

Décembre 2020
Volume 40, Numéro 2

échos

la revue

des technologues en imagerie médicale,
en radio-oncologie et en électrophysiologie
médicale du Québec



Le mouvement au cœur de nos activités

Numéro de convention en poste-publication : 40070307



Ordre des technologues
en imagerie médicale,
en radio-oncologie et en
électrophysiologie médicale
du Québec



Notre offre pour les technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale devient encore plus avantageuse

Découvrez vos nouveaux avantages et privilèges à bnc.ca/specialiste-sante

Fière partenaire de

Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec

Sous réserve d'approbation de crédit de la Banque Nationale. L'offre constitue un avantage conféré aux détenteurs d'une carte de crédit Mastercard^{MD} Platine, *World Mastercard*^{MD}, *World Elite*^{MD} de la Banque Nationale. Certaines restrictions s'appliquent. Pour plus de détails, visitez bnc.ca/specialiste-sante. MD MASTERCARD, *WORLD MASTERCARD* et *WORLD ELITE* sont des marques de commerce déposées de Mastercard International inc. La Banque Nationale du Canada est un usager autorisé. MD BANQUE NATIONALE et le logo de la BANQUE NATIONALE sont des marques de commerce déposées de Banque Nationale du Canada. © 2020 Banque Nationale du Canada. Tous droits réservés. Toute reproduction totale ou partielle est strictement interdite sans l'autorisation préalable écrite de la Banque Nationale du Canada.

Sommaire



Le mouvement au cœur de nos activités

Mot de la présidente 4

Une année tout en mouvement!

Au cœur de la pratique 8

L'échographie en l'absence du radiologiste

Radioprotection 10

Tomodensitométrie : position du tube à rayons X pour l'image de localisation de face

Déontologie 12

L'Ordre fait jurisprudence

Électrophysiologie médicale 14

L'évaluation du cœur d'athlète lors d'exams en cardiologie

Le syndrome du cœur d'athlète est caractérisé par des adaptations structurelles et électriques asymptomatiques.

Le développement des algorithmes en cardiologie : un mouvement vers une meilleure qualité de vie pour la clientèle

Le développement des algorithmes en cardiologie permet d'analyser les arythmies et d'améliorer l'état des patients en insuffisance cardiaque.

Médecine nucléaire 28

Les isotopes globe-trotters

La médecine nucléaire est dépendante du bon fonctionnement de la chaîne de production et de transport des isotopes.

Imagerie nucléaire sportive : la scintigraphie osseuse 2.0 en mode hybride

Pouvoir insoupçonné de l'imagerie nucléaire hybride pour diagnostiquer et orienter le traitement des blessures sportives.

Radiodiagnostic 42

L'échographie pour étudier l'évolution de la section transversale normale du nerf médian au poignet en fonction des caractéristiques corporelles

Évaluation de la surface mesurée en coupe transversale échographique (Ultrasound Cross Sectional Area (US-CSA)) du nerf médian au niveau de l'articulation du poignet.

La déchirure du ménisque : notions élémentaires d'une blessure sportive fréquente

Imagerie du genou : les notions de base touchant la lésion méniscale.

Radio-oncologie 51

Le lymphœdème : le diagnostic précoce, une responsabilité de tous les professionnels

Qu'est-ce qu'on devrait savoir de cette maladie? Comment minimiser les risques et ses impacts?

Traiter une cible en mouvement : planification, traitement et validation pour le cancer du poumon traité en stéréotaxie

Gérer la respiration dans la planification et le traitement de la radiothérapie stéréotaxique du poumon.

L'ÉchoX, la revue de l'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec, est publiée depuis 1964. Elle est maintenant tirée à 7 150 exemplaires • **COMITÉ DE LA REVUE** Renée Breton, t.r.o. ; Carole Chaumont, t.e.p.m. ; Mohamed Khélifi, t.i.m. (RD) ; Nadia Castanheira-Jones, t.i.m. (MN) • **COLLABORATEURS AU CONTENU** Hussien Abdelrhman, Ph. D. ; Chantal Asselin, t.i.m. (E) ; Audrey Boivin, t.i.m. ; Maude Bujault Bolduc ; Josée Chevrier, t.i.m. B.A.A., M.Sc. ; Tony Couture, t.i.m. ; Gilbert Gagnon, t.i.m. (E) ; Karine Gariépy, t.i.m. ; Ian Hadzurik, t.e.p.m. ; Khun Visith Keu, MD ; Yves Morel, t.i.m. ; Nanyo Nanev, t.e.p.m. ; Mélanie Ratelle, t.r.o. ; Francine Roy, t.i.m. ; Laurence Roy, t.r.o. ; Claudia Sabat, Pht, TLC (CS) ; Jason St-Hilaire Ph. D. ; Liane Turgeon, t.r.o. ; Cécile Turmel • **RÉVISION ET CORRECTION** Marie-Johanne Tousignant, M. Ed. • **PUBLICITÉ** Dominic Desjardins, CPS Média Inc., ddesjardins@cpsmedia.ca, 1 866 227-8414 • **ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE** Caroline Morin, adjointe administrative des affaires professionnelles et juridiques, 514 351-0052, poste 229 • **DESIGN GRAPHIQUE** Bunka • **IMPRESSION** Solisco • **POLITIQUE D'ABONNEMENT** Les membres et étudiants en dernière année de formation collégiale reçoivent l'ÉchoX trois fois par année. Abonnement offert à 75 \$ par année (plus taxes). • **POLITIQUE ÉDITORIALE** Sauf indications contraires, les textes et les photos publiés n'engagent que les auteurs. Toute reproduction doit mentionner la source, après autorisation préalable de l'Ordre.

6455, rue Jean-Talon Est, bureau 401, Saint-Léonard (Québec) H1S 3E8
514 351-0052 ou 1 800 361-8759 • otimroepmq.ca

DÉPÔT LÉGAL Bibliothèque nationale du Québec et Bibliothèque nationale du Canada ISSN 0820-6295



MOT DE LA PRÉSIDENTE



Une année tout en mouvement!

Aborder la thématique du mouvement dans le contexte de cette pandémie qui aura changé la face du monde n'aurait pas pu être plus approprié pour cette dernière édition 2020 de l'ÉchoX.

Spontanément, pour rédiger cet éditorial, j'ai d'abord eu le réflexe d'aller consulter la définition même du mouvement. Parce qu'elle me semblait s'appliquer à tant de réalités que nous avons tous vécues au cours des derniers mois, et ce, à plusieurs niveaux.

Mouvement : changement social; mouvements de l'histoire

Certes, la COVID-19 aura marqué l'histoire et provoqué tout un mouvement dans notre écosystème social mondial. Mais plus près de nous, comme mentionné dans mon dernier billet lors de l'édition de juin de l'ÉchoX, nous, membres du conseil d'administration et direction générale de l'Ordre, avons rapidement dû prendre certaines décisions et mettre en place de nouvelles directives, pour continuer de mener à bien notre mission de protection du public. Six mois plus tard, nous demeurons

agiles quant aux revirements causés par la pandémie, mais avons pu reprendre la plupart de nos activités courantes.

Nous travaillons notamment à opérationnaliser la planification stratégique 2020-2023, dont vous trouverez les grandes orientations à même cette édition de l'ÉchoX. Le travail entourant les examens en échographie et en électrophysiologie médicale (suivant l'adoption du Règlement sur les conditions et modalités de délivrance des permis en juillet dernier) a également pu reprendre et l'équipe est maintenant très active afin que ceux-ci puissent avoir lieu en 2021. Des trousse de formation en ligne ont aussi été développées pour chaque domaine d'exercice en remplacement du congrès. D'ailleurs, la réponse a été excellente, tout comme la participation des technologues à la Semaine des technologues 2020.

Mais que dire de tout le mouvement qu'aura occasionné et qu'occasionne encore la COVID-19 pour les technologues sur le terrain, qui ont dû faire face à d'importants défis au cours des derniers mois pour s'adapter aux nouvelles exigences sanitaires et

ainsi continuer de protéger le public en prenant soin de leur santé. Je salue votre résilience et, comme présidente de l'Ordre, je tiens à vous remercier d'avoir su maintenir votre niveau de compétence et de professionnalisme pour le plus grand bénéfice des patients. D'autres défis sont à venir, j'en suis consciente. Mais cette voie que vous avez choisi d'emprunter pour les relever est certainement la plus gagnante pour tous.

Mouvement : changement de localisation continu; corps qui effectue un mouvement

Évidemment, nous ne pourrions aborder le mouvement dans notre profession sans parler du corps, à proprement dit, et de son mouvement naturel qui représente la vie, mais aussi un défi de taille. Il doit être considéré, anticipé, bref il fait partie de notre réalité quotidienne. Qu'on pense par exemple aux radio-isotopes utilisés en médecine nucléaire ou encore au mouvement de la respiration, vital au traitement du patient en radio-oncologie, le mouvement est aussi au cœur de nos outils thérapeutiques et

La bienveillance peut être un défi en cette période incertaine, mais continuez d'en faire preuve, entre vous, mais aussi entre tous les acteurs directs et indirects de la santé, pour le plus grand bénéfice des patients et du public en général.

diagnostics pour arriver à la finalité de l'examen. Il faut donc s'adapter à ce dernier afin d'en faire un allié. J'ai lu avec grand intérêt le contenu de la présente édition de l'ÉchoX. Merci à tous les auteurs qui ont pris le temps d'écrire des articles qui contribueront tout un chacun à enrichir notre pratique et qui ont abordé le mouvement comme étant partie intégrante de la solution.

**Mouvement:
changement dans les
sentiments ou l'humeur;
mouvement de l'âme,
du cœur**

Je termine en abordant un aspect du mouvement qui est certainement l'un des plus importants: le mouvement social. J'ai pu observer, au cours de la dernière année, un élan de solidarité qui

s'est certainement consolidé entre les technologues en raison de la COVID-19. J'ai constaté de l'empathie et de beaux gestes, fondés sur le bien-être humain. La bienveillance peut être un défi en cette période incertaine, mais continuez d'en faire preuve, entre vous, mais aussi entre tous les acteurs directs et indirects de la santé, pour le plus grand bénéfice des patients et du public en général.

Et bien que le temps des fêtes sera certainement différent cette année, il demeure un moment privilégié pour penser à ceux que l'on aime et prendre un temps d'arrêt pour nous. Je vous souhaite donc de joyeuses Fêtes et au plaisir de vous retrouver en 2021.

Mélanie Ratelle

Mélanie Ratelle, t.r.o.

PLANIFICATION STRATÉGIQUE

L'OTIMROEMQ souhaite être un partenaire significatif auprès de ses membres, afin qu'ils se distinguent par leur expertise comme professionnels de la santé, et ce, pour le plus grand bénéfice du public.

Pour ce faire, l'Ordre a élaboré une planification stratégique comprenant quatre orientations déclinées en objectifs et en différentes actions.

1 Définir et s'engager dans l'évolution de la profession

Objectifs de l'orientation

- Être la référence phare pour l'évolution de la profession en étant capable d'anticiper le futur du milieu de la santé et des domaines régis par l'Ordre;
- S'assurer d'une gestion proactive des risques, notamment technologiques, pour les patients (sécurité des données, intelligence artificielle);
- Développer des outils et des approches novateurs pour assurer le développement et le maintien de nouvelles compétences chez les membres dans le respect de la mission de l'Ordre;
- Encourager les technologues à développer une pratique diversifiée, de qualité et novatrice;
- Assurer une main-d'œuvre et une relève suffisante et de qualité pour répondre aux besoins croissants de la population.

2 Accroître le sentiment d'appartenance

Objectifs de l'orientation

- Développer la reconnaissance et le sentiment d'appartenance des membres, des employés, des professionnels, des étudiants et des membres du conseil d'administration vis-à-vis de l'Ordre;
- Faire rayonner les différents domaines régis par l'Ordre pour susciter davantage de vocations, mettre en lumière l'expertise du technologue et d'accomplir la mission première de l'Ordre;
- Assurer une visibilité de la profession en vue de développer une relève en adéquation avec les besoins croissants de la population;
- Clarifier le rôle de l'Ordre auprès des acteurs du système professionnel (syndicats, associations) en remettant le public au cœur des préoccupations.

2020 2023

3 **Consolider et diversifier nos relations avec les parties prenantes**

Objectifs de l'orientation

- Renforcer les liens avec les différentes parties prenantes (employeurs, maisons d'enseignement, associations, syndicats, Ordres, etc.);
- Être reconnu dans notre secteur d'activité pour notre expertise dans toute sa diversité;
- Renforcer le leadership de l'Ordre pour faire évoluer la profession (ex. : participation au projet de loi);
- Valoriser l'étendue de l'exercice des technologues auprès de nos parties prenantes et élargir leur champ de pratique;
- Développer de nouvelles opportunités de partenariat en nous appuyant sur l'interdisciplinarité;
- Développer une collaboration, notamment avec les maisons d'enseignement, dans une approche pluridisciplinaire.

4 **Devenir une organisation efficace, dynamique et inspirante**

Objectifs de l'orientation

- Faire évoluer la structure organisationnelle de l'Ordre afin de gagner en réactivité ainsi qu'en agilité et en souplesse;
- Faire évoluer l'organisation vers une culture mobilisante et renforcer la collaboration entre les équipes du siège social;
- Harmoniser et documenter les façons de faire dans un souci d'efficacité et de mémoire organisationnelle;
- Mettre en place des pratiques reconnues en ressources humaines, ancrées dans les valeurs de l'Ordre;
- Simplifier et rehausser l'expérience membre et valoriser le rôle-conseil de l'Ordre auprès des personnes qui communiquent avec l'Ordre, afin de leur offrir un service de qualité, simplifié et à valeur ajoutée;
- Assurer la pérennité et la santé financière de l'Ordre.



Ordre des technologues
en **imagerie médicale**,
en **radio-oncologie** et en
électrophysiologie médicale
du Québec

Réponses à vos questions

L'échographie en l'absence du radiologiste



Francine Roy, t.i.m
Directrice de
l'inspection
professionnelle



Geneviève
Dupuis, t.i.m
Inspectrice

PREMIÈRE SITUATION

Un technologue détenant une attestation de pratique autonome en échographie abdominale-pelvienne et de surface reçoit une demande d'échographie pelvienne. Les renseignements cliniques inscrits sont : douleur pelvienne, recherche de grossesse ectopique. Ce technologue peut-il faire l'examen demandé ?

Oui. Le technologue détenant cette attestation doit être en mesure d'identifier une anomalie des ovaires et de la région du petit bassin (ex. : présence de liquide libre, masse ovarienne), et ce, peu importe le renseignement clinique. Il peut donc réaliser l'examen même si le renseignement clinique est recherche de grossesse ectopique. Advenant le cas où effectivement, il y a présence d'une grossesse ectopique, le technologue doit appliquer les directives établies par le service et entérinées par les autorités médicales en ce qui concerne les urgences médicales. Il doit être en mesure de contacter le médecin spécialiste rapidement afin que celui-ci puisse établir le diagnostic. Le technologue doit ensuite diriger ou assurer le suivi de la patiente tout en ne divulguant pas les observations constatées lors de l'examen.

DEUXIÈME SITUATION

Le même technologue reçoit une demande d'examen pour une échographie obstétricale de moins de 16 semaines. Le renseignement clinique est : saignement au 1^{er} trimestre. Le technologue ne détient pas d'attestation de pratique autonome en échographie obstétricale. Peut-il faire l'examen ?

Oui et non.

Oui, si le médecin spécialiste est sur place et qu'il possède la compétence pour réaliser ce type d'examen. Comme le technologue ne détient pas d'attestation de pratique autonome en échographie obstétricale, le

médecin spécialiste doit venir voir la patiente dans la salle pour compléter l'examen et la libérer.

Non, si le technologue est seul sans la présence d'un médecin spécialiste dans l'établissement. Cependant, puisque les renseignements cliniques spécifient qu'il y a saignement, le technologue devrait appliquer les directives établies par le Service afin d'assurer la sécurité de la patiente.

TROISIÈME SITUATION

Ne détenant pas d'attestation de pratique autonome en échographie obstétricale, le technologue peut-il modifier l'ordonnance et réaliser une échographie pelvienne ?

Non. La nature de l'examen prescrit ne peut être modifiée en fonction de contraintes organisationnelles ou administratives du Service. L'ordonnance d'un examen de premier trimestre autorise le technologue à réaliser uniquement l'examen demandé. En aucun temps, celui-ci peut modifier la nature d'une ordonnance.

Par ailleurs, il nous apparaît peu éthique de modifier un libellé d'ordonnance pour contourner l'absence d'un technologue détenant une attestation de pratique autonome en échographie obstétricale. Le technologue peut réaliser l'examen, mais de façon non autonome, donc le médecin spécialiste doit être présent.

À titre informatif

Dans un contexte de pratique autonome, le technologue détenant une attestation en échographie obstétricale peut réaliser une échographie pelvienne puisqu'il possède une connaissance approfondie de l'échoanatomie du premier trimestre de la grossesse en plus de la région anatomique du petit bassin.

En conclusion, nous vous rappelons que lorsqu'un technologue exerce une activité qui lui est réservée, il engage pleinement sa responsabilité professionnelle. La pratique de l'échographie effectuée de façon autonome exige de la part du technologue de répondre à des critères encore plus rigoureux en matière de connaissances techniques et de jugement professionnel. La complexité et les habiletés techniques nécessaires à l'exécution de cette pratique exigent que le technologue développe et maintienne les connaissances requises, en plus d'être reconnu dans son milieu. Le technologue attesté doit donc être conscient de ses responsabilités à l'égard du patient et de la réalisation de l'examen, et doit s'assurer de répondre aux exigences de compétence établies par l'Ordre.

Dans un contexte de pratique autonome, certains éléments sont essentiels et doivent être maîtrisés par le technologue attesté. À cet effet, neuf énoncés de compétences ont été identifiés et regroupés en trois volets dans les lignes directrices en échographie (disponibles sur le site web de l'Ordre), dont la première compétence qui est de prendre connaissance des renseignements cliniques (signes, symptômes et autres données pertinentes) et d'adapter son examen en conséquence. Comme l'examen échographique est réalisé en temps réel, les images produites, les annotations techniques et les observations recueillies en cours d'examen s'avèrent essentielles pour le médecin spécialiste, puisque l'analyse de toutes ces informations lui permettra d'établir un diagnostic.

RÉFÉRENCES

- 1 – OTIMROEPMQ. *Norme professionnelle en échographie*
- 2 – OTIMROEPMQ. *Lignes directrices – Échographie médicale diagnostique (pratique autonome)*

Programme de surveillance générale 2020-2021



La sélection des membres est effectuée selon les proportions 2/3 de façon aléatoire et 1/3 selon les critères suivants :

1. Membre exerçant depuis moins d'un an;
2. Membre ayant entre 10 et 15 ans de pratique;
3. Membres exerçant dans le secteur spécifique de la tomodensitométrie;
4. Signalement du syndic, du public, d'un employeur ou d'un pair relativement à la compétence d'un membre;

Rendez-vous dans la section Inspection professionnelle du site de l'Ordre pour en savoir davantage.

Tomodensitométrie :

position du tube à rayons X pour l'image de localisation de face

Cet article s'adresse aux technologues en imagerie médicale ainsi qu'aux technologues en radio-oncologie. Il a pour buts de déterminer la meilleure façon de réaliser l'image de localisation de face et de démontrer si l'orientation du tube a une influence sur la dose transmise au patient lors de l'acquisition.



Gilbert Gagnon,
t.i.m.(E)
Collège Laféche

En tomodensitométrie (TDM), les caractéristiques du patient (atténuation, densité, taille et forme) sont fournies par les images de localisation¹ et servent à établir les valeurs de mA (modulation du mA) qui seront utilisées durant l'acquisition afin de maintenir une qualité d'image uniforme pour l'examen à effectuer.

Les informations recueillies lors des images de localisation permettent une estimation de l'asymétrie elliptique du patient (*oval ratio*²) sur l'axe X-Y et l'évaluation de la densité des organes et tissus sur l'axe Z. Les caractéristiques du patient provenant de ces images déterminent la quantité de rayons X qui devrait atteindre les détecteurs pour un protocole d'examen déterminé (**figure 1**).

Ainsi lors de l'acquisition TDM, le système de modulation du mA tiendra compte de l'asymétrie elliptique du patient (*oval ratio*), de la densité des organes et du niveau de bruit attendu sur les images afin d'ajuster le mA à chaque rotation comme indiqué sur le schéma qui suit (**figure 2**).

Le système de modulation du mA aura ainsi un effet déterminant sur la dose transmise aux détecteurs et au patient (**figure 3**).



Chantal Asselin,
t.i.m.(E)
Collège Ahuntsic

**Il est fortement
recommandé de réaliser
l'image de localisation de
face en AP (tube à 0°) au
lieu de face PA (tube à 180°).**

Orientation du tube à rayons X pour la réalisation de l'image de localisation de face pour un protocole d'examen utilisant la modulation du mA

La question que plusieurs technologues se posent est la suivante :

- En modulation du mA, doit-on réaliser l'image de localisation de face AP (tube à RX positionné à 0° au-dessus du patient) ou de face PA (tube à RX positionné à 180° en-dessous du patient) ?

Notons tout d'abord que la dose transmise au patient pour une image de localisation réalisée de face PA (tube à RX à 180° en-dessous du patient) est habituellement **plus faible** que pour une image de localisation réalisée de face AP (tube à RX à 0° au-dessus du patient). Ceci s'explique par le fait que le faisceau de rayons X est atténué au départ par la table avant d'atteindre les détecteurs pour des paramètres techniques identiques.

Par contre, lorsque la modulation du mA est utilisée pour l'acquisition, la dose transmise en mGy.cm (PDL) au patient sera PLUS ÉLEVÉE si l'image de localisation a

été réalisée de face PA (tube à RX à 180° en-dessous du patient). Ceci est dû principalement à l'absorption du faisceau par la table.

Ce constat a été vérifié par deux expérimentations. En voici les conclusions :

1. Sharoubim N., CECR, 2012 – Appareil GE VCT 64³ : On constate que les valeurs de mA prévues pour chacune des sections de l'acquisition sont **plus élevées** lorsque l'image de localisation de face a été réalisée de face PA (tube à RX à 180° en-dessous du patient). Le système de modulation du mA ayant compensé la perte de photons due à l'**absorption de la table**. Lorsque l'image de localisation est réalisée de face PA avec le tube en-dessous du patient, l'augmentation de dose transmise au patient en mGy.cm (PDL) est de **15,6%** de face PA par rapport à face AP.
2. Asselin C., Collège Ahuntsic, 2020 – Caméra Symbia Intevo T2 Siemens⁴ : Il est important de noter qu'avec une image de localisation réalisée en position *bottom* (tube à RX à 180° en-dessous du patient), le rayonnement X doit d'abord traverser la table, ce qui correspond à une **augmentation de la dose** transmise au patient (PDL) de **17,7%** dans cette expérimentation par rapport à une acquisition où l'image de localisation de face a été réalisée en position *top* (tube à RX à 0° au-dessus du patient).

Recommandation pour les technologues en imagerie médicale et en radio-oncologie

Étant donné les conclusions des deux expérimentations précédentes, il est fortement recommandé de réaliser l'image de localisation de face en AP (tube à 0°) au lieu de face PA (tube à 180°).

Ainsi, la dose transmise en mGy.cm (PDL) au patient sera plus faible.

De plus, en tomodynamométrie, il est **faux** de prétendre que les technologues doivent privilégier, pour l'image de localisation de face, une irradiation avec le tube à rayons X positionné sous le patient (180° ou *bottom*) afin de protéger les organes radiosensibles (yeux, thyroïde, seins ou gonades) situées antérieurement.

Cette façon de procéder est donc à **proscrire** parce qu'elle augmente la dose transmise au patient lors de l'acquisition de l'ordre de 15 à 30%!

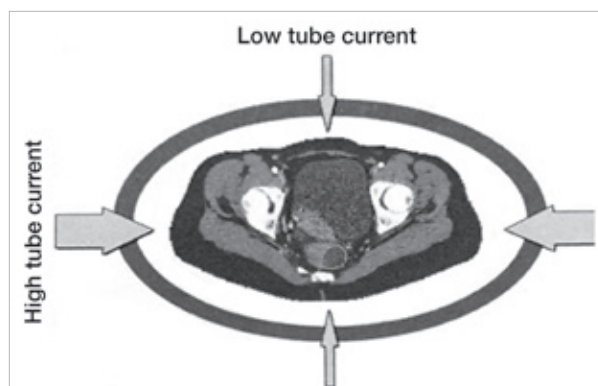


Figure 1

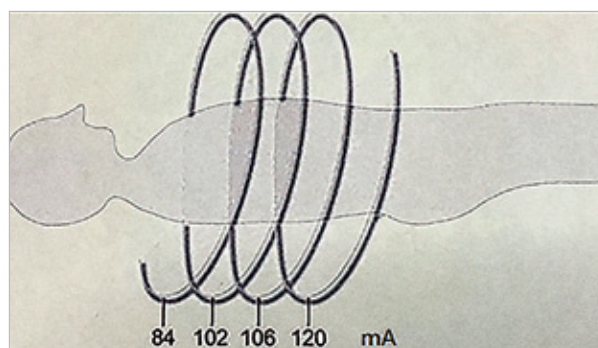


Figure 2

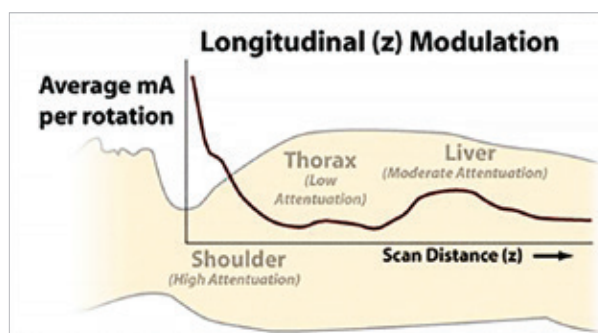


Figure 3

FIGURES

1 – Tiré de : Radiology, Kalra et al., *Techniques and Applications of ATCM for CT*, p.651, 2004.

2 – Adapté de : Radiology, Kalra et al., *Techniques and Applications of ATCM for CT*, p.652, 2004.

3 – Tiré de : AAPM, *Working Group on standardization of CT nomenclature and protocols*, AAPM computed tomography radiation dose education slides, GE Health version, 2013.

¹ Terme générique pour désigner topogramme ou scout ou scanogramme.

² Radiology, Kalra et al., *Techniques and Applications of ATCM for CT*, p.651, 2004.

³ CECR, Shabourim N., Ingénieur conseil, Test pour scout 0° et 180°, 2012.

⁴ Asselin C., Évaluation de l'influence du choix de la position du tube à rayons X lors du topogramme sur la dose au patient pour procédures TDM avec utilisation d'un logiciel de modulation des mA de type CAREdose de Siemens.

L'Ordre fait jurisprudence

Par Yves Morel, t.i.m., syndic de l'OTIMROEPMQ

Nous voulons aujourd'hui partager avec vous quelques extraits d'un jugement rendu¹ récemment par le Conseil de discipline de l'Ordre concernant les « bris de confidentialité », ainsi que la « protection des accès aux renseignements et documents confidentiels ».

Depuis le début des années 2000, les systèmes informatiques (RIS/SIR et PACS) implantés dans la province pour la conservation des dossiers radiologiques sont accessibles via des codes d'utilisateurs personnalisés. Chaque technologue possède le sien et il n'est pas partageable.

Bien que nous soyons conscients que l'exercice de verrouillage et de déverrouillage de ces codes d'utilisateurs ne soit pas particulièrement convivial, celui-ci a bel et bien son importance lorsque vient le temps d'identifier les intervenants de tous les niveaux (technologues, personnel administratif, médecins, etc.) qui auraient eu accès aux dossiers d'usagers.

Le jugement rendu dans le dossier en question vient en quelque sorte confirmer l'utilité des codes d'utilisateurs individuels en plus de faire état d'une position que l'Ordre mettait de l'avant depuis le tout début de l'utilisation de cette technologie.

Dès l'implantation de ces systèmes d'archivage, l'option de mettre à la disposition de tous les utilisateurs des codes d'accès génériques permettant à plus d'un individu de les utiliser simultanément ne fut pas retenue, et ce, pour des raisons évidentes de sécurité. Si tel avait été le cas, il serait alors devenu impossible d'identifier précisément l'utilisateur qui aurait effectué une transaction ou une modification dans un dossier de patient, et l'accessibilité élargie n'aurait alors plus eu de limites.

Le cas d'espèce porté devant le Conseil de discipline de l'Ordre fait, entre autres, référence à un bris de confidentialité dans le dossier radiologique d'un collègue de travail. Les informations pertinentes à certains examens d'imagerie ont alors été consultées. Il est ici plus spécifiquement question des rapports médicaux concernant ces examens et des diagnostics associés. Il est à noter que l'intimé a plaidé coupable à l'ensemble des chefs d'infraction contenus à la plainte portée à son endroit.

Obligation de protéger les renseignements

Avant de jeter un regard sur le jugement rendu, il serait intéressant de faire ici un rappel du *Règlement sur la tenue de dossiers, des registres et des cabinets de consultation*², qui à l'article 11 par.2 stipule que :

« Lorsqu'un technologue en imagerie médicale, en radio-oncologie ou en électrophysiologie médicale utilise un support faisant appel aux technologies de l'information pour la constitution, la tenue, la détention, le maintien et la conservation d'un dossier, il doit :

1° sauvegarder les renseignements et les documents ainsi recueillis et en conserver une copie;³

2° protéger l'accès à ces renseignements et documents, notamment par l'utilisation d'un code d'accès individuel et d'un système de fermeture et de verrouillage d'écran. »

Ainsi, il est clair que le technologue est responsable de son identifiant et qu'il ne peut se dégager de cette responsabilité en prétextant ne pas être la personne ayant utilisé ce code personnel

Donc, dans le cas que nous rapportons ici, le bris de confidentialité a clairement été démontré par la production des relevés informatiques retraçant de façon détaillée l'activité des utilisateurs dans le dossier du patient/plaignant, et ce, à la satisfaction du conseil de discipline. Cette infraction fut sanctionnée par une « radiation temporaire ».

¹ Pour prendre connaissance du jugement rendu le 19 août dernier dans le dossier portant le numéro 35-20-003, nous vous invitons à consulter l'onglet Information au public, puis décisions et jugements sur le site Internet de l'Ordre.

² Règlement sur la tenue de dossiers, des registres et des cabinets de consultation et sur la cessation d'exercice d'un membre de l'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec, c. T-5, r.14.

³ Notez toutefois que l'obligation d'en conserver une copie ne vise que la pratique en cabinet.

Cependant, un chef d'accusation complémentaire a aussi été déposé concernant le « défaut de procéder à la fermeture et au verrouillage de l'écran de l'ordinateur de l'intimé ».

En effet, dans le cadre de l'enquête, l'intimé a prétendu comme argument en défense qu'il aurait pu s'agir d'une tierce personne qui aurait profité du fait que sa session informatique était demeurée ouverte et non verrouillée, pour accéder aux informations personnelles d'un collègue et que, par conséquent, la journalisation de l'activité ne permettait pas de différencier qui était réellement l'utilisateur qui avait commis le bris de confidentialité en question.

Le conseil de discipline a donc statué qu'il y avait là une problématique qu'il lui fallait traiter. Jamais il n'y a eu de précédent en semblable matière dans le cas de technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie ou en électrophysiologie médicale; ceci s'explique par le fait que les systèmes informatiques sont maintenant suffisamment avancés pour permettre de retracer une utilisation abusive et non autorisée d'un accès aux dossiers médicaux ou hospitaliers, ce qui n'était pas nécessairement le cas il y a quelques années.

La preuve dans cette affaire a permis de démontrer que les outils informatiques se raffinent et que l'Ordre est maintenant davantage en mesure d'enquêter sur des pratiques où les professionnels cèdent à la curiosité sans considérer l'effet néfaste d'un tel bris de confidentialité auprès du public en général et des patients concernés.

Il appartient à chaque technologue de prendre les mesures nécessaires pour respecter le caractère confidentiel des informations médicales et d'accorder le

temps nécessaire pour que celles-ci soient protégées. Un technologue qui ouvre, dans le cadre de son travail, une séance informatique à l'aide de son code ou de son mot de passe peut difficilement imputer à un collègue de travail le non-respect du caractère confidentiel des informations s'il ne prend pas les mesures pour protéger ces mêmes informations en fermant de manière sécuritaire et en temps opportun cette session informatique. Ainsi, il est clair que le technologue est responsable de son identifiant et qu'il ne peut se dégager de cette responsabilité en prétextant ne pas être la personne ayant utilisé ce code personnel.

La sanction imposée dans la présente affaire peut être considérée comme une première mise en garde à l'égard des technologues qui choisissent d'ignorer les règles applicables en matière de protection de la vie privée et du secret professionnel. La gravité objective de l'infraction est de nature à pouvoir justifier une sanction plus sévère dans la mesure où une telle pratique serait à nouveau constatée.

Dans le cas présent, pour ce chef d'accusation, comme il s'agissait d'une première offense en la matière, la sanction imposée fut une « réprimande au dossier ».

Certains seront probablement tentés de dire qu'il s'agit là d'un excès de zèle en matière de discipline. Sachez toutefois qu'il est du rôle du Syndic d'intervenir si un patient, un collègue ou encore le public en général portait à son attention qu'il a été lésé dans son droit à la confidentialité et au respect de sa vie privée. Et si ça vous arrivait?

Il y a maintenant une jurisprudence en la matière au sein de la profession.





L'évaluation du cœur d'athlète lors d'examens en cardiologie

Le syndrome du cœur d'athlète est caractérisé par des adaptations structurelles et électriques asymptomatiques.



Ian Hadzurik,
t.e.p.m. avec
spécialisation en
échographie cardiaque
CISSS Montérégie-Est,
Hôpital Pierre-Boucher

Comme la plupart des matins, le département de cardiologie est bondé de patients. Tous ont convergé tranquillement vers la salle d'attente. Chaque patient, sa chaise; chaque patient, son histoire. Madame Tremblay a 80 ans, elle marche quotidiennement pendant une heure et fait du yoga quelques fois par semaine pour se garder jeune et en santé. Elle est bien fière de nous partager qu'elle est particulièrement en forme pour son âge. Monsieur Dupont, assis non loin, n'affiche pas le même nombre d'années, avec ses 35 ans. Il se demande même un peu ce qu'il fait à l'hôpital aujourd'hui. Pour sa part, il s'entraîne vigoureusement tous les jours: triathlon, salle de gym, hockey, course à pied, et ce, depuis des années. Nous pourrions pratiquement le comparer

à un athlète de haut niveau. Notre patient n'a pas de symptômes particuliers, son médecin le réfère pour un bilan cardiaque.

Il est bien connu que de pratiquer de l'activité physique sur une base régulière a un impact positif sur la santé cardiovasculaire. Cependant, une pratique aussi vigoureuse, voire excessive, peut-elle avoir un impact néfaste au fil du temps? Il est important de considérer cet aspect et de connaître les variantes que l'on pourrait retrouver lors d'examens médicaux auprès de cette clientèle hautement sportive. Le syndrome du cœur d'athlète est caractérisé par des adaptations structurelles et électriques asymptomatiques qui sont considérées comme étant bénignes. Cependant, il existe certaines zones grises où les paramètres évalués touchent autant la physiologie que la pathologie. Comment, par exemple, distinguer une *cardiomyopathie hypertrophique* et un *syndrome du cœur d'athlète*? Quels impacts peuvent avoir des années d'entraînement physique sur la pompe principale du corps?

**Le syndrome du cœur
d'athlète est caractérisé
par des adaptations
structurelles et électriques
asymptomatiques qui
sont considérées comme
étant bénignes.**

Les athlètes qui suivent un entraînement régulier présenteront souvent une augmentation de 10 à 20% de la masse de leur ventricule gauche.

Caractéristiques retrouvées à l'ECG au repos

Monsieur Dupont nous accompagne donc pour passer tout d'abord un électrocardiogramme au repos. Son rythme cardiaque est une bradycardie sinusale à 44 battements par minute avec un intervalle PR constant à 210 ms correspondant à un léger bloc auriculoventriculaire du premier degré. Il nous assure qu'il ne se sent pas étourdi et n'a jamais fait de syncope.

Ces variantes électrocardiographiques sont dues à l'augmentation du tonus vagal au repos chez les gens pratiquant beaucoup d'activité physique; elles correspondent à une *hypertonie vagale* physiologique. Tant qu'il n'y a pas de bradycardie significative (moins de 40 battements par minute), de pauses plus longues que 3 secondes et que le patient ne se plaint d'aucun symptôme, elles seront considérées comme étant physiologiques.

En plus de l'hypertonie vagale, un remodelage du ventricule gauche pourrait aussi laisser certains signes d'hypertrophie.

D'autres variantes peuvent être retrouvées au repos chez les sportifs: bloc de branche droit incomplet, repolarisation précoce et bloc auriculoventriculaire du 2^e degré de type Wenckebach.

Caractéristiques retrouvées à l'échographie cardiaque

Les adaptations structurelles du cœur d'athlète se verront lors d'une échographie cardiaque.

Monsieur Dupont est bien installé; on commence l'acquisition des images échographiques. Le volume de son oreillette gauche est à 38 mL/m² (légèrement augmenté) et les parois septale et postérieure de son ventricule gauche sont mesurées toutes deux à 11 mm. Les athlètes qui suivent un entraînement régulier présenteront souvent une augmentation de 10 à 20% de la masse de leur ventricule gauche. Selon le type de sport pratiqué, le remodelage se fait différemment. On pourrait retrouver un épaississement myocardique et/ou une augmentation du diamètre de la cavité ventriculaire. Les entraînements visant la puissance et

la résistance (haltérophilie) ont tendance à épaissir le muscle cardiaque (remodelage concentrique). Ceux visant l'endurance (jogging) augmenteront la taille de la cavité cardiaque (remodelage excentrique).

Monsieur Dupont expérimente autant de résistance que d'endurance dans les sports qu'il pratique. Nous sommes donc susceptibles de retrouver une combinaison des deux, soit une légère augmentation de l'épaisseur des parois de son ventricule gauche ainsi qu'une augmentation du diamètre du ventricule gauche en diastole.

Ces altérations myocardiques sont plus fréquentes chez l'homme que chez la femme.

En utilisant une méthode linéaire, il est possible d'établir la sévérité d'une hypertrophie ventriculaire gauche. La formule utilise les mesures du diamètre et des parois télédiastoliques pour nous donner une masse myocardique approximative et indexée à la surface corporelle du patient. Les valeurs normales sont de ≤ 115 g/m² pour un homme et ≤ 95 g/m² pour une femme. **(Tableau 1)**

	Normal	Hypertrophie ventriculaire gauche		
		Légère	Modérée	Sévère
Femmes				
MVG/sc (g/m ²)	43-95	96-108	109-121	≥122
MVG/taille (g/m)	41-99	100-115	116-128	≥129
Hommes				
MVG/sc (g/m ²)	49-115	116-131	132-148	≥149
MVG/taille (g/m)	52-126	127-144	145-162	≥163

Tableau 1 : Le tableau ci-dessus nous permet de préciser la sévérité d'une hypertrophie ventriculaire gauche. La masse du VG est indexée à la surface corporelle du patient pour des raisons d'uniformité et de comparaison.

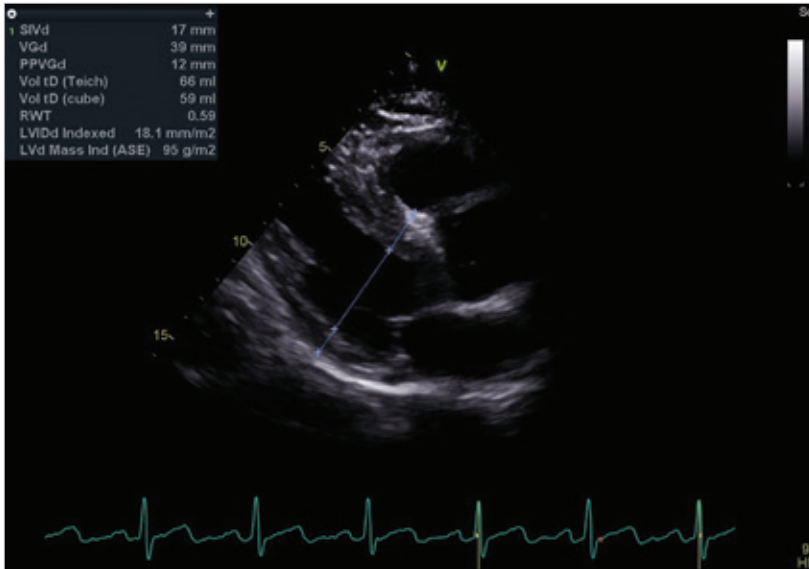


Figure 1 : Cardiomyopathie hypertrophique pathologique. On mesure la paroi septale à 17 mm et on note une asymétrie avec la paroi postérieure qui elle est à 12 mm.

Tout d'abord, laissons de côté les hypertrophies qui sont secondaires à des conditions de charges élevées telles qu'une hypertension artérielle mal contrôlée ou une sténose aortique significative. Lorsqu'on se retrouve devant une hypertrophie primaire sans cause évidente et que les critères d'hypertrophie ventriculaire gauche sont légers, on entre dans une zone grise. Il faudra distinguer un syndrome du cœur d'athlète à une cardiomyopathie

hypertrophique pathologique. Cette zone équivoque est déterminée par la mesure de l'épaisseur septale du ventricule gauche en télédiastole, une donnée toujours recensée au cours d'une échographie cardiaque de routine.

L'épaisseur du septum dans le cas où l'on se retrouve en zone grise mesure entre 13 et 15 mm chez l'homme et entre 11 et 13 mm chez la femme. La normale devant être moins de 11 mm pour l'homme

et moins de 10 mm pour la femme selon la Société américaine d'échocardiographie. Une valeur dépassant franchement la zone grise témoigne fort probablement d'une pathologie du myocarde.

Pour aider à établir le diagnostic, d'autres renseignements doivent être obtenus. Dans le cas d'une cardiomyopathie pathologique, nous pourrions aussi retrouver :

- une dysfonction systolique;
- une dysfonction diastolique;
- une asymétrie des parois septale et postérieure (**Figure 1**), surtout s'il y a présence d'un mouvement systolique antérieur de la valve mitrale;
- un diamètre télédiastolique du ventricule gauche de plus de 70 mm.

Une hypertrophie ventriculaire gauche pathologique rend le myocarde plus rigide, d'où l'apparition graduelle d'une dysfonction diastolique par une diminution de la compliance et une augmentation des pressions de remplissage. Chez l'athlète, au contraire, la fonction diastolique est excellente, le ventricule est hyperlaxe et ce grand remplissage de sang procure un grand volume d'éjection systolique nécessaire durant le sport.

Tout pointera vers une hypertrophie physiologique si les autres critères retrouvés sont :

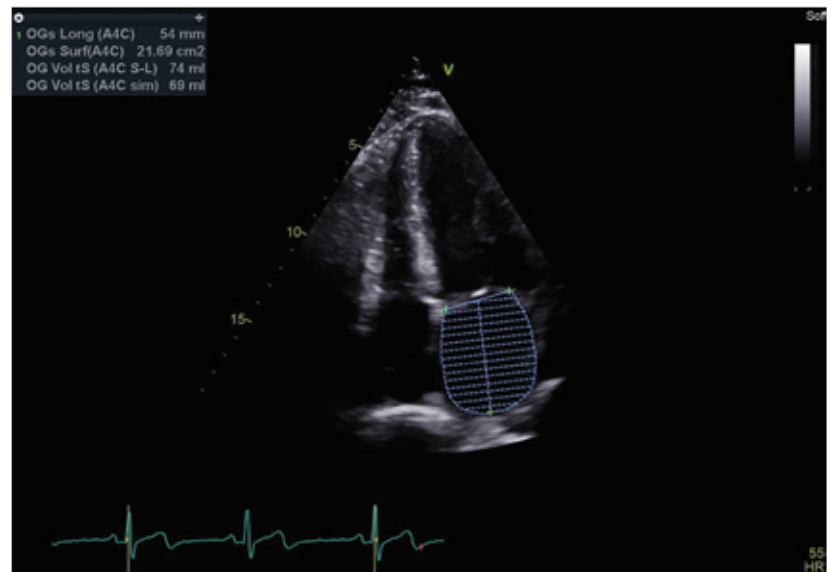
- symétrie des parois du ventricule gauche;
- fonction diastolique normale;
- fonction systolique normale;
- diamètre télédiastolique du ventricule gauche inférieur à 60 mm.

De plus, un arrêt de l'activité physique pendant quelques mois démontrera une régression de cette hypertrophie d'adaptation, mais un maintien de celle-ci la confirmera comme étant pathologique. Notons finalement que l'utilisation d'hormones anabolisantes exogènes (stéroïdes) exacerbera l'augmentation de la masse du ventricule gauche.

Le *strain* est un nouvel outil permettant d'évaluer l'efficacité des fibres myocardiques en calculant leur pourcentage de déformation. Il est de plus en plus présent dans les protocoles de routine en échographie cardiaque. L'évaluation de la fraction d'éjection a certaines limites et l'utilisation du *strain* permet de voir les altérations pathologiques précoces du myocarde. Cela est justement très intéressant dans les cas des cardiomyopathies hypertrophiques. On retrouve normalement des anomalies ciblées aux zones hypertrophiées et certains *patterns* typiques dans les pathologies infiltratives telles que l'amyloïdose. On pourrait penser que cet outil serait utile dans l'évaluation des modifications physiologiques du sportif, mais pour l'instant il reste difficile à interpréter. Bien que les valeurs du *strain* semblent rester normales chez la plupart des athlètes, certaines études tendent à démontrer le contraire.

Arythmies possibles chez le sportif

Les personnes s'entraînant depuis de nombreuses années en fournissant des efforts intenses et prolongés sont cinq fois plus à risque de développer de la fibrillation auriculaire; c'est particulièrement le cas chez les sportifs qui sont âgés de 30 ans et plus. L'augmentation de débit sanguin qu'apporte l'effort physique répété dilate les oreillettes du cœur. Le tissu mince



Figures 2 et 3 : Dilatation de l'oreillette gauche chez un sportif dans la trentaine ayant eu un épisode de fibrillation auriculaire pendant son entraînement. On voit ici l'oreillette sous 2 angles différents (fenêtre apicale 4 chambres et apicale 2 chambres) sur lesquelles les mesures ont été prises.



de ces structures se modifie alors graduellement et l'électricité vient à passer de façon un peu plus désordonnée. Les oreillettes sont aussi plus sensibles à l'augmentation du tonus vagal, ce qui a comme conséquence de les rendre plus vulnérables à la fibrillation. (Figures 2 et 3)

Les technologies permettant de bien évaluer les fonctions systolique et diastolique du ventricule droit ne sont pas encore aussi sophistiquées que celles pour le ventricule gauche. Cependant, avec les progrès récents en échographie et en résonance magnétique, des études commencent à démontrer qu'une exposition à très long terme à l'exercice intense pourrait produire une dysfonction systolique du ventricule droit. Les augmentations de pressions pulmonaires à répétition le forcent à se contracter plus vigoureusement et sembleraient engendrer son affaiblissement à long terme, le rendant aussi concurrentiellement dilaté et hypertrophié. Ces anomalies structurales pourraient donc contribuer à des arythmies ventriculaires prenant foyer dans le tissu myocardique du ventricule droit.

Caractéristiques retrouvées à l'ECG à l'effort

Pour ce qui est de son électrocardiogramme à l'effort, Monsieur Dupont a très bien *performé*. Sa pression artérielle systolique et sa fréquence cardiaque ont augmenté graduellement et proportionnellement. Au point culminant de l'effort, nous avons obtenu une valeur maximale très élevée en METS par rapport à son groupe d'âge, témoignant de sa grande capacité cardiopulmonaire. C'est un peu le résultat que l'on obtient chez la majorité des gens athlétiques. Pour ce qui est des anomalies électriques retrouvées lors de l'ECG au repos, elles ont tendance à diminuer, voire disparaître, à l'effort.

Conclusion

Les résultats des examens de Monsieur Dupont sont bons; il repart satisfait. Madame Tremblay est aussi satisfaite de ses résultats pour les examens qu'elle a passés et elle compte bien continuer ses marches quotidiennes. Bien entendu, toutes

ces variantes du cœur d'athlète sont normalement asymptomatiques. Lorsqu'il y a présence de symptômes, le médecin doit procéder à une investigation plus approfondie; selon les résultats obtenus, la prise en charge du patient sera différente. Nous avons abordé le sujet en nous demandant si un excès d'exercice physique pourrait devenir néfaste. En conclusion, il a été prouvé que la pratique d'activité physique régulière apporte plusieurs bénéfices à la santé et qu'elle devrait faire partie de la vie quotidienne de tout un chacun. Définir ce qui est trop, voire excessif, est difficile, car cela peut être interprété différemment d'une personne à l'autre, notamment parce que les capacités physiques d'une personne varient énormément en fonction de son âge, de sa condition de santé, de sa forme physique initiale, etc. Toute personne se souciant de sa santé devrait, avant d'entreprendre un entraînement vigoureux, en parler à son médecin ou à un professionnel de la santé apte à procéder à une évaluation de sa condition physique. Sur ce, bon entraînement!

SITES WEB

- 1 – American Society of Echocardiography. Site informatique: www.asecho.org
- 2 – Cardiovascular effects of performance-enhancing drugs. La Gerche, André ; Brosnan, Maria J. Document informatique: www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/circulationaha.116.022535
- 3 – Cœur d'athlète: frontière entre physiologie et pathologie. Rigamonti, Fabio ; Monnard, Simon ; Meyer, Philippe ; Ziltener, Jean-Luc. Document informatique: www.revmed.ch/RMS/2012/RMS-349/Coeur-d-athlete-frontiere-entre-physiologie-et-pathologie
- 4 – Découverte d'une hypertrophie ventriculaire gauche à l'échocardiographie adulte. Dayal, Nicolas B. ; Müller, Hajo. Document informatique: www.revmed.ch/RMS/2017/RMS-N-564/Decouverte-d-une-hypertrophie-ventriculaire-gauche-a-l-echocardiographie-adulte
- 5 – Quand le cœur des athlètes perd le rythme – Le Devoir. Gravel, Pauline. Document informatique: www.ledevoir.com/societe/sante/379900/quand-le-coeur-des-athletes-perd-le-rythme

6 – Syndrome du cœur d'athlète. McKelvie, Robert S. Document informatique: www.merckmanuals.com/fr-ca/professional/troubles-cardiovasculaires/sport-et-coeur/syndrome-du-coeur-d-athlete

7 – Tout ce que vous avez voulu savoir sur le strain. Malergue, Marie-Christine. Document informatique: www.cardinale.fr/files/2017/02/CA86_P02A10_COR.pdf

TABLEAU

1 – www.revmed.ch/RMS/2017/RMS-N-564/Decouverte-d-une-hypertrophie-ventriculaire-gauche-a-l-echocardiographie-adulte

FIGURES

1, 2 et 3 – Images provenant du CISSS Montérégie-Est, Hôpital Pierre Boucher de la base de données du département de cardiologie.

Le plan financier, un outil essentiel pour la santé financière

Réalisez vos objectifs à court terme et profitez pleinement de votre retraite grâce au plan financier.

Un outil essentiel

« Le plan financier évalue vos objectifs et met en place des moyens pour les atteindre, affirme Mohamed Wakkak, conseiller senior à la Banque Nationale. Un plan vous aide à atteindre votre destination financière de façon efficace. »

Pour guider la discussion avec votre conseiller, réfléchissez à votre budget personnel. Le plan financier et le budget sont complémentaires : le budget évalue vos revenus et vos dépenses, et structure les finances du quotidien pour dégager un montant à économiser. Le plan financier tient compte de vos objectifs à long terme. Votre budget détaillé aiguillera l'expert de la Banque Nationale dans son élaboration d'un plan réaliste.

Réfléchir à ses projets

« Entamez une réflexion sur votre style de vie souhaité à la retraite. Comment entrevoyez-vous l'avenir ? Continuerez-vous à travailler à temps partiel ? Toutes ces questions orienteront la discussion », explique Mohamed Wakkak. Notre calculatrice de planification de retraite vous préparera aussi à votre rencontre avec votre conseiller.

Rassembler les documents pertinents

Voici les documents nécessaires à votre rendez-vous (si applicable) :

- > Relevé de fonds de pension
- > Relevé de la Régie des rentes
- > Relevé de placements
- > Budget personnel
- > Bilan financier annuel
- > Déclaration de revenus
- > Avis de cotisation
- > États financiers des trois dernières années (entrepreneurs)

Rencontrer son conseiller

Avec votre conseiller, vous commencerez par avoir une vue d'ensemble de votre bilan financier pour évaluer votre coût de vie :

- > **Votre actif** – Il dressera la liste de vos biens : propriétés, véhicules, comptes bancaires, épargne, assurance vie et invalidité, cotisations à un régime de pension et placements.
- > **Votre passif** – Parmi les dettes les plus courantes, il retiendra l'hypothèque, les prêts étudiants, les prêts et marges de crédit personnels, et les cartes de crédit.
- > **Vos revenus** – Il consultera votre talon de paie et votre dernier relevé d'impôt pour y voir votre revenu net. Il inclura aussi d'autres sources de revenus, comme les pourboires, les commissions, les primes ou les pensions alimentaires.
- > **Vos dépenses courantes** – Vous poursuivrez la discussion d'un point de vue stratégique. Le but de l'exercice est d'établir si vous aurez les revenus et la capacité d'épargne pour réaliser vos objectifs.

Assurer le suivi de son plan d'action

« L'idéal est de rencontrer votre conseiller une fois l'an, surtout si la date de votre retraite approche. Vous verrez si votre valeur nette a changé et si votre bilan a évolué au point d'affecter votre plan financier. Si un événement important survient (perte d'emploi, séparation, promotion), parlez-en. Enfin, retenez que votre plan n'est pas immuable, mais un outil qui évolue dans le temps », conclut Mohamed Wakkak.

Combien coûte un plan financier ?

En général, les clients n'ont pas à déboursier de frais pour rencontrer un conseiller, c'est inclus dans l'offre de services de la Banque Nationale. Toutefois, des coûts peuvent être exigés dans certains cas, notamment si votre dossier et votre portefeuille d'actifs sont très complexes et nécessitent de faire appel à un fiscaliste ou à un notaire.

L'offre de la Banque Nationale pour les technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale devient encore plus avantageuse.

Découvrez vos nouveaux privilèges à bnc.ca/sante.

Fière partenaire de

l'Ordre des technologues en **imagerie médicale**, en **radio-oncologie** et en **électrophysiologie médicale** du Québec



Le développement des algorithmes en cardiologie

un mouvement vers une meilleure qualité de vie pour la clientèle

Le développement des algorithmes en cardiologie permet d'analyser les arythmies et d'améliorer l'état des patients en insuffisance cardiaque.



Nanyo Nanev,
t.e.p.m.
CHU de Québec

Introduction

En cardiologie, le secteur où le développement technologique est le plus utilisé est l'interprétation des tracés d'ECG par un logiciel dédié dans les appareils. En 1991, lorsque l'enregistrement était de bonne qualité, l'interprétation par le logiciel avait une fiabilité de 69,7%¹. Aujourd'hui, les algorithmes ont évolué et l'interprétation est fiable à 96,23% pour les tracés normaux, les blocs de branche gauche (BBG) et droit (BBD), les extrasystoles supraventriculaires (ESSV) et ventriculaires².

Tout d'abord, l'interprétation des tracés d'ECG par ordinateur peut être considérée comme étant importante, surtout dans les cas d'urgence. En France, selon une étude³ de 2015, seulement 6% des généralistes ont une confiance absolue en l'interprétation automatique des tracés dont 65% lorsque l'ECG est normal, 26% dans le cas de trouble de rythme et 21% pour une ischémie aiguë.

En effet, parmi les erreurs les plus courantes liées à l'interprétation automatique, on retrouve des faux positifs surtout dans les troubles du rythme et particulièrement dans les cas de fibrillation auriculaire (FA) qui est une pathologie courante en cardiologie. L'interprétation automatique peut être influencée par la qualité technique de l'ECG lorsqu'elle est moyenne ou médiocre, et dans les cas de patients non coopératifs ou avec des mouvements involontaires (p. ex. : maladie de Parkinson).

Intelligence artificielle dans la technologie des cardiostimulateurs et défibrillateurs

Il y a un autre secteur de la cardiologie où l'intelligence artificielle (IA) fait partie intégrante de la technologie depuis longtemps : celui des cardiostimulateurs et des cardiostimulateurs-défibrillateurs. L'IA permet une programmation de l'appareil plus personnalisée et un meilleur pronostic pour le patient.

Les premiers algorithmes intégrés dans les cardiostimulateurs permettaient la détection des arythmies et des pauses cardiaques, ceci était la base du fonctionnement du cardiostimulateur d'hier.

Les cardiostimulateurs et défibrillateurs de dernière génération ont des fonctions beaucoup plus avancées. La compétition entre les plus grands fabricants favorise l'avancement de cette technologie.

Aujourd'hui, un cardiostimulateur n'est plus seulement un outil de réglage des arythmies. Les appareils ont des algorithmes qui permettent un suivi de plus en plus personnalisé et une analyse plus poussée.

Aujourd'hui, un cardiostimulateur n'est plus seulement un outil de réglage des arythmies. Les appareils ont des algorithmes qui permettent un suivi de plus en plus personnalisé et une analyse plus poussée. L'intelligence artificielle intégrée dans les cardiostimulateurs permet l'enregistrement continu de plusieurs variables. Grâce à cela, le médecin peut mieux prévenir et traiter l'insuffisance cardiaque (IC). Quelque 80% des clients qui souffrent d'insuffisance cardiaque sont âgés de plus de 65 ans. Les statistiques les plus récentes démontrent que la prévalence de l'IC augmenterait de 46% jusqu'en 2030, seulement pour les États-Unis⁴. Une grande partie de la clientèle des cliniques d'insuffisance cardiaque a un cardiostimulateur ou un défibrillateur implanté. L'hospitalisation d'un patient en IC a un impact important sur sa qualité de vie ainsi que sur le budget du système de santé. La quantité des personnes touchées par l'insuffisance cardiaque ne cessera d'augmenter chaque année. De nos jours, mondialement, plus de 37,7 millions de personnes souffrent d'insuffisance cardiaque⁵. Cette clientèle, constamment en croissance, permet le développement de produits et de dispositifs liés à l'optimisation hémodynamique par les différentes compagnies biomédicales.

Biotronik

Au début des années 2000, la compagnie Biotronik a développé l'algorithme de stimulation en boucle fermée, CLS (*close loop stimulation*), qui vérifie certaines données du système nerveux autonome (barorécepteurs aortiques et carotidiens, et facteurs chimiques du sang) et ajuste la fréquence de stimulation. Chez les patients dont le nœud sinusal est atteint, le cœur ne se contracte pas de façon anatomique pour augmenter le

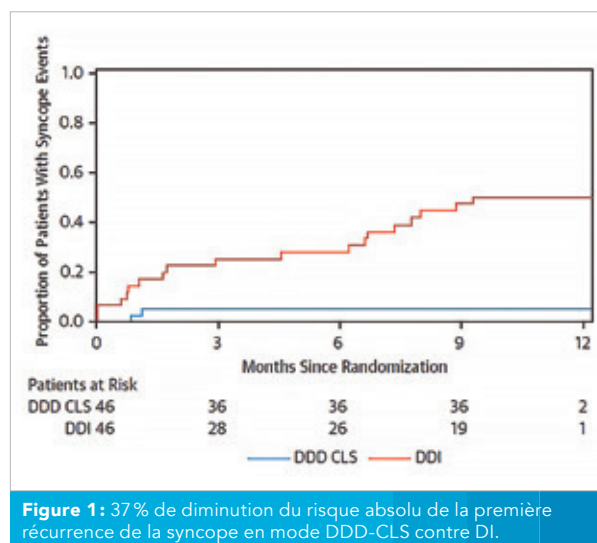


Figure 1: 37% de diminution du risque absolu de la première récurrence de la syncope en mode DDD-CLS contre DI.

débit cardiaque dans les situations de stress physique ou mental, donc le débit d'oxygène n'est pas adéquat. Le CLS réagit aux variations de contractilité cardiaque en remplaçant la fonctionnalité du nœud sinusal sain et, de cette façon, augmente la qualité de vie du patient. De plus, les recherches montrent que l'algorithme CLS diminue la quantité des chutes causées par la baisse de la pression orthostatique en augmentant la fréquence de rythme cardiaque⁵. La syncope vasovagale est souvent précédée d'une fluctuation de l'activité sympathique sous forme d'une contractilité augmentée avant la diminution de la fréquence. Le CLS détecte cette variation de contractilité et active la stimulation, ce qui amène une augmentation du tonus vagal. Cette fonction prévient la bradycardie et la syncope. (Figure 1)

Obtenir la fréquence appropriée est primordial

Une augmentation de 20 % du V_{O_2} max peut être obtenue en utilisant une bonne stimulation à fréquence asservie sur des patients insuffisants cardiaques avec une sévère incompétence chronotrope (< 70 % de la fréquence cardiaque).⁴

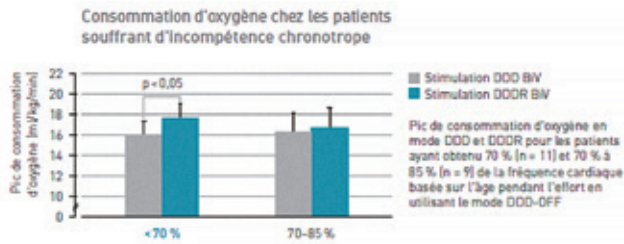


Figure 2 : Fréquence physiologique avec le CLS.

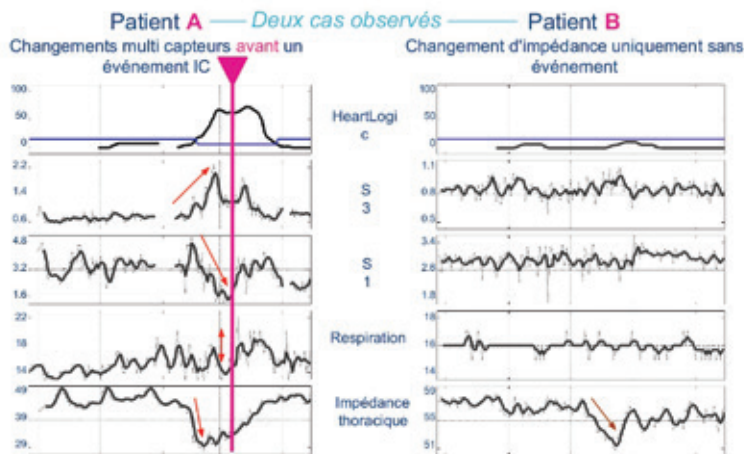


Figure 3 : Heart Logic utilise plusieurs facteurs.

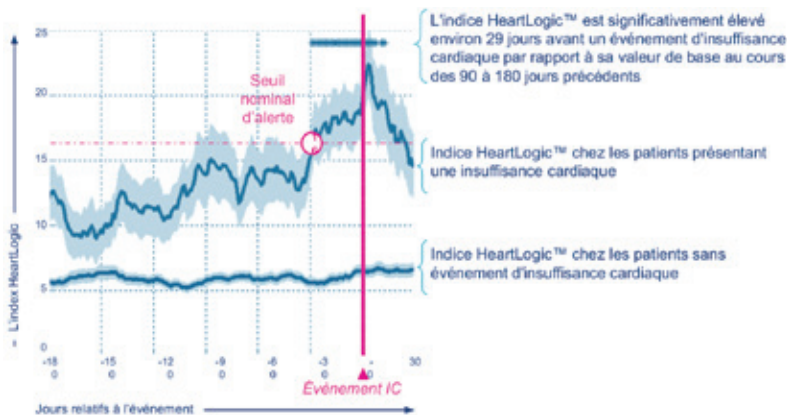


Figure 4 : Les résultats de l'étude MultiSENSE ont démontré qu'elle permettait aux cliniciens d'être prévenus, jusqu'à plusieurs semaines avant d'éventuels événements d'insuffisance cardiaque.

La variabilité de la fréquence cardiaque est limitée chez les patients avec une insuffisance cardiaque. Une faible variabilité de la fréquence est un prédicteur de morbidité et de mortalité. Les patients ont besoin d'une augmentation appropriée de leur fréquence cardiaque pour compenser leur volume systolique insuffisant pendant l'exercice physique. L'adaptation de la fréquence par acétomètre n'est pas souvent efficace. Souvent les activités peuvent être très limitées pour les patients atteints d'insuffisance cardiaque sévère. Le CLS réagit au stress physique et mental, répond aux changements du SNA et procure une variabilité de la fréquence cardiaque similaire à celle de patients qui ont une fonction sinusale normale. (Figure 2) Le CLS a un effet positif sur la charge de myocarde et aide à normaliser la fonction cardiaque.

Heart Logic de Boston Scientific

La compagnie Boston a lancé la plateforme Heart Logic, une combinaison de plusieurs capteurs intégrés dans un cardiostimulateur-défibrillateur⁶. On observe cinq paramètres qui amèneront des changements dans l'état de santé de la clientèle souffrant d'insuffisance cardiaque. L'analyse permet d'éviter l'hospitalisation de ces patients. (Figure 3)

Les capteurs sont :

- les sons cardiaques S1 et S3 – ils changent dans le cas d'aggravation de l'IC : S3 augmente et S1 diminue;
- l'impédance thoracique – l'aggravation de l'IC peut augmenter la quantité de liquide au niveau du poumon, ce qui amènera une diminution de l'impédance, car l'eau est conductrice;
- la respiration – la détérioration du patient peut engendrer une respiration rapide et superficielle;

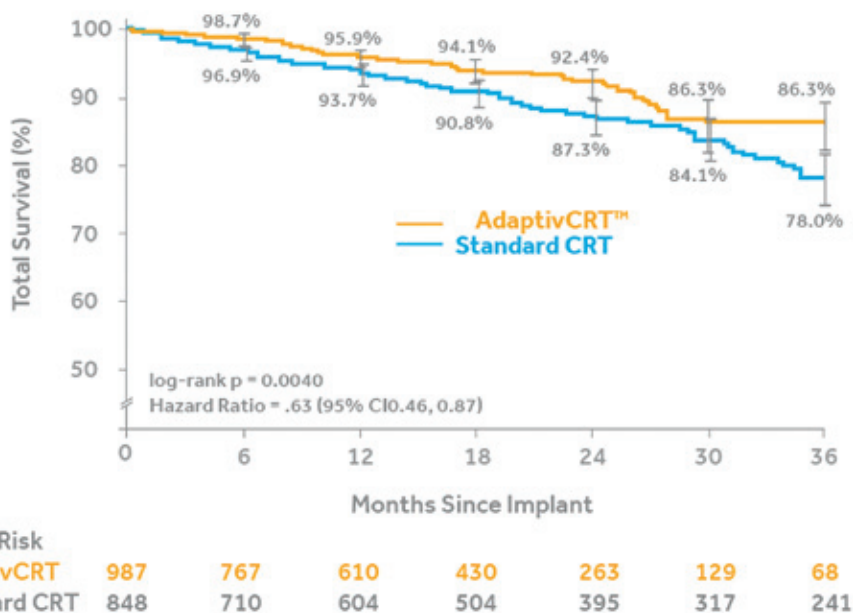


Figure 5: Survie absolue AdaptivCRT contre CRT standard. Les patients qui ont l'AdaptivCRT ont une réduction relative de la mortalité de 31% par rapport à ceux qui ont la CRT conventionnelle.

- l'activité physique – la diminution d'activité peut être associée à un changement de l'état du patient;
- la fréquence cardiaque au repos – l'augmentation de la fréquence cardiaque nocturne peut être associée à l'aggravation de l'IC. (Figure 4)

Medtronic

La compagnie Medtronic a lancé l'algorithme AdaptivCRT (*cardiac resynchronization therapy*) qui vérifie chaque minute la conduction intrinsèque afin d'optimiser la stimulation biventriculaire en ajustant les délais AV, les délais VV en se basant sur les mesures de l'intervalle AV, de l'onde P et du QRS. Cet algorithme permet aussi de stimuler le ventricule gauche dans le cas où les critères sont satisfaits. (Figure 5)

La Réactive ATP (*antitachycardia pacing*) (Figure 6) est un algorithme qui réduit de 46% le risque de fibrillation auriculaire (FA) induisant des

Potential Contribution of Reactive ATP®

Risk of AF > 7 days and aATP efficacy³

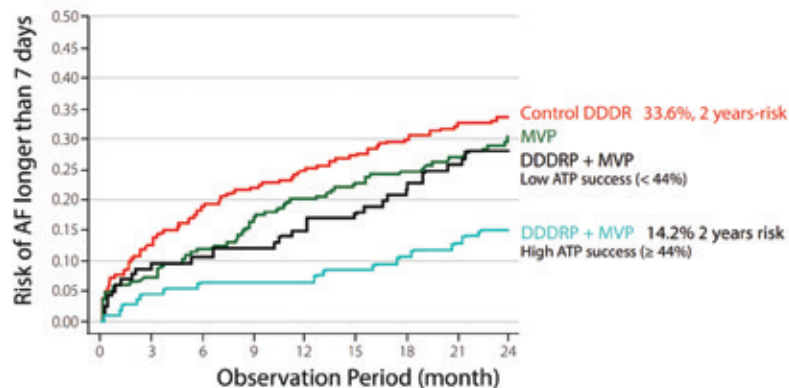


Figure 6: Contribution potentielle de Relative ATP®
 Risque de FA > 7 jours et efficacité de l'ATP
 – 58% de réduction de la FA persistante entre le contrôle et la haute efficacité de l'ATP (> 44%) ;
 – Lorsque l'ATP réactif réussit, diminution des épisodes de FA > 7 jours.

tachycardies auriculaires paroxysmiques (TAP) par stimulation rapide lorsque l'arythmie auriculaire se régularise et change de fréquence. L'étude MINERVA a démontré une diminution de 49% des cardioversions dans les cas d'arythmies auriculaires ainsi qu'une diminution de 52% des visites à l'urgence et des hospitalisations dues à la FA⁷.

MVP (*Managed Ventricular Pacing*) est un algorithme de stimulation biventriculaire qui réduit de 59% le risque d'hospitalisation dans le cas d'insuffisance cardiaque dans les 30 jours comparativement à la stimulation biventriculaire optimisée au moyen de l'échographie cardiaque. Selon les recherches DAVID study, MOST sub-study et DANISH

II, cet algorithme diminue la cardiostimulation ventriculaire inutile, ce qui réduit les risques d'hospitalisation pour insuffisance cardiaque de 40% ainsi qu'une réduction de 85% de la fibrillation auriculaire causée par la dilatation auriculaire.

Abbot Medical

Abbott Medical a lancé le moniteur CardioMEMS. Il s'agit d'un capteur de pression artérielle d'une longueur de 15 mm, d'une largeur de 3,5 mm et d'une épaisseur de 2 mm qui est implanté dans une des branches de l'artère pulmonaire par cathétérisme du cœur droit. (Figure 7)

L'installation est faite en passant par l'artère fémorale et en utilisant un cathéter porteur. Le moniteur CardioMEMS fait une lecture quotidienne de la pression pulmonaire, les données sont transmises sur un site sécurisé afin d'être vérifiées par la clinique de cardiostimulation qui est responsable des suivis du patient. La mesure est comparée à des seuils préétablis par la clinique et si les valeurs sont trop élevées, la

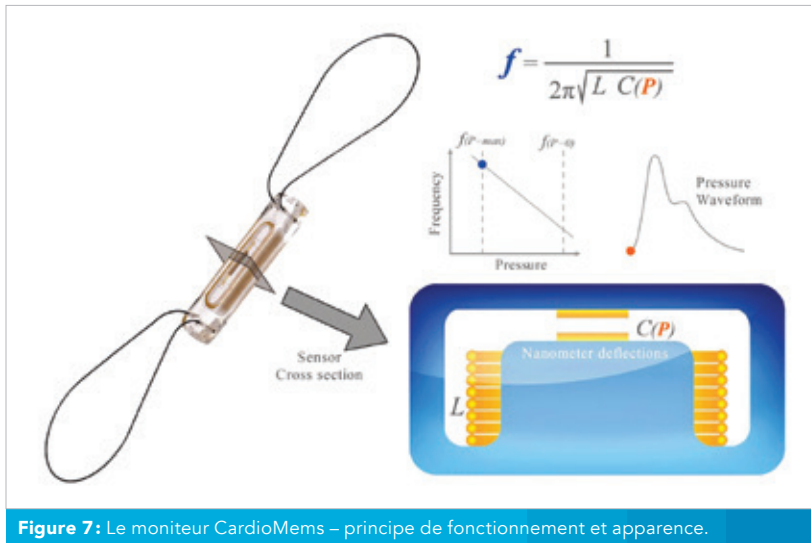


Figure 7 : Le moniteur CardioMems – principe de fonctionnement et apparence.

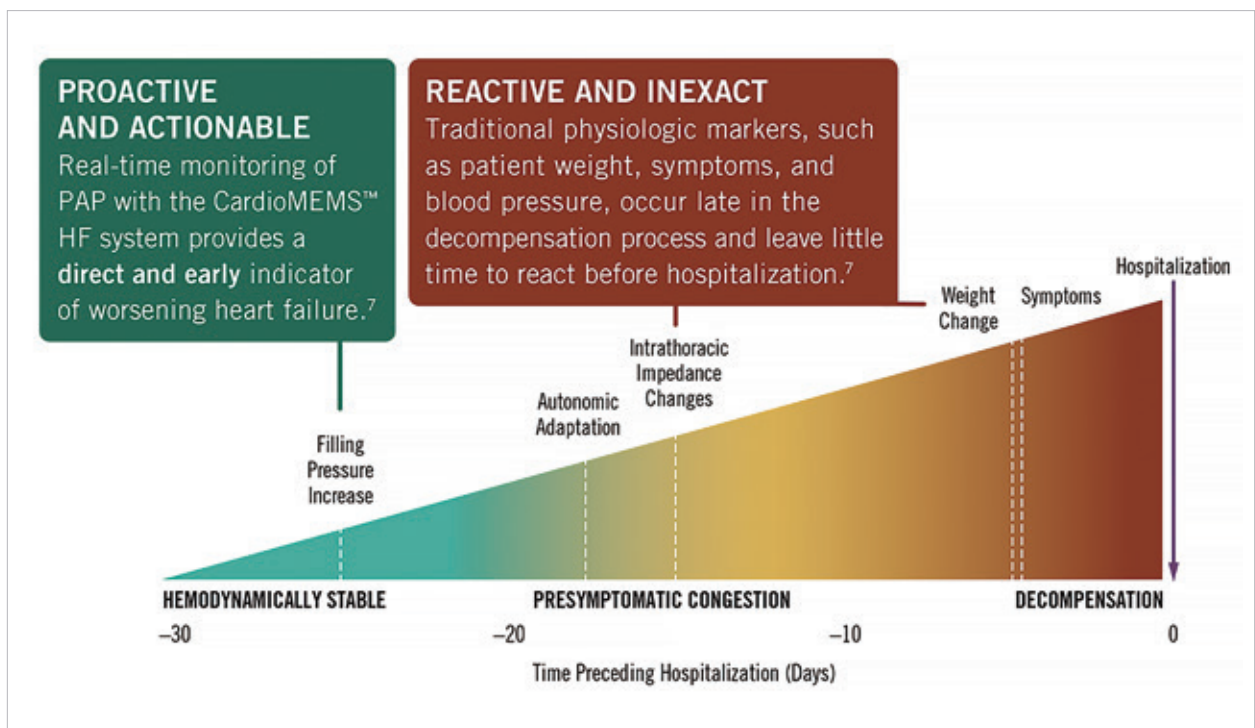


Figure 8 : Corrélation entre l'étude CardioMems et la diminution du taux d'hospitalisation grâce à l'indication directe quotidienne au changement de la pression pulmonaire.

Les toutes premières innovations technologiques permettant à la clientèle souffrant de problèmes cardiaques d'avoir une meilleure qualité de vie datent de plusieurs années. Aujourd'hui, nous sommes témoins de la rapidité avec laquelle les nouvelles technologies intègrent toutes les sphères de nos vies.

médication du patient sera ajustée, le cas échéant.

Ainsi, le taux d'hospitalisation des patients souffrant d'insuffisance cardiaque diminue énormément et leur qualité de vie est augmentée par le fait même. La transmission des données se fait chaque jour, lorsque le patient est couché, grâce à un dispositif de surveillance à distance destiné à enregistrer et à transférer les données via Internet. Le fait d'utiliser la mesure des pressions de l'artère pulmonaire plutôt que de prendre le poids du patient permet de savoir, environ 20 jours à l'avance, que l'état du patient va changer. On peut ainsi prévenir et éviter que la situation se dégrade et requiert une hospitalisation. **(Figure 8)**

Sorin

La société MicroPort CRM-Sorin a développé la technologie SonR, l'alliance d'un capteur de contractilité cardiaque ayant un bout de sonde atriale et d'un algorithme permettant l'optimisation automatique, régulière et efficace des délais AV et VV ainsi que la thérapie de resynchronisation cardiaque. **(Figure 9)**

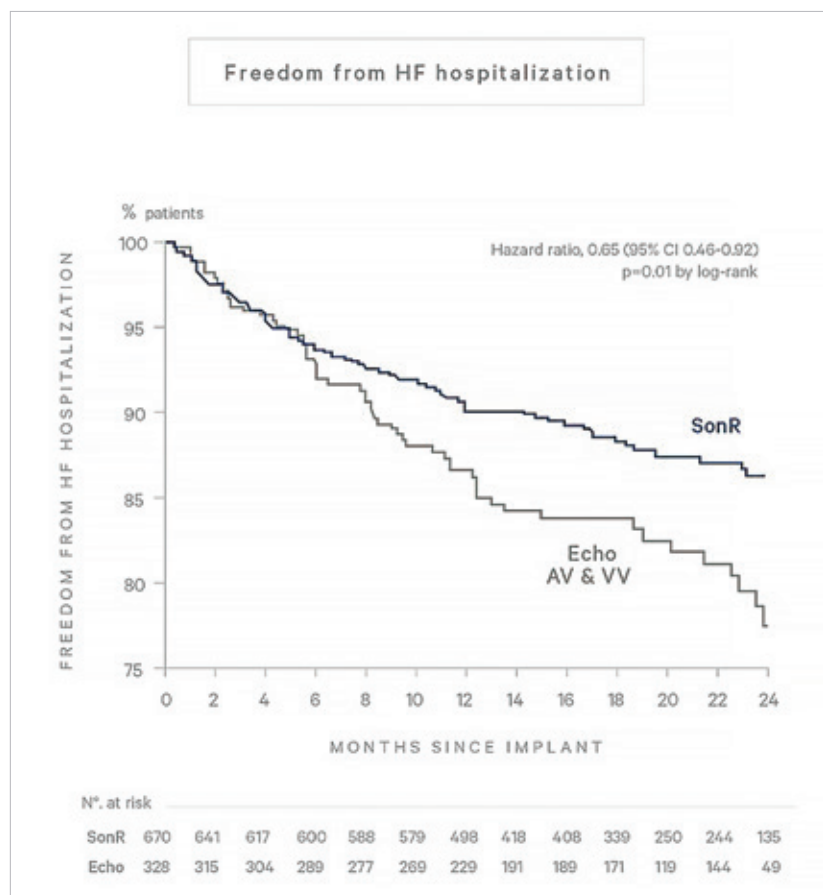


Figure 9: L'algorithme SonR permet l'optimisation automatique des délais AV et VV.

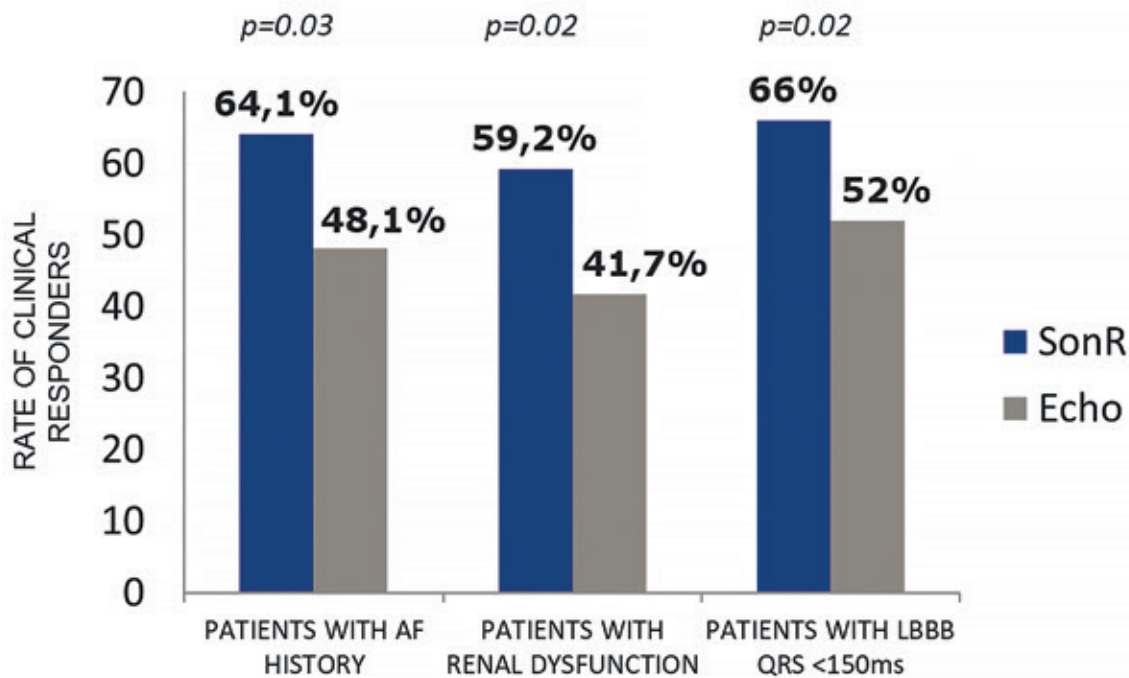


Figure 10: L'étude RESPOND-CRT démontre que l'algorithme SonR diminue le taux d'hospitalisation de 35% pour l'insuffisance cardiaque dans la population globale.

L'étude RESPOND-CRT publiée en 2016 compare l'optimisation automatique du SonR à celle réalisée au moyen de l'échographie (Figure 10); elle rapporte une diminution significative de 35% des hospitalisations pour l'insuffisance cardiaque dans la population globale avec la technologie SonR[®].

De plus, SonR a démontré une efficacité plus élevée pour les patients avec des antécédents de fibrillation atriale, présentant une insuffisance rénale ou ceux en bloc de branche gauche avec QRS fins⁹.

Conclusion

Les toutes premières innovations technologiques permettant à la clientèle souffrant de problèmes cardiaques d'avoir une meilleure qualité de vie datent de plusieurs années. Aujourd'hui, nous sommes témoins de la rapidité avec laquelle les nouvelles technologies intègrent toutes les sphères de nos vies.

La détection de la présence de fibrillation auriculaire (FA) de novo par un cardiostimulateur chez les

patients avec un score CHADS* élevé aide le médecin par une thérapie pharmaceutique appropriée à prévenir un accident vasculaire cérébral (AVC) causé par la FA. Une programmation adéquate du cardiostimulateur, notamment une stimulation antiarythmique, peut diminuer les épisodes de fibrillation auriculaire.

* Le score de CHADS est un moyen simple pour évaluer les risques d'AVC chez les patients qui ont une fibrillation auriculaire (FA) non valvulaire. Il est calculé en fonction des facteurs de risques cliniques:

C: fraction d'éjection du ventricule gauche

H: hypertension artérielle

A: âge

D: diabète

S: antécédents d'AVC, accident ischémique transitoire ou embolie périphérique

Pour les patients souffrant d'insuffisance cardiaque, des alertes envoyées à la clinique lorsqu'il y a une aggravation de leur état de santé permettent aux praticiens de réagir rapidement en changeant les médicaments afin d'éviter une hospitalisation suivie d'un long processus de réadaptation.

Les innovations technologiques intégrées dans les cardiostimulateurs et autres dispositifs médicaux, le développement de systèmes de contrôle et de monitoring de plusieurs variables physiologiques permettent au patient d'avoir accès à des suivis à distance et à une meilleure qualité de vie. Des alertes préventives peuvent survenir plusieurs semaines à l'avance, ce qui

permet au médecin d'agir en amont et d'ainsi diminuer les hospitalisations et les frais rattachés à celles-ci. En diminuant les coûts de santé, ces technologies ont un impact positif sur la société, car l'argent ainsi économisé peut être utilisé pour la recherche ou la formation. Dans l'avenir, l'intégration de technologies dans les dispositifs médicaux augmentera. Un jour, il y aura peut-être un moniteur qui surveillera si le taux des enzymes CPK et de troponine augmentent, et il y aura également un dispositif intégré avec l'option d'administrer des médicaments. Ainsi, en cas d'urgence, le taux de mortalité diminuera. On peut affirmer que la devise du futur est « Mieux vaut prévenir que guérir! »

RÉFÉRENCES

1 – ECG PEDIA ORG. Accuracy of Computer Interpretation [En ligne], 2020. [https://en.ecgpedia.org/wiki/Accuracy_of_Computer_Interpretation/] (Consulté le 11 mai 2020)

2 – J R Soc Interface, Computational techniques for ECG analysis and interpretation in light of their contribution to medical advances/ HEARTBEAT CLASSIFICATION/TABLE 2, [En ligne], 2018. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5805987/] (Consulté le 11 mai 2020)

3 – DELROT, Cédric – *Les praticiens ont-ils confiance en l'interprétation automatisée des électrocardiogrammes?* UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2 FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG Année : 2017 THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE [En ligne], 2017. [https://pepite-depot.univ-lille2.fr/nuxeo/site/esupversions/b26cbb6d-5ec8-4c34-9502-690e5bfc86d] (Consulté le 11 mai 2020)

4 – PARENT, Marie-Claude, M.D. *L'insuffisance cardiaque chez la personne âgée: un problème grandissant*; Le ChroniCoeur – le journal de la société québécoise d'insuffisance cardiaque; vol 12 – No3 [En ligne], 2018 [https://sqic.org/wp-content/uploads/2018/06/ChroniCoeur-Vol12-No3.pdf] (Consulté le 11 mai 2020)

5 – JACC 2017; Vol.70, 14 - SPAIN: Pacemaker Program Can Reduce Dangerous Fainting Episodes [En ligne], 2017 [https://www.acc.org/about-acc/press-releases/2017/03/18/08/47/sun-1045am-pacemaker-program-can-reduce-dangerous-fainting-episodes] (Consulté le 11 mai 2020)

6 – JACC: HEART FAILURE VOL. 5, NO. 3, 2017 MARCH 2017:216–25 - A Multisensor Algorithm Predicts Heart Failure Events in Patients With Implanted Devices [En ligne], 2017 [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28254128] (Consulté le 11 mai 2020)

7 – JCC-1948; No.; Efficacy and safety of new-generation atrial antitachycardia pacing for atrial tachyarrhythmias in patients implanted with cardiac resynchronization therapy devices [En ligne], 2019 [https://www.journal-of-cardiology.com/article/S0914-5087(19)30320-X/abstract] (Consulté le 11 mai 2020)

8 – Brugada J., Delnoy P. P., Brachmann J., et al. *Contractility sensor-guided optimization of cardiac resynchronization therapy: results from the RESPOND-CRT trial*. European Heart Journal 2017;38, 730–738. [En ligne], 2017 [https://academic.oup.com/eurheartj/article/38/10/730/2953255] (Consulté le 11 mai 2020)

9 – Singh J., Aydin A., Murgatroyd F., et al. *Automatic Contractility Sensor-Guided Optimization is Associated with Improved Outcomes in CRT Subgroups at High Risk of Non-response*. Heart Rhythm 2017;14 (Suppl.5):C-AB36-02. [En ligne], 2017 [https://academic.oup.com/europace/article/19/suppl_3/iii215/3872931] (Consulté le 11 mai 2020)

FIGURES

1, 2 – Biotronik

3, 4 – Boston Scientific

5, 6 – Medtronic

7, 8 – ABBOTT

9, 10 – MicroPort

Les figures ont été fournies par les représentants des companies Vincent Roi pour Biotronik, Éric Lavallée pour Boston, David Leclerc pour Medtronic, Mélanie Beauchamp pour Abbott, Michele Buys pour MicroPort.



Les isotopes globe-trotters

La médecine nucléaire est dépendante du bon fonctionnement de la chaîne de production et de transport des isotopes.



Tony Couture,
t.i.m.
CISSS de la Gaspésie

Introduction

Quand vient le temps de procéder à une scintigraphie en médecine nucléaire, il est toujours pertinent de connaître la provenance de l'isotope que l'on utilise. Une fois cette question répondue, d'autres apparaissent soudainement. Quels sont les étapes de production et les modes de transport jusqu'au moment où ce précieux colis arrivera à destination dans chacun de nos départements ?

Comme les centres hospitaliers de Maria et de Gaspé n'ont pas de département de médecine nucléaire dans leurs installations, nous leur expédions des doses de soufre colloïdal marqué au technétium-99m.

Je tenterai de répondre à ces questions, et ce, pour divers isotopes couramment utilisés au CISSS de la Gaspésie. Il faut savoir qu'ils ne sont pas tous produits au même endroit et surtout pas de la même façon. Il sera aussi question des déchets contenant des matières radioactives, car dans la gestion des isotopes, la scintigraphie n'est pas une fin en soi.

Expédition de soufre colloïdal marqué au technétium-99m

Depuis son ouverture en 1993, le département de médecine nucléaire de l'hôpital de Chandler possède le statut de service régional. Ainsi, il dessert toute la Rive-Sud de la Gaspésie, de la Baie-des-Chaleurs jusqu'à la Pointe inclusivement. Comme les centres hospitaliers de Maria et de Gaspé n'ont pas de département de médecine nucléaire dans leurs installations, nous leur expédions des doses de soufre colloïdal marqué au technétium-99m (Tc-99m) depuis plusieurs années. Ce service offre à la clientèle ayant besoin d'une recherche de ganglion sentinelle, la possibilité de recevoir cette intervention près de chez elle. Il faut savoir que 133 kilomètres séparent le centre hospitalier de Maria à celui de Chandler, et 103

kilomètres séparent celui-ci de celui de Gaspé; ce service épargne des déplacements pouvant dépasser les 400 kilomètres aller/retour pour notre clientèle.

Étant éloignés des grands centres, nous devons produire notre Tc-99m à l'aide d'un générateur Mo-99/Tc-99m. Dans le cas qui nous concerne, nous n'avons jamais dépassé les 200 MBq de Tc-99m expédiés, une quantité correspondant à deux interventions. Bien entendu, il s'agit d'une activité au temps 0 et la décroissance radioactive est calculée en fonction du moment de l'intervention. La durée du transport de notre colis vers le centre hospitalier de Gaspé est d'environ 1 h 30 et de 2 heures vers celui de Maria, le cas échéant. De plus, nous suivons les critères lors d'expédition de colis exceptés et en voici les grandes lignes dans le cas qui nous concerne :

- le niveau de radiation à 10 cm de toutes les surfaces de l'équipement ou de la source non emballée ne doit pas dépasser 100 uSv/h;
- le niveau de radiation en tout point de la surface de l'emballage ne doit pas excéder 5 uSv/h;
- activité de Tc-99m sous forme liquide <400 MBq par colis;
- le colis porte l'indication « RADIOACTIVE » sur une surface interne, de telle sorte que l'on soit averti de la présence de matières radioactives à l'ouverture du colis;
- le colis doit satisfaire aux exigences générales de conception;
- le numéro UN doit être indiqué sur tous les colis exceptés – UN2910 dans notre cas;
- le niveau de contamination non fixée ne dépasse pas les valeurs données ci-après: 4 Bq/cm² mesurés sur une surface n'excédant pas 300 cm² (bêta et gamma).

Ce service implique la présence d'un responsable de la radioprotection sur chacun des sites où sont manipulées les matières radioactives, et que l'ensemble du personnel ayant à manipuler, à être présent, de près ou de loin, aux matières radioactives soit formé sur l'application du programme de radioprotection. Le transporteur doit détenir un certificat de formation sur le transport des matières dangereuses (TMD). Chacun des sites doit détenir un permis approprié de la CCSN et se soumettre aux responsabilités qui en découlent. Cependant, à l'automne 2020, une demande de permis consolidé (regroupement de permis) a été faite afin de simplifier cette tâche administrative dans le futur.

Accessibilité réduite

Il est déjà arrivé une contrainte due à notre emplacement géographique concernant l'accessibilité à un radiopharmaceutique, il s'agissait du ¹²³I-métaiodobenzylguanidine (MIBG) notamment utilisé dans la recherche de phéochromocytomes et de neuroblastomes. La combinaison d'une demi-vie relativement courte (13 h) et des horaires mal adaptés sur le plan des transports aériens ont contrecarré l'accessibilité à ce radiopharmaceutique. Toutefois, si une rare demande d'examen devait réapparaître, il serait intéressant de réactiver ce dossier afin de vérifier si cette contrainte existe toujours.

Notre approvisionnement en isotopes

Indium-111 et citrate de gallium-67

Les prochaines lignes permettront de connaître la provenance, le mode de production et le mode de transport de ces isotopes. Notre fournisseur d'Indium-111(In-111) nous permettant d'effectuer la scintigraphie à l'octréotide est Curium Pharma. L'In-111 est produit à l'aide d'un cyclotron dans l'usine située à Maryland Heights en banlieue de la ville de Saint-Louis dans le Missouri. La solution d'In-111 et le vial lyophilisé d'octréotide sont envoyés par avion privé directement de Saint-Louis à 11 h le dimanche. Après une escale à midi dans la ville de Buffalo, afin de ravitailler la région en isotopes, le colis reprend les airs à destination de l'aéroport international Pierre-Élliott-Trudeau de Montréal pour atterrir à 13 h 22. De là, le colis prendra la voie terrestre en direction de Chandler et arrivera le lundi à 1 h 53. L'In-111 est précalibré pour le vendredi de la même semaine et le client sera vu le mardi matin afin de recevoir une dose de 222 MBq par injection intraveineuse.

Il est à noter que le citrate de gallium-67 (Ga-67), principalement utilisé pour la recherche d'infection dans les cas d'ostéite, d'arthrite septique, d'ostéomyélite, de discite et autres, est également produit par cyclotron, et ce, à la même usine située à Maryland Heights, puis suivra le même itinéraire, décrit précédemment, en direction de l'hôpital de Chandler. (À noter qu'il ne s'agit pas de notre fournisseur actuel, mais ce dernier l'a été pendant plusieurs années.)

Générateur Mo-99/Tc-99m

Voici toutes les étapes requises afin que l'on puisse recevoir un générateur Mo-99/Tc-99m de la part de la compagnie Curium.

On passe du bombardement des cibles d'U-235 faiblement enrichi aux Pays-Bas le vendredi soir à la réception du produit fini dans nos locaux à Chandler très tôt le lundi, vers 1 h 53.

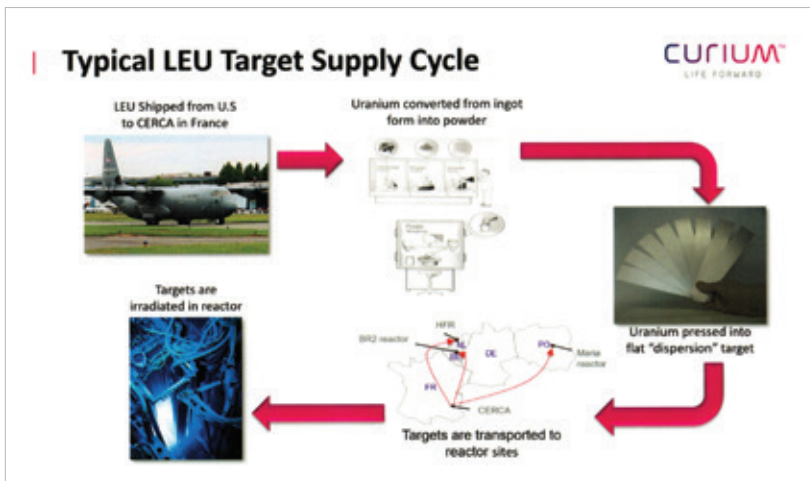


Figure 1: Les étapes du cheminement de l'Uranium-235 faiblement enrichi.



Figure 2: Transport du Mo-99 produit aux Pays-Bas prenant la direction de l'usine à Saint-Louis.

Avant d'arriver au produit final, il est nécessaire d'avoir la matière première: l'Uranium-235 (U-235). Cet isotope radioactif est extrait dans une mine de l'ouest des États-Unis, puis transporté par avion vers Cerca en France. Par la suite, la cargaison prendra la direction de Petten dans les Pays-Bas après avoir été transformée en cibles d'U-235 «target». (Figure 1) C'est à cet endroit que se retrouve l'un des trois réacteurs qu'utilise Curium pour produire le Molybdène-99 (Mo-99). Il s'agit du réacteur HFR; les deux autres réacteurs sont le BR-2 et le Maria situés respectivement en Belgique et en Pologne.

Cette cargaison d'U-235, faiblement enrichi, permettra la production de cibles pour environ d'un à deux mois. Ces cibles d'U-235 seront irradiées dans le réacteur HFR pour une durée de 6 heures le vendredi soir. Devenues hautement radioactives à la suite de ce processus, ces cibles seront transférées dans une autre installation située sur le même site que le réacteur. À cet endroit, il y aura extraction du Mo-99 sous forme liquide à partir de la dissolution des cibles hautement radioactives. Après les quelques heures d'extraction du Mo-99, cette nouvelle cargaison prendra la route dans un camion vers l'aéroport de Bruxelles en Belgique et sera



mise dans un avion en direction de l'usine de Curium Pharma située à Saint-Louis, plus précisément à Maryland Heights. À cette étape, nous sommes le samedi. **(Figure 2)**

Une fois arrivé à l'usine, le Mo-99 obtenu par fission est adsorbé sur une colonne d'alumine blindée au plomb, au tungstène ou à l'uranium appauvri, lors de la fabrication des générateurs. Une fois la fabrication des générateurs Mo-99/Tc-99m terminée, le générateur commandé par notre CISSS suivra la même ligne de transport que pour l'In-111 (tel que discuté précédemment). Bref, on passe du bombardement des cibles d'U-235 faiblement enrichi aux Pays-Bas le vendredi soir

à la réception du produit fini dans nos locaux à Chandler très tôt le lundi, vers 1 h 53. **(Figure 3)**

Le générateur sera utilisé du lundi au dimanche suivant inclusivement. Cependant, à de rares occasions, il peut être élué au besoin les jours suivants, jusqu'à sa date d'expiration. Le générateur sera retourné à Maryland Heights deux semaines après réception, tout en respectant les normes pour le transport des matières radioactives.

De façon plus générale, il est à noter qu'il y a actuellement six réacteurs dans le monde. Ils sont situés aux Pays-Bas, en Belgique, en Afrique du Sud, en Australie, en Pologne et en République tchèque.

Depuis janvier 2018, des générateurs expédiés sont conçus avec un blindage à l'uranium appauvri à 100% (générateurs de 5 Ci à 19 Ci) permettant un blindage amélioré, offrant ainsi une meilleure radioprotection. Lorsqu'on utilise l'indice de transport (IT) d'un générateur de 7,5 Ci à titre de norme de référence, les capacités de blindage de l'uranium appauvri sont 5 fois plus grandes que celles du plomb ou du tungstène.

Gestion des déchets

Les isotopes expirés et tous les déchets biomédicaux contenant des matières radioactives doivent être incessamment évacués. Si les limites d'évacuation ne sont pas dépassées, les déchets seront simplement envoyés à la décharge municipale. Cette décharge est située à Gaspé, à plus de 100 km de notre hôpital. Les limites d'évacuation **(Tableau 1)** pour les isotopes de courte demi-vie (Tc-99m et I-123¹) et ceux des isotopes de moyenne et longue demi-vie (Tl-201, Ga-67, In-111 et I-131) diffèrent et impliquent évidemment que ces déchets se retrouvent dans des

ISOTOPE	BQ/KG	MBQ/KG
Tc-99m	3 700 000	3,7
I-123	3 700 000	3,7
Tl-201	37 000	0,037
Ga-67	37 000	0,037
In-111	37 000	0,037
I-131	37 000	0,037

Tableau 1 : Limites d'évacuation permises.

¹ Iode-123 n'est pas applicable, pour le moment, à l'hôpital de Chandler.

contenants différents selon le type de demi-vie. Afin de respecter ces limites, les contenants doivent être pesés. Voici un tableau des limites d'évacuation des déchets biomédicaux. (Tableau 1)

Évacuation des sources scellées

Comme pour les déchets contenant des isotopes de courte, moyenne et longue demi-vie, les sources scellées doivent être évacuées après une certaine période. Prenons, par exemple, le Gadolinium-153 (Gd-153) et le Cobalt-57 (Co-57) ayant respectivement des demi-vies de 242 et 271,8 jours. Ces deux isotopes connus pour être utilisés pour les contrôles de qualité des caméras à scintillation en médecine nucléaire, ainsi que pour les contrôles de qualité des activimètres en ce qui concerne le Co-57, peuvent être évacués selon deux méthodes.

Voici la première méthode pour l'évacuation des sources scellées avec l'intermédiaire de Uni-Vert Tech inc.²:

«Une procédure détaillée et facile est communiquée au client. Transfert de votre permis de la CCSN à notre permis pour prise de possession légale. Photos requises du colis prêt à l'expédition pour garantir qu'il ne soit pas bloqué en transition. Une fois reçus, ces

sources sont entreposées temporairement à notre site de Sainte-Marcelline-de-Kildare, Québec. Quand nous avons suffisamment de sources à évacuer, ces dernières sont transférées au site de Canadian Nuclear Laboratories (CNL) en Ontario où elles seront entreposées dans les entrepôts de surface. Ce transfert final se fait moyennement beaucoup de documents à compléter et à faire approuver par la CNL pour garantir un suivi de l'entreposage à long terme. Selon les demi-vies et activités, un site d'entreposage particulier sera utilisé.»

«Alternativement, le fournisseur de sources fournit habituellement une enveloppe de documents pour le retour des sources. Toutefois, comme la documentation est prévue pour les États-Unis, les colis finissent habituellement bloqués aux douanes pour quelques mois avant de vous être retournés. Comme la seule option d'expédition actuelle pour le retour des sources aux États-Unis est Fedex, les coûts de transport engendrés sont habituellement élevés. Surtout si votre colis finit par vous revenir.»

La deuxième méthode est l'évacuation des sources scellées à la décharge municipale.

«Pour les évacuer vous-même: (1): Les sources doivent être inférieures aux quantités d'exemption (Bq) et (2): ne plus émettre de

radiation détectable avec votre caméra de MN. Comme les sources finiront à l'enfouissement, les sites sont équipés avec la même technologie pour la détection des radiations. S'il y a détection de radiation, la source peut être retournée par le camion à ordures à son expéditeur ou acceptée par le site moyennant des frais de gestion de radioactivité dans les deux cas, même si les sources sont sous la quantité d'exemption. Il n'y aura donc aucuns frais si la source est en dessous de la quantité d'exemption et qu'il n'y a aucune activité détectable sous la caméra.»

Conclusion

En somme, la médecine nucléaire est dépendante du bon fonctionnement de chacune des étapes, allant du processus de fabrication à la réception des isotopes. Ce bon fonctionnement doit perdurer, peu importe les défis actuels (Covid-19) et futurs ayant le potentiel de retarder, voire annuler, la réception de nos isotopes. Ce véritable défi, à mon avis, est entre les mains de compagnies et de travailleurs dévoués partout dans le monde qui feront le nécessaire afin que nous soyons ravitaillés de façon durable.

RÉFÉRENCES

- 1 – Rivard, Éric, Area Business Manager chez Curium Pharma
- 2 – Permis de substances nucléaires et d'appareils à rayonnement délivré le 30 avril 2018, page 10.
- 3 – Transport des matières radioactives. Conditions de transport en colis excepté, page 9. Dans le manuel de formation (agent de radioprotection) de Uni-Vert Tech inc.

FIGURES

- 1, 2 et 3 – Rivard, Éric, Area Business Manager chez Curium Pharma

TABLEAU

Permis de substances nucléaires et d'appareils à rayonnement délivré le 30 avril 2018, page 10.

² Rhein, Willy, Ph. D., directeur des opérations/consultant sénior chez Uni-Vert Tech. Inc.



Imagerie nucléaire sportive :

La scintigraphie osseuse 2.0 en mode hybride

Pouvoir insoupçonné de l'imagerie nucléaire hybride pour diagnostiquer et orienter le traitement des blessures sportives.



Audrey Boivin,
t.i.m. (MN)

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

L'imagerie hybride a révolutionné la pratique de la médecine nucléaire sportive. La précision diagnostique obtenue permet l'utilisation de cet examen en première intention pour une prise en charge rapide des blessures sportives.

Introduction

Au courant des dernières années, le nombre de personnes dans la population qui s'adonnent à différents sports, de manière compétitive ou non, a largement augmenté. L'accessibilité à ces loisirs et la promotion du mouvement comme moyen de se garder en santé en sont grandement responsables. Mais avec cette pratique, malheureusement, le nombre de blessures qui y sont associées a également grimpé. Le rôle du clinicien dans l'évaluation des symptômes est primordial, mais la prise en charge rapide du patient, selon le cas, est tout aussi critique pour assurer une guérison optimale.

Nous verrons ici en détail la façon dont la médecine nucléaire joue un rôle essentiel dans l'évaluation des différentes pathologies, principalement osseuses, en explorant plusieurs cas cliniques qui présentent les principales blessures sportives rencontrées.

L'objectif final sera de mettre en valeur la médecine nucléaire comme modalité d'imagerie importante pour la prise en charge de ces différentes pathologies, et de démontrer la pertinence de chaque geste technique effectué.

La pathologie

Lorsque nous parlons de médecine nucléaire sportive, nous faisons principalement référence à l'évaluation des fractures de stress. Ces dernières arrivent lorsqu'un os sain est soumis de manière répétitive à une charge normale, occasionnant des microfractures de l'os trabéculaire, ou spongieux. Ces fractures sont principalement situées dans le bas du corps, soit au tibia distal en postéro-médial, aux métatarses et à la cheville. Elles touchent en général davantage les femmes que les hommes. Comme il n'y a pas de bris de l'os cortical en phase initiale, on n'observe aucun changement ou anomalie sur une radiographie simple, réalisée en première ligne, jusqu'à de 2 à 3 semaines après la blessure. Le clinicien doit donc se fier à d'autres modalités d'imageries à ce moment pour s'assurer de prendre le patient en charge correctement, et rapidement.

Plus le diagnostic sera fait de manière précoce, alors plus le traitement et le retour à la normale



Dr Khun Visith
Keu, nucléiste et chef
médical en médecine
nucléaire

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

seront de courte durée, ce qui est capital, considérant qu'une bonne partie de cette clientèle participe à des sports de compétition. Le temps de guérison dépendra du stade de la fracture (**Tableau 1**) et du facteur de risque (**Tableau 2**) de cette dernière.

Les fractures à bas risque sont heureusement celles qu'on rencontre le plus souvent. Elles se guérissent généralement par une modification de l'activité physique et un temps de repos qui sera variable selon son degré. Les fractures à haut risque, quant à elles, prennent généralement beaucoup plus de temps, nécessitent souvent une intervention chirurgicale, et ne guérissent parfois simplement jamais.

Voyons comment la médecine nucléaire joue un rôle dans cette évaluation en évaluant les

Selon diverses études, la TEMP/TDM améliore la sensibilité et la spécificité de 20 à 50% pour les pathologies osseuses.

changements physiologiques de l'os avant ceux anatomiques ou radiologiques.

Technique d'examen

En ce qui a trait à la médecine nucléaire, nous procédons à la scintigraphie osseuse afin d'évaluer ces blessures. Nous administrons par voie intraveineuse du méthylène disphosphonate marqué au technetium-99m (^{99m}Tc-MDP) qui est le produit radioactif émetteur de signal capté par les caméras. Ce produit se fixe à l'os normal, mais de manière plus importante à l'os qui est en train de se remodeler, selon l'activité ostéoblastique.

L'étude se fait en trois phases ou étapes: la phase vasculaire (phase de flot), la phase tissulaire (phase post-flot ou immédiate) et la phase osseuse (phase tardive) obtenue 3 à 5 heures post-administration du produit radioactif. (**Figure 1**) Il est primordial de procéder de cette façon, car les images obtenues aux deux premières phases nous informent sur plusieurs plans. Premièrement, elles statuent sur la circulation sanguine de la région touchée et sur l'inflammation des tissus mous adjacents. Deuxièmement, elles permettent de dater adéquatement le moment du traumatisme et mieux guider le traitement, dont la durée du repos. (**Tableau 3**) Contrairement à un trauma violent, une fracture de stress est un processus insidieux engendré par un mouvement répétitif, et il est difficile de déterminer le moment exact de l'atteinte aiguë au questionnaire médical seulement.

Comme la scintigraphie osseuse est extrêmement sensible, nous pouvons visualiser les modifications aux trois phases de l'examen dans la journée qui suit (< 24 heures). Ces trouvailles demeurent toutefois peu spécifiques et d'autres pathologies peuvent également confondre le diagnostic. Un questionnaire mené par les technologues en médecine nucléaire est un élément clé pour avoir l'heure juste sur la condition du patient et

Stade	% de bris de l'os	Lésion	Période de repos
I	0-20	Réaction périostée minimale	3 semaines
II	21-40	Réaction périostée modérée	3-6 semaines
III	41-60	Fracture de stress initiale	12-16 semaines
IV	61-80	Fracture de stress véritable	> 16 semaines
V	81-100	Fracture de stress transosseuse	Plâtre et physiothérapie

Tableau 1: Différents stades de fracture de stress en fonction de l'épaisseur du cortex osseux atteint (% de bris de l'os) avec la durée du repos nécessaire pour la récupération des activités physiques.

Haut Risque	Faible Risque
Col fémoral	Diaphyse fémorale
Patella	Pelvis (sacrum, rameaux pubiens)
Tibia (cortex antérieur)	Tibia (diaphyses et portion proximale)
Scaphoïde tarsien	Fibula
5 ^e métatarse (proximal et base)	Autres os du tarse
2 ^e métatarse (base)	1 ^{er} au 4 ^e métatarse (diaphyse) et phalanges des orteils
Os sésamoïde	Extrémités du haut du corps (clavicule, omoplate, humérus, radius, métacarpes)
Scaphoïde carpien	Côtes

Tableau 2: Classification des fractures de stress à bas et à haut risque selon leur localisation.

aider le médecin spécialiste en médecine nucléaire dans l'élaboration du diagnostic.

Afin d'améliorer la localisation et la détection du signal scintigraphique anormal, l'étude en trois dimensions en phase osseuse tardive peut être réalisée. La TEMP (Tomographie par Émission Mono-Photonique), ou SPECT en anglais (Single Photon Emission Computed Tomography), est la technique d'acquisition d'images en trois dimensions en médecine nucléaire. Elle est associée (ou couplée) à une TDM de faible dose (TomoDensitométrie) sur les caméras modernes. (Figure 2) Selon diverses études, la TEMP/TDM améliore la sensibilité et la spécificité de 20 à 50% pour les pathologies osseuses. Comme les images sont obtenues l'une après l'autre, à quelques minutes d'intervalle (contrairement à en même temps), il est essentiel que le patient soit bien immobilisé pour s'assurer de la coregistration spatiale optimale des deux images acquises. La technologie en médecine nucléaire joue un rôle essentiel dans le positionnement pour que le patient soit le plus confortable et immobile durant la mise en images. L'utilisation croissante de la TDM de faible dose au courant des dernières années nous a permis d'avoir plus d'information sur les changements anatomiques, une meilleure localisation des lésions et une correction d'atténuation pour une quantification adéquate du signal scintigraphique. Elle nous permet aussi, dans certains cas, d'assurer un suivi plus précis d'une lésion à long terme.

Un autre avantage de la scintigraphie osseuse est la possibilité d'effectuer une mise en images pancorporelle, si le contexte clinique porte à croire à plusieurs fractures à distance, ou une algodystrophie réflexe, par exemple. Il n'est pas plus irradiant pour le patient de procéder à cette mise en images ni plus coûteux pour le système. Nous illustrerons ces avantages avec des exemples concrets dans des cas cliniques.

Date du trauma	1-2 mois	2-4 mois	4 à 24 mois
Diagnostic	Fracture aiguë	Fracture subaiguë	Fracture ancienne
Phase vasculaire	+	-	-
Phase tissulaire	+	+	-
Phase osseuse	+	+	+

Tableau 3 : Interprétation des images obtenues en scintigraphie osseuse triple phase pour permettre une datation de la fracture.

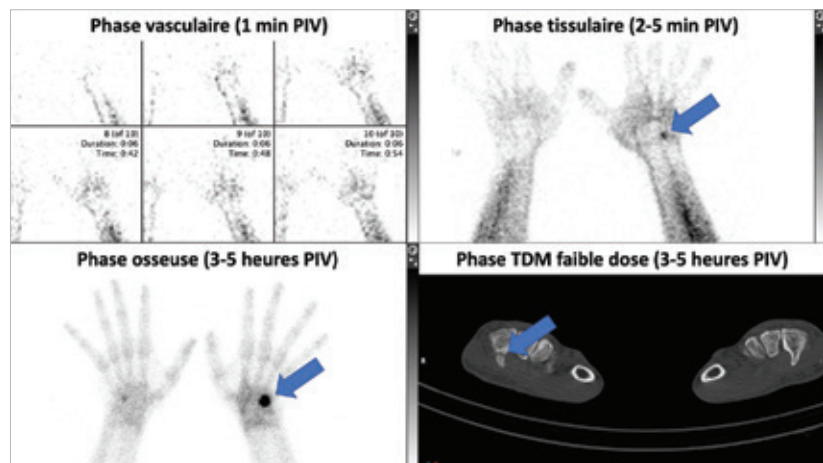


Figure 1 : Différentes phases de la scintigraphie osseuse: la phase de flot pour l'étude de la vascularisation, la phase post-flot (immédiate) pour l'étude des tissus mous, la phase tardive pour l'étude osseuse et l'acquisition TDM de faible dose qui est souvent réalisée pour la médecine nucléaire sportive. Les flèches pointent les zones positives et anormales concordantes pour une fracture subaiguë de grade V de l'os crochu de la main gauche.

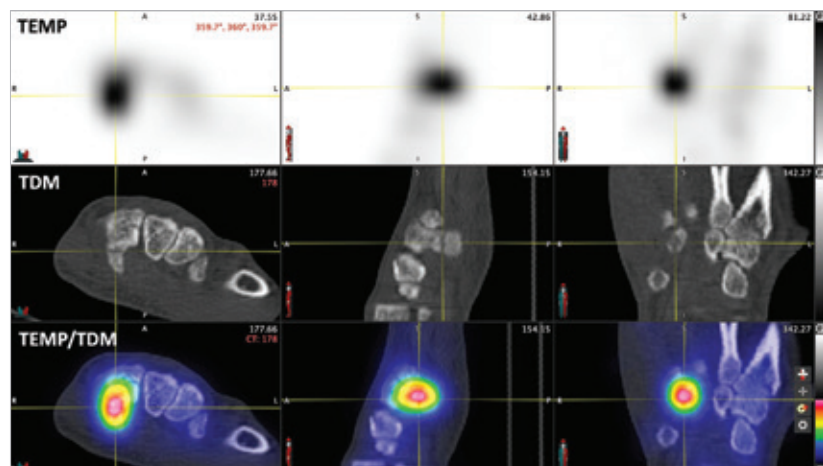


Figure 2 : Fracture de l'os crochu de la main gauche démontrée en phase osseuse tardive en mode TEMP/TDM. La triangulation dans les trois axes, axial, sagittal et coronal (colonnes de gauche à droite) cible la captation scintigraphique intense au site du trait de fracture de stade V.

Les trois phases de la scintigraphie osseuse sont donc essentielles pour permettre de dater adéquatement le trauma et orienter le traitement.

Cas clinique n° 1 : Fracture du poignet chez un joueur de hockey de 35 ans

Un patient se présente en médecine nucléaire accusant des douleurs au versant ulnaire de la main gauche depuis environ deux mois. Des radiographies ont été réalisées la même semaine à la suite d'un placage plus intense lors d'un match de hockey, et un mois suivant l'événement. Aucune trouvaille n'a été documentée sur les radiographies consécutives et le patient est en attente de consultation pour commencer la physiothérapie. La scintigraphie osseuse était prescrite pour exclure une algodystrophie sympathique réflexe. Notre examen démontre un rehaussement focal de l'activité aux phases tissulaire et osseuse au versant ulnaire des os du carpe de la main gauche. (Figure 1) L'image de fusion TEMP/TDM identifie une fracture subaiguë de l'os crochu. (Figure 2) Cette trouvaille modifie complètement la prise en charge du patient puisqu'il faudra une immobilisation prolongée. La consultation en physiothérapie devra être retardée de quelques semaines!

Ce patient est revenu quatre mois plus tard pour un suivi. Aucune captation n'est notée aux deux phases initiales, mais on observe une captation identique à l'os crochu gauche. (Figure 3) On parle donc d'une fracture ancienne plutôt que subaiguë lors de son premier examen réalisé deux mois post-trauma. Les trois phases de la scintigraphie osseuse sont donc

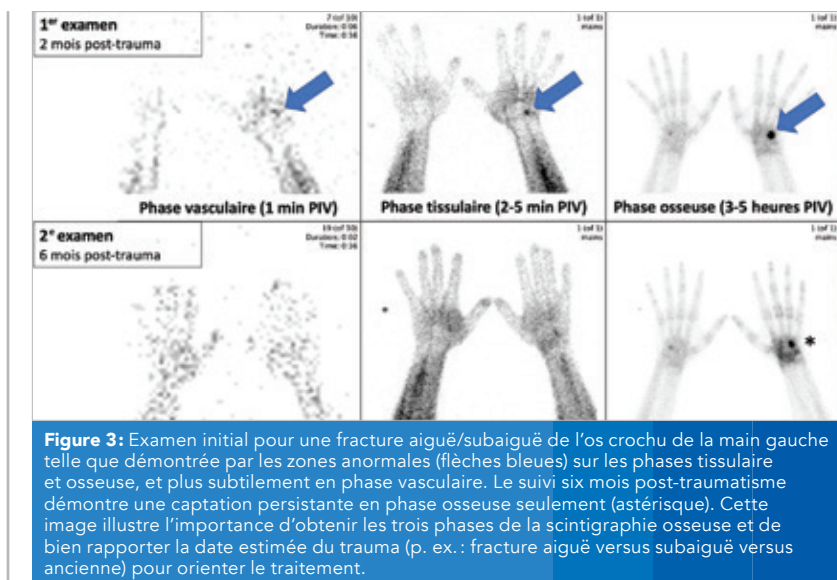


Figure 3 : Examen initial pour une fracture aiguë/subaiguë de l'os crochu de la main gauche telle que démontrée par les zones anormales (flèches bleues) sur les phases tissulaire et osseuse, et plus subtilement en phase vasculaire. Le suivi six mois post-traumatisme démontre une captation persistante en phase osseuse seulement (astérisque). Cette image illustre l'importance d'obtenir les trois phases de la scintigraphie osseuse et de bien rapporter la date estimée du trauma (p. ex. : fracture aiguë versus subaiguë versus ancienne) pour orienter le traitement.

essentielles pour permettre de dater adéquatement le trauma et orienter le traitement. Dans le cas où on étudie des extrémités et des structures de petite taille comme le poignet ou le pied, une image de fusion TEMP/TDM est nécessaire pour bien identifier l'os traumatisé.

Une IRM aurait pu être réalisée chez ce patient, car l'efficacité de cette technique est similaire à la scintigraphie osseuse. Toutefois, elle est moins « disponible » au Québec en raison de la longue liste d'attente, et elle est légèrement plus chère pour le système. En fonction de l'état général du patient, une scintigraphie osseuse est moins exigeante physiquement, car le positionnement peut être adapté pour le confort du patient, et la mise en images est en général moins longue.

Cas clinique n° 2 : Fracture de stress des pieds chez une marathonnienne de 37 ans

Ce cas concerne une jeune patiente qui accusait des douleurs au niveau des 2^e et 3^e métatarses du pied droit. Nous avons effectué une étude triple phase pour cette patiente, étude qui a révélé une anomalie sur les phases vasculaire et tissulaire, une captation modérée et d'aspect fusiforme en phase tardive. À la TEMP/TDM, aucun bris cortical n'a été visualisé. (Figure 4) Si une radiographie ou une TDM seule avait été réalisée, le diagnostic aurait été manqué. Un repos d'environ un mois sera suffisant pour une guérison complète.

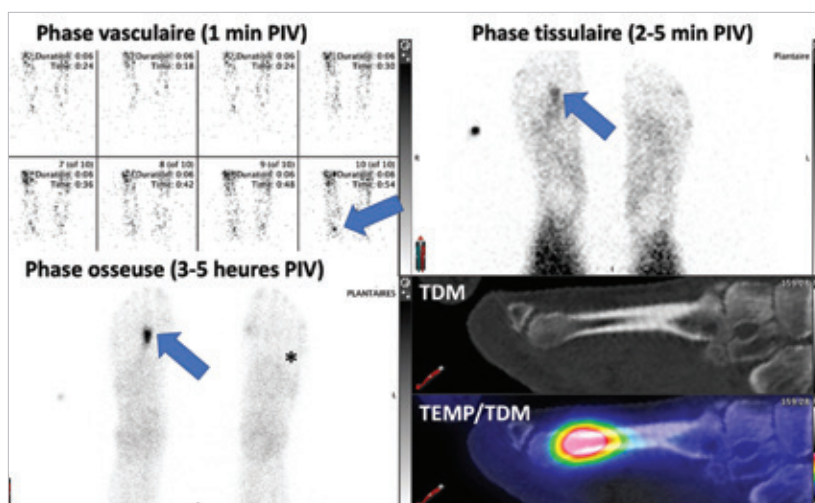


Figure 4: Fracture aiguë de stade I du tiers distal du 2^e métatarse du pied droit. Les flèches bleues démontrent la positivité sur les trois phases de l'examen, nous orientant vers un processus aigu (un à deux mois). Les images TDM et TEMP/TDM en coupe sagittale localisent le site de captation scintigraphique et démontrent l'absence d'anomalie significative en TDM (fracture de stress de stade I).

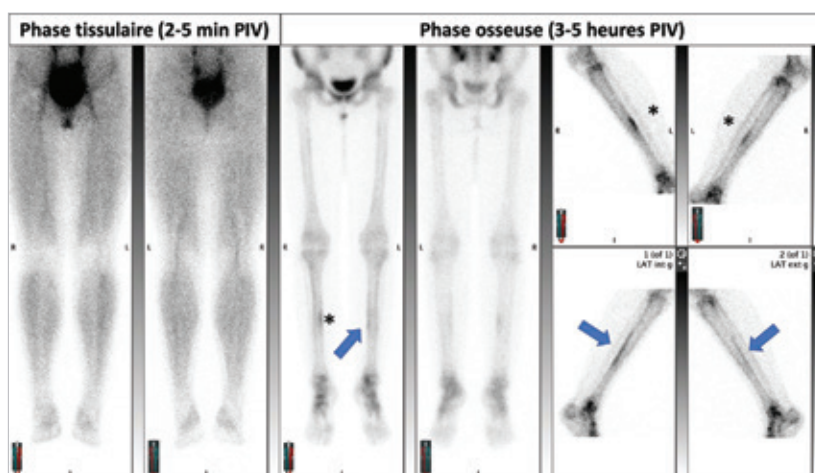


Figure 5: Fracture de stress ancienne au versant postéro-médial du tibia droit (astérisque) et périostite au versant médial du tibia gauche (flèches bleues). L'absence de positivité en phase tissulaire au tibia droit nous oriente vers une fracture ancienne. L'aspect linéaire est typique pour une périostite contrairement à une fracture de stress qui prend une apparence ovale ou fusiforme.

Cette patiente est revenue deux ans plus tard, accusant à nouveau des douleurs au même endroit. Cette fois-ci, aucune captation dans les os du tarse n'a été visualisée. Après deux ans, il est attendu qu'un site de fracture ancienne ne soit plus visible (ou presque) témoignant d'une guérison complète... à moins qu'une nouvelle fracture soit présente. La scintigraphie étant extrêmement sensible, l'absence de captation anormale sur les trois phases de l'examen exclut

un traumatisme aigu/subaigu. Il est à noter que les fractures de stress des 2^e et 3^e métatarses sont les plus fréquentes, soit respectivement de 52% et de 35%, et se guérissent généralement bien.

De nouveau, ce cas illustre la nécessité d'effectuer les trois phases de l'examen pour toute requête de fracture de stress ou autre pathologie sportive pour s'assurer qu'il n'y ait pas de refracture et/ou de pouvoir dater le trauma. Selon cette information, le traitement changera

complètement, soit ce sera un arrêt complet des activités ou un retour progressif sous peu. Pour une marathonnienne, cette nuance fait toute la différence dans son parcours.

Cas clinique n° 3 : Fracture de stress et périostite du tibia

Ce cas clinique démontre bien en quoi la médecine nucléaire peut s'avérer utile avec son étude pancorporelle. Une jeune patiente de 26 ans s'est présentée pour une scintigraphie osseuse à la suite d'une radiographie du genou droit pouvant impliquer une mélorhéostose. Cette maladie très rare touche les os longs des membres inférieurs. À long terme, cette anomalie peut causer des déformations articulaires, de la raideur et une impotence, ce pourquoi il était primordial d'investiguer. Nous avons donc réalisé une étude pancorporelle triple phase avec la phase vasculaire aux genoux, qui s'est avérée normale, ainsi qu'une image des membres inférieurs en phase tissulaire qui ne démontrait aucun foyer suspect. L'étude osseuse tardive montre une hypercaptation légère d'aspect fusiforme au versant postéro-médial du tiers moyen du tibia droit. Une captation linéaire d'intensité légère est identifiée au tibia gauche. (Figure 5) Le nucléiste conclut donc à une ancienne fracture de stress au tibia droit et une périostite de bas grade au tibia gauche. La mélorhéostose a donc été exclue, car elle se présente généralement avec une captation très intense et hétérogène.

L'avantage de la scintigraphie osseuse réside dans la capacité d'imager plusieurs sites, et même l'ensemble du corps, sans dosimétrie supplémentaire puisque le produit radioactif administré circule partout. Une étude pancorporelle est souvent très pertinente puisqu'elle permet de démontrer une maladie insidieuse, si les symptômes sont vagues, ou de démontrer des traumatismes engendrant une douleur référée distalement au site initial de blessure.

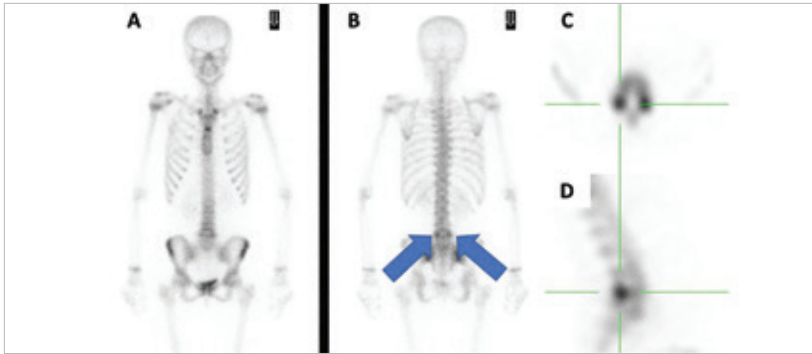


Figure 6 : Spondylolyse bilatérale de L5. Les images osseuses tardives (A et B) démontrent une captation de localisation incertaine: jonctions facettaires versus isthmes interarticulaires (flèches bleues). La TEMP permet de localiser précisément la captation au site attendu pour un bris de l'isthme interarticulaire en coupe axiale et sagittale (C et D).

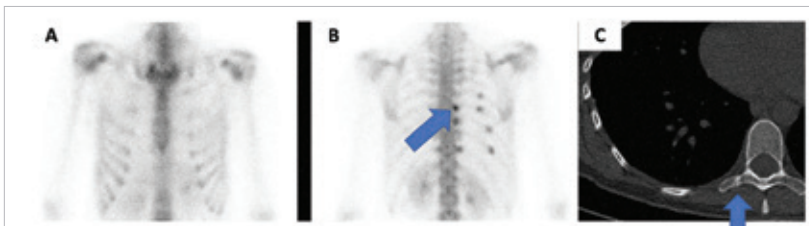


Figure 7 : Fractures costales multiples à l'hémithorax droit bien démontrées sur les images osseuses tardives (A et B). Également, des fractures des apophyses transverses droites (flèches bleues) sont présentes. L'image TDM de faible dose (C) confirme un des foyers sur l'image B.

Cas clinique n° 4 : Spondylolyse chez une jeune gymnaste de 14 ans

Chez les jeunes exerçant une activité physique répétitive, on observe souvent des douleurs inexplicables, surtout au niveau lombaire. Elles sont exacerbées à l'effort et diminuent au repos. Parfois, elles peuvent être expliquées par une spondylolyse. Cette pathologie peut être difficile à visualiser sur une radiographie. Même s'il y a une lésion ou fracture de l'isthme interarticulaire, un déplacement intervertébral (spondylolisthésis) est plutôt rare à leur âge et signe souvent une atteinte indirecte d'un traumatisme ancien. La scintigraphie osseuse est un outil sensible pour diagnostiquer cette blessure sportive: la sensibilité de l'examen est augmentée en mode TEMP, en trois dimensions. (Figure 6) Le degré d'inflammation peut être évalué afin de guider le traitement et est utilisé pour le suivi.

La localisation de la captation identifiée en TEMP ou TEMP/TDM est primordiale, afin d'éliminer d'autres pathologies telles qu'une infection ou une tumeur.

Contrairement à la radiographie ou la TDM seule qui peuvent seulement confirmer un trait de

fracture, la scintigraphie osseuse peut prédire le potentiel de guérison à la suite d'une intervention chirurgicale, si elle a lieu. Si le site de fracture est actif, alors le remodelage osseux entraînera une réparation adéquate. La patiente aura donc une meilleure chance de récupérer sa fonction, sans douleur résiduelle. Également, le degré d'activité osseuse sous-jacente sera un indicateur pour décider du moment pour le retour au jeu.

Cas clinique n° 5 : Fractures occultes des côtes chez un adepte des sports de combat

Un patient de 25 ans s'est présenté au Service de médecine nucléaire en raison de douleurs costales droites depuis son dernier combat de boxe. Son médecin avait demandé des radiographies deux semaines auparavant qui se sont avérées normales. Devant la persistance des douleurs, il a prescrit une scintigraphie osseuse qui a révélé de multiples fractures costales et d'autres sites à proximité de la colonne thoracique. La TEMP/TDM permet de localiser des fractures aux apophyses transverses droites plutôt qu'à la tête et au cou des côtes droites. (Figure 7) Ces trouvailles étaient inattendues, mais elles expliquent bien les symptômes de ce jeune boxeur!

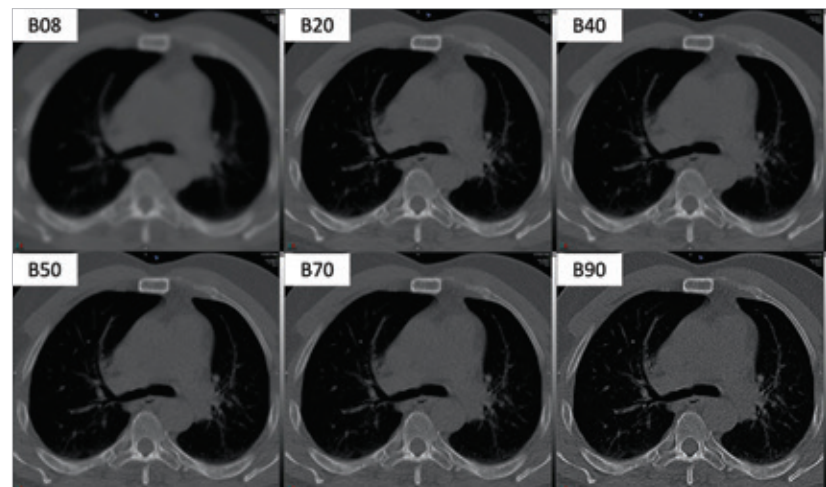


Figure 8 : Degré de détails des structures osseuses selon le kernel utilisé: plus la valeur numérique est élevée, plus les détails sont fins.

Comme la sensibilité de la scintigraphie osseuse est excellente, il est possible de détecter des anomalies dès 24 heures suivant le trauma, contrairement à ce qu'offre la radiographie simple ou la TDM seule.

Conclusion

La scintigraphie osseuse hybride en médecine nucléaire joue un rôle essentiel dans le diagnostic et l'orientation des traitements des blessures sportives. En raison de la grande disponibilité de cette technique dans le réseau de la santé au Québec et l'amélioration de la précision des images au cours des dernières années, il est évident qu'elle peut compétitionner avec les autres modalités d'imagerie plus chères telles que l'IRM, et ce, pour plusieurs des blessures sportives souvent rencontrées. Le rajout de la TEMP/TDM permet d'augmenter la certitude diagnostique, préciser les points douloureux et éviter d'autres imageries supplémentaires tout en préservant une faible dosimétrie pour le patient. La TDM obtenue demeurant de faible dose en médecine nucléaire ne devrait pas être un frein à son utilisation pour les pathologies sportives.

Comme la sensibilité de la scintigraphie osseuse est excellente, il est possible de détecter des anomalies dès 24 heures suivant le trauma, contrairement à ce qu'offre la radiographie simple ou la TDM seule. Cet avantage indéniable pour un diagnostic précoce est une raison supplémentaire pour utiliser cette technique en première intention, particulièrement pour les patients actifs et les athlètes afin qu'ils puissent retrouver la pratique de leur sport favori beaucoup plus rapidement.

Finalement, il nous semblait important de vous partager une modification technique facilement applicable qui permet d'augmenter considérablement la qualité d'image des examens TEMP/TDM. Lors de la reconstruction des images en post-acquisition, il suffit d'opter pour un noyau (ou *kernel*) plus fin, afin de mieux apprécier le détail des structures osseuses sur la TDM de faible dose. (Figure 8) L'explication de ce principe pourra faire l'objet d'un futur article sur les paramètres de TDM. Ce petit geste simple ne sera pas plus irradiant pour le patient et ne rallongera pas l'examen. C'est un pensez-y-bien!

RÉFÉRENCES

- 1 – Font MM. *Clinical applications of nuclear medicine in the diagnosis and evaluation of musculoskeletal sports injuries*. Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (English Edition). 2020;39(2):112-134. doi:10.1016/j.remnie.2019.12.006
- 2 – Mandegaran R, Gidwani S, Zavareh A. *Concomitant hook of hamate fractures in patients with scaphoid fracture: more common than you might think*. Skeletal Radiology. 2018;47(4):1-6. doi:10.1007/s00256-017-2814-3
- 3 – Mandell JC, Khurana B, Smith SE. *Stress fractures of the foot and ankle, part 1: biomechanics of bone and principles of imaging and treatment*. Skeletal Radiology. 2017;46:1021-1029. doi:10.1007/s00256-017-2640-7
- 4 – Mandell JC, Khurana B, Smith SE. *Stress fractures of the foot and ankle, part 2: site-specific etiology, imaging, and treatment, and differential diagnosis*. Skeletal Radiology. 2017;46:1165-1186. doi:10.1007/s00256-017-2632-7
- 5 – Matcuk GR, Mahanty SR, Skalski MR, Patel DB, White EA, Gottsegen CJ. *Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options*. Emergency Radiology. 2016;23(4):1-11. doi:10.1007/s10140-016-1390-5
- 6 – Minoves M., *Bone and joint sports injuries: the role of bone scintigraphy*. Nuclear Medicine Communications. 2003;24:3-10. doi:10.1097/01.mnm.0000051626.18733.61
- 7 – Raasch WG, Hergan DJ. *Treatment of stress fractures: the fundamentals*. Clinics in Sports Medicine. 2006;25(1):29-36. doi:10.1016/j.csm.2005.08.013
- 8 – Spencer J, Hunt SL, Zhang C, Walter C, Everist B. *Radiographic signs of hook of hamate fracture: evaluation of diagnostic utility*. Skeletal Radiology. 2019;48(12):1-8. doi:10.1007/s00256-019-03221-0
- 9 – Wall HV der, Lee A, Magee M, Frater C, Wijesinghe H, Kannangara S. *Radionuclide bone scintigraphy in sports injuries*. Seminars in Nuclear Medicine. 2010;40(1):16-30. doi:10.1053/j.semnuclmed.2009.08.006
- 10 – Wall HV der, Storey G, Frater C, Murray P. *Importance of positioning and technical factors in anatomic localization of sporting injuries in scintigraphic imaging*. Seminars Nuclear Medicine. 2001;31(1):17-27. doi:10.1053/snuc.2001.18740

TABLEAUX

- 1 – Font MM. *Clinical applications of nuclear medicine in the diagnosis and evaluation of musculoskeletal sports injuries*. Matcuk GR, Mahanty SR, Skalski MR, Patel DB, White EA, Gottsegen CJ. *Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options*.
- 2 – Font MM. *Clinical applications of nuclear medicine in the diagnosis and evaluation of musculoskeletal sports injuries*. Mandell JC, Khurana B, Smith SE. *Stress fractures of the foot and ankle, part 2: site-specific etiology, imaging, and treatment, and differential diagnosis*.
- 3 – Opinions d'experts – voir références

FIGURES

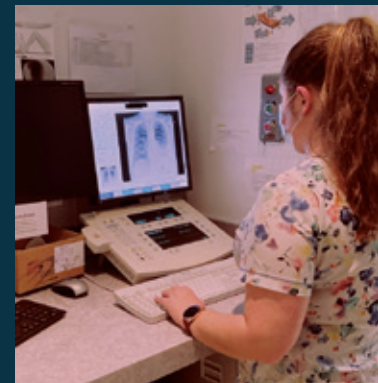
- 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 – Hôpital de la Cité-de-la-Santé, CISSS de Laval
- 6 – Hôpital de Fleurimont, CIUSSS de l'Estrie - CHUS

Semaine des technologues 2020

merci à tous de votre grande participation

Continuez de faire rayonner votre profession au quotidien, vous êtes des maillons ESSENTIELS au grand réseau de la santé !







L'échographie pour étudier l'évolution

de la section transversale normale du nerf médian au poignet en fonction des caractéristiques corporelles

Évaluation de la surface mesurée en coupe transversale échographique (Ultrasound Cross Sectional Area (US-CSA)) du nerf médian au niveau de l'articulation du poignet.



Hussien
Abdelrhman, PhD

Professeur adjoint,
technologue en
échographie

Université nationale -
Soudan

Résumé de l'étude

Il s'agit d'une étude analytique menée en Afrique (Soudan) pour évaluer la surface mesurée en coupe transversale échographique (*Ultrasound Cross Sectional Area [US-CSA]*) du nerf médian au niveau de l'articulation du poignet. Cinquante volontaires indemnes de pathologies ou de blessures à l'articulation du poignet ont subi un examen d'échographie musculosquelettique de la zone nerveuse médiane des deux mains à l'aide de transducteurs 7-10 MHz.

Les résultats de l'étude montrent que la mesure moyenne de la surface en coupe transversale échographique droite (Rt-CSA) et gauche (Lt-CSA) était de $(6,97 \pm 0,72 \text{ mm}^2)$ et $(6,97 \pm 0,63)$ respectivement, avec une IC à 95% (P-value = 0,00). Le facteur sexe montre un coefficient significatif que pour la prédiction pour le nerf médian droit (Rt-CSA) ($B = 0,51, t = 2,52, P = 0,015$) et pour le nerf médian gauche (Lt-CSA) ($B = 0,46, t = 2,75, P = 0,008$). La variable (âge, indice de masse corporelle [IMC]) ne montre aucune régression significative ($P \leq 0,005$).

L'étude conclut qu'en Afrique, la mesure du nerf médian CSA est fiable lors de l'utilisation de l'échographie. Les caractéristiques du corps peuvent influencer ces mesures, mais doivent être étudiées avec plus d'attention en utilisant de procédures et de techniques différentes.

Anatomie

L'échographie musculosquelettique est un examen diagnostique non invasif qui fournit des informations immédiates sur la structure et les caractéristiques du nerf médian. Le nerf médian (**Figure 1**) englobe le milieu du bras et l'avant-bras jusqu'à la main. (Peter L., W., 1995) C'est une branche terminale du plexus brachial issue des faisceaux médial et latéral. Il naît dans la fosse axillaire en avant de l'artère axillaire et descend vers le bas dans la région brachiale antérieure au niveau du canal brachial pour rejoindre le sillon bicipital médial. Il chemine ensuite dans la partie médiane de la région antébrachiale antérieure jusqu'au poignet où il traverse le canal carpien pour se terminer au bord inférieur du rétinaculum des muscles fléchisseurs (RMF). (**Figure 2**) Sa fonction est motrice par une flexion et pronation de la main et la pince

L'étude conclut qu'en Afrique, la mesure du nerf médian CSA est fiable lors de l'utilisation de l'échographie. Les caractéristiques du corps peuvent influencer ces mesures, mais doivent être étudiées avec plus d'attention en utilisant de procédures et de techniques différentes.

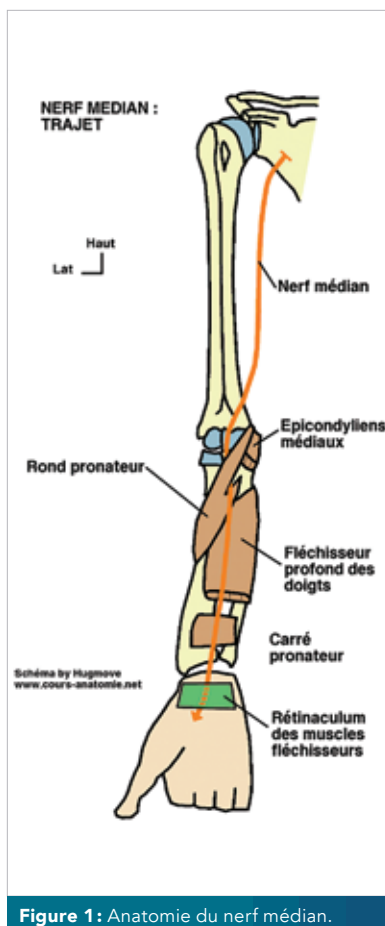


Figure 1 : Anatomie du nerf médian.

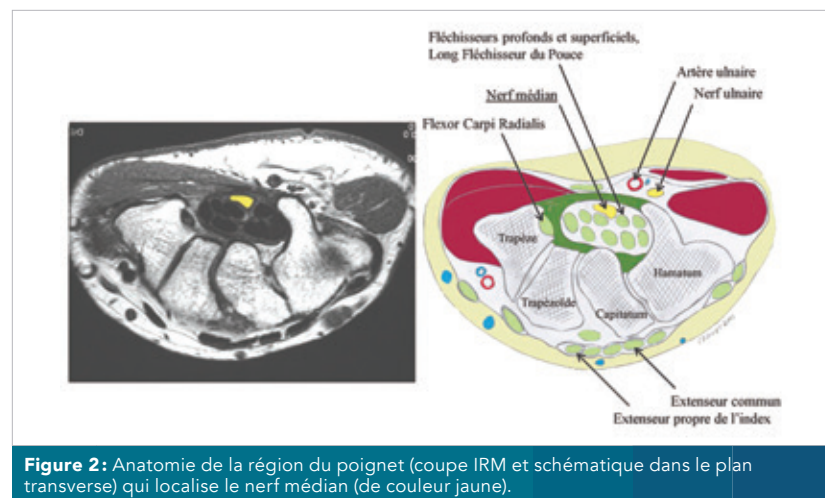


Figure 2 : Anatomie de la région du poignet (coupe IRM et schématique dans le plan transverse) qui localise le nerf médian (de couleur jaune).

pouce-index. Il est aussi sensitif dans la région palmaire latérale limitée par une ligne passant en dedans par l'axe médian du 4^e doigt¹.

En échographie, dans le plan transverse, le nerf médian apparaît hypoéchogène avec une bordure hyperéchogène, contenant plusieurs réflecteurs lumineux. **(Figure 3)** Le nerf médian est considéré comme arrondi ou ovale dans le poignet proximal, devenant progressivement plus plat à mesure

qu'il traverse le canal carpien. Dans le canal carpien, le nerf médian est intimement associé au rétinaculum fléchisseur. Dans le plan longitudinal, le nerf médian est vu en avant des tendons fléchisseurs des doigts, dans un plan parallèle. Le nerf est simplement différencié des tendons situés en arrière, car le nerf n'a pas le motif fibrillaire caractéristique des tendons. (Devin Dean, 2007)

¹ Cours d'Anatomie. Nerf médian. Consulté le 1 septembre 2020. <http://www.cours-anatomie.net/2013/04/nerf-median.html>

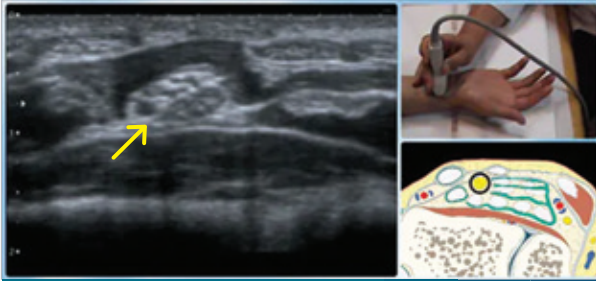


Figure 3 : Échographie en coupe axiale au niveau du poignet montrant le nerf médian (flèche jaune).

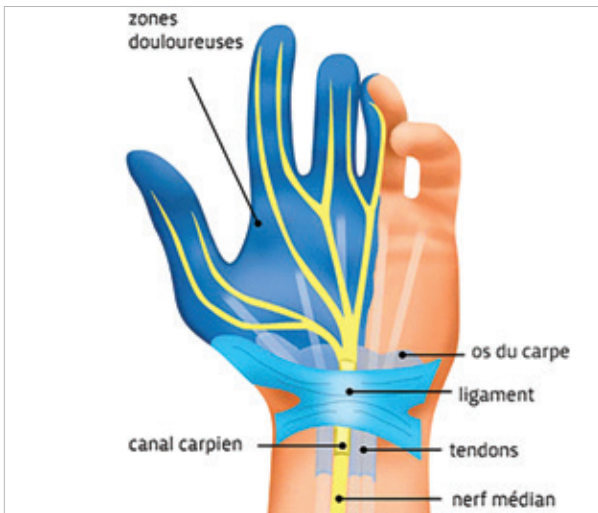


Figure 4 : Zones affectées par le Syndrome du canal carpien.



Figure 5 : Sonde de fréquence linéaire utilisée pour la mesure de la section transversale normale du nerf médian (CSA).

Le Syndrome du canal carpien et échographie

Le Syndrome du canal carpien (SCC) est un syndrome de piégeage du nerf médian qui est devenu la deuxième cause la plus courante de perte de temps de travail d'un employé, après une lombalgie et avant une douleur à l'épaule. Les patients qui présentent un SCC se plaignent généralement de picotements chroniques dans les doigts, souvent pires la nuit, dans la distribution du nerf médian. (Lee D et al.1999) **(Figure 4)**

L'avantage de l'utilisation de l'imagerie par ultrasons est la flexibilité et le faible coût ainsi que la capacité de mesurer la dimension du nerf, de vérifier la présence de masses ou de kystes et d'évaluer la structure et l'écho-génicité du nerf. (Lento et al 2008)

La mesure de la section transversale normale du nerf médian (CSA) peut varier en fonction des caractéristiques corporelles de l'âge, du sexe et de l'indice de masse corporelle (IMC). Cette étude est menée pour étudier la valeur de mesure normale et la corrélérer aux caractéristiques corporelles.

Méthodes

Cinquante volontaires aléatoires, sans symptômes de lésion de l'articulation du poignet ou de pathologies, ont été soumis à une échographie du poignet (au niveau du canal carpien) pour déterminer le nerf médian. Une sonde de fréquence linéaire en temps réel (7-10 MHz) est utilisée avec une zone focale courte (1 cm à 4 cm). **(Figure 5)**

Technique de réalisation

L'avant-bras repose confortablement sur une surface plane avec le coude en flexion moyenne et le poignet est en supination. La prise d'images est dans le plan transversal au niveau du pli palmaire où l'artère ulnaire étant le repère médian du canal carpien. On mesure la largeur et le diamètre antéro-postérieur, puis la zone nerveuse médiane a été calculée pour les deux mains. **(Figure 6)**

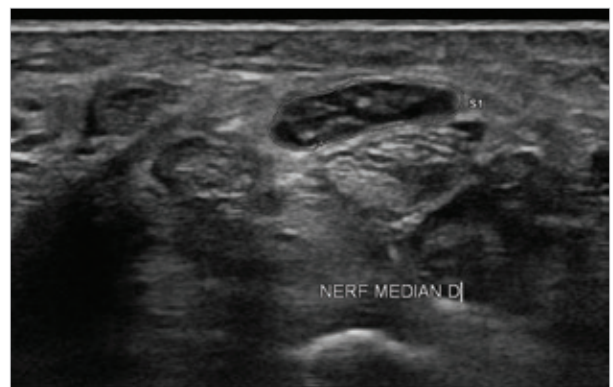


Figure 6 : Une coupe transverse d'échographie du poignet droit montrant la mesure de surface de section du nerf médian (S1).

Résultats

Descriptif	RTCSA	LTCSA	Age/years	BMI
Number valid	50	50	50	50
Mean	6,9600	6,9600	29,6600	25,2800
Median	7,0000	7,0000	29,0000	25,0000
Std. Deviation	0,72731	0,63760	3,46180	3,57451
CI 95%	(6,75,7,16)	(6,77,7,14)	(28,67,30,64)	(24,26,26,29)

Tableau 1 : Analyse statistique descriptive des variables. p-value >0,005

Gender			RTCSA	LTCSA
Female	Number	Valid	28	28
	Mean		6,7500	6,7500
	Median		7,0000	7,0000
	Std. Deviation		0,70053	0,58531
	CI 95%		(6,47,7,02)	(6,52,6,97)
Male	Number	Valid	22	22
	Mean		7,2273	7,2273
	Median		7,0000	7,0000
	Std. Deviation		0,68534	0,61193
	CI 95%		(6,92,7,53)	(6,95,7,49)

Tableau 2 : Analyse statistique descriptive selon le sexe.

Dans notre étude, 50 sujets volontaires (28 femmes, 22 hommes) en bonne santé ont subi des examens d'échographie de la section transversale des nerfs médians gauche et droit au niveau de l'articulation du poignet. Le but est d'obtenir la valeur des mesures normales et de les corrélérer aux caractéristiques corporelles (sexe, âge, IMC).

Discussion

Les informations sur le nerf médian à l'articulation du poignet sont très importantes pour la valeur de mesure du nerf local, car elle dépend de l'évaluation du Syndrome du canal carpien. Dans notre étude, 50 sujets volontaires (28 femmes, 22 hommes) en bonne santé (Tableau 2) ont subi des examens d'échographie de la section transversale des nerfs médians gauche et droit au niveau de l'articulation du poignet. Le but est d'obtenir la valeur des mesures normales et de les corrélérer aux caractéristiques corporelles (sexe, âge, IMC). (Burg EW et al, 2013)

L'analyse des résultats de notre étude (**Tableau 1**) a montré un âge moyen de 29,66 ans \pm 3,46, une valeur moyenne du BMI de 25,8 \pm 3,57 et une mesure moyenne du CSA droit et du CSA gauche respectivement de 6,97 \pm 0,72 mm² et 6,97 \pm 0,63 mm² (IC 95% P-value = 0,00).

Par comparaison, l'étude Bathala, 2014, a mesuré la CSA du nerf médian chez des sujets asiatiques en bonne santé, le long de la région axillaire jusqu'au poignet. Elle a révélé que la CSA moyenne nerveuse \pm écart-type au niveau du pli distal du poignet était de 7,2 \pm 1 mm², ce qui est important par rapport à notre étude.

Nous supposons que l'appartenance ethnique pourrait affecter la différence de la valeur normale. Cette dernière est étayée par une autre étude menée par Burg EW, 2013, qui compare les mesures de l'ASC aux Pays-Bas et en Inde et dans laquelle on a aussi constaté une différence entre deux ethnies ([7,0 \pm 1,1 mm²] pour l'Inde et [8,3 \pm 1,9 mm² P <0,05] pour les Pays-Bas). La différence était toujours présente après le contrôle de l'âge.

En ce qui concerne la corrélation de régression avec les caractéristiques corporelles (**Tableau 3**), les résultats ont révélé que pour les nerfs médians droit et gauche, le critère du sexe dans la CSA ne montre qu'un coefficient significatif pour la prédiction (B = 0,51, t = 2,52,

Variable	B	Std. Error	Beta	t	p
(Constant)	6,054	1,033		5,862	0,000
Gender	0,511	0,202	0,352	2,528	0,015
Age/year	-0,019	0,03	-0,092	-0,639	0,526
BMI	0,029	0,029	0,145	1,003	0,321

a. Dependent Variable: RTCSA

Tableau 3: Analyse des coefficients de régression pour la prédiction RTCSA.

Variable	B	Std. Error	Beta	t	p
(Constant)	4,704	0,865		5,439	0,000
Gender	0,466	0,169	0,366	2,751	,0008
Age/year	0,039	0,025	0,214	1,554	0,127
BMI	0,017	0,025	0,093	0,672	0,505

a. Dependent Variable: LTCSA

Tableau 4: Analyse des coefficients de régression pour la prédiction LTCS utilisant le sexe, l'âge, l'IMC.

P = 0,015) pour le nerf médian droit et (B = 0,46, t = 2,75, P = 0,008) pour le nerf médian gauche comme il a été suggéré dans l'étude Bathala, 2014. Il existe des différences entre les sexes. Les hommes (Tableau 2) présentent une mesure moyenne élevée de CSA droit et gauche ([7,22 ± 0,68 mm²] et [7,22 ± 0,61

mm²] respectivement) et un IC 95 % P-value = 0,00. Pour les femmes (Tableau 2) la mesure moyenne du CSA droit et gauche était respectivement de 6,75 ± 0,70 mm² et 6,75 ± 0,58 mm² avec IC 95 % P-value = 0,00. (Bathala, L. et al, 2014).

Une autre variable (âge, IMC) (Tableau 4) ne montre aucune

régression significative (P ≤ 0,005). Notons que l'âge (Tableau 3) peut diminuer la mesure de CSA du nerf médian droit (B = -0,01, t = -0,63, P = 0,52), ce qui diffère de l'étude Bathala, 2014 qui a trouvé des résultats élevés. Elle a suggéré que les caractéristiques du corps peuvent affecter la mesure avec d'autres facteurs variables comme l'action dynamique de la conduction des doigts qui a tendance à augmenter la valeur (comme étudié par Marciniak, 2013; Bathala, L. et al, 2014; Marciniak et al, 2013).

Conclusion

L'étude du nerf médian lors de l'évaluation de la surface mesurée en coupe transversale (ou *Ultrasound Cross Sectional Area [US-CSA]*) est fiable en utilisant l'échographie. Mais cette mesure normale est relative, car notre étude, réalisée en Afrique, suggère un facteur de différenciation du sexe. D'autres caractéristiques corporelles peuvent aussi montrer une relation. On doit, ainsi, bien les étudier en utilisant des procédures et techniques différentes.

RÉFÉRENCES

- 1 – Bathala, L., Kumar, P., Kumar, K., Shaik, A. B. and Visser, L. H. (2014), *Normal values of median nerve cross-sectional area obtained by ultrasound along its course in the arm with electrophysiological correlations, in 100 Asian subjects.* Muscle Nerve, 49: 284–286.
- 2 – Burg EW, Bathala L, Visser LH, 2013, *Difference in normal values of median nerve cross-sectional area between Dutch and Indian subjects.* Muscle and nerve, 50(1):129-32.
- 3 – Devin D. 2007. *Musculoskeletal Ultrasound.* Burwin institute of ultrasound 35-36.
- 4 – Lee D., van Holsbeeck MT., Janevski PK et al: 1999 *Diagnosis of carpal tunnel syndrome - ultrasound vs. electromyography.* Radiological Clinics of North America.
- 5 – Lento, P.H. and Primack, S., 2008. *Advances and utility of diagnostic ultrasound in musculoskeletal medicine.* Current reviews in musculoskeletal medicine, 1(1), pp.24-31.
- 6 – Marciniak, C., Caldera, F., Welty, L., Lai, J., Lento, P., Feldman, E., Sered, H., Sayeed, Y. and Plastaras, C., 2013. *High-resolution median nerve sonographic measurements: correlations with median nerve conduction studies in healthy adults.* Journal of Ultrasound in Medicine, 32(12), pp.2091-2098

7 – Peter L, W, 1995, *Gray's anatomy*, 38th Ed, Churchill Livingstone, Great Britain.

8 – Yao L, Gai N, 2009, *Median nerve cross-sectional area and MRI diffusion characteristics: normative values at the carpal tunnel,* Skeletal Radiol; 38(4):355-61

FIGURES

1 et 2 – Cours d'Anatomie. Nerf médian. Consulté le 01 septembre 2020. <http://www.cours-anatomie.net/2013/04/nerf-median.html>

3 – Catherine Cyteval. Imaios. Échographie du poignet. <https://www.imaios.com/fr/e-Cours/Echographie-osteo-articulaire/Echographie-du-poignet>

4 – Test Santé. Syndrome du canal carpien: symptômes. Mars 2018. <https://www.test-achats.be/sante/maladies-et-medicaments/apercus-maladies/dossier/syndrome-du-canal-carpien/symptomes>

5 – Image tirée de la banque personnelle de l'auteur.

6 – David Petrover. Treatment of carpal tunnel Syndrome: from ultrasonography to ultrasound guided carpal tunnel release. Joint Bone Spine, Volume 85, Issue 5, October 2018, Pages 545-552. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1169833017303071#fig0010>



La déchirure du ménisque :

notions élémentaires d'une blessure sportive fréquente

Imagerie du genou: les notions de base touchant la lésion méniscale.



Karine Gariépy,
t.i.m. (RD)

Clarke Centre
d'Imagerie
Médicale inc.

Le ski, le tennis, le basketball, le football, le rugby et le judo sont des sports qui mettent particulièrement à risque l'intégrité du genou. Un mouvement de pivot effectué avec les pieds vissés au sol et les genoux fléchis pourra, dans certains cas, entraîner une déchirure méniscale. Accident fréquent chez les sportifs, la lésion aiguë du ménisque touche en particulier ceux qui sont âgés de 30 à 40 ans.

Chaque genou a deux ménisques, un interne et un externe, reposant tous les deux sur la tête tibiale. Ils arborent une forme de demi-cercle semblable à la lettre « C ». Leur disposition face à face leur donne ensemble une configuration discoïde. Il s'agit de cartilage, c'est-à-dire qu'ils sont composés de tissus conjonctifs souples et élastiques dépourvus de vascularisation et de nerfs.

Ils jouent avant tout un rôle d'amortisseurs et de stabilisateurs au niveau du genou. Ils ont un rôle clé dans le maintien de l'articulation en corrigeant l'incongruence entre la rondeur des condyles fémoraux et la forme plate du plateau du tibia. En plus de servir ainsi de cale, les ménisques remplissent également une fonction de proprioception, de lubrification et de nutrition du cartilage articulaire.

Lors d'une torsion du genou positionné en flexion avec une charge, la partie postérieure du

Un mouvement de pivot effectué avec les pieds vissés au sol et les genoux fléchis pourra, dans certains cas, entraîner une déchirure méniscale.

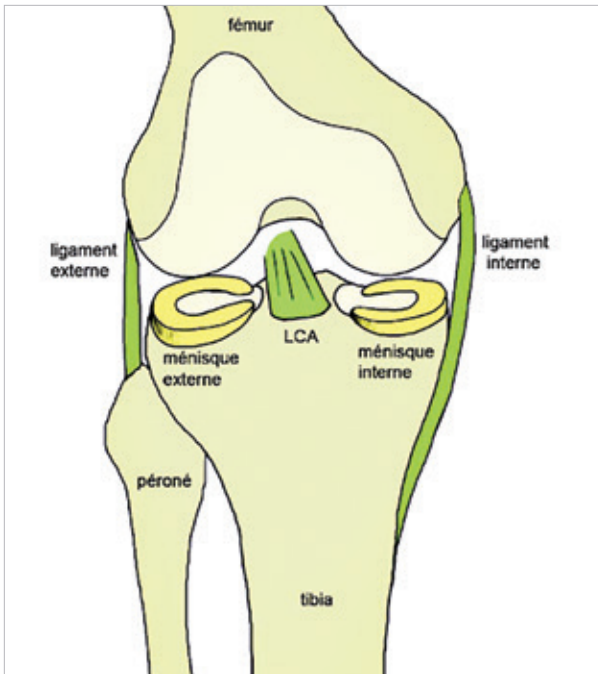


Figure 1: Anatomie d'un genou montrant les principales composantes de l'articulation.

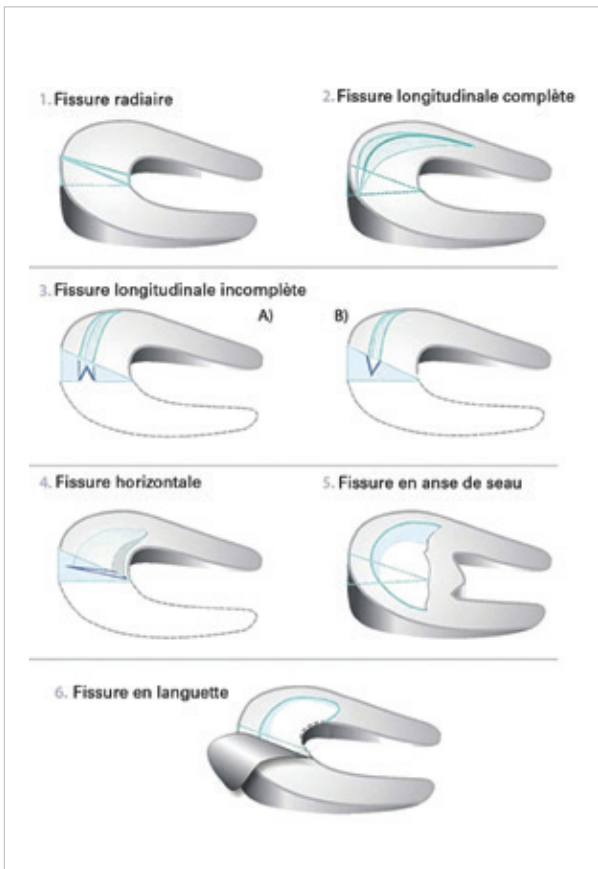


Figure 2: Différentes catégories de lésions traumatiques du ménisque.

ménisque peut être sollicitée à l'excès et subir un traumatisme, en particulier le ménisque interne, beaucoup plus souvent touché que l'externe.

Dans tous les cas de lésions traumatiques du ménisque, la possibilité de la présence d'une blessure du ligament croisé antérieur doit absolument être évaluée. L'atteinte traumatique du ménisque peut être complexe et prendre plusieurs formes. Les lésions les plus courantes sont l'anse de seau, la languette, une rupture longitudinale ou transversale.

Quand le ménisque se fend sur presque toute sa longueur, on parle alors d'une lésion en «anse de seau». Une fine languette méniscale se forme. Elle se détache sur presque toute la longueur du fragment principal, retenue à lui que par ses deux extrémités. La languette méniscale peut se déplacer, traverser de l'autre côté du condyle et se retrouver coincée dans l'échancrure intercondylienne, pour ainsi prendre la même position que le ligament croisé postérieur. Des déficits dans les mouvements d'extension du genou et des blocages peuvent alors survenir.

Le diagnostic d'une déchirure du ménisque repose sur certains symptômes cliniques, sur l'examen médical et sur l'imagerie du genou.

L'examen clinique commence par l'évaluation de la démarche du patient. Y a-t-il boitement ou limitation dans l'amplitude des mouvements du genou? Les jambes forment-elles une ligne droite ou présentent-elles plutôt une forme de «O» (varum) ou de «X» (valgum)? Peut-on déceler une tuméfaction ou un épanchement?

Le patient atteint d'une lésion méniscale ressentira une douleur lors d'une pression au niveau de l'interligne articulaire. Les douleurs à l'effort et à la rotation sont habituellement liées aux lésions méniscales.

La résonance magnétique est la modalité la plus efficace pour diagnostiquer une déchirure du ménisque, bien que la radiographie conventionnelle soit d'abord nécessaire.

Plusieurs clichés sont tout indiqués pour ce type de renseignements cliniques. Nous devons d'abord réaliser une image en incidence antéro-postérieure en station

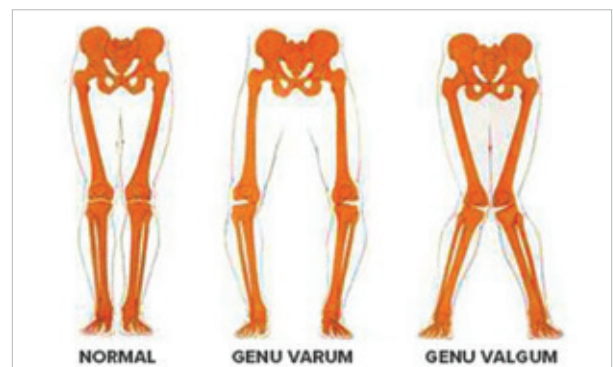


Figure 3: Jambes déviées de leur axe allant soit trop vers l'externe (varum) ou trop vers l'interne (valgum).

unipodale. L'ordonnance devrait aussi requérir le cliché en incidence latérale ainsi que l'image de la rotule en incidence axiale. L'amincissement de l'interligne articulaire ne peut qu'être évalué sur des clichés qui ont été réalisés en charge. Les orthopédistes ajoutent parfois le cliché radiographique en incidence de Rosenberg à leur requête afin de pouvoir mieux évaluer l'amincissement de l'interligne articulaire. Il s'agit d'une incidence postéro-antérieure réalisée en charge, en flexion d'environ 45 degrés. Une image radiographique de la jambe entière peut également être demandée pour pouvoir en évaluer une déviation de son axe.

Pour bien visualiser les contours des ménisques et pour y déceler une déchirure, une arthro-scan



Figure 4 : Positionnement du patient pour réaliser l'incidence de Rosenberg.

La résonance magnétique est la modalité la plus efficace pour diagnostiquer une déchirure du ménisque, bien que la radiographie conventionnelle soit d'abord nécessaire.

peut aussi être un bon examen à prescrire. Il s'agit d'un examen de tomodynamométrie avec une injection de produit de contraste directement dans l'articulation.

En raison de la diversité des signes présentés par le patient, le diagnostic n'est pas toujours facile à poser en particulier pour les lésions du ménisque externe. La résonance magnétique est la modalité la meilleure pour poser le diagnostic. Il s'agit de l'examen qui permet, dans la plupart des cas, de confirmer la lésion du ménisque.

Dans le cas d'une rupture du ménisque sans atteinte au cartilage ou aux ligaments, la récupération peut se faire sans avoir besoin de recourir à la chirurgie. Les douleurs et les blocages se résorbent d'eux-mêmes et le patient peut reprendre

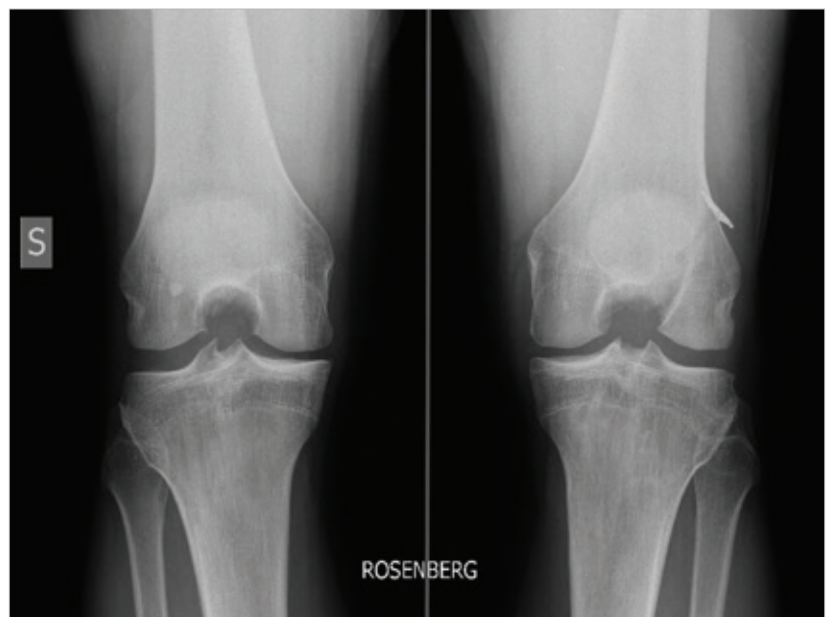


Figure 5 : L'image radiographique obtenue avec l'incidence de Rosenberg.

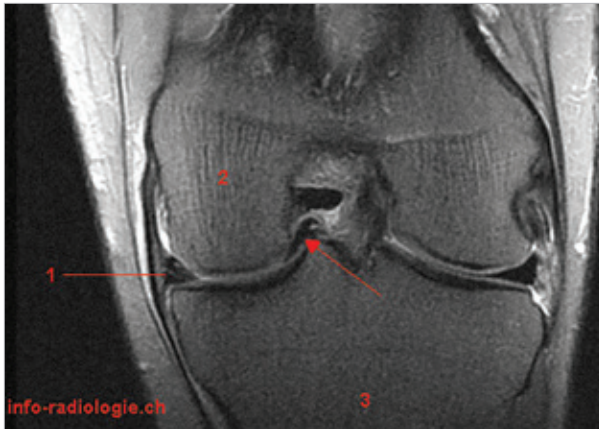


Figure 6 : IRM du genou, T2FATSAT, coupe coronale. 1 : Ménisque interne. 2 : Fémur. 3 : Tibia. **Flèche :** Languette méniscale.

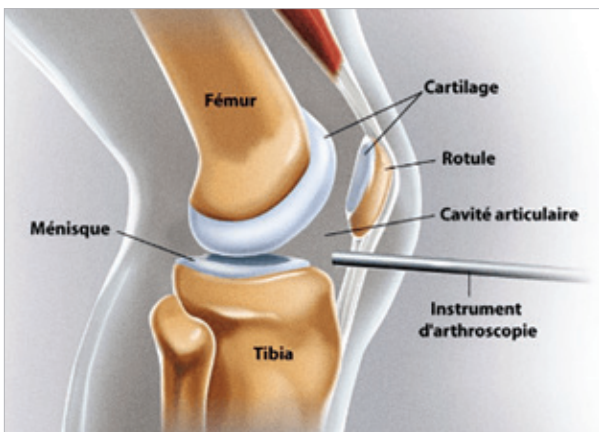


Figure 7 : La ménisectomie sous arthroscopie est une intervention orthopédique peu invasive.

graduellement ses activités sportives usuelles. Une atteinte méniscale isolée n'a pas beaucoup d'impact sur la stabilité de l'articulation tant que les ligaments ne sont pas touchés. Elle augmente cependant le risque d'arthrose à plus long terme, surtout dans le cas où on a dû faire l'ablation complète du ménisque.

Certaines lésions, surtout au ménisque externe, requièrent une chirurgie classique par arthrotomie. Le chirurgien procède, dans ces cas, à l'ouverture complète du genou. Cependant, la réparation de la plupart des lésions méniscales se font de plus en plus sous arthroscopie, une intervention beaucoup moins invasive que l'arthrotomie. Elle est réalisée sous vidéo arthroscopie. Les incisions sont effectuées à l'aide de fins instruments permettant d'enlever seulement les parties lésées du ménisque. L'intervention ne laisse que peu de cicatrices et permet une récupération plus rapide pour le patient. En orthopédie, on utilise cette technique également pour l'épaule et la cheville.

Il s'agit d'une chirurgie avec un séjour d'une à deux journées à l'hôpital suivie du port d'une attelle pendant environ six semaines. Le patient ne doit pas soulever une charge excédant 10 kg. À raison de deux à trois fois par semaine, le patient est invité à faire des exercices de physiothérapie afin de réactiver le muscle quadriceps, ce qui permettra d'augmenter l'amplitude articulaire et de diminuer le gonflement.

La reprise des activités professionnelles sédentaires peut se faire de quatre à six semaines après la chirurgie et il faut attendre de quatre à six mois s'il s'agit d'une profession requérant des efforts physiques. En ce qui concerne les activités sportives, elles peuvent être reprises après six mois et un peu moins pour le vélo, c'est-à-dire environ six semaines.

RÉFÉRENCES

- 1 – LEFIGARO.FR. Lésions du ménisque, <https://sante.lefigaro.fr/sante/maladie/menisques/quels-examens> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 2 – GENOU.COM. Les ménisques, 2011. www.genou.com (Consulté le 25 juillet 2020)
- 3 – ULTIMATEKNEES. <https://ultimateknees.com/blogs/infos/genouillere-dechirure-menisque-2020> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 4 – INFORADIOLOGIE.CH. Déchirure du ménisque en anse de seau (IRM), 2015. <https://www.info-radiologie.ch/menisque-anse-seau.php> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 5 – DR BRUNO LÉVY. Anse de seau du ménisque, 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=yq6ILZl4G14> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 6 – SWISS MEDICAL FORUM. Recommandation du groupe d'experts Genou de la Swiss Orthopaedics Traitement des lésions méniscales dégénératives, 2018. <https://medicalforum.ch/fr/article/doi/fms.2018.03207> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 7 – PASSEPORTSANTÉ. L'arthroscopie, 2020. <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/examens-medicaux-operations/Fiche.aspx?doc=arthroscopie> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 8 – CHUV SERVICE D'ORTHOPÉDIE ET DE TRAUMATOLOGIE. Déchirure du ménisque discoïde, 2019. <https://www.chuv.ch/fr/otr/otr-home/patients-et-familles/specialites-et-pathologies/chirurgie-reconstrucrice-du-genou/ce-que-nous-faisons/les-lesions-des-menisques/dechirure-du-menisque-discoide/> (Consulté le 25 juillet 2020)

FIGURE

- 1 – Chirurgie du sport. Anatomie du genou. http://chirurgiedusport.com/Anatomie-GENOU-generaliteAnatomie_du_genou__ligament_croise_anterieur__ligament_interne_et_externer__menisque___schema_du_genou_-f1-c-2327-sc-36-a-760116.html (Consulté le 25 juillet 2020)
- 2 – Swiss medical forum. Traitement des lésions méniscales dégénératives. <https://medicalforum.ch/fr/article/doi/fms.2018.03207> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 3 – Chirurgiedugenou. Chirurgie spécialisée du genou. <http://www.chirurgiedugenou.net/osteotomie.html> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 4 – G. Montanari. Diagnostic use of Rosenberg X-ray projections and Prone Knee View (PKV), to help defining anterior cruciateligament (ACL) injuries, in athletes. ESSR 2013
- 5 – G. Montanari. Diagnostic use of Rosenberg X-ray projections and Prone Knee View (PKV), to help defining anterior cruciateligament (ACL) injuries, in athletes. ESSR 2013
- 6 – Info-radiologie. Déchirure du ménisque en «anse de seau» (IRM). <https://www.info-radiologie.ch/menisque-anse-seau.php> (Consulté le 25 juillet 2020)
- 7 – Ultimateknees. Le ménisque, un amortisseur de chocs. <https://ultimateknees.com/blogs/infos/genouillere-dechirure-menisque-2020> (Consulté le 25 juillet 2020)



Le lymphœdème :

Le diagnostic précoce, une responsabilité de tous les professionnels

**Qu'est-ce qu'on devrait savoir de cette maladie ?
Comment minimiser les risques et ses impacts ?**



Claudia Z-Sabat,
Pht, TLC (CS)

L'Hôtel Dieu de Québec
- CHU de Québec,
Université Laval

Les enjeux auxquels doivent faire face les professionnels et les patients

Bien que le lymphœdème soit assez facile à identifier lorsque la maladie est présente dans un état avancé, peu de professionnels peuvent le reconnaître tout au début. C'est pour cette raison que l'éducation, autant des patients que de l'équipe traitante, est cruciale afin de favoriser une prise en charge précoce afin de bien contrôler la maladie.

Quand on parle de lymphœdème, de quoi parle-t-on ?

Le lymphœdème est une accumulation de liquide riche en protéines dans l'espace interstitiel et les tissus sous-cutanés. Il est dû à une surcharge ou à une insuffisance du système lymphatique. Il se manifeste par un œdème qui peut se présenter dans diverses régions du corps.

Les membres inférieurs et les membres supérieurs sont habituellement plus affectés. **(Figure 1)** Toutefois, le lymphœdème peut se manifester dans n'importe quelle autre partie du corps, telle que le visage, le cou, le tronc, l'abdomen ou les organes génitaux. **(Figure 2)** L'enflure peut être interne comme dans certains cas de lymphœdèmes de la tête et du cou.

Le lymphœdème est une maladie chronique avec des impacts significatifs sur la qualité de vie. La diminution de la mobilité, les difficultés psychosociales,

**Le lymphœdème
est une maladie
chronique avec
des impacts
significatifs sur
la qualité de vie.**

ZONE D'IRRADIATION / TYPE DE CANCER	INCIDENCE DE LYMPHŒDÈME
Irradiation mammaire / paroi thoracique	14,5%
Irradiation mammaire / thoracique et supra-claviculaire	31,5%
Irradiation mammaire / thoracique, supra-claviculaire et axillaire postérieure	41,4%
Cancer génito-urinaire	16%
Cancer gynécologique	34%
Mélanome	50%

Tableau 1 : L'impact de la radiothérapie en lien avec le lymphœdème.



Figure 1 : Lymphœdème proximal du membre inférieur droit à la suite d'un cancer gynécologique.

l'altération de l'image corporelle, les coûts économiques liés à la maladie ne sont que quelques exemples auxquels sont confrontés les patients.

Les types de lymphœdème

Il y a deux types de lymphœdème :

- primaire : il est provoqué par des facteurs héréditaires ou congénitaux;
- secondaire : il résulte du dommage causé au système lymphatique.

Dans les pays occidentaux, les causes plus fréquentes sont l'ob sitt  (IMC > 40), l'insuffisance veineuse, les différents types de cancer et ses traitements (ablation ganglionnaire, radiothérapie [Tableau1], certaines sortes de chimiothérapie), les interventions chirurgicales non liées au cancer (arthroplastie du genou ou de la hanche, pontages), les traumatismes, l'immobilité (paralysie ou immobilisation) et les infections.

La filariose (parasite transmis par un moustique) est la principale responsable dans les pays en voie de développement présentant un climat tropical.

Quels sont les stades de la maladie ?

Pour déterminer la sévérité du lymphœdème, on peut utiliser la classification de l'International Society of Lymphology. (Tableau 2) Cette classification comprend différents stades. (Figures 3 et 4)

Le lymphœdème peut être classifié aussi selon le volume. (Tableau 3) (Figure 5)

Le diagnostic clinique

Il n'y a pas de consensus en ce qui concerne le diagnostic, mais en clinique, ces quatre critères sont habituellement utilisés : 2 cm de différence dans la circonférence, 200 ml de différence dans le volume, 10% de changement dans le volume et sensation d'enflure et de lourdeur.



Figure 2 :  d me scrotal.

STADE	CARACTÉRISTIQUES
0 latente	Diminution de la capacité de transport. Aucun œdème.
1 réversible	Godet (+) Accumulation de protéines, réversible avec l'élévation, pas d'œdème le matin, augmentation avec l'activité, la chaleur et l'humidité. Symptômes de lourdeur, d'inconfort ou de serrement, fatigue, douleur.
2 Irréversible spontanément	Godet (-) Non réversible avec l'élévation. Présence de fibrose, changements a/n de la peau. Signe Stemmer (+), infections probables.
3 Éléphantiasis	Signe de Stemmer (+) Changements majeurs du volume et de la texture de la peau.

Tableau 2: Le stade du lymphœdème et ses caractéristiques.

SÉVÉRITÉ DU LYMPHŒDÈME	VOLUME
Minimal	< 20%
Modéré	[20-40]%
Sévère	> 40%

Tableau 3: Le niveau de sévérité du lymphœdème selon le volume.

Bien que ces critères soient très utiles afin de déterminer un lymphœdème du membre supérieur ou du membre inférieur, il est moins évident de faire la distinction quand il s'agit d'un lymphœdème secondaire à un cancer gynécologique. Il faut prendre en compte qu'il puisse être dû à une dissection ou à une irradiation des ganglions lymphatiques para-aortiques, pelviens ou inguinaux. Dans ce cas, la manifestation de l'œdème est souvent bilatérale et proximale, débutant au niveau de la cuisse et descendant vers le mollet et le pied.

Des particularités à prendre en considération

Le lymphœdème secondaire à un cancer peut se développer immédiatement post-chirurgie, ou bien des semaines, des mois et

même des années plus tard. Le plus souvent, la présence du lymphœdème se révèle à l'intérieur des deux premières années qui suivent chirurgie.

Voir ci-après un exemple dont il faut souligner quelques singularités :

- + Patient/patiente qui présente des antécédents de chirurgie d'ablation ganglionnaire/ radiothérapie.
- + Pas d'œdème le matin.
- + Sensation de lourdeur, de serrement ET d'œdème le soir.
- = Pensez à la possibilité d'un lymphœdème. Référez.

Quels sont les impacts sur la qualité de vie liés au lymphœdème ?

Les déficiences physiques produites par le lymphœdème peuvent inclure une augmentation du volume



Figure 3: Œdème à Godet.



Figure 4: Signe de Stemmer (indicateur de fibrose).

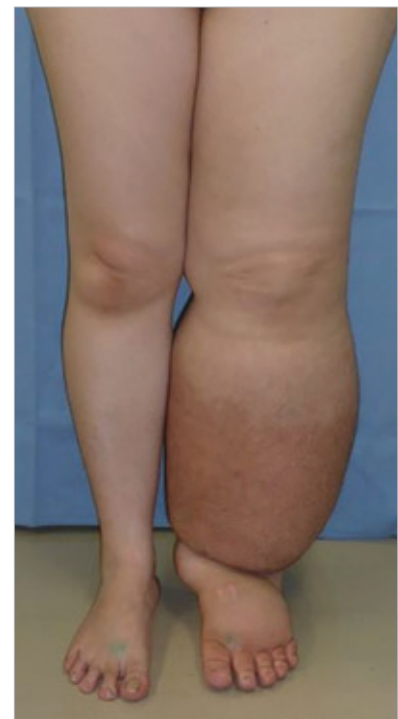


Figure 5: Œdème sévère.

de la zone affectée; une sensation d'inconfort, de serrement, de lourdeur; l'altération de la posture; des déficits neuromusculaires; l'altération du patron de marche; une diminution de l'amplitude articulaire; une diminution de la tolérance à la position debout; des complications cutanées (fibrose, kératose, papillomes, verrues, etc.) Toutes ces déficiences pourraient conduire à une restriction des activités de la vie quotidienne (AVQ) et des activités de la vie domestique (AVD).

La dissection ganglionnaire et la radiothérapie aux plans cervical et supra-claviculaire peuvent provoquer un œdème secondaire.

Un œdème des paupières peut affecter les tâches en lien avec la vision (lire, écrire, conduire, marcher). Quand l'œdème se manifeste au niveau des lèvres ou de la langue, le patient aura des problèmes pour mastiquer ou avaler. Parler peut être difficile, même pour certains patients ayant subi une laryngectomie totale et qui présentent un œdème sévère submentonien et dans la région antérieure du cou; la respiration également peut être perturbée.

Bien que l'aspect esthétique ne soit pas abordé dans cet article, il faut considérer que celui-ci peut créer des problèmes psychosociaux et émotionnels.

Le traitement du lymphœdème

Le traitement pour le lymphœdème comprend les soins de la peau et les précautions des infections, la compression (bandages multicouches, vêtements compressifs), le drainage lymphatique manuel et l'exercice. Ce traitement est fourni par des thérapeutes certifiés en thérapie décongestive combinée (TDC), ou la méthode Vodder. Dans certains cas de lymphœdèmes très spécifiques, la chirurgie peut être une option.

Le but ultime du traitement est l'auto prise en charge par le patient ou la patiente. (Figure 6)

Bref, le lymphœdème ne se prévient pas, mais une prise en charge précoce peut permettre un bon contrôle de la maladie tout en améliorant la qualité de vie.

Cordon axillaire, une condition à ne pas oublier

Le cordon axillaire est une affection courante chez les patientes qui ont subi une lymphadénectomie axillaire. Bien qu'il soit très fréquent après une chirurgie du cancer du sein, il peut se manifester aussi chez les patients ayant eu un autre type de pathologie, soit un traumatisme, une infection, une lymphadénectomie du ganglion sentinelle ou une dissection ganglionnaire à la suite d'un mélanome.

Le cordon axillaire peut être unique ou multiple, palpable comme une bande au niveau du tissu sous-cutané, plus fréquent dans la région axillaire, mais il peut s'étendre jusqu'au bras ipsilatéral, au coude, à l'avant-bras ou à la paroi thoracique. Il est mis en évidence en position d'abduction avec le coude en extension, mais dans certains cas, il n'est pas visible. Le diagnostic est généralement clinique. Il inclut l'histoire de la patiente, les symptômes, l'inspection visuelle et la palpation. (Figure 7)

L'abduction à l'épaule est fréquemment douloureuse et les patientes peuvent présenter une diminution de l'amplitude articulaire à l'épaule en abduction et en flexion du côté affecté. Le cordon axillaire se manifeste de deux à huit semaines après la chirurgie, mais il peut se développer également des mois ou des années plus tard. L'incidence est plus élevée chez les patientes avec une faible masse corporelle qui sont jeunes, qui font de l'exercice plus vigoureux et qui ont subi une chirurgie plus extensive. Il n'y a pas d'évidence que l'incidence du cordon axillaire serait augmentée par le lymphœdème.

Une référence en physiothérapie pour récupérer la mobilité articulaire et diminuer la douleur est conseillée. En certains cas, il faut faire le diagnostic différentiel avec la maladie de Mondor, celle-ci caractérisée par une thrombose d'une veine superficielle au niveau du sein ou de la paroi thoracique. Dans la maladie de Mondor, le cordon est fréquemment plus tendre et plus épais qu'un cordon axillaire.



Figure 6: Mélanome métastatique, masse non résécable au niveau distal du bras droit avant et après deux semaines de traitement avec des bandages multicouches.

Apprendre à bien reconnaître un cordon axillaire et un lymphœdème en lien avec de différents types de cancers est un défi à relever.

L'incidence moyenne du lymphœdème lié au cancer

TUMEURS	INCIDENCES
Tous les cancers	15%
Cancer du sein	18%
Mélanome	18% extrémité inférieure, 3% extrémité supérieure
Gynécologique	20% utérin, cervical, vulvaire
Génito-urinaire	10% prostate, vessie, pénis
Sarcome	30%
Tête et cou	4%

Tableau 4: L'incidence moyenne du lymphœdème lié au cancer

En guise de conclusion

Il ne faut pas oublier qu'une prise en charge précoce permet un bon contrôle de la maladie, tout en augmentant les chances de réussir à avoir une excellente qualité de vie. Puisqu'une fois la maladie avancée, de complications connues pourraient souvent apparaître chez le patient: fibrose sous-cutanée, inflammation chronique, ulcération de la peau, papillome, cellulite, etc.

Apprendre à bien reconnaître un cordon axillaire et un lymphœdème en lien avec de différents types de cancers est un défi à relever. **Référentiel et diagnostiquer** sont les mots d'ordre. Une pratique interdisciplinaire qu'on devrait être un réflexe dans les centres spécialisés d'oncologie. Éducation, dépistage et traitement précoce sont les facteurs clés pour minimiser les impacts du lymphœdème.



Figure 7: Cordon axillaire.

RÉFÉRENCES

Electra D. Paskett, Julie A. Dean, Jill M. Oliveri, and J. Phil Harrop, *Cancer-Related Lymphedema Risk Factors, Diagnosis, Treatment, and Impact: A Review*, Journal of Clinical Oncology, volume 30, number 30, 2012.

Joachim E. Zuther, Steve Norton, *Lymphedema Management, The Comprehensive Guide for Practitioners*, Fourth Edition, 2018.

LA Koehler, TC Haddad, DW Hunter, TM Tuttle, *Axillary web syndrome following breast cancer surgery: symptoms, complications, and management strategies*, Breast Cancer - Targets and Therapy, 2019.

Lisa A. Mullen, Susan C. Harvey, *Review of axillary web syndrome: What the radiologist should know*, European Journal of Radiology 113 (2019) 66-73.

Nicoletta Biglia, Valentina Zanfagnin, Alberto Daniele, Elisabetta Robba, Valentina E Bounous, *Lower Body Lymphedema in Patients with Gynecologic Cancer*, Review Anticancer Res, Affiliations, Free article, PMID:28739682 DOI:10.21873/anticancer.11785, 2017 Aug; 37(8):4005-4015.

Simona F. Shaitelman, MD, EdM, Kate D. Cromwell, MS, MPH, John C. Rasmussen, PhD, Nicole L. Stout, DPT, CLT-LANA, Jane M. Armer, RN, PhD, FAAN, Bonnie B. Lasinski, MA, PT, and Janice N. Cormier, MD, MPH2, *Recent Progress in Cancer-Related Lymphedema Treatment and Prevention*, CA Cancer J Clin., PMID: PMC4808814, NIHMSID: NIHMS766093, PMID: 25410402, Published in final edited form as: Jan-Feb; 65(1): 55-81. Published online 2014 Nov 19. doi: 10.3322/caac.21253, Author manuscript; available in PMC 2016 Mar 28.

FIGURES

1, 2, 3, 6 – Banque personnelle de l'autrice, CHU de Québec-Université Laval

4 – Revue médicale suisse

5 – ja.wikipedia.org

7 – www.stepup-speakout.org Kate Robers

TABLEAUX

1 – Données extraites de l'article "Recent Progress in Cancer-Related Lymphedema Treatment and Prevention", Simona F. Shaitelman, et al.

2 – Tableau adapté de la classification de l'International Society of Lymphology (ISL).

3 – Joachim E. Zuther, Steve Norton.

4 – Shaitelman et Coll, 2015.



Traiter une cible en mouvement :

planification, traitement et validation pour le cancer du poumon traité en stéréotaxie

Gérer la respiration dans la planification et le traitement de la radiothérapie stéréotaxique du poumon.



Liane Turgeon,
t.r.o.

Coordonnatrice
en dosimétrie



Laurence Roy,
t.r.o.

Secteur dosimétrie



Jason St-Hilaire
Ph. D.

Physicien médical

Département
de radio-oncologie
de l'Hôtel-Dieu
de Québec

CHU de Québec –
Université Laval

Introduction

En septembre 2013, deux de nos collègues ont publié dans la revue *ÉchoX* un article portant sur la gestion de la respiration dans le traitement du cancer du poumon à visée curative[1]. Depuis, l'évolution de la technologie en radio-oncologie a permis d'améliorer nos pratiques pour chacune des étapes de la prise en charge des patients, allant de la simulation au traitement, en passant par la dosimétrie.

Le département de radio-oncologie du CHU de Québec – Université Laval a également mis en place, depuis 2013, une technique de traitement pour les cancers du poumon de stade précoce et les oligométastases pulmonaires. Dans le présent article, nous allons donc nous concentrer sur la radiothérapie stéréotaxique ou SBRT (*stereotactic body radiation therapy*). Cette technique est une alternative thérapeutique de haute précision

chez les patients atteints d'un cancer bronchique de stade précoce et permet une intensification thérapeutique chez les patients oligométastatiques. Les équipements à la fine pointe dont nous disposons nous permettent, entre autres, d'avoir une meilleure immobilisation du patient, de pouvoir évaluer le mouvement interne et d'en tenir compte lors de la planification ainsi que lors du traitement.

Problématique

La radiothérapie stéréotaxique du poumon est définie comme étant une modalité de radiothérapie externe hypofractionnée, guidée par imagerie, hautement conformationnelle et précise, qui consiste à irradier une cible mobile à haute dose avec un petit nombre de fractions. Les prescriptions sont typiquement de 10 à 13 Gy par jour, pour 4-5 jours. L'utilisation de très hautes doses pour cibler des

tumeurs mobiles pose toutefois des défis importants. Afin d'assurer une irradiation sécuritaire et reproductible, nous devons tenir compte de certaines problématiques. Un ensemble de stratégies peuvent être mises au point en ce qui a trait à la planification du traitement et au ciblage de la tumeur (immobilisation du patient, systèmes d'asservissement respiratoire, ciblage de la tumeur en temps réel). Les stratégies utilisées doivent permettre de ne pas manquer une partie de la cible et aussi d'éviter les risques de complications. La **Figure 1** montre l'effet de la respiration sur la génération de marges de traitement, ainsi que la problématique de l'erreur de ciblage si la respiration n'est pas considérée dans la création des contours.

Plusieurs études se sont penchées sur le sujet du mouvement tumoral avec la respiration. En 2006, un groupe de travail de l'American Association of Physicists in Medicine (AAPM) a recueilli l'information sur vingt études différentes. Le mouvement moyen ayant été observé pouvait atteindre 1 cm dans les directions antéro-postérieure et latérale et 2 cm dans la direction tête-pieds. Dans certains cas, le mouvement était supérieur à 3 cm. Dans ses conclusions, le groupe recommande la mesure du déplacement tumoral pour tous les patients pour lesquels le mouvement respiratoire peut être un enjeu. Il recommande également qu'un physicien médical qualifié procède à la mise en place de procédures au plan de la simulation, de la planification et du traitement, ainsi que la création d'un programme d'assurance-qualité approprié[2].

Il est possible de gérer la respiration de plusieurs façons. La **Figure 2** montre trois différentes approches à la définition des marges de sécurité pour la création du PTV (*planning target volume*, volume cible planifié). Pour la première méthode, la cible est imagée à une phase arbitraire de la respiration. Des marges importantes doivent être appliquées pour tenir compte d'un mouvement réel inconnu : ces marges sont dérivées de calculs statistiques sur plusieurs cas et pourraient ne pas inclure tout le mouvement pour un patient en particulier. La seconde méthode fait appel au concept de l'ITV (*internal target volume*, volume cible interne) pour définir tous les mouvements possibles du volume tumoral, avant d'appliquer des marges liées à l'incertitude sur le positionnement. La troisième méthode suppose que le traitement sera donné à une phase spécifique de la respiration (ici, l'expiration) et permet ainsi de réduire grandement les marges de sécurité. Cependant, le traitement doit absolument être donné durant cette phase de la respiration et la trajectoire de la tumeur ne doit pas varier durant les fractions ainsi qu'entre les fractions.

L'imagerie de simulation

Lors du premier rendez-vous du patient, des examens tomographiques (TDM) sont réalisés, des repères à la peau et ainsi que sur l'accessoire de positionnement

Les stratégies utilisées doivent permettre de ne pas manquer une partie de la cible et aussi d'éviter les risques de complications.

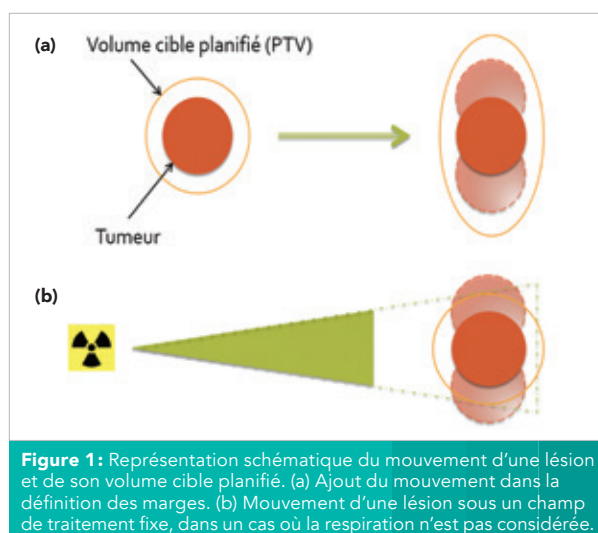


Figure 1 : Représentation schématique du mouvement d'une lésion et de son volume cible planifié. (a) Ajout du mouvement dans la définition des marges. (b) Mouvement d'une lésion sous un champ de traitement fixe, dans un cas où la respiration n'est pas considérée.

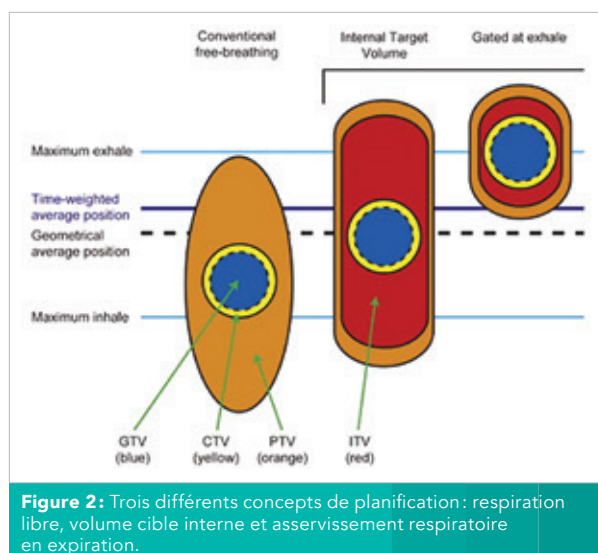


Figure 2 : Trois différents concepts de planification : respiration libre, volume cible interne et asservissement respiratoire en expiration.

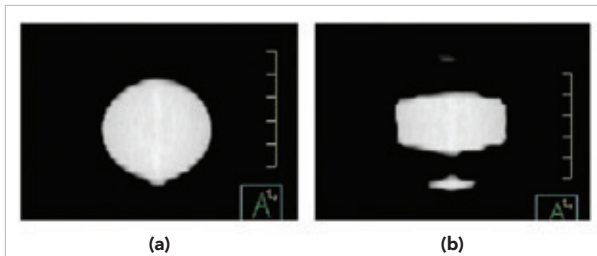


Figure 3 : Comparaison de deux images TDM d'une lésion sphérique. (a) TDM avec une lésion statique; (b) TDM sur une lésion qui bouge de 2 cm sur une période de 4 secondes.

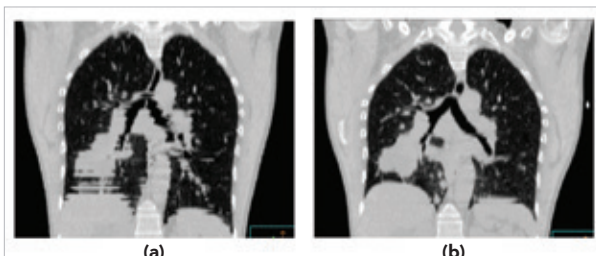


Figure 4 : Artéfacts d'imagerie sur la région du diaphragme, causés par le mouvement. (a) TDM en respiration libre; (b) TDM acquis en phase d'expiration.



Figure 5 : Ceinture de compression abdominale.

sont effectués vis-à-vis la région traitée. Durant cette étape, une immobilisation personnalisée de type VacLok est conçue pour assurer un confort raisonnable au patient et une stabilité de son positionnement. Le but est d'assurer une reproductibilité tout au long de la série d'examen de préparation ainsi que durant toute la série de traitements. Lors de la fabrication des moyens d'immobilisation, nous devons tenir compte de plusieurs facteurs, notamment la mobilité du patient, la localisation de la tumeur, le dégagement des entrées des faisceaux, les contraintes liées aux appareils de planification et aux appareils de traitement.

Pour la série d'examen TDM, nous devons prendre en considération le mouvement interne de l'anatomie. En effet, la tumeur et les tissus sains à protéger peuvent bouger avec la respiration, alors que les images TDM sont statiques. Un exemple de distorsion liée au mouvement est présenté à la **Figure 3**. Lorsque la cible est immobile, les images acquises montrent une forme presque ronde. Cependant, lors d'un TDM standard d'une lésion mobile, certaines parties de la lésion sont capturées à des moments différents de la respiration, ce qui peut causer des artéfacts de mouvement importants. La même chose peut survenir pour d'autres parties de l'anatomie, comme dans la région du diaphragme. (**Figure 4**)

Il est également possible d'acquérir un TDM en « mode 4D ». Dans un 4D-TDM, les paramètres d'acquisition des images sont ajustés pour suivre le cycle respiratoire du patient. L'acquisition est plus lente, car on ajuste le pas (*pitch*) pour s'assurer que la tumeur soit vue par les détecteurs durant au moins un cycle respiratoire.

Au CHU de Québec – Université Laval, deux options s'offrent à nous :

1. La ceinture de compression abdominale réduisant le mouvement respiratoire

Les mouvements causés par la respiration pendant l'acquisition des images TDM et lors de l'irradiation peuvent être limités par un système de compression du diaphragme mis en place avant chaque séance. (**Figure 5**) La ceinture de compression est placée dans la partie supérieure de l'abdomen. Elle comporte un ballon qui est gonflé grâce à une pompe, créant ainsi une certaine pression et réduisant les mouvements du diaphragme tout en permettant une respiration normale limitée.

2. Le système RPM pour l'acquisition d'un 4D-TDM

Le système RPM de Varian est un logiciel indépendant au TDM. Il permet de faire correspondre les images acquises à un signal représentant la respiration. Grâce à un cube réflecteur placé sur l'abdomen du patient, une caméra infrarouge capte le mouvement des points réfléchissants du cube et suit son mouvement dans le temps. Cela génère un signal qui représente la respiration et qui est utilisé pour associer chaque image du TDM à une phase respiratoire. (**Figure 6**) Ce système est également présent en salle de traitement pour permettre de traiter dans une phase respiratoire spécifique.

Après l'acquisition, il est possible de reconstruire un certain nombre de séries d'images (souvent dix), chacune correspondant à une portion du cycle respiratoire. Nous pouvons également reconstruire un scan d'intensité maximale (MIP, *maximum intensity projection*) ou d'intensité moyenne (MOY) avec la valeur maximale ou moyenne des tons de gris pour chaque pixel. Cette dernière reconstruction est particulièrement utile, car elle sera utilisée pour le calcul de dose lors de la planification.

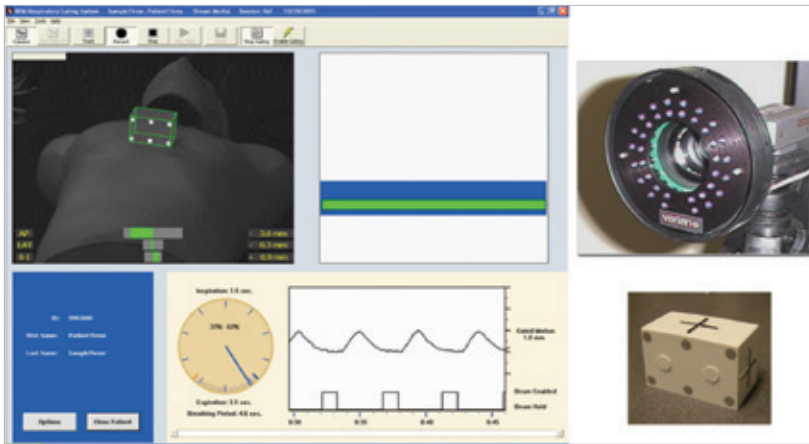


Figure 6 : Interface du logiciel RPM de Varian, caméra infrarouge et cube réflecteur.

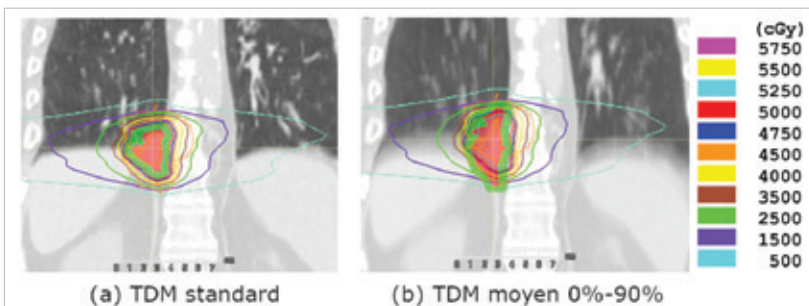


Figure 7 : Plan de traitement réalisé sur un TDM standard et calculé sur (a) le TDM standard et (b) le TDM moyen sur les phases 0% à 90%.

**Sans l'apport
du 4D-TDM, nous
n'aurions pas
pu envisager de
traitements à
haute dose comme
en radiothérapie
stéréotaxique.**

La planification dosimétrique

Les techniques de traitement utilisées pour le cancer du poumon sont la modulation d'intensité en champs fixes (*step-and-shoot*) ou l'arcthérapie (VMAT). La technique appropriée est choisie en fonction du type de traitement, de l'impact sur les organes à risque, ainsi que de l'emplacement et du mouvement du volume cible.

En radiothérapie stéréotaxique pulmonaire, utilisée pour les plus petits volumes localisés sans atteinte ganglionnaire, inopérables et à traiter à haute dose, la technique choisie est l'arcthérapie. Elle permet d'être très conforme sur le PTV et d'éviter beaucoup plus facilement les organes à risque à proximité. C'est en partie pour ce type de traitement que le 4D-TDM prend tout son sens: à haute dose, il est primordial de bien immobiliser le patient, de suivre le mouvement

de la maladie et de diminuer au maximum la radiation dans les tissus et organes sains.

L'étape suivant la prise des images de simulation est l'évaluation de l'amplitude du mouvement tumoral dû à la respiration. Dans notre pratique au CHU de Québec-Université Laval, lorsque celle-ci est inférieure à 1 cm, l'ensemble des phases respiratoires est considéré et le calcul de dose est effectué sur le TDM moyen (MOY 0% – 90%). Si l'amplitude est supérieure à 1,5 cm, les phases entre 30% et 60% sont employées (MOY 30% – 60%) puisqu'elles se situent autour de l'expiration. Le traitement sera asservi par la respiration (*gating*). Si l'amplitude est entre 1 et 1,4 cm, une décision clinique est prise par le médecin traitant selon l'état de santé du patient, de la taille de la lésion ainsi que des risques aux organes à proximité.

Le choix du TDM à utiliser pour la planification dosimétrique est important. Les volumes peuvent être très différents d'un à l'autre. La **Figure 7** montre une comparaison pour un plan généré sur un scan rapide standard, et le même plan recalculé sur le scan moyen des phases 0% à 90%.

Il est intéressant de voir la différence de couverture sur le volume cible planifié (en vert) en tenant compte du mouvement. La **Figure 8** montre les histogrammes dose-volume (HDV) comparant les deux plans. Un graphique idéal de couverture serait une ligne verticale. Clairement, si le mouvement n'est pas considéré, nous remarquons que la couverture des volumes cibles est nettement diminuée. Pour ce traitement de 50 Gy en cinq fractions, seulement 50% du PTV reçoit la dose de prescription au lieu du 90% visé lors de la planification.

Avant l'avènement de la 4D-TDM, la pratique clinique était d'utiliser des marges importantes pour le PTV, tel qu'il a été vu à la **Figure 2**. Maintenant, comme la définition des volumes cibles est plus près de la réalité, les marges

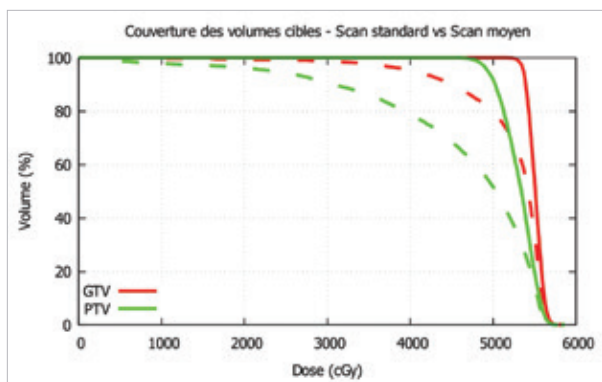


Figure 8 : Histogrammes dose-volume de la couverture du volume cible (GTV, en rouge) et du volume cible planifié (PTV, en vert). Les lignes pleines correspondent au TDM standard (Figure 7 a) et les lignes pointillées au scan moyen (Figure 7 b)

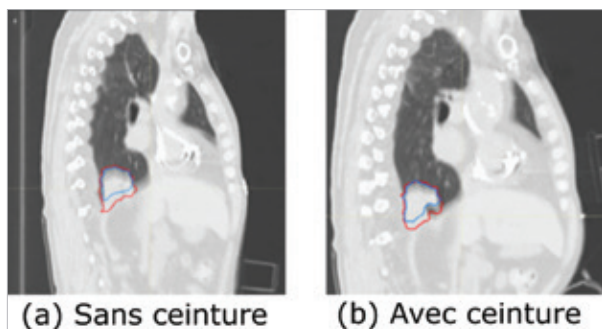


Figure 9 : Différence dans les contours de lésions pour des images tomодensitométriques prises sans ceinture de compression (a) ou avec ceinture de compression (b) (en bleu : contour sur les phases 30% à 60%; en rouge : contour sur les phases 0% à 90%)

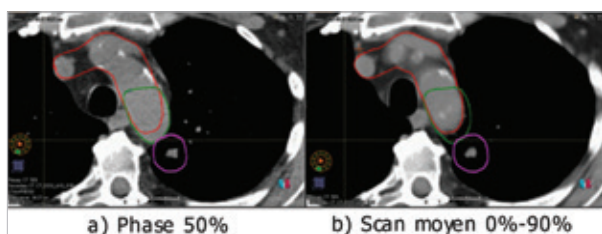


Figure 10 : Mouvement de l'aorte avec la respiration (en rouge : aorte délinée sur le TDM moyen; en rose : volume cible planifié; en vert : portion de l'aorte incluant son mouvement en expiration.)

de PTV peuvent être réduites. Sans l'apport du 4D-TDM, nous n'aurions pas pu envisager de traitements à haute dose comme en radiothérapie stéréotaxique.

Au début de notre pratique en radiothérapie stéréotaxique, l'accélérateur linéaire employé (Varian Trilogy) avait un débit de dose maximal de 600 unités moniteurs par minute à 6 MV. Puisqu'en asservissement respiratoire, le faisceau n'est actif que durant une partie du cycle, le temps total de traitement pouvait augmenter de façon importante. Maintenant, avec le Varian TrueBeam, nous avons l'opportunité d'utiliser un faisceau de photons sans filtre égalisateur (FFF). Ce type de

faisceau compense le problème du temps de traitement par un débit de dose maximal plus élevé, soit 2400 unités moniteurs par minute à 10 MV. Nous pouvons également faire de l'arcthérapie asservie à la respiration, ce qui diminue davantage le temps de traitement.

Parmi les outils dont nous disposons, la compression abdominale peut être demandée lors de la planification par le médecin traitant. Deux examens TDM, avec et sans ceinture, sont alors effectués et comparés pour évaluer son utilité. Généralement, cet outil est plus bénéfique pour les lésions aux lobes inférieurs, mais parfois aussi pour celles aux lobes supérieurs.

La **Figure 9** montre deux exemples d'images TDM et les contours associés. Au départ, le mouvement était de 1,6 cm, mais a été réduit à 0,9 cm avec la ceinture. Dans ce cas, il a été décidé de traiter le patient avec ceinture de compression. Cependant, le gain observé n'est pas toujours aussi grand : nous avons remarqué que chez certains patients, l'amplitude du mouvement augmente avec la compression abdominale puisque le patient compense la restriction par une respiration plus thoracique. Dans ces situations, la planification se fait sur le scan TDM sans ceinture, avec ou sans asservissement respiratoire.

Au moment de la planification dosimétrique, il peut être décidé de délinéer certains organes à risque en suivant leur mouvement avec la respiration, comme il est fait pour les lésions à traiter. L'examen TDM représentant une moyenne du mouvement au fil de la respiration, nous observons un flou sur l'image qui prend de l'importance avec l'amplitude du mouvement. Il est donc important de discuter entre intervenants (technologues, médecins, physiciens) afin d'identifier ces organes et de limiter la dose qu'ils reçoivent. Ceci est principalement fait dans les cas de retraitement et pour les tumeurs centrales (près des gros vaisseaux, œsophage, arbre bronchique).

La **Figure 10** démontre un tel exemple. Ici, une portion de l'aorte peut se retrouver plus près de la zone à traiter lorsque le patient est dans sa phase d'expiration. Pour limiter la dose à cet organe à risque, un contour additionnel a été effectué et la dose reçue à cet endroit a été minimisée par le technologue en dosimétrie dans son plan de traitement. Il est vital que cette information soit communiquée à l'équipe des technologues au traitement qui s'en serviront lors du recalage des images de positionnement du patient.

Le traitement

L'inclusion de la respiration dans la planification a des impacts au moment du traitement. Il peut y avoir trois possibilités :

1. Le patient est traité en respiration libre.
2. Le patient est traité en asservissement respiratoire.
3. Le patient est traité avec une ceinture de compression abdominale.

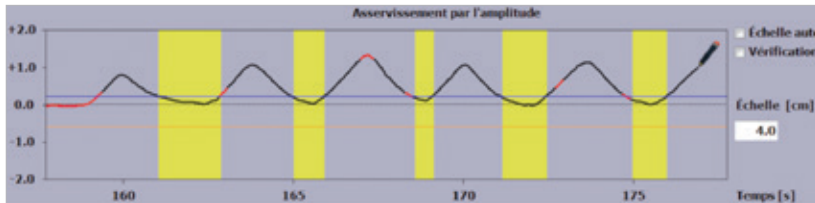


Figure 11: Représentation de la respiration d'un patient sur l'écran de la console du TrueBeam. La fenêtre d'asservissement respiratoire est délimitée par les lignes bleue et orange. Les zones en jaune sont celles où le faisceau de radiation est activé.

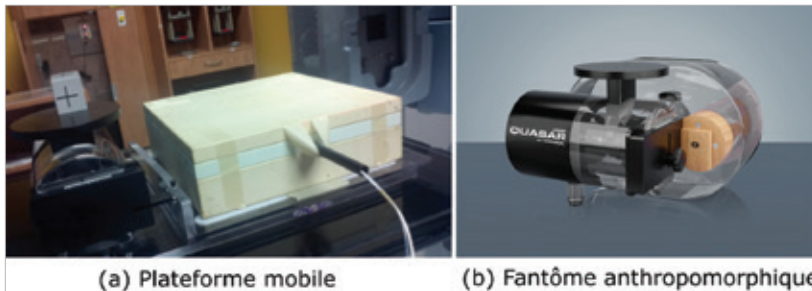


Figure 12: (a) montage d'eau solide sur Fantôme QUASAR plateforme; (b) fantôme QUASAR anthropomorphe.

La mise en place de toutes ces techniques ne se ferait pas sans une communication exemplaire entre les différents intervenants.

Dans tous les cas, le patient est placé sur la table en alignant les marqueurs avec les lasers de positionnement. Ensuite, les techniciens installent la ceinture de compression ou le cube réflecteur, selon le cas.

Une imagerie pré-traitement par CBCT (*cone-beam computed tomography*, TDM à faisceau conique) est réalisée pour placer l'isocentre au bon endroit. La stratégie de positionnement pour la radiothérapie stéréotaxique dépend de la façon dont la respiration a été gérée en planification. Puisque le CBCT n'est pas corrélé

avec la respiration, l'image produite ressemble davantage à une moyenne temporelle sur toutes les phases respiratoires. Pour les cas en respiration libre ou en compression abdominale, les lésions à traiter coïncident en position et en taille; cependant, en asservissement respiratoire, la référence provient d'un TDM reconstruit en moyennant seulement les phases autour de l'expiration. Dans ce cas, les techniciens combinent l'utilisation des contours faits sur les images TDM MOY 0% – 90% et MOY 30% – 60% pour réaliser le recalage. **(Figure 9)**

L'asservissement respiratoire est une fonction bien intégrée dans le système du TrueBeam. Une fois le traitement prêt à commencer, les techniciens à la console démarrent la période d'apprentissage durant laquelle le système étudie la respiration du patient en suivant le cube réflecteur. Lorsqu'il est déterminé que la respiration est régulière, le signal s'affiche à l'écran. Il est alors possible d'ajuster la fenêtre de traitement pour qu'elle coïncide avec le plateau d'expiration. **(Figure 11)**

En cours de traitement, le faisceau de radiation n'est activé que lorsque le signal respiratoire est à l'intérieur de la fenêtre. Pour un traitement dynamique comme l'arc-thérapie, cela signifie que le bras de l'appareil cesse de tourner lorsque la respiration sort de la plage désirée. Le bras recule alors un peu pour ensuite reprendre l'irradiation à la prochaine respiration.

Il est également possible de gérer le mouvement du patient pendant son traitement grâce à la technologie de la radiothérapie guidée par la surface[4]. À notre centre, nous avons accès au système AlignRT de VisionRT. Par un système de caméras, les techniciens peuvent valider si le patient reste immobile durant son traitement. En cas d'écart, le faisceau de radiation peut être automatiquement suspendu et reprendre lorsque le patient retourne à l'intérieur des tolérances de déplacement maximal. Bien que le système ne fasse pas d'asservissement respiratoire proprement dit, c'est un autre outil dont disposent les techniciens pour assurer un traitement optimal du patient.

L'assurance de la qualité

Pour garantir la qualité des images 4D-TDM ainsi que celle du traitement asservi à la respiration, le médecin a la responsabilité d'établir un programme d'assurance-qualité adapté à la réalité clinique. Il y a plusieurs points qui doivent être vérifiés,

notamment la justesse de l'acquisition du signal respiratoire, la synchronicité entre la respiration du patient et l'activation du faisceau de radiation, ainsi que l'exactitude de la dose émise par l'appareil de traitement.

Puisque ces mesures doivent être effectuées en l'absence du patient, le physicien a recours à divers outils pour simuler une situation réelle. Des dispositifs appelés fantômes servent à recréer des conditions cliniques; certains sont dits anthropomorphiques, c'est-à-dire qu'ils imitent le corps humain. La Figure 12 montre deux exemples de fantômes utilisés pour les mesures.

La mesure de la dose de radiation émise par l'accélérateur linéaire peut s'effectuer grâce à une chambre à ionisation, un petit détecteur cylindrique inséré dans un fantôme. La radiation vient ioniser l'air situé à l'intérieur de la chambre à ionisation et le courant électrique ainsi généré sert ensuite à calculer la dose déposée à cet endroit. Dans le montage à gauche de la Figure 12, la plateforme peut se déplacer longitudinalement sous le faisceau de radiation. Le physicien mesure alors la différence entre un traitement statique (sans déplacement de plateforme) et un traitement asservi à la respiration ainsi simulée. La différence doit être inférieure à 2%.

Au CHU de Québec, les tests de constance en dose sont effectués trimestriellement. Une fois par an, le test illustré à gauche de la Figure 12 est employé. Les trois autres vérifications sont faites avec un système plus simple (Figure 13) avec une matrice de chambres à ionisation de type Tracker ou BeamChecker. Le signal respiratoire est alors simulé par un fantôme mécanique comportant un plateau qui monte et descend périodiquement.

Un bon programme d'assurance-qualité doit finalement inclure un test bout-en-bout (*end-to-end*), où un fantôme passe par les mêmes étapes qu'un patient: simulation, planification et traitement. On s'assure alors que chaque maillon de la chaîne est adéquat et respecte les critères de tolérance en matière de justesse et de reproductibilité. Ce genre de test est d'ailleurs utilisé pour la qualification à des protocoles de recherche clinique.

Conclusion

Notre expérience démontre l'importance de la gestion de la respiration dans les cas de cancer du poumon, afin d'assurer l'efficacité des traitements. Cette connaissance permet d'envisager des traitements à haute dose plus sécuritaires, ce qui améliore le pronostic des patients. Nous avons également vu qu'il est primordial d'adapter nos techniques aux nouvelles informations apportées par l'imagerie, ainsi que de faire le suivi de la qualité.

Au CHU de Québec, nous reconnaissons l'importance du travail multidisciplinaire. La mise en place de toutes ces techniques ne se ferait pas sans une communication exemplaire entre les différents intervenants. Autant le secteur administratif, les technologues au traitement, les technologues en dosimétrie, les physiciens médicaux et les médecins doivent être impliqués pour permettre une amélioration constante de nos pratiques. Ce sont les patients qui en récoltent alors les bénéfices.

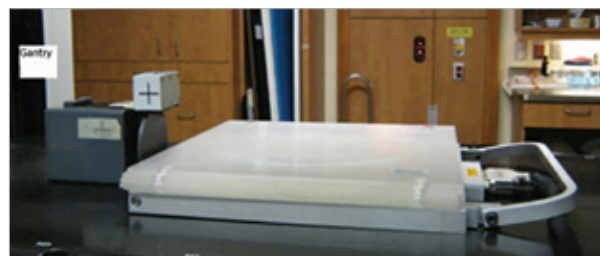


Figure 13: Montage sur Tracker pour validation trimestrielle.

RÉFÉRENCES

- 1 – L. Roy et A.-J. Rancourt-Poulin. *L'imagerie de planification de traitement pour les traitements de poumon curatif*. *ÉchoX*, 33(2):24-28, 2013.
- 2 – P.J. Keall, G.S. Mageras, J.M. Balter et al., *The management of respiratory motion in radiation oncology report of AAPM Task Group 76*. *Medical Physics*, 33(10):3875-3900, 2006.
- 3 – J.W.H. Wolthaus, J.-J. Sonke, M. van Herk, et al., *Comparison of Different Strategies to Use Four-Dimensional Computed Tomography in Treatment Planning for Lung Cancer Patients*. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 70(4):1229-1238, 2008.
- 4 – A. Turmel et V. Perreault. *SGRT: Radiothérapie guidée par la surface*. *ÉchoX*, 38(3):68-74, 2018.
- 5 – <https://modusqa.com/products/quasar-respiratory-motion-phantom-presp/>

FIGURES

- 1 – Banque personnelle des auteurs
- 2 – Image adaptée de Wolthaus et al. [3]
- 3, 4 – Keall et al. [2]
- 5 – Aktina Medical, Congers, NY, États-Unis
- 6 - Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, États-Unis
- 7, 8, 9, 10, 11 – Banque personnelle des auteurs
- 12 - Image tirée du site web de Modus QA [5]
- 13- Banque personnelle des auteurs








Ordre des technologues
en **imagerie médicale**,
en **radio-oncologie** et en
électrophysiologie médicale
du Québec

Toute l'équipe de l'OTIMROEPMQ
tient à vous souhaiter de joyeuses fêtes
et à vous remercier du travail essentiel
au réseau de la santé qui a été
accompli cette année.







Profitez de nos rabais exclusifs aux membres

Régime d'assurance collective à la carte pour vous et votre famille :

-  Assurance médicaments
-  Assurance invalidité
-  Assurance maladie grave
-  Assurance vie
-  Assurance hypothécaire

Assurance des particuliers :

-  Assurance automobile
-  Assurance habitation
-  Assurance véhicules récréatifs
-  Assurance bateau

Appelez-nous sans plus tarder!