18}\text{F}$ -FDG se filtra por el glomérulo y es captada por las células tubulares. Esta captación no depende de la función renal. Sin embargo, si la captación de  $^{18}\text{F}$ -FDG incrementa, esto es debido a un proceso inflamatorio en los pacientes con trasplante renal. El rechazo agudo se asocia con reclutamiento de leucocitos activados en el injerto (es la base de la clasificación de Banff para la biopsia renal). La captación de  $^{18}\text{F}$ -FDG no es específica de inflamación y puede estar aumentada en otras condiciones como tumores o proceso infecciosos. Debe tenerse en cuenta que la excreción urinaria fisiológica de la  $^{18}\text{F}$ -FDG puede interferir en la medición de la captación en el parénquima renal.

## VALORACIÓN DE LAS COMPLICACIONES

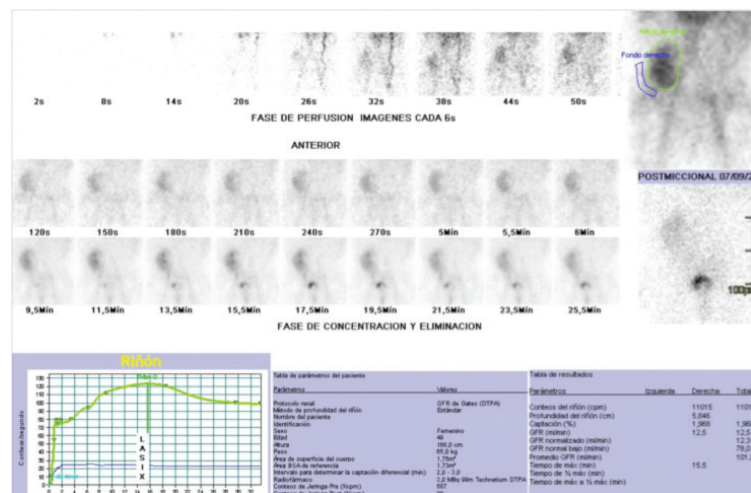
### Diferenciación de RA versus NTA

El diagnóstico diferencial entre RA y NTA es importante y representa un desafío, ya que el RA producirá daño permanente si se deja sin tratamiento; incluso, ambas entidades pueden presentarse de forma concomitante. En ambos casos la perfusión, la captación parenquimatosa, el tiempo de tránsito parenquimatoso y la excreción del injerto están alteradas. Se considera que la biopsia es la prueba patrón de referencia para evaluar los cambios morfológicos del tejido del riñón trasplantado y para hacer el diagnóstico de los casos de disfunción del injerto, como el RA. Sin embargo, en algunos casos no puede realizarse este procedimiento debido a varias contraindicaciones, como HTA descontrolada, infección activa renal o perirrenal, hidronefrosis o algún tipo de coagulopatía.

La cuantificación de la cantidad de radioactividad presente en el parénquima renal versus la radioactividad en el minuto 3 (índice cuantitativo R20/3) y que se puede calcular tanto para  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 como para  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA, es uno de los más acertados en el diagnóstico diferencial de RA versus NTA, incluso con valores de sensibilidad y especificidad superiores al ECO Doppler, lo cual lo convierte en una herramienta valiosa que podría evitar biopsias o tratamientos innecesarios. Ver figura 4.

**Figura 4. Renograma con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA en paciente con sospecha Disfunción Temprana del Injerto, 96 horas pos trasplante. Hallazgos: Disminución generalizada de la perfusión; Índice de Hilson prolongado. Disminución**

**generalizada de la captación parenquimatosa, con Filtrado Glomerular = 12.5 ml/min. Excreción retardada, con una curva de tipo 2 en la escala de Heaf e Iversen y relación 20/3 prolongada. El diagnóstico final por biopsia renal fue de NTA.**



### Complicaciones vasculares

Las complicaciones vasculares ocurren en un 10% de los pacientes con trasplante renal y son una causa importante de disfunción y pérdida del injerto.

La estenosis de la arteria renal es la complicación vascular más frecuente, seguida por la trombosis de la arteria renal y de la trombosis de la vena renal. El renograma tiene una alta sensibilidad, pero carece de especificidad, especialmente en el diagnóstico diferencial de las complicaciones vasculares.

### Complicaciones urológicas

Las complicaciones urológicas generalmente son por obstrucción del tracto urinario o por fistulas y se pueden identificar con un renograma con signos de hidronefrosis o acumulación progresiva del radiotrazador alrededor del uréter. El renograma provee imágenes dinámicas que pueden aportar información detallada de la naturaleza, intensidad y localización de la obstrucción o de la fistula.

En pacientes con injertos renales con hidronefrosis, la posibilidad de diferenciar entre un mecanismo obstructivo versus no obstructivo es de las principales preocupaciones ya que esto tiene implicaciones etiológicas y terapéuticas. Para esto es de vital importancia la realización de un renograma con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 o con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA con un estímulo diurético, ya que la ecografía puede describir la hidronefrosis, pero no su mecanismo causal y tampoco permite diferenciar si es obstructivo o no, mientras que el renograma si permite diferenciar el tipo de obstrucción.

## Colecciones líquidas posoperatorias

Las colecciones líquidas clínicamente significativas pueden verse en la fase temprana o tardía del posoperatorio. Estas colecciones incluyen los urinomas y hematomas en el posoperatorio inmediato y abscesos o linfocelos de forma tardía.

La ecografía es la técnica más usada, con una alta sensibilidad, pero con baja especificidad. El renograma puede ayudar en el diagnóstico diferencial de estas patologías. Ver figura 5

### a. Linfocelo:

Generalmente se presenta alrededor de las 4-8 semanas posterior al trasplante y es la colección más frecuentemente encontrada. Los patrones gamagráficos habitualmente descritos en el linfocelo fueron descritos en una revisión del 2003 en 13 casos; todos aparecieron como áreas fotopénicas, pero los hallazgos variaban con respecto al llenado del área hipocaptante en las imágenes tardías y con respecto a la presencia o ausencia de un anillo de actividad rodeando la región fotopénica.

### b. Fuga urinaria

Se caracteriza por la salida del radiotrazador a un área que era inicialmente fotopénica. Idealmente se deben tomar imágenes tardías ya que la acumulación del radiotrazador puede ser lenta y que en presencia de función retardada del injerto (con oliguria o anuria) o con la postura de una sonda vesical con vejiga colapsada puede generarse un falso negativo al no haber orina suficiente que se extravase. Generalmente su presentación se da alrededor de la primera a tercera semana (figura 5).

parenquimatosa normal, función excretora lenta, sin evidencia de obstrucción. Zona de colección urinaria en la región superior de la vejiga, compatible con fístula urinaria peri-vesical (flecha)

### c. Obstrucción urinaria:

Ocurre en el 2-10% y hace parte de las causas reversibles de disfunción del injerto renal, que si se corrige a tiempo puede evitar daños a largo plazo. Se detecta entre la primera y tercera semana, pero puede haber presentaciones hasta el año del postrasplante. Las causas tempranas (menor de 3 meses) pueden deberse a errores técnicos durante la uretero neocistostomía, compresión extrínseca, angulación del uréter, hematoma del sistema colector, litiasis trasplantada con el injerto renal y edema anastomótico y entre las causas tardías (mayor a 3 meses), se encuentran la isquemia ureteral (la más frecuente), vasculitis secundaria a rechazo agudo, linfocelo, fibrosis, medicamentos inmunosupresores y ureterolitiasis.

En obstrucciones parciales tempranas se puede observar buena perfusión y captación rápida del radiotrazador mientras que, en problemas crónicos, con hidronefrosis asociada, el radiotrazador se retiene en el sistema colector. Se deben realizar imágenes tardías (2-4 horas), debido a que el paso de radiotrazador a la vejiga en estas imágenes apoya el diagnóstico de uréter dilatado no obstruido mientras que si no hay paso a vejiga se trata de una obstrucción ureteral. Se debe tener en cuenta que este método diagnóstico puede ser menos sensible debido a que la función alterada del injerto puede llevar a captación deficiente del radiotrazador.

### d. Reflujo vésico ureteral:

Complicación temprana luego de la cirugía. Puede ser diagnosticado de forma incidental en un renograma mientras se estudian otras causas de disfunción del injerto. Generalmente se observa en el renograma un doble pico en la curva tiempo-actividad. El primer pico representa el inicio de la fase excretora normal y el segundo pico se da por reentrada del trazador al riñón por el reflujo desde la vejiga.

### e. Litiasis renal:

Riesgo aproximado de 1%. El renograma puede ser útil para evaluar la presencia de obstrucción o dilatación sin obstrucción. Hay un rápido paso de drenaje del radiotrazador de la pelvis renal a la vejiga, a lo máximo en 20 minutos. En términos específicos; un tiempo promedio de drenaje menor de 10 minutos descarta obstrucción del flujo urinario mientras que un tiempo de drenaje mayor de 20 minutos sí lo indica. Entre 10 y 20 minutos se considera un resultado equívoco e idealmente se debe repetir para evaluar comportamiento en el tiempo. La gamagrafía con <sup>99m</sup>Tc-DMSA puede usarse para evaluar presencia de cicatrices corticales. ■

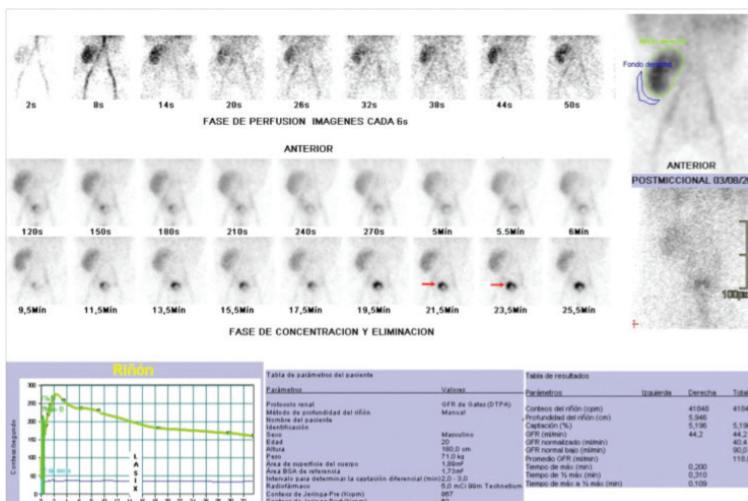


Figura 5. Renograma con <sup>99m</sup>Tc-DTPA en paciente con sospecha de colección líquida peri-vesical. 1 semana pos trasplante. Para la realización del procedimiento se colocó sonda vesical que permaneció abierta durante todo el procedimiento. Hallazgos: perfusión normal del injerto, con índices de perfusión normales. Captación



Outils  
de lecture



Intelligence  
Artificielle



Pneumologie



Théranostiques  
et thérapies



Cardiologie



Dosimétrie



Oncologie



Neurologie



Gastro-  
entérologie



Hépatologie



Endocrinologie



Ostéologie



Néphrologie

# HERMIA

Logiciel d'Imagerie Moléculaire Tout-en-un

Une plateforme logicielle robuste et universelle permet aux professionnels de la santé de simplifier leur flux de travail, d'augmenter la productivité et la qualité tout en intégrant le développement rapide des appareils d'imagerie, des théranostiques ainsi que des examens de médecine nucléaire.

Voici HERMIA – La solution unique répondant aux multiples facettes du monde de l'imagerie moléculaire. Notre suite logicielle de pointe offre de nombreuses fonctionnalités novatrices pour la lecture et l'analyse de toutes les études TEP/TEMP/TDM/IRM.



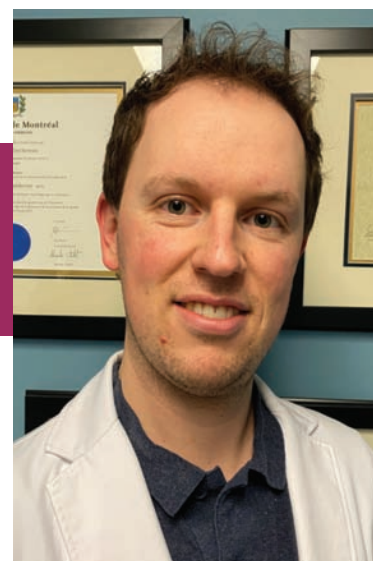
hermesmedical.com



HERMES  
MEDICAL  
SOLUTIONS



# LA MALADIE RÉNALE CHRONIQUE



**Dr François Taschereau, M.D.**  
Néphrologue, CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue  
Québec, Canada

**J**e trouve personnellement qu'on parle peu de maladie rénale dans notre société. Un pourcentage élevé de la population est ou sera atteint de maladie rénale. En effet, environ 10% de la population adulte vit avec un certain degré d'insuffisance rénale chronique. Chaque année, cela représente des millions de personnes qui meurent prématurément de cette maladie et de ses complications.

Tout d'abord, parlons de la fonction des reins. Les reins sont comme des grandes usines de filtration qui servent à nettoyer le sang. Ils permettent d'éliminer les déchets et le surplus d'eau dans l'urine. Chaque rein contient plus d'un million de petits filtres, appelés néphrons. Chaque minute, les reins reçoivent environ un litre de sang, soit environ 20% du débit sanguin. Le sang passe dans les filtres à l'intérieur des reins. Une grande partie sera réabsorbée, mais les déchets seront concentrés et éliminés dans l'urine. L'urine produite s'écoule à travers des tubules puis par des conduits appelés uretères jusqu'à la vessie. L'urine s'accumulera dans la vessie et sera évacuée du corps au moment jugé opportun. De façon générale, les reins produisent d'un à deux litres d'urine chaque jour selon la quantité de liquide que nous buvons.

Le bon fonctionnement des reins est essentiel à la vie. Tel que mentionné, les reins contrôlent la quantité d'eau dans le corps. Ils éliminent le surplus d'eau quand nous sommes en surplus et retiennent l'eau quand nous sommes déshydratés. Les reins font sortir les déchets, maintiennent les sels minéraux dans le sang et produisent également des hormones.

Lorsque les reins sont malades et qu'ils filtrent moins le sang, on parle alors d'insuffisance rénale. Les médecins utilisent souvent un pourcentage pour vous dire à comment les reins fonctionnent. La normale est de 100%. Plus le pourcentage est bas, plus les reins sont malades.

La maladie rénale s'installe souvent progressivement sans que les gens s'en aperçoivent. On entend souvent l'expression « avoir mal aux reins », mais les reins ne font presque jamais mal. Quand on a mal dans le dos, c'est plus souvent les muscles ou le dos qui font mal. La plupart du temps, la seule façon de savoir comment les reins fonctionnent est de faire une prise de sang.





Plusieurs facteurs peuvent expliquer le déclin de la fonction rénale. Il y a une perte normale d'un certain nombre de filtre à chaque année due au vieillissement. À partir de l'âge de 40 ans on perd environ 1% de fonction de rein par année. Mais il y a des maladies qui causent une perte plus rapide de la fonction rénale.

Les maladies les plus fréquentes sont le diabète et la haute pression, mais il y en a beaucoup d'autres. Dans presque toutes ces maladies, les deux reins seront touchés de façon équivalente. Et dans la

plupart des cas, malheureusement, il est rare que des reins malades vont pouvoir guérir.

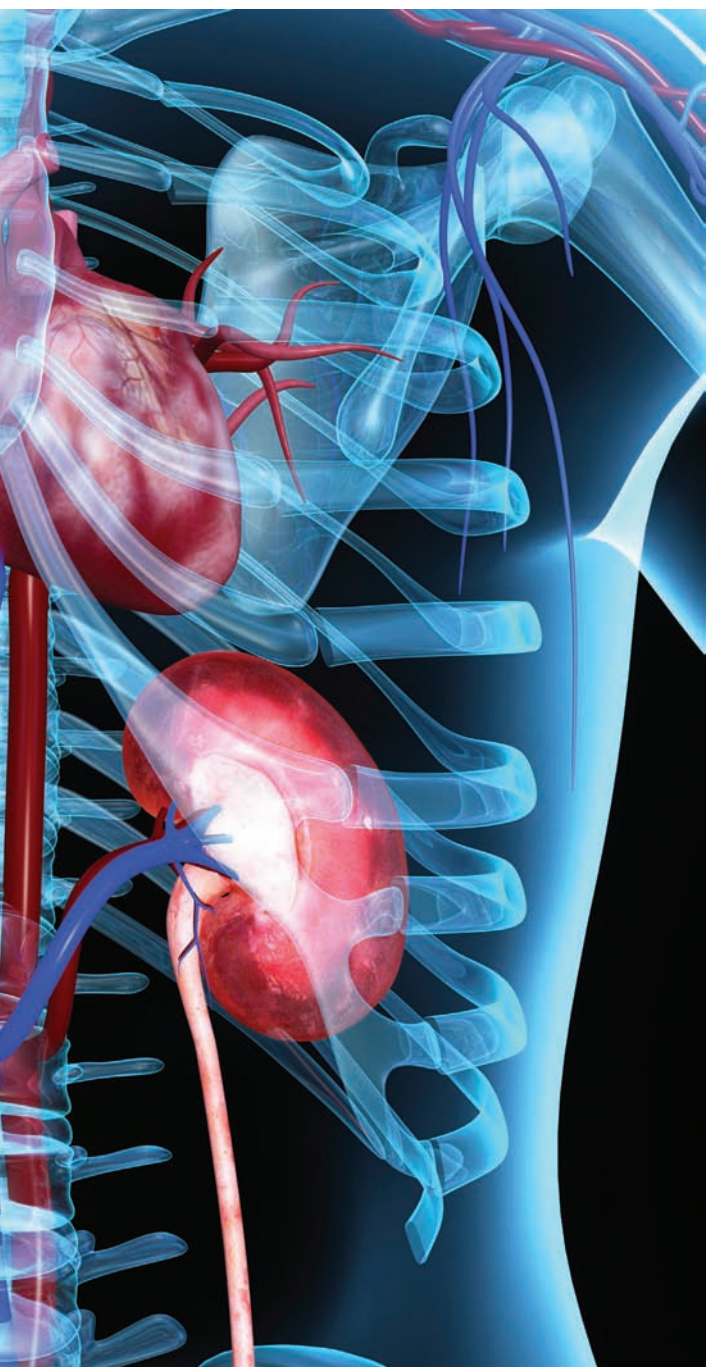
Avec l'implication des gens atteints de maladies rénales, il est possible de ralentir la vitesse de détérioration des reins. Pour prendre soins des reins, il faut collaborer avec les professionnels de la santé. Ils donneront des conseils pour bien contrôler le diabète, bien contrôler la pression, cesser de fumer. Les gens seront aussi invités à changer leur alimentation et faire plus d'activité physique.

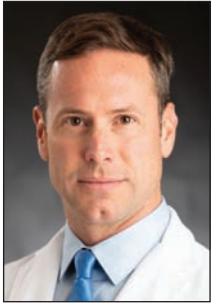
Malgré les traitements reconnus pour ralentir la progression de la maladie rénale, la maladie peut atteindre un stade terminal. À un certain point, les personnes peuvent ressentir l'accumulation de déchets dans leur corps. Quand les reins deviennent trop malades, plusieurs options sont possibles. Ce que beaucoup de gens veulent c'est recevoir un nouveau rein qui fonctionne bien. C'est ce qu'on appelle la greffe ou la transplantation de rein.

Si la greffe n'est pas possible, il faut choisir un autre traitement. Il existe deux types de traitements de dialyse. L'hémodialyse est un traitement qui consiste à prélever le sang et le filtrer avec un appareil. Les traitements d'hémodialyse peuvent se faire à l'hôpital ou à la maison après une formation de quelques semaines. Les gens atteints de maladie rénale peuvent aussi choisir de faire de la dialyse péritonéale. C'est une façon simple de faire de la dialyse à domicile. Grâce à un tube qui entre à l'intérieur de la cavité abdominale, les gens s'infusent du liquide à l'intérieur de l'abdomen pour quelques heures. Le liquide permet absorber les déchets et le surplus d'eau et de les éliminer lorsque la personne draine le liquide à l'extérieur de son abdomen.

Les traitements de dialyse à domicile offrent une meilleure qualité de vie et nous tentons de mieux les faire connaître. Actuellement, dans la région où je pratique, nous avons près de 25% de nos patients qui font de la dialyse à domicile. Nous tenterons d'atteindre l'objectif des orientations ministérielles québécoises de 2015 qui visaient à recruter 40% des nouveaux patients dialysés avec des modalités de dialyse à domicile en 2025.

Bref, la maladie rénale chronique est bien présente dans notre société. Le bon contrôle du diabète et de l'hypertension artérielle ainsi que l'adoption de saines habitudes de vie permettent de minimiser le risque de maladie rénale. ■





**Stephan Probst MD**  
Chief of Nuclear Medicine  
Jewish General Hospital  
McGill University  
Health Center  
Montreal Canada.



**Guillaume Chaussé MD, FRCPC**  
Nuclear Physician  
Hôpital Sacré-Cœur de  
Montréal  
Jewish General Hospital  
McGill University  
Health Centre

*“ The diagnosis of neuroendocrine tumours is often delayed by years, because the symptoms associated with NETs can also be typical for dozens of other diseases and conditions “*

# THERANOSTICS A PORTMANTEAU OF THERAPEUTICS AND DIAGNOSTICS

## Background

Theranostics, a portmanteau of therapeutics and diagnostics, is a field of medicine which combines targeted therapy based on similarly targeted diagnostic tests. In the context of nuclear medicine this usually means molecular ligands targeting a specific part of a cancer cell which are then attached either to an imaging or a therapeutic radioisotope. Of course, both imaging performance and treatment delivery require the identification of a highly expressed and specific tumor target.

Neuroendocrine tumors arise from a network of cells that are widely spread throughout the human body. These cells have nerve-like and hormone-secreting features and give rise to tumours of various aggressiveness, with or without the ability to secrete hormones such as insulin, serotonin and others. Gastro-intestinal tract, pancreas and lungs are the most common primary sites of neuroendocrine tumor occurrence; the liver is often involved when metastases occur. The cancer can manifest itself either in the form of growth of a mass (primary lesion or metastases), effects of the secreted hormones or be found incidentally, usually on imaging done for other reasons. The diagnosis of neuroendocrine tumours is often delayed by years, because the symptoms associated with NETs can also be typical for dozens of other diseases and conditions. Characteristics of the better differentiated NETs include expression at the cellular surface of the so-called somatostatin receptor. This receptor binds strongly to the naturally occurring hormone somatostatin and also to similar man-made molecules known as somatostatin analogs (SSA).

## SSTR Imaging

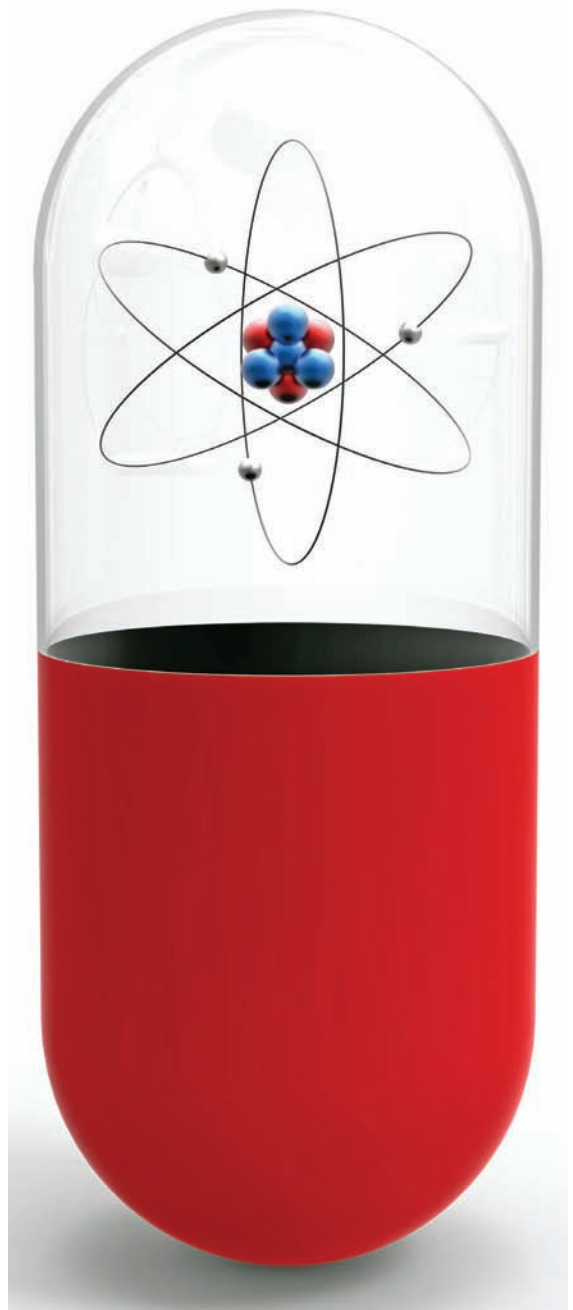
Somatostatin transmembrane receptors (SSTR) can be targeted with imaging probes to yield specific imaging techniques to stage and follow neuroendocrine tumors. The first widely used radiotracer for was <sup>111</sup>In-Octreotide. Indium-111 emits gamma photons and is imaged with lower resolution gamma cameras; it has a relatively long half-life of 67 hours. It often requires delayed imaging over a few days to account for slower tumor uptake and delayed clearance and lacks strong accumulation in many neuroendocrine tumors.

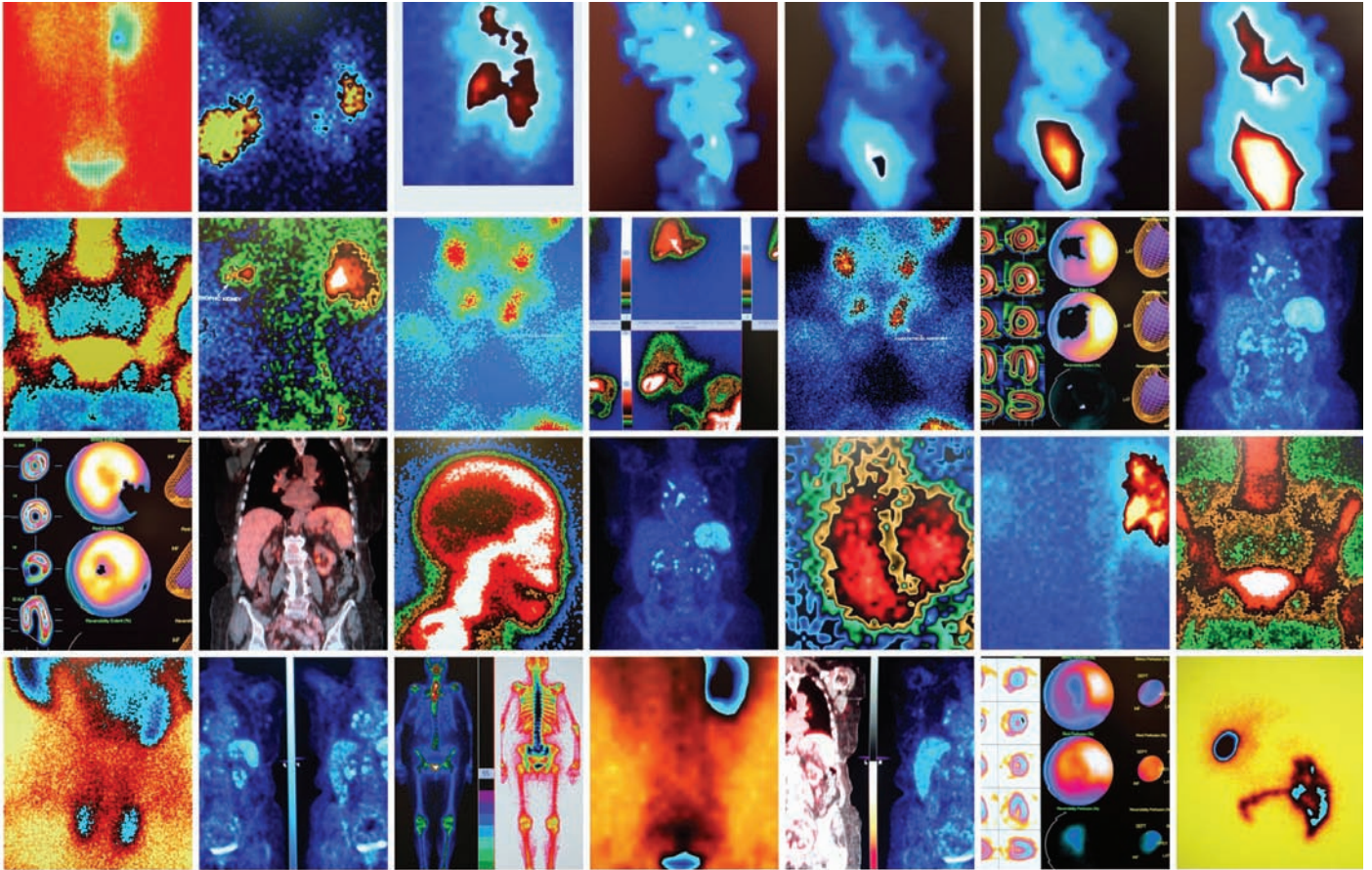
New somatostatin analog imaging agents such as <sup>68</sup>Ga-DOTATOC, <sup>68</sup>Ga-DOTATANOC and <sup>68</sup>Ga-DOTATATE use higher resolution positron emission tomography (PET) scanners and have a higher affinity to the receptor itself, resulting in higher levels of accumulation at tumor sites and therefore easier detectability. It has been reported that SSTR PET impacts patient management in more than 50% of cases.

The uses of SSTR imaging include making a diagnosis, defining the extent of the disease (staging), assessing response to therapy or recurrence, and assessing eligibility for SSTR radiopeptide therapy. Patient preparation for SSTR PET is simple and the entire procedure can be performed in a little as 90 minutes.

## SSTR Radiopeptide Therapy

The PROMID (2009) and CLARINET (2014) trials showed that most patients with well-differentiated NET will benefit from non-radioactive or “cold” SSA therapy. These non-radioactive SSA molecules mimic somatostatin and yield good symptomatic response by





anti-secretory effect in secretory tumors, and improve tumoral control by inhibiting tumor growth. Cold SSAs are the appropriate first line of therapy for most unresectable well-differentiated, slow-growing secreting or non-secreting NETs. Additionally, everolimus – another inhibitor of tumor growth - and some chemotherapy agents are used, especially when the tumors are more aggressive.

The NETTER-1 trial was a randomized controlled trial that showed clear benefit of SSTR radiolabeled therapy with <sup>177</sup>Lu-DOTATATE for metastatic or unresectable small bowel NETs, compared to a control group receiving high-dose SSAs. Since the mechanism of tumor accumulation is the same as for the imaging agents (e.g. <sup>68</sup>Ga-DOTATATE), SSTR radiolabeled therapy is therefore used exclusively in patients with demonstrated high tumor uptake on SSTR imaging. It is indicated for unresectable or metastatic gastroenteropancreatic NETs which progress under cold SSA therapy, and should be considered in progressing SSTR-positive NETs of others origins as well.

### Ongoing Research

Currently, both imaging and therapy techniques are being revisited, this time using somatostatin antagonists. Although imaging studies appear to demonstrate higher tumor uptake and detectability with antagonists, especially in the liver, preliminary

therapy results are equivocal with regard to demonstrating superiority over SSTR agonist treatment, with concerns being expressed for higher toxicity, including bone marrow suppression.

As well, radioisotopes more potent than lutetium-177, such as actinium-225 - an alpha emitter - are being investigated with promising results. Alternate routes of administration, including intra-arterial delivery to the liver, also appear to be helpful by delivering most of the dose directly to the location of the largest burden of the disease.

### Conclusion

SSTR are highly expressed in neuroendocrine tumors and allow for unmatched detectability using sophisticated PET radiotracers. SSTR radiolabeled therapy has a defined role as a second- or third-line option in progressing well-differentiated metastatic or unresectable NETs with positive SSTR imaging. ■

*“ Somatostatin transmembrane receptors (SSTR) can be targeted with imaging probes to yield specific imaging techniques to stage and follow neuroendocrine tumors. “*





# THERANOSTICS



**Dr. Kamel Hasan, Olfat**  
**MBChB, FRCR, FRCPC**

Nuclear Medicine and Molecular Imaging Physician  
Hamilton Health Sciences and St. Joseph's Healthcare  
McMaster University, Ontario, Canada

## INTRODUCTION

Over the past 30 years, there have been colossal advances in the way we have lived life through the development and innovation of scientists worldwide. From the creation of the internet, to the development of the smart phone, accessible Wi-Fi, and more recently to self-driving cars and smart home systems. When people think of the word technology, Steve Jobs's Apple devices, or Elon Musk's Tesla comes to mind. Although healthcare is not the first field that pops into people's minds when innovation and technology are asked about, healthcare advances are important to consider. In 1950, the global average life expectancy was 46 years; in contrast, the WHO reports that the global life expectancy in 2019 is 73.4 year. This 27-year increase in life expectancy can be attributed to the development of our healthcare system and the newer therapies that are available.

Within healthcare, cancer has been one of the longest studied diseases. It is well known that cancer is one of the most important health problems that we face as it is a leading cause of death worldwide, accounting for nearly 10 million deaths per year, or nearly one in six deaths. As much as cancer prevention is important, finding new scientific ways to treat this nasty disease has been a goal for many top researchers all over the world over many decades now. This article will briefly explain a relatively new

smart way of cancer treatment that has the potential of being applied to many types of cancer in different age groups. This concept is called theranostics

## WHAT IS CANCER?

Cancer is a generic term for a large group of diseases that can affect both sexes at different ages and may affect any part of your body. It is caused by the transformation of normal body cells into tumour cells. These usually arise from random unpredictable DNA mistakes that happen on a cellular level. These mistakes, or what we call mutations, lead to unregulated cell division and much faster growth compared to normal cells associated with cell death inhibition. Eventually, this leads to the formation of large masses that replaces normal body tissue. This causes disruption of the normal function of the organs they occupy, which leads to multiple complications and, if untreated, death.

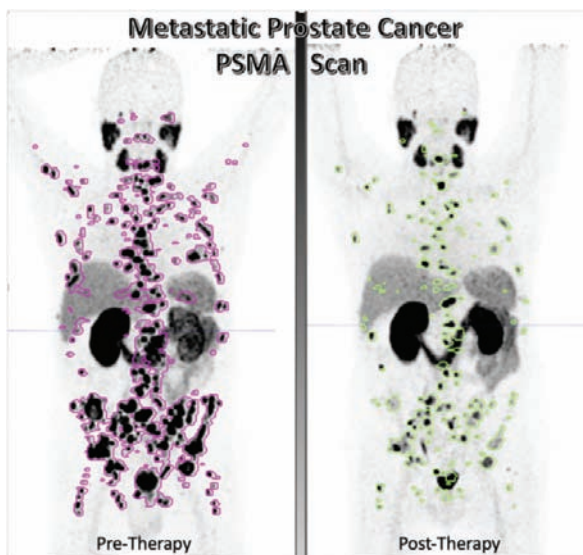
It is believed that the cause of cancer is multifactorial where genetic factors play an important role, as well as environmental exposure to certain agents that we call carcinogens. These could be chemical (tobacco and alcohol for example), physical (like ultraviolet and ionizing radiation), and biological (like infections).

## RADIONUCLIDIC THERAPY

The main known therapeutic options for cancer are: surgery, drug therapy (including chemotherapy, immunotherapy and hormonal therapy), and radiation therapy. Radiation therapy uses beams of intense energy to kill cancer cells by destroying the genetic material (DNA) that controls how cells grow and divide. Radiation kills healthy cells as well as cancer cells, but cancer cells are easier to kill because they are dividing faster.

External radiation therapy is the most common type of radiation therapy to treat cancer. It uses external radiation aiming at specific organ or part of the body where the cancer is. The main disadvantage is the direct damage to the surrounding tissue as it is not specifically targeting the cancer cells and all the cells in the path of radiation will be affected.

Another radiation-based treatment option available for certain types of cancer is the use of targeted



radionuclide therapy, where a radioactive substance is administered to patients. This type of therapy is a systemic treatment, reaching cells throughout the body by travelling through the bloodstream. However, it is smart enough to target mainly the tumor cells, unlike chemotherapy which targets all rapidly dividing cells leading to many undesirable side effects.

Targeting cancer cells specifically can be achieved by using a specific molecule that would target a specific receptor that is found on the membranes of cancer cells. The tumor cells in this case are rather more differentiated and have partially preserved the characteristics of the original cells that they develop from. The key molecule that is usually injected into the patient has an accessory radioactive isotope attached to it which emits radiation that can be imaged to localize the tumor cells, and/or to destroy these cancer cells. Of all the disciplines in medicine, nuclear medicine is the best suited to achieve these goals.

Different types of radioactive isotopes can be used depending on whether these are needed for diagnosis to localize the tumor; or for therapy where more intense and more damaging effect is required to kill the cancer cells. This selectivity in targeting the tumor cells will significantly reduce the undesirable collateral damage of normal tissue that is difficult to avoid with other types of radiation or chemotherapy.

## THE CONCEPT OF THERANOSTICS

The word **“Theranostics”** is a combination of two words: **Therapy** and **Diagnosis**. It is a transition from conventional therapy to a contemporary, personalized, and precise approach in cancer therapy. It combines specific targeted therapy based on specific targeted diagnostic tests improving both patients’ outcome and safety at the same time. In other words, using a specific key molecule attached to a diagnostic radioisotope to detect and assess the phenotype of the cancer (Diagnosis), and if positive, then use a similar key molecule attached to a therapeutic more damaging radioactive isotope to selectively damage the cancer cells (Therapy). Consequently, this ensures that the radioactivity will target the desirable sites of tumor spread. It is important to monitor the effects and response to this smart therapy, and for that we can use the diagnostic functional imaging repeatedly. A distinctive advantage of molecular targeted radiotherapy is having the radiation dose distributions available before initiating the therapy for a patient. This can be used to select the preferred drug at the appropriate dose for a patient, thereby maximizing the desirable tumor damaging effect and minimizing the undesirable potential side effects.

It is the nature of cancer cells to gain aggressiveness and build resistance to different types of therapies overtime. It is well known that different clones of the same cancer can co-exist in the same patient with



variable levels of aggression. This heterogeneity of tumor cells is an important factor that will affect prognosis and overall survival. Nuclear medicine and molecular imaging can play an important role in detecting this heterogeneity and further characterization by combing different tumor targeted agents, for example adding radioactive glucose F18-FDG imaging which can detect the most aggressive clones of cancer within the body. This will help guiding management and plan future therapies that will target the most aggressive phenotype and eventually prolong survival and improve quality of life.

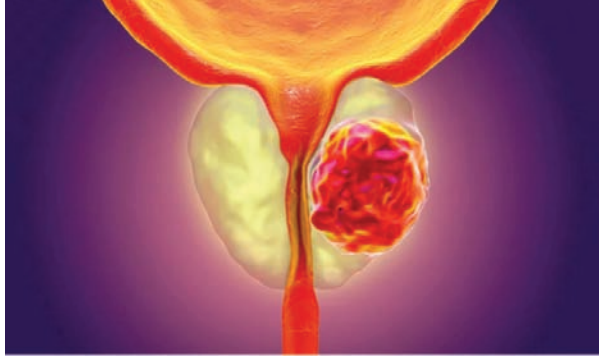
## EXAMPLES OF THERANOSTICS

### IODINE THERAPY FOR THYROID DISEASE

Radioactive iodine (RAI) is known to be the first theranostic agent that is still considered an essential component of thyroid disease management. It is used to treat both hyperthyroidism and differentiated thyroid cancer (DTC). Iodine-130 and I-131 were first employed to treat thyrotoxicosis in 1941, and thyroid cancer in 1943. The RAI treatment of DTC is based on the principle of the sodium-iodide symporter that is expressed on the differentiated thyroid cancer cells and have the ability of trapping circulating RAI. As such, it is also effective in the treatment of residual and metastatic disease.

### PEPTIDE RECEPTOR RADIONUCLIDIC THERAPY (PRRT) FOR NEURO ENDOCRINE TUMORS (NET)

Neuroendocrine neoplasms represent a diverse group of tumors which most commonly arise from gastroenteropancreatic structures. Although neuroendocrine tumors are considered rare, there is a global rise in incidence. The relatively differentiated nature of the disease, with specific expression of somatostatin receptors (SSTR), and its indolent course, make this disease perfect to be targeted by peptide receptor radionuclidic therapy (PRRT) using therapeutic radionuclides (beta- or alpha-emitting radioisotopes). PRRT binds to those receptors on the tumor cells and destroys them with radioactivity. It is



not a cure, but PRRT can effectively slow or stop tumor growth. This can be achieved by applying the concept of theranostics and assess the receptor status of the tumor cell before the actual therapy utilizing positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) using Ga-68-labeled somatostatin analogs. This diagnostic tracer binds specifically to those somatostatin receptors and allow the molecular imaging and characterization of NETs with a very high sensitivity and specificity for early identification of metastases.

### PROSTATE SPECIFIC MEMBRANE ANTIGEN (PSMA) TARGETED THERAPY FOR PROSTATE CANCER

Prostate cancer is the second most frequently diagnosed cancer in men worldwide and the fifth leading cause of cancer caused death. Prostate-specific membrane antigen (PSMA) is expressed on the cell surface in normal prostate tissue and is overexpressed in prostate cancer by several orders of magnitude. Targeted radionuclide therapy with prostate-specific membrane antigen (PSMA)-targeting ligands is a novel therapy that revolutionized the role of nuclear medicine in prostate cancer management. Both lutetium-177 PSMA, the therapeutic agent, and gallium-68 PSMA, the diagnostic agent, were approved

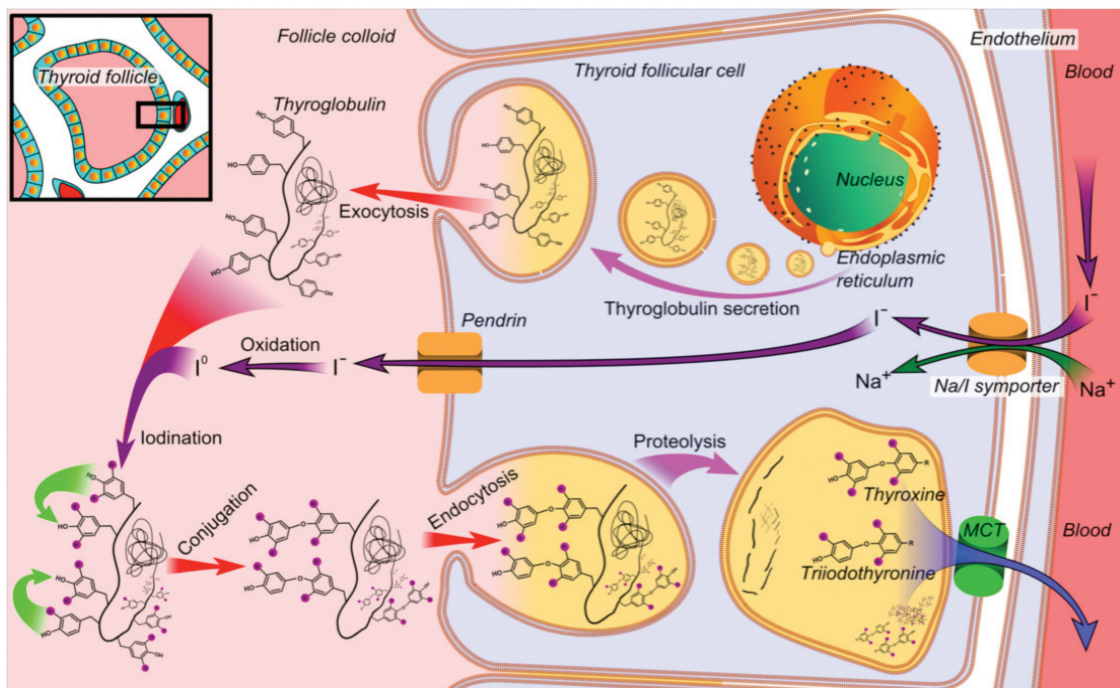
by the FDA in early 2022. This targeted therapy appears to be the first of many future agents that will help fulfil a major clinical need in the treatment of patients with metastatic castration-resistant prostate cancer (mCRPC).

Interestingly, PSMA-targeted approaches are expected to move into earlier mCRPC and mHSPC (metastatic hormone sensitive prostate cancer), due the frequent expression of PSMA in early disease, in addition to the acceptable safety profile of this therapy. PSMA-targeted therapy proved to significantly improve prostate cancer survival rates and quality of life, as well as extend the time it takes for the disease to progress.

### FUTURE DIRECTIONS

Targeted radionuclide therapy is an excellent example of theranostics. Molecular imaging and therapy are part of a paradigm shift to individualize or personalize patient care. Radionuclidic therapies are not restricted to the previously mentioned examples. Multiple other indications are currently being explored including tumors other than NET that express SSTR (like breast, small-cell lung cancer, pheochromocytoma, and meningioma); as well as other PSMA-expressing tumors like hepatocellular carcinoma and renal cell carcinoma. On the other hand, other molecular targets are being investigated like fibroblast activation protein (FAP) which is up-regulated by cancer-associated fibroblasts, among many other potential targets.

In summary, radiotheranostics is still in its early stages and interdisciplinary efforts are needed to overcome various challenges. Moving forward, the main goal is to integrate radiotheranostics with other cancer therapies like chemotherapy and immune modulation to support precise and personalized cancer therapy in both palliative and curative settings. ■





Reporting  
Tools



Artificial  
Intelligence



Pneumology



Theranostics  
& therapy



Oncology



Cardiology



Dosimetry



Gastro-  
enterology



Neurology



Hepatology



Endocrinology



Osteology



Nephrology

# HERMIA

The All-in-One Vendor-Neutral  
Molecular Imaging Software

Powerful and vendor-neutral software enables clinicians to simplify their workflow, increase consistency and quality and keep pace with the fast development of scanners, tracers and procedures in nuclear medicine.

Introducing HERMIA – your smart choice in the multifaceted world of Molecular Imaging. Our state-of-the-art software suite provides many new ground-breaking functionalities for all PET/SPECT/CT/MR reporting.



hermesmedical.com



HERMES  
MEDICAL  
SOLUTIONS

# HERMIA

## THE ALL-IN-ONE MOLECULAR IMAGING SOFTWARE

### About HERMIA

Hermia is a state-of-the-art software suite that supports all clinical scenarios in NM/MI on all cameras. Powerful tools enable clinicians to simplify their workflow, increase consistency and quality and keep pace with the fast development of scanners, tracers and procedures in nuclear medicine.



Hermes Medical Solutions continuously innovates to enable faster and more personalized diagnosis and therapies in molecular imaging. We empower physicians and healthcare professionals with state-of-the-art software for all clinical scenarios into ONE vendor-neutral platform. The result is improved quality and outcomes for healthcare providers and their patients worldwide.



# HERMIA



## Osteology

Bone Metastasis  
Joint pain  
Infection/Inflammation

Whole Body SPECT/CT  
Fused Volume Render  
Whole Body Bone Scan  
Dynamic 3-Phase  
DEXA Results Review



## Gastroenterology

Gastric Motility  
Salivary Function  
Bile Acid Malabsorption

Gastric Emptying  
Colonic Transit  
Oesophageal Reflux  
Salivary Gland Analysis



## Hepatology

Hepatobiliary Function  
Surgical Planning  
Gallbladder Functionality

HIDA Hepatic Uptake  
Gallbladder Ejection Fraction  
Remnant Liver Function  
SeHCAT Analysis



## Nephrology

Relative Function  
Urinary Tract Obstruction  
Renal Transplant

Rutland Patlak Method  
Duplex Kidney  
DMSA  
Renogram  
Advanced Renal Analysis



## Endocrinology

Hyperthyroidism  
Hyperparathyroidism  
Thyroid Nodules

Thyroid Uptake  
Parathyroid Subtraction  
(Planar and SPECT)



## Pneumology

Pulmonary Embolism  
COPD  
Surgical Planning

Lung V/Q SPECT/CT  
Lung Lobe Quantification  
AI Lung Lobe Segmentation  
Planar Reprojection



## Cardiology

Ischaemia  
Myocardial Infarction  
LVEF, CFR, Ca-Scoring

Invia 4DM  
Cedars-Sinai QGS/QPS  
FUGA/MUGA  
Cardiac MPI Splash  
AI Myocardium Detection  
AI Motion Correction  
First Pass Shunt



## Neurology

Parkinsonism  
Alzheimer's Disease  
Epilepsy Focus

FDG vs Normal  
DaTSCAN vs Normal  
Ictal/Interictal  
Amyloid SUVR (Amyvid™,  
Vizamyli™, Neuraceq™)



## Oncology

Cancer Diagnosis  
Tumor Staging  
Treatment Response

AI Data Loading  
Automatic Registration  
AI Lesion Tracking  
AI Foci Segmentation  
PERCIST  
WHO criteria



## Dosimetry

Neuroendocrine Tumors  
Thyroid Cancer  
Metastatic Prostate Cancer

OLINDA/EXM v2  
Organ-Based  
Voxel-Based  
Single Time Point  
Quantitative SPECT



## Theranostics+Therapies

Workflows for Theranostics & Radionuclide Therapy  
Organ At Risk and Target Dose Assessment  
Dose Prediction from Imaging

Fully Approved Dosimetry for 1000+ isotopes  
including Lu-177, Y-90, I-131  
DOTA-peptide, PSMA, Microspheres Bremsstrahlung  
SPECT Y-90 Reconstruction  
Full Monte-Carlo Collimator modelling



## AI-Driven

Our software is designed with efficiency in mind and leverages the power of Artificial Intelligence and automation, where it makes sense, together with the latest computing technology, to accelerate your workflow and reporting.



## Reporting tools

Patient browser, Workflow builder, Quantitative SPECT reconstruction, Alignment & co-registration, Multi-modality fusion of CT/PET/SPECT/MR, Real-time 3D visualization of fused data and ROI, Automated segmentation, Statistics dashboard, RT-structure export for RadOnc, NIFTI export for post-processing and much more!

## With HERMIA you benefit from:

- Consistent and high-quality quantitative reconstruction SUV SPECT™
- Improved camera flexibility for easier patient scheduling
- Simplified workflow and training
- Proven tools tailored to your clinical needs
- Best-in-class dosimetry tools
- Fast and secure remote access
- Seamless connectivity and integration to your existing systems and workflows
- Local and dedicated support with NM experts
- 45+ years of leading innovation in NM

# ENDOCARDITE, NOUS TE TROUVERONS AVEC LA TEP AU FDG !



**Dr Khun Visith Keu**  
Nucléiste  
Professeur adjoint de clinique de l'Université de Montréal et de Sherbrooke  
Chef médical par intérim du service de médecine nucléaire

**Mme Rebecca Charlene René, T.I.M.**  
Coordonnatrice technique de médecine nucléaire

**Mme Rose Nerla Rivière, T.I.M.**  
Ancien chef technologue du service de médecine nucléaire et du soutien à l'imagerie médicale

CISSS de Laval, Hôpital de la Cité-de-la-Santé  
Québec, Canada



La tomographie par émission de positrons (TEP) au fluorodésoxyglucose (FDG) ou la TEP au FDG est une modalité hybride performante pour plusieurs situations cliniques. En plus de son rôle crucial reconnu pour l'oncologie, de nouvelles données probantes recommandent l'utilisation de cette technique d'imagerie pour l'infection, notamment l'endocardite.

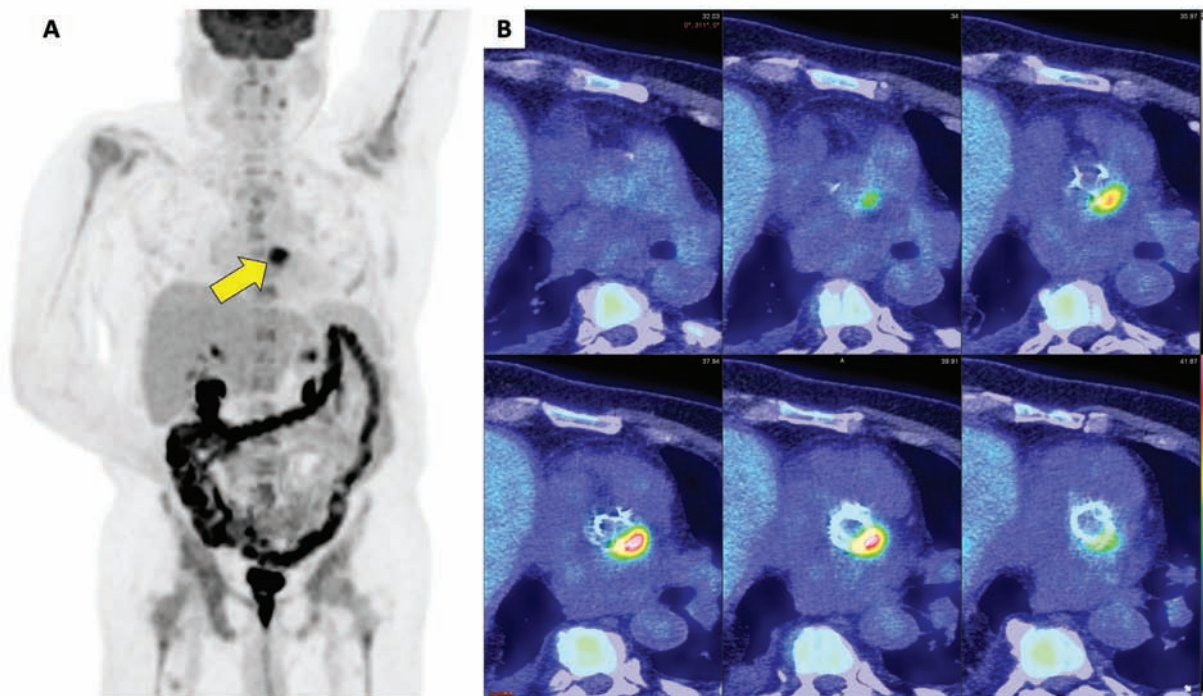
L'endocardite est une infection des valves cardiaques qui peuvent être natives ou en lien avec du matériel prothétiques en place. Comme les procédures de remplacement augmentent avec le vieillissement accéléré de la population occidentale, l'incidence d'infection pour ces matériaux augmente aussi. Le taux de mortalité et de morbidité en lien avec une endocardite est relativement élevé selon diverses sources (14-22 % de mortalité intrahospitalière et jusqu'à 40% à 1 an). Cette incidence de complications est expliquée par l'atteinte infectieuse locale sévère, des

embolies septiques à distance et le retard dans le diagnostic. Plusieurs modalités d'imagerie peuvent être utilisées : l'échographie transthoracique (ETT), l'échographie transœsophagienne (ETO), la tomographie par émission de positrons (TEP) au fluorodésoxyglucose (FDG) et les scintigraphies au gallium-67 ( $Ga^{67}$ ) ou aux globules blancs marqués (GBM).

Si un diagnostic d'endocardite était posé par l'ETT ou l'ETO, la TEP au FDG est souvent demandée par l'équipe traitante pour évaluer les foyers potentiels

d'embolisation septique à distance. Il n'est pas rare que le patient ait d'autres foyers additionnels d'infection qui nécessitent des traitements ciblés. Contrairement à la TDM ou l'IRM, la TEP au FDG est plus sensible pour le dépôt de cellules inflammatoires et peut imager efficacement le corps entier. Si le diagnostic était difficile à poser pour l'endocardite, particulièrement pour les valves non natives, la TEP au FDG sera alors l'outil de choix selon les nouvelles lignes de recommandation. Il faut toutefois noter que le FDG peut s'accumuler dans une inflammation aseptique, par exemple en post-opératoire récent : la valeur prédictive positive sera fortement réduite et les risques de diagnostic erronés augmentent. Dans ces situations, la scintigraphie aux GBM sera nécessaire. Même si la scintigraphie aux GBM est très spécifique pour l'infection aiguë, elle demeure moins sensible que la TEP au FDG selon plusieurs études. De plus, elle est moins performante pour les cas d'infection à germes atypiques ou les infections chroniques. Il s'agit d'une technique plus invasive, plus dispendieuse et parfois, moins accessible (selon les contrats d'approvisionnement dans chaque centre hospitalier). La scintigraphie au  $Ga^{67}$  n'est plus recommandée pour diverses raisons dont la pauvre résolution spatiale et la dosimétrie élevée.

Plusieurs lignes de recommandation suggèrent la TEP au FDG comme outil de première intention ou de seconde intention après l'ETO, pour la recherche d'endocardite. La figure 1 démontre une TEP au FDG réalisée chez un patient de 65 ans avec une fièvre depuis 2 semaines et un état inflammatoire élevé au bilan sanguin. L'ETO suspecte une végétation à la valve aortique, mais les artefacts par le matériel métallique limitent la visualisation complète de la valve. L'image pancorporelle 3D (figure 1A) démontre une captation focale intense au cœur. Elle correspond à un foyer à la hauteur de la valve aortique métallique sur les images axiales de fusion (figure 1B). Cette apparence asymétrique concordait avec la trouvaille à l'ETO. La TEP au FDG permet aussi d'exclure un abcès



périvalvulaire et d'autres foyers infectieux à distance. La figure 1A démontre accessoirement une moëlle réactionnelle en lien avec l'état septique du patient et une captation intense colique en lien avec la prise d'hypoglycémifiants oraux. L'avantage de l'imagerie TEP est également au niveau du degré de contraste pour la détection des anomalies comparativement aux autres modalités diagnostiques. Pour augmenter ce contraste, le patient doit idéalement suivre une préparation spéciale qui est le protocole de suppression de l'activité myocardique physiologique.

Cette préparation est la clé du succès de l'examen. Elle vise à minimiser les foyers d'artéfacts possible en lien avec une captation physiologique du myocarde. La réussite de la préparation cardiaque passe par trois éléments, en ordre d'importance : un jeûne prolongé de 12-18h minimum, une diète riche en lipides (et faible en glucides) et l'administration d'un médicament hépariné.

### LE JEÛNE

Des trois éléments, le jeûne est l'élément le plus crucial à respecter pour un examen de qualité. La durée de ce jeûne pour la recherche d'infection est l'une des principales différences avec une TEP au FDG pour une indication oncologique. Contrairement à 4-6h pour un examen oncologique, les experts recommandent un minimum 12h à 18h de jeûne pour un patient en recherche d'infection ou d'inflammation. Le myocarde dispose de plusieurs substrats pour son métabolisme qui varie selon l'état nutritionnel de chacun. Il peut se nourrir de glucides, de lipides, de cétones ou d'acides aminés. L'effet du jeûne prolongé favorise l'utilisation de lipides ou de corps cétoniques par le muscle cardiaque, au dépend du glucose. Par conséquent, le myocarde sera « froide » puisque le FDG ne sera pas capté par le myocarde : ceci permet de mieux détecter les foyers d'infection ou d'inflammation à proximité en augmentant le contraste du signal à la TEP. Il n'est pas rare que les patients tentent de contourner la préparation cardiaque en respectant partiellement le

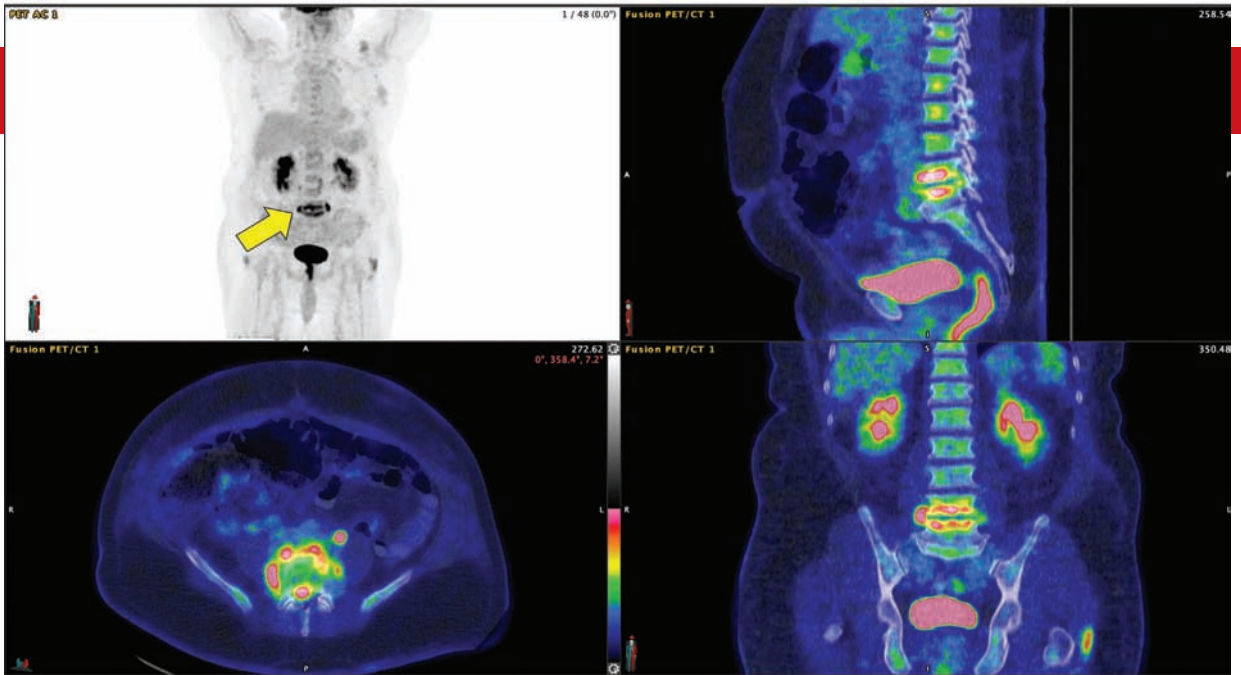
jeûne. La figure 2 démontre un exemple pour la recherche de sarcoïdose cardiaque chez un patient de 45 ans. La figure 2A présente la situation idéale avec une suppression optimale de l'activité myocardique physiologique. Cependant, il s'agissait d'un deuxième rendez-vous pour le même patient. La figure 2B correspond à l'image obtenue 1 semaine auparavant. À la suite de la mise-en-image, la technologue en médecine nucléaire est retournée questionner le patient en expliquant la qualité sous-optimale de l'image obtenue au niveau du myocarde. Le contrôle de qualité par la technologue a révélé l'absence de jeûne prolongé : le patient a avoué avoir mangé un muffin aux carottes 4h avant l'injection du FDG. L'examen de contrôle (figure 2A) avec un respect strict du jeûne prolongée a permis d'exclure une sarcoïdose cardiaque. Donc, il n'y aura pas de traitement à haute dose de corticostéroïdes, ni de traitement avec des immunosuppresseurs, ni d'installation d'électrostimulateur cardiaque avec un défibrillateur.

### LA DIÈTE

Un régime riche en gras et faible en glucide facilite le changement de métabolisme du cœur du glucose aux acides gras (ou corps cétoniques) afin de minimiser la captation du FDG au myocarde. Ce régime particulier est également connu sous le nom de diète cétogénique qui tente à minimiser la quantité de glucose ingérée. Dans notre centre hospitalier, la diète nécessaire en vue d'une TEP au FDG pour la recherche d'infection consiste en des boulettes de viande et des œufs, ou tout aliment faible en glucides.

### L'HÉPARINE

En combinaison avec le jeûne et la diète, administrer de l'héparine au patient 15 minutes avant l'administration du FDG, permet d'augmenter le taux d'acides gras libre sérique à la suite d'une lipolyse des zones de stockage. Ce mécanisme demeure néanmoins controversé dans la littérature et elle n'est pas jugée obligatoire dans notre centre hospitalier.

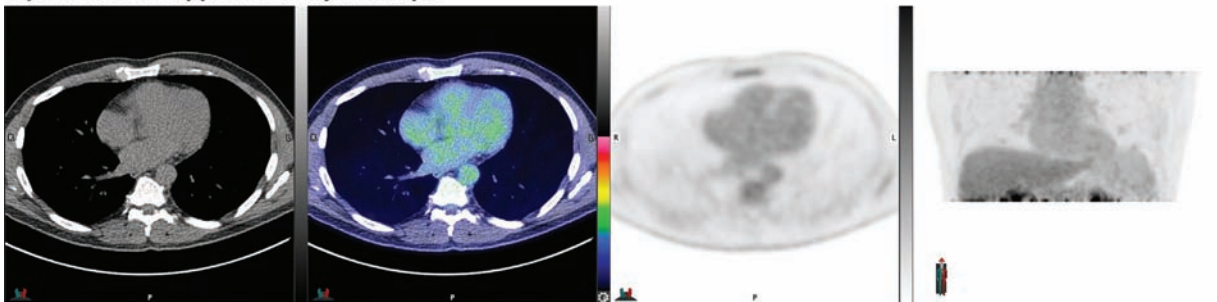


La TEP au FDG est parfois utilisée pour la recherche des foyers d'infection extracardiaque (souvent insoupçonné cliniquement, voir figure C démontrant une spondylodiscite) ou la recherche de la source d'infection pour l'endocardite, par exemple : une tumeur colorectale engendrant une translocation de la bactérie de la flore gastrointestinale dans le sang. Elle est également utilisée pour évaluer la réponse au traitement d'antibiotiques. Les critères d'interprétations à l'imagerie demeurent toutefois à définir.

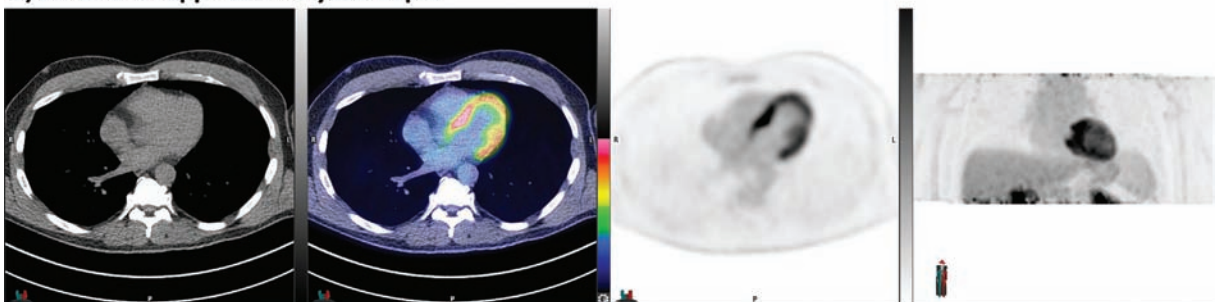
Dans l'ensemble, la TEP au FDG présente de nombreux avantages pour le patient, l'équipe traitante et le réseau de la santé. La majorité des infections sont facilement traitables si le bon diagnostic est rapidement posé. L'endocardite est une infection

dont la présentation est souvent insidieuse avec une morbidité et une mortalité élevée si la prise en charge est retardée. En résumé, la TEP au FDG a un double rôle : le premier est de poser un diagnostic précis d'endocardite lorsque les autres modalités ne sont pas en mesure de le faire, et le deuxième de faire un bilan d'extension pour rechercher d'autres foyers d'infection à distance (ou métastases septiques). Cette modalité diagnostique est toutefois restreinte par le nombre limité de caméras disponible. Même si la majorité des centres hospitaliers ont cette technologie ou un accès via un corridor de service, les pathologies infectieuses dont l'endocardite sont en compétition directe avec la demande croissante et soutenue des examens oncologiques. ■

#### A) Excellente suppression myocardique



#### B) Échec à la suppression myocardique





# 甲状腺癌

甲状腺癌是内分泌系统和头颈部肿瘤中最常见的恶性肿瘤，其主要病理分型分为乳头状癌和滤泡状癌。近30年，除非洲地区因疾病诊断技术受限之外，世界大多数地区甲状腺癌发病率呈持续上升趋势。2016年，全球甲状腺癌新发病例数约为298 000例，死亡例数40 000例，虽有37%的新发病例来自欧美地区，但死亡主要发生在亚洲。我国甲状腺癌新发病例数占全球新发病例数的15.6%，死亡数占13.8%。2016年中国肿瘤登记数据显示，2015年全国甲状腺癌发病率为4.12/10万，男性1.93/10万，女性6.42/10万；同期全国甲状腺癌死亡率为0.34/10万，男性0.23/10万，0.46/10万。近20年，我国甲状腺癌发病率一直呈上升趋势。中国肿瘤登记数据显示，2003-2012年甲状腺癌发病率逐年上升，死亡率较为稳定。

甲状腺癌大体分为分化型与未分化型，乳头状癌属分化型。分化型具有摄碘<sup>131</sup>I功能，因此临床上用来治疗分化型甲状腺癌，特别是血行转移灶（肺、骨）。

碘-131治疗分化型甲状腺癌的指征推荐：

1、已知存在肺、骨等脏器的远处转移（M1），高危，强烈推荐进行碘-131治疗（提高疾病特异性生存率和无病生存率）；

2、术中肉眼可见肿瘤突破甲状腺包膜并侵犯皮下软组织、喉、气管、食管、喉返神经、椎前筋膜或包绕颈动脉和纵膈血管（无论肿瘤大小，T4），手术切除不完全，远处转移，高TG血症，个数不限但最大径大于或等于3厘米病理阳性的颈部淋巴结转移瘤，滤泡型甲状腺癌伴广泛血管侵犯（血管侵犯超过4处）。具备上述之一者即为高危，均强烈推荐推荐进行碘-131治疗（提高疾病特异性生存率和无病生存率）；

3、原发肿瘤直径超过4厘米或镜下外侵（T3）、颈部淋巴结转移（N1），中危，应根据年龄、肿瘤外侵范围、淋巴结转移瘤数量和大小等选择性进行碘-131治疗；

4、虽然肿瘤没有突破甲状腺包膜且直径介于1—4厘米（T1b-2），低危，通常不建议行碘-131治疗，但若手术病理提示侵袭性组织学表现（如高细胞、柱状细胞、钉状细胞癌等）则可考虑进行碘-131治疗。

5、无外侵和转移的微灶癌（直径小于1厘米），无论单发还是多发病灶都应视为低危，不常规建议行碘-131治疗，除非有复发风险调整、疾病随访、患者意愿方面的考虑。

碘-131治疗分化型甲状腺癌的方法分类

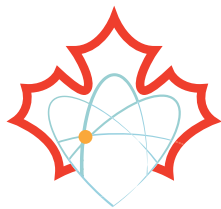
严格来讲，广义的甲状腺癌术后碘-131治疗从实际方法和目的上可细分为三种具体情形，即残甲消融、碘-131辅助治疗和甲状腺癌碘-131治疗。

残甲消融，俗称“碘-131清甲”，是指通过口服碘-131的方法，使（术后残留）正常甲状腺组织受到靶向性电离辐射作用而坏死，充分实现甲状腺组织的去功能化。其作用在于降低术后甲状腺癌的复发、死亡风险并有利于进行疾病分期和随访（监测血清甲状腺球蛋白TG）。应该视残留甲状腺的大小和摄碘能力进行碘-131使用剂量决策，通常使用的碘-131剂量（活度）范围为30-150毫居里。

狭义的“甲状腺癌碘-131治疗”是指是指通过口服碘-131的方法，使甲状腺癌残留、复发、转移灶受到靶向性电离辐射作用而坏死，起到抑制甚至治愈甲状腺癌的作用。通常使用的碘-131剂量（活度）范围为150-250毫居里。

当然，在具体临床实践过程中，特别是首次收治时，部分患者同时存在残甲和潜在转移灶（或复发、残留）的可能。为了最大限度提高疗效、减少疗程数并降低辐射损害和医疗开支，在条件允许的情况下，可以使用碘-131治疗以同时起到残甲消融和辅助治疗甲状腺癌灶的双重作用，此时就难以严格区分“消融”和“治疗”了，或者说两种情况可以同时进行，称为碘-131辅助治疗，通常使用的碘-131剂量（活度）范围为150-200毫居里。■





**CANM  
ACMN**

The Canadian Association of Nuclear Medicine  
Association canadienne de médecine nucléaire

**BOARD OF DIRECTORS / CONSEIL D'ADMINISTRATION**



President,  
Dr. François Lamoureux,  
président



Past President,  
Dr. Andrew Ross,  
président sortant



Vice-President,  
Dr. Jean-Luc Urbain,  
vice-président



Secretary-Treasurer,  
Dr. Jonathan Boekhoud  
secrétaire-trésorier



Member-at-Large,  
Dr. Jonathan Abele,  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Salem Yuones,  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Kamel Hasan, Olfat,  
membre à titre personnel



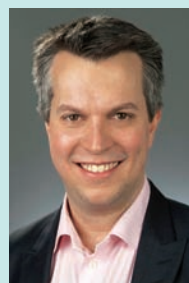
Member-at-Large,  
Dr. Philip Cohen,  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Norman Laurin,  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Glenn Ollenberger,  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Antoine Leblond,  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Anita J Thomas,  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Cheryl Lynn Jefford  
membre à titre personnel



Member-at-Large (invited),  
Dr. Lionnel Zuckier  
membre à titre personnel (invité)



Member-at-Large,  
Dr. Peter Maliha  
membre à titre personnel



Member-at-Large,  
Dr. Christopher O'Brien,  
membre à titre personnel



Member-at-Large, (Resident)  
Benoit Nolet, membre à titre  
personnel

**THE CANM**

- ✓ Its dedication to promote the transfer of scientific bench discoveries into molecular & personalized medical diagnostics and therapies.
- ✓ Its ability to promote, develop and support the use of medical isotopes in the emerging countries.
- ✓ Its proven commitment to educate and provide high level training to nuclear medicine professionals from across the world, particularly from emerging countries in collaboration with the Royal College of Canada.
- ✓ The Pangea project.

**THE PANGEA PROJECT**



**PANGEA**  
nmpangea.com

- Promoting nuclear medicine • Continuous training
- Education / Teaching around the world

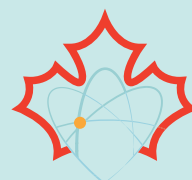


Nicolas Rondeau Lapierre

**INFO CONTACT**

General manager / Directeur général  
Canadian Association of Nuclear Medicine /  
Association canadienne de médecine nucléaire

canm@canm-acmn.ca  
www.canm-acmn.ca  
1.514.963.3269



**CANM  
ACMN**



**CANM  
ACMN**

**2023 ANNUAL  
SCIENTIFIC  
CONFERENCE**

**CONFÉRENCE SCIENTIFIQUE  
ANNUELLE 2023**

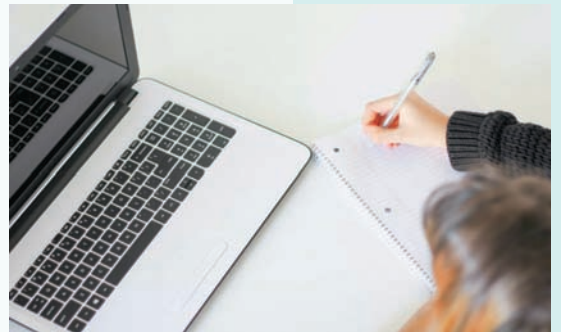
**From October 19 - 21 2023  
At the Brookstreet Hotel  
Ottawa, ON**

**More information to come. Stay tuned**



**CANM  
ACMN**

The Canadian Association of Nuclear Medicine  
Association canadienne de médecine nucléaire



**COLLOQUES IN PRESENTIAL**

AMSMNQ	26-28 mai 2023	Estérel
SNMMI	24-27 june 2023	Chicago
CANM	october 2023	Ottawa
EANM	2023	Vienna
ALASBIM	2023	Argentina
WFNMB	2026	Cartagena

The Canadian Association of Nuclear Medicine strives for excellence in the practice of diagnostic and therapeutic nuclear medicine by promoting the continued professional competence of nuclear medicine specialists, establishing guidelines of clinical practice, and encouraging biomedical research. We work with all professionals in nuclear medicine to ensure that Canadians have access to the highest quality nuclear medicine services.

**SAVE THE DATE : CANM - SEPTEMBER 2023 - OTTAWA**

**SISTER ORGANIZATIONS**



**CANM 2022 SPONSORS - PARTENAIRES ACMN 2022**

**AAA - Novartis  
Bayer  
Curium  
Cyclomedica  
GE Healthcare  
Isologic**

**Hermes Medical  
Solutions  
Jubilant  
Lantheus  
Siemens  
Spectrum**



**CANM  
ACMN**

**canm@canm-acmn.ca  
www.canm-acmn.ca  
1.514.963.3269**



## Facebook de l'AMSMNQ

### AMSMNQ Facebook

#### VENEZ CONSULTER

<https://www.facebook.com/AMSMNQ/>

Venez consultez la page Facebook de l'association des médecins spécialistes en médecine nucléaire du Québec. Vous y trouverez de multiples informations concernant principalement la médecine nucléaire québécoise.

Nous y partageons des événements à venir, des articles intéressants et toutes nouvelles susceptibles d'intéresser la communauté de médecine nucléaire d'ici et d'ailleurs. Nous sommes aussi très fier de présenter les réalisations exceptionnelles de certains de nos membres.

N'hésitez pas à nous contacter si vous souhaitez nous partager une bonne nouvelle, une information, ou un article d'intérêt.

Dr. Keu Khun Visith  
Dr. Karine Provost  
Responsable de la page Facebook de l'AMSMNQ

*COME TO CONSULT*

<https://www.facebook.com/AMSMNQ/>

*Visit the Facebook page of the Quebec Association of Nuclear Medicine Specialists. You will find a wealth of information there concerning nuclear medicine in Quebec.*

*This is where we share upcoming events, interesting articles and useful information with the nuclear medicine community at home and abroad. We are also very proud to showcase the exceptional accomplishments of some of our members.*

*Please do not hesitate to contact us if you have any good news, information, or article of interest.*



AMSMNQ

Dr. Keu Khun Visith  
Dr. Karine Provost  
Manager of the AMSMNQ Facebook page





# ASSOCIATION DES MÉDECINS SPÉCIALISTES EN MÉDECINE NUCLÉAIRE DU QUÉBEC

## L'IMAGERIE PERSONNALISÉE PAR LA MÉDECINE NUCLÉAIRE

« La mission du comité de développement professionnel continu (DPC) de l'Association des médecins spécialistes en médecine nucléaire du Québec (AMSMNQ) est de soutenir les médecins nucléistes à acquérir et à préserver leur expertise médicale, ainsi qu'à améliorer leurs compétences de collaboration et de communication dans le but de prioriser la qualité des soins aux patients. »

### COMITÉ EXÉCUTIF



Dr. Norman Laurin  
Président



Dr. Frédéric Arsenault  
Trésorier



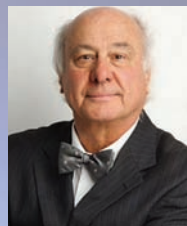
Dr. Karine Provost  
Conseillère



Dr. Anthony Ciarallo  
Secrétaire



Dr. Éric Turcotte  
Conseiller



Dr. François Lamoureux  
Président sortant (invité)



Dr. Keu Khun Visith  
Conseiller

### ORGANISATIONS

ACOMEN • American Society of Nuclear Cardiology • Association Canadienne de Médecine Nucléaire • Association Chinoise de Médecine Nucléaire • British Nuclear Medicine Society • Cancer de la Thyroïde Canada • Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire • Collège des Médecins du Québec • Collège Royal des Médecins et Chirurgiens du Canada • European Association of Nuclear Medicine • Fédération de Médecins Spécialistes du Québec • Fondation Canadienne de la Thyroïde • International Atomic Energy Agency • Pubmed • Société Française de Médecine Nucléaire et d'Imagerie Moléculaire • Society of Nuclear Medicine • Société Canadienne du Cancer • Université McGill • Université de Montréal • Université de Sherbrooke • World Federation of Nuclear Medicine and Biology

### PARTENAIRES

Hermes Medical Solutions • Lantheus • Siemens Santé Limitée • GE Molecular Healthcare • Curium • Jubilant-DraxImage • Isologic • Philips • Segami • Cyclomedica • Financières des Professionnels • Sogemec

### NOUS JOINDRE

Madame Nathalie Guerra  
Directrice administrative

Téléphone : (514) 350-5133 ou 1-(800)-561-0703

Télécopieur : (514) 350 -5151

Courriel : [amsmnq@fmsq.org](mailto:amsmnq@fmsq.org)

2, Complexe Desjardins, porte 3000  
C.P. 216, succursale Desjardins  
Montréal (Québec) Canada H5B 1G8



AMSMNQ

[medecinenucleaire.com](http://medecinenucleaire.com)  
[www.facebook.com/AMSMNQ/](https://www.facebook.com/AMSMNQ/)



# Leadership

## COMPOSITION and ELECTION



The Executive Board is the highest executive level of the Federation. It shall create a vision for the future of the Federation and develop strategies to fulfil them as well as to develop strategies regarding the cooperation with partner societies for the future of the medical specialty and the benefit of its Members and national Member societies.

It shall execute and supervise the execution of operational goals along the strategic lines as developed together with the different Integral Parts of the Federation. The Executive Board represents the Federation legally and is responsible for its financial management according to the Statutes and legal regulations.

Candidates for the position of President Elect, Secretary General and Treasurer will be proposed by the Members and elected during the General Assembly.

## EXECUTIVE BOARD



**Lizette Louw**  
PRESIDENT



**Savvas Frangos**  
PRESIDENT-ELECT



**Francois Lamoureux**  
TREASURER



**Gopinath Gnanasegaran**  
GENERAL SECRETARY



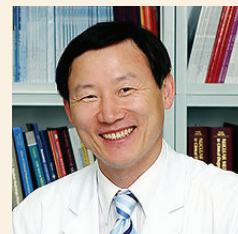
**Jean Luc Urbain**  
Immediate Past-President



**Munir Ghesani**  
SNMMI PRESIDENT



**Rudi A.J.O. Dierckx**  
EANM PRESIDENT



**Hee-Seung Bom**  
ARCCNM PRESIDENT



**Gang Huang**  
AOFNMB PRESIDENT



**Fernando Faccio**  
ALASBIMN PRESIDENT



**Salah Eddine Bouyoucef**  
AANM PRESIDENT



**Roslyn Francis**  
ANZSNM PRESIDENT



**Mohamad Haider**  
ARSNM PRESIDENT



**Diana Paez**  
IAEA REPRESENTATIVE



**John Prior**  
WHO REPRESENTATIVE



**Patricia Bernal**  
2026 CONGRESS PRESIDENT



**ISOLOGIC**

Radiopharmaceutiques Novateurs

# Soins de qualité fiable

En tant que chef de file canadien de la production et distribution de produits SPECT et PREP, ISOLOGIC est engagé à ce que le milieu des soins de la santé canadien dispose en tout temps d'un approvisionnement fiable et efficace des produits radiopharmaceutiques.

- + Éthique et intégrité
- + Approche client
- + Collaboration
- + Innovation
- + Passion
- + Excellence



Plus de 99% de  
taux de fiabilité  
du service



Experts en  
radiopharmaceutiques  
accessibles 24-7/365



Les meilleurs agents en  
radiopharmaceutiques  
dans le domaine

[isologicradiopharm.ca](http://isologicradiopharm.ca)

**NOUS PROCURONS LES MEILLEURS  
OUTILS DIAGNOSTIQUES POUR  
L'ATTEINTE DES PLUS HAUTES  
NORMES DE QUALITÉ**

**DORVAL (siège social)**  
11215, Ch. de la Côte-de-Liesse  
Dorval QC H9P 1B1  
514 636.4711

**MONTRÉAL**  
1855, 32<sup>e</sup> Avenue  
Lachine QC H8T 3J1  
514 636.5552

**VILLE DE QUÉBEC**  
2655, rue Dalton  
Québec QC G1P 3S8  
418 650.1855

**TORONTO**  
Hôpital Sunnybrook  
2075, Bayview Avenue  
Toronto ON M4N 3M5  
416 480.6100

**OTTAWA**  
1053, Carling Avenue  
Bureau F156  
Ottawa ON K1Y 4E9  
613 761.5370

**BURLINGTON**  
5450, Harvester Road  
Burlington ON L7L 5N5  
905 333.1789

**VANCOUVER**  
899, West 12th Avenue  
Vancouver C.-B. V5Z 1M9  
604 875.5085



Reporting  
Tools



Artificial  
Intelligence



Pneumology



Theranostics  
& therapy



Cardiology



Dosimetry



Oncology



Neurology



Gastro-  
enterology



Hepatology



Endocrinology



Osteology



Nephrology

# HERMIA

The All-in-One Vendor-Neutral  
Molecular Imaging Software

Powerful and vendor-neutral software enables clinicians to simplify their workflow, increase consistency and quality and keep pace with the fast development of scanners, tracers and procedures in nuclear medicine.

Introducing HERMIA – your smart choice in the multifaceted world of Molecular Imaging. Our state-of-the-art software suite provides many new ground-breaking functionalities for all PET/SPECT/CT/MR reporting.



hermesmedical.com



HERMES  
MEDICAL  
SOLUTIONS