

Décembre 2019 - Janvier 2020
Volume 39, Numéro 3

échos

la revue

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

Télésanté

Suivre l'évolution technologique



INSCRIPTION ANNUELLE AU TABLEAU DE L'ORDRE ET COTISATION 2020-2021



PÉRIODE DE RENOUVELLEMENT

La période d'inscription annuelle au Tableau de l'Ordre et du paiement de la cotisation aura lieu du **17 février au 31 mars 2020**.

Cette étape importante confirmera votre droit d'exercice pour la prochaine année, soit du **1^{er} avril 2020 au 31 mars 2021**.

IMPORTANT : Lors d'un retour à la profession à la suite d'un non-renouvellement, vous serez soumis au *Règlement sur les stages et les cours de perfectionnement de l'Ordre* (chapitre T-5, r.13). Pour plus d'information à ce sujet, visitez la section *RETOUR À LA PROFESSION* accessible en tout temps sous l'onglet *DEVENIR MEMBRE* du site web de l'Ordre.



FRAIS ET PAIEMENT

Le montant de la cotisation pour la période du **1^{er} avril 2020 au 31 mars 2021** est payable par **carte de crédit seulement**, en un seul versement. Veuillez noter que la cotisation est non remboursable.

Sommaire



Télésanté Suivre l'évolution technologique

Mot de la présidente 5

Un premier mandat sous le signe de la continuité!

Au cœur de la pratique 6

Vous avez des questions? Nous avons des réponses!

Ça ne s'invente pas! 8

Pas que de petits riens! (suite)

En commun 9

L'apport des technologues au partage de données cliniques

Les systèmes d'information que nous utilisons dans notre pratique quotidienne sont en constante évolution.

Trouver du sens dans la pratique grâce à la compassion

Un bon technologue réalise un examen ou un traitement avec un patient. Un excellent technologue s'adapte volontairement à son patient.

Électrophysiologie médicale 20

Suivi à distance des cardiostimulateurs

C'est à compter des années 1960 que le premier cardiostimulateur a été installé dans le corps humain, mais c'est depuis le début des années 2000 qu'ont débuté les premiers suivis de patients à distance.

L'imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge (ISPIR): nouvelle technique d'imagerie cérébrale non invasive

La technique par imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge est une technique non invasive qui permet, à l'aide de lumière, la surveillance de la consommation d'oxygène en temps réel par les tissus. Cette technique innovatrice permet d'évaluer le bon fonctionnement des organes évalués.

Médecine nucléaire 30

L'approche de la tomographie par émission de positons (TEP) en médecine nucléaire

Le couplage de deux modalités ayant un impact direct sur le diagnostic du patient.

Radiodiagnostic 36

L'innovation au service du dépistage du cancer du sein

L'avantage du système automatisé d'ultrason dans le dépistage de cancer du sein.

L'échographie à distance: de la formation jusqu'à la pratique

De la télé-échographie et du virtuel pour une pratique à l'ère du numérique.

Radio-oncologie 50

Retour sur l'ASTRO 2019: les faits marquants

Participer à l'ASTRO, c'est l'occasion d'assister au dévoilement de nouvelles technologies et d'avoir un aperçu de l'évolution des technologies dans le domaine de la radio-oncologie.

Mon expérience à une compétition de dosimétrie au plan international

Cette expérience a permis de valider notre technique de radiothérapie stéréotaxique pulmonaire et de la comparer avec celles d'autres centres.

L'ÉchoX, la revue de l'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale, est publiée depuis 1964. Elle est maintenant tirée à 7150 exemplaires • **COMITÉ DE LA REVUE** Renée Breton, t.r.o.; Carole Chaumont, t.e.p.m.; Mohamed Khélifi, t.i.m. • **COLLABORATEURS AU CONTENU** Karine Audet, t.r.o., Mathieu Bergeron, t.r.o., Josée Chevrier, t.i.m., B.A.A., M.Sc., Marie-Nellie Cormier, t.i.m., Arnaud Demoustier, inf. clin., Micheline Jetté, t.i.m. (E) (MN), B.A.A., Alyson Jolin, t.i.m., Mohamed Khélifi, t.i.m., Sophie Lecours, t.i.m., Marjolaine Mc Callum, t.e.p.m., Yves Morel, t.i.m., Mélanie Ratelle, t.r.o., Manon Robert, t.e.p.m., M. Sc., Francine Roy, t.i.m., Vanessa St-Pierre, t.i.m., M.Sc. • **RÉVISION ET CORRECTION** Marie-Johanne Tousignant, M. Ed., Stratégie Rédaction • **PUBLICITÉ** Dominic Desjardins, CPS Média Inc., ddesjardins@cpsmedia.ca, 1 866 227-8414 • **ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE** Caroline Morin, adjointe administrative des affaires professionnelles et juridiques, 514 351-0052, poste 229 • **DESIGN GRAPHIQUE** Bunka • **CARICATURE** François St-Martin et Marc Bruneau • **IMPRESSION** Solisco • **POLITIQUE D'ABONNEMENT** Les membres et étudiants en dernière année de formation collégiale reçoivent l'ÉchoX trois fois par année. Abonnement offert à 75\$ par année (plus taxes). • **POLITIQUE ÉDITORIALE** Sauf indications contraires, les textes et les photos publiés n'engagent que les auteurs. Toute reproduction doit mentionner la source, après autorisation préalable de l'Ordre.

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

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

2020
SOYEZ FIERS
D'ÊTRE TECHNOLOGUES

JE SUIS 
TECHNOLOGUE



MOT DE LA PRÉSIDENTE



Un premier mandat sous le signe de la continuité!

C'est avec émotion que je vous écris mon premier billet, puisque le 7 novembre dernier, j'ai été élue à la présidence de notre ordre professionnel, l'OTIMROEPMQ.

C'est portée par une grande fierté que je tiens à remercier sincèrement les membres du conseil d'administration (CA) de m'accorder leur confiance pour relever ce grand défi professionnel. Danielle Boué, t.i.m., notre présidente sortante, a accompli un travail exceptionnel durant ses dix années à la présidence. Un nombre important de grands dossiers ont été menés et conclus grâce à son leadership, notamment la révision des programmes de formation initiale, l'intégration des technologues en électrophysiologie médicale, le développement de technologues autonomes en échographie médicale et le rehaussement des compétences dans le secteur de la mammographie. De plus, au cours de ces années, l'Ordre s'est taillé une place de choix dans le système professionnel québécois et est devenu une référence en matière d'imagerie médicale, de radio-oncologie et d'électrophysiologie médicale.

L'Ordre bénéficie aujourd'hui d'une plus grande visibilité permettant aux membres d'être consultés sur tous les aspects de nos professions et de les faire rayonner plus que jamais auprès des intervenants du milieu de la santé et de la population québécoise. Je désire poursuivre dans cette voie et bien positionner l'Ordre sur les enjeux actuels de notre société afin de faire évoluer nos domaines d'exercice et ainsi d'offrir aux patients des examens diagnostiques et des traitements à la fine pointe de la technologie.

L'un des projets qui devra définitivement être au cœur de nos priorités dans les prochaines années est l'arrivée de l'intelligence artificielle. Elle bousculera très certainement nos processus et nos activités au quotidien. Tous les acteurs du système de santé québécois auront à s'adapter à cette nouvelle réalité, et nous devons faire de même. Il nous faudra être proactifs dans les dossiers qui touchent l'intelligence artificielle, être prêts à faire différemment et à saisir les opportunités de développement de nos professions. Par exemple, l'automatisation de certaines tâches pourrait nous permettre d'être plus efficaces et de nous concentrer davantage sur

le patient. Ceci nous amènerait à mieux définir notre place dans le continuum de soins du patient et à développer une plus grande relation de confiance avec lui, tout en favorisant la collaboration interprofessionnelle, primordiale à l'exercice optimal de chacune de nos professions.

En janvier 2020, l'Ordre réalisera son exercice de planification stratégique pour les années 2020-2023. Avec l'arrivée d'une nouvelle présidente et d'une nouvelle directrice générale, le moment est tout indiqué pour définir de nouvelles orientations et des objectifs qui nous guideront pour les prochaines années. Cet exercice constitue une étape importante favorisant des réflexions et des échanges en équipe permettant de faire le point sur la dernière décennie. Ce sera l'occasion de redéfinir la vision et les priorités de l'Ordre.

En tant que présidente, je souhaite poursuivre le travail accompli. Il est important de consolider nos acquis et de développer nos compétences pour assurer l'avenir de nos professions. Je m'engage à relever ce défi avec cœur, passion et rigueur en conservant toujours en mémoire notre mission première de protection du public.

C'est avec honneur, chers membres de l'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et électrophysiologie médicale du Québec, que je serai votre dévouée présidente, pour les trois prochaines années.

Au plaisir de vous rencontrer très bientôt!

Votre présidente,

Mélanie Ratelle, t.r.o.

Vous avez des questions? Nous avons des réponses!

Service de
l'inspection
professionnelle
de l'OTIMROEPMQ



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



Josée Chevrier,
t.i.m., B.A.A., M.Sc.
Inspectrice



Sophie Lecours,
t.i.m.
Inspectrice

Le service de l'inspection de l'Ordre reçoit régulièrement des questions concernant les normes de pratique, les activités réservées aux technologues et le rôle des différents acteurs du milieu médical. En voici quelques-unes.

QUESTION 1

Un technologue masculin peut-il exercer dans le secteur d'activités de la mammographie ?

Oui! Le technologue masculin peut exercer dans le secteur d'activités de la mammographie. Du point de vue professionnel, les technologues sont formés pour effectuer des examens aux patients, peu importe leur sexe. Du point de vue social, il est bien entendu que la patiente peut réclamer la présence d'une personne du même sexe qu'elle afin d'être plus à l'aise. En pratique, nous constatons toutefois que les mammographies sont effectuées par des technologues féminins pour préserver l'intimité de la patiente.

Une technologue peut-elle procéder à une échographie testiculaire alors qu'elle est seule avec le patient dans la salle d'examens ?

Oui! La technologue peut être seule avec le patient. Dans la réalisation des examens pour lesquels le technologue doit poser des actes professionnels pouvant être interprétés comme des gestes à caractère sexuel, une attitude professionnelle irréprochable s'avère indispensable. Le technologue doit fournir au patient les explications nécessaires à sa compréhension, à sa collaboration et au bon déroulement de l'examen. Il en va de même notamment pour la réalisation des examens d'échographie mammaire, endovaginale et transrectale.

Même si tout est mis en place pour assurer l'intimité du patient, la présence d'un témoin (ex.: technologue, membre de la famille) est parfois suggérée.

Qu'en est-il des autres secteurs d'activités ?

Rappelons que « le technologue peut exercer sa profession dans tous les secteurs d'activités, sans discrimination, à condition qu'il possède les compétences requises et qu'il respecte son Code de déontologie¹ ». Les principes mentionnés précédemment s'appliquent pour tout technologue, quel que soit le domaine dans lequel il exerce. Par exemple, en radio-oncologie, les technologues effectuent des traitements à des patientes ou à des patients atteints de cancer du sein ou de la prostate.

Si un patient demandait que son examen ou son traitement soit effectué par un technologue du même sexe que lui en faisant valoir l'article 6 de la *Loi sur les services de santé et les services sociaux (RLRQ, c. S-4.2)*², le technologue devra, en vertu de son Code de déontologie³, « reconnaître le droit du patient de consulter un autre membre de l'Ordre [...] ». Le responsable administratif du service pourra acquiescer à la demande du patient si l'organisation du travail le permet. S'il ne peut répondre à cette demande dans un délai raisonnable, il doit en informer le patient.

QUESTION 2

Le technologue peut-il mesurer la glycémie à l'aide d'un glucomètre ?

Oui! Le technologue est autorisé à procéder à la prise de la glycémie capillaire dans le cadre d'un examen, puisque cette activité n'est pas réservée à un professionnel. Elle peut être effectuée si indiquée par une ordonnance (individuelle ou collective) et en lien avec l'examen ou le traitement. Un protocole établi par le Service et entériné par les autorités médicales de l'établissement peut tenir lieu d'ordonnance dans certaines situations.

Le personnel qui effectue une glycémie capillaire doit être formé en conformité avec les normes et les politiques en vigueur de son établissement afin d'être habilité à utiliser ainsi qu'à entretenir l'appareil, et à réaliser les tests de contrôle de qualité des glucomètres. Le technologue doit agir selon son Code de déontologie³ en ce qui a trait à la formation requise dans l'exercice de ses fonctions et à la mise à jour de ses connaissances.

En ce qui concerne les différents tests de contrôle de qualité, ceux-ci doivent être faits en conformité avec les analyses de biologie délocalisées (ADBD)⁴. Les ADBD réfèrent aux analyses de biologie médicale effectuées à l'extérieur d'un laboratoire, par exemple dans une salle d'examens. Il s'agit, entre autres, de la vérification :

- des bandelettes de test;
- des solutions de contrôles;
- de la pile.

QUESTION 3

Le technologue est-il autorisé à déterminer le protocole d'un examen ?

Non! Le technologue n'est pas autorisé à décider du protocole d'examen à appliquer, puisque cette responsabilité appartient au médecin spécialiste (ex.: radiologiste). Le radiologiste ne peut pas déléguer cette tâche au coordonnateur technique ou à un autre technologue.

De quelle façon le radiologiste peut-il transmettre au technologue les protocoles à appliquer ?

- **Par écrit:** le radiologiste révisé l'ordonnance et inscrit le protocole à suivre.
- **Verbalement:** le radiologiste communique au technologue le protocole à suivre de vive voix. Le technologue doit alors consigner cette information au dossier patient.
- **Via un document entériné par l'équipe médicale:** le radiologiste indique, dans un document signé, le protocole à suivre en fonction des différents renseignements cliniques. Ce document ne doit laisser place à aucune ambiguïté quant au protocole à sélectionner.

Par exemple: Dans le cadre d'une demande d'examen pour recherche de métastases (TDM cérébrale), le technologue procédera à l'administration d'une substance de contraste (C +), puisqu'il s'agit du protocole d'examen prévu dans le document entériné par l'équipe médicale. Toutefois, lorsqu'il est impossible d'associer les renseignements cliniques inscrits sur l'ordonnance à un protocole d'examen, le technologue doit communiquer avec le radiologiste pour connaître la marche à suivre. Le technologue ne doit pas utiliser son jugement et déterminer le protocole médical.

RÉFÉRENCES

1 – Normes de pratique générales, OTIMROEPMQ.

2 – Loi sur les services de santé et les services sociaux (RLRQ, c. S-4.2) [en ligne], 2019, [http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/s-4.2]. (Consulté en décembre 2019)

3 – Code de déontologie des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale (RLRQ, c. T-5, r. 5) [en ligne], 2019, [http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/T-5,%20r.%205]. (Consulté en décembre 2019)

4 – AGRÉMENT CANADA. Analyses de biologie délocalisées [en ligne], 2019, [https://store.accreditation.ca/products/analyses-de-biologie-delocalisees]. (Consulté en décembre 2019)

Pas que de petits riens!

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

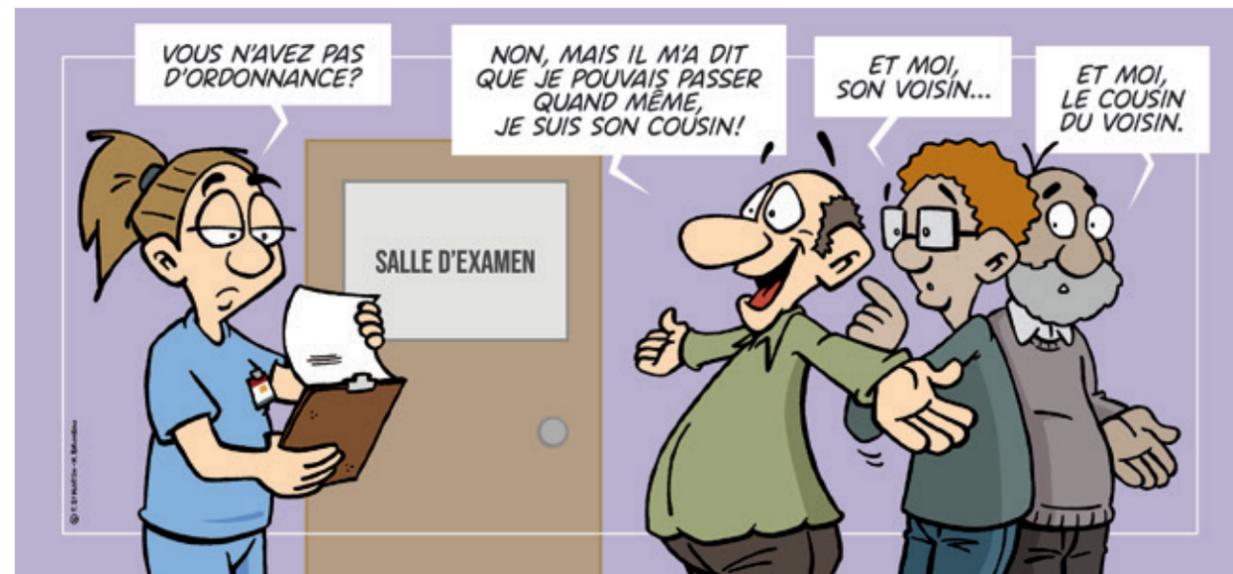
(Suite de septembre 2019)

Certains des signalements adressés à l'Ordre au cours des derniers mois démontrent bien que des petits riens peuvent rapidement devenir grands. Voici quelques autres rappels à mettre en pratique au quotidien afin de vous éviter bien des soucis!

- Donner accès aux salles d'examen à des personnes n'ayant aucun lien professionnel avec les patients, alors que les ordonnances sont à la vue de tous et que les écrans diffusent des images identifiées est à proscrire. Il est primordial de protéger adéquatement les renseignements personnels des patients et d'éviter de les mettre à risque.
- Vos frustrations en lien avec votre travail n'ont pas à être exprimées aux patients durant un examen. Ceux-ci ont déjà leurs propres problèmes et émotions à gérer. Il y a un temps et un lieu pour régler ce genre d'irritants.
- L'humour maladroit, le flirt que l'on croit anodin et les questions parfois un peu trop personnelles sans lien avec l'examen peuvent créer un inconfort peu souhaitable et être considérés comme une forme de harcèlement ou d'inconduite.
- Ne pas faire preuve d'empathie, ne pas apporter l'aide, l'assistance ou l'écoute nécessaires revient à exercer la profession de façon impersonnelle, sans établir de relation de confiance avec le patient.

- Attention: les commentaires déplacés et les jugements de valeur inscrits dans les sections de commentaires des systèmes SIR et PACS sont des écrits bien souvent permanents. Ils pourraient vous être reprochés à un moment ou à un autre!
- La réalisation d'examen auprès de personnes mineures devrait préférablement se faire en présence d'un témoin ou d'un parent, afin d'éviter tout malentendu. Comme les enfants ont parfois une façon bien à eux d'expliquer les choses, des gestes pourtant anodins (préparation, localisation, déplacement de jaquette, question, etc.) pourraient être mal interprétés par certains parents anxieux ou nerveux qui n'ont pas assisté à l'examen.
- Réaliser un examen sans ordonnance pour une connaissance, un parent, pour vous-même ou pour qui que ce soit d'autre constitue un dépassement des limites, des aptitudes et des connaissances des technologues. Il s'agit d'un acte contraire à la loi, et donc illégal.

Alors prudence: ne sous-estimez pas ces petits riens. Ils peuvent rapidement prendre de l'ampleur et avoir un grand impact sur votre travail!



L'apport des technologues au partage de données cliniques

Les systèmes d'information que nous utilisons dans notre pratique quotidienne sont en constante évolution.



Marie-Nellie Cormier, t.i.m.

CIM-Conseil
Direction générale des technologies de l'information du MSSS.

La réalité d'aujourd'hui nécessite que les professionnels de la santé accèdent facilement aux informations de santé de leurs patients. Afin d'y répondre, diverses solutions permettant l'échange de données cliniques entre les systèmes sont actuellement déployées.

Notamment, le Dossier santé Québec (DSQ) offre un environnement technologique hautement sécurisé permettant le partage de renseignements jugés essentiels aux services de première ligne et au continuum de soins. Le domaine Imagerie médicale du DSQ permet aux professionnels de la santé autorisés, de partout au Québec, d'accéder aux examens de radiologie et de médecine nucléaire de leurs patients. Le citoyen peut, quant à lui, consulter les résultats de ses examens en consultant son Carnet santé Québec.

Le partage des informations de santé entraîne de nombreux bénéfices, tels qu'une meilleure collaboration entre les intervenants, une amélioration des délais de prise en charge des patients et une réduction des reprises d'examen évitables. Pensons, par exemple, à un patient transféré d'urgence d'un hôpital régional vers un centre offrant des soins spécialisés: un accès rapide aux examens préalablement réalisés est d'une importance capitale pour l'équipe qui le reçoit.

Cette nouvelle réalité requiert de nous une vigilance accrue quant à la qualité des informations de santé que nous produisons. En tant que technologues, nous avons un rôle important à jouer afin d'assurer la disponibilité

des données à travers l'écosystème informatique, sans toutefois compromettre la sécurité des patients. À ce titre, une bonne identification du patient ainsi qu'une bonne identification de la procédure réalisée ne sont que quelques exemples des bonnes pratiques que nous devons respecter. Aussi, advenant qu'une erreur se soit glissée, il est essentiel de tout mettre en œuvre afin qu'elle soit corrigée dans les plus brefs délais.

En bref, le partage de données cliniques est une fenêtre ouverte sur notre pratique. Gardons en tête que chaque action que nous posons a un impact sur le parcours de nos patients!

Pour plus d'informations sur le sujet, je vous invite à consulter les formations disponibles sur le Portail de l'Ordre et, prochainement, sur l'Environnement numérique d'apprentissage provincial.

Trouver du sens dans la pratique grâce à la compassion

Un bon technologue réalise un examen ou un traitement avec un patient. Un excellent technologue s'adapte volontairement à son patient.



Micheline Jetté,
t.i.m (E), B.A.A.

Introduction

Un bon technologue réalise un examen ou un traitement avec un patient. Un excellent technologue s'adapte volontairement à son patient pour réaliser l'examen ou le traitement de façon optimale, sans que celui-ci ait eu à le lui demander.

Dans un premier temps, un schéma conceptuel de la compassion clinique est présenté. Reposant sur le vécu des patients et des professionnels, il illustre l'importance de la relation entre le technologue et le patient. Les multiples facteurs pouvant cultiver ou, au contraire, amoindrir la compassion sont par la suite résumés. Dans un deuxième temps, une réflexion sur la fatigue compassionnelle des intervenants est entreprise.



Arnaud Demoustier

Infirmier clinicien,
chargé de cours et
professionnel de
recherche, Université
de Sherbrooke

L'expérience vécue par les patients

La recherche scientifique sur la compassion dans les domaines des sciences infirmières, de la psychologie et de la médecine est abondante. Cependant, il s'agit d'un phénomène peu étudié dans les domaines de l'imagerie médicale, de la radio-oncologie et de l'électrophysiologie médicale. Afin de pouvoir agir avec compassion, il importe en premier lieu de comprendre le vécu des patients dans ce contexte clinique particulier. Lors de la réalisation d'entrevues phénoménologiques, l'analyse des *verbatim* a permis de décrire et d'explorer le vécu émotionnel des patients pendant les examens, les traitements et les procédures.

Un bon technologue réalise un examen ou un traitement avec un patient. Un excellent technologue s'adapte volontairement à son patient pour réaliser l'examen ou le traitement de façon optimale, sans que celui-ci ait eu à le lui demander.

a) Cercle vicieux des émotions vécues

Les patients décrivent des sentiments de vulnérabilité, d'anxiété, d'impuissance allant parfois jusqu'à la détresse psychologique. Les petites jaquettes d'hôpital sont très minces et couvrent bien peu. Les patients ont froid et ne connaissent pas l'environnement qui les entoure. Ils se sentent ridicules en fauteuil roulant ou immobiles sur une civière. Ils anticipent les résultats des examens. Le temps d'attente les rend nerveux. Leur diagnostic et ses conséquences les angoissent. Bien qu'ils ne veuillent pas paraître anxieux, ils se sentent effrayés. Ils se demandent si les technologues perçoivent leur inquiétude. Ils voient le personnel travailler, mais n'osent pas demander trop d'informations ou d'assistance. Illustrées ci-dessous, ces émotions forment un cercle vicieux que le technologue doit savoir déceler. (Figure 1)

b) Les comportements qui ont fait une différence dans leur expérience

Dans les entrevues, les usagers disent apprécier la gentillesse, l'empathie, l'introduction, les explications et les petites attentions. Les couvertures lorsqu'ils ont froid, un verre d'eau, un sourire, un simple bonjour peuvent faire toute la différence. Grâce à ces comportements, les patients expliquent qu'ils étaient en mesure de mieux communiquer et de mieux collaborer. Ils déclarent aussi que les technologues entendent leurs demandes, mais qu'ils ne les écoutent pas toujours. Ils n'aiment pas être traités avec de la pitié. Ils veulent comprendre et savoir ce qui se passe, et souhaitent que les technologues prennent le temps de répondre à leurs questions. Ils aimeraient aussi avoir plus d'informations relatives à l'examen, aux procédures et au diagnostic; c'est ce dernier qui les inquiète le plus⁶. En opposition au cercle vicieux, un cercle vertueux émerge de ces éléments. (Figure 2)

c) Cercle vicieux versus cercle vertueux

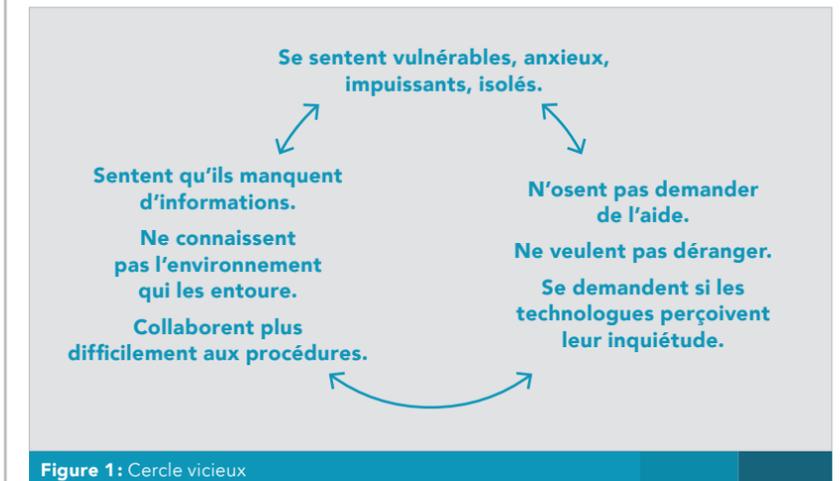


Figure 1: Cercle vicieux

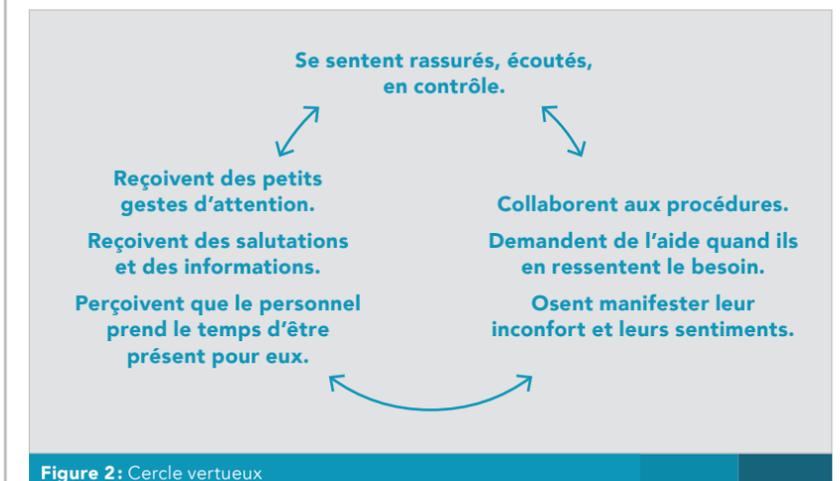


Figure 2: Cercle vertueux

«La pitié s'éprouve de haut en bas. La compassion au contraire, est un sentiment horizontal: elle n'a de sens qu'entre égaux, ou plutôt [...] elle réalise cette égalité entre celui qui souffre et celui [...] qui partage sa souffrance.»

- André Comte-Sponville

Agir avec compassion reviendrait à «répondre intentionnellement à la souffrance et aux besoins d'un patient au travers de la compréhension et de l'action».

La compassion clinique

a) Définition et facteurs d'influence sur la compassion

Proposer une définition universelle et concrète de la compassion est un défi important. Si les auteurs ne s'entendent pas sur une définition

commune, ils sont cependant d'accord sur un point: pour comprendre ce que signifie la compassion, il faut s'inspirer de notre pratique professionnelle et du vécu des patients. La définition que l'on vous propose dans le cadre de cet article provient d'une théorisation ancrée construite à l'aide d'entrevues réalisées auprès d'une cinquantaine de professionnels de la santé, toutes professions confondues. Selon les chercheurs, agir avec compassion reviendrait à «répondre intentionnellement à la souffrance et aux besoins d'un patient au travers de la compréhension et de l'action» (traduction libre). Pour d'autres auteurs, cela revient à bâtir volontairement un lien relationnel avec le patient en manifestant concrètement un souci pour ce qu'il vit dans le moment présent¹. La recherche indique que des facteurs individuels, organisationnels et d'équipe ont une influence majeure sur la possibilité d'agir avec compassion dans le travail quotidien. Ainsi, reprocher à un

collègue un geste en apparence peu compatissant est souvent réducteur. Peut-être manque-t-il de mentorat ou de leadership positif? Peut-être sa charge de travail a-t-elle augmenté? Peut-être que l'attitude de la famille du patient est plus exigeante que d'habitude? La chef d'équipe valorise-t-elle la compassion à l'échelle de son département? Voici un résumé de l'ensemble de ces facteurs.

« Le temps n'est jamais perdu s'il est donné aux autres. »
– Al-Moutanabbi

FACTEURS D'INFLUENCE SUR LA COMPASSION	EXEMPLES DE VERBATIMS
Facteurs individuels et relationnels <ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs personnelles et professionnelles du technologue ■ Savoir-être du technologue ■ Bien-être du technologue ■ Intelligence émotionnelle du technologue ■ L'attitude des patients et de leurs proches 	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Si un patient est peu collaborant ou agressif, c'est difficile de rester compatissant et patient.</i> ■ <i>«Je me rappelle que tous les comportements désagréables des patients proviennent bien souvent de la peur, de l'anxiété ou du manque d'informations.»</i>
Facteurs d'équipe <ul style="list-style-type: none"> ■ Leadership qui valorise la compassion ■ Mentorat et modèles ■ Relations positives entre collègues (solidarité et complicité) ■ Identité professionnelle forte et reconnue par l'équipe ■ Les membres de l'équipe se sentent valorisés et soutenus 	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>«Les nouvelles recrues s'inspirent des technologues expérimentés. C'est ce mentorat qui permet de continuellement valoriser la compassion au travail.»</i> ■ <i>«Un esprit d'équipe, une communication efficace entre collègues et un leader inspirant qui nous pousse à nous améliorer permettent de valoriser la compassion dans un département.»</i>
Facteurs organisationnels <ul style="list-style-type: none"> ■ Contraintes de temps et d'espace ■ Charge de travail élevée et fluctuante ■ Ratio d'exams par technologue ■ Valeurs et objectifs organisationnels ■ Valorisation du travail exécuté rapidement ■ Disponibilité et qualité des formations proposées par l'institution 	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>«Quand on est poussé par le temps et que l'on nous somme d'heures supplémentaires, c'est exigeant de trouver du temps pour les autres quand on n'en a déjà si peu pour soi.»</i> ■ <i>«Parfois, ça ressemble au modèle économique d'une usine. Bien sûr, c'est faisable s'il l'on produit des conserves de haricots à la chaîne. Mais quand on prend soin des patients, cela ne fonctionne pas de la même manière.»</i>

Tableau 1: Facteurs d'influence et verbatims des technologues. Source: traduction et adaptation libre des références 1 et 13.

b) Les dangers de la fatigue compassionnelle

La littérature n'a pas encore établi de lien direct entre la fatigue compassionnelle et la clientèle gériatrique chez les technologues. Il faut prendre en considération que bien que les technologues travaillent avec un grand nombre de personnes âgées, ces personnes ne constituent pas totalement leur clientèle^{7,11,12,13}. Cependant, les éléments présentés dans le tableau précédent peuvent entraîner une impuissance grandissante à l'égard de la souffrance des patients, des problématiques de santé mentale et physique, des épuisements professionnels et l'abandon de la profession. Ces situations difficiles peuvent être dues à la fatigue compassionnelle.

Fortier (2013) et Fidelity (1995) définissent la fatigue de compassion comme une «érosion graduelle de l'empathie, de l'espoir et de la compassion» chez les professionnels de la santé pour les patients et envers eux-mêmes. **Prendre soin de soi devient alors essentiel.** À force d'être exposé fréquemment à des souffrances, le professionnel peut manifester des signes et des symptômes variés (Boyle, 2011). En voici un résumé avec quelques pistes d'interventions. (Tableau 2)

CATÉGORIE	SIGNES ET SYMPTÔMES DE LA FATIGUE DE COMPASSION	STRATÉGIES POUR RETROUVER UN ÉQUILIBRE ENTRE LES GAINS ET LES DÉPENSES D'ÉNERGIE
Émotionnelle	Colère, apathie, cynisme, désensibilisation de la souffrance d'autrui, diminution de l'espoir, perte de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ■ Varier les tâches ■ Partager le temps dédié aux cas ou aux tâches plus difficiles ■ Évacuer les émotions ■ Reconnaître et respecter ses limites ■ Faire de l'activité physique ■ Demander du soutien ou de l'aide d'un professionnel (psychologue, psychothérapeute) ■ Revoir ses objectifs pour qu'ils soient réalistes ■ Dédier du temps à des activités agréables et des passe-temps sans lien professionnel ■ Aborder les difficultés avec l'organisation et les supérieurs hiérarchiques
Intellectuelle	Diminution de la concentration, de l'attention et de l'organisation	
Physique	Diminution de l'énergie, de l'endurance, augmentation de la fatigue et du nombre d'accidents	
Sociale	Solitude, isolement, anhédonie, diminution de l'empathie, augmentation de la distance avec les proches	
Spirituelle	Diminution de la réflexivité et de l'introspection, perte de sens	
Professionnelle	Absentéisme, présentéisme, évitement, manque de ponctualité, diminution de la performance	

Tableau 2: Fatigue de compassion, symptômes et interventions. Source: adapté de Boyle, 2011 et de Bibeau, Lampron et Latour, 2019.

La compassion est un facteur de protection autant pour les usagers que pour les travailleurs de la santé. Il s'agit d'une compétence de base à acquérir dès le début de la formation des technologues et à développer tout au long de leur carrière.

Vous est-il déjà arrivé, après une journée difficile, de vous demander pourquoi vous faisiez ce métier? De vous demander ce qui avait pu vous convaincre de choisir ce travail? L'écart entre ce que vous pensiez être votre profession et la réalité clinique est-il important?

La compassion est un facteur de protection autant pour les usagers que pour les travailleurs de la santé. La recherche et les lignes directrices en santé sont sans équivoque: il s'agit d'une compétence de base à acquérir dès le début de la formation des technologues et à développer tout au long de leur carrière. En la cultivant à l'échelle personnelle, départementale et organisationnelle, la satisfaction et l'épanouissement professionnel seront améliorés. De plus, établir un contact significatif avec les patients, s'adapter à leurs besoins, entendre leur souffrance permettront assurément de leur offrir des soins de meilleure qualité. Cela nous aidera à retrouver de nouveau l'idéal professionnel dans la pratique au quotidien.

c) Modèle conceptuel de la compassion

Afin de mieux comprendre ce que signifie la compassion, voici une représentation graphique des principaux thèmes sous-jacents à ce concept. (Figure 3) Ce graphique est traduit et inspiré librement du modèle de *Compassion pour les professionnels de la santé*, de Shane Sinclair et associés (2017). D'après ces chercheuses, la compassion est un espace relationnel créé entre le technologue et le patient. Du côté droit, le technologue apporte ses qualités personnelles (écoute, altruisme, patience, etc.), ses valeurs (bienveillance, respect, autonomie, etc.) et sa volonté d'être présent pour le patient. Du côté gauche, le patient apporte sa souffrance,

L'interaction entre le technologue et le patient permet de construire l'espace relationnel unique de la compassion.

sa détresse et ses besoins au moment présent. L'interaction entre le technologue et le patient permet de construire l'espace relationnel unique de la compassion.

En faisant preuve de compassion, le technologue passe à l'action. Il manifeste sa volonté authentique de faire connaissance avec le patient et de l'accepter tel qu'il est. En le percevant comme une personne à part entière et non comme une maladie, un diagnostic ou une procédure clinique, le technologue construit une alliance thérapeutique avec celui-ci. Cette alliance lui permet de découvrir les besoins du patient et d'y répondre avec considération et diligence. Voici en quelques mots à quoi ressemble la compassion dans le travail quotidien.

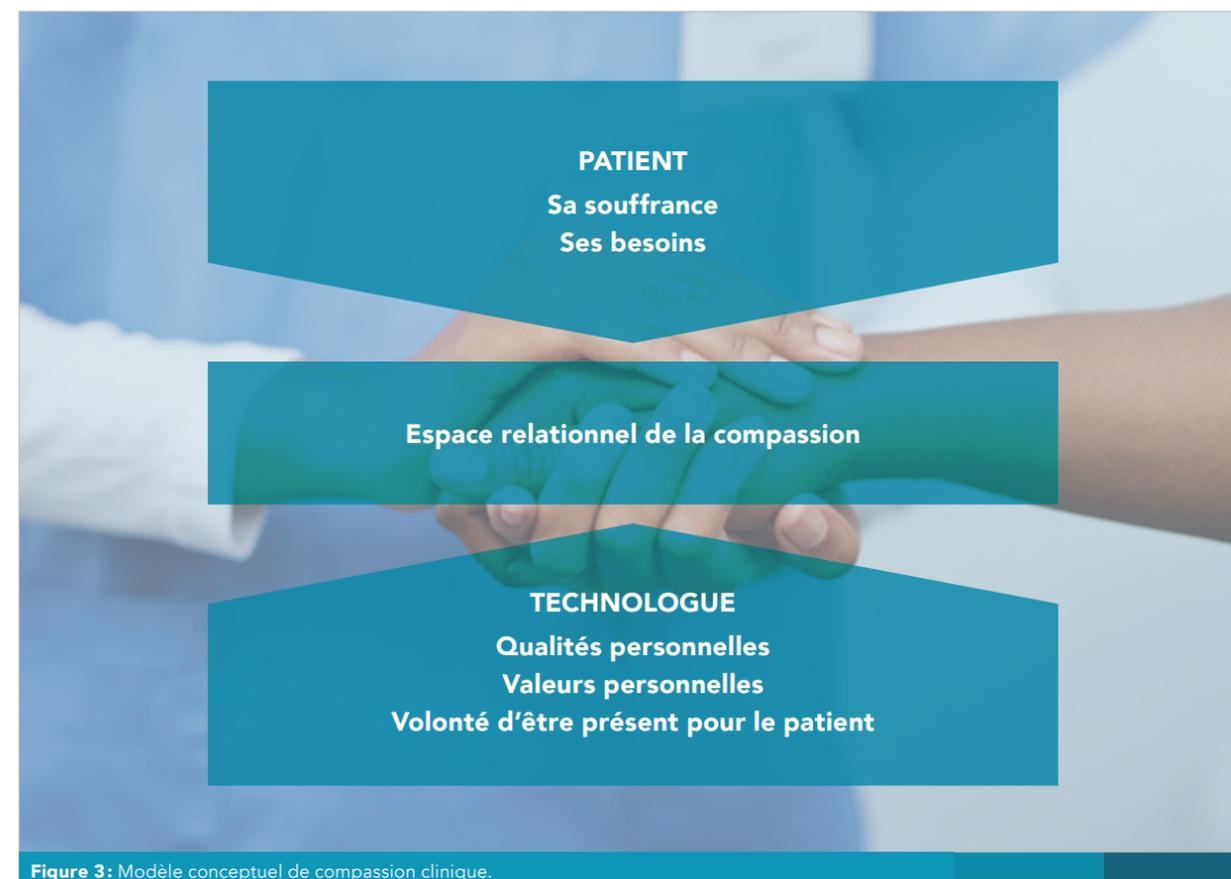


Figure 3: Modèle conceptuel de compassion clinique.

« On a peu de besoins quand on est vivement touché par ceux des autres. »

– Gotthold E. Lessing

d) Conclusion: une situation clinique

Lors de leur première rencontre, Monsieur César tend un verre d'eau à Martine, technologue de 34 ans d'expérience et lui dit: «Elle est chaude votre eau!» Martine sourit intérieurement. Elle se dit que c'est vrai, l'eau est tiède... avec les robinets automatiques, c'est impossible d'obtenir de l'eau froide rapidement. Elle-même n'apprécie pas l'eau tiède. «Vous avez bien raison, Monsieur, moi aussi j'aimerais pouvoir avoir de l'eau plus fraîche quand j'ai soif, je vais voir ce que je peux faire pour vous. Mais avant cela, j'aimerais prendre le temps de me présenter. Je m'appelle Martine, je suis technologue et c'est moi qui vais réaliser votre examen. Je suis contente de faire votre connaissance. L'examen devrait prendre environ 40 minutes. Avez-vous des questions pour moi?»

«Non, je sais ce que j'ai à faire et j'espère que vous aussi.»

«C'est parfait, je suis contente de pouvoir compter sur vous.» Martine est allée chercher de l'eau fraîche qu'elle tend au patient, et lui demande: «Pouvez-vous descendre de la civière?» Ce à quoi le patient répond: «Oui sans problème, mais je n'ai pas de chaussettes. Les planchers d'hôpitaux sont pleins de microbes.»

Martine sourit et saisit les chaussettes du patient. «Je vois

que vous connaissez bien le milieu hospitalier. Voici vos chaussettes. Avez-vous besoin d'aide?»

«J'étais infirmier moi, Madame. Non. Je suis prêt, je descends.»

Martine assure la sécurité du déplacement du patient. «Prenez votre temps. Je vais sous aider à vous déplacer.»

Ce soir-là, Martine raconte à ses enfants qu'elle aime beaucoup son travail, car elle apporte de l'aide aux personnes qui en ont besoin.

Après le transfert, monsieur s'allonge: «Enlevez-moi ces chaussettes! Et ne les déposez pas sur le lit, je vous le dis, elles sont pleines de microbes!»

Martine, toujours souriante, s'exécute poliment et dépose les chaussettes au pied de la civière.

Intérieurement, elle se dit que la situation est un **défi qu'elle va devoir relever**. Elle se répète que **le patient doit être très souffrant pour agir ainsi**. Elle l'installe le plus confortablement possible et lui explique à nouveau l'examen. Au milieu de l'examen, Martine propose une pause à Monsieur César et lui indique le temps restant. Le patient attrape la main de Martine et lui dit: «J'ai peur, restez avec moi un peu, je suis désolé pour tantôt avec les chaussettes...» Martine reste quelques minutes avec le patient. Elle engage la conversation pour l'aider à se détendre. En moins de cinq minutes, cet ancien infirmier lui partage sa grande expérience de la vie professionnelle comparative à son peu d'expérience comme patient. Le lien thérapeutique s'est établi (l'espace relationnel de la compassion est créé). Ils se sourient, ça va mieux.

Ce soir-là, Martine raconte à ses enfants qu'elle aime beaucoup son travail, car elle apporte de l'aide aux personnes qui en ont besoin.

Les situations au quotidien sont parfois difficiles à gérer dans l'immédiat, les technologues se sentent souvent bousculés dans leur horaire: les charges de travail, les cas parfois très lourds et demandant beaucoup d'adaptation et d'attention. Demeurer vigilant et partager les expériences lors de rencontres administratives est essentiel pour le bien-être de tous.

RÉFÉRENCES

- 1 – Christiansen, A., O'Brien, M. R., Kirton, J. A., Zubairu, K., & Bray, L. (2015). *Delivering compassionate care: the enablers and barriers*. *British Journal of Nursing*, 24(16), 833-837. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26355360>
- 2 – Bleiker, J., Knapp, K. M., Hopkins, S. & Johnston, G. (2016). *Compassionate care in radiography recruitment, education and training: A post-Francis Report review of the current literature and patient perspectives*. *Radiography*, 22(3), 257-262. [https://www.radiographyonline.com/article/S1078-8174\(15\)00164-9/abstract](https://www.radiographyonline.com/article/S1078-8174(15)00164-9/abstract)
- 3 – Sinclair, S., Norris, J. M., McConnell, S. J., Chochinov, H. M., Hack, T. F., Hagen, N. A., ... & Bouchal, S. R. (2016). *Compassion: a scoping review of the healthcare literature*. *BMC palliative care*, 15(1), 6. <https://bmc-palliativecare.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12904-016-0080-0>
- 4 – Sinclair, S., Hack, T. F., Raffin-Bouchal, S., McClement, S., Stajduhar, K., Singh, P., ... & Chochinov, H. M. (2018). *What are healthcare providers' understandings and experiences of compassion? The healthcare compassion model: a grounded theory study of healthcare providers in Canada*. *BMJ open*, 8(3), e019701 <https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/8/3/e019701.full.pdf>
- 5 – Mohammed, S., & Rosenkrantz, A. B. (2019). *Providing Compassionate Care for the Elderly Patient in Radiology*. *Current problems in diagnostic radiology*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0363018819300301>
- 6 – Bleiker, J., Knapp, K. M., Morgan-Trimmer, S., & Hopkins, S. J. (2018). *"It's what's behind the mask": Psychological diversity in compassionate patient care*. *Radiography*, 24, S28-S32. [carehttps://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1078817418300865](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1078817418300865)
- 7 – Esteve, L., & Gaborit, P. (2012). *La prise en charge des personnes âgées lors d'un examen radiologique* (Travail de fin d'études, Institut de formation des manipulateurs en électroradiologie médicale, CHU Grenoble). Repéré à : <http://www.jfma.fr/radiologie-geriatrique-gaborit.html>

- 8 – Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (2018). *Statistiques de santé et de bien-être selon le sexe – Tout le Québec*. Repéré sur : <http://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/statistiques-donnees-sante-bien-etre/statistiques-de-sante-et-de-bien-etre-selon-le-sexe-volet-national/consultation-d-un-medecin/>
- 9 – Dubé, G., Sirois, C., & Tremblay, M-E. (2013). *Tests de laboratoire, examens radiologiques et médicaments d'ordonnance: regard sur l'expérience vécue par les Québécois*, Québec, Institut de la statistique du Québec (Vol 6). <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/sante/services/generale/tests-examens-medicaments.pdf>
- 10 – *Le cerveau à tous les niveaux!* http://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_03/a_03_s/a_03_s_dou/a_03_s_dou.html
- 11 – Sarra, A., & Feuz, C. (2018). *Examining the Prevalence of Compassion Fatigue and Burnout in Radiation Therapists Caring for Palliative Cancer Patients*. *Journal of medical imaging and radiation sciences*, 49(1), 49-55. <https://www.jmirs.org/action/showFullTextImages?pii=S1939-8654%2817%2930228-X>
- 12 – Reingold, L. (2015). *Evaluation of stress and a stress-reduction program among radiologic technologists*. *Radiologic technology*, 87(2), 150-162. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26538218>
- 13 – Thomas, P., Barruche, G., & Hazif-Thomas, C. (2012). *La souffrance des soignants et fatigue de compassion*. *La revue francophone de gériatrie et de gérontologie*, 187(19), 266-273. https://www.researchgate.net/profile/Philippe_Thomas5/publication/309835832_La_souffrance_des_soignants_et_fatigue_de_compassion/links/5824a92f08ae7ea5be77d8a6/La-souffrance-des-soignants-et-fatigue-de-compassion.pdf
- 14 – ASTASSS - Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales. [asstasas.qc.ca/fiches-pdsb](http://www.asstasas.qc.ca/fiches-pdsb)
- 15 – Bibeau, S., Lampron, J., & Latour, S. (juin 2019). *Document inédit présenté au microprogramme de soins palliatifs et de fin de vie SFV 980 de l'Université de Sherbrooke, campus de Longueuil*.

- 16 – Wright, L. M., & Leahey, M. (2012). *Nurses and families: A guide to family assessment and intervention*. (6th ed.). Philadelphia, PA: FA Davis Company.
- 17 – Keller, J. M., Sciadini, M. F., Sinclair, E., & O'Toole, R. V. (2012). *Geriatric trauma: demographics, injuries, and mortality*. *Journal of orthopaedic trauma*, 26(9), e161-e165.
- 18 – Bonne, S., & Schuerer, D. J. (2013). *Trauma in the older adult: epidemiology and evolving geriatric trauma principles*. *Clinics in geriatric medicine*, 29(1), 137-150.

ONT ÉTÉ CONSULTÉS

- Boyle, D. A. (2011). *Countering compassion fatigue: A requisite nursing agenda*. *The Online Journal of Issues in Nursing*, 16(1).
- Fortier, A. (2013, avril). *Transformer la fatigue de compassion*. Communication présentée à la conférence de l'Association de soins palliatifs du Nouveau-Brunswick, Saint John.
- Voyer, P. (2013). *Soins infirmiers aux aînés en perte d'autonomie* (2e éd.). Éditions du renouveau pédagogique inc., Saint-Laurent, Québec, 458.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes suivantes : les enseignants et les étudiants du microprogramme de 2^e cycle en soins palliatifs et de fin de vie de l'Université de Sherbrooke sous la direction de PRE Diane Guay qui ont grandement inspiré l'article, les techniciens en médecine nucléaire du CSSSMC HHR qui ont collaboré par leurs expériences aux exemples rapportés, ainsi que Vincent Jette-Pomerleau M.D., M. Sc. Psychologie, résident PGY2 Psychiatrie – Université McGill pour la révision scientifique de cet article.

REMISE DES PRIX POUR L'ANNÉE 2019

L'Ordre honore chaque année des technologues qui se distinguent par leur contribution à la profession, au congrès, à la revue scientifique ou par la meilleure note obtenue aux examens d'admission.



PRIX DU TECHNOLOGUE ÉMÉRITE

Rend hommage à un membre au parcours exceptionnel.

DIANE VALLÉE, t.e.p.m.(E)



MÉRITE DU CIQ

Rend hommage à une carrière qui fait rayonner la profession dans d'autres milieux professionnels.

JOSÉE LANGEVIN, t.r.o.



ADMINISTRATEUR HONORAIRE

Remis à un administrateur ayant siégé au moins 9 ans au sein du CA de l'Ordre.

KARINA OLIVIER, t.i.m.



PRIX RAYONNEMENT

Souligne la mise en place d'une pratique professionnelle originale, novatrice et exemplaire.

KARINE AUDET, t.r.o.



PRIX JEAN-PAUL-ROCHELEAU

Remis à l'auteur d'un article scientifique remarquable publié dans la revue *ÉchoX*.

MOHAMED KHELIFI, t.i.m.

PROGRAMME EXCLUSIF AUX MEMBRES DE L'OTIMROEPMQ



15 %* minimum de rabais sur les renouvellements ou soumissions de la concurrence



Offre d'assurance de personnes à la carte pour vous et votre famille (invalidité, vie hypothécaire, maladie grave...).

Lussier Dale Parizeau
Cabinet de services financiers

1 877 304-9334

LussierDaleParizeau.ca/otimroepmq

*Certaines conditions s'appliquent.

PRIX MARIE-THÉRÈSE-GAUTHIER

Décerné à des technologues conférenciers exceptionnels à l'occasion du congrès annuel de l'Ordre.

CONGRÈS 2019

Imagerie médicale – radiodiagnostic

L'autopsie virtuelle: de la table d'autopsie à la table de scan (CT),
MIREILLE GOULET, t.i.m. et **LUC LACOURSIÈRE**, M.D.

Imagerie médicale – médecine nucléaire

L'approche collaborative dans la prise en charge des cancers thyroïdiens bien différenciés (CTBD),
ESTHER HILAIRE, t.i.m.

Radio-oncologie

Technologue en radio-oncologie, qui voulez-vous être?,
SYLVIE POIRIER, t.r.o.(E)

Électrophysiologie médicale

La stimulation magnétique transcrânienne répétée: son application clinique et le rôle du technologue en électrophysiologie médicale,
JESSICA BRISEBOIS HÉTU, t.e.p.m. et **THEODORE KOLIVAKIS**, M.D.

ET

Rôle du technologue EPM au monitoring d'épilepsie, **NANCY LÉVESQUE**, t.e.p.m.

PRIX COUP DE CŒUR DE LA JOURNÉE DE FORMATION ANNUELLE

Prix attribués aux conférences qui, selon les participants, se sont le plus démarquées tant par l'excellence de leur contenu que par la qualité de présentation de leur conférencier, et ce, pour chaque domaine d'exercice.

Électrophysiologie médicale

Vieillir et bien dormir,
JULIE CARRIER, Ph. D.

Imagerie médicale – médecine nucléaire

177Lutécium Ocréotate, traitement palliatif,
VÉRONIQUE RAYMOND, étudiante en médecine nucléaire

Imagerie médicale – radiodiagnostic

Radiographie du membre supérieur,
BRUNO MORIN, M.D.

Radio-oncologie

Survivants de cancers pédiatriques: enjeux et défis,
CAROLINE LAVERDIÈRE, M.D.

PRIX PERFORMAS

Prix remis aux candidats ayant obtenu la meilleure note aux examens d'admission à la profession.

EXAMEN JUIN 2019



Imagerie médicale – radiodiagnostic
CATHERINE D'AOUST



Radio-oncologie
VANESSA DOYON



Imagerie médicale – médecine nucléaire
CHRISTIAN CABOT





Suivi à distance des cardiostimulateurs

C'est à compter des années 1960 que le premier cardiostimulateur a été installé dans le corps humain, mais c'est depuis le début des années 2000 qu'ont débuté les premiers suivis de patients à distance.



Marjolaine Mc Callum, t.e.p.m.
Hôpital Maisonneuve-Rosemont

Introduction

Quand vient le temps de parler de télémédecine dans le domaine de l'électrophysiologie médicale, le cardiostimulateur me vient tout de suite à l'esprit. C'est un domaine qui a énormément évolué au cours des dernières années. Plusieurs personnes dépendent de ce petit appareil pour mener une vie normale. Il sera question, dans cet article, du suivi à distance des cardiostimulateurs.

Tout d'abord, jetons un coup d'œil au fonctionnement de cet appareil. (Figure 1) Le cœur est un muscle. Son rôle est de pomper le sang dans tout le corps en se contractant pour assurer le bon fonctionnement des organes. Il est divisé en quatre cavités: deux oreillettes

et deux ventricules. Ces cavités servent à la fois de pompe et de réservoir au sang. Le cœur est doté d'un système électrique pour mener à bien sa mission. L'impulsion part du nœud sinusal, le stimulateur naturel du cœur, situé dans l'oreillette droite. De là, le courant rejoint le nœud auriculo-ventriculaire situé à la jonction des oreillettes et des ventricules. Ensuite, il se propage dans le faisceau de His et se diffuse dans le réseau de Purkinje. C'est l'électricité, ainsi produite, qui permet la contraction du muscle cardiaque.

Le cardiostimulateur a deux fonctions: la détection et la stimulation.

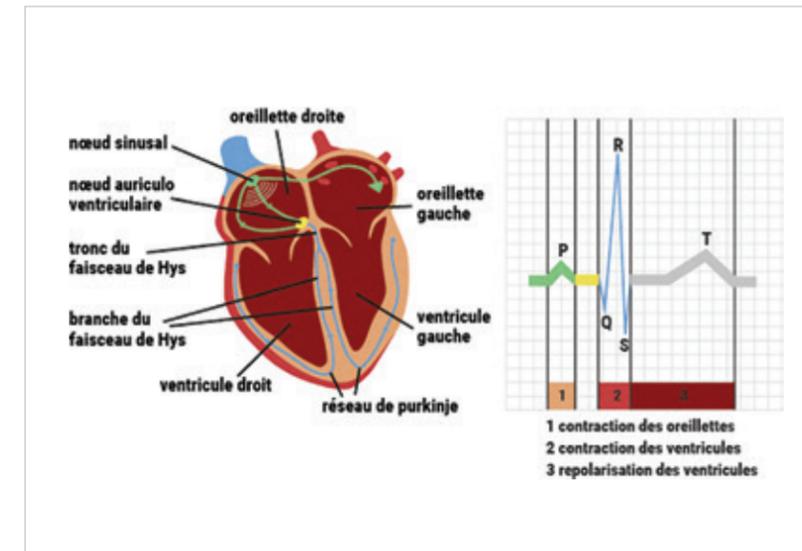


Figure 1: Activité électrique du cœur.

Physiopathologie du cœur

Normalement, le cœur bat entre soixante et cent fois par minute. La régularité du rythme est assurée par le bon fonctionnement de ce système électrique. Lors de chaque impulsion cardiaque, le courant entraîne un battement du cœur. Chez certaines personnes, des problèmes en ce qui a trait au système de conduction électrique peuvent survenir, comme, par exemple, les bradycardies sinusales et les blocs causés par le nœud auriculo-ventriculaire. C'est pour ces raisons que l'on doit recourir à l'implantation d'un cardiostimulateur. Ce dispositif électronique est destiné à assurer la contraction du cœur en envoyant les impulsions électriques à sa place. Il est composé d'une part, d'un boîtier qui comprend la pile et les circuits électroniques et, d'autre part, des électrodes de stimulation. L'installation se fait par un cardiologue en quelques minutes sous anesthésie locale. Le boîtier est installé sous la peau, près de la clavicule, du côté gauche le plus souvent. Ensuite, pour le

positionnement des sondes, le cardiologue passe généralement par la veine sous-clavière pour aller les insérer dans les cavités du cœur. Il les fixe alors en place dans la paroi du muscle cardiaque et avec l'assistance d'un technologue en électrophysiologie médicale, il effectue les tests requis qui lui confirmeront que la procédure a bien fonctionné. À partir de ce moment, le stimulateur cardiaque est en place pour prendre le relais du cœur, soit continuellement ou au besoin.

Le cardiostimulateur a deux fonctions: la détection et la stimulation. Il doit tout d'abord détecter les battements naturels du cœur. Si celui-ci bat normalement, le cardiostimulateur n'envoie pas d'impulsion. Lorsqu'aucun battement intrinsèque n'est détecté, le cardiostimulateur envoie des impulsions jusqu'à ce qu'il détecte à nouveau un signal qui vient du cœur. C'est à compter des années 1960 que le premier cardiostimulateur a été installé dans le corps humain, mais ce n'est qu'au début des années 2000 que les premiers suivis de patient à distance ont

commencé. À partir du moment où un cardiostimulateur est installé, le patient doit se soumettre aux suivis réguliers de son appareil. Les suivis se font habituellement aux six mois; si l'appareil contient un défibrillateur, les suivis se font aux trois mois. Le défibrillateur quant à lui, permet de délivrer un choc au patient, d'une puissance préprogrammée, pour faire cesser une arythmie, notamment une tachycardie ventriculaire.

Suivi à distance ou transmission des données

Lorsque le patient vient en clinique pour une vérification de son appareil, le technologue en électrophysiologie médicale place l'interrogateur sur le boîtier du cardiostimulateur pour recueillir les données et les vérifier. Pour le suivi à distance, le patient reçoit un transmetteur qu'il installe chez lui. (Figures 2 et 3) Un rendez-vous lui est donné, au même titre que si le patient devait se présenter en clinique, pour qu'il fasse parvenir, via le transmetteur, ses données à l'hôpital qui assure son suivi. À la suite de la réception des données, une confirmation de l'hôpital est envoyée au patient. De plus, le cardiostimulateur est programmé de façon à ce que, lors des tests effectués quotidiennement, si des données anormales sont retrouvées, celles-ci sont transmises automatiquement au centre de services. Habituellement, les tests se font durant la nuit. Le transmetteur est connecté au réseau téléphonique fixe par un câble, ou il peut aussi transmettre par réseau mobile. Les données sont transférées à un serveur sécurisé au centre de services. Chaque compagnie a son propre centre; certains centres sont situés en Europe, d'autres aux États-Unis. Mais toutes les données reçues transitent par cet endroit, peu importe où le patient se trouve dans le monde. Les informations sont ensuite redirigées à la clinique ou



Figure 2: Transmetteur de la compagnie Biotronik.

Il n'y a aucune différence entre ce qui peut être vu et analysé à distance par rapport au suivi traditionnel en clinique.

à l'hôpital qui suit le patient. Il n'y a aucune différence entre ce qui peut être vu et analysé à distance par rapport au suivi traditionnel en clinique. Le taux d'échec de transmission étant quasi inexistant, les risques que les données ne se rendent pas sont minimes. Dans les deux types de suivis, on s'attarde à la vérification de la durée de vie de la pile. On vérifie l'intégrité des sondes en mesurant l'impédance; on mesure l'amplitude des ondes P et R ainsi que les seuils de stimulation pour connaître la quantité de courant nécessaire pour entraîner une réponse du cœur. Les appareils de suivi à distance sont aussi capables de transmettre des électrogrammes (EGM). Les tableaux de synthèse et les histogrammes auxquels on a accès lors des visites en clinique sont aussi disponibles. Lorsque les données arrivent dans le système informatique, elles sont regroupées par ordre d'importance pour vérifier s'il y a eu des alertes. Ce sont les technologies en électrophysiologie médicale qui



Figure 3: Transmetteur de la compagnie St. Jude.

procèdent donc à l'analyse. Comme ils sont les premiers à voir les transmissions, ils doivent être en mesure de faire un bon tri pour réagir adéquatement, au besoin. Leur rôle est d'autant plus crucial en clinique, car le patient n'est pas devant eux et il n'y a pas de cardiologue sur place. Les technologues en électrophysiologie médicale produisent un rapport qu'ils font parvenir au cardiologue responsable; ils sont le lien indispensable entre le patient et le cardiologue.

Les suivis à distance ont pour avantage de réduire les visites de routine en clinique dont l'objectif est la vérification du cardiostimulateur: le nombre de déplacements pour les patients s'en trouve réduit. Il en est de même pour le nombre d'hospitalisations, car les événements peuvent être détectés plus tôt. Dans le cas des défibrillateurs, l'incidence des chocs inappropriés est également diminuée. La durée de vie de la pile du cardiostimulateur s'en trouve prolongée. Les coûts par patient sont réduits puisque les interventions sont plus précoces. Toutefois, si des changements doivent être apportés à la programmation, le patient est avisé de se présenter en clinique.

Il y a évidemment certaines limites aux suivis à distance. Parfois, les patients ne comprennent pas très bien la technologie qui vient avec ce mode de fonctionnement: il faut installer le système à la maison, avoir une connexion téléphonique fixe ou encore le Wi-Fi. Plusieurs patients croient, à tort, qu'ils auront ainsi accès à un cardiologue plus facilement, et ce, en tout temps.

Conclusion

Comme pour toute technologie, le suivi à distance implique des serveurs et des réseaux informatiques qui doivent être bien sécurisés afin de conserver ces données sensibles

et les transmettre adéquatement. Pour le moment, on considère que le risque de piratage est faible, mais les entreprises travaillent toujours à perfectionner leurs systèmes afin qu'ils soient des plus sécuritaires. Les fabricants travaillent actuellement à mettre en place divers détecteurs et capteurs dans leurs cardiostimulateurs afin de recueillir de plus en plus de données physiologiques permettant d'améliorer la vie des patients porteurs de cet appareil. En pouvant détecter plus rapidement toute variation de l'état du patient, ceci permettra de garder le patient en meilleure santé. Voyons ce que l'avenir nous réservera. Il y a fort à parier, qu'au cours des prochaines années, les avancées dans ce domaine seront encore nombreuses.

RÉFÉRENCES

Marieb, Elaine N, *Anatomie et physiologie humaines*, 2^e édition, ERPI, 1999, 1194 pages.

Principes fondamentaux de la stimulation cardiaque, Boston Scientific, janvier 2016.

Procédure en salle de pacemaker, protocole Hôpital Maisonneuve-Rosemont, 2016.

SITES WEB

Burri, Haran, Senouf, David, *Remote monitoring and follow-up of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators*, [En ligne] Oxford Journal, Europace, 2009 June 11, 701-709. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2686319/] (Consulté en octobre 2019).

Des patients de l'institut de l'Institut de Cardiologie de Montréal bénéficient d'une première canadienne, [En ligne] [https://www.icm-mhi.org/] le 14 décembre 2009. (Consulté en octobre 2019).

Ganière, Vincent, Burri, Haran, *La télécadiologie pour les stimulateurs cardiaques et les défibrillateurs implantables*, [En ligne]. Rev Med Suisse 2011, volume 7, 548-553, Éditions Médecine et Hygiène, 2011 [https://www.revmed.ch/RMS/2011/RMS-285/La-telecardiologie-pour-les-stimulateurs-cardiaques-et-les-defibrillateurs-implantables] (Consulté en octobre 2019).

Le palmarès des 10 technologies émergentes de la santé à surveiller en 2015, [En ligne] ACMTS. [https://www.cadth.ca/fr/analyse-prospective/rcaes/le-palmares-canadien-des-10-technologies-emergentes-de-la-sante] (Consulté en octobre 2019).

Remote Monitoring, [En ligne] https://www.medtronic.com/ca-fr/index.html. (Consulté en octobre 2019).

Remote Patient Monitoring, [En ligne] https://www.bostonscientific.com/en-US/Home.html. (Consulté en octobre 2019).

FIGURES

1 – Fédération française de cardiologie (fedecardio.org)

2 et 3 – Banque personnelle de l'auteur.

REMERCIEMENTS

Merci à Virginie Giroux, t.e.p.m., de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont ainsi qu'à Angela Di Marzio, t.e.p.m., représentante de Biotronik, pour leurs informations.



L'imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge (ISPIR):

nouvelle technique d'imagerie cérébrale non invasive

La technique par imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge est une technique non invasive qui permet, à l'aide de lumière, la surveillance de la consommation d'oxygène en temps réel par les tissus. Cette technique innovatrice permet d'évaluer le bon fonctionnement des organes étudiés.



Manon Robert,
t.e.p.m., M. Sc.

Assistante
de recherche
Neuro-épilepsie
CHUM

Historique

Depuis longtemps, on a cherché à voir le fonctionnement cellulaire à l'aide de la lumière. En 1831, M. Bright a établi les propriétés de transparence des tissus cérébraux lorsqu'il a examiné le crâne d'une personne avec hydrocéphalie, ce qui a mené à plusieurs recherches. À la fin des années 1970, pour la première fois, on a pu mesurer, à l'aide de capteurs expérimentaux, l'absorption de la lumière par le crâne (Jobis 1977). C'est grâce à cette découverte que la technique d'imagerie par spectroscopie proche de l'infrarouge est née. La technique est basée sur le parcours des photons à travers le tissu à différentes longueurs d'onde (690-990 nm) du spectre proche de l'infrarouge. Cette technique non invasive a plusieurs indications dans le monde médical telles que la surveillance cérébrale lors de chirurgie cardiaque en pédiatrie, la localisation de zones fonctionnelles et de zones épileptogènes, et de nombreuses autres applications. Cet article démontrera l'utilité de l'imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge pour la détection du fonctionnement cérébral.

Principe de base

Tout comme l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, l'imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge (ISPIR) étudie le fonctionnement des tissus par la consommation d'oxygène. Voici le principe qui nous permet de voir le fonctionnement des tissus. Nous savons que les globules rouges sont les éléments dominants du sang. Ils permettent essentiellement de transporter l'oxygène (O_2) vers les différents tissus et organes, et le dioxyde de carbone (CO_2) dans le sens inverse. Le constituant le plus important des globules rouges est l'hémoglobine. L'hémoglobine peut se trouver sous deux états: ferreux ou réduit, oxygéné ou non dans le sang. Lors de la respiration,

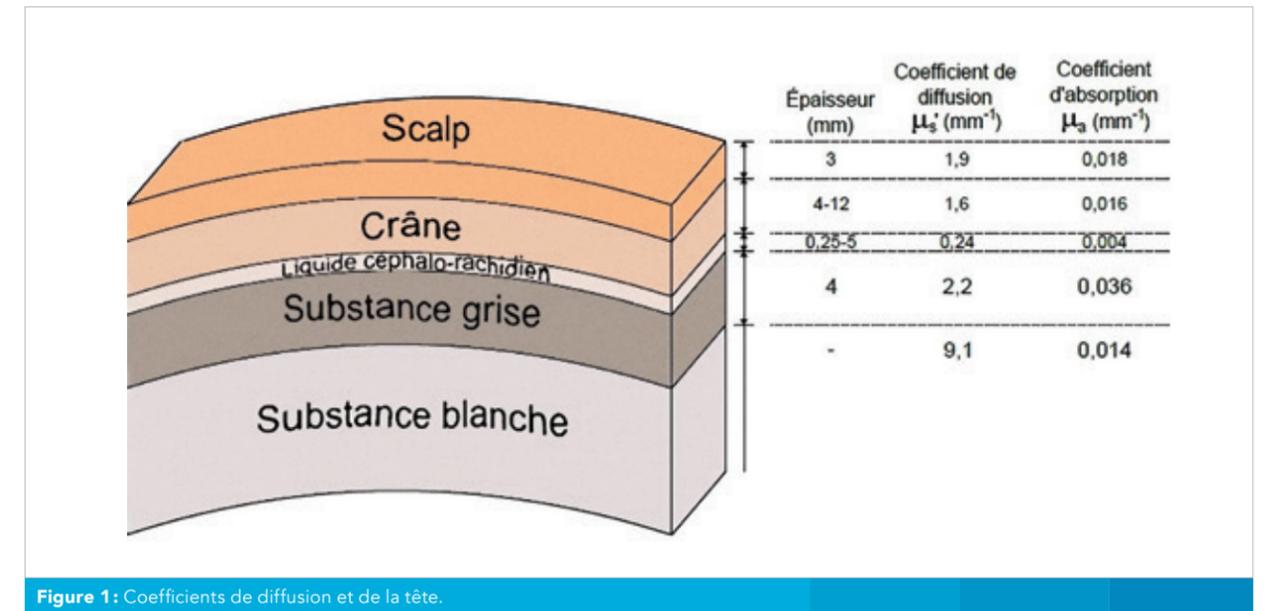


Figure 1: Coefficients de diffusion et de la tête.

le sang arrivant aux poumons est alors enrichi en oxyhémoglobine (HbO_2). Le sang chargé d'oxyhémoglobine transporte alors l'oxygène vers les tissus. Lors de la respiration cellulaire, l'hémoglobine devient alors réduite et s'appelle désoxyhémoglobine (HbR) (Rogers, 2010).

Le réseau artériel cérébral permet au sang de distribuer l'oxygène dans les différentes zones du cerveau en fonction du besoin tissulaire. Il existerait alors une corrélation entre les modifications locales de concentrations des deux types d'hémoglobines et l'utilisation fonctionnelle des régions corticales concernées que l'on appelle le couplage neurovasculaire. Viswanathan et Freeman (2007) ont précisé la corrélation entre le signal BOLD (*blood-oxygen-level-dependent*) qui mesure les variations locales en désoxyhémoglobine et l'activité synaptique. En mesurant les variations de HbO_2 et de HbR , on obtient une image fortement associée à l'activité neuronale. La mesure de HbO_2 et de HbR se fait via les chromophores, ce sont les particules qui absorbent certains rayonnements lumineux. L'injection de lumière infrarouge dans les tissus permettra d'évaluer les concentrations des deux types d'hémoglobine

Cette technique non invasive a plusieurs indications dans le monde médical tel que la surveillance cérébrale lors de chirurgie cardiaque en pédiatrie, la localisation de zones fonctionnelles et de zones épileptogènes et de nombreuses autres applications.

à partir de ses chromophores. Cette technique s'appuie sur le principe des coefficients d'absorption et de dispersion de la lumière proche de l'infrarouge dans les tissus. Cela permet de trouver les concentrations d'oxyhémoglobine et de désoxyhémoglobine des cellules que l'on veut observer. De plus, il est important de mentionner un élément physiologique primordial qui influence l'ensemble du signal, soit l'épaisseur de la couche de tissus qui recouvre la zone que l'on veut étudier. Par exemple, si on veut étudier le cortex cérébral, lors du calcul, il faut tenir compte des tissus que la lumière doit traverser avant d'atteindre le cortex cérébral: le scalp, la boîte crânienne et le liquide céphalo-rachidien (LCR); par la suite, on doit aussi tenir compte du retour de la lumière au niveau du scalp. L'étude de OKADA, E. et DELPY, D. T. (2003) a calculé ses coefficients des tissus selon une épaisseur classique de la boîte crânienne.

Lors du calcul du coefficient de diffusion, il faut tenir compte des tissus qui recouvrent la zone d'intérêt. De façon générale, les deux longueurs d'ondes suivantes 690 nm et 890 nm sont utilisées pour évaluer le fonctionnement cérébral, mais il existe de multiples

Ainsi, l'imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge montre en temps réel la consommation d'oxygène régionale de façon non invasive et permet de réagir rapidement lors d'une dysfonction d'organe et de la traiter adéquatement.

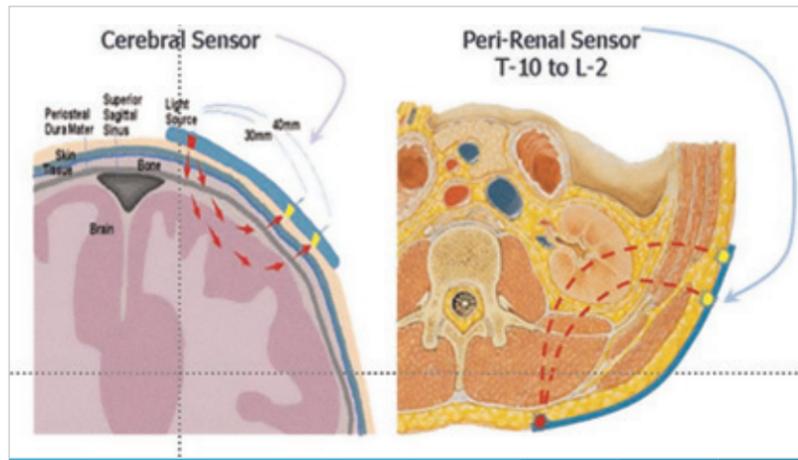


Figure 2: Disposition des optodes en fonction du tissu que l'on veut étudier.

appareils de lecture qui regardent différentes longueurs d'onde du spectre de l'infrarouge. La longue retenue pour l'analyse va souvent en fonction des tissus étudiés. Les résultats sont représentés à l'aide de cartes statistiques qui montrent une valeur de couplage neurovasculaire. Ce couplage est souvent visualisé par des couleurs d'intensités différentes selon les tissus étudiés.

Principe d'enregistrement

L'enregistrement de ces photons de lumière est possible grâce à l'application d'optodes sur la boîte crânienne. Trois optodes sont appliquées: une optode émettrice (source) et deux optodes réceptrices. (Figure 2) De façon générale, les optodes réceptrices

captent les deux longueurs qui enregistrent le coefficient d'absorption de la consommation. Cependant dans l'industrie, il existe des optodes qui peuvent capter plusieurs longueurs d'onde à la fois.

Il existe présentement dans l'industrie plusieurs appareils pour la détection: des modèles portables où les sujets peuvent faire du sport et être enregistrés sans causer d'interférences, et d'autres où l'on colle sur la peau les optodes comme lors de chirurgies. Donc, la technique ISPIR est non invasive, elle peut être utilisée un peu partout. Comme dans des unités de monitoring d'épilepsie, les optodes sont collés sur le scalp afin de s'assurer, lors de crises, que l'on capte bien les changements hémodynamiques cérébraux.

Utilisation

L'étude de Tafer N. et coll. (2011) a démontré l'importance de faire la surveillance des changements hémodynamiques durant une chirurgie pédiatrique. Ainsi, l'imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge montre en temps réel la consommation d'oxygène régionale de façon non invasive et permet de réagir rapidement lors d'une dysfonction d'organe et de la traiter adéquatement. Dans le cadre de l'étude de Pouliot et coll. (2012), l'équipe a utilisé un modèle avec un casque combiné à l'EEG pour montrer les changements hémodynamiques d'un cerveau épileptique. Les figures suivantes démontrent l'utilité de l'ISPIR dans la détection de pointes épileptiques lors de la surveillance à l'unité d'épilepsie.

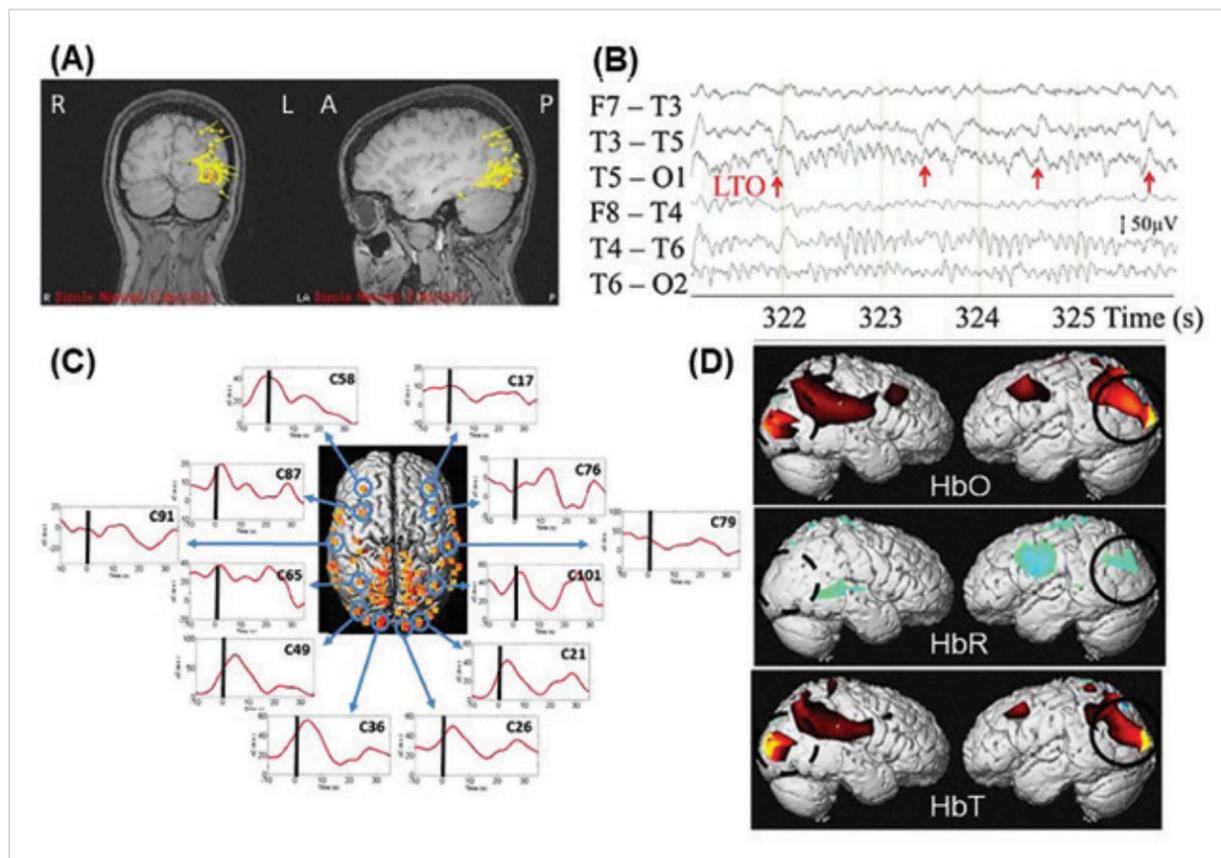


Figure 3: Analyse de pointes épileptiques EEG-ISPIR - étude de cas. Patient de 19 ans atteinte de sclérose tubéreuse avec une épilepsie réfractaire depuis l'âge de 14 ans. (A) Localisation du dipôle MEG révélant un amas de sources situées dans le gyrus occipital moyen gauche. (B) EEG avec marquage des pointes temporo-occipitales gauches (LTO). (C) Changement de concentration moyenne de HbO à la suite d'une seule pointe de LTO reconstruite sur différents canaux ISPIR. Les barres verticales noires indiquent le moment où une pointe est détectée à partir de l'EEG enregistré par des électrodes placées sur le scalp. (D) Les cartes statistiques (valeurs t) de la réponse de HbO, HbR et HbT aux pointes de LTO montrant les régions du cerveau dont l'activité est fortement synchronisée avec le moment de la pointe qui se trouve principalement dans le gyrus occipital moyen bilatéral (gauche > droite).

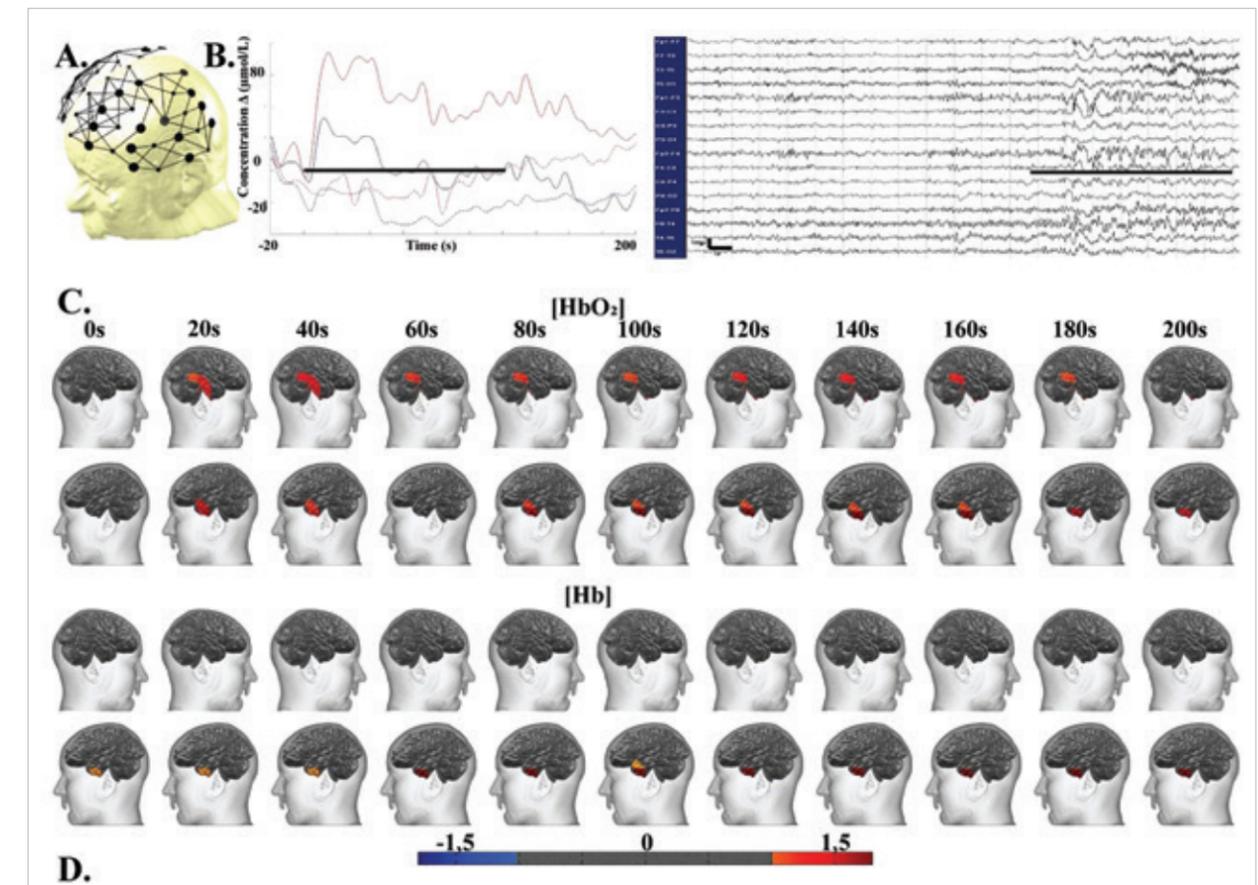


Figure 4: (A) Montage d'enregistrement avec une vue aérienne. (B) Les variations hémodynamiques sont vues sur l'image à gauche au niveau des régions temporelles avant, pendant et après la crise et l'EEG (à droite) montrant le début de la crise dans le lobe temporal droit et la propagation ultérieure vers le côté controlatéral gauche. (C) Vues topographiques T-stats non corrigées de HbO₂ et HbR au cours de la saisie.

L'imagerie spectroscopique proche de l'infrarouge (ISPIR) peut aussi être utilisée pour localiser des zones fonctionnelles telles que les aires motrices ou le langage et les fonctions mnésiques. Cette technique est utilisée lorsqu'il est impossible de le faire par imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) en raison d'une contre-indication à cet examen

Avantage et désavantage

Cette méthode permet d'enregistrer de façon continue la consommation d'oxygène par les tissus. Elle est prometteuse pour le suivi aux soins intensifs; l'ISPIR cérébrale peut détecter rapidement divers problèmes d'oxygénation, de ventilation, de saturation d'oxygène veineux mixte et de débit cardiaque lors d'insulte neurologique

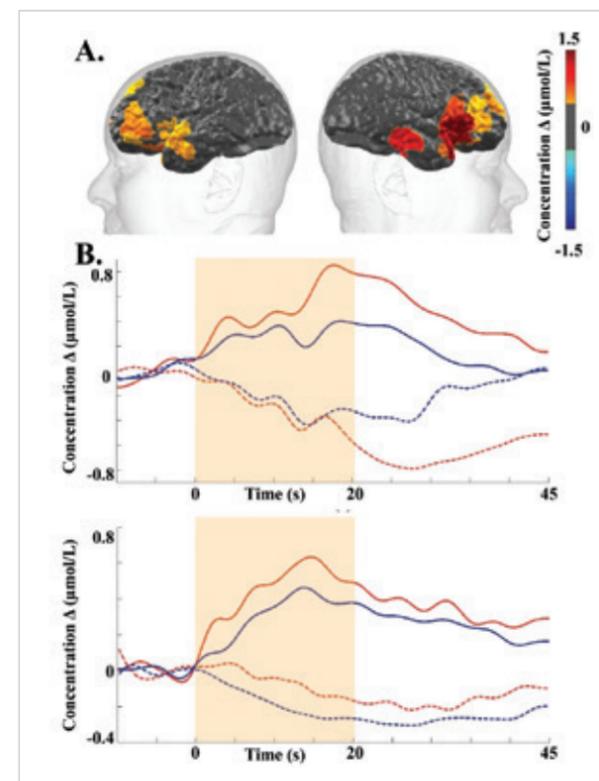


Figure 5: Carte d'activation ISPIR gauche et droite chez une patiente avec réorganisation linguistique probable. (A) La réponse hémodynamique dans la région d'intérêt était en moyenne le long de chaque bloc de stimulation au cours de la tâche de nommage montrant une activation nette (HbO₂ & HbR) dans la zone de Broca et de Wernicke dans l'hémisphère droit. (B) IRMf a également été réalisée, confirmant la dominance de l'hémisphère droit. **Ligne pointillée:** HbR. **Ligne continue:** HbO₂. **Rouge:** Activation de l'hémisphère droit. **Bleu:** Activation de l'hémisphère gauche.

et du pronostic du patient. L'ISPIR peut aider à la détection précoce des complications qui peuvent menacer la vie à la suite d'une chirurgie cardiaque comme la tamponnade cardiaque. Ce sont quelques exemples d'application de l'ISPIR (Green et coll., 2016).

Un des facteurs limitants de l'utilisation de l'ISPIR: il y a peu de valeur d'étalons pour les coefficients tissulaires. Plusieurs recherches seront nécessaires pour avoir des valeurs étalons. L'utilisation de faisceaux lumineux proches dans un environnement lumineux peut contaminer les résultats. Plusieurs appareils disponibles sur le marché ont peu de canaux d'enregistrement.

En conclusion, l'imagerie par spectroscopie proche de l'infrarouge est une technique d'avenir pour le suivi de l'oxygénation tissulaire.

BIBLIOGRAPHIE

- GREEN, M. S., SEHGAL, S., TARIQ, R. (2016). *Near-Infrared Spectroscopy: The New Must Have Tool in the Intensive Care Unit? Seminars in Cardiothoracic and vascular anesthesia*. Sep;20(3):213-24
- JOBSIS, F. F. (1977). *Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters*. Science, 198, 1264-1267.
- OKADA, E. et DELPY, D. T. (2003). *Near-infrared light propagation in an adult head model. II. Effect of superficial tissue thickness on the sensitivity of the near-infrared spectroscopy signal*. Appl. Opt., 42, 2915-2922.
- POULIOT, P., TREMBLAY, J., ROBERT, M., VANNASING, P., LEPORE, F., LASSONDE, M., SAWAN, M., NGUYEN, D. K. et LESAGE, F. (2012). *Nonlinear hemodynamic responses in human epilepsy: A multimodal analysis with fnirs-eeg and fmri-eeg*. Journal of Neuroscience Methods, 204, 326- 340.
- ROGERS, K. (2010). *Blood: Physiology and Circulation. Human Body*. Rosen Publishing Group, Incorporated.
- TAFER, N., FERRATY, M., DEL CAMPO FUENTES, I., DESNOYES, P., MAURIAT, P. (2011). *Nouvelles techniques de monitoring cérébral en réanimation pédiatrique — Spectroscopie proche infrarouge (NIRS)*. Réanimation 20, 650-654
- VISWANATHAN, A. and FREEMAN, R. D. (2007). *Neurometabolic coupling in cerebral cortex reflects synaptic more than spiking activity*. Nature Neuroscience, 10, 1308-1312.

FIGURES

- 1 – Données tirées de Okada et Delpy (2003)
- 2 – Image tirée TAFER, N. et coll. (2011)

REMERCIEMENTS

Remerciements à Ke Peng, Ph. D. et au Dr Ali Kassab pour les illustrations.

Faire un budget de couple avec deux salaires différents

Comment faire un budget de couple lorsqu'on ne gagne pas le même salaire ? Découvrez des pistes pour y arriver.

Faire les calculs

La première étape d'un budget de couple, après avoir calculé les revenus, consiste à faire une liste des dépenses qui seront partagées par les conjoints ainsi que celle des dépenses personnelles. Parmi les dépenses à deux, il faut généralement le remboursement du prêt hypothécaire, et les services comme l'électricité, la connexion Internet, etc. Calculez aussi tous les trucs achetés en commun, comme l'épicerie ou le paiement de la voiture.

Décider à deux

Il existe plusieurs façons de séparer les dépenses dans un couple. Pour les couples qui n'ont pas le même salaire, c'est souvent plus efficace de diviser certaines factures 50/50 et de répartir d'autres dépenses au prorata de salaire de chacun.

- > Maude et Jonathan* se partagent de façon égale le paiement du loyer, de l'électricité, d'Internet et du câble ainsi que l'épicerie et les petits achats pour l'appartement. « Nous divisons toutes les dépenses communes de façon égale, et nous payons chacun nos dépenses personnelles », explique Jonathan.
- > Lorsqu'ils ont commencé à gérer leurs finances de couple, Jonathan gagnait environ 30 000 \$ par année, alors que Maude avait un revenu approximatif de 90 000 \$. C'est donc elle qui s'est chargée de meubler leur appartement.
- > Maintenant que son salaire est plus élevé, Jonathan peut contribuer aux plus gros achats. Le couple pourrait alors décider de séparer les dépenses en fonction du salaire de chacun.

* Noms fictifs.

- > Par exemple, lorsque Maude faisait environ 90 000 \$ et Jonathan 30 000 \$ par année, le revenu total de leur ménage était de 120 000 \$. Le salaire de Maude constituait 75 % de leurs revenus et celui de Jonathan, 25 %. S'ils payaient leur loyer mensuel de 680 \$ au prorata de leur salaire, elle paierait 510 \$ par mois et lui, 170 \$.

Payer sans soucis

Certaines personnes vont opter pour un compte conjoint où chacun transfère l'argent nécessaire aux dépenses du couple. D'autres vont préférer faire les paiements eux-mêmes et demander à leur conjoint ou conjointe de leur transférer leur contribution. Plusieurs couples choisissent d'utiliser une combinaison de ces deux méthodes. Il est aussi possible d'utiliser une carte de crédit commune.

S'armer d'outils efficaces

Pour se rembourser entre conjoints, il y a l'argent comptant et de nombreux outils numériques qui peuvent faciliter les transferts d'argent et suivre un budget.

- > Maude et Jonathan utilisent constamment des outils en ligne pour gérer leur budget. « On se fait souvent des virements *Interac* quand l'autre paie quelque chose. (...) Si l'un de nous deux va à l'épicerie, on paie avec notre carte de crédit commune, et l'autre rembourse la moitié avec un transfert en ligne. »

Peu importe l'écart salarial entre deux conjoints, l'important est de se mettre d'accord sur une façon de séparer les dépenses et de bien communiquer avec son ou sa partenaire.

Banque Nationale propose une offre exclusive pour les technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale. Pour connaître les avantages reliés à cette offre spécialement adaptée, visitez le bnc.ca/specialistesante.

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



L'approche de la tomодensitométrie (TDM)

en médecine nucléaire

Le couplage de deux modalités ayant un impact direct sur le diagnostic du patient.



Atyson Jolin, t.i.m.
CIUSSS de l'Estrie
- CHUS, Hôpital
Fleurimont

La médecine nucléaire se distingue des autres examens d'imagerie médicale, entre autres par le fait qu'elle détermine la présence de maladies en décelant aussi des anomalies fonctionnelles plutôt que de ne repérer que des changements ou des variations anatomiques. L'idée à la base de la médecine nucléaire, soit de créer des éléments radioactifs de différents composants afin de pouvoir tracer et suivre le fonctionnement d'un organe ou d'une structure spécifique du corps humain, s'est développée au fil du temps. Aujourd'hui, ces traceurs permettent la mise en image fonctionnelle du corps humain en deux et en trois dimensions. Aussi utilisée à titre de thérapie pour combattre certains types de cancers, la médecine nucléaire est sans aucun doute un outil indispensable pour le diagnostic.

De son côté, la tomодensitométrie utilise des rayons X qui balayent le corps du patient pour permettre d'obtenir des images en coupe. Elle est capable de recréer l'image du corps en mesurant la densité de structures anatomiques (organes, tissus) grâce à l'atténuation de rayons X à travers le corps humain. Les images reconstruites nous révèlent principalement des renseignements sur l'anatomie des organes, mais beaucoup moins sur leur physiologie: c'est alors qu'en fusionnant les deux types d'imagerie médicale, nous obtenons le meilleur des deux mondes.

Un couplage offrant de nombreux avantages

En effet, au cours des années 2000, les tomographes par émission de positons (TEP) et les tomographes par émission mono-photonique (TEMP) ont été progressivement couplés à la tomодensitométrie (TDM) ou encore à l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Ce récent couplage avec différentes modalités d'imagerie a certainement permis d'élargir le champ d'application de la médecine nucléaire, puisque les caméras hybrides sont conçues pour superposer des séries de clichés radiographiques en trois dimensions, par exemple à des images très performantes sur le plan fonctionnel de l'organisme, telles que des scintigraphies. Concrètement, pourquoi faire l'utilisation de cette imagerie hybride? Quels avantages pouvons-nous tirer de ce récent couplage? Quelle

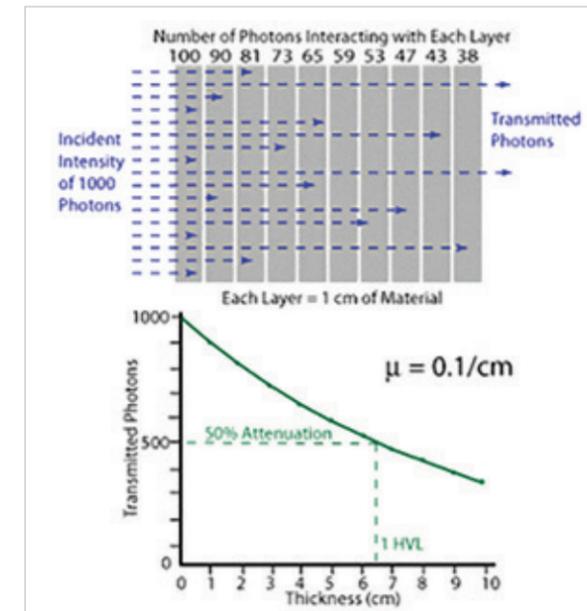


Figure 1: Diagramme représentant l'interaction des photons selon la densité des structures.

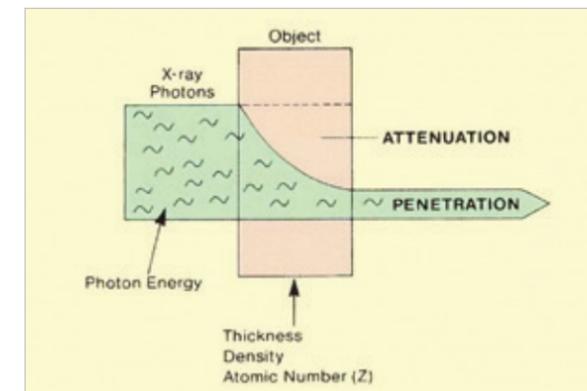


Figure 2: Les photons réels et leur degré de pénétration selon la densité des structures.

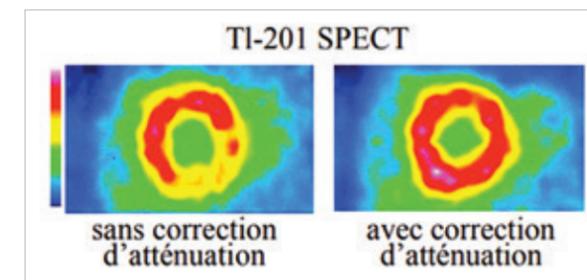


Figure 3: Atténuation d'une paroi du cœur en scintigraphie myocardique sans et avec correction d'atténuation.

est la réelle pertinence technique de ce genre de collaboration entre les modalités d'imagerie médicale?

Brièvement, grâce aux images fusionnées de la scintigraphie en médecine nucléaire et de la tomодensitométrie, il est maintenant possible de corriger l'atténuation, d'obtenir une meilleure localisation des structures anatomiques et de faire plusieurs découvertes fortuites. Voilà donc les principaux avantages que la tomодensitométrie peut apporter à la médecine nucléaire, le tout sans exiger de doses d'irradiation élevées et non nécessaires. La tomодensitométrie a un apport positif, sans toutefois enlever de l'importance à notre profession.

La correction d'atténuation

Premièrement, lors de chaque série d'images réalisées en médecine nucléaire, des artefacts d'atténuation peuvent entraîner une diminution de la sensibilité et ainsi une difficulté à dicter un rapport juste. Ces atténuations ne sont pas anodines. Il est important de se rappeler que dans le corps du patient, les photons gamma sont absorbés de manière exponentielle en fonction de la distance et de manière linéaire en fonction de la densité du milieu à traverser. (Figure 1) Par exemple, l'atténuation inégale suivant la profondeur nuit très souvent à l'obtention d'une intensité réelle de l'absorption des photons. (Figure 2)

Prenons le cas de la scintigraphie du myocarde où, lors du traitement de données non corrigées par l'atténuation, la paroi inférieure, la plus interne, apparaît toujours nettement moins active que la paroi supérieure. (Figure 3) Il n'est question le plus souvent que d'un artefact d'absorption à cet endroit. Cependant, rappelons-nous que la scintigraphie se veut quantitative. En d'autres termes, le côté fonctionnel des organes ou des os du squelette et leurs éventuelles pathologies se démarquent par une fixation normale ou anormale, homogène ou non homogène, du radiotracer dans les structures ciblées, d'où l'importance d'une bonne correction d'atténuation. En effet, les images obtenues peuvent être corrigées à l'aide d'une correction d'atténuation. Celle basée sur la tomодensitométrie est connue pour être très précise en raison de sa grande résolution spatiale. Par définition, la tomодensitométrie sert spécialement à mesurer la densité des différents tissus du corps humain. Les images de tomодensitométrie sont donc utilisées pour corriger l'atténuation tissulaire des photons gamma afin d'obtenir l'intensité juste de l'image réelle de la structure.

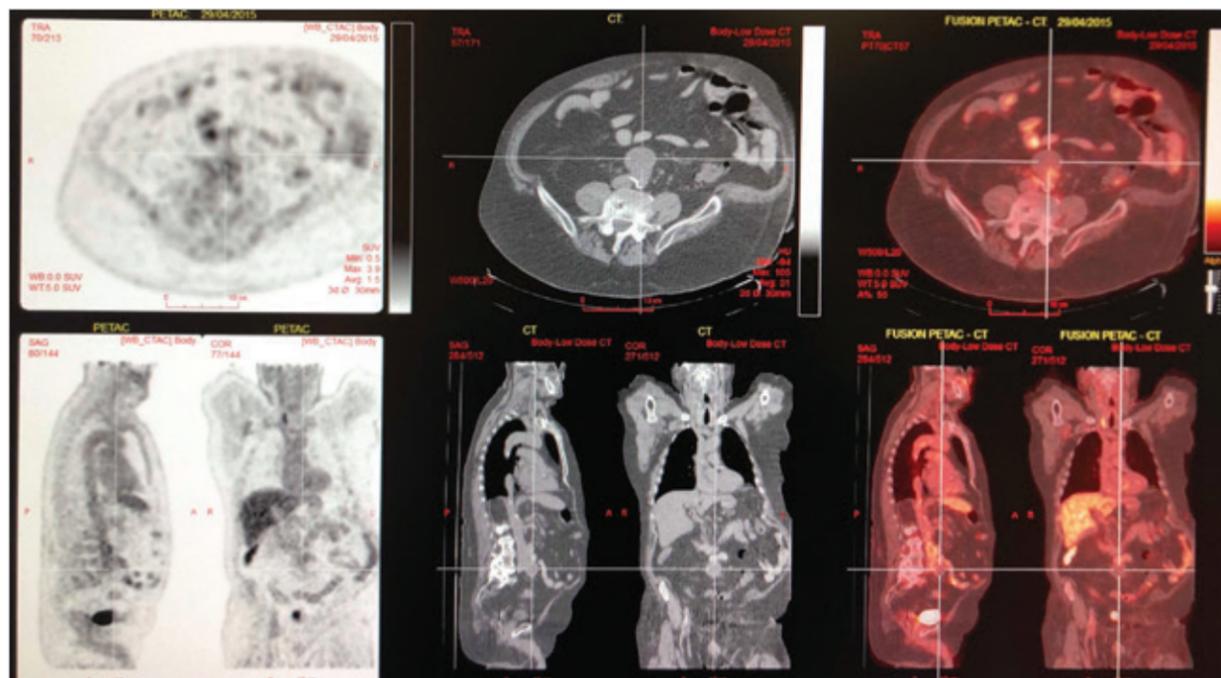


Figure 4: Visualisation d'un anévrisme de l'aorte abdominale sur les images de tomodensitométrie.

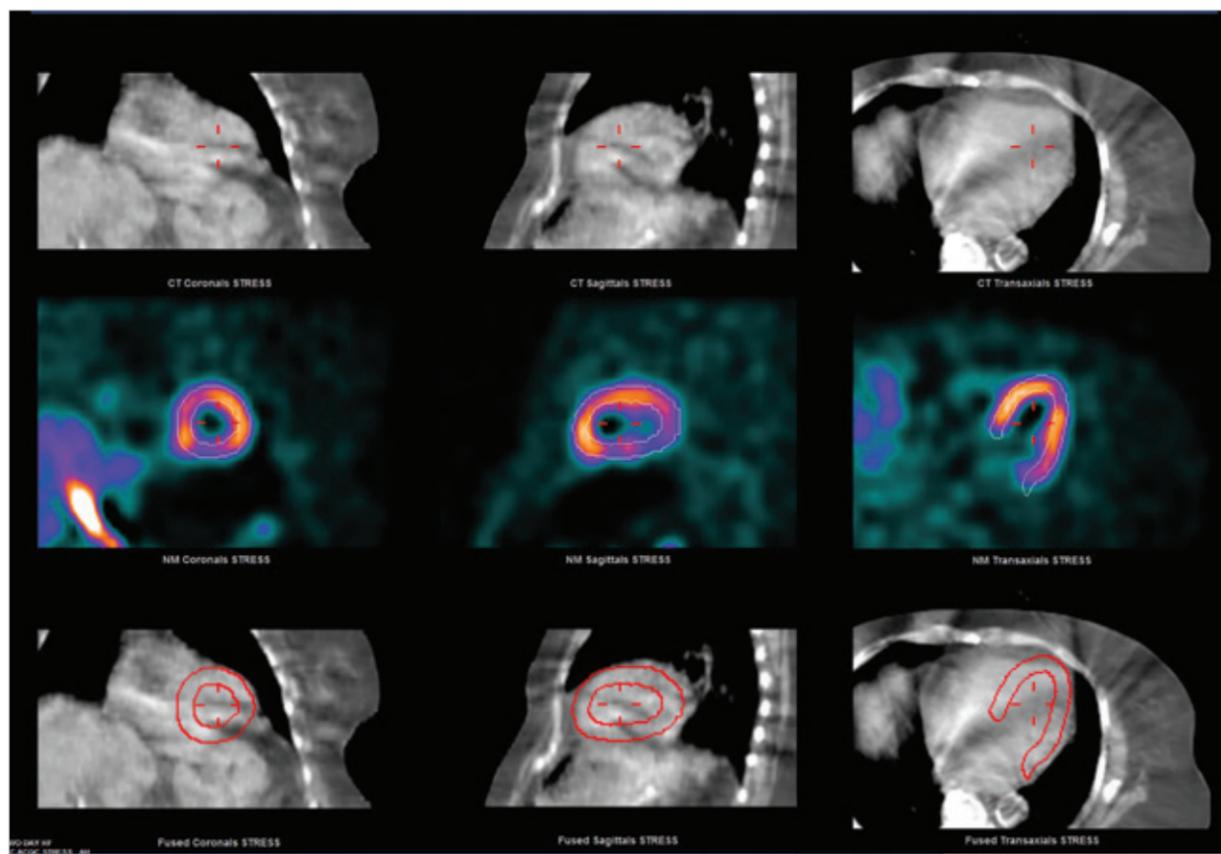


Figure 5: Visualisation d'une opacité pulmonaire sur les images de tomodensitométrie.

La localisation des structures anatomiques

La scintigraphie osseuse réalisée en médecine nucléaire est un examen très sensible qui permet la détection de lésions lorsque le patient est symptomatique, mais que la radiographie s'avère normale puisque, dans certains cas, des changements physiologiques précèdent les changements anatomiques (ex. : des métastases osseuses). De très petites lésions peuvent être détectées précocement. Toutefois, l'étiologie et la localisation précise de ces lésions ne sont pas toujours faciles avec les modalités de médecine nucléaire, d'où l'importance de pouvoir y fusionner une modalité anatomique comme la tomodensitométrie. Autrement dit, la localisation et la caractérisation des lésions visualisées peuvent s'avérer assez complexes sans le mariage des deux modalités, et ainsi rendre la dictée du diagnostic parfois très ardue. La lésion signifie-t-elle la présence d'une ostéochondrite, d'une lésion lytique ou d'une simple fracture de stress ?

La tomographie par émission de positons couplée à la tomodensitométrie (TEP/CT), quant à elle, prend une place prépondérante dans les investigations diagnostiques en oncologie. Sa capacité à détecter les tumeurs et les métastases a bien été démontrée et prouvée. Toutefois, la tomographie par émission de positons, dotée d'une résolution spatiale limitée, ne permet pas toujours de déterminer avec certitude la localisation d'anomalies métaboliques. Il est souvent nécessaire d'obtenir une information complémentaire à partir d'images anatomiques de tomodensitométrie afin de déterminer avec exactitude la localisation anatomique d'une lésion hypermétabolique. Grâce à la fusion d'images, il est maintenant possible de mieux déterminer la localisation anatomique des tissus ou des foyers de captation des radiotraceurs émetteurs de positons. Dans de nombreux cas, il

La localisation et la caractérisation des lésions visualisées peuvent s'avérer assez complexe sans le mariage des deux modalités.

est possible d'affirmer avec plus de certitude le diagnostic de certaines lésions suspectes qui seraient jugées à la limite de la normale sur chacune des modalités prises isolément². La fusion de ces deux séries d'images permet, dans les cas d'oncologie, de poser un diagnostic plus précis, d'évaluer l'étendue de la maladie et de vérifier la réponse aux traitements.

Le grand monde des découvertes fortuites

Il est aussi important de mentionner que la précision sans cesse augmentée des examens entraîne fréquemment la découverte fortuite d'anomalies asymptomatiques ou silencieuses sans nécessairement avoir un rapport direct avec la prescription originale. Ces découvertes sont variables: il peut s'agir de masses bénignes, mais aussi de tumeurs malignes nécessitant une prise en charge rapide. D'autres pathologies, parfois nécessitant une prise en charge d'urgence, peuvent aussi être découvertes lors d'un examen en imagerie médicale. L'anévrisme est un bel exemple de

découverte fortuite lors d'un examen complémentaire de tomodensitométrie à la TEP. Cet anévrisme, sans fixation significative au ¹⁸F-FDG, n'a pu être diagnostiqué qu'avec l'apport des photos réalisées à la tomodensitométrie. (Figure 4) Un autre exemple pouvant avoir des répercussions importantes: lorsque des anomalies sont découvertes sur les images tomodensitométriques couplées à celles de la scintigraphie du myocarde. À la suite de l'injection de mibi-Tc99m, la scintigraphie myocardique sert spécialement à vérifier si le sang se rend bien dans le muscle du cœur appelé myocarde. Il est très inhabituel de déceler d'autres pathologies sur les images de scintigraphies uniquement. Néanmoins, sur les images complémentaires de tomodensitométrie du patient, il est possible d'observer, entre autres, des nodules ou des opacités pulmonaires (Figure 5), un épanchement pleural, un lymphome ou un cancer du sein.

Dans le cas imagé aux figures 6 et 7, la présence d'une importante accumulation de liquide dans la cavité pleurale a été découverte de manière fortuite lors

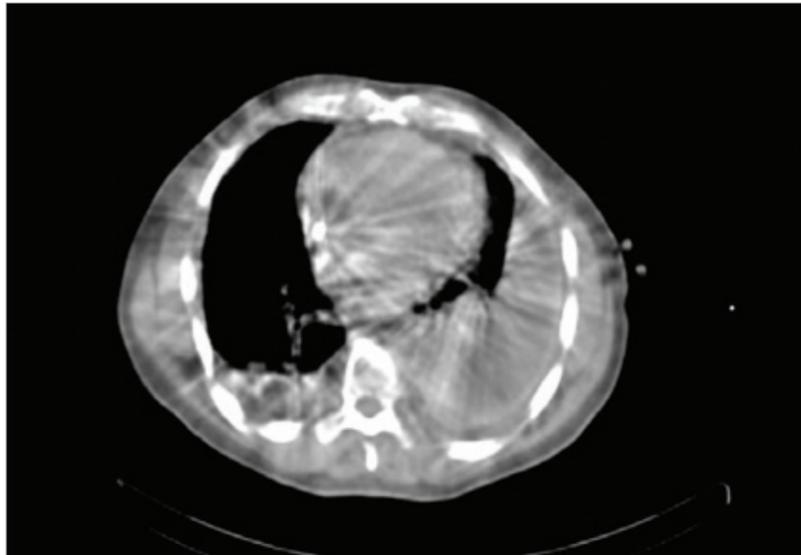


Figure 6: Visualisation d'un épanchement pleural important sur les images de tomodensitométrie.

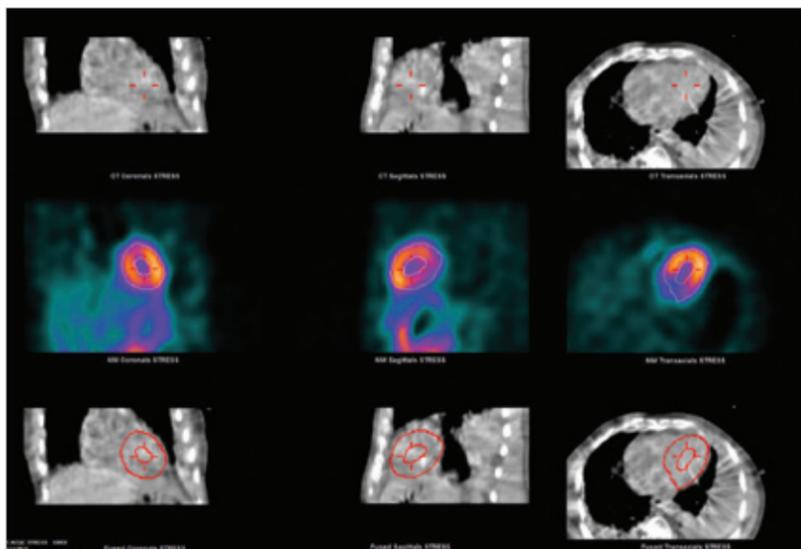


Figure 7: Visualisation d'un épanchement pleural important sur les images de tomodensitométrie sans visualisation de celui-ci sur les images de scintigraphie.

L'acquisition simultanée de deux examens d'imagerie médicale représente un gain de temps énorme et un confort notable pour le patient qui est parfois souffrant.

des images de tomodensitométrie. (Figure 6) Certains épanchements pleuraux sont asymptomatiques et sont découverts lors d'un examen clinique qui n'est pas en lien avec la pathologie de base. En effet, cette accumulation de liquide importante et anormale n'aurait pu être découverte sans l'approche de la tomodensitométrie, puisque le produit radioactif injecté est utilisé pour imager tout simplement le muscle du cœur. (Figure 7) Plusieurs pathologies sont ainsi diagnostiquées grâce au jumelage des deux modalités. Lors de la découverte de telles pathologies inconnues du patient, un suivi est souvent nécessaire par images de tomodensitométrie ou à la tomographie par émission de positons (TEP), par exemple.

D'autres avantages pertinents

Nous devons toujours garder en tête, qu'en général, les patients qui viennent en médecine nucléaire n'ont pas besoin d'un examen tomodensitométrique de qualité diagnostique qui ajouterait une dose supplémentaire de radiation à la dose du produit radioactif injecté. Conséquemment, les paramètres d'acquisition pour la partie tomodensitométrique qui suit la partie scintigraphique n'exigent pas des doses élevées de rayons X, le but étant principalement de corriger pour l'atténuation et de corrélater anatomiquement les structures et non l'interprétation diagnostique des images de tomodensitométrie.

De plus, il faut dire que peu de manipulations supplémentaires sont requises pour obtenir cet examen de qualité supérieure et un diagnostic plus spécifique. L'acquisition simultanée de deux examens d'imagerie médicale représente un gain de temps énorme et un confort notable pour le patient qui est parfois souffrant. Quelques minutes, voire quelques secondes additionnelles sont demandées aux technologues en imagerie médicale pour permettre cette nouvelle dimension appréciée de tous.³

L'obtention simultanée des images des différentes modalités s'avère nettement supérieure à l'information obtenue par l'acquisition de deux examens enregistrés séparément.

Conclusion

En conclusion, le couplage de ces deux modalités démontre sans difficulté qu'un diagnostic plus à point

pour le patient peut être obtenu. Bien évidemment, l'information principale reste celle fournie par le radiopharmaceutique. Cette information sera toutefois interprétée par le nucléiste avec beaucoup plus de justesse et de finesse grâce à la tomodensitométrie qui permet d'appuyer et d'améliorer la pertinence des renseignements biologiques provenant de la scintigraphie. L'obtention simultanée des images des différentes modalités s'avère nettement supérieure à l'information obtenue par l'acquisition de deux examens enregistrés séparément.

L'impact de l'association des modalités d'imagerie est assez important et positif pour la pratique en tant que telle, mais aussi pour la précision et la spécificité du diagnostic. Si on porte un regard un peu plus loin, un tel couplage peut avoir un impact direct sur le traitement d'un patient et, conséquemment, sur sa condition de vie. C'est à se demander: «Que ferions-nous

dans notre monde si évolué d'aujourd'hui sans l'assistance de la tomodensitométrie (TDM) en médecine nucléaire?»

Enfin, l'utilisation de l'imagerie diagnostique de pointe continuera probablement d'augmenter au cours des prochaines années. Les techniques d'imagerie multimodalités, quant à elles, ne se limiteront certainement pas à la fusion de la tomographie par émission de positons (TEP) ou de la tomographie par émission monophotonique (TEMP) avec la tomodensitométrie. Le principe de fusion de la TEP avec l'imagerie par résonance magnétique (IRM), une technique d'imagerie non invasive, est déjà développé dans quelques pays. Au Canada, certains centres travaillent aussi sur ce projet très coûteux, mais permettant d'acquérir une image médicale quasi parfaite du patient. La fusion des modalités aura-t-elle un jour atteint sa limite?

RÉFÉRENCES

Le Patient (Édition spéciale 2017: Médecine nucléaire), Mars 2017 (consulté le 1^{er} décembre 2019)

NOTES

1 – MN3: Quantification en tomographie d'émission - Irène Buvat - octobre 2003 – 1, <http://www.guillemet.org/irene/coursem/mn3.pdf> (2003)

2 – Guide du bon usage de la TDM en Médecine Nucléaire, <https://www.sfmn.org> (2018)

3 – Utilisation appropriée des techniques d'imagerie médicale de pointe: TDM, IRM et TEP/TDM, <https://www.cadth.ca/fr/utilisation-appropriee-techniques-dimagerie-medicale-tdm-irm-et-teptdm> (2013)

RÉFÉRENCES WEB

Guide du bon usage de la TDM en Médecine Nucléaire, [En ligne]. 2018. [<https://www.sfmn.org>] (Consulté en novembre 2019).

MN3: Quantification en tomographie d'émission - Irène Buvat - octobre 2003 – 1, [En ligne]. 2003. [<http://www.guillemet.org/irene/coursem/mn3.pdf>] (Consulté en novembre 2019).

Étude de l'impact d'une correction d'atténuation par tomodensitométrie en scintigraphie myocardique, [En ligne]. 2011. [<https://www.em-consulte.com/en/article/717663>] (Consulté en novembre 2019).

Utilisation appropriée des techniques d'imagerie médicale de pointe: TDM, IRM et TEP/TDM, [En ligne]. 2013. [<https://www.cadth.ca/fr/utilisation-appropriee-techniques-dimagerie-medicale-tdm-irm-et-teptdm>] (Consulté en novembre 2019).

Le TEP-IRM dédié aux maladies neuro-dégénératives, [En ligne]. 2015. [<https://alzheimer-recherche.org/5042/presentation-du-tep-irm-dedie-aux-maladies-neuro-degeneratives/>] (Consulté en novembre 2019).

FIGURES

1 – Half-Value Layer – https://www.google.com/search?tbm=isch&xsrf=ACYBGNQHBdGeVL9ZAicG1CFWz3bY-qzlg%3A1576260199927&sa=1&ei=Z9LzXcWBOJWLtAa3zqulBw&q=photons+gamma+absorption+&oq=photons+gamma+absorption+&gs_l=img.3...48197.61130.61249...9.0.0.217.3416.24j9j1.....0....1..gws-wiz-img.....10..35i39j35i362i39j0i67j0i131i67j0i131j0i10j0i30j0i8i30j0i24.-7-WBfxbJg&ved=0ahUKewiF0ajqmrPmAhWVbC0KHTfnCnEQ4dUDCAc&uact=5#imgdii=mFz9Rfts8MktM:&imgcr=01O2dH8BN7gsnM

2 – Radiation Penetration – https://www.google.com/search?tbm=isch&xsrf=ACYBGNQHBdGeVL9ZAicG1CFWz3bY-qzlg%3A1576260199927&sa=1&ei=Z9LzXcWBOJWLtAa3zqulBw&q=photons+gamma+absorption+&oq=photons+gamma+absorption+&gs_l=img.3...48197.61130.61249...9.0.0.217.3416.24j9j1.....0....1..gws-wiz-img.....10..35i39j35i362i39j0i67j0i131i67j0i131j0i10j0i30j0i8i30j0i24.-7-WBfxbJg&ved=0ahUKewiF0ajqmrPmAhWVbC0KHTfnCnEQ4dUDCAc&uact=5#imgcr=01O2dH8BN7gsnM

3 – MN3: Quantification en tomographie d'émission - Irène Buvat - octobre 2003 – 1 <http://www.guillemet.org/irene/coursem/mn3.pdf>

4 à 7 – Cas cliniques du CHU de Sherbrooke lus par Dr Étienne Rousseau

REMERCIEMENTS

Un grand merci au Dr Étienne Rousseau du CHUS pour des références en images et à Esteban Espinosa, t.i.m., pour l'aide à la rédaction.

L'innovation

au service du dépistage du cancer du sein

L'avantage du système automatisé d'ultrason dans le dépistage du cancer du sein.



Vanessa St-Pierre, t.i.m.
Centre radiologique de Sherbrooke et de l'Estrie
CIUSS de l'Estrie - CHUS

Depuis plusieurs années, les femmes à travers le Québec ont accès à un programme de dépistage du cancer du sein. Elles sont invitées à passer une mammographie tous les deux ans. Selon la Fondation du cancer du sein, en 2019, au Québec, près de 6 000 femmes ont reçu un diagnostic de cancer du sein et près de 1 350 femmes en décéderont. Malheureusement, certaines d'entre elles n'auront pu bénéficier d'un dépistage assez précoce. Afin d'augmenter les chances d'un bon diagnostic, les examens de mammographie sont fréquemment accompagnés d'examens additionnels : incidences complémentaires, résonance magnétique et échographie. D'année en année, l'imagerie par échographie s'est développée, optimisant ainsi la qualité des images dans la détection du cancer du sein. Ces avancées technologiques ont amené certaines compagnies à mettre en marché un appareil qui rivalise avec la mammographie, permettant aux ultrasons de faire leurs preuves : l'échographie mammaire automatisée (AFBUS : Automated Full-filled Breast Ultrasound). (Figures 1 et 2)

Plusieurs facteurs doivent être pris en considération lorsque sont abordés les risques d'un cancer du sein : antécédents familiaux, troubles génétiques, densité mammaire, etc. Malheureusement, la performance des appareils de mammographie est limitée lorsque nous réalisons des images d'un sein pourvu d'une densité mammaire élevée. Cette densité est le rapport entre la quantité de tissu glandulaire et la quantité de tissu graisseux. Elle est évaluée et définie lors d'une première mammographie. Les masses cancéreuses peuvent notamment être dissimulées par la glande qui produit un voile blanchâtre causé par la densité glandulaire. Les possibilités d'un dépistage précoce sont

En 2019, au Québec, près de 6 000 femmes ont reçu un diagnostic de cancer du sein.



Figures 1 et 2: Examen d'échographie mammaire automatisée.

La performance des appareils de mammographie est limitée lorsque nous réalisons des images d'un sein pourvu d'une densité mammaire élevée.



Figure 3: Échographe mammaire automatisé.



Figures 4 et 5: Autres types d'échographes automatisés.

alors diminuées. Il est important de tenir compte de cette problématique, car selon le Canadian Diagnostic Network, les femmes qui ont les seins denses ont plus de risques de développer un cancer du sein.

L'industrie médicale est un domaine très compétitif qui amène les entreprises à se surpasser et à innover. Quelques échographes automatisés sont présents sur le marché depuis quelques années. (Figures 3, 4 et 5) Ces appareils sont des dispositifs d'ultrasons qui utilisent des algorithmes complexes et un système automatisé amélioré. La reproduction de haute qualité du sein est ainsi générée grâce à des données volumétriques utilisant un système de détection par ordinateur (CAD). L'utilisation de ces algorithmes évolués permet la différenciation des tissus (glandulaires, graisseux et pathologiques), la délimitation du sein et de la cage thoracique, ainsi que la compensation de l'ombre du mamelon.

Un autre outil jouant un rôle important dans la production d'un examen de qualité est la sonde à haute fréquence. Pour certains échographes automatisés, une sonde avec une large bande d'environ 15 cm est utilisée afin de couvrir le sein et de faire une compression. D'autres appareils agissent avec la patiente directement couchée sur le ventre (Figure 3) en insérant les seins dans un plateau ressemblant à la technique utilisée lors d'un examen de résonance magnétique du sein. À la suite du bon positionnement du sein, les ultrasons produits convergent vers le mamelon pour effectuer un balayage systématique qui limite la réfraction du faisceau. Ces sondes plus développées procurent un niveau de détails supérieur, offrent une meilleure pénétration et une résolution supérieure de la profondeur. Les images sont acquises automatiquement et peuvent aussi être générées en mode manuel afin que le spécialiste puisse reculer ou avancer la position de la sonde. La simplicité d'utilisation des appareils et leur rapidité les rendent d'autant plus intéressants.

Selon le Canadian Diagnostic Network, les femmes qui ont les seins denses ont plus de risques de développer un cancer du sein.

Un examen mammaire par échographie automatisée dure de 10 à 15 minutes: la patiente est en position couchée ventrale ou dorsale. Des images bidimensionnelles (2D) et tridimensionnelles (3D) sont produites. Les technologues en imagerie médicale et les radiologistes peuvent bénéficier d'une acquisition d'image rapide de toute la poitrine. Cette technologie innovatrice s'effectue sans radiation ionisante, compression et injection, et offre donc une radioprotection supplémentaire à long terme pour les patientes. Il est possible d'effectuer une échographie automatisée comme complément d'examen à la mammographie ou encore comme examen de base, lorsque nécessaire. L'échographie mammaire automatisée permet de détecter 35,7% plus de cancers qu'une mammographie chez une femme ayant une forte densité mammaire. Elle permet de réduire de 70% les risques de traitement de chimiothérapie. Les limitations de la mammographie en ce qui a trait aux implants mammaires ou aux masses dans un sein dense sont maintenant favorisées par l'échographie automatisée. (Figures 6a et b, 7 et 8) Cependant, la mammographie demeure un examen d'une grande importance et ne peut être remplacée dans toutes les situations.

Contrairement aux échographes traditionnels, l'apparition de ces appareils permet d'accroître le taux de réussite du dépistage du cancer du sein. Actuellement, dans plusieurs centres, l'échographie est utilisée à des fins diagnostiques et n'est pas suggérée pour le dépistage. L'avènement d'un tel appareil provoquera un vent de changement quant à nos habitudes concernant le dépistage du cancer du sein. Selon les recherches cliniques effectuées par GE Healthcare, cette nouvelle technologie permet de détecter 35,7% plus de cancers qu'une mammographie chez une femme ayant une forte densité mammaire. Pour la plupart, ces cancers sont découverts de façon prématurée aux premiers stades. Les masses

L'échographie mammaire automatisée permet de détecter 35,7% plus de cancers qu'une mammographie chez une femme ayant une forte densité mammaire. Elle permet de réduire de 70% les risques de traitement de chimiothérapie.

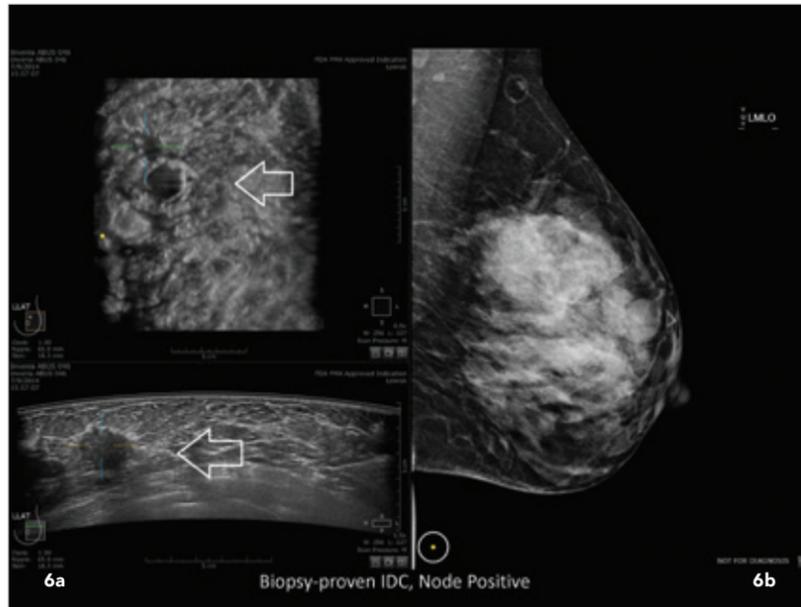


Figure 6 a et b: Lésion tumorale visualisée en échographie mammaire automatisée et la même pathologie visualisée en mammographie.

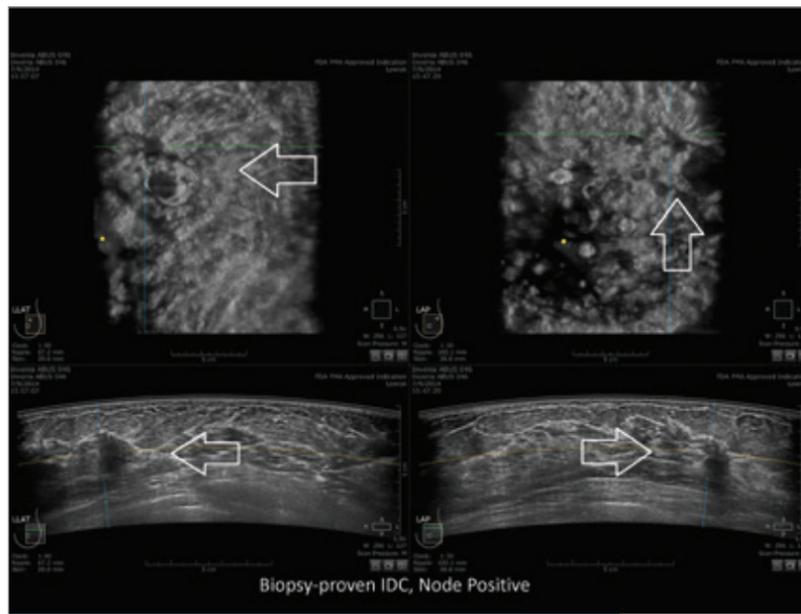


Figure 7: Lésion tumorale visualisée à l'échographie mammaire automatisée.

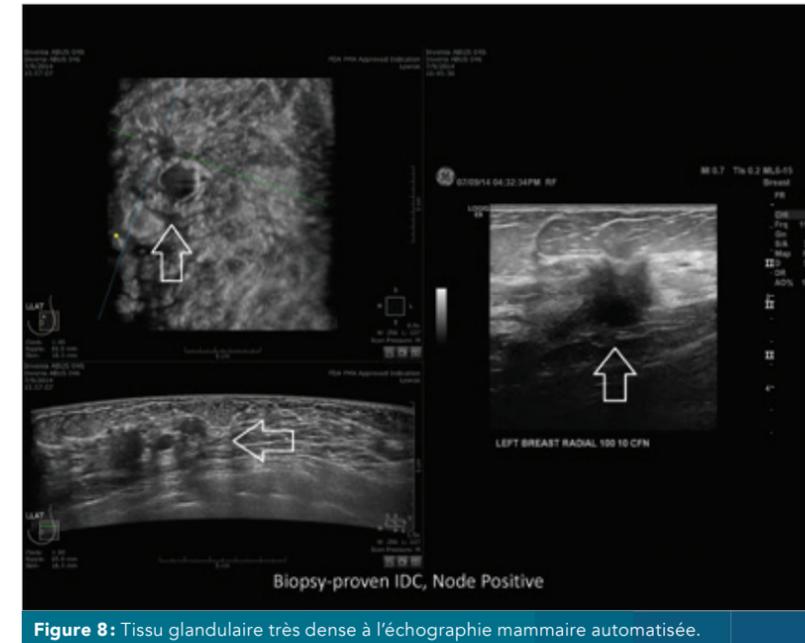


Figure 8: Tissu glandulaire très dense à l'échographie mammaire automatisée.

sont donc généralement petites, non invasives et heureusement sans atteintes ganglionnaires. L'utilisation de ces appareils permet de réduire de 70% les risques de traitement de chimiothérapie et, par le fait même, de diminuer les frais médicaux entourant le traitement du cancer.

L'amélioration de la médecine et des technologies nous donne accès à un service toujours plus raffiné. Le domaine de la santé, aussi fascinant soit-il, permet à la population de prolonger son espérance de vie. Espérons qu'il sera possible un jour d'atteindre un taux de diagnostic du cancer du sein de près de 100%.

RÉFÉRENCES

- 1 – Fondation cancer du sein, [En ligne], 2019. [https://rubanrose.org/cancer-du-sein/comprendre/statistiques] (Consulté le 19 octobre).
- 2 – Information sur les examens complémentaires à la mammographie de dépistage, [En ligne], Programme québécois de dépistage du cancer du sein, produit en 2013. [http://www.depistagesein.ca/wp-content/uploads/2012/05/Feuille-MSSS_Ex-comp_2013_F.pdf] (Consulté le 20 octobre 2019).
- 3 – Détection des cancers, [En ligne], Programme québécois de dépistage du cancer du sein, révisé le 15 octobre 2019. [http://www.depistagesein.ca/wp-content/uploads/2012/05/Feuille-MSSS_Ex-comp_2013_F.pdf] (Consulté le 20 octobre 2019).
- 4 – Examens additionnels, [En ligne], Programme québécois de dépistage du cancer du sein, révisé le 19 février 2016. [http://www.depistagesein.ca/cliches-supplementaires/] (Consulté le 19 octobre 2019).
- 5 – Invenia ABUS 2.0 automated breast ultrasound, [En ligne], GE healthcare. 2019. [https://www.gehealthcare.com/-/media/3ff8b17067c046949783bd8b7d3428b9.pdf?la=en-us] (Consulté le 23 octobre 2019).
- 6 – Invenia ABUS 2.0 échographie mammaire automatisée, [En ligne], GE healthcare. [https://www.gehealthcare.com/-/media/3ff8b17067c046949783bd8b7d3428b9.pdf?la=en-us] (Consulté le 23 octobre 2019).
- 7 – SOFIA, [En ligne], Hitachi Medical Systems Europe. [http://www.hitachi-medical-systems.eu/products-and-services/ultrasound/platforms/automated-whole-breast-ultrasound.html] (Consulté le 30 octobre 2019).
- 8 – ACUSON S2000 ABVS ultrasound system, HELX evolution with touch control, [En ligne], Siemens Healthineers. [https://www.siemens-healthineers.com/ultrasound/breast-care/acuson-s2000-abvs-ultrasound-machine] (Consulté le 30 octobre 2019).

FIGURES

- 1 – GE Healthcare Invenia ABUS 2.0, [En ligne]. [https://www.gehealthcare.co.uk/-/jssmedia/443732407ebc4496b62dd86d8a427112.jpg?h=400&la=en-GB&w=600&rev=fe185c35275949ac9ff33d9fc4c13267&hash=5BF4BC1169194861B46C4533E59AC493] (Consulté le 2 novembre).
- 2 – GE Healthcare Invenia ABUS 2.0, [En ligne]. [https://www.kennedyhealth.org/sites/default/files/abus%20better%20pic%20for%20website.jpg] (Consulté le 24 octobre 2019).
- 3 – GE Healthcare Invenia ABUS 2.0, [En ligne]. [https://i.ytimg.com/vi/m02Rd-rCzVU/maxresdefault.jpg] (Consulté le 23 octobre 2019).
- 4 – SOFIA, [En ligne], Hitachi Medical Systems Europe. [http://www.hitachi-medical-systems.fr/produits-et-services/ultrasons/echographes/systeme-dechographie-mammaire-automatisee.html] (Consulté le 31 octobre 2019).
- 5 – Siemens Healthineers ACUSON S2000 ABVS, [En ligne]. [https://www.itnonline.com/article/advancement-abus-technology] (Consulté le 31 octobre 2019).
- 6 à 8 – GE Healthcare Invenia ABUS 2.0, [En ligne]. [https://www.gehealthcare.com/products/ultrasound/abus-breast-imaging/invenia-abus] (Consultés le 24 octobre 2019).

REMERCIEMENTS

Je remercie grandement ma collègue Claudie Daniel, diplômée en traduction et communication, pour son aide à la rédaction et à la correction de cet article.

FIERS DE NOTRE
IMAGE

45^e

CONGRÈS ANNUEL DES TECHNOLOGUES

IMAGERIE MÉDICALE

RADIO-ONCOLOGIE

ÉLECTROPHYSIOLOGIE MÉDICALE

C'est près de **450 technologues** qui se sont réunis lors du 45^e congrès de l'OTIMROEPMQ les 7-8-9 novembre derniers. L'événement ayant pour thème **Fiers de notre image** clôturait la Semaine des technologues. Ce fut l'occasion de célébrer la profession et d'échanger sur les différentes pratiques actuelles et à venir.

Nous tenons à remercier tous les participants, conférenciers, partenaires et exposants ainsi que nos collaborateurs qui ont permis le succès de cet événement.

Voici quelques-uns des moments forts de ce rendez-vous qui ont pu nous émouvoir...

Les membres du comité du congrès 2019

Marie-Pier Chagnon, t.r.o., Bianka Bouchard, t.i.m., Philippe Sirois, t.r.o., Jade Carboneau, t.i.m., Shadrack Abel Kétant, t.i.m. et Nanyo Nanev, t.e.p.m.

Nous vous attendons au prochain congrès de l'Ordre qui se déroulera au Château Mont-Sainte-Anne du 5 au 7 novembre 2020.



L'échographie à distance:

de la formation jusqu'à la pratique

De la télé-échographie et du virtuel pour une pratique à l'ère du numérique.



Mohamed Khelifi,
t.i.m.
Coordonnateur technique
CIUSSS de l'Ouest de l'Île-de-Montréal,
Hôpital de LaSalle

Le domaine de la santé est confronté à des changements transformationnels. La convergence de la technologie, de la numérisation, de la fabrication additive, de l'apprentissage automatique et de la modélisation 3D est à nos portes. Ces changements auront un impact considérable sur la prise en charge du patient. L'imagerie médicale est parmi les domaines qui connaissent les plus grands progrès technologiques ainsi que de nouvelles façons de faire. Nous profitons de nos modalités à la fine pointe de la technologie et de notre expertise pour présenter le meilleur service diagnostique en étant près du patient ou à distance. Le terme « à distance », résultat direct de l'évolution du domaine, est de plus en plus utilisé en médecine notamment en télémédecine, lors des consultations à distance, de la prise de rendez-vous à distance, etc. Également appelés « télésanté », les soins de santé virtuels permettent aux patients et aux professionnels de la santé de se connecter à distance via l'utilisation de la visioconférence ou d'applications mobiles sans avoir à se déplacer. Ce même terme trouve aussi une place importante dans le secteur de l'échographie qui utilise plusieurs technologies pour amener notre métier à l'ère de la télé-échographie. **(Figure1)** Nous vous exposons, dans cet article, des solutions technologiques dites « à distance » qui commencent à être utilisées dans le domaine de l'échographie et qui sont presque toutes produites dans la métropole québécoise, Montréal, et commercialisées partout dans le monde.

Aujourd'hui, l'échographie est devenue un outil essentiel à la pratique médicale pour de multiples indications, et ce, dans plusieurs spécialités. La technologie a beaucoup évolué: les appareils sont de plus en plus performants, de plus en plus compacts et de moins en moins coûteux. En situation d'urgence, l'échographie permet de répondre à une question clinique tout en suivant l'évolution clinique des patients. Toutefois, elle ne remplace pas un examen diagnostique effectué par un spécialiste en imagerie, soit le technologue en imagerie médicale ou le médecin radiologue. Bien que Le Collège des médecins du Québec ait développé de nouvelles lignes directrices quant à l'utilisation de l'échographie à l'urgence, la place du technologue demeure toujours essentielle. Mais que peut-on faire en l'absence d'un professionnel spécialiste en échographie sur place?

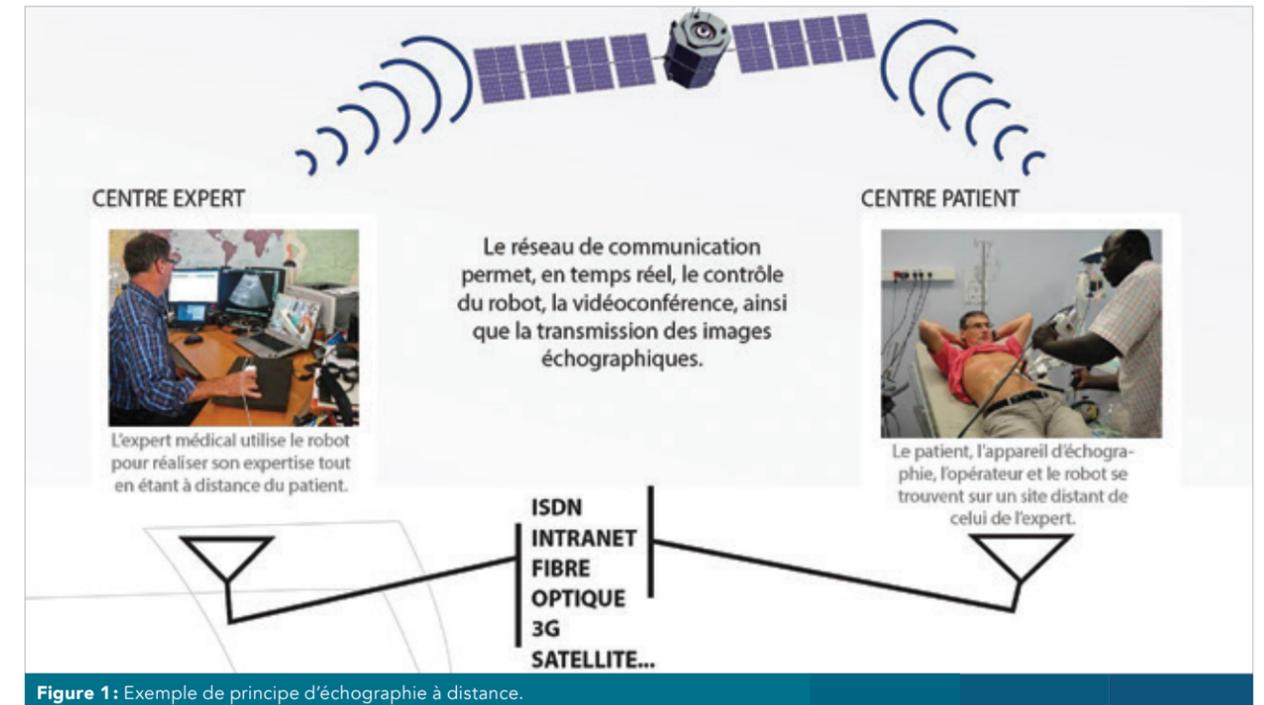


Figure 1: Exemple de principe d'échographie à distance.

Étude de cas

Un patient, vivant dans une région éloignée, a des douleurs au niveau de l'hypocondre droit, et présente des nausées et des vomissements. Le médecin urgentologue suspecte une cholécystite, une inflammation de la vésicule biliaire qui est, en général, provoquée par la présence d'un calcul biliaire qui obstrue le canal cystique. Le petit centre de santé de la région du patient n'embauche pas de technologues spécialisés en échographie ni de médecins radiologues. Malgré ça, la réalisation de l'examen d'échographie demeure possible et le médecin des urgences recevra un rapport radiologique sur l'état du patient.

La télé-échographie robotisée, la solution !

C'est grâce à l'échographie robotisée, une forme de la téléimagerie médicale, que le patient peut avoir son examen. C'est ce que nous

Le terme « à distance », résultat direct de l'évolution du domaine, est de plus en plus utilisé en médecine notamment en télémédecine, lors des consultations à distance, de la prise de rendez-vous à distance, etc. Également appelés « télésanté », les soins de santé virtuels permettent aux patients et aux professionnels de la santé de se connecter à distance via l'utilisation de la visioconférence ou d'applications mobiles sans avoir à se déplacer.



Figure 2: Les composants de la télé-échographie robotisée.

proposent certains fabricants pour permettre au patient de profiter de l'expertise du technologue et que soient produites des images échographiques qui seront, par la suite, interprétées par le médecin radiologue. (Figure 2)

Une étude clinique réalisée au College of Medicine, de l'Université de Saskatchewan sur la télé-échographie robotisée a montré des résultats positifs permettant une excellente acceptabilité des utilisateurs. La valeur de similitude avec un examen réalisé sur place directement par un radiologue est de 92%. L'étude a recommandé l'échographie télérobotique pour ouvrir la voie à des cliniques d'échographie à distance pour les communautés qui manquent de technologues et de radiologues qualifiés, ce qui peut améliorer l'accès aux soins. L'écart de prise en charge qui affecte de manière disproportionnée les femmes enceintes autochtones du Nord canadien et qui entraîne une augmentation de la morbidité et de la

mortalité maternelle et néonatale a encouragé plusieurs centres de soins à adopter cette technologie sur les territoires éloignés au Canada.

Comment fonctionne l'échographie robotisée ?

Habituellement, l'examen échographique est dynamique, réalisé en temps réel, ce qui le rend très dépendant de l'opérateur. L'échographie robotisée offre aux opérateurs spécialisés de réaliser eux-mêmes, de manière synchrone, l'examen d'échographie. Ils manipulent la sonde à distance et visionnent en temps réel l'image dynamique.

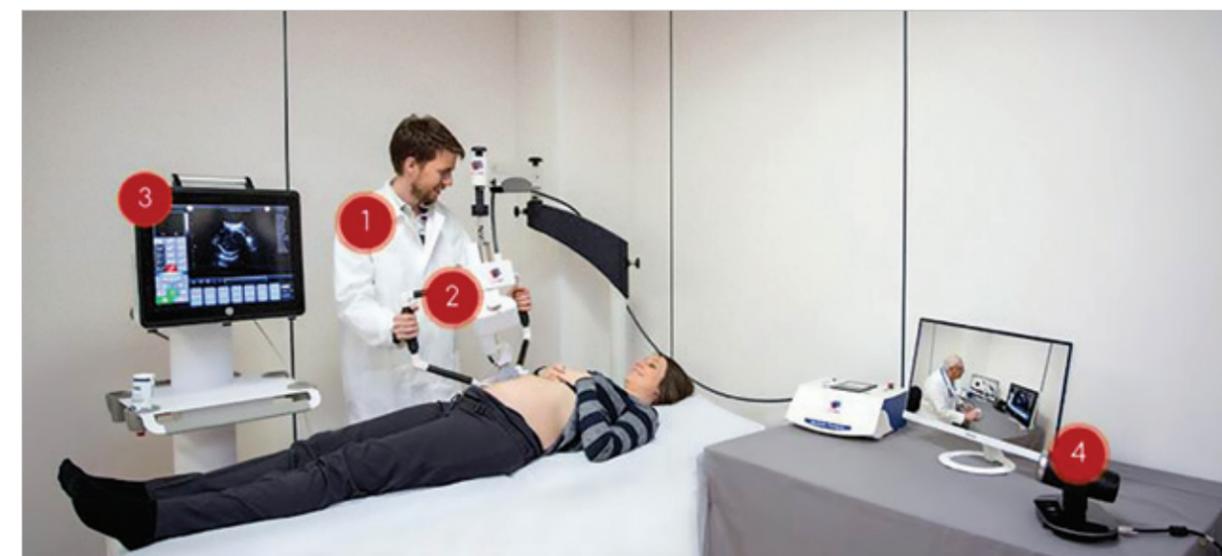
Pour un patient à distance, une sonde (toujours avec du gel échographique) opérée par un robot est placée sur la surface à imager. (Figure 3) La manipulation de la sonde est faite directement par l'opérateur pour obtenir les coupes voulues ainsi que les mouvements de rotation et d'inclinaison. (Figure 4) L'opérateur à distance peut manipuler la sonde

sur un patient qui peut se trouver dans un centre hospitalier, une unité mobile, un centre pénitentiaire, une zone isolée, une unité d'hébergement, une plateforme pétrolière pendant une mission militaire et même sur un bateau!

Avantages et bénéfices

Outre les profits pour le système de santé et pour les patients profitant de cette technologie, les technologues et les radiologues, les gestionnaires ainsi que les médecins des urgences y verront de grands avantages et bénéfices. Avec l'échographie robotisée, il n'est pas nécessaire de parcourir des centaines, voire des milliers de kilomètres vers un grand centre pour subir un examen d'une durée d'une vingtaine de minutes. L'examen est totalement réalisé à distance, sans que le patient ait à se déplacer. Cela permet au patient d'avoir un résultat quasi instantané avec un diagnostic en direct et rapide afin d'orienter les examens complémentaires. Cette technologie permet également une meilleure coopération avec les assistants ou autres professionnels se trouvant à distance. Les conditions de travail sont aussi améliorées. Les chefs des services en imagerie médicale n'auront pas besoin d'assigner un technologue de garde en échographie. L'échographie à distance permet de réaliser des examens abdominaux, cardiaques, pelviens, gynécologiques et obstétricaux. Sur le plan des ressources humaines, cette technologie représente une des solutions face à une pénurie de technologues spécialisés en échographie, plus spécifiquement dans les régions éloignées. Elle permet une continuité des services aux patients et propose des examens de qualité permettant de maintenir la confiance des usagers. Elle garantit une proximité de soins et permet de diminuer la morbidité liée à un retard diagnostique. Quant aux technologues, c'est une occasion de valoriser leur pratique et de participer aux efforts de l'amélioration des soins chez les patients.

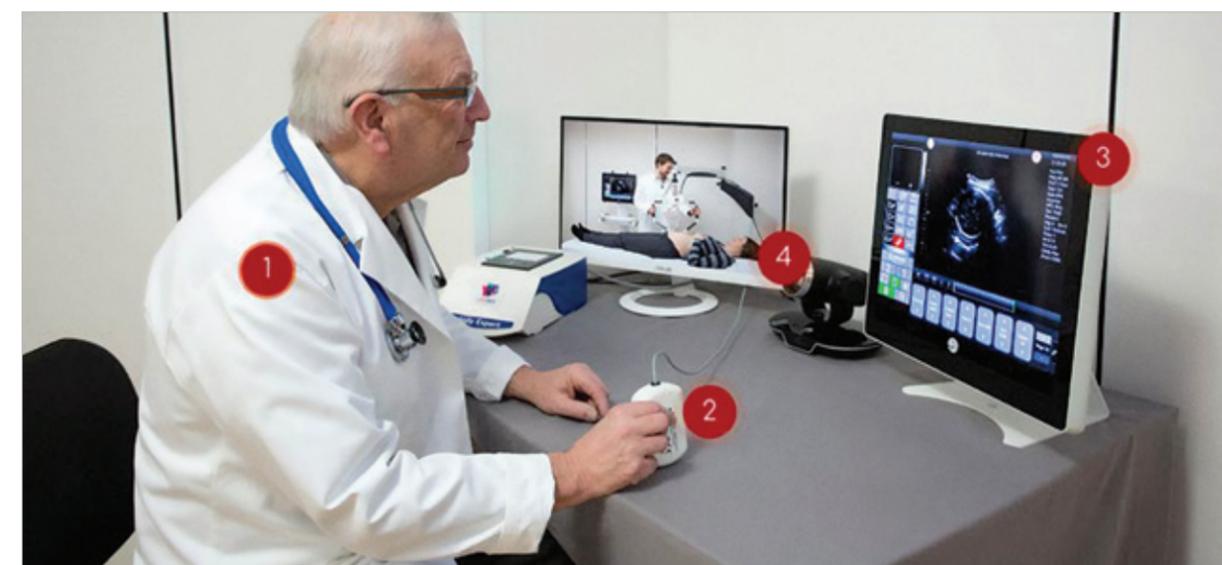
Pour le patient



- 1 – Assistant ou le professionnel de la santé:** ne pratiquant pas l'échographie, mais il maintient le robot (MELODY Patient) sur le patient pendant que l'opérateur le manipule.
- 2 – Robot:** reproduit tous les mouvements de l'opérateur avec précision. Il peut s'adapter à la majorité des sondes d'échographie.
- 3 – Écran:** échographe standard.
- 4 – Système de visioconférence:** permet au patient de voir et de dialoguer avec l'opérateur (image en haute définition et grande sensibilité du micro).

Figure 3: Fonctionnement de la télé-échographie pour le patient.

Pour l'opérateur



- 1 – Opérateur spécialiste:** le spécialiste (radiologue, technologue ou autre...) réalise lui-même l'échographie tout en étant à distance du patient.
- 2 – Sonde fictive (Technologie MELODY Expert):** similaire à une sonde d'échographie, celle-ci permet une prise de contrôle à distance du robot rapide et ergonomique.
- 3 – Unité de contrôle à distance:** permet à l'opérateur de conserver une autonomie totale sur le paramétrage de l'image échographique (réglages de gain, profondeur, fréquence...)
- 4 – Système de visioconférence:** permet à l'opérateur de voir et de dialoguer avec le patient et l'assistant (image en haute définition et grande sensibilité du micro).

Figure 4: Fonctionnement de la télé-échographie pour l'opérateur.

L'arrivée des technologues autonomes a fortement contribué à améliorer l'efficacité du service d'échographie. Toutefois, que font les technologues autonomes lorsqu'ils ont besoin de l'opinion d'un radiologue en cours d'examen dans les établissements qui ne disposent pas de radiologues sur place ?

Une application pour des échographies à distance

Une entreprise montréalaise commercialise, en collaboration avec un fabricant connu dans le domaine de l'imagerie médicale, une application interactive qui pourrait être très utile aux professionnels de la santé et faire avancer la télémédecine. L'objectif est de réaliser des échographies à distance. Grâce à un appareil d'échographie miniature et un téléphone portable, il est maintenant possible de réaliser une véritable consultation médicale à distance en temps réel avec une qualité d'image impeccable. Il suffit de s'inscrire, de télécharger l'application Lumify et de brancher la sonde. Il s'agit d'un logiciel qui regroupe, sur une même plateforme, plusieurs caméras, de la vidéo, des images 3D et même la réalité augmentée. Ce système d'échographie portable et sans fil, vendu maintenant partout dans le monde, est utile aux médecins, aux formateurs, mais également aux ambulanciers et aux sages-femmes. Cette plateforme a montré son utilité surtout en Afrique dans différents secteurs pour connecter des pédiatres pour des avis médicaux. (Figure 5)

Ce système permet aux médecins de faire une échographie au moyen d'un appareil (transducteur à ultrasons) connecté à un téléphone intelligent, puis de transmettre les données pour un suivi médical à distance. (Figure 6) Les utilisateurs auront également accès à un portail en ligne sur lequel ils pourront gérer leur appareil et accéder au soutien, à la formation et aux services informatiques du fabricant. Les transducteurs utilisés prennent en charge diverses applications cliniques, notamment le balayage des tissus mous, de l'appareil locomoteur, des organes abdominaux, des poumons, des vaisseaux ainsi que des prééclages pour les examens cardiaques.



Figure 5: Exemple de l'application Lumify pour des échographies à distance utilisée en Afrique.



Figure 6: Composantes de l'application Lumify: téléphone intelligent et transducteur à ultrasons.

La télémédecine au service de l'échographie: une plateforme de collaboration numérique entre technologues autonomes en échographie et médecins radiologues à distance

Le terme « à distance » persiste toujours dans cette technologie. Mais cette fois-ci, les technologues sont sur place alors que c'est le radiologue, requis pour établir un diagnostic ou pour donner un avis, qui est à distance. Une entreprise québécoise a créé une plateforme de collaboration numérique sécurisée pour offrir de nombreuses fonctionnalités et répondre aux multiples besoins de collaboration à distance des professionnels de la santé. La plateforme intègre des outils novateurs et interactifs comme la réalité augmentée, la diffusion de flux vidéo multiples simultanés et la superposition de contenu multimédia interactif. (Figure 7) Elle permet aussi aux professionnels de la santé d'interagir à distance de façon dynamique pour des utilisations diverses telles que la messagerie sécurisée, les soins de plaies à distance, l'assistance interactive en téléchirurgie, la supervision de procédures à distance et la télé-échographie.

Cette plateforme permet notamment aux technologues autonomes du CSSS de la Pointe-de-l'Île de communiquer en temps réel avec les radiologues de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont pour réviser et discuter des examens échographiques.

Contexte et problématique

Depuis quelques années, dans l'Est de Montréal, les délais d'attente pour l'obtention d'un rendez-vous pour une échographie abdominale ou pelvienne dépassaient largement les normes. Les principaux centres hospitaliers, dont l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont (HMR), n'arrivaient pas à répondre à la demande pour ce service dans les délais recommandés par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Afin d'y remédier, en décembre 2014, le MSSS a proposé l'ouverture de postes de technologues autonomes en échographie. Cette solution a permis de diminuer de trois ans à quelques jours le délai d'attente pour un rendez-vous en échographie. À l'époque, seulement

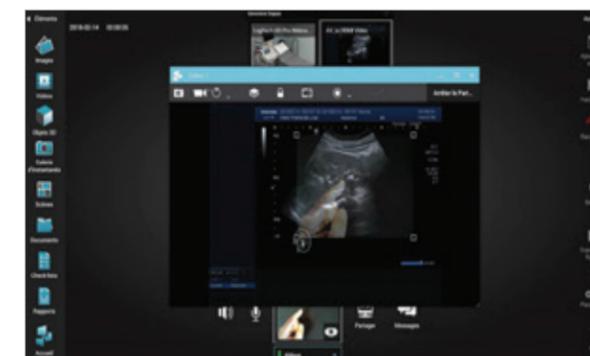


Figure 7: Exemple de plateforme pour la télé-échographie.

six technologues pratiquaient l'échographie de façon autonome. Rappelons qu'à la suite de la mise en place d'un processus d'attestation de pratique autonome par l'OTIMROEPMQ, reposant sur la reconnaissance expérimentielle, le nombre de technologues autonomes certifiés a grimpé à environ 350 en 2018.

L'arrivée des technologues autonomes a fortement contribué à améliorer l'efficacité du service d'échographie. Toutefois, que font les technologues autonomes lorsqu'ils ont besoin de l'opinion d'un radiologue en cours d'examen dans les établissements qui ne disposent pas de radiologues sur place? Des médecins radiologues «externes» faisaient la révision des examens échographiques. Jusqu'à tout récemment, les technologues envoyaient des disques compacts contenant les examens échographiques à réviser, ce qui s'est avéré être problématique, puisque l'analyse des images était faite de façon différée, bien après que l'examen ait été complété et que le patient ait quitté le centre de soins. Lorsque le radiologue jugeait que des images supplémentaires étaient nécessaires, un deuxième examen devait être programmé et le patient devait revenir pour cet autre rendez-vous. Une retransmission à l'aide d'un intermédiaire orchestrateur ne permettait pas non plus de conserver des vidéos d'échographies et le défi de connecter deux systèmes de PACS différents était problématique.

Afin d'optimiser le processus, le Réseau universitaire intégré de santé (RUIS) de l'Université de Montréal a, plus tard, proposé d'utiliser un système de vidéoconférence pour connecter le système d'échographie du CSSS de la Pointe-de-l'Île au Service de radiologie de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont et ainsi permettre aux technologues de communiquer avec les radiologues et de leur transmettre un examen échographique en temps réel. C'est une solution qui a permis aux technologues autonomes de pratiquer de façon indépendante à partir d'endroits variés et d'avoir, au besoin, l'avis d'un radiologue.

Le système de visionnement de télé-échographie par vidéoconférence est une plateforme de communication et de collaboration sécurisée, flexible, interactive qui permet la diffusion de flux vidéo de haute qualité en utilisant l'équipement déjà disponible sur place (ordinateurs, connexion Internet standard, webcams, etc.) Le radiologue peut effectuer la session de télé-échographie à partir de son ordinateur personnel, de sa tablette ou de son appareil mobile.

... et de la formation en échographie à distance: maintenant meilleure grâce au virtuel!

Actuellement, parmi les raisons pour lesquelles les patients sont optimistes quant aux soins virtuels, c'est que ces technologies sont pratiques et ne nécessitent pas la présence physique de la personne. Selon les experts, la valeur financière des réalités virtuelles et augmentées en médecine et en soins de santé sera multipliée par 30 pour atteindre 285 millions de dollars en 2022.

Actuellement, parmi les raisons pour lesquelles les patients sont optimistes quant aux soins virtuels, c'est que ces technologies sont pratiques et ne nécessitent pas la présence physique de la personne.

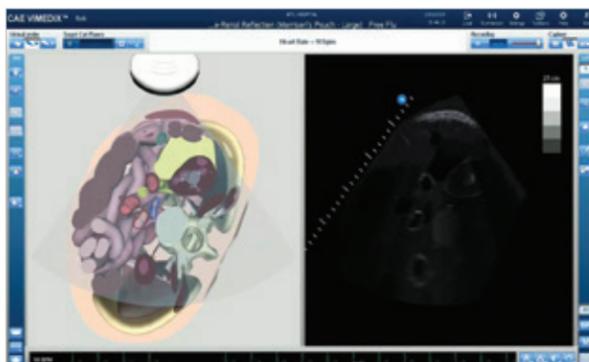


Figure 8 : Exemple de simulateur pour échographie abdominale utilisant la réalité virtuelle.



Figure 9 : Exemple d'utilisation de la réalité augmentée : un simulateur de formation aux ultrasons (CAE VimedixAR) intégré à Microsoft HoloLens.

Avant la mise en place du programme collégial en Technologie de l'échographie médicale, la formation en échographie de la plupart des technologues se faisait généralement à distance via des plateformes d'apprentissage en ligne permettant de créer des communautés s'instruisant autour de contenus et d'activités. L'exemple de « Moodle » est très connu, une application qui permet de créer, via le réseau, des interactions entre pédagogues, apprenants et ressources pédagogiques.

Actuellement, d'autres techniques d'apprentissage sont utilisées à distance du centre de stage. Il n'est plus nécessaire de choisir votre collègue comme cobaye

d'apprentissage en échographie. La VR ou « réalité virtuelle » (ou multimédia immersif ou réalité simulée par ordinateur) vient prendre la place dans la formation des étudiants en échographie. Attention ! Ne pas confondre la réalité virtuelle avec la réalité augmentée.

La réalité virtuelle est une technologie informatique qui simule la présence physique d'un utilisateur dans un environnement artificiellement généré par des logiciels. **(Figure 8)** Elle crée un environnement avec lequel l'utilisateur peut interagir et reproduire, artificiellement, une expérience sensorielle, qui peut inclure la vue, le toucher, l'ouïe et l'odorat.

De son côté, la réalité augmentée ajoute des éléments virtuels dans un environnement réel. **(Figure 9)** En utilisant un casque de réalité augmentée pour générer un hologramme, les étudiants examinent l'anatomie 3D du mannequin et s'entraînent à numériser un cœur, des poumons ou un abdomen animés. Ils observent aussi, en temps réel, la façon dont le faisceau ultrasonore traverse l'anatomie pour générer une image ultrasonore. L'hologramme du cœur, par exemple, peut être isolé, agrandi et pivoté à la hauteur des yeux. Si un étudiant a du mal à comprendre un concept, il pourra se déplacer autour de l'hologramme pour acquérir une perspective différente.

Les réalités virtuelle et augmentée peuvent accélérer l'apprentissage et fournir des expériences de formation partagées dans un environnement d'apprentissage clinique plus immersif et attrayant. Plusieurs entreprises fournissent maintenant ces technologies pour aider les futurs technologues en échographie à se former de manière personnelle et à distance. C'est l'exemple de la filiale d'une entreprise montréalaise qui offre une gamme complète de solutions de simulation comprenant la simulation d'échographie, des solutions audiovisuelles et des applications d'apprentissage. Les produits commercialisés sont conçus en collaboration avec des cliniciens et des formateurs cliniques afin de s'assurer du respect de la physiologie et de la pertinence pédagogique du produit afin de rendre l'apprentissage plus motivant et intuitif. Le système fondé sur des mannequins permet l'acquisition des compétences psychomotrices nécessaires pour manipuler des sondes échographiques. Des outils logiciels novateurs accélèrent l'acquisition des aptitudes cognitives nécessaires pour comprendre les images d'échographie.

Conclusion

De plus en plus, les technologies de l'information et de la communication renforcent le lien entre le patient et le professionnel de la santé. La télésanté, intégrée dans le domaine de l'imagerie médicale, fait partie de notre quotidien. L'échographie prend donc une autre forme de pratique pour transformer notre métier. De la formation jusqu'à la pratique, l'échographie continue à se démarquer : une modalité non irradiante, accessible et très technologique.

RÉFÉRENCES

- 1 – Collège des médecins du Québec. *Utilisation de l'échographie à l'urgence* [en ligne], 2016. [cmq.org/nouvelle/fr/utilisation-echographie-urgence.aspx] (Consulté le 18 novembre 2019)
- 2 – Scott. J. College of Medicine, University of Saskatchewan. *Initial Canadian experience using a telerobotic ultrasound system to perform adult abdominal examinations*, [en ligne], 2015, [adechotech.fr/wp-content/uploads/2016/03/160602-01-V01-C-NLE-EN_RetourExp%C3%A9rienceSaskatoon.pdf]. (Consulté le 18 novembre 2019)
- 3 – Probe repair service. *L'imagerie médicale dans l'espace*, [en ligne] [prsfance.com/imagerie-medicale-espace/]. (Consulté le 18 novembre 2019)
- 4 – Normand. G. Radio-Canada. *Une application pour des échographies à distance* [en ligne], 2018, [ici.radio-canada.ca/nouvelle/1094858/application-echographies-distance]. (Consulté le 15 novembre 2019)
- 5 – Reacts. *Reacts et TII*, [en ligne], 2019, [iitreacts.com/fr/home/about-us]. (Consulté le 17 novembre 2019)
- 6 – Reacts. *Reacts rend la télé-échographie simple et efficace*, [en ligne], 2018, [iitreacts.com/Content/documents/03_Tele-echo_FR.pdf]. (Consulté le 17 novembre 2019)
- 7 – Wikipedia. *Réalité virtuelle*, [en ligne], 2019, [fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9alit%C3%A9_virtuelle]. (Consulté le 17 novembre 2019)
- 8 – CAE Santé. *Produit démo*, [en ligne], [caehealthcare.com/fr/propos-de-nous/]. (Consulté le 20 novembre 2019)

FIGURES

- 1 – Docplayer. *La Télé-échographie par MELODY Solution d'échographie robotisée à distance CAF CIM-Bordeaux*, 2015. [docplayer.fr/23785815-La-tele-echographie-par-melody-solution-d-echographie-robotisee-a-distance-cafcim-bordeaux-2015] (Consulté le 24 novembre 2019)
- 2, 3 et 4 – Adechotech. *MELODY : Solution robotisée d'échographie à distance*, [En ligne], 2019. [adechotech.fr/produit/] (Consulté le 16 novembre 2019)
- 5 – BiztechAfrica. *Philips Launches Lumify, Its First App-Based Portable Ultrasound System in Africa*, [En ligne], 2018. [biztechafrika.com/article/philips-launches-lumify-its-first-app-based-portable/13937/] (Consulté le 16 novembre 2019)
- 6 – Philips. *Lumify : Un système d'échographie disponible à tout moment sur votre smartphone*, 2019. [philips.ca/fr/healthcare/sites/lumify] (Consulté le 16 novembre 2019)
- 7 – Reacts. *Éducation à distance/outils de supervision : Une plateforme interactive révolutionnaire de communication audio-vidéo*, 2019. [iitreacts.com/fr/features/augmented-reality/] (Consulté le 20 novembre 2019)
- 8 – CAE Healthcare. *Accélérer le processus d'apprentissage*, 2019. [caehealthcare.com/fr/simulateurs-dechographie/vimedix/] (Consulté le 16 novembre 2019)
- 9 – Karen. H. *CAE Healthcare Unveils First Mixed Reality Ultrasound Simulation Solution*, 2017. [lifeboat.com/blog/2017/01/cae-healthcare-unveils-first-mixed-reality-ultrasound-simulation-solution] (Consulté le 21 novembre 2019)



Spécialiste en imagerie médicale

- CT-Scan
- Échographie / Électrophysiologie
- Mammographie
- Médecine Nucléaire / TEP
- Radiologie
- Radioprotection
- Résonance Magnétique (IRM)



514 389-0143 | 800 686-7021 | info@marandalauzon.com
www.marandalauzon.com

Retour sur L'ASTRO 2019:

Les faits marquants

Participer à l'ASTRO, c'est l'occasion d'assister au dévoilement de nouvelles technologies et d'avoir un aperçu de l'évolution des technologies dans le domaine de la radio-oncologie.



Mathieu Bergeron, t.r.o.
Cégep de Sainte-Foy
Centre Régional
Intégré de
Cancérologie-Hôtel-
Dieu de Lévis
CHU de Québec –
Université Laval



Figure 1: Affiche du Congrès de l'American Society for Radiation Oncology (ASTRO).

En septembre 2019 avait lieu le 61^e congrès annuel de l'ASTRO (American Society for Radiation Oncology). (Figure 1)

L'ASTRO est un des organismes de radio-oncologie les plus importants sur le plan international avec plus de 10 000 membres médecins, infirmiers, biologistes, physiciens, technologues, dosimétristes et autres professionnels de la santé spécialisés dans le traitement des cancers avec les radiations ionisantes. L'ASTRO fournit aux membres ainsi qu'aux non-membres plusieurs formations en plus de présenter diverses ressources d'information pour les patients.

Ce congrès annuel est également l'occasion pour les participants d'assister au dévoilement de nouvelles technologies et d'avoir un aperçu de l'évolution des technologies actuelles et de ce que le futur technologique

L'intelligence artificielle fait référence à toutes les techniques qui permettent d'imiter ou de simuler une forme d'intelligence humaine.

nous réserve dans le domaine de la radio-oncologie, une spécialité médicale où l'évolution est très rapide. Vous retrouverez dans cet article un aperçu de certaines nouveautés ou avancées qui ont été présentées au dernier congrès de l'ASTRO qui avait lieu à Chicago du 15 au 18 septembre 2019.

« Intelligence artificielle (IA) », « Big data », « Machine learning » !

Ces expressions étaient omniprésentes au dernier congrès de l'ASTRO, que ce soit au plan du marketing des nouveaux produits dévoilés par les compagnies médicales ou dans le thème de plusieurs présentations du programme scientifique. L'intelligence artificielle s'invite particulièrement dans les systèmes de planification dosimétrique, la gestion des données de toutes sortes touchant le profil médical des patients et les paramètres de traitement. Les appareils de planification et de traitement sont de plus en plus sophistiqués et des technologies de plus en plus complexes sont employées; l'intelligence artificielle s'invite également dans la calibration et l'entretien des appareils et des différents systèmes.

Mais qu'est-ce que l'intelligence artificielle (IA) ?

Intelligence artificielle est une expression bien populaire dans plusieurs domaines et elle est sur toutes les lèvres lorsqu'on se projette dans le futur. L'expression ratisse très large en fait et fait référence à toutes les techniques qui permettent d'imiter ou de simuler une forme d'intelligence humaine.

Bien que l'expression soit de plus en plus utilisée et employée à toutes les sauces, dès les années 1950, le mathématicien Alan Turing publie un livre intitulé *Computing Machinery and Intelligence* qui soulève une éventuelle forme d'intelligence que les machines pourraient avoir. De nos jours, la vision artificielle et la reconnaissance vocale sont de bons exemples d'intégration de l'intelligence artificielle dans la vie courante; un autre exemple est celui des filtres antispam qui deviennent de plus en plus efficaces au fur et à mesure

qu'un utilisateur identifie dans ses courriels reçus ceux qui sont indésirables ou au contraire qu'il accepte des courriels classés indésirables par le filtre programmé.

L'intelligence artificielle qui s'invite en radio-oncologie, une menace ?

L'intelligence artificielle peut être vue à la fois comme révolutionnaire et menaçante par son intégration dans différents domaines. On entend souvent, par exemple, que la plupart des emplois de demain n'auront rien à voir avec ceux d'aujourd'hui et on peut se demander dans quelle mesure l'intelligence peut révolutionner le domaine de la radio-oncologie comme bien d'autres spécialités du domaine médical.

La radiothérapie adaptative est un parfait exemple d'intégration de l'intelligence artificielle au quotidien dans l'adaptation du plan de traitement à l'anatomie du patient. La radiothérapie adaptative en temps réel implique que toutes les étapes de recalage d'images, de segmentation d'organes, de replanification, s'il y a lieu, et d'évaluation de la dose cumulée se fassent dans un laps de temps assez court pour que le patient demeure sur la table en attendant que son traitement adaptatif lui soit administré. Toutes ces tâches ne peuvent être réalisées dans un court délai qu'à l'aide d'une forme d'intelligence artificielle qui peut tenir compte des nombreux paramètres à considérer et qu'un être humain peut ensuite valider. C'est là que l'intelligence artificielle entre en jeu; les termes radiothérapie « adaptative »

et intelligence « artificielle » étaient intimement liés dans les présentations de nouveaux produits lors du dernier congrès de l'ASTRO.

Les systèmes de planification présentés par les différentes compagnies gagnent en vitesse et en automatisation de plusieurs tâches grâce à l'intelligence artificielle; l'adaptation de la planification avant l'administration du traitement ou même pendant ce dernier est déjà à nos portes. Plutôt que d'y voir seulement une menace, on peut aussi voir l'intégration de l'intelligence artificielle dans le domaine médical comme un

De plus, n'oublions pas que tout ce qui touche le concept de l'intelligence artificielle a été créé par l'être humain au service de l'être humain, il suffit de s'en servir à notre avantage et le domaine de la radio-oncologie n'y échappe pas !



Figure 2: L'être humain et l'intelligence artificielle.

gain sur le plan de l'évolution tout en restant bien vigilant sur l'aspect éthique, l'aspect légal et que la « machine » demeure au service du professionnel de la santé et non le contraire. De plus, n'oublions pas que tout ce qui touche le concept de l'intelligence artificielle a été créé par l'être humain au service de l'être humain, il suffit de s'en servir à notre avantage et le domaine de la radio-oncologie n'y échappe pas! (Figure 2)

Le « Big data » de la radio-onco !

Le « Big data », c'est l'expression pour désigner des quantités de données tellement volumineuses qu'elles dépassent les capacités humaines et les systèmes classiques de gestion de bases de données. En radio-oncologie, des quantités énormes de données peuvent être enregistrées pour chacun des patients, il suffit de penser à tous les paramètres de la planification ou de l'administration d'un traitement. Également, toutes les données médicales reliées, entre autres, aux diagnostics, aux différents tests, aux données épidémiologiques, aux rapports de pathologie et de génétique et aux ordonnances représentent énormément de données qui, une fois interprétées à grande échelle, peuvent révolutionner l'approche personnalisée pour chacun des patients traités en

La radiothérapie FLASH fait référence à une dose très élevée de radiation ionisante délivrée (tenez-vous bien!) en moins d'une seconde.

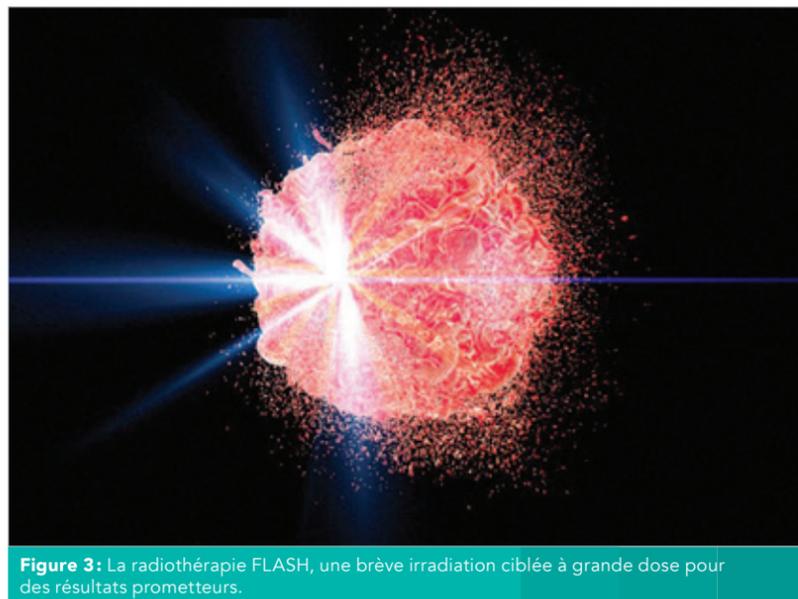


Figure 3: La radiothérapie FLASH, une brève irradiation ciblée à grande dose pour des résultats prometteurs.

Le « Big Data », c'est l'expression pour désigner des quantités de données tellement volumineuses qu'elles dépassent les capacités humaines.

radio-oncologie. Plusieurs compagnies présentaient, lors du dernier congrès de l'ASTRO, des systèmes de gestion et d'analyse de données médicales et de techniques associées aux patients afin de mieux adapter l'approche thérapeutique à la situation de chaque patient.

De plus, les appareils de planification et de traitement génèrent une quantité phénoménale de données, et il est maintenant possible de faire du « Machine learning », c'est-à-dire qu'un appareil ou un système peut apprendre de ses données, par exemple un système de dosimétrie améliore ses performances à mesure que

les dosimétries et les opérations humaines comme la délimitation d'organes ou de volumes s'accumulent dans la base de données. Des systèmes peuvent également prévoir l'entretien ou le remplacement de certaines pièces d'un accélérateur linéaire en suivant leur fonctionnement au fil des irradiations, par exemple.

La radiothérapie FLASH !

La radiothérapie FLASH est une nouvelle technique actuellement développée sur le plan de la recherche dans le domaine de la radio-oncologie. La radiothérapie FLASH fait référence à une dose très élevée de radiation ionisante délivrée (tenez-vous bien!) en moins d'une seconde, voire en une fraction de seconde, par exemple une dose délivrée à un débit de 200 grays par seconde! Une irradiation d'une grande dose dans un temps aussi court pourrait déjouer les bases de la radiobiologie qu'on connaît pour la radiothérapie à des débits de dose plus conventionnels.

Le principe de la radiothérapie FLASH a été découvert un peu par hasard dans les années 1970 alors que des chercheurs américains et européens ont décrit cet effet qu'on appelle FLASH en constatant que des doses élevées de rayonnement ionisant délivrées en un très bref laps de temps avaient un effet protecteur pour les tissus sains.

(Figure 3) Plus récemment, d'autres travaux de recherche tendent à démontrer que cet effet protecteur ne serait pas présent pour les cellules cancéreuses, ce qui porte à croire que des traitements de radiothérapie délivrés en technique FLASH pourraient augmenter l'effet thérapeutique tout en réduisant la toxicité aux tissus sains, et ce, de manière spectaculaire. Les travaux de recherche sont actuellement menés par plusieurs centres de recherche à travers le monde et un consortium de recherche sur la radiothérapie FLASH est même né à la suite des résultats prometteurs qui s'accumulent de plus en plus sur



Figure 4: Appareil de traitement intégrant la résonance magnétique. Représentation d'un faisceau de photons et des champs magnétiques de l'IRM dans un appareil qui unit les deux technologies.

ce nouveau potentiel de traitement. Ces travaux de recherche sont conduits actuellement avec des installations de protonthérapie, mais aussi avec des faisceaux d'électrons à l'aide d'accélérateurs linéaires adaptés pour obtenir le débit de dose requis. Jusqu'à maintenant, les résultats obtenus proviennent d'irradiation de cellules cancéreuses sur des modèles animaux, et l'avancée des recherches est encore bien loin des premiers essais cliniques, mais le potentiel prometteur de cette nouvelle technique de radiothérapie permet d'espérer à de grandes avancées dans le futur.

Résonance magnétique et accélérateur linéaire, l'idée s'implante !

Depuis quelques années, certaines compagnies développent des appareils de traitement où résonance

magnétique et accélérateur linéaire (Figure 4) se côtoient dans un même environnement, quelque chose qui aurait pu paraître impossible il n'y a pas si longtemps. Mettre à proximité les champs magnétiques de la résonance magnétique et les ondes électromagnétiques de l'accélérateur linéaire sans qu'une technologie ait de répercussion sur le bon fonctionnement de l'autre représente tout un défi. Il ne suffit qu'à penser à la trajectoire des électrons lors de leur accélération vers la cible sans que le fonctionnement de la résonance magnétique influence leur parcours pour ainsi réaliser l'ampleur du défi à relever. C'est pourtant devenu une réalité depuis quelques années et déjà plusieurs patients ont été traités à travers le monde avec cette technologie conçue pour délivrer une radiothérapie adaptative en temps réel.



Jumeler tomographie par émission de positrons et accélérateur linéaire, vraiment ?

Sur le même principe que des appareils de traitement combinent maintenant résonance magnétique et accélérateur linéaire, une nouvelle technologie (Figure 5) bien surprenante était exposée au dernier congrès de l'ASTRO, soit un appareil combinant émission de positrons et accélérateur linéaire. Encore à ses débuts, aucun patient n'a encore été traité avec ce type de technologie, mais l'idée semble prometteuse d'utiliser lors d'un traitement de radio-oncologie un type d'imagerie qui, on le sait, a la capacité de repérer avec une grande précision des foyers de cellules cancéreuses. L'idée semble prometteuse de suivre au quotidien les foyers les plus actifs de cellules cancéreuses grâce à ce type d'imagerie fonctionnelle pour ensuite adapter le traitement quotidien. L'avenir nous dira si ce genre de nouvelle technologie s'implantera.

Immunothérapie et radiothérapie, une synergie à exploiter davantage !

La radiothérapie est une technique efficace et établie dans le combat contre le cancer depuis plusieurs années. Les débuts de l'immunothérapie ont eu lieu il y a bien plus longtemps qu'on pourrait penser. Il y a une centaine d'années, un médecin réalisa qu'en infectant les patients, le système immunitaire se réactivait et pouvait ainsi s'attaquer aux cellules cancéreuses. Au cours des dernières années, l'immunothérapie a beaucoup évolué et continue de faire ses preuves avec des résultats prometteurs pour plusieurs cancers. Plusieurs résultats d'études scientifiques présentés lors du congrès exposent un net avantage à combiner davantage radiothérapie et immunothérapie pour l'effet synergique entre ces deux modalités thérapeutiques. Par exemple, les résultats d'études présentés à l'ASTRO cette année et portant sur la combinaison de la radiothérapie et de l'immunothérapie dans le traitement des

cancers du poumon métastatique non à petites cellules révélaient un meilleur contrôle de la maladie. Les mécanismes synergétiques entre ces deux thérapies ne sont pas encore tout à fait élucidés, mais plusieurs études avancent que les cellules cancéreuses irradiées sont plus à même d'être reconnues par le système immunitaire et qu'il en serait de même pour les cellules cancéreuses non irradiées pendant un traitement de radiothérapie, ce qu'on appelle l'effet abscopal; il s'agit de l'effet provoqué sur les tissus éloignés du site irradié, par exemple un foyer de cellules cancéreuses qui ne serait pas inclus dans le volume traité lors d'un traitement. L'immunothérapie a comme objectif d'augmenter la réponse immunitaire, et la radiothérapie peut amplifier ainsi l'efficacité de l'immunothérapie lorsque les deux thérapies sont combinées. Cette synergie entre ces deux thérapies augmente par exemple davantage la stimulation des lymphocytes T impliqués dans l'élimination des cellules cancéreuses comparativement à l'immunothérapie utilisée seule.

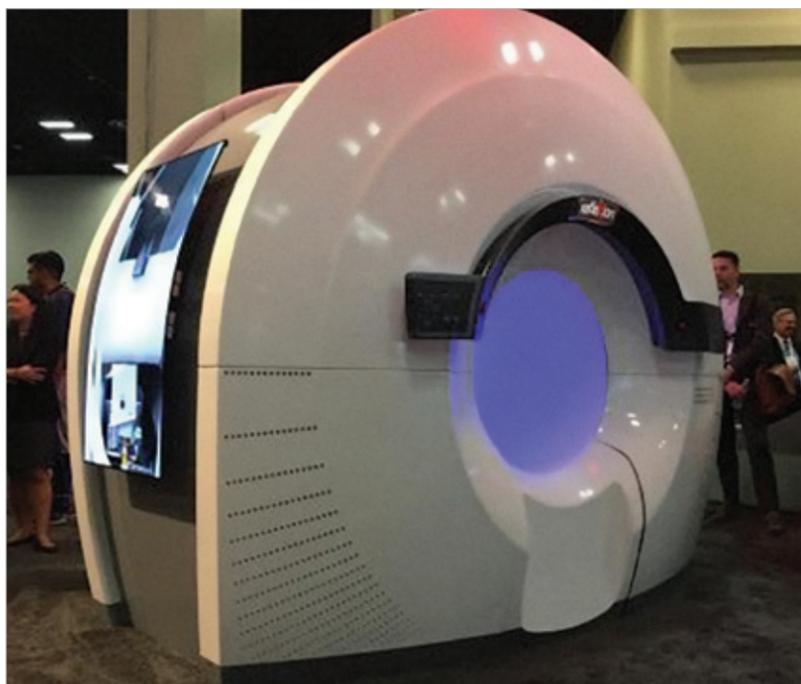


Figure 5: Appareil de traitement intégrant un appareil de tomographie par émission de positrons et un accélérateur linéaire.

FIGURES

1 – Astro targeting cancer care, [En ligne]. [https://www.astro.org] (Consulté le 30 octobre 2019).

2 – Futura Tech, [En ligne]. [https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-intelligence-artificielle-555/] (Consulté le 30 octobre 2019).

3 – Planète santé, [En ligne]. [https://www.planetesante.ch/Magazine/Cancer/Traitement-anticancer/La-radiothérapie-FLASH-l'espoir-d-une-nouvelle-arme-contre-le-cancer] (Consulté le 30 octobre 2019).

4 – Imaging technology news, [En ligne]. [https://www.itnonline.com/article/promise-mri-guided-radiation-therapy] (Consulté le 30 octobre 2019).

5 – Imaging technology news, [En ligne]. [https://www.itnonline.com/content/biology-guided-radiotherapy-may-improve-physician-confidence-treatment-multiple-tumors] (Consulté le 30 octobre 2019).

REMERCIEMENTS

Renée Breton, t.r.o., pour la relecture et la révision linguistique.

Mon expérience à une compétition de dosimétrie au plan international

Cette expérience a permis de valider notre technique de radiothérapie stéréotaxique pulmonaire et de la comparer avec celles d'autres centres.



Karine Audet, t.r.o.
Coordonnatrice en dosimétrie (intérim)

CIUSSS Saguenay
Lac-Saint-Jean
Hôpital de Chicoutimi

Le thème de la Semaine des technologues de cette année était un beau préambule à mon texte: Être fière de ma profession.

J'aimerais vous partager l'expérience que j'ai vécue en participant à un concours international de dosimétrie: il s'agissait de produire un plan de calcul de radiation en radio-oncologie qu'il fallait réaliser selon des exigences préétablies.

Quelque temps avant la tenue du concours, au centre où je travaille, on avait mis en place une technique de traitement de radiothérapie stéréotaxique (SBRT) pulmonaire, reposant essentiellement sur des études du RTOG (*Radiation Therapy Oncology Group*), groupe coopératif de recherche et d'investigation cliniques en radiothérapie formé en 1968 sous la direction du Dr Simon Kramer.

À cette époque, en 2015-2016, dans notre département, nous commençons les traitements de radiothérapie stéréotaxique pulmonaire.

Un travail colossal avait été fait par l'équipe médicale qui désirait offrir ce service à une clientèle très vulnérable: les patients atteints de métastases pulmonaires non opérables, une clientèle qui, souvent, refusait de quitter la région. L'équipe de physique, quant à elle, avait validé la faisabilité d'une telle technique avec notre appareillage, soit trois accélérateurs Linac de Varian. Les coordonnateurs techniques, pour leur part,

avaient planifié les besoins d'immobilisation et le type d'imagerie nécessaire à une telle technique.

Puis vinrent les premières dosimétries, sur des patients tests, réalisées par le coordonnateur de dosimétrie avec la collaboration d'un physicien médical, permettant ainsi d'obtenir la meilleure stratégie de planification.

Après quelques mois de dur labeur et de réunions d'équipe, nos premiers patients étaient en traitement.

Quelques mois plus tard, un comité provincial fut créé pour analyser les techniques complexes. Lors de ces rencontres, la pertinence et la capacité d'offrir des traitements de ce type furent remises en question pour des petits centres comme le nôtre.

Onde de choc! Je ne vous cacherai pas que ces discussions nous ont un peu ébranlés. Au même moment, le Dr Marc-André Brassard eut vent de cette compétition, le

HIGH PERFORMERS FOR 2017 RSS, THE RADIOSURGERY SOCIETY, organisée par le groupe ProKnow dans le cadre du congrès annuel de l'ASTRO à Las Vegas 2017. Disons que cette compétition tombait à point considérant que notre participation permettrait de valider notre technique et de nous comparer à d'autres centres.

Mais qu'est-ce que ProKnow ?

C'est une entreprise qui offre des services d'analyse pour des contrôles de qualité de toutes sortes, tels que le «contourage», c'est-à-dire la délimitation du contour des organes à risque sur un examen de tomodensitométrie, la couverture de dose sur les tumeurs (GTV) et le volume cible prévisionnel (PTV), l'analyse de résultats de mesures, etc.

Cette entreprise offre de la formation pour les étudiants en médecine et permet aussi de comparer des plans dosimétriques avec les autres plans de la communauté de la radio-oncologie.

Donc, à quelques semaines du concours, le Dr Marc-André Brassard nous convoque, Hugo Tremblay, physicien médical et moi-même à son bureau, et nous demande si nous sommes intéressés à participer à un tel concours.

Hugo et moi, nous nous jetons un coup d'œil: «Pourquoi pas? Pourquoi ne pas essayer, nous pourrions ainsi nous comparer et voir ce que nous sommes capables d'accomplir.»

Avec un grand sourire, le Dr Brassard nous dit: «Tant mieux, parce que je nous ai inscrits.»

À nous la compétition!

Au départ, nous recevions les images TDM d'un faux patient.

Le concours comportait deux volets. Le premier volet, une étape commune pour tous les participants, était en lien avec la délimitation du contour des organes à risque (OAR's) à faire sur une série d'images: la trachée, la bronche proximale, l'œsophage et le plexus brachial.

Le deuxième volet consistait à élaborer une dosimétrie de SBRT pulmonaire sur des images fournies par les responsables du concours, images sur lesquelles se trouvait déjà la masse, le PTV et tous les OAR's à protéger.

Mais le résultat qui nous a rendus les plus fiers, c'est celui de la meilleure dosimétrie cliniquement délivrable, par son côté efficacité et reproductibilité, en utilisant le moins d'unités moniteurs.

On décide alors de se partager les tâches. Le docteur Brassard s'occuperait du volet de «contourage» des OAR's. Hugo Tremblay, physicien médical, créerait des scripts pour une meilleure optimisation du travail, et pour ma part, je ferais la dosimétrie.

Un tableau nous était fourni pour comptabiliser les doses reçues par les OAR's. Selon les

résultats obtenus pour chaque organe, un pointage était attribué selon la couverture de dose au PTV et la compacité de la dose autour du PTV.

Obtenir une note parfaite tenait du miracle, car on devait couvrir 100% du PTV avec la dose de prescription et, de plus, la couverture de l'isodose 100% ne devait pas excéder le PTV.

Dans les règlements, il n'y avait aucune restriction quant au genre de dosimétrie que l'on pouvait faire, seul le résultat comptait.

Le document fourni incluait les exigences de dose minimale à l'ITV (la masse pulmonaire incluant son mouvement respiratoire), de couverture de dose au PTV et quatre autres critères soit la Dcc (dose par volume), la D99%, la D98% et la dose maximale de 1%.

On évaluait aussi la dose aux organes à risque, tels que la trachée, l'œsophage, les gros vaisseaux, le cœur, le plexus brachial, la peau, la paroi thoracique, les deux poumons et le volume cible prévisionnel du canal médullaire (PRV).

Pour chaque exigence, nous devions atteindre le minimum requis, sinon... échec. Plus nous nous approchions de l'idéal, plus nous obtenions de points.

Certaines exigences rapportaient plus de points que d'autres: les points pouvaient varier de cinq à dix.

Donc, chaque décision offrait son lot de points.

C'est là que tout le savoir-faire du physicien médical m'a aidé à l'élaboration de la dosimétrie. Il programma un script qui analysait mes résultats, me donnant ainsi la dose pour chaque organe

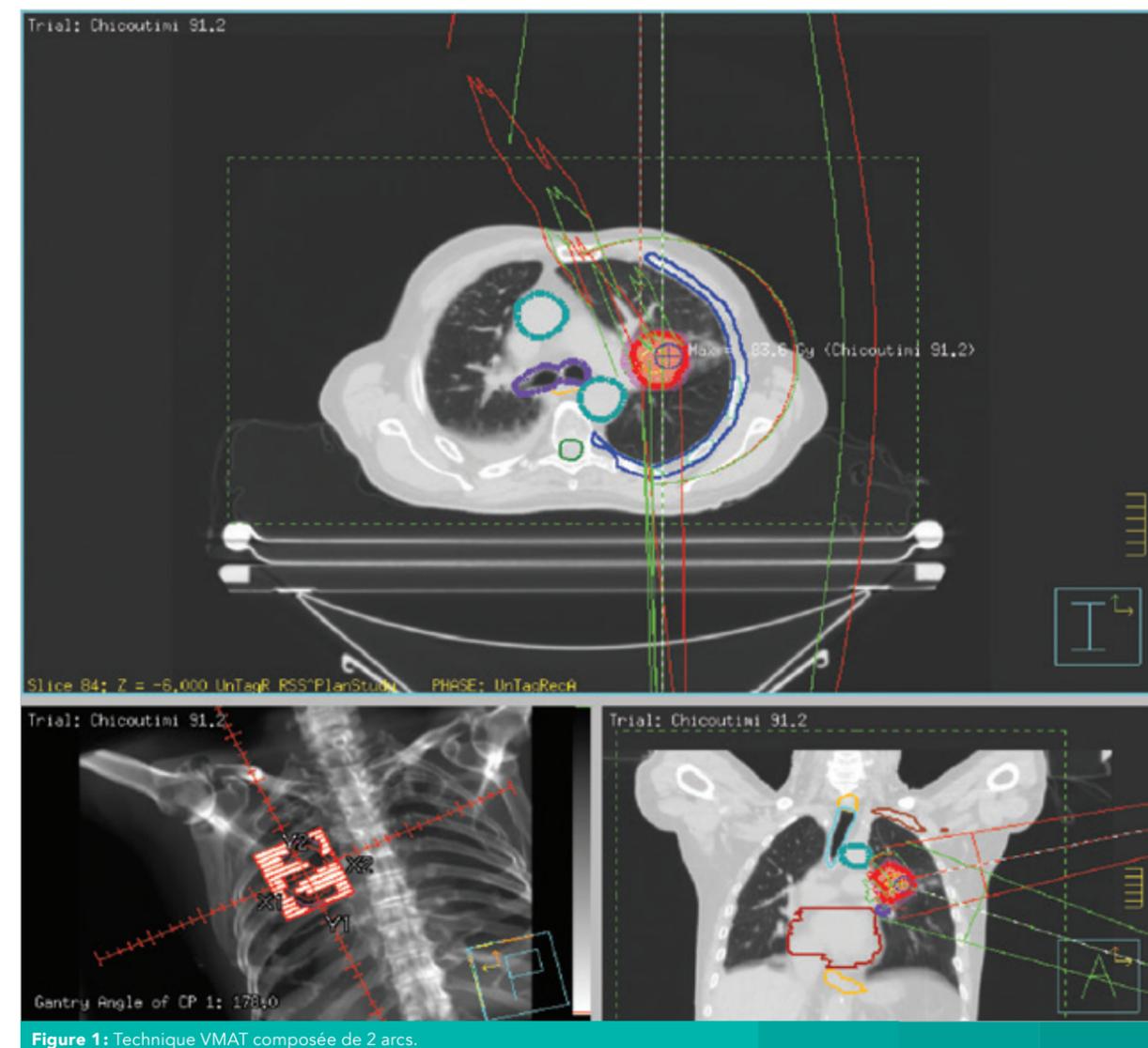


Figure 1: Technique VMAT composée de 2 arcs.

à risque (OAR's), la couverture de mon PTV, la conformité de la dose, tout en me fournissant le pointage, selon chacune des exigences, et le résultat total de mon plan dosimétrique.

Ceci m'a permis de mieux centrer mes efforts là où il était possible d'accumuler le plus de points.

Tel que convenu, j'ai appliqué la stratégie utilisée en clinique, soit un VMAT (Modulation d'intensité volumétrique par arc thérapie)

de deux arcs, un socle de table à 20 degrés et l'autre à 340 degrés, avec un parcours angulaire du bras d'appareil de 208 degrés. (Figure 1)

J'y ai consacré environ six heures, temps d'optimisation inclus, ce qui correspond sensiblement au temps que l'on consacre à l'optimisation d'un tel plan en clinique.

Deux semaines avant le congrès annuel de l'ASTRO 2017, nous devions faire parvenir notre plan.

Je ne vous cacherai pas que la fin de semaine de la divulgation des résultats, Hugo Tremblay et moi-même avons hâte d'avoir des nouvelles du Dr Marc-André Brassard, qui lui était sur place, au congrès de Las Vegas.

Un tableau des 225 meilleurs résultats fut dévoilé, toutes techniques confondues: VMAT, IMRT, avec différents logiciels de calcul comme Monaco, Eclipse, RayStation et Pinnacle.



Figure 2: De gauche à droite : Dr Marc-André Brassard (radio-oncologue), Karine Audet, t.r.o. (coordonnatrice en dosimétrie) et Hugo Tremblay (physicien médical).

Ces résultats ont confirmé que, même si nous travaillons dans un centre régional modeste, nous sommes capables de grandes réalisations!

Le Dr Marc-André Brassard nous a fait parvenir le lien nous donnant accès aux résultats. Nous nous sommes classés 25^e sur les 225 meilleurs résultats, tous plans confondus. Nous nous sommes classés en 2^e position parmi ceux qui utilisaient le système de planification Pinnacle de Phillips. Mais le résultat qui nous a rendus les plus fiers, c'est celui de la **meilleure dosimétrie cliniquement délivrable**, par son côté efficacité et reproductibilité, en utilisant le moins d'unités moniteurs.

Quel soulagement! Je vais admettre que malgré le fait que nous croyions en notre technique, ce résultat nous a comblés de joie. Ces résultats ont confirmé que, même si nous travaillons dans un centre régional modeste, nous sommes capables de grandes réalisations!

Quelques semaines plus tard, la compagnie ProKnow a pris contact avec nous, nous demandant des précisions sur notre dosimétrie, nos contours et nos objectifs d'optimisation, ainsi que la permission d'utiliser notre technique comme référence.

C'était tout un honneur et c'est avec fierté que nous avons accepté la demande.

Cette technique, nous en étions fiers. Nous l'avions développée en équipe. L'équipe médicale avait identifié le besoin; elle avait cette volonté d'offrir ce service aux gens de notre région.

L'équipe de physique a fait la recherche et la vérification de ce qu'une telle technique demandait; avec l'appui de l'équipe médicale, des demandes ont été faites pour l'achat de matériel de mesure.

Les coordonnateurs du secteur planification et du secteur traitement se sont assurés de la mise en œuvre d'une telle technique. Le coordonnateur du secteur de la dosimétrie, avec l'équipe de physique, a élaboré la meilleure stratégie d'optimisation selon les capacités de performance du logiciel Pinnacle pour un meilleur résultat possible.

Ces honneurs, le Dr Marc-André Brassard, le physicien médical Hugo Tremblay et moi-même les avons acceptés au nom de toute l'équipe, car c'est grâce à tous que nous avons pu mettre en service cette technique. **(Figure 2)** Nous sommes fiers de faire partie d'une équipe où chaque membre a sa place et son travail à accomplir.

De ce fait, je suis fière d'être technologue en radio-oncologie, membre de l'OTIMROEPMQ.

FÉLICITATIONS À TOUS LES NOUVEAUX TECHNOLOGUES!

PRESTATION DE SERMENT | PROMOTION NOVEMBRE 2019

22 finissants réunis à Montréal ont prêté serment le 28 novembre dernier lors de la soirée spéciale organisée pour l'occasion par l'Ordre.



Bienvenue au sein de l'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec!



On s'occupe de vos finances. On vous laisse le soin des patients.

Économisez jusqu'à **1 035 \$*** annuellement.

Adhérez à l'offre exclusive pour les **technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale.**

bnc.ca/specialiste-sante

Fière partenaire de :

l'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 Platine, *World Mastercard*^{MD} ou *World Elite*^{MD} *Mastercard*^{MD} de la Banque Nationale. L'économie annuelle potentielle de 1 036 \$ est une illustration de ce qui peut être obtenu par un détenteur de l'offre. Elle est basée sur le profil type d'un détenteur de l'offre qui détient ce qui suit : un forfait bancaire équivalent au forfait Le Total^{MC}; une carte de crédit *World Elite Mastercard*; une marge hypothécaire Tout-En-Un Banque Nationale^{MD} avec un solde annuel courant de 150 000 \$; une marge de crédit personnelle avec un solde annuel courant de 25 000 \$, le tout avec une bonne cote de crédit auprès des bureaux de crédit. L'économie a été calculée de la manière suivante : absence de frais mensuels liés aux transactions incluses dans le forfait Le Total (économie annuelle de 311 \$), plus un rabais annuel de 0,25 % sur le taux de la marge Tout-En-Un (économie annuelle de 375 \$), plus un rabais annuel de 2,00 % sur le taux de la marge personnelle (économie annuelle de 500 \$), moins le montant des frais annuels liés à la carte de crédit *World Elite Mastercard* pour un an. Ces rabais représentent la différence entre ce que pourrait avoir un client ne faisant pas partie de l'offre, et un client qui en fait partie. Certaines conditions d'admissibilité s'appliquent, pour plus de détails, visitez bnc.ca/specialiste-sante. Il se peut que l'économie potentielle ne représente pas l'économie nette que vous obtiendrez, puisqu'elle varie selon votre situation financière. ^{MD} MASTERCARD, WORLD MASTERCARD et WORLD ELITE sont des marques de commerce déposées de Mastercard International inc., employées sous licence par la Banque Nationale du Canada. ^{MD} TOUT-EN-UN BANQUE NATIONALE est une marque de commerce déposée de la Banque Nationale du Canada. © 2019 Banque Nationale du Canada. Tous droits réservés.