

1

PROJET ÉTUDIANT 2024

Titre du projet: L'évolution des connaissances du mécanisme d'action la radiothérapie sur les cellules cancéreuses

Durée du projet : 8 semaines

Objectifs: Évaluer comment les connaissances sur l'effet de la radiothérapie sur les cellules cancéreuses ont évolué depuis la découverte de l'effet bénéfique des rayons X, et de la radioactivité.

Contexte :

Après la découverte des rayons X en 1895, les chercheurs ont constaté que les rayons peuvent être utilisés pour guérir les maladies bénignes et malignes. Alors médecins et physiciens organisaient souvent des débats scientifiques pour déduire des données cliniques et trouver une explication biologique quant à l'effet des rayons X sur les cellules. Ils ont constaté que l'énergie émise par les rayons X est vraiment petite et ne suffit pas pour chauffer un peu d'eau, mais capable d'éliminer un cancer.

Dans les années 1920, on avait découvert que les rayons X peuvent causer des mutations et avoir un effet sur l'ADN. Dans les années 30, des physiciens de renommée ont essayé de déchiffrer le mécanisme physique de la radiation. Ils ont laissé en conséquence une intéressante documentation, très compréhensible pour les médecins.

En 1953, Watson et Crick ont découvert que l'ADN est un double brin et que la radiation provoque une cassure de ce double brin, ce qui a éclaté les connaissances du fonctionnement de la radiothérapie.

Travail à effectuer :

- L'étudiant devra procéder à une revue de la littérature et identifier les articles pertinents pour ensuite rédiger un article sur le sujet. Nous avons déjà une large collection de livres et articles pertinents.
- Écrire un article scientifique en anglais. L'étudiant sera le premier auteur. Il devrait être prêt, si accepté, à présenter les résultats de ses recherches à des congrès locaux ou nationaux.

Le projet de recherche est bien planifié pour que l'étudiant puisse tout de suite débiter avec une revue de la littérature. Ce travail est intéressant pour un étudiant qui s'intéresse à la radiologie, la biologie moléculaire et la physique.

Les connaissances étudiées aux Cégeps, ou celles qui sont précliniques sont suffisantes pour ce projet. Mais l'étudiant devrait quand même avoir une affinité pour la physique et la biologie moléculaire.

Ce projet aura pour but de souligner l'importance du fonctionnement de la radioactivité et les rayons X.

Au terme de ce projet, l'étudiant aura acquis des connaissances importantes pour une carrière dans une discipline radiologique comme la médecine nucléaire, radio-oncologie ou radiologie diagnostique.

Daniel Taussky, MD, Radio-oncologie, CHUM, Montréal. Janvier 2024

2

Quantification et correction de l'impact de la fonction rénale sur les radiopharmaceutiques éliminés par les reins

Superviseur : Guillaume Chaussé MD, Médecine Nucléaire, CIUSSS NIM

objectifs du stage

- Se familiariser avec l'imagerie médicale, principalement la médecine nucléaire
- Apprendre les bases de la statistique appliqué à l'imagerie médicale
- Développer une connaissance approfondie de l'importance de la fonction rénale sur la biodistribution des radiopharmaceutiques
- Apprendre les éléments fondamentaux de la reconstruction d'image 2D et 3D issues de rayons gamma

description du projet

Plusieurs radiopharmaceutiques utilisés pour l'imagerie moléculaire – notamment en oncologie - comme le [18F]F-FDG et le [99mTc]Tc-MDP, ont une excrétion rénale comme principale voie d'élimination. Si administrés par voie veineuse, ils se distribuent dans tout le corps, se fixe à leur cible respective, puis l'excédent se trouve éliminé par voie urinaire. Lorsque la fonction rénale est très limitée, le temps d'élimination augmente, résultant en une activité radiopharmaceutique augmentée des tissus « non-cibles », participant à ce que l'on dénomme le bruit de fond de l'image. La solution principale à ce problème est d'acquérir les images beaucoup plus tardivement.

Nous faisons l'hypothèse que la captation et l'élimination des radiopharmaceutiques par les reins est proportionnelles à la fonction rénale. Également, nous croyons que cette relation peut servir à reconstruire l'image en corrigeant pour le temps d'élimination augmenté.

Pour répondre à ces questions, nous avons dessiné une étude rétrospective portant sur les patients ayant eu une imagerie en médecine nucléaire au CIUSSS NIM.

L'étudiant aura pour objectif de récolter les éléments cliniques du dossier patient pour déterminer la fonction rénale, puis les images des patients. À l'aide de logiciels semi-automatisés et d'une équipe de collaborateur, l'étudiant pourra comparer la captation rénale de l'image à la valeur clinique de la fonction rénale. Si la relation entre la captation rénale et la fonction rénale peut être modélisée, l'étudiant participera à l'élaboration d'une stratégie de reconstruction/correction des images afin d'obtenir des images « corrigées pour la fonction rénale ».

Portée du projet :

- Pouvoir estimer la fonction rénale en n'utilisant que l'imagerie moléculaire

- Établir un algorithme de reconstruction d'image qui permet l'acquisition d'image de qualité similaire, à un temps de captation similaire, invariablement de la fonction rénale du patient.

tâches du stagiaire

- L'étudiant participera à la création d'une banque de donnée portant sur la fonction rénale de patients ayant eu une imagerie en médecine nucléaire utilisant un radiopharmaceutique dont l'élimination principale est rénale.
- L'étudiant procédera à l'analyse des données, incluant le calcul de la fonction rénale, le traçage de région d'intérêt et la collecte de statistique des images
- L'étudiant analysera les données et effectuera l'analyse statistique nécessaire pour obtenir une correspondance entre la fonction rénale et l'activité rénale
- L'étudiant collaborera avec une équipe d'expert en science de l'informatique et ensemble, ils travailleront sur la reconstruction d'image, la correction du bruit de fond des images et la quantification de l'impact de l'insuffisance rénale sur le bruit de fond

compétences demandées

Maîtrise du français et de l'anglais

Capacité à collaborer avec des collègues de différents milieux avec une expertise dans différents domaines

3

Apprentissage fédéré pour la classification de maladies diffuses du foie par imagerie ultrasonore

Sous la supervision de An Tang, MD, MSc, FRCPC, FCAR
Laboratoire clinique de traitement de l'image (LCTI)
Département de radiologie du CHUM

DURÉE : 8 semaines

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte: La maladie du foie gras (NAFLD, pour nonalcoholic fatty liver disease) est la première pathologie hépatique en terme de prévalence dans les pays occidentaux, affectant 20-30% de la population et jusqu'à 90% des patients souffrant de diabète ou d'obésité. La maladie du foie gras prédispose à la stéatohépatite non-alcoolique, la cirrhose ou encore l'insuffisance hépatique. La méthode actuelle de référence pour le diagnostic est la biopsie, reconnue pour être invasive, coûteuse et sujette à des complications. À l'inverse, l'imagerie ultrasonore (IUS) est non-invasive, non-ionisante, accessible et peu coûteuse. La modalité souffre encore d'un manque de techniques dédiées permettant de surpasser les limitations de sa faible résolution spatiale, mais présente un fort potentiel de développement pour la détection précoce de la maladie du foie gras.

Hypothèse: Nous émettons l'hypothèse que l'apprentissage fédéré (multi-institutions) des réseaux de neurones convolutionnels, peuvent permettre la classification de stéatose hépatique et le diagnostic de stéatohépatite à grande échelle.

OBJECTIFS : Grâce à l'architecture unique de l'entrepôt de données du CHUM (CITADEL) et de la plateforme multicentrique CODA, nous planifions la collecte de milliers d'examen ultrasonores sur une période rétrospective de 5 ans, ainsi que les résultats des biopsies associées.

TÂCHES DU STAGIAIRE :

- 1- Contribuer à l'annotation d'images ultrasonores (identifier les organes et les incidences), segmenter les images (délimiter les organes) afin de créer un jeu de données qui servira de standard de référence pour l'entraînement de réseaux de neurones.
- 2- Identifier les paramètres quantitatifs d'imagerie les plus pertinents pour le diagnostic (eg. texture, entropie) afin d'optimiser nos méthodes.
- 3- Collaborer avec des spécialistes en intelligence artificielle et en vision assistée par ordinateur, afin de développer des modèles supervisés ou semi-supervisés pour prédire la présence de pathologie diffuse du foie à l'aide de l'imagerie ultrasonore.
- 4- Participer à l'analyse des résultats, la préparation d'abrévés et articles scientifiques.

COMPÉTENCES DEMANDÉES :

- 1- Proactivité
- 2- Rigueur
- 3- Intérêt pour la recherche

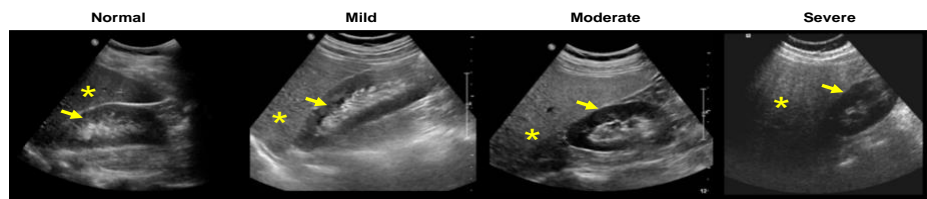


Figure 1. Liver B-mode ultrasound images observed in 4 patients presenting various steatosis grades (left to right) showing that liver echogenicity (brightness, star cursor) relative to the right kidney (arrow cursor) increases with higher liver steatosis grades.

POUR PLUS D'INFORMATIONS

Chercheur: <http://crchum.chumontreal.gc.ca/chercheurs/tang>

Publications: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/myncbi/an.tang.1/bibliography/public/>

4

PROPOSITION D'UN STAGE D'ÉTÉ EN RECHERCHE POUR L'ÉTÉ 2024

Le masculin est employé afin d'alléger le texte.

Équipe

Dr François Michaud, résident en radiologie

Dr Matthew Seidler, radiologiste spécialisé en imagerie du sein au CHUM

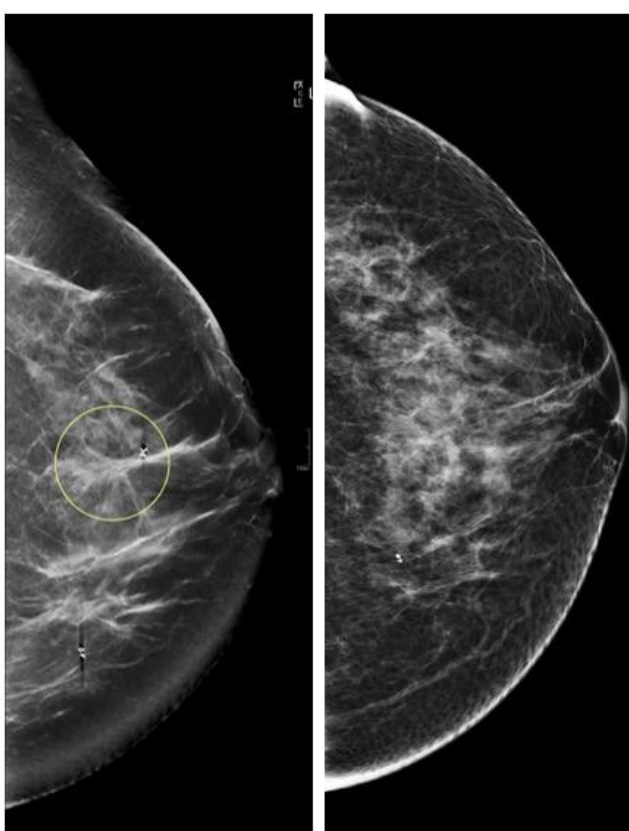
Lieu du stage

Pour la durée du stage, l'étudiant aura accès à une station de travail au département de radiologie du CHUM. Selon ses intérêts, il aura l'opportunité de participer aux activités académiques ayant lieu au département durant son stage. Il lui sera également offert d'assister au déroulement des activités du Centre de référence pour investigation désignés (CRID) du CHUM. Dans l'éventualité où des mesures sanitaires sévères devaient être instaurées limitant l'accès à l'hôpital, l'entièreté du projet pourra être accompli à distance.

Description du projet

Titre du projet : Implémentation de la tomosynthèse dans le dépistage de routine du cancer du sein au CHUM – projet d'audit clinique.

Introduction : Le cancer du sein demeure l'une des principales causes de décès chez les femmes à l'échelle mondiale, soulignant l'importance cruciale d'un dépistage précoce pour améliorer les taux de survie [1]. La tomosynthèse, une technique d'imagerie médicale tridimensionnelle, a émergé comme une avancée significative dans le domaine du dépistage du cancer du sein pour compléter la mammographie digitale bidimensionnelle. Cette méthode offre une visualisation plus détaillée des tissus mammaires, permettant une détection plus précise des lésions potentielles. Afin d'éviter la dose excédentaire liée à une double exposition pour l'obtention concomitante des images de tomosynthèse et de mammographie digitale, des images de mammographie bidimensionnelles synthétiques sont produites à partir des acquisitions de tomosynthèse. Ceci permet d'offrir une qualité diagnostique équivalente à la mammographie digitale conventionnelle pour une dose comparable [2]. Durant la dernière décennie, de nombreuses études ont démontré que l'implémentation de la tomosynthèse combinée à la mammographie bidimensionnelle synthétique surpasse la mammographie digitale seule, notamment sur la base de deux critères principaux : un taux de détection de cancer plus élevé, et un taux de rappel plus faible [2,3,4]. À la lumière de ces résultats, le protocole de dépistage du cancer du sein au CHUM a été



(Gauche) image sélectionnée de tomosynthèse mammaire démontrant une distorsion architecturale suspecte. (Droite) image de mammographie digitale conventionnelle où l'anomalie est occulte. [5]

modifié au printemps 2023. Après près d'un an d'utilisation clinique de routine, la supériorité de ce nouveau protocole de dépistage paraît évidente pour les radiologistes, mais elle demeure à être démontrée formellement. À cette fin, l'atlas *Breast Imaging Reporting and Data Systems* (BI-RADS) fournit un devis standardisé pour procéder à l'audit clinique de la performance de la mammographie de dépistage.

Objectif du projet : Le projet d'audit clinique proposé vise à comparer la performance diagnostique du dépistage au CHUM avant et après l'implémentation du protocole de dépistage incluant la tomosynthèse combinée à la mammographie bidimensionnelle synthétique.

Méthodes : en conformité avec le devis d'audit clinique fourni par l'atlas BI-RADS, les examens de mammographie de dépistage effectués au CHUM durant la période de six mois précédant la mise en place du protocole de tomosynthèse répertoriés, de même que les examens effectués durant la période de six mois suivant la mise en place du protocole. Par la suite, selon les critères rigoureux établis par l'atlas BI-RADS, chaque examen sera classifié selon qu'il s'agisse d'un vrai positif, d'un vrai négatif, d'un faux positif, ou d'un faux négatif. Finalement, les mesures de performance, incluant le taux de détection de cancer, le taux de rappel, le PPV(1-3), la sensibilité, et la spécificité, seront calculées pour chaque groupe et comparés.

Tâches du stagiaire

- Dans un premier temps, le stagiaire mettra sur pied une base de données répertoriant l'entièreté des examens de mammographie de dépistage ayant eu lieu durant les périodes données et répondant aux critères d'inclusion et d'exclusion. Pour chaque examen, plusieurs paramètres seront notés. Chaque examen devra être classifié selon qu'il s'agisse d'un vrai positif, d'un vrai négatif, d'un faux positif, ou d'un faux négatif. Les cas équivoques seront discutés en équipe.
- Dans un second temps, le stagiaire fera les analyses statistiques pertinentes en utilisant le programme SPSS avec l'assistance de biostatisticiens lorsque nécessaire.
- Finalement, tel qu'attendu par le programme de bourses d'étudiants d'été, un rapport de stage devra être produit.
- S'il le désire, le stagiaire aura l'opportunité de présenter les résultats de ses recherches à la Journée Universitaire du Département de radiologie, radio-oncologie et médecine nucléaire.

Objectif de stage

- Initiation à la recherche, en particulier à l'audit clinique : acquisition de données, analyse statistiques, rédaction d'un rapport de recherche, divulgation des résultats en congrès si désiré.
- Initiation à l'imagerie du sein : les indications, les modalités, les algorithmes de prise en charge. Sur une base informelle, le stagiaire pourra bénéficier d'enseignement individuel en lien avec l'anatomie, les pathologies mammaires, et l'interprétation d'images radiologiques.
- Si désiré, participation à certaines activités académiques du département ayant lieu durant le stage, et participation en tant qu'observateur aux activités cliniques du département.

Compétences demandées

Aucune connaissance préalable n'est exigée pour entreprendre ce projet. Toutefois, le stagiaire devra avoir un intérêt pour l'imagerie du sein. De plus, des aptitudes de base informatiques sont attendues afin d'utiliser le PACS (système d'archivage et de transmission d'image), Radimage (le système d'information radiologique), la suite Microsoft Office, et les logiciels de statistique le cas échéant.

Références

- [1] *Ten leading causes of death* (2018), sur le site *World Health Organization*. Consulté le 20 février 2024. <https://apps.who.int/gho/data/view.wrapper.MGHEMORTCAUSE10> (Accessed: 24 February 2024).
- [2] Heywang-Köbrunner, S.H. et al. (2021) “*Digital Breast Tomosynthesis (DBT) plus synthesised two-dimensional mammography (S2D) in breast cancer screening is associated with higher cancer detection and lower recalls compared to Digital Mammography (DM) alone: Results of a systematic review and meta-analysis.*” *European Radiology*, 32(4), pp. 2301–2312. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08308-8>
- [3] Phi, XA., Tagliafico, A., Houssami, N. et al. (2018) “*Digital breast tomosynthesis for breast cancer screening and diagnosis in women with dense breasts – a systematic review and meta-analysis.*” *BMC Cancer* 18, 380. <https://doi.org/10.1186/s12885-018-4263-3>
- [4] Yun, S.J., Ryu, CW., Rhee, S.J. et al. (2017) “Benefit of adding digital breast tomosynthesis to digital mammography for breast cancer screening focused on cancer characteristics: a meta-analysis.” *Breast Cancer Res Treat* 164, 557–569. <https://doi.org/10.1007/s10549-017-4298-1>
- [5] *Recent Studies Support the Effectiveness of Digital Breast Tomosynthesis* (10 avril 2019), sur le site *Department of Radiology and Biomedical Imaging, University of California, San Francisco*. Consulté le 20 février 2024. <https://radiology.ucsf.edu/blog/recent-studies-support-effectiveness-digital-breast-tomosynthesis-dbt>

5

PROJET ÉTUDIANT 2024

Titre : Collection de cas intéressants d'imagerie hybride nucléaire

Maîtres de stage

Dr Khun Visith Keu, nucléiste et chef de département d'imagerie médicale
Autres nucléistes du CISSS de Laval

Objectifs du stage

- Créer une collection de cas intéressants pour les externes, les résidents, les moniteurs cliniques, et les médecins en pratique.
- Familiariser avec les diverses techniques de médecine nucléaire, dont l'imagerie hybride TEMP-TDM et TEP-TDM ;
- Présentation d'un cas intéressant à un congrès de médecine nucléaire.

Description du projet

Le service de médecine nucléaire au CISSS de Laval a un haut débit d'examen et un éventail important de pathologies différentes. Afin de pouvoir partager davantage ces connaissances avec la communauté médicale, un outil de recherche rapide informatique est nécessaire. De plus, une validation de nos impressions cliniques nous apparaît primordiale pour la robustesse de notre approche pédagogique. Cette banque de cas pourra être utilisée pour l'enseignement aux étudiants, résidents, moniteurs cliniques et médecins en pratique. Également, la possibilité de faire un choix rapide de cas permettra la création plus simple des pratiques d'examen oraux pour les résidents en fin de formation.

L'étudiant en stage d'été aura la possibilité de faire des journées d'observations en médecine nucléaire ou d'autres secteurs d'imagerie, comme la radiologie diagnostique. Le travail peut être fait, en partie, en télétravail.

Il est probable que des cas puissent être publiés dans des journaux scientifiques et/ou présenter dans des congrès de médecine nucléaire. Par conséquent, il est possible que l'étudiant soit sollicité à quelques reprises durant l'année scolaire, après son stage estival.

Tâches du stagiaire

- Saisie de données dans le logiciel List d'Office 365 ou l'équivalent ;
- Validation des impressions cliniques dans les rapports d'imagerie en faisant la révision du dossier médical numérisé : suivi longitudinal, pathologie, microbiologie, autre imagerie ;
- Publication potentielle de cas rares ou intéressants dans des journaux scientifiques.

Compétences demandées

- Bonne connaissance de la suite Office 365

6

Analyse bibliométrique des publications du Département de radiologie, radio-oncologie et médecine nucléaire

Sous la co-supervision de :

An Tang, MD, MSc, FRCPC
Carl Chartrand-Lefebvre, MD, MSc, FRCPC
Eve-Lyne Marchand, BSc, MD, PhD, FRCPC

DURÉE : 8 semaines

CONTEXTE Le Département universitaire de radiologie, radio-oncologie et médecine nucléaire est constitué de professeurs et chercheurs cliniciens et fundamentalistes. Les publications peuvent être notamment de nature éducative, scientifique ou éditoriale.

OBJECTIFS : Nous souhaitons documenter et analyser la productivité en termes de publications provenant de notre département universitaire et de nos professeurs.

TÂCHES DU STAGIAIRE : L'étudiant retenu travaillera sous la co-direction de trois membres du DRROMN. Nous invitons l'étudiant à faire preuve de curiosité et créativité dans la collecte de données et la publication des résultats, soit destinés à usage interne (notamment afin de déterminer la politique universitaire de publications en libre accès) et pour publication. Les analyses souhaitées incluent notamment ce qui suit :

- Bibliométrie du département universitaire (DRROMN)
- Évaluation publications au cours des 5 dernières années
- H-index départemental au cours des dernières années
- Types d'articles. Exemples: *original manuscripts, review articles, meta-analyses, editorial, practice guidelines, white papers, case reports, pre-print, abstract proceedings*
- Analyses de sous-groupes (à caractère exploratoire):
 - Fundamentalistes vs cliniciens
 - Chercheurs-boursiers, détenteurs de recherche, PTG, PTU, autres
 - Genre/sexe
 - Productivité par tranche d'âges (20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, >70)
 - Selon rang de professeur (adjoint, agrégé, titulaire de clinique, titulaire, etc.)
- Nombre de citations par article
 - moyenne globale
 - pour articles *open access*
 - pour article derrière *pay-wall*
 - en moyenne par article à la 1^{ère} année, 2^{ème} année, 3^{ème} année, 4^{ème} année, 5^{ème} année, ≥ 6 ans post publications
- Coût de publications open access pour journaux dans lesquels les articles ont été publiés par le DRROMN
 - Quel serait le coût pour tout rendre *open access* ?
 - Quel serait le coût pour tout rendre *open access gold* ?
 - Quels articles devraient être privilégiés pour le maximum de visibilité ?
- Pourcentage de compliance aux exigences des organismes subventionnaires (« compliant with funding mandates from NIH, CIHR, FRQS, others »)
 - Information disponible sur *Google Scholar*
- Liste des journaux
 - dans lesquels sont publiés les articles par le DRROMN
 - facteur d'impact de ces journaux

CONTRIBUTION DE L'ÉTUDIANT : L'étudiant présentera ses résultats à la Journée universitaire du Département de radiologie, radio-oncologie et médecine nucléaire, et sera invité à rédiger un manuscrit scientifique (exemple : Academic Medicine ou CMAJ). Cette présentation et rédaction pourraient demander un minimum de disponibilité et une contribution après le stage, durant la période de l'année académique. Le stage se déroulera en mode hybride. L'étudiant pourra de façon ponctuelle être exposé aux activités cliniques dans le département de radiologie du CHUM ainsi qu'au département de radio-oncologie de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont en tant qu'observateur auprès des co-superviseurs.