

Sujet de thèse 2021-2024

IRM de la tête et du cou pour la planification de radiothérapie

Contexte scientifique:

Le scanner X est aujourd'hui l'imagerie de référence pour la planification des doses en radiothérapie. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) permet toutefois une meilleure visualisation et caractérisation des tissus mous entraînant une délimitation plus précise des tumeurs ((Maria A, 2015 ; Owrangi AM, 2018). Elle nécessite toutefois par la suite soit de générer des images tomodensitométriques de substitution ou synthétiques à partir d'images RM sur lesquelles est réalisée la planification soit le calcul direct de dose à partir d'images par RM se basant sur des hypothèses physiques (Demol, 2015). Si la planification dans les régions du cerveau et du pelvis et en particulier la zone de la prostate ont fait l'objets de nombreuses études de validation, la sphère oto-rhino-laryngée (ORL) a été beaucoup moins étudiée vu sa complexité anatomique et sa bien plus grande variété de densité tissulaire (Largent A, 2020).

Le service de radiothérapie du Centre Léon Bérard est un centre de référence dans la prise en charges des tumeurs ORL dans la région Auvergnnes-Rhône-Alpes. Cette région demeure une région plus difficile à étudier. C'est tout d'abord une région dans laquelle le champs magnétique statique est relativement inhomogène en raison des nombreuses interfaces air/tissus et peut être sujet à des artefacts qui ne se traduisent par des déformations de l'image en forme et intensité. Cette région est également sensible aux artefacts de mouvements respiratoires et de et déglutition. Par ailleurs, le masque de contention utilisé en radiothérapie nécessite d'utiliser d'autres antennes que les antennes dédiées tête et cou.

Pour l'élaboration d'image CT de synthèse, différentes stratégies ont été rapportées notamment (i) celles établies sur l'assignation de densités à partir de volume d'intérêt déterminée sur l'IRM, (ii) les méthodes ayant recourt à l'apprentissage automatique et (iii) les méthodes par recalage d'atlas.

Si l'assignation de densité est moins complexe à mettre en œuvre car elle ne nécessite pas la constitution préalable d'une base d'apprentissage, cette dernière est limitée par des difficultés d'automatisation et nécessite l'intervention d'un opérateur expert. D'autre part, ces performances sont en deca des méthodes d'apprentissage. Toutefois, l'IRM multiparamétrique et quantitative pourrait améliorer les performances de cette méthode car elle permet de décomposer quantitativement et automatiquement les composantes aqueuses (eau liée, eau libre), osseuse et grasseuse du tissu. D'autre part l'IRM quantitative peut être intéressante pour l'entraînement de modèles étant données qu'elle produit des images plus indépendantes des paramètres d'acquisition, de l'appareillage et porteuse d'une information tissulaire plus pertinente.

Objectif:

Dans ce contexte, l'objectif de ce projet de thèse est de valider l'utilisation des seules images IRM pour la délimitation des organes à risque (OAR), la détermination du volume cible (TV), et pour le calcul de la dose dans les tumeurs épidermoïde de la tête et du cou.

Le plan de recherche est composé des étapes suivantes :

- Définir un protocole d'IRM de la région tête et cou de manière à réduire l'ensemble des artefacts d'image tout en permettant la classification, la caractérisation des tissus, ainsi que l'élaboration de scanner synthétique. Les séquences candidates sont les séquences de (1) Chemical Shift Encoding (quantification des composantes grasses et établissement des cartes de susceptibilité magnétique ; (2) Ultra short echo-time (pour la détermination des zones osseuses et aériennes) ; (3) Diffusion pour la caractérisation des tumeurs, et la détermination des zones liquidiennes.
- Valider des algorithmes de segmentation automatique pour la délimitation des Organes at Risk (glandes salivaires, moelle épinière, cavité orale, muscle constricteur, structures optiques, ...) et la segmentation des volumes tumoraux;
- Comparer avec les images CT
- Générer des images synthétiques de scanner X et de densité électronique. Pour cela l'IRM

quantitative multiparamétrique sera utilisée pour produire automatiquement des scanners synthétiques par assignation de données. En parallèle, une base d'apprentissage incluant des CT et des IRM acquises selon le protocole détaillé ci-dessus sera constituée afin de réaliser des comparaisons avec des méthodes d'apprentissage automatique. D'autre part, l'acquisition UTE (ultra short Echo Time), incluse dans le protocole d'acquisition permettra de fournir des cartographies de densité protonique, une information importante pour la réalisation de la dosimétrie sans générer de scanner synthétique, une alternative intéressante dans ce contexte.

Les patients inclus seront des patients atteints de carcinome épidermoïdes de la cavité buccale, de l'oropharynx, de l'hypopharynx, du nasopharynx ou larynx devant subir une radiothérapie primaire ou postopératoire. Environ 2 patients par semaine pourraient intégrer le protocole. La comparaison entre l'imagerie par CT et par IRM pour la planification sera établie sur base de la comparaison des volumes délinés (organes à risque et tumeur), de la variabilité intra- et inter-observateur dans la réalisation de cette étape et de la distribution de dose entre les 2 modalités d'image. L'élaboration d'image scanner synthétique sera évaluée par comparaison avec des images scanner natives et en comparant les études dosimétriques.

Encadrement scientifique :

Ce stage sera réalisé au laboratoire CREATIS sur le site du Centre Léon Bérard au sein des départements d'imagerie diagnostique et de radiothérapie et en collaboration avec la société TheraPanacea.

Profil et compétences recherchés du candidat :

- Physicien/ne avec des bonnes compétences dans les techniques d'imagerie et de physique des particules
- Traitement d'image
- Maîtrise d'outils de programmation
- Volonté de s'investir dans le domaine médical et de travailler dans un milieu interdisciplinaire
- Autonomie, dynamisme
- Bon niveau oral et écrit en anglais

Références bibliographiques :

Maria A Schmidt and Geoffrey S Payne. Radiotherapy Planning using MRI. *Phys Med Biol.* 2015 November 21; 60(22): R323–R361. doi:10.1088/0031-9155/60/22/R323

Demol B, Viard R, Reynaert N. Monte Carlo calculation based on hydrogen composition of the tissue for MV photon radiotherapy. *J Appl Clin Med Phys.* 2015 Sep 8;16(5):117–130.

Owringi AM, Greer PB, Glide-Hurst CK. MRI-only treatment planning: benefits and challenges. *Phys Med Biol.* 2018 Feb 26;63(5):05TR01. doi: 10.1088/1361-6560/aaaca4.

Optimizing MRI sequences and images for MRI-based stereotactic radiosurgery treatment planning. Taghizadeh S, Labuda C, Yang CC, Morris B, Kanakamedala MR, Vijayakumar S, Rey-Dios R, Duggar WN, Florez E, Fatemi A.

Amir M. Owringi, Peter B. Greer and Carri K. Glide-Hurst. MRI-only treatment planning: benefits and challenges. *Phys Med Biol.*; 63(5): 05TR01. doi:10.1088/1361-6560/aaaca4

Largent A, Nunes JC, Lafond C, Périchon N, Castelli J, Rolland Y, Acosta O, de Crevoisier R.. MRI-based radiotherapy planning. *Cancer Radiother.* 2017 Dec;21(8):788-798.

Contacts:

Les candidatures, composées d'un CV détaillé, des relevés de notes et classements des formations suivies et d'une lettre de motivation mettant en avant les adéquations du parcours et des compétences du candidat, sont à adresser à : frank.pilleul@lyon.unicancer.fr, benjamin.leporq@creatis.insa-lyon.fr, olivier.beuf@creatis.insa-lyon.fr et vincent.gregoire@lyon.unicancer.fr.