

Septembre – Octobre 2021
Volume 41, Numéro 2

échos

la revue

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



Infections bactériennes et virales

Un sujet d'actualité

Numéro de convention en poste-publication: 40070307



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



Infections bactériennes et virales

Un sujet d'actualité

Mot de la présidente 4

Technologues d'hier à aujourd'hui : 80 ans de passion et d'histoire

Au cœur de la pratique 8

Réponses à vos questions

Radioprotection 10

Quels sont les impacts d'un contrôle de qualité en radioprotection ?

Déontologie 14

Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19. Quelle liberté d'expression pour les professionnels ?

En commun 16

La pandémie COVID-19 : alerte à l'épuisement !

La santé psychologique des technologues se trouve fragilisée en raison de l'actuelle pandémie.

Électrophysiologie médicale 20

L'immunisation (la vaccination)

Se protéger de ces ennemis microscopiques

Depuis plus de 50 ans, les vaccins aident à prévenir et à contrôler la propagation de maladies mortelles et ont sauvé la vie de millions de nourrissons, d'enfants et d'adultes.

Myocardite virale

L'infection virale est la première cause de myocardite. Un grand nombre de virus peut s'attaquer au tissu musculaire du cœur.

Médecine nucléaire 32

Secrets dévoilés pour les infections grâce au TEP au FDG !

Rendre visibles les « bébêtes » grâce au sucre radioactif.

TEP au FDG : l'avenir dans l'investigation de la septicémie et la fièvre d'origine indéterminée

Imagerie de première ligne par excellence pour détecter un foyer infectieux ou une néoplasie occulte.

Radiodiagnostic 45

Fœtus et infections : l'investigation en imagerie médicale primordiale durant la grossesse

Les infections transmises au fœtus durant la grossesse causent des complications parfois irréversibles.

Radio-oncologie 50

Si on parlait de la COVID-19... différemment !

Exaspérés par la COVID-19, on en parle « différemment » : construction d'un SAS en curiethérapie.

Infection par *Helicobacter pylori* et cancer de l'estomac

La bactérie *H. pylori* est classée comme un agent cancérigène et est une cause importante de cancer gastrique et de lymphome de MALT.

L'ÉchoX, la revue de l'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale, est publié depuis 1964. Elle est maintenant tirée à 7150 exemplaires. • **COMITÉ DE LA REVUE** Renée Breton, t.r.o., Carole Chaumont, t.e.p.m., Félix Déry, t.i.m. (MN), Mohamed Khélifi, t.i.m. (RD). • **COLLABORATEURS AU CONTENU** Marie-Eve Côté, t.i.m. (RD), Nathalie Dufour, t.r.o., Marilou Gallichand Dutil, t.i.m. (RD), Cédric Filion, t.r.o., Gilbert Gagnon, t.i.m. (E) (RD), Josée Galarneau, t.r.o., Karine Gariépy, t.i.m. (RD), Dr Khun Visith Keu, nucléiste, Josée Langevin, t.r.o., Yves Morel, t.i.m. (RD), Marie-Soleil Paquet, t.i.m. (RD), Mélanie Ratelle, t.r.o., Rebecca Charlenne René, t.i.m. (MN), Rose Nerla Rivière, t.i.m. (MN), Joanie Rochon, t.e.p.m., Sébastien Scherrer, t.e.p.m. • **RÉVISION ET CORRECTION** Marie-Johanne Tousignant, M. Ed. • **PUBLICITÉ** Dominic Desjardins, CPS Média Inc., OTIMROEPMQ • **DESIGN GRAPHIQUE** Bunka • **IMPRESSION** Graphiscan • **ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE** communications@otimroepmq.ca • **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-Talton Est, bureau 401, Saint-Léonard, Montréal (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



Technologues d'hier à aujourd'hui : 80 ans de passion et d'histoire

L'OTIMROEPMQ a 80 ans. C'est en effet le 28 avril 1941 que s'est constitué le tout premier regroupement, qui s'appelait alors *La Société des techniciens en rayons X du Québec* et comptait quelque 80 membres.

Aujourd'hui, ce sont plus de 6 500 membres, technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale, qui prennent soin de la population québécoise au quotidien.

En 8 décennies, bien des choses ont changé, tant du côté de l'Ordre que de la pratique.

Mais ces 80 ans d'histoire ont toutes été portées par la même mission de protection du public et d'accompagnement des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale, ces professionnels essentiels au système de santé et, surtout, aux patients.

Je veux donc prendre quelques instants pour vous remercier d'exercer votre travail avec passion et rigueur. L'histoire nous l'a démontré : la profession, le contexte dans lequel

vous l'exercez et les technologies impliquées ont évolué de façon fulgurante. Et toujours, vous vous adaptez. Continuez de prendre soin du public avec le même dévouement et le même professionnalisme. C'est ainsi que vous brillerez le plus.

En 1996, Johanne Bergeron, présidente de l'Ordre entre 1993 et 1997, disait : « Les technologues en radiologie de l'an 2000 n'ont plus rien à voir avec les techniciens en radiation médicale qui prenaient le flambeau en 1941 ! Certes, nous leur devons d'avoir travaillé à la reconnaissance de la profession et les en remercions. Aujourd'hui, nous devons afficher nos compétences, maintenir le cap vers l'évolution et être fiers de notre titre professionnel avec tout ce qu'il représente. »

25 ans plus tard, cette affirmation ne pourrait être plus vraie. Ne négligez pas l'importance de porter votre titre, de vous présenter comme technologue en imagerie médicale, en radio-oncologie ou en électrophysiologie médicale et d'expliquer le rôle que vous jouez dans le système de santé. Il est fondamental.

Continuez de prendre soin du public avec le même dévouement et le même professionnalisme. C'est ainsi que vous brillerez le plus.

Ne négligez pas l'importance de porter votre titre, de vous présenter comme technologue en imagerie médicale, en radio-oncologie ou en électrophysiologie médicale et d'expliquer le rôle que vous jouez dans le système de santé. Il est fondamental.

Infections bactériennes et virales : une réalité réinventée

Les technologues ont toujours su composer au quotidien avec la prévention des infections bactériennes et virales. Les patients dits « à risque » étaient pointés pour la plupart à l'avance et les procédures, tout comme le matériel nécessaire, étaient établies et disponibles. La pandémie aura donné une tout autre dimension à cette réalité, tous les patients pouvant désormais présenter un risque et l'accès au matériel de prévention, gants, masques, etc., par son utilisation accrue

et répandue, pouvant être précaire. De plus, une mauvaise application des normes de prévention pourrait avoir des conséquences encore plus importantes qu'avant la pandémie, comme la fermeture plus rapide d'appareils, entraînant du retard dans les soins aux patients.

La lecture des articles de cette édition de *l'ÉchoX* me démontre que cette nouvelle réalité a nécessité de développer des moyens alternatifs et de les mettre en place pour assurer le fonctionnement optimal des départements. Je remercie d'ailleurs tous les auteurs qui ont bien voulu partager leur réflexion sur ce sujet.

CHANGEMENT DE NOMS ET DE LOGOS AU FIL DES ANS

| | | | |
|--|---|---|---|
| 1941 La Société des techniciens en rayons X du Québec | 1961 La Société des techniciens en radiologie médicaux du Québec | 1973 L'Ordre des techniciens en radiologie du Québec | 1984 L'Ordre des techniciens en radiologie du Québec |
| 1994 Ordre des technologues en radiologie du Québec | 2009 Ordre des technologues en imagerie médicale et en radio-oncologie du Québec | 2012 Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec | |

*Source : CROMP, Alain, 75 ans de rayonnement au fil du temps. L'histoire de l'Ordre, 2016, p. 172-173

80 ans
1941 — 2021

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

Un automne chargé à l'Ordre

Plusieurs grands chantiers seront en cours à l'Ordre pendant l'automne.

D'abord, dans mon éditorial de l'ÉchoX de mars 2021, je vous écrivais ceci à propos du Dossier Santé-Québec (DSQ): «*Souhaitons-nous qu'en 2021, tous les technologues aient enfin accès aux renseignements contenus dans le DSQ.*» L'Ordre collabore avec les instances concernées depuis près de 10 ans afin de démontrer l'importance du DSQ pour l'accessibilité du public aux traitements et aux examens. Je suis donc enchantée que mon vœu ait été exaucé et que, depuis juin dernier, vous puissiez enfin vous en prévaloir.

C'est également en juin dernier que nous avons lancé la phase 2 du programme de rehaussement des compétences en mammographie. Les résultats devraient être disponibles sous peu et vous seront communiqués.

De plus, le projet de *Règlement sur les activités professionnelles qui peuvent être exercées par des personnes autres que des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie* a été adopté par le conseil d'administration de l'Ordre en mars dernier et est en attente d'approbation par le gouvernement. Rappelons que ce projet de règlement vise à permettre aux étudiants ayant fini leur formation d'effectuer des activités professionnelles, à certaines conditions, d'ici à ce qu'ils réussissent leur examen d'admission, entre autres afin de prévenir la pénurie de main-d'œuvre dans les domaines encadrés par l'Ordre.

Le mois de novembre sera également bien rempli et sous le signe de la promotion des compétences des membres auprès du public. Pensons par exemple à la Semaine des technologues qui se déroulera du 7 au 13 novembre et aura lieu dans le cadre d'une vaste campagne promotionnelle que vous verrez un peu partout sur le web et dans les médias.

L'Assemblée générale annuelle aura quant à elle lieu le 16 novembre prochain de manière virtuelle

Bienvenue à nos nouveaux membres !

J'aimerais terminer ce billet en soulignant certes le travail de tous les technologues, mais plus particulièrement celui de nos nouveaux technologues dont la prestation de serment a eu lieu le 7 juillet dernier et a accueilli, pour la toute première fois, nos finissants en imagerie médicale – domaine de l'échographie médicale. Félicitations pour votre parcours et bienvenue dans la grande famille de l'OTIMROEPMQ.

Bon automne à tous !



Mélanie Ratelle, t.r.o.

J'aimerais terminer ce billet en soulignant certes le travail de tous les technologues, mais plus particulièrement celui de nos nouveaux technologues dont la prestation de serment a eu lieu le 7 juillet dernier et a accueilli pour la toute première fois nos finissants en imagerie médicale – domaine de l'échographie médicale. Félicitations pour votre parcours et bienvenue dans la grande famille de l'OTIMROEPMQ.

Épargne à 40 ans : six bons coups financiers à adopter dès aujourd'hui

Vous approchez les 40 ans, votre compte d'épargne n'est pas aussi garni que celui de vos amis et ça vous préoccupe ? Pour Ravy Pung, planificatrice financière à la Banque Nationale, il n'y a pas de recette miracle pour avoir de bonnes habitudes financières. « Évitez de vous comparer aux autres générations, ou à vos pairs. Vous avez votre propre manière de dépenser et d'épargner, tout dépendant de vos priorités et de vos objectifs. Ce qui importe, c'est de le faire stratégiquement. »

Voici six stratégies d'épargne simples à mettre en branle dès aujourd'hui.

1. Établissez vos objectifs

Savourer le moment présent, c'est important. Mais financièrement, c'est mieux de voir un peu plus loin. Avant 40 ans, il est souvent question de rembourser ses dettes d'études, d'amasser une mise de fonds, puis d'avoir des enfants. Bien sûr, il faut toujours avoir des économies pour profiter de la vie! Et pour avoir l'esprit tranquille, ça vous prend aussi un fonds d'urgence. Plus vos objectifs sont ambitieux, plus ils nécessitent une préparation financière béton.

2. Commencez à épargner

Privilégiez l'épargne systématique et fixez-vous un montant réaliste, à la hauteur de vos moyens. Chaque paie, cette somme sera prélevée puis transférée de votre compte chèques vers votre compte d'épargne, ou encore votre REER ou votre CELI. Si vous avez des dettes avec un haut taux d'intérêt (comme votre carte de crédit), c'est important de commencer à les rembourser. Mais n'attendez pas d'avoir fini de rembourser toutes vos dettes pour épargner!

3. Vérifiez votre dossier de crédit

Le crédit est important et ne se résume pas qu'au solde actuel de votre carte. Une mauvaise cote de crédit pourrait nuire à vos objectifs. Ce sera beaucoup plus facile de vous acheter une maison avec une cote qui avoisine les 760. Consultez votre dossier, c'est gratuit et cela n'affectera

pas votre cote de crédit. Voyez quels sont les facteurs qui influencent votre pointage et corrigez le tir au besoin.

4. Faites-vous un budget

Plus on vieillit, plus nos priorités changent. Et avec ces priorités viennent de nouvelles dépenses. Détaillez toutes vos entrées d'argent et vos dépenses dans un budget mensuel. Révisez-le annuellement ou à la suite de tout changement important à votre train de vie. Allouez une partie de votre budget à la mise en place d'un fonds d'urgence et à l'épargne.

5. Pensez-y bien avant d'acheter maintenant et de payer plus tard

C'est facile de se créer des besoins. Parfois, les ententes « achetez maintenant, payez plus tard » semblent rendre tout plus accessible. Par contre, si votre revenu venait à changer, ces paiements monopoliseraient votre fonds d'urgence et vous risqueriez de vous endetter encore plus.

6. Trouvez un conseiller

Il suffit d'être sur le marché du travail pour que ça en vaille le coup. Un conseiller est là pour vous aider à maximiser votre argent. Voyez-le comme un allié pour tous vos projets de vie. Rencontrez-le annuellement ou à la suite de tout changement majeur à votre situation financière.

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/specialiste-sante.

Fière partenaire de

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

Réponses à vos questions

LE SERVICE D'INSPECTION DE L'ORDRE, EN COLLABORATION AVEC LES INSPECTEURS EN RADIO-ONCOLOGIE, RÉPOND À QUELQUES QUESTIONS POSÉES EN LIEN AVEC LE DOMAINE DE LA RADIO-ONCOLOGIE.



Cédric Filion
t.r.o.
Inspecteur
de la radio-oncologie



Josée Langevin
t.r.o.
Inspecteur
de la radio-oncologie

QUESTION 1

Peut-on envisager une formation supplémentaire pour un technologue en radio-oncologie (t.r.o.) qui lui permettrait d'opérer un appareil TEP-TDM de même que de manipuler et d'injecter des substances radioactives dans le seul but d'effectuer une TEP de planification ?

L'opération d'un appareil TDM utilisé pour la planification, en combinaison avec une TEP ou un SPECT comme équipement hybride au sein d'un service de radio-oncologie, ne peut être réalisée que par un technologue en imagerie médicale (t.i.m.) du domaine de la médecine nucléaire. À l'exception des médecins, seul un t.i.m. du domaine de la médecine nucléaire peut procéder à l'injection d'un radiopharmaceutique. Aucune formation supplémentaire ne permettra à un t.r.o. de manipuler et d'injecter des substances radioactives dans le but d'effectuer une TEP de planification. La planification TEP-TDM doit être réalisée en collaboration avec le t.i.m. du domaine de la médecine nucléaire.

QUESTION 2

La présence d'un physicien est-elle obligatoire lors des curiethérapies ?

La présence d'un physicien n'est pas obligatoire lors des curiethérapies. Dans le cadre de sa pratique, le technologue en radio-oncologie a acquis les connaissances et possède la compétence qui lui permet de travailler dans ce secteur d'activités de la radio-oncologie.

Selon les normes de pratique en radio-oncologie, les responsabilités des technologues sont notamment les suivantes :

- Appliquer rigoureusement toutes les procédures établies concernant la manipulation de sources radioactives ;

- Préparer les sources radioactives. Celles-ci doivent être préparées rapidement derrière un écran protecteur et toujours être manipulées avec des pinces ;
- Porter des gants et un sarrau lors de la manipulation de sources non scellées. Selon le cas, le technologue doit manipuler le matériel radioactif sous une hotte ;
- Connaître l'efficacité du détecteur qu'il utilise ;
- Vérifier de façon régulière le bon fonctionnement du détecteur ;
- Vérifier le taux de contamination des sources radioactives dans les locaux et sur les surfaces de travail après chaque manipulation. Consigner cette information selon la procédure établie ;
- Effectuer le transport sécuritaire des sources radioactives ;
- Effectuer un contrôle de la position des sources et de l'activité, selon la fréquence établie lorsque le patient est en traitement.

Dans le contexte de la curiethérapie, le technologue est appelé à jouer un rôle important. La surveillance du patient afin de s'assurer qu'il ne bouge pas est inhérente à sa pratique professionnelle. De plus, le technologue est un professionnel compétent en matière de radioprotection, il est donc apte à

intervenir dans les situations d'urgence. Dans le contexte de la curiethérapie impliquant les technologues, les autres professionnels de la santé présents lors de l'intervention doivent normalement avoir les compétences nécessaires à la prise en charge du patient et de la situation.

QUESTION 3

Selon les Normes de pratique spécifiques en radio-oncologie, doit-on effectuer deux ou trois vérifications du plan de traitement ?

Au point 2.2. du chapitre Contrôle de la qualité des Normes de pratique spécifiques en radio-oncologie, il est mentionné que les plans de traitement, en radiothérapie externe et en curiethérapie, doivent faire l'objet d'une vérification par un deuxième professionnel.

Conformément aux normes de pratique spécifiques en radio-oncologie et afin d'éviter toute erreur pouvant causer préjudice au patient, une troisième vérification du dossier complet, incluant le plan de traitement, doit être effectuée avant le premier traitement pour tous les nouveaux patients.

Chaque élément du dossier et du plan de traitement faisant l'objet d'une vérification dans un processus de contrôle de qualité devrait faire partie de cette troisième vérification prétraitement.

QUESTION 4

Est-ce qu'un technologue en radio-oncologie peut injecter un produit de contraste dans un cathéter veineux central de type PICC line ?

Le technologue en radio-oncologie peut procéder à l'administration de médicaments ou d'autres substances (ex. : solution saline et héparine) via un cathéter veineux central (ex. : PICC line, Port-a-cath) dans le cadre de son champ d'exercices. Comme la technique d'injection nécessite des connaissances particulières, il est essentiel que le technologue détienne les compétences requises pour réaliser cette activité. Le technologue doit donc agir selon son Code de déontologie en ce qui a trait à la mise à jour de ses connaissances et à la formation requise dans l'exercice de ses fonctions.

Un protocole écrit devrait être établi par les autorités du Service afin d'encadrer cette activité (irrigation, maintien de la perméabilité, contraindication, pression maximale d'injection selon le type de cathéter).

MÉDICAMENTS ET SUBSTANCES

Rappel pour les produits sans agent de conservation

Tout médicament, substance de contraste ou produit radiopharmaceutique stérile **sans agent de conservation**, prélevé ou préparé dans une zone non contrôlée (air ambiant), doit être administré à l'intérieur de 60 minutes. Toute portion inutilisée doit être jetée une heure après la première ponction.

De plus, les conditions suivantes doivent être respectées :

- Le produit ne contient aucune substance ni médicament dangereux ;
- Les manipulations et la préparation doivent être effectuées en appliquant une technique aseptique rigoureuse et en évitant le contact avec les sites critiques ;
- Les manipulations et les prélèvements sont effectués dans un endroit propre, situé à plus d'un mètre d'un évier et éloigné d'une source de courant d'air (ex. : fenêtre ouverte ou bouche d'aération) ou d'une autre source potentielle de contamination ;
- Il s'agit de manipulations simples (ex. : changement d'aiguille, prélèvement de dose) qui ne requièrent pas plus de 60 minutes de manipulation ou de préparation.

Pour tout produit stérile contenant un agent de conservation, vous devez vous référer à la durée limite d'utilisation (DLU) recommandée par le fabricant dans la monographie du produit.

RÉFÉRENCES

- 1 – Normes de pratique générales
- 2 – Normes de pratique spécifiques en radio-oncologie
- 3 – Loi sur les technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec (article 7)
- 4 – Normes de pratique spécifiques – Médicaments et substances
- 5 – Lignes directrices – utilisation des appareils multimodalités

Quels sont les impacts d'un contrôle de qualité en radioprotection ?



Gilbert Gagnon
t.i.m. (E) (RD)



Marie-Eve Côté
t.i.m. (RD)



Marilou Gallichand Dutil
t.i.m. (RD)

Introduction

Chaque année, plusieurs millions d'examen d'imagerie utilisant des rayons X sont effectués au Canada. Bien que la radioexposition liée à ces examens diagnostiques ne puisse être évitée, il y a toutefois des moyens de la réduire, et ce, autant que possible, en se référant au principe de base de la protection contre les rayonnements ionisants ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) que l'on peut traduire par « Aussi basse que raisonnablement possible ». Pour la protection des patients, du personnel et du public, par exemple, les organismes ayant juridiction en radioprotection adoptent des lois, des règlements ou des normes et prennent les moyens pour s'assurer que seul l'équipement de rayons X sécuritaire est utilisé dans les services d'imagerie médicale. Dans la plupart des provinces, on exige que chaque installation de rayons X diagnostique adhère à un programme de contrôle de qualité (CQ) afin de veiller à la qualité des images diagnostiques. Au Québec, l'article 144 du *Règlement d'application de la Loi sur les laboratoires médicaux et sur la conservation des organes et tissus* (Chap. L-0.2, r.1) spécifie que « L'équipement utilisé dans un laboratoire de radiologie diagnostique doit être maintenu en bon état de fonctionnement pour assurer constamment la protection du patient et du personnel ». À cet effet, des tests périodiques de l'équipement radiologique doivent être effectués pour s'assurer que l'installation est conforme aux exigences réglementaires.

Programme de contrôle de qualité

Pour obtenir des résultats optimaux, la réussite d'un programme de CQ demande l'implication du personnel responsable ou dédié, soit le technologue en imagerie médicale, le génie biomédical (GBM), le physicien responsable ou le technicien de la compagnie selon la prise en charge des tests CQ qui est déterminée par l'organisation. Pour appliquer ce programme, il faut y comprendre les buts et y prendre part de façon active afin de respecter les objectifs prévus. Il faut que toutes les parties prenantes en imagerie médicale adhèrent à ce programme pour pouvoir le déployer dans les différentes modalités. Les objectifs de

l'applicabilité de ce programme sont bien sûr d'être conformes aux recommandations contenues dans le *Code de sécurité 35*, et des organismes internationaux compétents dans la matière. Cela demande aussi d'être méticuleux lors des tests de CQ quotidiens, hebdomadaires, mensuels, trimestriels, semestriels et annuels.

Afin d'assurer une qualité d'image constante et de prolonger la vie de l'appareil, il est nécessaire d'établir et de respecter un programme de CQ selon la fréquence recommandée par le fabricant et/ou le Centre d'expertise clinique en radioprotection (CECR) ou l'OTIMROEPMQ. (Figure 1) L'optimisation des protocoles et des fichiers d'examen constitue une excellente garantie afin de s'assurer que les examens radiologiques comportent un minimum d'effets et de risques pour les patients et le personnel. Il faut aussi se rappeler qu'il existe une corrélation entre les doses transmises aux patients et celles reçues par le personnel (CIPR-85).

Après chaque série de tests effectués dans le cadre d'un contrôle de la qualité, le personnel dédié (technologue en imagerie médicale, le génie biomédical (GBM), le physicien responsable ou le technicien de service) doit :

- Comparer les résultats obtenus aux valeurs précédentes et à celles recommandées.
- Rapporter tout problème ou tout équipement défectueux au responsable de son secteur afin d'assurer un suivi adéquat.

- Inscrire les résultats obtenus dans un registre afin que les tests, les entretiens et les réparations effectuées y soient consignés et que celui-ci soit disponible dans la salle concernée pour tout intervenant impliqué dans le CQ.

Impacts

Avec un programme de CQ inefficace, on peut s'attendre à obtenir des examens et des images de mauvaise qualité, ce qui peut nuire au diagnostic et mener à une radioexposition inutile des patients et du personnel. Il incombe donc au département d'imagerie médicale de définir précisément ses critères de qualité visés par son programme de CQ. Pour tirer pleinement parti d'un tel programme, il faut que l'organisation, les chefs de service et le personnel technique accordent leur soutien et participent à un programme bien défini. Dans ce contexte, chaque établissement ou laboratoire d'imagerie devrait désigner un technologue en imagerie médicale responsable de coordonner et d'assurer une vigie du contrôle de qualité. Celui-ci aura la responsabilité d'effectuer ou de coordonner les tests selon la fréquence déterminée, de mettre en place les registres pertinents, de les maintenir à jour et de les rendre disponibles au besoin. Le technologue en imagerie médicale responsable du CQ doit travailler en collaboration avec tous les intervenants impliqués lors des visites de contrôle de qualité, réviser l'ensemble des tests et vérifications effectués en cours d'année et maintenir les technologues en imagerie médicale informés des problèmes, des corrections ou modifications apportées à l'appareil concerné. (Figure 2)

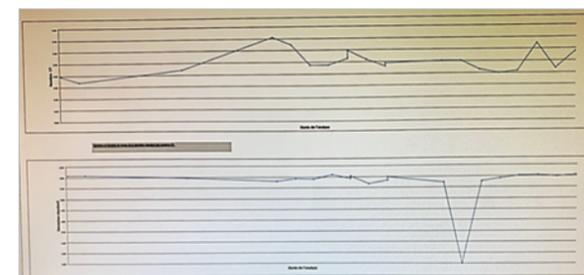


Figure 1 : Synthèse de conformité du TDM



Figure 2 : Appareil de mesure Cobia Flex

Tests à effectuer

Le temps consacré au programme de CQ par les t.i.m. devrait être prévu dans l'horaire et reconnu par l'organisation afin que soient exécutées les fonctions requises. Les activités du technologue responsable du contrôle de la qualité devraient inclure notamment :

- Les tests selon la fréquence recommandée sur les équipements d'imagerie comme prévu dans le programme CQ en suivant les recommandations du *Code de sécurité 35*. En voici quelques exemples :
 - Prise des statistiques de rejets
 - « Les installations doivent tenir un registre de toutes les reprises, incluant la raison de la reprise et les mesures correctives. Une analyse des reprises doit être faite pour identifier et corriger toutes les tendances ou erreurs répétées. Le taux de reprises doit se situer à moins de 5 % . »¹
 - Vérification de la dosimétrie personnelle
 - Vérification des tabliers plombés
 - Vérification et entretien des plaques d'imagerie en radiographie générale
 - Calibration à l'aide du fantôme d'eau au TDM
 - Évaluation des doses aux patients TDM ;
- Évaluer et comparer les résultats des tests effectués ;
- Rapporter toute détérioration ou déviation de performance d'équipement au responsable du département et au personnel utilisant cet appareillage ;
- Instaurer une action correctrice rapide et/ou des mesures préventives lorsque nécessaire en collaboration avec le service de physique ou le GBM ;
- Assurer la surveillance des réparations de l'équipement défectueux telles qu'effectuées par le personnel d'entretien GBM ou par les techniciens de service des compagnies ;
- Réaliser les tests requis pour confirmer que les équipements défectueux ont bien été réparés et restaurés à leur niveau initial de performance ;
- Maintenir les registres de l'équipement à jour ;
- Fournir régulièrement les rapports des activités CQ au responsable ;
- Élaborer de nouvelles procédures de surveillance et d'entretien tel que requis.

Qu'il s'agisse de la calibration, des vérifications sommaires, de l'analyse de rejets ou même du réchauffement des appareils, les tests de contrôle de la qualité jouent un rôle essentiel dans l'amélioration du service en imagerie médicale. Bien que dans certains établissements, les tests de contrôle de la qualité sont gérés et effectués par les ingénieurs, par les physiciens ou même par le fabricant, le technologue

Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19

Quelle liberté d'expression pour les professionnels ?



Dans le cadre de la présente chronique déontologique, nous remercions le cabinet d'avocats Langlois qui, à la demande du Conseil interprofessionnel du Québec, a rédigé cette réflexion concernant les obligations professionnelles en contexte de pandémie, notamment sur les enjeux liés à la liberté d'expression. Nous vous en partageons donc ici quelques extraits pertinents à votre pratique qui pourraient tout aussi bien s'appliquer à l'utilisation des médias sociaux en général.

– Le bureau du syndic

Depuis le début de la crise, les médias traditionnels ont fait appel à plusieurs professionnels pour éclairer le public sur des questions reliées à la gestion de crise et à la nature de la maladie à coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19), alors que certains professionnels ont choisi de s'exprimer publiquement sur leurs médias sociaux sur le sujet.

Au Québec, le public et les professionnels se demandent quel est l'impact de la crise de la COVID-19 sur les obligations déontologiques et professionnelles de ces derniers et, plus particulièrement, sur leur liberté d'expression.

Heureusement pour la protection du public, la pandémie n'a pas assoupli les obligations déontologiques des professionnels membres d'un ordre régi par le Code des professions ou d'un organisme d'autoréglementation. En effet, tous les professionnels demeurent assujettis à leur code de déontologie et à l'ensemble des lois régissant l'exercice de leur profession, et ce, malgré la crise actuelle.¹ Rappelons que « les actes posés dans le cadre de la vie privée d'un professionnel, s'ils portent suffisamment atteinte à la dignité de la profession, peuvent entraîner une plainte disciplinaire et une condamnation de ce dernier ».²

L'article 59.2 du *Code des professions* énonce clairement que « [n]ul professionnel ne peut poser un acte dérogatoire à l'honneur ou à la dignité de sa profession ou à la discipline des membres de l'ordre [...] ». La jurisprudence reconnaît qu'un

professionnel peut être tenu disciplinairement responsable pour un acte posé dans le cadre de sa vie privée, s'il y a un lien avec l'exercice de la profession ou s'il porte atteinte à l'honneur, la dignité ou la discipline de celle-ci, même s'il estime être dans sa sphère privée.³

Pour les professionnels, même s'ils bénéficient comme tous les justiciables de la protection des droits et libertés constitutionnels, ces droits et libertés sont balisés par les obligations déontologiques du professionnel.

Dans le contexte professionnel, la liberté d'expression se définira en considérant les obligations déontologiques et éthiques qui astreignent le professionnel à promouvoir, préserver et soutenir certains comportements et valeurs.⁴

Pour déterminer si les commentaires ou propos d'un professionnel portent atteinte à la dignité de la profession et à sa réputation, le Conseil de discipline doit procéder à la mise en balance des objectifs législatifs et réglementaires de l'Ordre et de la liberté d'expression dont jouit l'intimé. La Cour suprême rappelait que « les valeurs mises en balance sont, d'une part, l'importance fondamentale d'une critique ouverte et même vigoureuse de nos institutions publiques et, d'autre part, la nécessité d'assurer la civilité (...) ».⁵

Considérant ce qui précède, il nous apparaît que le professionnel doit s'exprimer en accord avec les valeurs qui sous-tendent sa profession et le système professionnel.⁶

Dans un contexte d'urgence sanitaire et de crise mondiale, les professionnels ne doivent pas oublier que la protection du public, mission première des ordres professionnels, n'a pas été suspendue. Ainsi, ils doivent continuer à maintenir les plus hauts standards d'éthique, à défaut de quoi ils pourront s'exposer à une plainte disciplinaire. Force est de constater que la limite entre ce que constitue ou pas une atteinte à la dignité de la profession, notamment sur la « gravité » ou la « teneur » du langage utilisé, demeure un concept flou en fonction des faits observés. Il n'en demeure pas moins que la frontière entre les paroles dites ou les actions posées dans l'exercice d'une profession ou comme citoyen deviennent de plus en plus perméables avec l'utilisation des réseaux sociaux et que les attentes sont grandes à l'égard du professionnel.

Ainsi, même si la liberté d'expression est un droit constitutionnel, elle n'est pas pour autant un droit absolu. Cette liberté peut être encadrée pour protéger d'autres valeurs, comme la civilité des discussions, la courtoisie professionnelle, la réserve, la dignité de la profession et la confiance du public. Un professionnel peut certes partager ses opinions, mais celles-ci doivent être empreintes de modération, être basées sur des éléments raisonnables, et ne pas porter atteinte à la confiance

du public à l'égard de cette profession. Le contexte actuel rappelle également l'importance pour les professionnels de s'exprimer publiquement ou d'adopter des comportements ou d'omettre certaines prescriptions en fonction du consensus ou des pratiques reconnus par le consensus scientifique ou les pratiques adoptées par les pairs.⁷

À la lumière de la jurisprudence, **il est clair qu'un professionnel qui choisit de poser un acte professionnel, en cette période de pandémie,**

engage pleinement sa responsabilité et ne peut l'exclure même si les circonstances particulières actuelles diffèrent de la situation normale qui prévaut habituellement.

Un professionnel peut certes exprimer librement ses opinions, mais il doit le faire pour ne pas entrer en contravention avec ses normes professionnelles et déontologiques, soit avec modération et dignité : c'est le prix du professionnalisme.

Un professionnel peut certes exprimer librement ses opinions, mais il doit le faire pour ne pas entrer en contravention avec ses normes professionnelles et déontologiques, soit avec modération et dignité : c'est le prix du professionnalisme.

RÉFÉRENCES

1 – Me Christiane BRIZARD, avocate, médiatrice, C.OCPAQ, Me Victoria LEMIEUX BROWN, avocate, Me Guillaume François LAROUCHE, avocat, Langlois Avocats, *Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19 : quelle liberté d'expression pour les professionnels ?* https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY3Q7Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/CIQ_Langlois2021_VF.pdf, 2021, p. 2

2 – Me Christiane BRIZARD, avocate, médiatrice, C.OCPAQ, Me Victoria LEMIEUX BROWN, avocate, Me Guillaume François LAROUCHE, avocat, Langlois Avocats, *Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19 : quelle liberté d'expression pour les professionnels ?* https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY3Q7Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/CIQ_Langlois2021_VF.pdf, 2021, p. 2

3 – Me Christiane BRIZARD, avocate, médiatrice, C.OCPAQ, Me Victoria LEMIEUX BROWN, avocate, Me Guillaume François LAROUCHE, avocat, Langlois Avocats, *Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19 : quelle liberté d'expression pour les professionnels ?* https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY3Q7Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/CIQ_Langlois2021_VF.pdf, 2021, p. 3

4 – Me Christiane BRIZARD, avocate, médiatrice, C.OCPAQ, Me Victoria LEMIEUX BROWN, avocate, Me Guillaume François LAROUCHE, avocat, Langlois Avocats, *Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19 : quelle liberté d'expression pour les professionnels ?* https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY3Q7Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/CIQ_Langlois2021_VF.pdf, 2021, p. 5

5 – Me Christiane BRIZARD, avocate, médiatrice, C.OCPAQ, Me Victoria LEMIEUX BROWN, avocate, Me Guillaume François LAROUCHE, avocat, Langlois Avocats, *Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19 : quelle liberté d'expression pour les professionnels ?* https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY3Q7Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/CIQ_Langlois2021_VF.pdf, 2021, p. 6

6 – Me Christiane BRIZARD, avocate, médiatrice, C.OCPAQ, Me Victoria LEMIEUX BROWN, avocate, Me Guillaume François LAROUCHE, avocat, Langlois Avocats, *Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19 : quelle liberté d'expression pour les professionnels ?* https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY3Q7Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/CIQ_Langlois2021_VF.pdf, 2021, p. 7

7 – Me Christiane BRIZARD, avocate, médiatrice, C.OCPAQ, Me Victoria LEMIEUX BROWN, avocate, Me Guillaume François LAROUCHE, avocat, Langlois Avocats, *Les obligations professionnelles et déontologiques à l'ère de la COVID-19 : quelle liberté d'expression pour les professionnels ?* https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYY3Q7Y2h7Qix1Qmll4X3Rf/asset/files/CIQ_Langlois2021_VF.pdf, 2021, p. 9

La pandémie COVID-19 : alerte à l'épuisement !

LA SANTÉ PSYCHOLOGIQUE DES TECHNOLOGUES SE TROUVE FRAGILISÉE EN RAISON DE L'ACTUELLE PANDÉMIE.



Karine Gariépy
I.M. (RD)
Clarke Centre
d'Imagerie Médicale inc.

Une nouvelle réalité de travail pour les technologues

Depuis le début de la pandémie, nous sommes confrontés à des contraintes supplémentaires : des variations dans la charge de travail, le port d'équipement de protection en plus de la crainte d'être affligés par le virus de la COVID-19. Nous sommes aux prises avec des règles sanitaires changeantes ; une préoccupation encore plus grande chez les technologues en mammographie et en échographie qui travaillent en grande promiscuité avec les patients.

Les équipes de radiologie rencontrent tout à coup des problèmes d'effectifs, et apparaît alors la crainte de devoir décupler les efforts pour rattraper le retard causé par les examens électifs ayant été reportés. Qui plus est, il nous faut faire face à beaucoup d'impatience, de frustration et d'incompréhension de la part des patients. Nous subissons les revers du manque d'équipement de protection. Nous nous questionnons : est-ce que les conditions de travail reviendront un jour comme elles l'ont été ?

« C'est quelque chose de totalement nouveau, totalement surprenant, inattendu, dit le psychologue Pierre Faubert lors d'une entrevue à la radio. C'est comme si nous avions une structure autour de nous qui nous tenait debout. Nous sommes tous plus ou moins programmés par nos horaires

de travail, de transport, nos habitudes, notre routine. Maintenant, cette structure est partie. Est-ce que ma structure est à l'intérieur de moi, ce qui fait que je me tiens debout, ce qui fait que je suis un être substantiel, ou bien est-ce que je suis une marionnette qui est manipulée par les contraintes et les exigences extérieures de moi ? » (Figure 1)

On parle beaucoup des symptômes physiques causés par la COVID-19. Par ailleurs, il est pertinent de se demander quelles seront les conséquences d'une telle pandémie sur le plan psychologique. Toutes ces nouvelles préoccupations liées à la pandémie nous détournent de nos fonctions principales, ce qui occasionne une grande source de stress pouvant avoir des conséquences néfastes.

« C'est une grave altération qui affecte nos émotions. [...] Des émotions inconscientes se révèlent dans ces conditions nouvelles, effrayantes et étrangères à nos habitudes et comme n'importe quoi qui est inconnu, c'est anxiogène ! », soutient Pierre Faubert.

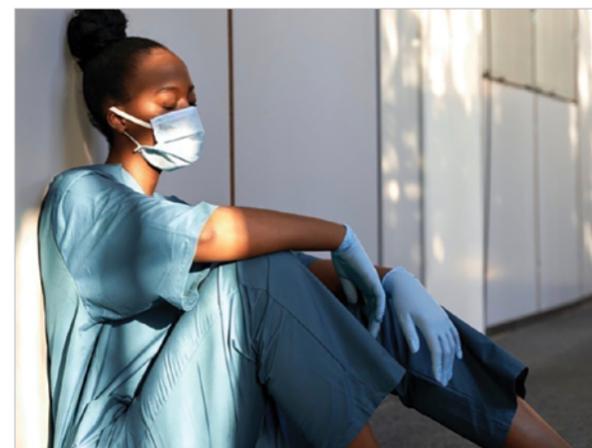


Figure 1 : Tombée sur nous comme une tonne de briques, la pandémie, qui sévit depuis plus d'un an, suscite chez plusieurs beaucoup d'émotions négatives.

Les signes précurseurs à surveiller avant l'épuisement

Cynisme, désillusion, détachement, manque d'énergie, comportement apathique, irritabilité, insatisfaction face à ses réalisations et fatigue à outrance font partie des signes indicateurs d'un épuisement professionnel ou « burn out ». Il est important de mentionner que l'épuisement professionnel peut être une condition chronique chez plusieurs personnes et qu'il fait considérablement augmenter le taux d'absentéisme dans les entreprises.

Avant d'en arriver à un épuisement invalidant, les technologues vivront du stress, de l'anxiété et de la déprime qui pourront donner lieu, entre autres, à des maux de tête, des problèmes gastro-intestinaux, des difficultés de sommeil, une sensation de fatigue et une diminution de l'appétit. Outre les répercussions physiques, cette situation peut aussi avoir des impacts émotionnels : découragement, tristesse, impuissance, colère et insécurité reliée au virus.

Au niveau psychologique, il se peut que la personne entretienne un discours intérieur irréaliste ou une vision négative du quotidien. Le comportement des employés peut aussi se trouver altéré par une telle condition. Il est possible d'observer notamment de l'irritabilité, de l'isolement ou des difficultés de prise de décisions. (Figure 2)

Quand faut-il demander de l'aide ?

Avoir des étourdissements, des nausées, la sensation d'étouffer ou le cœur qui bat plus vite sont quelques signes physiques alarmants. Soulignons aussi l'apparition d'une difficulté de sommeil importante, d'une perte de l'appétit ou d'un manque d'énergie marqués.

Sur le plan psychologique, lorsque des peurs, des pensées négatives obsessionnelles deviennent envahissantes, il est



Figure 2 : L'isolement forcé que nous subissons peut constituer un frein à demander l'aide nécessaire.

temps de demander de l'aide, ainsi que lors de l'apparition d'une sensation de panique en entendant parler du virus ou d'une perte d'intérêt envers les activités normalement appréciées.

Il est aussi important d'être à l'affût des changements comportementaux. Des pleurs intenses et fréquents ou de l'agressivité marquée sont des manifestations à prendre au sérieux. Un grand nombre de conflits avec l'entourage peut également être un indicateur d'un épuisement imminent. La volonté d'éviter toute personne extérieure de la maison en raison d'une crainte de contagion ou la surveillance constante des symptômes reliés au virus peuvent aussi en être précurseurs. Un manque de concentration accentué ou une difficulté à assumer les tâches courantes doivent être considérés dans l'évaluation de tels troubles. Il faut aussi mentionner l'abus d'alcool, de drogues ou de médicaments. (Figure 3)

« Des émotions inconscientes se révèlent dans ces conditions nouvelles, effrayantes et étrangères à nos habitudes et comme n'importe quoi qui est inconnu, c'est anxiogène ! »

Des solutions pour traverser la crise tout en gardant le moral

Sous toutes réserves, voyons ici quelques pistes de solutions pour contrer la déprime en milieu de travail. Cette liste n'est pas exhaustive et le recours aux soins d'un spécialiste en santé mentale est fortement suggéré.

Des séances de formation pour les membres de l'équipe, incluant les questionnaires, peuvent être requises afin d'acquiescer les outils nécessaires pour faire face aux situations anxieuses. Multiplier les petits gestes de gentillesse peut significativement améliorer l'ambiance de travail.

Les employés devraient profiter de toutes les périodes de pause qui leur sont allouées. La rotation entre les différents postes de travail est aussi prescrite. En travaillant, il est bon de s'accorder des micro-pauses afin de faire une auto-évaluation de son

En travaillant, il est bon de s'accorder des micro-pauses afin de faire une auto-évaluation de son propre état physique et mental.

propre état physique et mental. Il peut être bénéfique d'adopter des stratégies d'auto-compassion en évitant de se juger trop sévèrement. Il faut aussi tenter de faire preuve d'empathie envers ses collègues. À la moindre inquiétude, il est conseillé de chercher du soutien auprès de personnes de confiance, de supérieurs ou de tout autre professionnel, que ce soit un thérapeute, un psychologue ou un travailleur social. **(Figure 4)**

De plus, des professionnels en intervention psychosociale ont mis sur pied un service d'aide téléphonique pour tout résidant du Québec. Disponible 365 jours par année 24 heures sur 24, le service Info-Social 811 est gratuit et confidentiel. En français ou en anglais, les experts voudront d'abord obtenir quelques renseignements personnels, ils évalueront et répondront au besoin et, si nécessaire, ils dirigeront l'utilisateur vers une autre ressource.



Figure 3 : Voyant leur quotidien bouleversé, les travailleurs de la santé font face à beaucoup d'incertitude, ce qui est une source d'anxiété.



Figure 4 : En tant que travailleurs de la santé, nous devons maintenant réfléchir à des solutions pour diminuer l'impact de la crise sanitaire sur notre santé mentale.

Après plus de trois millions de doses de vaccin administrées au Québec pour freiner la propagation du virus de la COVID-19, ce n'est toujours pas le moment de crier « victoire ! » devant la pandémie qui chamboule non moins que toute la planète. Tous voient leur quotidien bouleversé par ce fléau, en particulier ceux qui travaillent auprès des patients qui en sont atteints.

Comme nous le savons, le quotidien des technologues en radiologie abonde en défis. Nous sommes appelés à interagir avec les superviseurs, les médecins, les infirmières, le personnel de l'urgence et celui de l'entretien ménager. Il nous faut en tout temps faire preuve de tact et avoir une approche humaine avec les patients ainsi qu'avec les membres de leur famille. Le matériel informatique est renouvelé plus souvent en radiologie que dans les autres départements. De surcroît, nous devons souvent œuvrer sur des quarts de travail rotatifs, devons gérer les risques causés par la radiation ionisante et par l'administration de produits de contraste.

Les technologues ont subi beaucoup de changements dans leur travail pendant la crise des derniers mois en raison de la pandémie. Ces conditions stressantes peuvent engendrer plusieurs effets néfastes sur le plan de la santé physique et mentale. Pour éviter de vivre de l'épuisement professionnel, il est important d'être à l'affût des signes précurseurs et de connaître des solutions pour garder le moral pendant cette période d'incertitude. Empathie, bienveillance et résilience sont sans doute nos meilleurs alliés pour passer au travers la crise sans trop de difficulté.

Pour plus d'information sur le sujet, vous pouvez visiter le site Internet de l'OTIMROEPMQ dans la rubrique « COVID-19 ».

RÉFÉRENCES

- 1 – FAUBERT, Pierre. *Entrevue de M. Michel Langevin*, 104.7 Outaouais (Diffusé le 25 mars 2020) <https://www.fm1047.ca/audio/294466/entrevue-avec-pierre-faubert-psychologue>
- 2 – INESSS, QC.CA. *COVID-19 et la détresse psychologique et la santé mentale du personnel du réseau de la santé et des services sociaux dans le contexte de l'actuelle pandémie*, 8 avril 2020. https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/COVID-19/COVID-19_SM_personnel_reseau.pdf
- 3 – INSPQ. *Données de vaccination contre la COVID-19 au Québec*, 30 avril 2021. <https://www.inspq.qc.ca/covid-19/donnees/vaccination>
- 4 – HARDY, Katy. *Shoring up the front line*. Radiology Today Magazine, July/August 2020 edition, vol. 21 no 7, p. 18 à 21.
- 5 – QUEBEC.CA. *Stress, anxiété et déprime associés à la maladie à coronavirus COVID-19*, 21 mai 2020. <https://www.quebec.ca/sante/problemes-de-sante/a-z/coronavirus-2019/stress-anxiete-et-deprime-associes-a-la-maladie-a-coronavirus-covid-19/>
- 6 – SCHMOUKER, Olivier. *COVID-19 : le burnout vous guette-t-il plus que jamais ?*, Les Affaires, 9 juin 2020. <https://www.lesaffaires.com/blogues/olivier-schmouker/covid-19--le-burnout-vous-guette-t-il-plus-que-jamais/618518>

FIGURES :

- 1 – Appel aux témoignages Infirmier (e) ou aide-soignant (e), vous êtes au bord de l'épuisement professionnel ? Parlons-en, 13 octobre 2020. https://actu.fr/societe/infirmier-e-ou-aide-soignant-e-vous-etes-au-bord-de-l-epuisement-professionnel-parlons-en_36718784.html
- 2 – FUREY, Lori. *Covid 19 Les défis de la gestion manuelle des horaires du personnel hospitalier*, Logibec.com, 27 avril 2020. <https://www.logibec.com/ressources/articles/article-blogue/covid19-defis-gestion-horaires-hopital>
- 3 – Bien-être des médecins durant la crise de la Covid-19, 2021. <https://www.cma.ca/fr/carrefour-du-bien-etre-des-medecins/sujets/bien-etre-COVID-19>
- 4 – STEMPIAK, Marty. *5 tips for keeping radiologic technologists safe on the job during the pandemic*, Radiologybusiness.com, 21 avril 2020. <https://www.radiologybusiness.com/topics/care-delivery/radiologic-technologists-chest-x-ray-ct-coronavirus-imaging>

FIER ASSUREUR DES MEMBRES DE L'ORDRE DEPUIS PRÈS DE 35 ANS

1 800 644-0607 lacapitale.com/otimroepmq



La Capitale
Assurance et services financiers

La Capitale Assurance et services financiers désigne La Capitale assurances générales inc. en sa qualité d'assureur et d'agence en assurance de dommages.



L'immunisation (la vaccination)

Se protéger de ces ennemis microscopiques

DEPUIS PLUS DE 50 ANS, LES VACCINS AIDENT À PRÉVENIR ET À CONTRÔLER LA PROPAGATION DE MALADIES MORTELLES ET ONT SAUVÉ LA VIE DE MILLIONS DE NOURRISSONS, D'ENFANTS ET D'ADULTES.



Joanie Rochon
t.e.p.m.

CISSS
Montréal-Est
Hôpital Pierre-Boucher



La vaccination est l'une des plus grandes réalisations en santé publique au monde. Depuis plus de 50 ans, les vaccins aident à prévenir et à contrôler la propagation de maladies mortelles et ont sauvé la vie de millions de nourrissons, d'enfants et d'adultes. Par exemple, il existe des vaccins pour les épidémies telles que le virus Ebola, pour les maladies infantiles et les maladies débilitantes telles que la polio, pour les maladies telles que la fièvre jaune qui sont courantes dans certaines destinations voyages, pour des souches de grippes qui changent chaque année ou pour être utilisés de façon préventive.

Qu'est-ce qu'un vaccin ?

La vaccination repose sur la mémoire immunitaire. Lorsqu'on est malade, le corps produit des anticorps pour réagir contre la maladie et permettre de la surmonter. Ces anticorps demeurent dans notre corps, même une fois la maladie disparue, et nous protègent contre une récurrence de cette même maladie. C'est ce qu'on appelle l'immunité. Il n'est pas nécessaire d'être malade pour développer l'immunité ; il suffit d'être vacciné. La vaccination nous protège contre la maladie en introduisant dans l'organisme un agent antigénique contenu dans un vaccin permettant de déclencher la production d'anticorps, comme si l'on était exposé à la maladie naturellement. Les vaccins fonctionnent en faisant croire à l'organisme qu'il est attaqué par une maladie.

La vaccination repose sur la mémoire immunitaire.

Tous les vaccins comprennent une version inoffensive d'un antigène qui déclenchera une réponse immunitaire contre la maladie et conditionnera l'organisme à se défendre contre elle. Traditionnellement, l'antigène est produit en inactivant et en fragmentant des virus vivants assemblés et multipliés dans des cellules primaires comme des embryons de poulet ou des œufs fécondés, dans des bioréacteurs ou encore dans des cultures de levures, de bactéries ou de cellules.

Ainsi, par la vaccination, on cherche à « avertir » l'individu, à lui permettre une mise en place plus rapide de moyens de défense spécifiques (anticorps spécifiques, réactions cellulaires adaptées) afin d'éviter le développement de l'infection et de le protéger.

Types de vaccins

Vaccins vivants atténués

Les vaccins vivants atténués (VVA) sont dérivés d'agents pathogènes (virus ou bactéries, à l'origine de maladies) qui ont été atténués en laboratoire. Ils se développent dans l'organisme de l'individu vacciné, mais comme ils sont atténués, ils provoquent peu de symptômes de la maladie, voire aucun. On retrouve dans cette catégorie le vaccin contre la tuberculose, le vaccin contre la poliomyélite orale, le vaccin contre la rougeole, le vaccin contre les rotavirus et le vaccin contre la fièvre jaune.

Les vaccins vivants atténués déclenchent une excellente réponse immunitaire, presque aussi efficace que celle due à une infection par un agent pathogène de type sauvage. Les microorganismes vivants entraînent une stimulation antigénique continue, ce qui laisse suffisamment de temps pour la production de cellules mémoire.

Étant donné que les vaccins vivants atténués contiennent des organismes vivants, il existe un certain degré d'imprévisibilité soulevant quelques soucis de sécurité et de stabilité.

- Les agents pathogènes atténués peuvent revenir à une forme pathogène et provoquer la maladie chez les personnes vaccinées ou chez des personnes en contact avec elles. Ce type d'événements indésirables graves est très rare : poliomyélite paralytique associée au vaccin (PPAV) et poliovirus dérivé d'une souche vaccinale (PVDV) associé au vaccin antipoliomyélitique oral (VPO).
- Les systèmes immunitaires fonctionnels éliminent les agents pathogènes atténués dans leur réponse immunitaire. Les personnes dont le système immunitaire est affaibli, comme celles infectées par le VIH, peuvent avoir des difficultés à réagir correctement aux antigènes atténués.
- Une infection prolongée, par exemple la vaccination contre la tuberculose (BCG), peut entraîner une lymphadénite locale ou une infection généralisée.
- Si le vaccin est cultivé dans une culture de tissus contaminés, il peut être infecté par d'autres virus (ex. : des rétrovirus avec le vaccin antirougeoleux).
- Par précaution, les vaccins vivants atténués ne sont généralement pas administrés en cas de grossesse. Toutefois, le risque d'anomalies fœtales reste théorique. Par exemple, de nombreuses études ont démontré qu'une vaccination accidentelle contre la rubéole pendant la grossesse n'augmentait pas le risque de malformation congénitale.
- Les vaccins vivants atténués peuvent présenter un risque accru d'erreurs de vaccination
 - Certains vaccins vivants atténués sont sous forme lyophilisée (poudre). Ils doivent être reconstitués avec un diluant

spécial avant l'administration, ce qui peut entraîner des erreurs de vaccination en cas d'utilisation du mauvais diluant ou produit.

- Pour de nombreux vaccins vivants atténués, il est important de respecter scrupuleusement la chaîne du froid pour qu'ils restent actifs. (Figure 1)

RÉPONSE IMMUNITAIRE

Les microorganismes vivants entraînent une stimulation antigénique continue, ce qui laisse suffisamment de temps pour la production de cellules mémoire.

Les agents pathogènes atténués peuvent se répliquer dans les cellules hôtes.

Excellente réponse immunitaire

SÉCURITÉ ET STABILITÉ

Les agents pathogènes atténués peuvent revenir à leur forme originale et provoquer la maladie.

Risque potentiel pour les personnes ayant un système immunitaire affaibli (p. ex. VIH).

Infection de longue durée (BCG – lymphadénite locale).

Contamination de la culture tissulaire.

Erreurs de vaccination (Reconstitution, chaîne du froid).

Généralement non administrés en cas de grossesse.

Moins sûrs que les vaccins inactivés

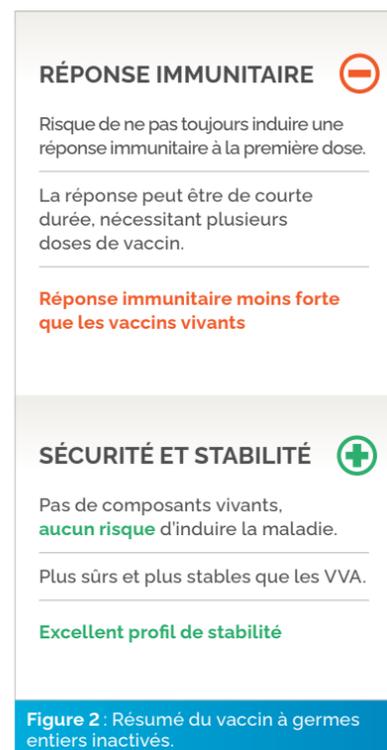
Figure 1 : Résumé du vaccin vivant atténué.

Vaccins à germes entiers inactivés (antigène tué)

Les vaccins inactivés sont composés de microorganismes (virus, bactéries, autres) qui ont été tués par des processus physiques ou chimiques. Ces organismes tués ne peuvent provoquer de maladie. On retrouve parmi ceux-ci le vaccin antioquelucheux à germes entiers et le vaccin inactivé contre le virus de la poliomyélite.

Les vaccins à germes entiers inactivés risquent quelquefois de ne pas induire une réponse immunitaire, et la réponse peut être de courte durée. Plusieurs doses de vaccin à germes entiers inactivés peuvent être nécessaires pour induire une réponse immunitaire suffisante.

Cette catégorie de vaccins ne présente aucun risque d'induire la maladie contre laquelle ils protègent, car ils ne contiennent pas de composants vivants. Ils sont considérés comme étant plus stables que les vaccins vivants atténués. (Figure 2)



Vaccins sous-unitaires

Les vaccins sous-unitaires, comme les vaccins à germes entiers inactivés, ne contiennent pas de composants vivants de l'agent pathogène. Ils diffèrent de ces derniers en contenant uniquement des fragments antigéniques de l'agent pathogène. Ces fragments sont nécessaires pour induire une réponse immunitaire protectrice. Cette précision a un coût, car les propriétés antigéniques de différentes sous-unités d'un agent pathogène doivent être examinées en détail pour déterminer les combinaisons particulières qui vont induire une réponse immunitaire efficace. Souvent, une réponse immunitaire peut être déclenchée, mais il n'y a aucune garantie qu'une mémoire immunologique soit correctement créée.

Comme les vaccins inactivés, les vaccins sous-unitaires ne contiennent pas de composants vivants et sont considérés comme étant très sûrs.

Il en existe 3 types, soit les vaccins sous unitaires à base de protéines, les vaccins polysaccharidiques et les vaccins sous-unitaires conjugués. (Figure 3)

Vaccins sous-unitaires à base de protéines

Les vaccins sous-unitaires à base de protéines présentent un antigène au système immunitaire sans particules virales, en utilisant une protéine spécifique isolée de l'agent pathogène. Cette technique comporte toutefois une faiblesse : les protéines isolées, si elles sont dénaturées, peuvent se lier à des anticorps différents de la protéine de l'agent pathogène.

On trouve parmi ceux-ci :

- Les vaccins antioquelucheux acellulaires, contenant une toxine pertussique inactivée et pouvant contenir un ou plusieurs composants bactériens. La toxine pertussique est détoxifiée, soit par traitement chimique, soit par des techniques de génétique moléculaire.

RÉPONSE IMMUNITAIRE

Nécessité de déterminer la combinaison de propriétés antigéniques qui induira une réponse immunitaire efficace.

Une réponse peut être déclenchée, mais sans garantie qu'une mémoire soit créée pour les futures réponses.

Réponse immunitaire moindre par rapport aux VVA

SÉCURITÉ ET STABILITÉ

Pas de composants vivants, **aucun risque** d'induire la maladie.

Plus sûrs et plus stables que les VVA.

Excellent profil de stabilité

Figure 3 : Résumé du vaccin sous-unitaire.

- Les vaccins antihépatite B, qui sont composés de l'antigène de surface du virus de l'hépatite B (HBsAg), une protéine produite par le virus de l'hépatite B.

Vaccins polysaccharidiques

Certaines bactéries, lorsqu'elles infectent les humains, sont protégées par une capsule polysaccharidique (sucre) qui leur permet d'échapper aux systèmes de défense de l'organisme, en particulier chez les nourrissons et les jeunes enfants.

Les vaccins polysaccharidiques déclenchent une réponse immunitaire contre les molécules présentes dans la capsule de l'agent pathogène. Ces molécules sont de petite taille et leur immunogénicité est souvent moindre.

De ce fait, elles ont tendance à :

- Ne pas être efficaces chez les nourrissons et les jeunes enfants (de moins de 25 mois),

- Induire seulement une immunité à court terme (réponse immunitaire lente, lente augmentation du taux d'anticorps, absence de mémoire immunitaire).

On retrouve parmi les vaccins polysaccharidiques des vaccins antiméningococciques contre *Neisseria meningitidis* groupe A, C, W135 et Y ainsi que des vaccins antipneumococciques.

Vaccins sous-unitaires conjugués

Les vaccins sous-unitaires conjugués déclenchent une réponse immunitaire contre les molécules présentes dans la capsule de l'agent pathogène. Par rapport aux vaccins polysaccharidiques simples, ils bénéficient d'une technologie qui lie le polysaccharide à une protéine porteuse capable d'induire la réponse protectrice à long terme même chez les nourrissons.

Diverses protéines porteuses sont utilisées pour la conjugaison, y compris les anatoxines tétaniques et diphtériques. Les vaccins sous-unitaires conjugués peuvent donc prévenir des infections bactériennes courantes pour lesquelles les vaccins polysaccharidiques sont soit inefficaces chez certaines populations les plus à risque (nourrissons), soit procurent une protection à court terme (le reste de la population).

L'arrivée des vaccins sous-unitaires conjugués a marqué une nouvelle ère pour l'immunisation contre les maladies causées par des organismes encapsulés comme le méningocoque *Haemophilus influenzae* type b (Hib) et le pneumocoque.

Les anatoxines (toxines inactivées)

Les vaccins à base d'anatoxines sont faits de toxine produite par certaines bactéries (ex. : le tétanos ou la diphtérie).

La toxine, qui envahit la circulation sanguine, est en grande partie responsable des symptômes de la maladie. La toxine à base de protéine est rendue inoffensive (anatoxine) et est utilisée

comme antigène dans le vaccin pour induire l'immunité.

Afin de renforcer la réponse immunitaire, l'anatoxine est absorbée sur des sels d'aluminium ou de calcium qui servent d'adjuvants.

Les vaccins à base d'anatoxine sont sûrs parce qu'ils ne peuvent pas provoquer les maladies qu'ils sont censés prévenir et il n'y a pas de possibilité de revenir à la virulence. Les antigènes vaccinaux ne se multiplient pas et ne se propagent pas chez le sujet immunisé. Ils sont stables puisqu'ils sont moins sensibles aux changements de température, d'humidité et de lumière. (Figure 4)



Vaccins à ARN messenger

L'ARN messenger contenu dans ce vaccin sera converti en protéine S (Spike) qui se retrouve habituellement sur l'enveloppe du virus (lors d'une infection, cette protéine lui permet d'entrer dans la cellule), permettant de déclencher

une réponse immunitaire visant à se protéger contre cette protéine. Si une personne vaccinée est infectée par la suite, ses défenses immunitaires vont reconnaître la protéine S du virus et le détruire.

Il n'existait, jusqu'à aujourd'hui, aucun vaccin à ARN messenger homologué. Cependant, les chercheurs y travaillent depuis plus de 20 ans, et des vaccins sur la base de cette technologie ont déjà été finalisés.

Le seul vaccin à ARN messenger existant pour le moment est celui contre la COVID-19.

Comment les vaccins contre la COVID-19 ont-ils pu être élaborés aussi rapidement ?

L'immunité contre les coronavirus avait beaucoup été étudiée à l'occasion des alertes précédentes (le SARS-CoV en Asie en 2003 et le MERS-CoV en Arabie Saoudite en 2012).

Pour le SARS-CoV-2, la séquence de la protéine S a été rendue publique dès janvier 2020. La production d'ARN correspondant à cette séquence a pu se faire quasiment immédiatement et bien plus rapidement que la production de protéines ou de la culture de virus.

De plus, les chercheurs ont bénéficié d'un soutien financier sans précédent, ce qui a permis d'accélérer le développement, la fabrication et la distribution des vaccins.

Les différentes voies d'administrations d'un vaccin

La voie d'administration est la voie par laquelle un vaccin (ou médicament) est mis en contact avec l'organisme. C'est un facteur essentiel pour le succès de la vaccination. Une substance doit être transportée du site d'administration à la partie de l'organisme où son action est souhaitée. Toutefois, l'utilisation des mécanismes de transports de l'organisme à cette fin n'est pas simple.

L'injection intramusculaire (IM) permet d'administrer le vaccin dans

la masse musculaire. Les vaccins contenant des adjuvants doivent être injectés en IM pour réduire les effets indésirables locaux.

L'injection sous-cutanée (SC) consiste en l'administration du vaccin dans la couche sous-cutanée, au-dessus du muscle et sous la peau.

L'injection intradermique (ID) permet d'administrer le vaccin dans la couche supérieure de la peau. Le BCG est le seul vaccin pour lequel on utilise cette voie d'administration. L'injection intradermique du vaccin BCG réduit le risque de lésion neurovasculaire.

L'administration orale facilite la vaccination en éliminant la nécessité d'une aiguille et d'une seringue.

L'application à l'aide d'un vaporisateur nasal d'un vaccin permet une administration sans aiguille par la muqueuse nasale de la personne vaccinée. (Figure 5)

Effets secondaires

Comme tout médicament ou complément alimentaire (y compris les vitamines), les vaccins peuvent entraîner des effets secondaires et des réactions. Il est courant et normal d'avoir des effets secondaires temporaires. Ils durent habituellement quelques heures ou quelques jours après la vaccination. Il s'agit de la réponse naturelle du corps qui travaille fort pour bâtir une immunité contre la maladie. C'est-ce qu'on appelle la réponse ou réaction inflammatoire.

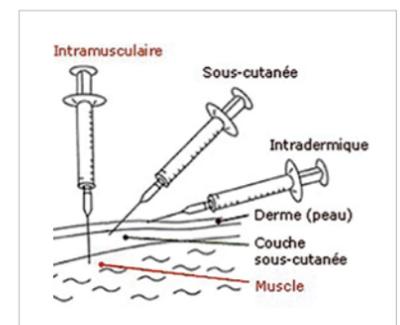


Figure 5 : Les différentes voies d'administration.

Comme tout médicament ou complément alimentaire (y compris les vitamines), les vaccins peuvent entraîner des effets secondaires et des réactions.

Effets secondaires courants

Il peut s'agir de symptômes au point d'injection comme :

- une enflure
- une douleur
- des rougeurs.

De symptômes ressemblant à ceux de la grippe comme :

- des frissons
- des maux de tête
- de la fatigue
- des douleurs articulaires
- une fièvre légère
- des douleurs musculaires.

Il est possible que les enfants soient plus irritables qu'à l'habitude.

Réactions liées au stress

Il est aussi possible de ressentir des réactions liées au stress pour les personnes craignant les vaccins comme de la pâleur, de la transpiration, une respiration plus rapide, des engourdissements ou des picotements ou d'avoir une perte de sensation au visage, aux mains ou aux pieds.

Parfois, certaines personnes peuvent s'évanouir pendant la vaccination ou peu de temps après avoir reçu un vaccin, mais elles se rétablissent en quelques minutes. Elles peuvent rester

pâles et en sueur, et avoir une baisse de la pression artérielle pendant plusieurs minutes par la suite. L'évanouissement n'a pas d'effets négatifs en soi, mais peut entraîner des blessures à la tête si la personne tombe. Il est donc important d'informer le professionnel de la santé si cette situation est déjà arrivée auparavant.

Réactions allergiques

Il existe un très faible risque de réaction allergique à un vaccin : le choc anaphylactique. Il survient habituellement rapidement après l'administration et il est traitable.

Il est important de signaler au professionnel de la santé si vous ressentez des symptômes de réaction anaphylactique suivants :

- plaques rouges qui démangent
- enflure du visage, des lèvres, de la langue, des voies respiratoires
- une augmentation du rythme cardiaque
- une perte de conscience
- des douleurs abdominales, des vomissements et de la diarrhée
- des éternuements, de la toux ou des difficultés respiratoires.

La vaccination et le syndrome du Guillain-Barré

Qu'est-ce que le syndrome du Guillain-Barré ?

Le syndrome de Guillain-Barré est dû à une atteinte des nerfs périphériques d'origine auto-immune. Tous les nerfs commandant les mouvements des membres ou des muscles respiratoires peuvent donc être touchés. Ces nerfs sont constitués de fibres recouvertes d'une gaine isolante, appelée myéline, comparable à l'isolant recouvrant les fils électriques. (Figure 6) La myéline assure le bon fonctionnement des nerfs et favorise la transmission du message nerveux. Dans le syndrome de Guillain-Barré, la myéline est altérée, voire détruite - on parle de démyélinisation. Cette altération entraîne un ralentissement (ou un « court-circuit ») de la transmission du signal nerveux, responsable des symptômes de faiblesse et de sensations anormales. Si la transmission nerveuse est trop lente, ou si elle se bloque, le malade peut même être paralysé.

La paralysie est rapide et débute aux membres inférieurs puis d'évolution ascendante. Il s'agit d'une maladie potentiellement grave. La récupération est le plus souvent complète, mais environ 5 % des patients décèdent et environ 10 % conservent des séquelles motrices.

Il s'agit d'une maladie très rare et son incidence est d'environ 1 à 3 cas pour 100 000 habitants.

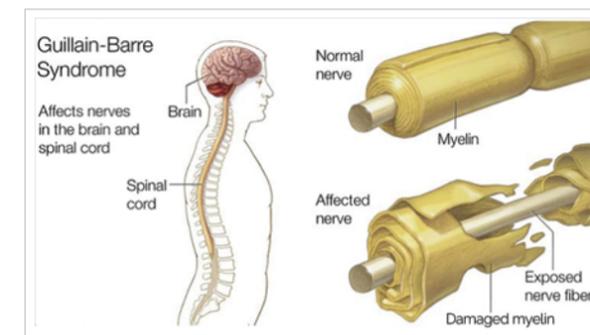


Figure 6 : Nerf normal vs nerf démyélinisé.

Mécanisme entre la vaccination et le syndrome du Guillain-Barré

Le mécanisme entre la vaccination et le possible risque de syndrome de Guillain-Barré est mal connu. Deux hypothèses sont mises en avant pour expliquer la possibilité d'une relation de cause à effet entre la vaccination et les maladies auto-immunes de manière générale :

- La première serait une stimulation non spécifique du système immunitaire inné chez une personne ayant d'autres facteurs d'auto-immunité.

- La seconde serait une parenté antigénique entre un constituant du vaccin et un constituant normal de l'organisme. Les anticorps induits par la vaccination reconnaîtraient alors comme antigènes des constituants normaux de l'organisme. C'est ce qu'on appelle le principe du mimétisme moléculaire.

Cette deuxième hypothèse est notamment évoquée pour les vaccins grippaux. Certains de leurs composants tels que les hémagglutinines (antigènes à la surface du virus grippal) présentent une parenté avec les gangliosides contre lesquels sont dirigés les auto-anticorps présents dans le syndrome du Guillain-Barré.

Les vaccins utilisés au Canada sont sûrs et efficaces.

L'innocuité des vaccins

La *Loi sur les aliments et drogues* et *Le Règlement sur les aliments et drogues* classent les vaccins dans les catégories des médicaments biologiques. Ils diffèrent des médicaments chimiques parce qu'ils proviennent d'organismes vivants et sont donc naturellement plus variables que les médicaments chimiques. Ils nécessitent donc une plus grande surveillance réglementaire que les médicaments chimiques ainsi qu'une expertise et des procédures particulières pour leur fabrication, leur contrôle et leur réglementation.

Les vaccins utilisés au Canada sont sûrs et efficaces. Ils sont créés selon les normes les plus strictes ; leur innocuité et leur efficacité sont continuellement surveillées. Il faut en moyenne 10 ans de recherche et de développement avant qu'un vaccin soit soumis à l'approbation de Santé Canada. Après l'approbation du vaccin, le comité consultatif national recommande la façon dont il devrait être utilisé. Une fois que les vaccins sont disponibles pour la population, leur innocuité est régulièrement surveillée par :

- **L'Agence de la santé publique du Canada** par le biais de son système canadien de surveillance des effets secondaires suivant l'immunisation, avec l'aide des autorités de santé publique et de chaque professionnel de la santé.

- **Le Programme canadien de surveillance active de l'immunisation**, un réseau national de surveillance active des effets secondaires suivant l'immunisation, des échecs vaccinaux et de certaines maladies infectieuses de l'enfance qui sont ou deviendront évitables par la vaccination. Ce réseau est déployé dans les hôpitaux pédiatriques.

Conclusion

Les vaccins constituent une des avancées les plus importantes dans la lutte contre les maladies infectieuses. Cependant, de nos jours, de nombreuses infections ne bénéficient pas d'un vaccin (VIH, paludisme...) ou de vaccins avec une efficacité suffisante (grippe, tuberculose...). La mise au point de nouveaux vaccins ainsi qu'une meilleure utilisation des vaccins déjà disponibles représentent un enjeu important pour diminuer la morbidité et la mortalité liées aux infections et la résistance aux anti-infectieux.

Les recherches en cours portent sur la mise au point de nouvelles technologies vaccinales, le développement de nouveaux adjuvants et l'évaluation de nouvelles stratégies, comme la vaccination de la femme enceinte pour protéger le nourrisson et la protection de populations plus fragiles (personnes immunodéprimées, sujets âgés). La mise au point de nouveaux vaccins, l'amélioration des vaccins existants, la protection des personnes plus fragiles et la réponse aux infections émergentes représentent des enjeux majeurs en matière de santé publique.

RÉFÉRENCES

- 1 – Immunize, Immunisation Canada <https://immunize.ca/fr/quest-ce-que-la-vaccination>
- 2 – Passeport santé, Microbes, virus, bactéries... Quelles différences ? 1998-2021 <https://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=microbes-virus-bacteries-differences-p2>
- 3 – La polyarthrite rhumatoïde en 100 questions, dernière mise à jour 2018, https://www.rhumatismes.net/index.php?id_q=1469
- 4 – Avis préliminaire sur les groupes prioritaires pour la vaccination contre la COVID-19 au Québec, <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/3085-groupes-prioritaires-vaccination-covid19.pdf>
- 5 – Immunisation Canada, <https://immunize.ca/fr/resources/89>
- 6 – Gouvernement du Canada, <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/vaccinations-pour-enfants/securite-craintes-e>
- 7 – C. Merle & A. Andre, relecture Dr A. Tilly, création : 14 juillet 2018, mis à jour : 9 avril 2019, Vaccin clic 2021, <https://vaccin clic.com/index.php/109-effets-secondaires-mediatises/85-syndrome-guillain-barre-en-bref>
- 8 – C. Merle & A. Andre, relecture Dr A. Tilly, création : 8 juillet 2018, mis à jour : 23 avril 2019, <https://vaccin clic.com/index.php/110-effets-secondaires-mediatises/plus-d-informations-mediatises/84-syndrome-guillain-barre-en-detail>
- 9 – Orpha net : Le syndrome de Guillain Barré Encyclopédie Orphanet Grand Public Maladies Rares Info Services 01 56 53 81 36 www.orpha.net/data/patho/Pub/fr/GuillainBarre-FRfrPub834v01.pdf | Octobre 2007, <https://www.orpha.net/data/patho/Pub/fr/GuillainBarre-FRfrPub834.pdf>

FIGURES

Image d'introduction – Educaloi, actualités, 23 novembre 2020, actualité juridique article : La vaccination contre la COVID-19 pourrait-elle être obligatoire? <https://educaloi.qc.ca/actualites-juridiques/la-vaccination-contre-la-covid-19-pourrait-elle-etre-obligatoire/>

- 1 – <https://fr.vaccine-safety-training.org/vaccins-vivants-attenues.html>
- 2 – <https://fr.vaccine-safety-training.org/vaccins-a-germes-entiers-inactives.html>
- 3 – <https://fr.vaccine-safety-training.org/vaccins-sous-unitaires.html>
- 4 – <https://fr.vaccine-safety-training.org/vaccins-a-base-danatoxine.html>
- 5 – <https://fr.vaccine-safety-training.org/voie-dadministration.html>
- 6 – SR SPLIT ROCK Rehabilitation and health center <https://splitrockrehab.com/guillain-barre-syndrome-causes-treatments/>

Myocardite virale

L'INFECTION VIRALE EST LA PREMIÈRE CAUSE DE MYOCARDITE. UN GRAND NOMBRE DE VIRUS PEUT S'ATTAQUER AU TISSU MUSCULAIRE DU CŒUR.



Jean-Sébastien Scherrer
t.e.p.m.

Centre hospitalier de
l'Université de Montréal
(CHUM)

Le myocarde est un type de muscle unique qui se synchronise 100 000 fois par jour afin de faire battre notre cœur. Malgré toute sa force et son endurance, il peut être infecté par une grande variété de virus avec des effets tout aussi variables.

Définition

L'infection virale est la première cause de myocardite. Un grand nombre de virus peut s'attaquer au tissu musculaire du cœur. Il en résulte une inflammation du myocarde causant une diminution de l'efficacité de la contraction du cœur. La façon la plus efficace de diagnostiquer la myocardite virale est par une biopsie. C'est la seule façon de déterminer la cause précise de l'inflammation du muscle cardiaque. Cependant, les risques associés à une telle biopsie sont élevés, il n'est donc pas recommandé de la faire chez tous les patients. Il faut éviter la biopsie sauf si la vie du patient en dépend. Il est possible d'observer plusieurs signes en faveur d'une myocardite grâce à des tests bien plus sécuritaires et accessibles : électrocardiogramme au repos (ECG), échographie cardiaque, prise de sang, IRM cardiaque.

Type de myocardite virale

Bénigne

La myocardite virale bénigne correspond à la majorité des atteintes du muscle cardiaque. Son incidence est inconnue, car dans la grande majorité du temps, elle ne provoquera pas de symptômes ou en provoquera peu. Les symptômes peuvent être de l'essoufflement plus marqué à l'effort, une fatigue, un inconfort dans la poitrine qui sont autant attribuables à la myocardite qu'à l'infection virale seule¹. Les gens atteints de cette forme myocardite ne se présentent

Il faut éviter la biopsie sauf si la vie du patient en dépend.

généralement pas à l'hôpital pour des symptômes cardiaques, mais plutôt pour des symptômes d'allure grippale et sa découverte est généralement fortuite. Elle ne nécessite aucun traitement particulier et tend à guérir d'elle-même en quelques jours.

ECG au repos (ECG): le plus souvent normal; tachycardie sinusale, arythmie bénigne². (Figure 1)

Échographie cardiaque: fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) dans les limites normales. Pas beaucoup de données.

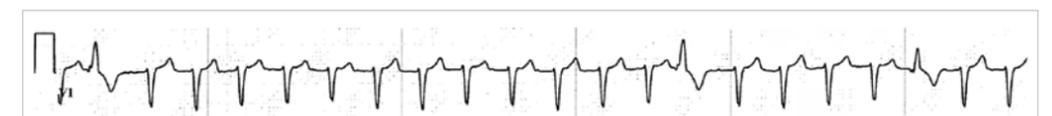


Figure 1: Bande de rythme. Tachycardie sinusale à 125 bpm avec bloc de branche gauche incomplet et présence d'extrasystole ventriculaire malgré une fréquence cardiaque élevée.

FONDS de solidarité FTQ **S'INVESTIR POUR UNE MEILLEURE SOCIÉTÉ.**

Cotisez à même votre salaire.

Avec la retenue sur le salaire, vous pouvez épargner de façon automatique en fixant vous-même le montant prélevé. Facile!

Pour en savoir plus
fondsftq.com/cotiser

Veuillez lire le prospectus avant d'acheter des actions du Fonds de solidarité FTQ. Vous pouvez vous procurer un exemplaire du prospectus sur le site [Web fondsftq.com](https://www.fondsftq.com), auprès d'un responsable local ou aux bureaux du Fonds de solidarité FTQ. Les actions du Fonds de solidarité FTQ ne sont pas garanties, leur valeur fluctue et leur rendement passé n'est pas indicatif de leur rendement dans l'avenir.



Aiguë

La myocardite aiguë se traduit par l'apparition progressive d'insuffisance cardiaque quelques semaines après que le patient ait eu les premiers symptômes d'une infection virale. Les patients aux prises avec cette forme de myocardite présentent tous les signes de décompensation cardiaque plus ou moins importants associés à de l'insuffisance cardiaque³. À ce stade, il faut éliminer la possibilité d'une ischémie ou de valvulopathie grave. C'est une fois ces diagnostics différentiels exclus jumelés à un contexte infectieux que le diagnostic peut être émis.

ECG

La sensibilité de l'ECG face à la myocardite aiguë est faible (~47%)⁴. Néanmoins, c'est le premier test habituellement disponible et plusieurs éléments permettent de tendre vers le bon diagnostic et s'avèrent un élément clé dans le suivi et dans le pronostic des patients.

- **Sous-décalage du segment PR** présent dans 20 % des myocardites. Il s'agit d'une déflexion négative du segment PR $\geq 0,5$ mm sur toutes les dérivations à l'exception de aVR et V1, signe que l'infection touche les oreillettes, ce qui affecte leur repolarisation.
- **Bloc AV** peut se présenter sous toutes ses formes, mais est plutôt rare chez les gens qui ont une myocardite virale. Il sera plus présent lors de myocardites induites par la maladie de Lyme.

- **Diminution du voltage du QRS** nécessite un enregistrement antérieur et est présente chez ~18 % des cas de myocardite aiguë. Ce signe est causé par de l'œdème dans le myocarde et les poumons. Il sera encore plus marqué avec une péricardite qui est souvent présente lors d'une myocardite.
- **Apparition rapide d'ondes Q** est le signe le plus commun retrouvé sur l'ECG lors d'une myocardite, puisque présent chez 70 % des gens atteints. Contrairement à l'infarctus, l'onde Q de la myocardite sera à son maximum en phase aiguë et s'observe principalement en territoires inférieur et latéral.
- **Élargissement du QRS** Plus de la moitié des patients atteints de myocardite aiguë verront un élargissement de leur QRS, voire jusqu'à l'apparition d'un bloc de branche complet (autant droite que gauche). On remarque que ce phénomène est associé à la diminution de la fraction d'éjection sous les 45 %. C'est un signe de mauvais pronostic (encore plus que la présence de l'onde Q).
- **QRS fragmenté** Présence d'une onde QRS multicrochetée dans au moins deux dérivations par territoire, signe de cicatrice ou de fibrose à même le muscle cardiaque. On le retrouve chez les gens qui vont déjà avoir un élargissement de leur QRS et est donc un signe encore plus marqué de mauvais pronostic.

- **Modification du segment ST** Les modifications du segment ST sont fréquemment rencontrées dans un contexte de myocardite aiguë. Plus souvent, c'est une élévation du segment ST qui sera observée, et ce signe peut être présent chez jusqu'à 73 % des personnes atteintes. Cette altération du segment ST est difficile à distinguer d'un infarctus aigu. Cependant, dans plusieurs cas, non seulement le segment ST sera élevé, mais il présentera également une forme concave (en coupole) avec un point-J élevé atteignant au maximum 5 mm, avec une amplitude variable selon les territoires, mais en épargnant V1 et aVR qui auront plus tendance au sous-décalage. C'est grâce à ce détail que l'on peut distinguer la myocardite d'une simple repolarisation précoce si la comparaison avec un ECG fait antérieurement n'est pas possible.
- **L'onde T** L'inversion de l'onde T sera présente dans près de 50 % des myocardites aiguës, mais c'est un signe tardif qui peut se présenter jusqu'à 48 h après l'apparition de défaillance cardiaque. (Figure 2) Cette modification de l'onde T n'est pas reliée à la gravité de la maladie ni évocatrice de bon ou mauvais pronostic. Par contre, il semble un bon indicateur de la zone la plus touchée par l'inflammation.
- **Tachycardie ventriculaire** Cette anomalie électrique arrive dans les formes plus avancées ; il est difficile de dire si elle est causée directement par l'inflammation du myocarde ou par une faible fraction d'éjection. Elle reste une cause importante de décès chez les gens atteints de myocardite virale aiguë et sera souvent précédée de tachycardie ventriculaire non soutenue, de palpitations ou de syncope.

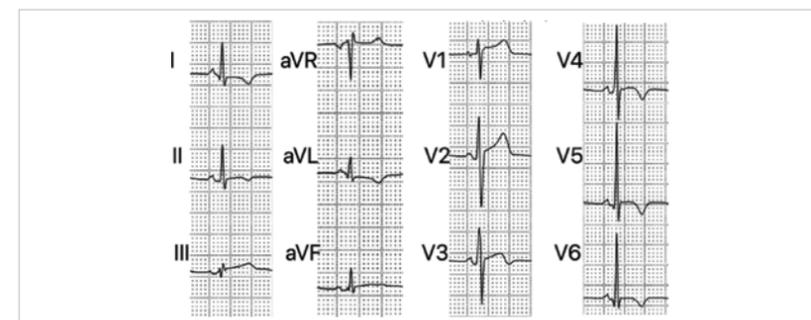


Figure 2 : Signe d'une myocardite aiguë. Sous-décalage du segment PR et inversion d'onde T.

Échographie cardiaque transthoracique

Bien utile pour déterminer l'ampleur de l'insuffisance cardiaque induite par la myocardite. Les trouvailles à l'échographie cardiaque transthoracique (ETT) sont une fraction d'éjection abaissée de façon diffuse et une dilatation du ventricule gauche légère à modérée. L'utilisation du *strain* longitudinal est utile dans le diagnostic de la myocardite virale jumelée à l'histoire clinique⁵. Un *strain* global abaissé jusqu'à -9 % où les segments les plus abaissés sont retrouvés dans les zones les plus atteintes avec une précision s'approchant de plus en plus de l'IRM lorsque la qualité technique le permet. L'ETT est également bien utile dans le suivi de l'épanchement péricardique qui peut être provoqué par la myocardite. (Figures 3, 4 et 5)

IRM cardiaque⁶

L'IRM est aussi un incontournable dans le diagnostic de la myocardite. Cet examen détermine avec une grande précision l'inflammation du myocarde et permet de cibler la zone à étudier si une biopsie est jugée nécessaire. Toutefois, elle ne permet pas de déterminer la cause virale de la myocardite.

Pronostic

La forme aiguë de la myocardite virale est malheureusement associée à de lourdes séquelles pour la fonction cardiaque. Plus le cœur est touché par l'infection, plus il reste faible. On quantifie l'amélioration de la fonction cardiaque par la progression de la fraction d'éjection du ventricule gauche. Chez les patients qui survivent à la forme aiguë et dont la FEVG est gravement atteinte, soit entre 10 % et 24 %, on s'attend à voir progresser leur FEVG entre 12 % et 26 % en 6 mois⁷ ; ils resteront aux prises avec de l'insuffisance cardiaque pour le restant de leur vie. Pour ceux dont l'infection a eu comme conséquence une greffe cardiaque, moins d'une personne sur deux survivra au-delà de dix ans.⁸

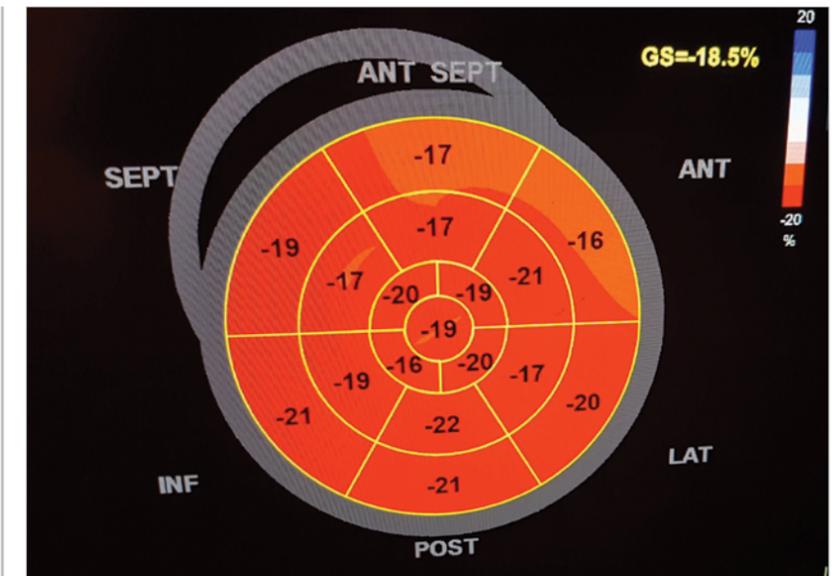


Figure 3 : Strain normal (GLS -18,5 %).



Figure 4 : Strain abaissé particulièrement pour les segments latéral, moyen et basal (GLS -12,8 %).

Fulminante

La myocardite virale fulminante est caractérisée par une apparition extrêmement rapide et grave de l'atteinte du muscle cardiaque. En quelques heures, la fonction cardiaque s'effondre, avec une fraction d'éjection du ventricule gauche qui peut baisser à moins de 15 %. C'est la forme la plus grave de myocardite. Elle est responsable de 10 à 40 % de mort subite chez les adolescents et jeunes adultes⁹. Elle est associée à une réponse immunitaire vigoureuse face à l'infection du myocarde. La prise en charge rapide est capitale pour ces patients, car leur condition peut se détériorer très rapidement. Ils devront être orientés vers un centre qui dispose d'aide à la circulation sanguine, circulation extracorporelle (CEC), afin d'augmenter leurs chances de récupération de leur fonction ventriculaire gauche et droite.

En quelques heures, la fonction cardiaque s'effondre.

ECG

Les anomalies à l'ECG sont très similaires à ce que l'on peut observer pour la myocardite aiguë, mais en plus grand nombre. Pour la majorité des patients, à l'ECG, on retrouvera entre 2 et 10 anomalies¹⁰ dont une plus grande proportion de bloc A-V de haut degré ou de 3^e degré (32 %), de tachycardie ventriculaire (20 %), d'élargissement du QRS (46 %). À lui seul, l'ECG ne permet pas de déterminer, hors de tout doute, s'il s'agit d'une myocardite aiguë ou fulminante.

Échographie cardiaque transthoracique

À l'instar de l'ECG, l'ETT sera très utile afin de départager le type de myocardite. Puisque le processus inflammatoire s'installe très rapidement dans le cas d'une myocardite fulminante, le ventricule gauche n'aura pas le temps de se dilater et le septum interventriculaire sera épaissi contrairement à ce que l'on retrouve dans la myocardite aiguë. La FEVG sera sévèrement diminuée¹¹ et tous les signes d'insuffisance cardiaque seront observés.

Pronostic

Dans la mesure où le patient reçoit rapidement des soins afin d'éviter un choc cardiogénique qui entraînerait la mort dans les deux premiers jours de l'infection, le pronostic est plus favorable que pour la forme aiguë. Il n'est pas rare qu'un patient voie sa FEVG se normaliser dans les 6 mois après l'infection. Quelques dommages au cœur peuvent subsister chez certaines, mais rares sont les personnes qui auront une baisse de leur qualité de vie.

Conclusion

Le technologue en électrophysiologie médicale exerçant dans le domaine cardiaque a un rôle clé dans le cas de myocardite virale. Bien que l'ECG au repos ne soit pas le test de prédilection dans le diagnostic, il est essentiel pour avoir un suivi rapproché. Un sous/sus décalage qui progresse, un QRS qui s'élargit, un bloc AV qui augmente de degrés sont des signes de détérioration de la condition du patient. Il n'est donc pas rare d'avoir à faire de 2 à 5 ECG au repos à ces patients dans une même journée et chacun d'eux servira à déterminer l'évolution du patient et la thérapie à adapter.

Qu'en est-il du SARS-CoV-2 ?

Le virus associé à la COVID-19 se lie aux cellules humaines dans le but de les infecter, particulièrement celles qui disposent de récepteur ACE2. Plusieurs de nos cellules en possèdent, dont celles qui tapissent le cœur. Leur prévalence est indéterminée. Une étude récente parlait de 0,4 % chez de jeunes athlètes¹². Les risques sont très faibles de développer une myocardite, mais au Québec, sur plus de 350 000 personnes infectées, ceci représente tout de même 140 000 personnes. En 2020, le Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) a mis sous CEC quatre patients atteints de la COVID-19 présentant un choc cardiogénique associé à une myocardite. On observe à l'échographie cardiaque sur le *strain* des atteintes de la région basale du ventricule gauche¹³, démontrant un lien entre l'atteinte cardiaque et la COVID-19. Une étude à grande échelle est lancée pour établir le type d'anomalies rencontrées à l'échographie lors d'une atteinte du cœur causée par la COVID-19 et prévoir le pronostic selon les atteintes.

Dans la mesure où le patient reçoit rapidement des soins afin d'éviter un choc cardiogénique qui entraînerait la mort dans les deux premiers jours de l'infection, le pronostic est plus favorable que pour la forme aiguë.

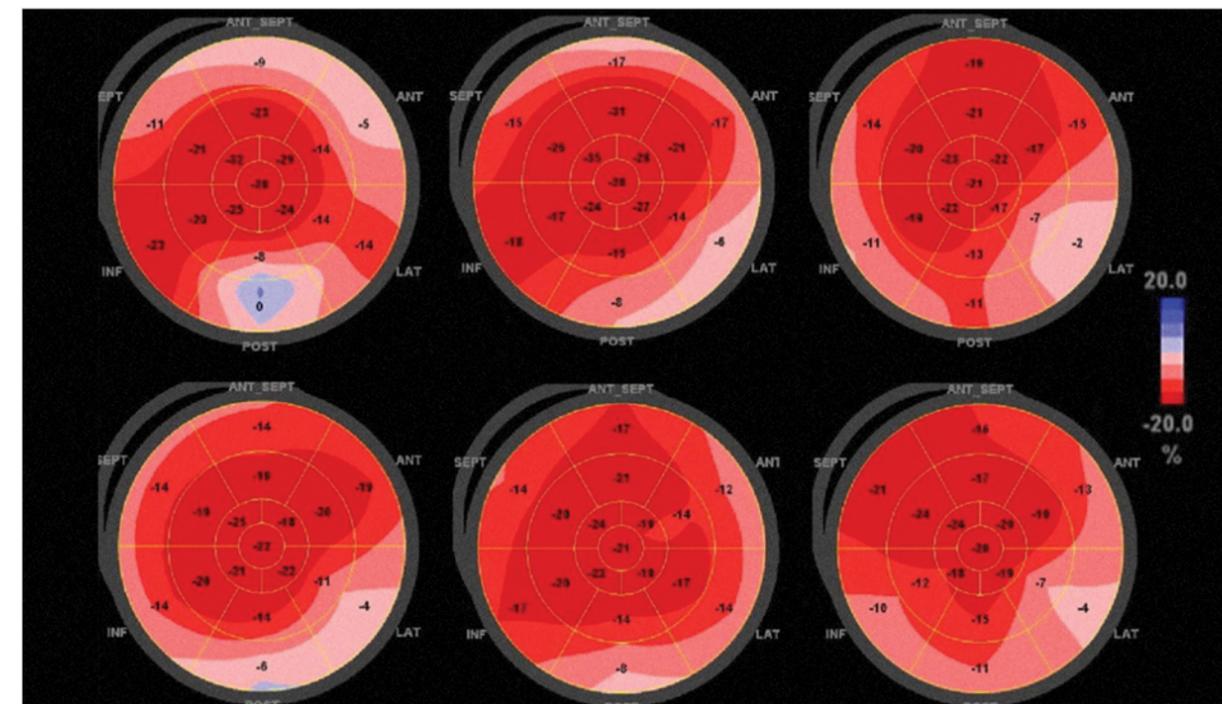


Figure 5 : Six patrons types d'abaissement du *strain* à l'échographie avec une concentration pour les segments basaux.

RÉFÉRENCES

- 1 – Institut de cardiologie- maladie cardio-vasculaire. 2021 « Myocardite » <https://www.icm-mhi.org/fr/soins-et-services/maladies-cardiovasculaires/myocardite#:~:text=La%20myocardite%20est%20une%20inflammation,drogues%20ill%C3%A9gales%20comme%20la%20coca%C3%AFne.> 11 mars 2021
- 2 – e-cardiogramme ECG de A à Z. 2020 « Myocardite » <https://www.e-cardiogram.com/myocardite/>
- 3 – Felker GM, Boehmer JP, Hruban RH, Hutchins GM, Kasper EK, Baughman KL, Hare JM. Echocardiographic findings in fulminant and acute myocarditis. *J Am Coll Cardiol.* 2000 Jul ;36(1):227-32. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00690-2. PMID: 10898439.
- 4 – Carmelo Buttà MD, Luca Zappia MD, Giulia Laterra MD, Marco Roberto MD ; 28 nov. 2019. Diagnostic and prognostic role of electrocardiogram in acute myocarditis: A comprehensive review
- 5 – Uziębło-Życzkowska, B., Mielniczuk, M., Ryzek, R, et al. Myocarditis successfully diagnosed and controlled with speckle tracking echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound* 18, 19 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12947-020-00203-4>
- 6 – Pierre Monney, Didier Locca, Stefano Muzzarelli, Xavier Jeanrenaud, Roger Hullin, Juerg Schwitler. IRM cardiaque : imagerie de référence dans le diagnostic de la myocardite aiguë ? *Rev Med Suisse* 2012 ; volume 8.
- 7 – Felker GM, Boehmer JP, Hruban RH, Hutchins GM, Kasper EK, Baughman KL, Hare JM. Echocardiographic findings in fulminant and acute myocarditis. *J Am Coll Cardiol.* 2000 Jul ;36(1):227-32. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00690-2. PMID: 10898439.
- 8 – A. COMBES Myocardites aiguës ; réalités cardiologiques # 299. Février 2014_Cahier 1
- 9 – Guillaume HÉKIMIAN et coll. Sorbonne Université, AP-HP, Hôpital Pitié-Salpêtrière, service de médecine intensive-réanimation, Paris 15 avril 2021 (<https://www.cardiologie-pratique.com/journal/article/0031691-myocardite-fulminante>)
- 10 – Chen J, Chen S, Li Z, et al. : Role of electrocardiograms in assessment of severity and analysis of the characteristics of ST elevation in acute myocarditis: a two-centre study. *Exp Ther Med.* 2020. 20 :20. 10.3892/etm.2020.9148.
- 11 – Felker GM, Boehmer JP, Hruban RH, Hutchins GM, Kasper EK, Baughman KL, Hare JM. Echocardiographic findings in fulminant and acute myocarditis. *J Am Coll Cardiol.* 2000 Jul ;36(1):227-32. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00690-2. PMID: 10898439.
- 12 – Martinez MW, Tucker AM, Bloom OJ, et al. Prevalence of Inflammatory Heart Disease Among Professional Athletes With Prior COVID-19 Infection Who Received Systematic Return-to-Play Cardiac Screening. *JAMA Cardiol.* Published online March 04, 2021. doi:10.1001/jamacardio.2021.0565.
- 13 – Goerlich E, Gilotra NA, Minhas AS, Bavaro N, Hays AG, Cingolani OH. Prominent Longitudinal Strain Reduction of Basal Left Ventricular Segments in Patients with Coronavirus Disease-19. *J Card Fail.* 2021 Jan ;27(1):100-104. doi: 10.1016/j.cardfail.2020.09.469. Epub 2020 Sep 28. PMID: 32991982; PMCID: PMC7521413.

FIGURES

- 1 – Archives du CHUM
- 2 – Carmelo Buttà MD, Luca Zappia MD, Giulia Laterra MD, Marco Roberto MD ; 28 nov. 2019. Diagnostic and prognostic role of electrocardiogram in acute myocarditis: A comprehensive review.
- 3 – Archives du CHUM
- 4 – Archives du CHUM
- 5 – Goerlich E, Gilotra NA, Minhas AS, Bavaro N, Hays AG, Cingolani OH. Prominent Longitudinal Strain Reduction of Basal Left Ventricular Segments in Patients with Coronavirus Disease-19. *J Card Fail.* 2021 Jan ;27(1):100-104. doi: 10.1016/j.cardfail.2020.09.469. Epub 2020 Sep 28. PMID: 32991982; PMCID: PMC7521413.



Secrets dévoilés pour les infections grâce au TEP au FDG !

RENDRE VISIBLES LES « BÉBITTES » GRÂCE AU SUCRE RADIOACTIF.



Rebecca Charlenne René
I.i.m. (MN)
Coordonnatrice technique en médecine nucléaire

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



Dr Khun Visith Keu
Nucléiste

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

La TEP au FDG est une technique d'imagerie hybride polyvalente permettant de diagnostiquer diverses pathologies. Cet article mettra en lumière son rôle pour les infections cardiaques, les spondylodiscites et les infections de prothèses vasculaires. Nous y présenterons trois cas cliniques pour expliquer ces pathologies ainsi que la logique derrière la préparation spécifique pour l'infection.

Introduction

Malgré les avancements technologiques médicaux et pharmaceutiques, les maladies infectieuses sont plus omniprésentes qu'avant : nous n'avons qu'à penser à la pandémie de la COVID-19, le virus de l'Ebola ou les infections saisonnières avec le virus d'influenza. En médecine nucléaire, lorsqu'il est temps d'imager des processus infectieux et inflammatoires, les scintigraphies au gallium-citrate (^{67}Ga) ou aux globules blancs marqués (GBM) ont longtemps été les examens clés pour plusieurs indications cliniques telles que l'ostéomyélite ou le pied diabétique. Lorsque nous voulons visualiser des cas d'infection d'origine indéterminée, des infections cardiaques, des spondylodiscites ou des infections de prothèses vasculaires, la tomographie par émission de positrons (TEP) au fluorodésoxyglucose (FDG) combinée à la tomodensitométrie de faible dose est beaucoup plus sensible, spécifique et précise. Nous analyserons ensemble certaines indications cliniques ainsi que la pertinence que joue la TEP au FDG.

Les propriétés du FDG pour l'infection

Le fluorodésoxyglucose (FDG) est le produit radioactif communément injecté pour les études de TEP en 2021. Son mécanisme d'action correspond à une accumulation intracellulaire via les récepteurs transmembranaires du glucose. Plus une cellule a besoin d'énergie, plus elle aura besoin de glucose. C'est ainsi que les maladies infectieuses et inflammatoires

en phase active accumuleront le FDG. Les neutrophiles, les monocytes et les macrophages sont fortement sollicités dans ces processus et leur degré d'accumulation à un site spécifique dans le corps se reflète par un signal plus élevé du FDG sur les caméras TEP.

Malgré les avancements technologiques médicaux et pharmaceutiques, les maladies infectieuses sont plus omniprésentes qu'avant.

Endocardite

L'endocardite est une infection des valves cardiaques qui peuvent être natives ou en lien avec du matériel prosthétique en place. Dans cette dernière catégorie, on inclut des valves mécaniques ou biologiques de remplacement, des anneaux métalliques valvulaires, mais également les infections des fils d'électrodes d'électrostimulateur cardiaque ou de défibrillateur. Comme les procédures de remplacement augmentent avec le vieillissement accéléré de la population occidentale, l'incidence d'infection pour ces matériaux augmente aussi. Le taux de mortalité et de morbidité en lien avec une endocardite est relativement élevé selon diverses sources (14 à 22 % de mortalité intrahospitalière et jusqu'à 40 % en 1 an). Cette incidence de complications est expliquée par l'atteinte infectieuse locale sévère, des embolies septiques à distance et le retard dans le diagnostic. Plusieurs modalités d'imagerie peuvent être utilisées : l'échographie transthoracique (ETT), l'échographie transœsophagienne (ETO), la TDM, l'imagerie par résonance magnétique (IRM), la TEP au FDG et les scintigraphies au ^{67}Ga ou GBM.

Si un diagnostic d'endocardite est posé par l'ETT ou l'ETO, la TEP au FDG est souvent demandée par l'équipe traitante pour évaluer les foyers potentiels d'embolisation septique à distance. Il n'est pas rare que le patient ait d'autres foyers additionnels d'infection qui nécessitent des traitements ciblés. Contrairement à la TDM ou l'IRM, la TEP au FDG est plus sensible pour le dépôt de cellules inflammatoires et peut imager efficacement le corps entier. Si le diagnostic était difficile à poser pour l'endocardite, particulièrement pour les valves non natives, la TEP au FDG sera alors l'outil de choix selon les nouvelles lignes de recommandation. Pour tout autre type d'infection de matériel synthétique ou prosthétique cardiaque comme un boîtier d'électrostimulateur cardiaque ou des fils d'électrodes, la TEP au FDG

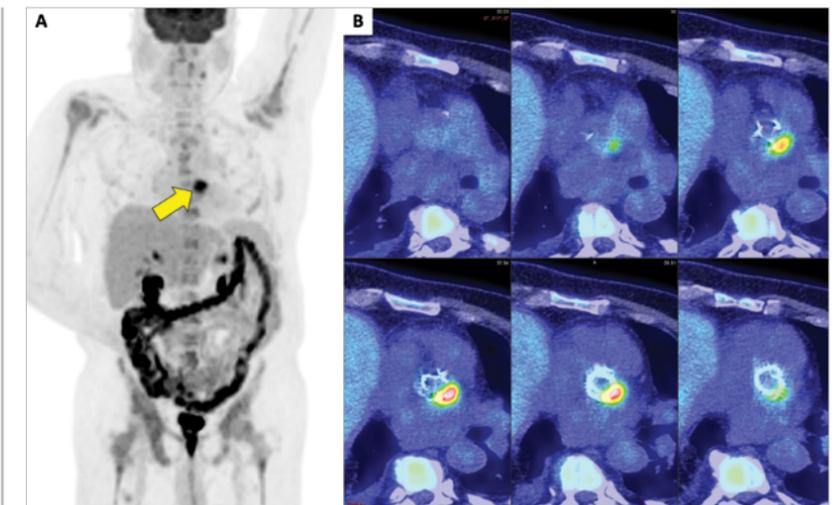


Figure 1 : Endocardite de la valve aortique métallique. La capture est facilement détectable sur les images pancorporelles 3D. (A). Les coupes axiales (B) dans le plan de la valve aortique démontrent une capture asymétrique très suspecte d'infection.

performe mieux que la TDM ou l'IRM. Il faut toutefois noter que le FDG peut s'accumuler dans une inflammation aseptique, par exemple en post-opératoire récent : la valeur prédictive positive sera fortement réduite et les risques de diagnostic erronés augmenteront. Dans ces situations, la scintigraphie aux GBM sera nécessaire. Même si la scintigraphie aux GBM est très spécifique pour l'infection aiguë, elle demeure moins sensible que la TEP au FDG, selon plusieurs études. De plus, elle est moins performante pour les cas d'infection à germes atypiques ou les infections chroniques. De plus, il s'agit d'une technique plus invasive, plus dispendieuse et, parfois, moins accessible (selon les contrats d'approvisionnement de chaque centre hospitalier).

Plusieurs lignes de recommandation suggèrent la TEP au FDG comme outil de première intention ou de seconde intention après l'ETO, pour la recherche d'endocardite. La **Figure 1** démontre une TEP au FDG réalisée chez un patient de 65 ans avec de la fièvre depuis deux semaines et un état inflammatoire élevé au bilan sanguin. L'ETO suspecte une végétation à la valve aortique, mais les artefacts par le matériel métallique limitent la visualisation complète de la valve.

L'image pancorporelle 3D (**Figure 1A**) démontre une capture focale intense au cœur. Elle correspond à un foyer à la hauteur de la valve aortique métallique sur les images axiales de fusion. (**Figure 1B**) Cette apparence asymétrique concordait avec la trouvaille à l'ETO. La TEP au FDG permet aussi d'exclure un abcès périvalvulaire et d'autres foyers infectieux à distance. La **Figure 1A** démontre accessoirement une moelle réactionnelle en lien avec l'état septique du patient et une capture intense colique en lien avec la prise d'hypoglycémiant oraux. L'avantage de l'imagerie TEP est également sur le plan du degré de contraste pour la détection des anomalies comparativement aux autres modalités diagnostiques. Pour augmenter ce contraste, le patient doit idéalement suivre un protocole de suppression de l'activité myocardique physiologique : ce qui sera discuté plus loin dans cet article.

En résumé, la TEP au FDG a un double rôle : le premier est de permettre de poser un diagnostic précis d'endocardite lorsque les autres modalités ne sont pas en mesure de le faire ; le second, de permettre de faire un bilan d'extension pour rechercher d'autres foyers d'infection à distance (ou métastases septiques).

En résumé, la TEP au FDG a un double rôle : le premier est de permettre de poser un diagnostic précis d'endocardite lorsque les autres modalités ne sont pas en mesure de le faire ; le second, de permettre de faire un bilan d'extension pour rechercher d'autres foyers d'infection à distance (ou métastases septiques).

Spondylodiscite

Les douleurs dorsales ou lombaires sont souvent une cause de consultation médicale. Une proportion d'entre elles peut être causée par une infection du disque intervertébral ou des vertèbres nommées respectivement discite, ostéite/ostéomyélite vertébrale, ou la combinaison des deux infections, une spondylodiscite. En 2021, les modalités de choix sont la TEP au FDG ou l'IRM. Ces deux techniques d'examen ont une efficacité de détection similaire pour la spondylodiscite. La TEP au FDG est toutefois supérieure pour la recherche d'autres foyers d'infection à distance ou la source primaire d'infection, par l'exemple, l'endocardite qui aurait envoyé une embolie septique dans un disque intervertébral. Également, elle est idéale pour le suivi durant le traitement ou post-traitement, car le signal d'œdème médullaire n'influence pas l'interprétation, contrairement

à l'IRM où le signal peut demeurer anormal longtemps après un traitement réussi. Bien que la TEP au FDG peut identifier l'extension locale dans les muscles adjacents aux vertèbres, l'IRM est supérieure pour la détection d'abcès musculaires, péri-duraux et/ou d'extension infectieuse dans le canal médullaire.

La **Figure 2** démontre une TEP au FDG réalisée chez une patiente de 73 ans présentant une douleur lombaire depuis deux mois. Une captation intense d'aspect linéaire et transverse est identifiée au plateau inférieur du corps vertébral de L4 et au plateau supérieur du corps vertébral de L5. Le disque intervertébral L4-L5 apparaît inactif. Il s'agit donc d'une ostéite vertébrale de L4-L5. En pratique, les cliniciens utilisent le terme spondylodiscite pour englober toute infection des vertèbres avec ou non l'atteinte du disque. Le traitement est similaire. Par ailleurs, la captation anormale déborde légèrement dans les tissus mous adjacents dans le muscle psoas droit. Dans le contexte, des microabcès sont suspectés. Aucun autre foyer d'infection n'est toutefois identifié à distance.

La scintigraphie aux GBM n'est pas utile pour la recherche de spondylodiscite : cette technique est souvent faussement négative en raison de l'œdème médullaire sous-jacent. L'apparence froide obtenue est non spécifique puisqu'un tassement vertébral, une métastase osseuse, un changement dégénératif sévère ou une spondylodiscite peuvent avoir la même apparence scintigraphique. Le duo scintigraphie osseuse et ⁶⁷Ga (O-G) a encore sa place dans l'algorithme de recherche de spondylodiscite en 2021. Les nouvelles études avec la tomographie par émission monophotonique avec une TDM de faible dose (TEMP/TDM) démontrent que l'efficacité est similaire à la TEP au FDG. Cependant, la scintigraphie O-G est techniquement plus longue pour le patient et le personnel. Elle requiert beaucoup de temps de caméra dans un service de médecine nucléaire. De

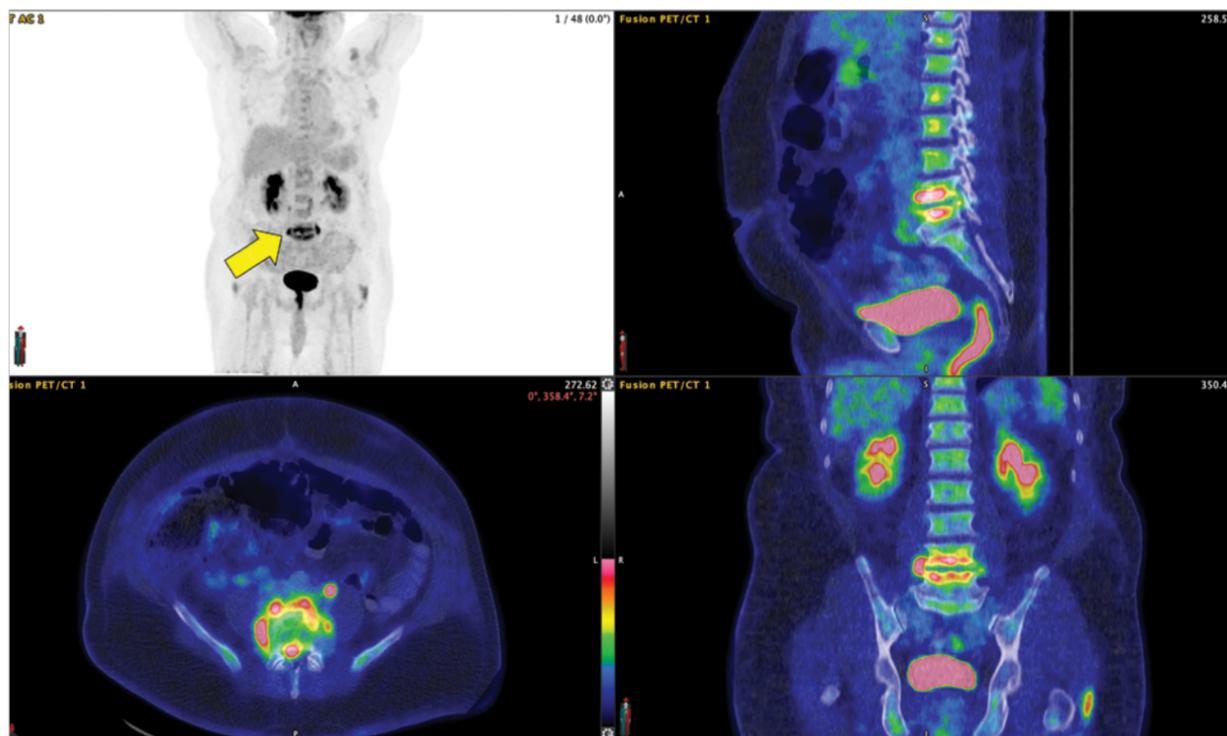


Figure 2 : Spondylodiscite ou ostéite vertébrale de L4-L5. La captation déborde latéralement à droite dans le muscle psoas, ce qui est suspect de microabcès.

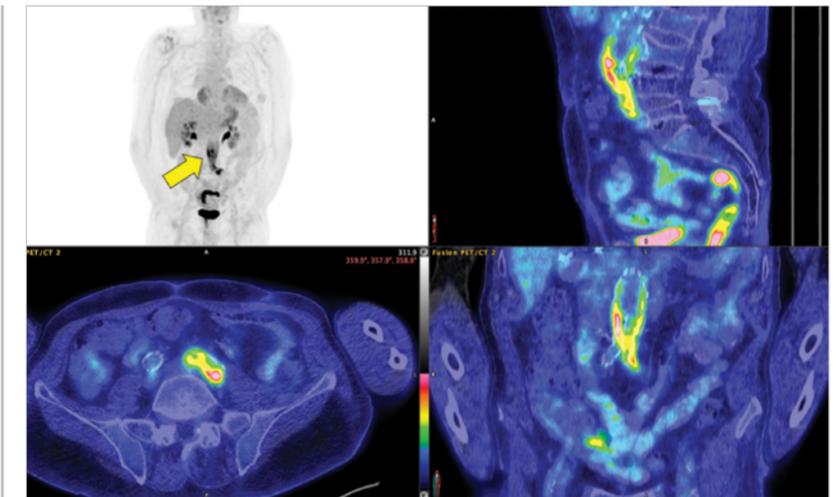


Figure 3 : Infection active de la prothèse endovasculaire aorto-bi-iliaque. La captation est multifocale avec une atteinte de la composante aortique et iliaque commune gauche. La composante iliaque commune droite n'est toutefois pas infectée.

plus, le délai d'attente post-injection de ⁶⁷Ga est minimalement de 48 h, ce qui augmente en théorie le temps d'hospitalisation et/ou le délai de diagnostic. Finalement, la scintigraphie O-G est moins sensible pour la recherche d'autres foyers d'infection à distance et plus irradiante que la TEP au FDG.

Infection de prothèse vasculaire

L'infection de prothèse vasculaire est difficilement détectable. La réaction attendue post-chirurgicale est une inflammation aseptique de bas grade avec le développement de tissus de granulation au pourtour de la prothèse qui est un corps étranger. Il est donc important de savoir quand l'opération a eu lieu, car cette information est la clé de la suite diagnostique pour le patient. À quel moment est-il pertinent de faire la mise en images TEP ? La TEP au FDG serait adéquate quatre à six mois suivant l'opération. Si un examen en postopératoire récent était nécessaire, la scintigraphie aux GBM serait favorisée puisqu'elle est plus spécifique, bien que techniquement plus longue et difficile à réaliser. D'autres modalités sont aussi possibles telles que la TDM et l'IRM, mais elles sont souvent moins spécifiques pour identifier l'infection.

Selon l'étendue de l'infection au niveau de la prothèse vasculaire, une TEP au FDG n'est pas à négliger. Une révision ou un retrait de la prothèse est une grosse intervention à risque, et être soumis à des antibiotiques intraveineux très longtemps peut devenir rapidement désagréable pour un patient. La TEP au FDG effectuée au bon moment dans la prise en charge du patient est donc un ajout clé pour la suite de son diagnostic.

La **Figure 3** démontre une TEP au FDG chez un patient de 78 ans ayant eu une endoprothèse vasculaire aorto-bi-iliaque installée il y a 8 ans. La présentation clinique est vague avec une douleur abdominale légère depuis plusieurs mois. Les bilans sanguins révèlent une légère leucocytose et un état inflammatoire de bas grade. La TDM démontre des signes d'inflammation périaortique, mais aucun abcès n'est démontré. La TEP au FDG démontre plusieurs foyers de captation intense pariétale et périvasculaire à la composante aortique et iliaque commune gauche. La composante iliaque commune droite n'est pas infectée. Dans un cas de tissu de granulation, une captation diffuse pariétale serait visible.

La réussite de la préparation cardiaque passe par trois éléments, en ordre d'importance : un jeûne prolongé de 12 à 18 h minimum, une diète riche en lipides (et faible en glucides) et l'administration d'un médicament hépariné.

Préparation cardiaque

La préparation est la clé du succès de l'examen. Elle vise à minimiser les foyers d'artéfacts possibles en lien avec une captation physiologique comme dans le myocarde, la moelle, le système urinaire ou le système digestif.

La préparation cardiaque est de mise pour toutes les infections qui pourraient être d'origine cardiaque : endocardite, péricardite, infection de fils d'électrode, sarcoïdose cardiaque, etc. En revanche, tout processus infectieux pourrait – en théorie – nécessiter une préparation cardiaque au cas où l'infection proviendrait du cœur. La réussite de la préparation cardiaque passe par trois éléments, en ordre d'importance : un jeûne prolongé de

12 à 18 h minimum, une diète riche en lipides (et faible en glucides) et l'administration d'un médicament hépariné.

Le jeûne

Des trois éléments, le jeûne est l'élément le plus crucial à respecter pour un examen de qualité. La durée de ce jeûne pour la recherche d'infection est l'une des principales différences avec une TEP au FDG pour une indication oncologique. Contrairement à une durée de 4 à 6 h pour un examen oncologique, les experts recommandent un minimum 12 à 18 h de jeûne pour un patient en recherche d'infection ou d'inflammation. Le myocarde dispose de plusieurs substrats pour son métabolisme qui varie selon l'état nutritionnel de chacun. Il peut se nourrir de glucides, de lipides, de cétones ou d'acides aminés. L'effet du jeûne prolongé favorise l'utilisation de lipides ou de corps cétoniques par le muscle cardiaque, aux dépens du glucide. Par conséquent, le myocarde sera « froid » puisque le FDG ne sera pas capté par le myocarde : ceci permet de mieux détecter les foyers d'infection ou d'inflammation à proximité en augmentant le contraste du signal à la TEP. (Figure 1) Il n'est pas rare que les patients tentent de contourner la préparation cardiaque en respectant partiellement le jeûne. La Figure 4 démontre un exemple pour la recherche de sarcoïdose cardiaque chez un patient de 45 ans. La Figure 4A présente la situation idéale avec une suppression optimale de l'activité myocardique physiologique. Cependant, il s'agissait d'un deuxième rendez-vous pour le même patient. La Figure 4B correspond à l'image obtenue une semaine auparavant. À la suite de la mise en images, la technologue en imagerie médicale (médecine nucléaire) est retournée questionner le patient en expliquant la qualité sous-optimale de l'image du myocarde. Le contrôle de qualité par la technologue a révélé l'absence de jeûne prolongé : le patient a avoué avoir mangé un muffin aux carottes 4 h avant l'injection du FDG. L'examen de contrôle (Figure 4A) avec un respect strict du jeûne prolongé a permis d'exclure une sarcoïdose cardiaque. Donc, il n'y aura pas de traitement à haute dose de corticostéroïdes ni de traitement avec des immunosuppresseurs ni d'installation d'électrostimulateur cardiaque avec un défibrillateur.

La diète

Plusieurs d'entre vous ont entendu parler de la diète nécessaire en vue d'une TEP au FDG pour la recherche d'infection, soit des boulettes de viande et des œufs, ou tout aliment faible en glucides. Le régime riche en gras et faible en glucide facilite le changement de métabolisme du cœur du glucose aux acides gras (ou corps cétoniques) afin de minimiser la

captation du FDG au myocarde. Ce régime particulier est également connu sous le nom de diète cétogénique qui tente de minimiser la quantité de glucose ingérée.

L'héparine

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

Mise en images

Une fois que la vérification de la préparation cardiaque a été faite avec le patient, la mise en images est assez simple. Elle est effectuée environ 60 à 75 minutes post-injection du FDG. Elle débute par une acquisition d'une TDM de faible dose pour la correction d'atténuation ainsi que pour fournir l'information complémentaire pour la localisation des trouvaillles TEP. Cette dernière est acquise tout de suite après la TDM : un balayage pancorporel de la voûte crânienne jusqu'à mi-cuisse sera obtenue. Des images de la tête aux pieds pourraient être effectuées selon la symptomatologie du patient et des trouvaillles à l'examen physique par l'équipe traitante. Dans le cas où une infection d'origine cardiaque est recherchée, une image additionnelle du myocarde est de mise. Cette acquisition doit idéalement être effectuée à 60 minutes d'intervalle avec la mise en image pancorporelle : des variations du temps d'acquisition existent dans la littérature. Le but est d'obtenir des acquisitions du cœur en deux temps séparés : une précoce et une tardive. L'augmentation du signal (ou le contraste) ou la persistance d'une captation favorise une anomalie réelle.

Impact de la TEP au FDG pour l'infection

Lorsque la TEP au FDG est comparée à la scintigraphie O-G ou aux GBM, plusieurs éléments techniques favorisent l'utilisation de la TEP au FDG en première ligne. La TEP permet d'imager rapidement après l'injection du radiotracer, en mode 3D hybride d'emblée, et avec moins d'irradiation. Le coût associé à la TEP au FDG a diminué de façon drastique depuis 20 ans et cette modalité d'imagerie est rendue très compétitive par rapport à la scintigraphie OG ou aux GBM, la TDM et l'IRM pancorporelle. Considérant l'information fournie et l'impact sur la conduite des patients, la TEP au FDG est probablement l'imagerie de choix pour l'infection. D'autres considérations administratives seront discutées dans l'autre article sur la TEP au FDG de ce numéro du magazine Écho X.

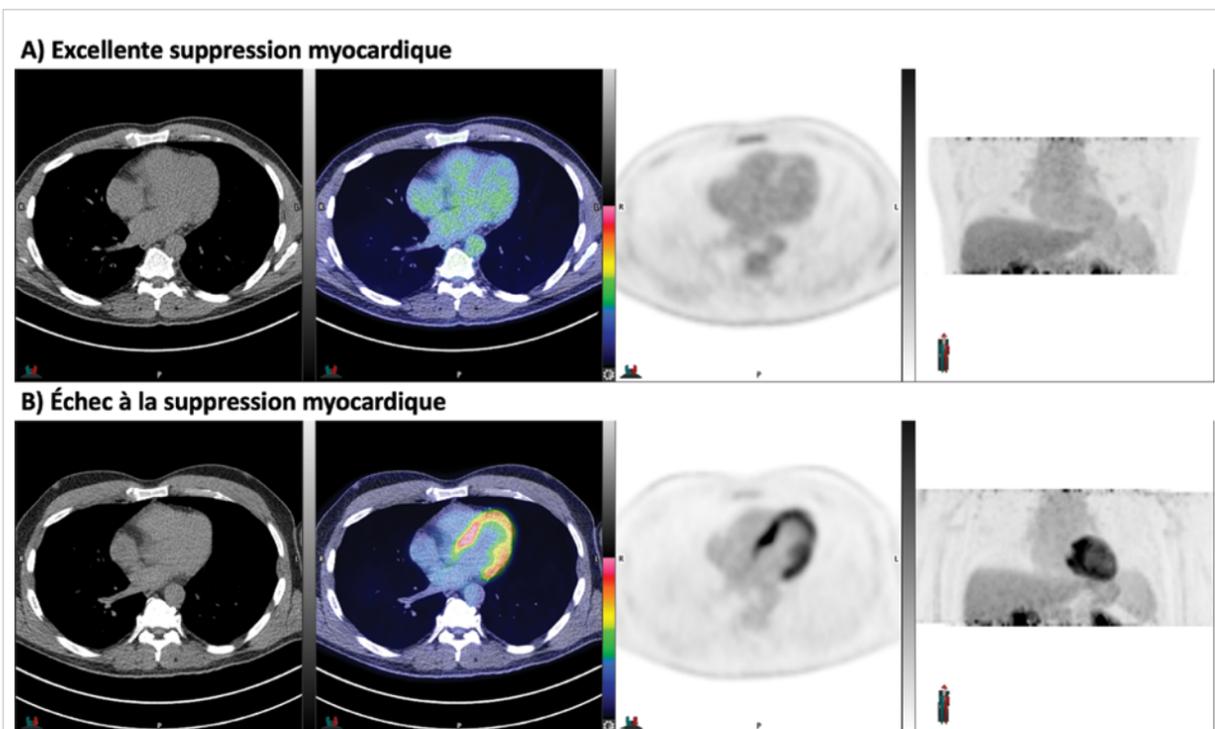


Figure 4 : Une préparation cardiaque optimale permet une suppression de l'activité myocardique physiologique (A). Le même patient était venu initialement (B), mais il n'avait pas respecté le jeûne prolongé de 14 h minimum.

Lorsque la cause exacte d'une infection est difficile à localiser, c'est-à-dire une septicémie ou bactériémie sans foyer, la TEP au FDG serait potentiellement un excellent examen de « dépistage » et permettrait de cibler la meilleure modalité d'imagerie complémentaire pour la suite de l'investigation.

Conclusion

La majorité des infections sont facilement traitables si le bon diagnostic est rapidement posé. Pour les trois entités cliniques discutées dans cet article, la TEP au FDG s'avère un outil diagnostique polyvalent permettant de chercher le foyer actif et les autres sites potentiels de dissémination infectieuse. Que ce soit l'endocardite, la spondylodiscite ou l'infection de prothèses endovasculaires, ce sont des infections dont la présentation est souvent insidieuse avec une morbidité et une mortalité élevée si la prise en charge est retardée.

Lorsque la cause exacte d'une infection est difficile à localiser, c'est-à-dire une septicémie ou bactériémie sans foyer, la TEP au FDG serait potentiellement un excellent examen de « dépistage » et permettrait de cibler la meilleure modalité d'imagerie complémentaire pour la suite de l'investigation. Ce sujet fait partie d'un autre article dans le même numéro du magazine.

RÉFÉRENCES

- 1 – Chareonthitawee P, Beanlands RS, Chen W, et al. Joint SNMMI-ASNC expert consensus document on the role of 18F-FDG PET/CT in cardiac sarcoid detection and therapy monitoring. *J Nucl Cardiol.* 2017 ;24 :1-18
- 2 – Folmer EIR, Meijnenfeldt GCIV, Laan MJV der, et al. Diagnostic Imaging in Vascular Graft Infection : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Vasc Endovasc.* 2018 ;56 :719-729.
- 3 – Jamar F, Buscombe J, Chiti A, et al. EANM/SNMMI Guideline for 18F-FDG Use in Inflammation and Infection. *J Nucl Med.* 2013 ;54 :647-658.
- 4 – Jiménez-Ballvé A, Pérez-Castejón MJ, Delgado-Bolton RC, et al. Assessment of the diagnostic accuracy of 18F-FDG PET/CT in prosthetic infective endocarditis and cardiac implantable electronic device infection : comparison of different interpretation criteria. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2016 ;43 :2401-2412.
- 5 – Lazzeri E, Bozzao A, Cataldo MA, et al. Joint EANM/ESNR and ESCMID-endorsed consensus document for the diagnosis of spine infection (spondylodiscitis) in adults. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2019 ;46 :2464-2487.
- 6 – Li Y, Wang Q, Wang X, et al. Expert Consensus on clinical application of FDG PET/CT in infection and inflammation. *Ann Nucl Med.* 2020 ;34 :369-376.
- 7 – MSSS. INESSS-TEP Infectiologie et inflammation. https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Oncologie/INESSS-TEP_Infectiologie_et_inflammation.pdf 2017
- 8 – Righi E, Carnelutti A, Muser D, et al. Incremental value of FDG-PET/CT to monitor treatment response in infectious spondylodiscitis. *Skeletal Radiol.* January 2020 :1-10.
- 9 – Sah B-R, Husmann L, Mayer D, et al. Diagnostic Performance of 18F-FDG-PET/CT in Vascular Graft Infections. *Eur J Vasc Endovasc.* 2015 ;49 :455-464.
- 10 – Sethi I, Baum YS, Grady EE. Current Status of Molecular Imaging of Infection : A Primer. *Am J Roentgenol.* 2019 ;213 :300-308.
- 11 – Turcotte E, Khun Visith K, Stephan P, Laurin N. Rapport sur la Situation de la TEP au Québec. *AMSMNO.* 2016 :09.

FIGURES

Figures 1 à 4 : Hôpital de la Cité-de-la-Santé, CISSS de Laval

TEP au FDG : l'avenir dans l'investigation de la septicémie et la fièvre d'origine indéterminée

IMAGERIE DE PREMIÈRE LIGNE PAR EXCELLENCE POUR DÉTECTER UN FOYER INFECTIEUX OU UNE NÉOPLASIE OCCULTE



Rose Nerla Rivière
t.i.m. (MN)
Chef de service en médecine nucléaire et soutien à l'imagerie médicale
CISSS de Laval, Hôpital de la Cité-de-la-Santé



Dr Khun Visith Keu
Nucléiste
CISSS de Laval, Hôpital de la Cité-de-la-Santé

La TEP au FDG est une modalité hybride performante pour plusieurs situations cliniques. En plus de son rôle crucial reconnu pour l'oncologie, de nouvelles données probantes recommandent l'utilisation de cette technique d'imagerie pour les septicémies sans foyer identifié ou les fièvres d'origine indéterminée. Dans cet article, nous aborderons la qualité des images, les coûts associés, la dosimétrie, la charge de travail pour le personnel en médecine nucléaire ainsi que l'impact potentiel sur l'algorithme décisionnel pour l'investigation.

Introduction

La tomographie par émission de positron (TEP) a fait son apparition au CISSS de Laval en décembre 2014. Près de 6 000 examens ont été réalisés en 2020-2021, et ce, malgré la situation de pandémie de la COVID-19. Bien que la majorité de ceux-ci soit en lien avec l'investigation de cancer, un nombre croissant de cas correspond à des septicémies sans foyer identifié ou les fièvres d'origine indéterminée, communément appelées *Fever of Unknown Origin (FUO)* dans la littérature. L'investigation de la FUO représente

en soi un défi pour l'équipe traitante : rechercher l'invisible dans le délai le plus court possible. Souvent, ces patients auront de multiples tests sanguins et d'imagerie, incluant des radiographies, des échographies, des tomographies (TDM), des imageries par résonance magnétique (IRM) et des scintigraphies. En médecine nucléaire, nous pouvons réaliser des scintigraphies au gallium-citrate (⁶⁷Ga) ou aux globules blancs marqués, ou une TEP au fluorodésoxyglucose (FDG). Plusieurs considérations techniques et administratives favorisent l'utilisation de la TEP au FDG pour les FUO.

L'investigation de la FUO représente en soi un défi pour l'équipe traitante : rechercher l'invisible dans un délai le plus court possible.

Mise en situation

Selon le *Merck Manuals* en 2020, la FUO classique est définie comme une température corporelle supérieure à 38,5 °C pendant plus de trois semaines, sans cause identifiée après trois jours d'investigation intrahospitalière ou plus de trois visites en consultation externe. Les causes de cette fièvre sont normalement divisées en quatre catégories : l'infection (25 à 50 %), les maladies auto-immunes et des tissus conjonctifs (10 à 20 %), les néoplasies (5 à 35 %) et les autres causes (15 à 25 %). Les proportions des catégories varient selon la littérature. Lorsque la cause infectieuse n'est pas facilement détectable avec les imageries conventionnelles radiologiques, le diagnostic présomptif est souvent une septicémie sans foyer. La septicémie est une infection dans l'organisme qui se propage par le sang. Elle se caractérise par des décharges importantes et répétées dans le sang de germes pathogènes à partir d'un foyer infectieux occulte. Une septicémie non diagnostiquée aura des conséquences graves pour le patient. Les cas de syndrome septique sont très élevés dans les soins intensifs et représentent un taux de mortalité élevé dans la population en général. Bien que la majorité des cas de septicémie ne nécessitent pas de séjour aux soins intensifs, l'hospitalisation prolongée dans les unités régulières déconditionne rapidement les patients en plus de les mettre à risque de délirium.

Examens disponibles en médecine nucléaire

Au CISSS de Laval, les cliniciens prescrivent régulièrement une scintigraphie au ⁶⁷Ga ou une TEP au FDG pour les FUO. La scintigraphie aux globules blancs marqués est techniquement plus difficile à réaliser, plus dispendieuse, moins performante pour les infections chroniques et peu utile pour la recherche de néoplasie. Cette technique d'imagerie ne sera donc pas abordée dans cet article.

La scintigraphie au ⁶⁷Ga est disponible dans tous les services de médecine nucléaire du Québec. Des images seront acquises à 48 ou 72 h suivant l'injection intraveineuse du produit radioactif. Le technologue en imagerie médicale (médecine nucléaire) obtiendra des images planaires (en 2D) pancorporelles du crâne jusqu'aux mi-fémurs ou jusqu'aux orteils selon les trouvaillies à l'examen physique par l'équipe traitante. Pour améliorer la détection des anomalies, des acquisitions complémentaires en tomographie par émission monophotonique avec une tomodensitométrie de faible dose (TEMP/TDM) seront obtenues à la hauteur du thorax, de l'abdomen et du pelvis. Comme la résolution spatiale du ⁶⁷Ga est médiocre, l'utilisation de la TEMP/TDM est essentielle en 2021. De plus, la technique en imagerie hybride 3D permet l'augmentation du contraste pour une meilleure détectabilité et une meilleure localisation des foyers anormaux. La résolution spatiale ou la taille minimale de détection est autour

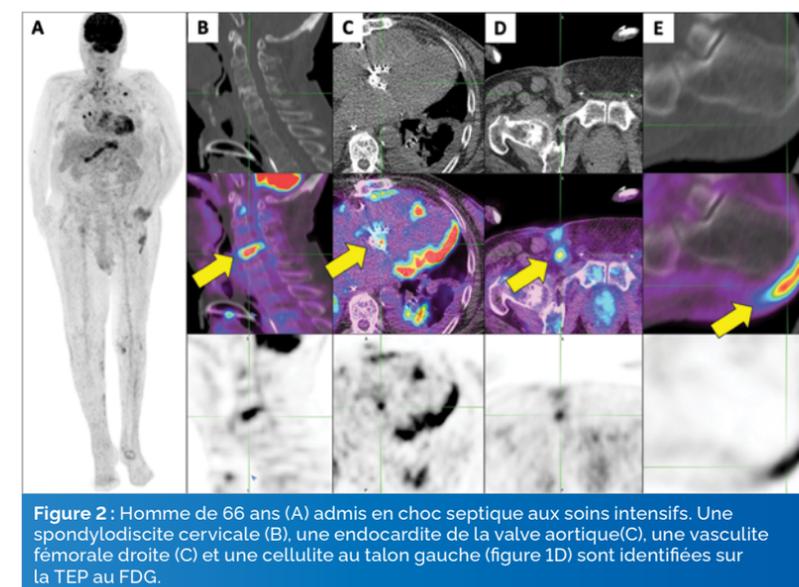


Figure 2 : Homme de 66 ans (A) admis en choc septique aux soins intensifs. Une spondylodiscite cervicale (B), une endocardite de la valve aortique (C), une vasculite fémorale droite (C) et une cellulite au talon gauche (figure 1D) sont identifiées sur la TEP au FDG.

de 1 cm. Une captation plus intense que le parenchyme hépatique est souvent suspecte de foyer infectieux ou inflammatoire.

La **Figure 1** représente un cas de septicémie au *Staphylococcus aureus*, sans foyer identifié malgré une TDM thoracoabdominopelvienne. Le patient de 75 ans présentait, à l'admission, de la fièvre à 39,5 °C, des douleurs musculaires diffuses et une faiblesse. Des images pancorporelles (**Figure 1A**) démontrent un foyer péricentimétrique actif en cervical inférieur gauche et une captation plus diffuse à la jonction lombo-sacrée gauche. Les TEMP/TDM (**Figures 1B et 1C**) précisent la localisation des foyers actifs et les structures anatomiques touchées. Le diagnostic final est une myosite dans les muscles cervicaux inférieurs gauches et une spondylodiscite à L5-S1 gauche sans extension dans le canal médullaire. Par ailleurs, on constate que le patient est porteur d'un boîtier d'électrostimulateur cardiaque en pectoral gauche (zone hypocaptante) et aucune captation suspecte n'est identifiée. Grâce à ces informations, l'équipe traitante proposera un traitement optimal avec des antibiotiques par intraveineuse pendant plusieurs semaines, mais le

boîtier d'électrostimulateur ne nécessitera pas de révision.

La TEP au FDG est disponible actuellement dans 15 centres hospitaliers au Québec. Pour la recherche de foyer d'infection ou de FUO, la technique d'examen est similaire aux études oncologiques. Un jeûne de 4 à 6 heures et une glycémie capillaire contrôlée au moment de l'injection sont requis. Pour certaines indications spécifiques d'infection telle que l'endocardite, une préparation différente sera nécessaire pour optimiser l'évaluation du champ cardiaque. Ce sujet est abordé dans un autre article dans cette édition de la revue. La mise en images de la TEP est effectuée de 60 à 75 minutes après l'injection. D'emblée, des acquisitions hybrides avec une TDM de faible dose sont obtenues en mode 3D. Les caméras récentes peuvent imager rapidement et efficacement en 15 à 20 minutes selon la grandeur du patient. Des foyers suspects aussi petits que de 5 à 7 mm peuvent être détectés.

La **Figure 2** correspond à un usager de 66 ans admis en choc septique aux soins intensifs. Malgré des antibiotiques pour des foyers pneumoniques, les marqueurs sanguins démontrent

toujours un état inflammatoire soutenu. Le médecin des soins intensifs soupçonne donc d'autres foyers à distance. La TEP au FDG a donc été obtenue de la voûte crânienne jusqu'aux orteils. (**Figure 1A**) Plusieurs foyers additionnels d'infection sont ainsi détectés : une spondylodiscite cervicale, (**Figure 1B**) une endocardite sur une valve cardiaque métallique en position aortique, (**Figure 1C**) une vasculite fémorale droite (**Figure 1C**) et une cellulite sans ostéomyélite au talon gauche (**Figure 1D**). Étant donné l'urgence de l'examen, une préparation optimale pour supprimer l'activité myocardique physiologique n'a pu être obtenue, ce qui explique la captation résiduelle myocardique. (**Figure 1B**) Une échographie transoesophagienne réalisée tout de suite après la TEP au FDG a confirmé le diagnostic d'endocardite. Cette trouvaillie explique donc le choc septique et les multiples foyers d'infection : la végétation sur la valve mécanique projette quelques cellules infectieuses dans la circulation sanguine à chaque battement cardiaque. Ce diagnostic entraîne une modification complète du plan de traitement qui diffère largement de celui d'une pneumonie multifocale. Cet exemple démontre clairement le rôle de l'imagerie TEP au FDG pour la recherche d'infection primaire (ou non identifiée), mais également pour le bilan d'extension d'une septicémie pour documenter tous les foyers à traiter.

Quel est l'examen de choix ?

Si la TEP au FDG est disponible dans votre centre hospitalier ou si un corridor de service existe avec un autre établissement, cette technique est l'imagerie de choix.

Gagnant du point de vue propriétés physiques radioactives : FDG > ⁶⁷Ga

Le FDG possède des propriétés physiques supérieures au ⁶⁷Ga. Sa courte demi-vie de 118 minutes comparativement à 78 heures et le type de rayonnement ont un impact positif sur

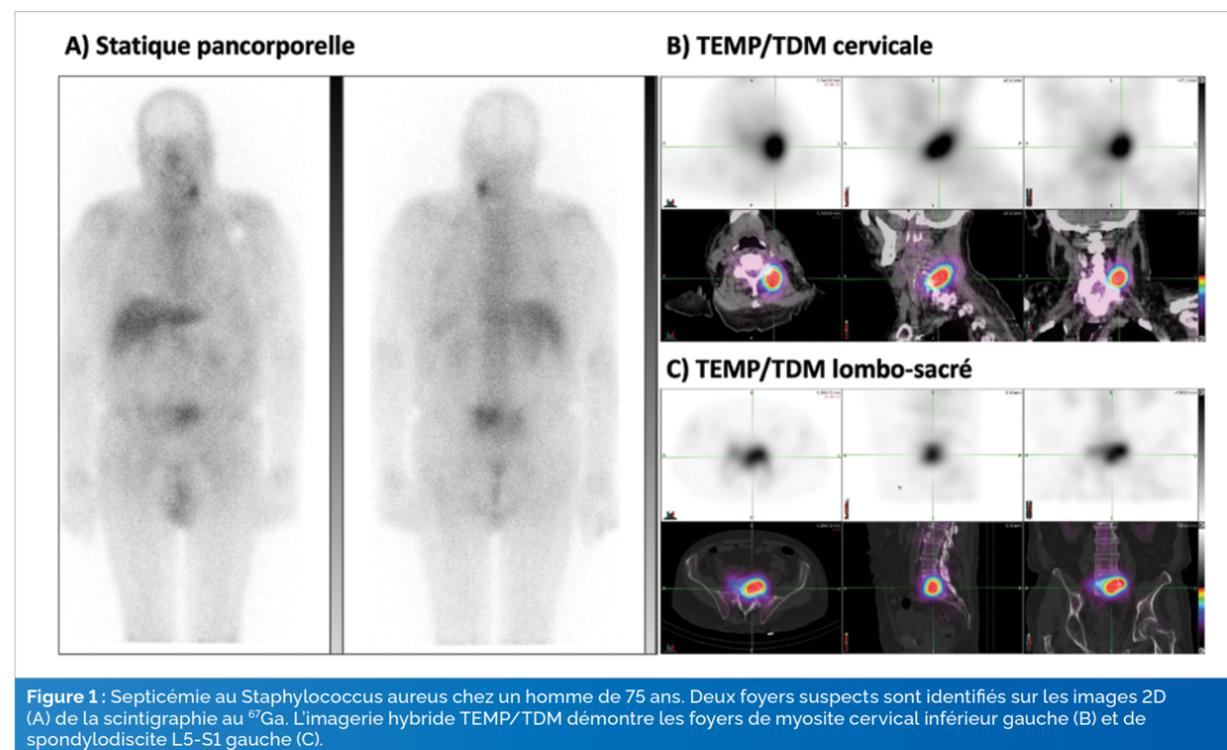


Figure 1 : Septicémie au *Staphylococcus aureus* chez un homme de 75 ans. Deux foyers suspects sont identifiés sur les images 2D (A) de la scintigraphie au ⁶⁷Ga. L'imagerie hybride TEMP/TDM démontre les foyers de myosite cervicale inférieure gauche (B) et de spondylodiscite L5-S1 gauche (C).

la dosimétrie absorbée par le patient. La **Figure 3** compare les deux types d'examen pour une femme de 60 ans de 63 kg. En utilisant les facteurs de pondération tissulaire selon l'ICRP 2018 (2015), la dosimétrie pour le FDG est de 4,4 mSv, ce qui est nettement inférieur à 22,2 mSv pour le ⁶⁷Ga. Si on incluait la composante TDM de faible dose, la dosimétrie totale s'élèverait à 7 mSv et 26 mSv pour le FDG et le ⁶⁷Ga respectivement. Pour fins de calcul, deux acquisitions de TEMP/TDM sont considérées pour le ⁶⁷Ga. Ces données démontrent également que la majeure partie de la dosimétrie provient de l'agent radioactif plutôt que de la composante TDM de faible dose. Les avancées technologiques dans la dernière décennie pour les caméras TEP permettent de diminuer davantage la dose injectée aux patients.

Gagnant du point de vue financier : FDG ⁶⁷Ga

Le coût unitaire des radiopharmaceutiques est similaire avec des variations selon le contrat d'approvisionnement dans chaque hôpital ou de la région du Québec en raison du transport et de la perte de produit en lien avec la décroissance physique du FDG. En 2020-2021 au CISSS de Laval, le prix se situe dans la fourchette de 220 à 285 \$. À ce montant, il faut rajouter les coûts techniques, le salaire du technologue et les honoraires du médecin. Globalement, la différence des coûts est inférieure à 10 % entre les deux techniques dans notre centre hospitalier. Pour ce calcul, nous n'avons pas tenu compte des coûts d'acquisition des caméras, du coût des entretiens préventifs des équipements et de l'hospitalisation.

Gagnant du point de vue « temps » et expérience patient : FDG >sup>67</sup>Ga

L'expérience patient est un facteur important à considérer. Comme ces patients sont souvent très malades et certains sont instrumentés durant leur hospitalisation (c.-à-d. diverses voies veineuses, intubation ou aide respiratoire à la ventilation, etc.), un temps écourté pour l'examen est préférable. La scintigraphie au ⁶⁷Ga nécessite un temps minimal d'attente de 48 à 72 h après l'injection ce qui retarde – en théorie – l'investigation et l'adoption d'un plan de traitement optimal. Quand vient le temps de faire des images, le patient peut être allongé sous la caméra pendant 1 h. Les images de la TEP au FDG sont obtenues le jour même, soit 1 h à la suite de l'injection du produit, et le temps d'acquisition est rapide, estimé à de 15 à 20 minutes. Considérant que les hôpitaux sont toujours débordés, une accélération quelconque de l'investigation a un effet bénéfique pour le patient, mais aussi pour l'ensemble du réseau de la santé.

Gagnant du point de vue de sensibilité pour la détection de causes de FUO : FDG >sup>67</sup>Ga

La littérature démontre que le taux de détection de causes de FUO est supérieur avec la TEP au FDG comparativement à la scintigraphie au ⁶⁷Ga, à la TDM conventionnelle ou à l'IRM. Deux raisons expliquent probablement ce constat : la sensibilité de détection intrinsèque de la caméra TEP et le mécanisme de captation cellulaire du FDG. En effet, il semblerait

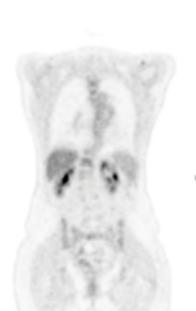
| A) TEP au FDG (images 3D en coupes coronales) | | | B) Gallium-67 (images planaires) | | |
|---|---|---|--|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| TEP-TDM ¹⁸FDG | | | ⁶⁷Ga-citrate + 2 TEMP/TDM | | |
| 5,7 mCi et 202 DLP.cm | | | 6 mCi et 220 DLP.cm | | |
| 7 mSv | | | 26 mSv | | |
| 1 h d'attente | | | 48-72 h d'attente | | |
| 15 minutes d'acquisition | | | 65 minutes d'acquisition | | |

Figure 3 : Tableau comparatif résumant quelques éléments en faveur de la TEP au FDG. Femme de 60 ans et de 63 kg ayant eu un examen de TEP au FDG (A) et de scintigraphie au ⁶⁷Ga (B) durant la même année.

Considérant que les hôpitaux sont toujours débordés, une accélération quelconque de l'investigation a un effet bénéfique pour le patient, mais aussi pour l'ensemble du réseau de la santé.

que plusieurs facteurs favorisent une captation plus élevée du FDG par rapport à celle du ⁶⁷Ga au niveau cellulaire pour le cancer et les maladies inflammatoires/infectieuses. Le besoin en glucose pour la respiration cellulaire, le cycle de Krebs, et/ou l'activité anaéro-bique des cellules en croissance anarchique comme le cancer est augmenté drastiquement (*up-regulation*) dans la majorité des pathologies inflammatoires ou infectieuses. Les mécanismes de captation du ⁶⁷Ga sont différents et ne semblent pas être augmentés de façon proportionnelle au mécanisme du glucose cellulaire ou du FDG.

Finalement, le signal de la TEP au FDG correspond à des modifications cellulaires, ce qui explique que les anomalies sont détectées plus précocement qu'avec la TDM ou l'IRM qui sont des modalités plus performantes lorsque des lésions macroscopiques sont visibles.

Comme décrit initialement dans cet article, certaines FUO sont causées par d'autres maladies que les néoplasies ou les infections. Plusieurs études ont démontré la capacité de la TEP au FDG pour détecter la sarcoïdose, les vasculites des gros vaisseaux, la polymyalgie rhumatisma, la dermatomyosite, la maladie à IgG4, etc. Ce sont des pathologies souvent très difficiles à diagnostiquer avec les imageries radiologiques conventionnelles. De plus, la TEP au FDG a une excellente valeur pronostique lorsqu'une évaluation post-traitement est désirée ou lorsque le clinicien voudrait cesser des traitements avec des effets indésirables.



Figure 4 : Causes diverses de FUO. Vasculite des gros vaisseaux (A). Sarcoïdose nodale intrathoracique (B). Récidive de cancer du sein avec des implants dans le plexus brachial droit et des métastases médullaires indétectables en TDM (C). Maladie de Castleman multicentrique (D).

Impact sur l'algorithme de la FUO

La FUO est une présentation clinique souvent insidieuse qui représente un défi pour l'équipe médicale. Devant la haute sensibilité de la TEP au FDG pour détecter un processus inflammatoire aigu, certaines études se sont penchées sur l'utilisation de cette modalité comme outil de première intention. En effet, elles ont évalué le rôle de cette imagerie qui pourrait être réalisée tout de suite après des prises de sang de routine et des radiographies non concluantes. Elles ont démontré que la TEP au FDG permettait de mieux choisir la modalité d'imagerie complémentaire la plus ciblée, par exemple une échographie transoesophagienne

pour l'endocardite, l'IRM lombaire pour rechercher des abcès épидuraux, une biopsie médullaire pour exclure un lymphome/leucémie. Également, elle permettrait de choisir d'autres bilans sanguins plus spécifiques, comme le dosage de IgG4 ou de certains anticorps viraux. Le gain en efficacité, l'économie sur la durée totale d'hospitalisation et la diminution de la morbidité/mortalité semblent être en faveur de cet algorithme accéléré pour la FUO où une TEP au FDG est réalisée précocement. Cependant, les études de coût-efficacité sont rares et difficiles à analyser. Les valeurs disponibles dans la littérature sont également difficiles à appliquer pour le Québec.



Sa supériorité en résolution spatiale, en sensibilité de détection pour les pathologies inflammatoires aiguës, en confort pour l'expérience patient permet à la TEP au FDG de détrôner la scintigraphie au ⁶⁷Ga comme examen alternatif : le tout pour un coût de fonctionnement relativement identique.

Conclusion

Sans aucun doute, la TEP au FDG deviendra éventuellement l'outil primaire d'investigation de la septicémie sans foyer identifié ou de la fièvre d'origine indéterminée. Cette technique d'imagerie est performante pour plusieurs catégories de causes de FOU telles que déjà mentionnées, soit l'infection, les maladies auto-immunes et des tissus conjonctifs, et les néoplasies. Sa supériorité en résolution spatiale, en sensibilité de détection pour les pathologies inflammatoires aiguës, en confort pour l'expérience patient permet à la TEP au FDG de détrôner la scintigraphie au ⁶⁷Ga comme examen alternatif : le tout pour un coût de fonctionnement relativement identique.

Dans l'ensemble, la TEP au FDG présente de nombreux avantages pour le patient, l'équipe traitante et le réseau de la santé. Cette modalité diagnostique est toutefois restreinte par le nombre limité de caméras disponibles au Québec. Même si la majorité des CISSS/CIUSSS ont cette technologie ou un accès via un corridor de service, les pathologies infectieuses ou la FOU sont en compétition directe avec la demande croissante et soutenue des examens oncologiques. Par contre, une bonne partie des causes de FOU sont attribuables à une néoplasie qui est une indication clinique prioritaire pour la TEP au FDG.

Les innovations pour les caméras TEP ont permis le développement de systèmes plus performants pouvant réaliser des examens d'une durée approximative de 10 minutes par patient, ce qui est une bonne nouvelle pour l'ensemble du Québec. Néanmoins, la pénurie de technologues en imagerie médicale est un autre élément à considérer et l'impact sur l'accessibilité a été nettement ressenti durant la pandémie de COVID-19. Cet enjeu pourrait être abordé dans un futur article !

RÉFÉRENCES

- 1 – Al-Zaghal A, Raynor WY, Seraj SM, Werner TJ, Alavi A. FDG-PET imaging to detect and characterize underlying causes of fever of unknown origin : an unavoidable path for the foreseeable future. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2018 ;46 :1-6.
- 2 – Alavi A, Hess S, Werner TJ, Høiland-Carlson PF. An update on the unparalleled impact of FDG-PET imaging on the day-to-day practice of medicine with emphasis on management of infectious/inflammatory disorders. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2019 ;47 :18-27.
- 3 – Balink H, Tan SS, Veeger NJGM, et al. 18F-FDG PET/CT in inflammation of unknown origin : a cost-effectiveness pilot-study. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2015 ;42 :1408-1413.
- 4 – Berrevoets MAH, Kouijzer IJE, Aarntzen EHJG, et al. 18F-FDG PET/CT Optimizes Treatment in Staphylococcus Aureus Bacteremia and Is Associated with Reduced Mortality. *J Nucl Med.* 2017 ;58 :1504-1510.
- 5 – Besson FL, Chaumet-Riffaud P, Playe M, et al. Contribution of 18F-FDG PET in the diagnostic assessment of fever of unknown origin (FUO) : a stratification-based meta-analysis. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2016 ;43 :1887-1895.
- 6 – Brøndserud MB, Pedersen C, Rosenvinge FS, Høiland-Carlson PF, Hess S. Clinical value of FDG-PET/CT in bacteremia of unknown origin with catalase-negative gram-positive cocci or Staphylococcus aureus. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2019 ;46 :1351-1358.
- 7 – Buch LM. Fever of Unknown Origin. www.merckmanuals.com 2020 ;07.
- 8 – Jamar F, Buscombe J, Chiti A, et al. EANM/SNMMI Guideline for 18F-FDG Use in Inflammation and Infection. *J Nucl Med.* 2013 ;54 :647-658.
- 9 – Kouijzer IJE, Mulders-Manders CM, Bleeker-Rovers CP, Oyen WJG. Fever of Unknown Origin : the Value of FDG-PET/CT. *Semin Nucl Med.* 2018 ;48 :100-107.
- 10 – Sethi I, Baum YS, Grady EE. Current Status of Molecular Imaging of Infection : A Primer. *Am J Roentgenol.* 2019 ;213 :300-308.
- 11 – Turcotte E, Khun Visith K, Stephan P, Laurin N. Rapport sur la Situation de la TEP au Québec. *AMSMNQ.* 2016 ;09.
- 12 – Vos FJ, Bleeker-Rovers CP, Kullberg BJ, Adang EMM, Oyen WJG. Cost-Effectiveness of Routine 18F-FDG PET/CT in High-Risk Patients with Gram-Positive Bacteremia. *J Nucl Med.* 2011 ;52 :1673-1678.
- 13 – Wang Q, Li Y-M, Li Y, et al. 18F-FDGPET/CT in fever of unknown origin and inflammation of unknown origin : a Chinese multi-center study. *Eur J Nucl Med Mol I.* 2018 ;46 :159-165.

FIGURES

Figures 1 à 4 – Hôpital de la Cité-de-la-Santé, CISSS de Laval

Fœtus et infections : l'investigation en imagerie médicale primordiale durant la grossesse

LES INFECTIONS TRANSMISES AU FŒTUS DURANT LA GROSSESSE CAUSENT DES COMPLICATIONS PARFOIS IRRÉVERSIBLES.



Marie-Soleil Paquet, t.i.m. (RD)

CISSS Montérégie-Centre

La grossesse peut se dérouler sans encombre pour certaines femmes, alors que pour d'autres, elle peut être accompagnée d'un lot de complications. Ces complications peuvent, entre autres, être le résultat de la transmission d'une infection maternelle au fœtus. Généralement, elles n'ont aucun impact sur le développement du fœtus, mais il arrive que certaines infections puissent représenter un réel danger pour le bébé, occasionnant ainsi des séquelles irréversibles. L'article qui suit en abordera quelques-unes, dont les infections de toxoplasmose et celles liées au cytomégalovirus. Nous aborderons également l'infection de la syphilis congénitale ainsi que le virus du Zika tout en démontrant leur caractérisation en imagerie médicale.

L'infection de toxoplasmose

L'infection de toxoplasmose est l'une des infections congénitales appartenant à celles du groupe TORCH qui peuvent être à l'origine de graves conséquences pour le fœtus. Les infections de ce groupe comprennent celles à toxoplasmose (T), les autres ou *other* telle que la syphilis, la varicelle, le zona et le parvovirus (O), la rubéole (R), le cytomégalovirus (C) et l'herpès (H).

En ce qui concerne l'infection de toxoplasmose, elle est le résultat d'une transmission transplacentaire d'un parasite nommé *Toxoplasma gondii* et elle est l'une des infections les plus répandues durant la grossesse avec le cytomégalovirus. Cette infection survient lorsque la femme enceinte ingère, sans le savoir, des œufs de toxoplasmes que l'on retrouve dans la litière de chat ou dans la viande contaminée. La transmission se produit très rarement dans les cas où la mère a été

infectée avant la grossesse alors que pour celles qui ont été infectées durant la grossesse, la transmission au fœtus a lieu dans 40 % des cas. La majorité des nourrissons infectés durant la gestation sont asymptomatiques (75 % des cas).

Pour ceux qui sont symptomatiques, la gravité des symptômes dépend du trimestre auquel l'infection a eu lieu : durant le premier trimestre, l'infection peut causer une fausse couche ; durant le deuxième trimestre, elle peut engendrer une rétinopathie, une microcéphalie et une déficience intellectuelle ; alors qu'au troisième trimestre, elle peut entraîner une lymphadénopathie, une hépatosplénomégalie, des lésions oculaires et des calcifications cérébrales. Certains enfants peuvent développer des symptômes des mois après la naissance, voire des années plus tard.

La recherche de l'infection en imagerie médicale

L'échographie est un examen non négligeable en ce qui concerne la recherche de pathologie fœtale durant le 2^e trimestre de la grossesse. En effet, cet examen permettra de repérer des

signes de présence d'une infection à toxoplasmose et un bilan sanguin permettra de détecter la présence d'anticorps contre le parasite. À l'échographie, il sera possible d'observer une hydrocéphalie, une microcéphalie et des calcifications intracrâniennes. Des calcifications intrahépatiques, une hépatosplénomégalie et de l'ascite peuvent également être visualisées. L'infection peut engendrer des complications majeures telles qu'une anasarque foetale, soit une quantité excessive de liquide dans au moins deux organes chez le fœtus (épanchement pleural ou péricardique, ascite, œdème corporel généralisé, élargissement placentaire, hépatomégalie ou hydramnios), ainsi que des séquelles tardives pouvant apparaître après la naissance.

Le traitement pour la femme enceinte est assez laborieux : le choix de médicaments dépend de l'âge gestationnel et du degré de l'infection du fœtus. Le nouveau-né sera lui aussi traité durant sa première année de vie. Il est donc fortement recommandé durant la grossesse de ne pas être en contact avec des excréments de chat ou, du moins, de mettre des gants si cette option n'est pas possible. Une bonne cuisson de la viande est également primordiale afin d'éliminer tout risque de contamination.

Le cytomegalovirus

Le cytomegalovirus (CMV) est un virus de la famille de l'herpès qui provoque généralement des infections intra-utérines. Environ 1 à 4 % des femmes séronégatives contracteront ce virus durant leur grossesse et les femmes ayant déjà des enfants en bas âge ou qui travaillent en services de garde sont cinq fois plus exposées. Durant la gestation, le CMV peut traverser le placenta touchant ainsi 0,2 à 2,4 % des naissances vivantes, et il est la cause la plus fréquente d'infections intra-utérines causant des malformations cérébrales, des retards mentaux et des séquelles auditives. Il peut être létal au cours de la période embryonnaire durant le premier trimestre entraînant ainsi une fausse couche ; au-delà du deuxième trimestre, il peut être responsable de maladies à inclusion se traduisant par un retard de croissance intra-utérin, une atteinte du système nerveux central ou une hépatosplénomégalie ; après la naissance, les bébés infectés (90 % d'entre eux) sont asymptomatiques et ne développeront pas de problèmes de santé à long terme alors qu'un faible pourcentage peut développer des symptômes au bout des 6 à 9 premiers mois de vie.

Les signes précurseurs d'une infection à cytomegalovirus sont les suivants : ictère, hépatomégalie, splénomégalie, microcéphalie, surdité de perception, chorioretinite, pétéchies, déficience intellectuelle et convulsions. Le degré de déficience neurologique peut se traduire en de légers problèmes d'apprentissage et de comportement, mais peut aussi s'avérer plus sévère se manifestant par une déficience intellectuelle et un handicap physique telles la surdité et la cécité.

Le CMV peut traverser le placenta touchant ainsi 0,2 à 2,4 % des naissances vivantes, et il est la cause la plus fréquente d'infections intra-utérines causant des malformations cérébrales, des retards mentaux et des séquelles auditives.

Dépistage du CMV en imagerie médicale

Certains signes échographiques permettront de repérer la transmission maternelle d'une infection telle que le CMV. Ainsi, s'il y a le moindre doute de la présence de l'infection, une amniocentèse sera alors fortement suggérée afin de permettre d'identifier la présence du CMV dans le liquide amniotique.

Durant l'examen échographique, les signes suivants peuvent être observés : placentite avec augmentation de l'épaisseur du placenta (aspect hétérogène et œdème du cordon ombilical), rein hyperéchogène, oligoamnios (augmentation de la quantité de liquide amniotique), intestin hyperéchogène, (**Figure 1**) calcifications intra-abdominales hépatiques ou digestives, hépatosplénomégalie, ascite, hydrothorax, épanchement pleural ou péricardique, cardiomyopathie, retard de croissance intra-utérin, anasarque, (**Figure 2**) œdème, (**Figure 3**) etc. Des atteintes cérébrales permettront également de distinguer une anomalie infectieuse telles qu'une microcéphalie, des calcifications intracrâniennes (principalement périventriculaires), une hydrocéphalie et une ventriculomégalie, de l'œdème, voire une hémorragie intraventriculaire, une encéphalite, etc. L'examen échographique de morphologie réalisé au deuxième trimestre de grossesse est donc primordial afin d'éliminer tous les risques pouvant nuire au bon développement du fœtus et qui pourraient avoir un impact réel sur la grossesse et sur la vie de l'enfant à naître.

Par la suite, une résonance magnétique pourrait compléter l'examen échographique afin de préciser certains signes tels, entre autres, la microcéphalie, la présence de lésions de la substance blanche ou de kystes périventriculaires sous-épendymaires représentant des foyers de nécrose, la ventriculomégalie et l'élargissement de l'espace sous-arachnoïdien, la myélinisation retardée ainsi que les anomalies migratoires.

Après la naissance de l'enfant, une tomодensitométrie du cerveau peut s'avérer nécessaire afin d'évaluer les lésions cérébrales causées par l'infection. Les signes suivants peuvent être visualisés à l'imagerie cérébrale : calcifications intracrâniennes particulièrement épaisses et trapues, matière blanche de plus faible densité, ventriculomégalie, atrophie cérébrale, hydrocéphalie, (**Figure 4**) etc.

La syphilis

La syphilis congénitale est une maladie infectieuse transmise au fœtus par l'entremise du placenta. La transmission peut avoir lieu à n'importe quel moment durant la grossesse et l'infection affecte le fœtus dans 60 à 80 % des cas ; la probabilité de transmission se voyant augmenter durant le deuxième trimestre. Lorsque l'infection est aux stades latents ou tertiaires, le risque de transmission est de 20 %.

La syphilis congénitale précoce se manifeste habituellement durant les trois premiers mois de vie de l'enfant, et elle se caractérise par des éruptions cutanées vésiculobulleuses situées sur les paumes des mains et sur la plante des pieds ainsi que des lésions papuleuses localisées autour du nez, de la bouche, des organes génitaux et des fesses. (**Figure 5**) Le développement de l'enfant peut être perturbé et il peut avoir des sécrétions nasales mucopurulentes ou sanglantes. Certains cas peuvent développer une méningite, une choroïdite, une hydrocéphalie ou des convulsions. La déficience intellectuelle peut même être une

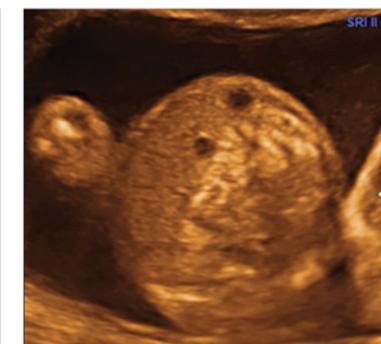


Figure 1 : Coupe transverse de l'abdomen d'un fœtus lors d'un dépistage de routine de 2^e trimestre démontrant un intestin hyperéchogène.



Figure 2 : Anasarque foetale démontrée par la présence d'épanchements pleuraux bilatéraux et d'ascite chez un fœtus lors d'une échographie de routine du 2^e trimestre.

L'examen échographique de morphologie réalisé au deuxième trimestre de grossesse est donc primordial afin d'éliminer tous les risques pouvant nuire au bon développement du fœtus et qui pourraient avoir un impact réel sur la grossesse et sur la vie de l'enfant à naître.



Figure 3 : Œdème sous-cutané généralisé du cuir chevelu chez un fœtus.



Figure 4 : Coupe axiale en tomодensitométrie démontrant une hydrocéphalie avec calcification périventriculaire.

conséquence de l'infection. Durant les huit premiers mois, une ostéochondrite, particulièrement au niveau des os longs et des côtes, peut entraîner une paralysie des membres.

La syphilis congénitale tardive, se manifestant minimalement vers l'âge de deux ans, est associée à des gommes syphilitiques qui touchent la cloison nasale ou le palais osseux, des lésions du périoste résultant en des tibias en lame de sabre et des saillies des os frontal et pariétal. Dans certains cas, des paralysies et un tabès juvénile peuvent survenir, ainsi qu'une atrophie optique, voire la cécité. Une surdité progressive peut également se manifester.

Signes démontrant la présence de l'infection en échographie

Des caractéristiques échographiques peuvent démontrer quelques signes de la présence d'une infection telle que la syphilis, mais le diagnostic sera confirmé par des tests sérologiques maternels effectués en début de grossesse et répétés au 3^e trimestre et à la naissance de l'enfant. Lors de l'examen échographique, il est possible d'observer des signes d'hépatosplénomégalie

foetale, des calcifications intrahépatiques, (Figure 6) une placentomégalie et de l'ascite. La gravité de l'infection peut également démontrer des signes d'anasarque foetale et des os longs courbés.

D'ailleurs, chez les nourrissons et les enfants en bas âge présentant des symptômes de la maladie, des radiographies des os longs seront effectuées afin d'éliminer la présence de lésions au niveau du périoste, une ostéite ou une métaphysite. L'ostéite prend souvent un aspect « mité » de la diaphyse et la métaphysite se présente sous la forme de bandes claires ou denses comparables à des branches de céleri. Il est possible également d'observer des érosions symétriques de la partie supérieure du tibia ou dans la métaphyse d'autres os longs, appelées signe de Wimberger, (Figure 7) et la formation excessive de cal aux extrémités des os longs. L'imagerie des nourrissons touchés présente souvent plusieurs de ces signes. Des examens au niveau de la tête et du thorax peuvent également être effectués selon les indications cliniques.

La prévention de cette infection est non négligeable durant le

1^{er} trimestre d'autant plus si la mère contracte d'autres maladies sexuellement transmissibles durant la grossesse. Dans 99 % des cas, un traitement pendant la grossesse parvient à guérir la mère et le fœtus. Certains cas nécessiteront un traitement tardif afin de guérir l'infection, ce qui n'aura malheureusement pas pour effet d'éviter la présence de certains signes de la syphilis à la naissance.



Figure 6 : Calcification hépatique prénatale.



Figure 7 : Rayons X des membres inférieurs chez un nourrisson présentant le signe de Wimberger.



Figure 5 : Éruptions vésiculobulleuses de la paume de la main, de l'aisselle et du visage d'un nouveau-né atteint de syphilis congénitale.

Le Zika

L'infection par le virus Zika est une zoonose, soit une infection transmise à l'humain par l'intermédiaire d'un moustique ; celle-ci est associée à des malformations congénitales. Ce virus était auparavant isolé en Afrique et en Asie, mais il s'est propagé en Amérique au cours de la dernière décennie. Dans 80 % des cas, la personne atteinte est asymptomatique. Cependant, lorsque la mère est contaminée par ce virus durant la grossesse, il peut être transmis au fœtus et il peut être responsable d'anomalies congénitales dont la microcéphalie. (Figure 8) Ainsi, si une femme enceinte a voyagé dans des régions où l'infection par le Zika est possible, des analyses de sang visant à détecter le virus seront effectuées. Une échographie permettra également d'évaluer si le fœtus se développe normalement où s'il a lui aussi contracté le virus.

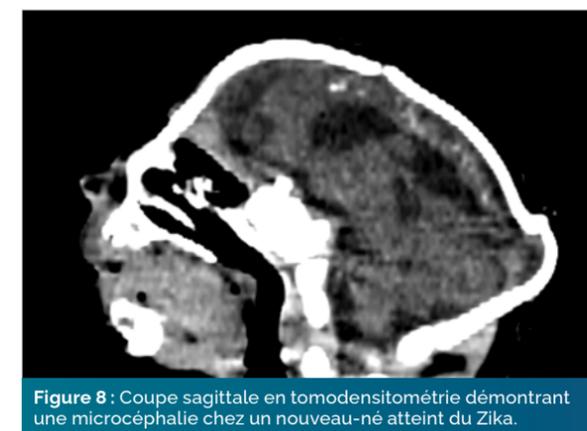


Figure 8 : Coupe sagittale en tomodensitométrie démontrant une microcéphalie chez un nouveau-né atteint du Zika.

L'imagerie de l'infection par le virus Zika chez le fœtus

En effet, l'ultrason, la tomographie et la résonance magnétique peuvent démontrer des caractéristiques de l'infection virale congénitale de Zika et, dans la plupart des cas atteints, des effets négatifs sont observés sur le développement du cerveau. Les anomalies observées affectent à la fois la matière blanche et la matière grise : anomalies du corps calleux comme une hypoplasie et une agénésie par exemple, une atrophie pontine, une angulation à la jonction pontomédullaire, un cervelet hypoplasique ainsi qu'une diminution du calibre de la moelle épinière accompagnée d'une morphologie irrégulière. Au niveau des orbites, une microphthalmie asymétrique, des cataractes et l'extension de la graisse orbitale dans la voûte crânienne peuvent être observées. Des contractures articulaires, appelées arthrogrypose, peuvent également être des signes révélateurs de la présence du Zika.

Les bébés infectés par le Zika avant la naissance peuvent donc présenter des complications telles que des convulsions, des retards de développement (langage et motricité

par exemple), un déficit intellectuel, des problèmes moteurs et d'équilibre, de la dysphagie, une perte de l'audition et des troubles de la vision.

En conclusion, plusieurs infections peuvent être transmises au fœtus durant la grossesse ; certaines sont inoffensives pour le fœtus alors que d'autres peuvent engendrer de réelles complications et causer des dommages irréversibles à l'enfant. Les bilans sanguins ainsi que l'imagerie médicale sont donc la clé afin de repérer des signes infectieux et de les traiter rapidement afin de permettre au fœtus de se développer normalement.

RÉFÉRENCES

- 1 – Dr. ACHRAF, Ammar et RADSWIKI. In-utero syphilis infection, [En ligne], <https://radiopaedia.org/articles/in-utero-syphilis-infection?lang-us>
- 2 – Dr. BABA, Yahya. Congenital cytomegalovirus infection, [En ligne], <https://radiopaedia.org/articles/congenital-cytomegalovirus-infection?lang-us>
- 3 – Dr. BELL, Daniel et Dr. Candace MAKEDA MOORE. Zika virus infection, [En ligne], Zika virus infection | Radiology Reference Article | Radiopaedia.org
- 4 – Dr. BOUCOIRAN et Marie-Pierre GAGNÉ. Cytomégalovirus, 2018, [En ligne], <https://www.chusj.org/fr/soins-services/C/complications-de-grossesse/complications-mere/Complications/Cytomegalovirus>
- 5 – BOUHANNA, Philippe, BERNABÉ-DUPONT, Céline, BENOIST, Guillaume et François JACQUEMARD. Cytomégalovirus chez la femme enceinte : indication de la sérologie et implications, 2015, [En ligne], https://www.jle.com/fr/revues/mtg/e-docs/cytomegalovirus_chez_la_femme_enceinte_indication_de_la_serologie_et_implications_304660/article.phtml
- 6 – Dr. MURPHY, Andrew. Toxoplasmose foetale, [En ligne], toxoplasmose foetale | Article de référence en radiologie | Radiopaedia.org
- 7 – Dr. PEARSON, Richard. Toxoplasmose, 2020, [En ligne], Toxoplasmose - Infections - Manuels MSD pour le grand public (merckmanuals.com)
- 8 – TESINI, Brenda. Syphilis congénitale, 2020, [En ligne], <https://www.merckmanuals.com/fr-ca/professional/p%C3%A9diatrie/infections-chez-le-nouveau-n%C3%A9/syphilis-cong%C3%A9nitale>

FIGURES

- 1 – Dr. HO, Fabien. Fetal cytomegalovirus infection, [En ligne], <https://radiopaedia.org/cases/fetal-cytomegalovirus-infection?lang-us>
- 2 – Dr. STANISLAVSY, Alexandra. Hydrops foetal, [En ligne], <https://radiopaedia.org/cases/hydrops-fetalis-1?lang-us>
- 3 – Dr. S. PATEL, Maulik. Hydrops foetal, [En ligne], <https://radiopaedia.org/cases/hydrops-fetalis-5?lang-us>
- 4 – Dr. ABDRABOU, Ahmed. Congenital CMV infection, [En ligne], <https://radiopaedia.org/cases/congenital-cmv-infection?lang-us>
- 5 – TESINI, Brenda. Syphilis congénitale, 2020 [En ligne], <https://www.merckmanuals.com/fr-ca/professional/p%C3%A9diatrie/infections-chez-le-nouveau-n%C3%A9/syphilis-cong%C3%A9nitale>
- 6 – GAILLARD, Frank. Antenatal hepatic calcification, [En ligne], <https://radiopaedia.org/cases/antenatal-hepatic-calcification?lang-us>
- 7 – TESINI, Brenda. Syphilis congénitale, 2020 [En ligne], <https://www.merckmanuals.com/fr-ca/professional/p%C3%A9diatrie/infections-chez-le-nouveau-n%C3%A9/syphilis-cong%C3%A9nitale>
- 8 – Dr. BACALLA, Jose. Congenital zika virus infection, [En ligne], infection congénitale par le virus Zika | de cas en radiologie Radiopaedia.org

Si on parlait de la COVID-19... différemment !

EXASPÉRÉS PAR LA COVID-19, ON EN PARLE « DIFFÉREMMENT » : CONSTRUCTION D'UN SAS EN CURITHERAPIE.



Nathalie Dufour
t.r.o., Coordonnatrice technique PI curiethérapie, radio-oncologie

Hôtel-Dieu de Québec, CHU de Québec-UL
Récipiendaire du prix Marie-Thérèse-Gauthier en 2009

Mars 2020 – Les grands titres se bousculent, les réseaux de télévision nous submergent de reportages, le scénario sur-réaliste suivant s'installe... chez vous... chez nous... partout... une pandémie mondiale ayant comme chef d'orchestre : « Maestro COVID-19 » !

Le débordement d'informations a tôt fait de déferler vers la pierre angulaire des décisions... notre système hospitalier. Sa capacité de « panser » cette crise sanitaire ! L'inquiétude a vite gagné chacune de nos chaumières, chacune... avec son histoire, qui génère sur le thermomètre de l'anxiété, un niveau de mercure parfois très élevé.

L'inconnu a cette capacité d'effrayer...

Et nous, travailleurs de la santé, tout à coup nous sommes devenus rien de moins que... des *superstars* !

Un ange gardien...venu de loin...

S'aligne alors une multitude de questions et de préoccupations pour les technologues en radio-oncologie. Je suis bien certaine que vous vous reconnaîtrez dans ce partage de pensées. Comment allons-nous faire pour traverser cette crise en

maintenant l'accès aux soins pour nos usagers en cancérologie ? Il n'y a qu'un nombre limité de centres par région, si la musique démarre dans l'un ou l'autre de nos centres, l'orchestre va s'emballer au grand complet... Qu'advient-il de nos usagers ?

Ce n'était pas une mince affaire pour les gestionnaires. Réagir promptement et prudemment... c'était un gros pari. C'est alors que, ce qui quelques semaines plus tôt vous aurait paru absurde, est devenu un autre grand titre de l'actualité : le **TÉLÉTRAVAIL** ! De la consultation téléphonique aux dosimétries... en ligne... !

La migration prévue du département de radio-oncologie du CHU de Québec vers le Centre intégré de cancérologie (CIC) était alors dans son

pic de travail. Ainsi la coordonnatrice de curiethérapie, responsable du volet CIC, se retrouve en télétravail afin de nous assurer un plan de relève. C'est là que *l'ange gardien venu de loin... arrive !*

Je travaille à temps plein en curiethérapie depuis plusieurs années, mais vous vous doutez bien que d'en prendre la pleine charge, du jour au lendemain, comportait certains défis.

Souvenez-vous toujours que nous sommes, il y a un an, remplis de toutes les inquiétudes qui étaient partout dans l'air... oui... dans l'air... Je reçois alors un premier appel du responsable des anesthésistes qui me pose la question suivante : « Vous avez combien de changement d'air à l'heure dans votre salle d'intervention ? »

J'avais déjà chaud juste à entendre la question... Il soulève alors un questionnement quant aux intubations et à toutes les interventions pouvant générer des interventions médicales générant des aérosols (IMGA). Afin de mieux définir les IMGA, notons les interventions suivantes qui nous concernent :

- Bronchoscopie
- Intubation et extubation endotrachéale
- Ventilation manuelle au masque (non intubé)
- Succion des voies aériennes.

Je vois déjà dans ma tête toutes nos curiethérapies de bronche, toutes nos curiethérapies de prostate, de gynécologie, bref je les vois toutes défilier les unes après les autres puisque la majorité se fait sous anesthésie générale... En fait, je ne fais... que ça !

Il était très clair pour eux, qu'au même titre que certaines salles d'intervention au bloc opératoire, notre salle d'intervention de curiethérapie devrait être modifiée pour devenir en pression négative. Lors de mes premières démarches auprès des services techniques, force est de constater que la seule façon de s'en sortir serait de construire un SAS ! Alors, pourquoi ne pas se lancer dans un projet de construction pour une salle d'intervention de curiethérapie et compléter avec la trajectoire complète d'un usager potentiel... ! (Figure 1)

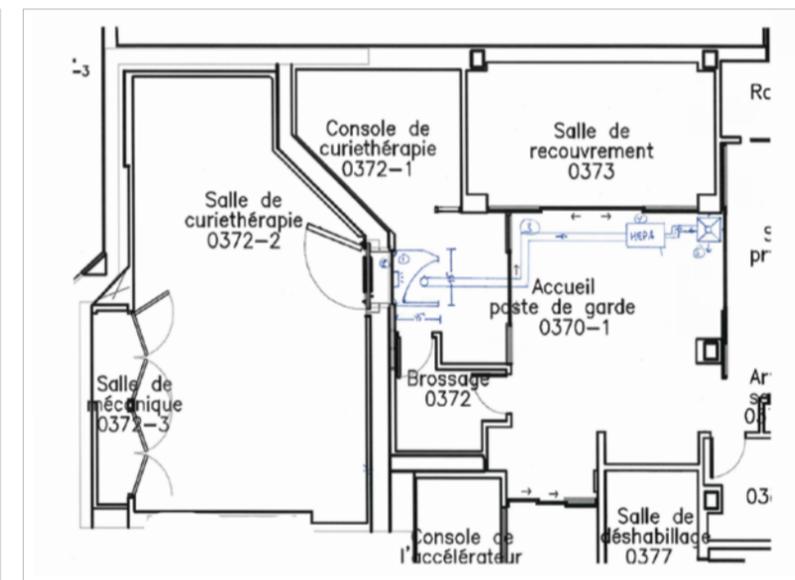


Figure 1 : Plan du SAS

Dans un premier temps, qu'est-ce qu'un SAS ?

C'est une zone de transition à pression négative, qui isole complètement la salle d'intervention à l'environnement adjacent. (Figure 1 - partie bleue) Les périodes à risque étaient lors de l'intubation (IMGA), 23 min 45 s et lors de l'extubation, 23 min 45 s. Pendant ces périodes, on ne pourrait sortir de la salle, toutes les personnes présentes devaient porter les EPI (équipements de protection individuels) nécessaires et attendre le temps prescrit ; dans notre cas, de toute évidence, il y a des situations qui nécessitent qu'un intervenant doive sortir, c'est le rôle du SAS de permettre la décontamination. Un filtre HEPA a été ajouté lors de la construction pour bonifier le système de ventilation. Le SAS doit être le plus petit possible pour diminuer au maximum le temps du séjour. Ce temps est calculé précisément en fonction de l'efficacité du système de ventilation pour la dimension précise de l'enceinte. Dans notre cas, le temps à passer pour chaque transfert est de 1 min 15 s, et ce, pendant les deux périodes précitées.

Le principe d'accès est un peu comme celui des écluses. (Figure 2)

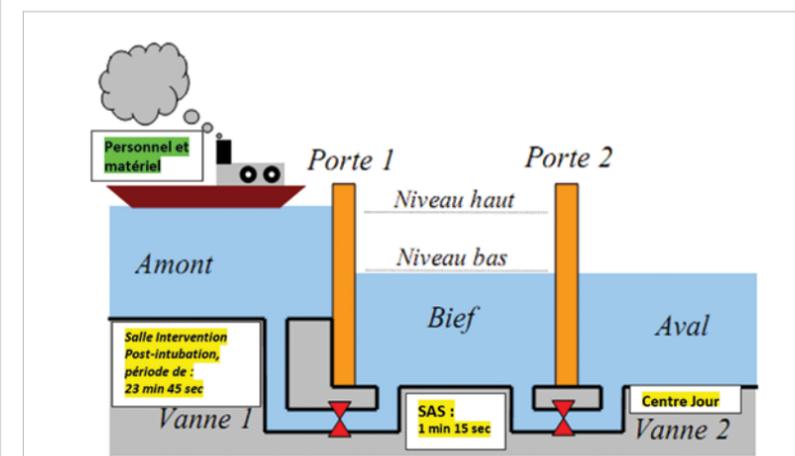


Figure 2 : Principe de navigation et éclusage.

Mars 2020 – Les grands titres se bousculent, les réseaux de télévision nous submergent de reportages, le scénario surréaliste suivant s'installe... chez vous... chez nous... partout... une pandémie mondiale ayant comme chef d'orchestre : « Maestro COVID-19 » !

Afin de réussir, il fallait mettre sur table, dans un premier temps, les préoccupations de tous.

- L'administration du service, de par l'unicité des départements de radio-oncologie, devait maintenir à tout prix son service en « zone froide ». Malgré toutes les analyses possibles, il y avait toujours un risque que les usagers deviennent « considérés » COVID-19. Donc les usagers auraient pu faire migrer l'unité vers le « tiède ». Qui disait tiède disait, auprès de l'équipe soignante, réquisition du SAS.
- Le département de physique et l'officier de radioprotection devaient aussi faire partie de l'équipe décisionnelle puisque nous devions « modifier » la salle d'intervention, en construisant le SAS, les permis rigoureux de la CCSN devaient obtenir des dérogations.

Il fallait aussi s'assurer que malgré l'espace restreint pour le construire, toutes les mesures de sécurité déjà existantes puissent être respectées.

- Bouton d'ouverture de la porte devait demeurer à l'extérieur du SAS
- Installation d'une fenêtre latérale (dans la construction du SAS) et faire des essais afin de déterminer sa hauteur pour faire en sorte que l'indicateur de radiation au-dessus de la porte de la salle de traitement puisse être vu même en position de surveillance assise (**Figure 3**)
- S'assurer que la porte d'accès au SAS soit munie d'une fenêtre afin de voir que quelqu'un est bien dans la zone de « transition »
- Isoler la porte du CT afin de la rendre étanche et qu'elle puisse servir comme une des deux portes du SAS
- Évaluer l'espace (qui était déjà restreint) afin de pouvoir procéder aux différentes manœuvres en cas de situation d'urgence avec le projecteur de source (Flexitron), passage de la civière très serré, accès rapide, etc.

S'installe en parallèle, le processus de réflexion avec la complexité des accès plafond dans notre département du « Vieux-Québec » !

Nous nous sommes rencontrés le responsable du service technique, Sylviane Aubin physicienne, trois anesthésistes et moi-même.

Le service d'ingénierie devait pour sa part :

- Évaluer le nombre de changements d'air à l'heure, il était de 15,2
- Calculer le temps d'attente, lors de l'intubation et de l'extubation de l'utilisateur, temps pendant lequel la salle doit demeurer étanche et si besoin est de circuler : utiliser le SAS.



Figure 3 : Vue latérale avec accès bouton de porte et vue sur indicateur de radiation pertraitement.

Deux possibilités se présentaient :

Raccourcir le temps d'attente de la salle d'intervention en la munissant d'un énorme déshumidificateur (Filtre HEPA) ; les tests ont été effectués, le temps d'attente était de 19 min 25 s. Temps pendant lequel le SAS devrait être utilisé pour circuler en cas de besoin urgent. Mais le problème dans ce cas-ci était que l'appareil était trop bruyant et camouflait l'indicateur sonore des signes vitaux de l'utilisateur. Donc il nous faudrait exclure cette option.

Sans déshumidificateur, le temps devenait de 23 min 45 s. Donc question de bien comprendre la trajectoire je vous explique une séquence complète un peu plus loin.

Temps à passer à l'intérieur du SAS : 1 min 15 s.

(**Figure 4**)

Dans les changements qui étaient à apporter, vous vous souviendrez assurément de la pénurie d'EPI, donc afin d'être conséquent, il fallait les utiliser au minimum, que l'on parle des jaquettes et des masques N-95 ; notre trajectoire a aussi été bâtie en tenant compte de ces facteurs atténuants.

Dans le quotidien, il y a eu des ajustements temporaires. Certains ont été mis en place immédiatement, d'autres en prévision.

Par exemple : la mesure de libération de l'utilisateur, habituellement prise par le physicien (compteur Geiger balayé au-dessus de l'utilisateur pour s'assurer le retour de la source dans son milieu blindé) immédiatement après le traitement, serait prise par le technologue qui lui serait muni des EPI.

Pendant une certaine période également, le service d'anesthésie en collaboration avec les radio-oncologues ont privilégié d'effectuer les procédures de curiethérapie, dans la mesure du possible, selon le profil clinique, sous péridurales afin de minimiser les intubations, le temps qu'on puisse naviguer avec plus de connaissance sur la COVID-19 et ses répercussions ; ce qui a quand même suscité bon nombre de discussions intradépartementales. Nous devions alors nous entendre pour modifier la technique usuelle pour, entre autres, les cas de néoplasies prostatiques. Notre technique de planification sous échographie demanderait un retour en arrière, pendant un temps indéterminé ; nous devrions alors refaire des planifications sous CT.

Pour la gestion des IMGA, il fallait également déterminer un périmètre de deux mètres autour de la table d'intervention, et ce, dans toutes les positions potentielles.

Sur le plan procédural, l'ensemble de la salle de réveil et centre jour en post-intervention se ferait, le cas échéant, à l'intérieur de la salle d'intervention.



Figure 4 : Enceinte du SAS vue de face, porte extérieure ouverte

Trajectoire de remise de matériel par le SAS

- Consignes de départ, pour ce type d'intervention : s'assurer que dès l'entrée du patient, la porte du CT et la porte extérieure du SAS sont bien fermées.
- Si du matériel est nécessaire pendant la période CRITIQUE (intubation-extubation), il doit passer par le SAS ou si un membre du personnel est requis de façon urgente, il doit transiter par le SAS.
- S'assurer de toujours travailler en cascade.

Dépôt spécifique de matériel de l'EXTÉRIEUR à destination de la salle d'intervention

- S'assurer, par téléphone, avec l'intérieur pour qu'on s'assure d'avoir bien fermé la porte de CT en début de procédure
- Si toutefois il y avait eu une fuite, porte mal fermée au départ, s'assurer de compter 1 min 15 s avec les deux portes bien fermées
- Ouvrir la porte extérieure et déposer le matériel à l'endroit indiqué au plancher
- Le technologue interne avise le technologue surveillant qu'il va venir récupérer le matériel, ouvre la porte du CT pendant que la porte extérieure est sous surveillance et demeure fermée
- Une fois la prise du matériel complétée, le technologue interne referme la porte du CT en s'assurant de son étanchéité
- Chronométrer 1 min 15 s supplémentaire pour sécuriser l'endroit.

La procédure pour sortir du matériel ou un intervenant de la salle d'intervention vers le centre jour est la même, mais de façon inversée.

Bien entendu, un an plus tard, grâce à la mise en œuvre de la recherche mondiale, la vaccination a désamorcé la crise. Par contre, cela nous a permis de faire un travail important dans les unités de curiethérapie, advenant l'entrée d'un virus indésirable.

Les changements ou plutôt notre façon d'apprivoiser cette réalité improbable, notre ouverture collective et le travail d'équipe, administration, services techniques, technologues, service d'anesthésie, service de physique nous ont fait réaliser encore plus que... *l'Union fait la force*... J'ai lu dans un article scientifique que : « Les gens qui sortiraient le mieux de cette pandémie seraient ceux qui s'adaptent le mieux et qui feraient preuve de grande résilience. » Noté !

Un an plus tard, ce projet de SAS en curiethérapie, n'aura finalement pas été utilisé, même pas une seule fois, mais qui pouvait prévoir ! Nous étions prêts et dans la vie, c'est tout ce qui compte... *être prêt !* On peut dire que les procédures de dépistages mises en place dans le service ont été concluantes.



Le *crescendo* de Maestro nous a propulsés dans un mouvement symphonique qui semblait sans fin... On pourra dire... qu'on a fait face à la musique!

Le *crescendo* de Maestro nous a propulsés dans un mouvement symphonique qui semblait sans fin... On pourra dire... qu'on a fait face à la musique!

Dans mes remerciements je ne voudrais pas oublier Mme Sonya Deraspe, t.r.o. et Mme Julie Corriveau, t.r.o. qui étaient mes supérieures, et m'ont donné de bonnes chaleurs en me confiant la supervision de ce projet dans mes tout premiers jours en poste... J'en retiendrai : « C'est à forger... qu'on devient forgeron ! » À vous, *les superstars*, qui avez pris le temps de lire ce récit d'aventures, il y aura beaucoup à retenir de tout ce chemin, pas de mon aventure, mais de la *nôtre*, en tant que société. On aura repris contact avec beaucoup de choses, de gens, malgré la distance... on se sera... *rapprochés du vrai*... ! J'en profite pour remercier chacun des « *anges gardiens* », venus de près ou de loin... d'avoir coché « présent »... au nom de tous nos... usagers... !

QUESTIONS

- **Pourriez-vous décrire dans le bon ordre les étapes de transmission du matériel qui doit entrer en salle d'intervention (milieu contaminé) en provenance de l'extérieur en transitant par un SAS ?**
- **Pour quelle raison, il a été décidé d'opter pour un temps d'attente plus long à l'intérieur de la salle ?**
- **Pour les usagers potentiellement contaminés, quel membre du personnel a été déterminé pour prendre la mesure de libération de l'usager et pourquoi ?**
- **Pour quelles raisons devait-on placer 2 fenêtres dans la conception du SAS ?**
- **Vrai ou Faux – Pourrions-nous dire que la période de pandémie a permis des prises de conscience importantes, voire nécessaires à bien des niveaux et que lorsqu'il s'agit de relever un défi, le travail multidisciplinaire donne un résultat certain ?**

Nous vous invitons à visiter le portail de l'Ordre pour entrer vos réponses et ainsi obtenir 0,5 h de DP supplémentaire.

FIGURES

Tirées de la banque personnelle de Sylviane Aubin, physicienne Hôtel-Dieu de Québec, CHU de Québec-UL

REMERCIEMENTS

Dre Esther Breton, anesthésiologue, Hôtel-Dieu de Québec, CHU de Québec-UL

Sylviane Aubin, physicienne, radio-oncologie, Hôtel-Dieu de Québec, CHU de Québec-UL

Mario Chrétien, physicien, responsable de la radioprotection, CHU de Québec-UL

Infection par *Helicobacter pylori* et cancer de l'estomac

LA BACTÉRIE *H. PYLORI* EST CLASSÉE COMME UN AGENT CANCÉRIGÈNE ET EST UNE CAUSE IMPORTANTE DE CANCER GASTRIQUE ET DE LYMPHOME DE MALT.



Josée Galarneau
t.r.o., Professeure au
Cégep de Sainte-Foy
et technologue en
radio-oncologie

CIUSSS MCQ

L'infection par certains virus, bactéries et parasites a été identifiée comme un facteur de risque élevé pour certains types de cancer. Du point de vue mondial, plus d'un cancer sur six – soit 17,8 % des cancers – a pour origine une infection virale, bactérienne ou parasitaire avec des disparités importantes. Les principaux agents sont la bactérie *Helicobacter pylori* (5,5 % de tous les cancers), les virus du papillome humain (5,2 %), les virus de l'hépatite B et C (4,9 %), le virus d'Epstein-Barr (1 %), le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) ainsi que le virus de l'herpès humain-8 (0,9 %). C'est en analysant ces différentes statistiques que je me suis intéressée à l'agent infectieux causal du cancer le plus important au monde : l'*Helicobacter pylori* !

Vous avez dit *H. pylori* ?

Helicobacter pylori, ou *H. pylori*, coexiste avec les humains depuis des milliers d'années et l'infection par cette bactérie est très courante. Pourtant, sa découverte demeure relativement récente. Effectivement, c'est en 1984 que Robin Warren et Barry Marshall, deux chercheurs australiens, ont identifié pour la première fois *Helicobacter pylori* à partir de biopsies gastriques. Ils ont d'ailleurs reçu le prix Nobel de médecine en 2005 pour la découverte fondamentale de cette bactérie et de son rôle dans la gastrite et l'ulcère gastroduodéal.

Les Centers for Disease Control and Prevention (2020) estiment qu'environ les deux tiers de la population mondiale abritent la bactérie, avec des taux d'infection beaucoup plus élevés dans les pays en développement. On croit que *H. pylori* se propage par les aliments et l'eau contaminés ainsi que par contact direct. Dans la plupart des populations, la bactérie est d'abord acquise pendant l'enfance et l'infection persiste généralement à vie (Kusters JG, van Vliet AH

et Kuipers EJ, 2006). L'infection est plus probable chez les enfants vivant dans la pauvreté, dans des conditions de surpeuplement et dans des zones mal assainies.

H. pylori est une bactérie qui infecte principalement la muqueuse de l'estomac. Grâce à sa forme hélicoïdale (d'où son nom *Helicobacter*) et à ses flagelles, la bactérie se glisse à travers le mucus et la muqueuse de l'estomac en s'ancrant aux cellules épithéliales grâce à des protéines fixatrices. (Figure 1). Afin de survivre dans l'environnement acide de l'estomac, *H. pylori* sécrète une enzyme appelée uréase, qui transforme l'urée chimique en ammoniac. Cette production d'ammoniac autour de *H. pylori* neutralise l'acidité de l'estomac, rendant celui-ci plus hospitalier pour la bactérie. Malheureusement, l'ammoniac est toxique pour les cellules épithéliales, et va, de concert avec d'autres produits sécrétés par *H. pylori* (catalases, phospholipases, protéases, etc.), endommager la surface des cellules épithéliales, enclenchant ainsi le processus de formation d'ulcères. Bien que les cellules immunitaires qui reconnaissent et attaquent normalement les bactéries envahissantes s'accumulent près des sites

Selon la D^{re} Tamara Matysiak-Budnik, gastro-entérologue et cancérologue au CHU de Nantes : « L'association démontrée entre infection par *H. pylori* et cancer gastrique est aussi forte que celle entre tabac et cancer du poumon. »

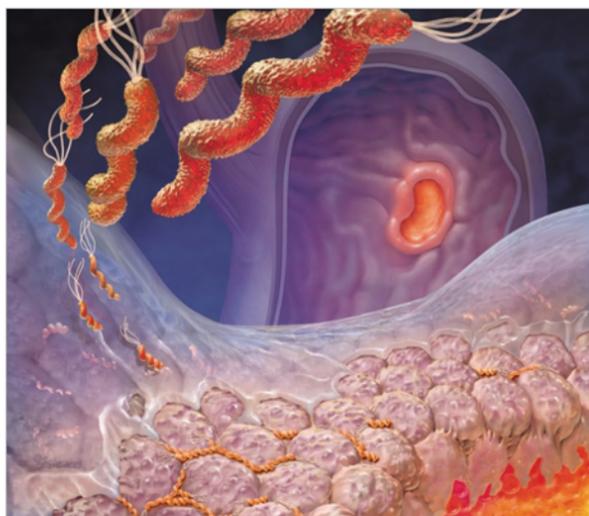


Figure 1 : *H. pylori* se fixant aux cellules épithéliales de l'estomac.

d'infection par *H. pylori*, elles sont incapables d'atteindre la muqueuse de l'estomac. De plus, *H. pylori* interfère avec les réponses immunitaires locales, les rendant inefficaces pour éliminer cette bactérie (Atherton et coll., 2006).

Données épidémiologiques et étiologiques du cancer de l'estomac

Le cancer gastrique représente environ 4 200 cas et quelque 1 950 décès au Canada chaque année (Statistiques canadiennes sur le cancer). Les adénocarcinomes, développés à partir des cellules glandulaires de la muqueuse gastrique, représentent 95 % des tumeurs malignes de l'estomac. Plus rarement, on peut également retrouver des lymphomes gastriques, particulièrement le lymphome de MALT. Le cancer de l'estomac est le 2^e cancer le plus fréquent dans le monde, mais son incidence varie beaucoup selon les pays. L'incidence est très élevée au Japon, en Chine, au Chili et en Islande. Au Canada, le nombre de nouveaux cas de cancer de l'estomac diagnostiqués chaque année diminue depuis les années 1980. Son incidence augmente avec l'âge : plus

de 75 % des patients ont 50 ans. La survie nette après 5 ans pour le cancer de l'estomac est de 25 %, ce qui signifie qu'en moyenne, quelque 25 % des personnes diagnostiquées d'un cancer de l'estomac survivront au moins 5 ans (Société canadienne du cancer).

La gastrite chronique atrophique, une inflammation de la muqueuse gastrique suivie d'une destruction de la couche superficielle par la bactérie *Helicobacter pylori*, et les gastrites atrophiques auto-immunes (maladie de Biermer) sont les principales pourvoyeuses d'adénocarcinomes gastriques. *H. pylori* est aussi en cause dans la majorité des lymphomes de MALT. En revanche, les cancers gastriques héréditaires sont très rares (1 à 3 % des cancers gastriques). Ils sont liés à des anomalies génétiques. Le cancer gastrique diffus héréditaire est lié dans 25 à 30 % des cas à une mutation du gène CDH1 codant pour la Cadhérine E. Le syndrome de Lynch-HNPCC (cancer colorectal héréditaire non polyposique) et certaines polyposes coliques familiales exposent à un risque accru de cancer gastrique. Aussi, une consommation élevée de sel peut entraîner des altérations de la muqueuse gastrique et la formation dans l'estomac de composés N-nitrosés cancérigènes. On reconnaît également que le tabagisme et qu'une faible consommation de fruits et de légumes sont des facteurs étiologiques du cancer de l'estomac.

Facteurs de virulence de *H. pylori*

En 1994, le Centre international de recherche sur le cancer a classé *H. pylori* agent cancérigène, malgré des résultats contradictoires à l'époque. Depuis lors, il est de plus en plus admis que la colonisation de l'estomac par *H. pylori* est une cause importante de cancer gastrique et de lymphome de MALT. Selon la D^{re} Tamara Matysiak-Budnik, gastro-entérologue et cancérologue au CHU de Nantes : « L'association démontrée entre infection par *H. pylori* et cancer gastrique est aussi forte que celle entre tabac et cancer du poumon. »

Malgré l'important risque associé à l'infection à *H. pylori*, les recherches actuelles concluent plutôt que le cancer gastrique est multifactoriel. En effet, même si la bactérie représente un élément important dans la genèse, la souche bactérienne, les facteurs environnementaux et surtout la spécificité génétique de l'hôte sont aussi des facteurs contribuant au développement du cancer. (Figure 2)

Certaines souches bactériennes d'*H. pylori* sont plus pathogènes que d'autres. Le concept d'îlot de pathogénicité a été introduit au début des années 2000 afin d'expliquer le caractère plus pathogène de certaines souches d'une espèce bactérienne donnée. À titre d'exemple, l'îlot de pathogénicité *cagA* est un facteur de virulence déterminant de *H. pylori* et est associé aux pathologies les plus sévères. Les souches comportant cet îlot ont un plus grand risque de développement de gastrite atrophique et de cancer gastrique par rapport aux souches qui en sont dépourvues.

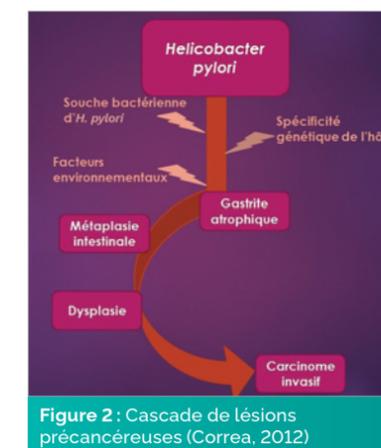


Figure 2 : Cascade de lésions précancéreuses (Correa, 2012)

La consommation excessive de sel est un facteur environnemental qui semble être associé à un risque plus élevé de cancer gastrique (Wroblewski et coll., 2010). La production de cytokines en réponse à un régime riche en sel pourrait contribuer au processus de cancérogenèse. Également, une possibilité soulevée récemment est la modulation de l'expression génique de *H. pylori* par le sel. Des études montrent, en effet, une augmentation de l'expression de *CagA* en fonction de la concentration saline (Gancz et coll., 2008). Le tabagisme est aussi un facteur environnemental augmentant le risque de développer un cancer gastrique. On sait également que les antioxydants naturels joueraient, au contraire, un rôle protecteur (Wroblewski et coll., 2010).

Les facteurs de virulence de *H. pylori* ne sont pas les déterminants absolus de l'évolution de l'infection vers les pathologies plus sévères. Les polymorphismes génétiques de l'hôte

touchant les gènes impliqués dans la réponse inflammatoire sont associés à une prédisposition au cancer gastrique. Il s'agit, entre autres, de gènes liés aux processus anti-inflammatoires, de gènes codant pour des peptides régulateurs de la prolifération cellulaire ou même de gènes suppresseurs de tumeurs.

En résumé, dans l'hypothèse proposée par Correa (1992), *H. pylori* semble altérer les propriétés physiques et chimiques du mucus gastrique, le rendant plus sensible aux facteurs carcinogènes. Le régime alimentaire (riche en sel) de l'hôte influence le processus carcinogène. Une muqueuse de type intestinal remplace progressivement la muqueuse gastrique, c'est la métaplasie. La prolifération de la flore bactérienne intestinale à l'intérieur de l'estomac métabolise les nitrates en produisant de la nitrosamine, substance cancérigène. Le cancer qui va ainsi se développer est plutôt de type intestinal : l'adénocarcinome.

Comment traiter l'infection à *H. pylori* ?

L'éradication d'*H. pylori* nécessite un traitement polymédicamenteux. La trithérapie était le schéma le plus fréquemment prescrit dans l'infection par

H. pylori. Il s'agissait d'utiliser, pendant 10 à 14 jours, un traitement antisécrétoire par inhibiteurs de la pompe à protons associé à de l'amoxicilline et de la clarithromycine. Cependant, dans de nombreuses régions du monde, le taux de résistance à la clarithromycine a augmenté considérablement et l'échec de la trithérapie est de plus en plus probable. Ainsi, ce traitement n'est plus recommandé comme traitement initial à moins que plus de 85 % des souches locales de *H. pylori* soient connues pour être sensibles. La quadrithérapie est donc le meilleur traitement initial dans les régions où le taux de résistance à la clarithromycine est de plus de 15 %, comme c'est le cas dans la majorité des pays développés. Il s'agit d'administrer pendant 14 jours un traitement associant inhibiteur de la pompe à protons, sel de bismuth, tétracycline et métronidazole.

L'éradication de l'infection à *H. pylori* peut-elle diminuer l'incidence de cancers gastriques ?

Ford et coll. (2020) ont voulu vérifier dans une nouvelle étude publiée dans la revue *Gut*, l'impact de l'éradication de *H. pylori* chez une population à risque élevé de développer un cancer

Chez les individus en bonne santé, le traitement d'éradication d'*H. pylori* a réduit l'incidence du cancer de l'estomac de 46 %, et de 39 % la mortalité due au cancer de l'estomac – par rapport aux personnes ayant reçu un placebo ou aucun traitement.

de l'estomac. Les chercheurs ont analysé les données de 10 essais cliniques randomisés : 7 regroupant 8 323 individus en bonne santé et 3 regroupant 1 841 patients atteints d'un cancer gastrique et ayant subi une résection muqueuse endoscopique. Dans ces études, le suivi était de minimum 3 ans après l'intervention et pouvait aller jusqu'à 22 ans. Chez les individus en bonne santé, le traitement d'éradication d'*H. pylori* a réduit l'incidence du cancer de l'estomac de 46 %, et de 39 % la mortalité due au cancer de l'estomac – par rapport aux personnes ayant reçu un placebo ou aucun traitement. Chez les patients atteints d'une néoplasie gastrique et donc à plus haut risque, l'éradication d'*Helicobacter pylori* permet également de réduire l'incidence du cancer de l'estomac de 51 %.

Les chercheurs expliquent qu'une fois que la bactérie a été éradiquée avec succès, il est peu probable d'être infecté une deuxième fois. C'est donc un avantage, car contrairement à d'autres types de cancers, le dépistage pourrait ainsi n'avoir lieu qu'une seule fois dans une vie. Comme mentionné plus tôt, l'infection à *H. pylori* est contractée généralement pendant l'enfance. Cela signifie que pour éviter des lésions précancéreuses ou un cancer de l'estomac, il serait judicieux que le dépistage ait lieu chez les adolescents ou chez les jeunes adultes. C'est d'ailleurs ce qui est actuellement réalisé dans certaines régions du Japon. Malheureusement, les effets de ce dépistage et de l'éradication de *H. pylori* ne seront pas connus avant de nombreuses années.

Pour conclure...

H. pylori est une bactérie à la physiologie remarquable : elle peut évoluer en milieu hostile dans l'estomac humain et infecter silencieusement son hôte durant toute sa vie, en échappant à son immunité. Malgré le fait qu'elle soit le principal agent infectieux causant le cancer, seulement 1 % des porteurs développeront un cancer, seulement 1 % des porteurs développeront une néoplasie gastrique. Plusieurs facteurs influencent la virulence de l'infection à *H. pylori*. Malgré tout, il reste encore plusieurs mécanismes à découvrir concernant son évolution vers le cancer. Les traitements actuels ont mis en évidence un taux d'éradication d'au moins 80 % après une période de traitement relativement courte. Cependant, la résistance croissante de *H. pylori* aux antibiotiques pourrait rendre éventuellement cette bactérie plus difficile à traiter. Heureusement, dans les pays à fortes incidences de cancer gastrique, un dépistage d'*Helicobacter pylori* en population générale est actuellement recommandé. Les effets de ce dépistage et du traitement de cette bactérie pourront contribuer à la diminution de l'incidence mondiale du cancer gastrique dans quelques années.

QUESTIONS

- **Que sécrète *H. pylori* afin de transformer l'urée chimique en ammoniac ?**
- **Vrai ou Faux. Le cancer de l'estomac est le deuxième plus fréquent dans le monde.**
- **Quel facteur alimentaire semble être associé à un risque plus élevé de cancer gastrique ?**
- **Quel est le meilleur traitement initial dans les régions où le taux de résistance à la clarithromycine est de plus de 15 % ?**
- **Chez les individus en bonne santé, l'éradication d'*Helicobacter pylori* permet de réduire l'incidence du cancer de l'estomac de combien ?**

Nous vous invitons à visiter le portail de l'Ordre pour entrer vos réponses et ainsi obtenir 0,5 h de DP supplémentaire.

RÉFÉRENCES

- Atherton, J.C. 2006. « The pathogenesis of *Helicobacter pylori* induced gastro-duodenal diseases ». *Annual Review of Pathology*, 1, 63-96.
- Correa, P. 1992. « Human gastric carcinogenesis: a multistep and multifactorial process ». *Cancer Research*, 52(24), 6735-6740.
- Correa, P., & Piazuelo, M. B. 2012. « The gastric precancerous cascade ». *Journal of digestive diseases*, 13(1), 2-9.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2020. « CDC Yellow Book ». États-Unis, Oxford University Press.
- Ford AC, et coll. 2020. « *Helicobacter pylori* eradication therapy to prevent gastric cancer: systematic review and meta-analysis ». *Gut Journal*, 69(12), 2113-2121.
- Gancz, H., et coll., 2008. « Sodium chloride affects *Helicobacter pylori* growth and gene expression ». *Journal of Bacteriology*, 190(11), 4100-4105.
- Kusters, J.G., van Vliet, A.H., et Kuipers, E.J. 2006. « Pathogenesis of *Helicobacter pylori* infection ». *Clinical Microbiology and Infection*, 19(3), 449-490.
- Wroblewski, L., et coll., 2010. « *Helicobacter pylori* and gastric cancer: factors that modulate disease risk ». *Clinical Microbiology and Infection*, 23(4), 713-739.

AUTRES SOURCES

- Marshall, B. et Warren, R. 1984. « Unidentified curved bacilli in the stomach of patients with gastritis and peptic ulceration ». *Lancet*, 1(8390), 1311-1315.
- Société canadienne du cancer. www.cancer.ca

FIGURES

1 – Medical Images RM/Scott Bodell.



FÉLICITATIONS À TOUS LES NOUVEAUX TECHNOLOGUES ET BIENVENUE AU SEIN DE L'ORDRE !

Quelque **276 finissants** se sont réunis de façon virtuelle le 7 juillet dernier afin de prêter serment et ainsi officialiser leur entrée dans la profession.





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!