

Prédiction de régions tumorales résiduelles pour les scénarios d'optimisation dosimétrique en radiothérapie externe

Prediction of local relapse tumor sites for dosimetric optimization scenarios in external radiotherapy

La radiothérapie a pour objet de délivrer une dose élevée à une cible tumorale afin de la détruire tout en limitant au maximum la dose délivrée dans le même temps aux tissus sains et aux organes à risque (OAR) environnants. La dosimétrie personnalisée pour chaque patient nécessite tout d'abord d'identifier précisément le volume cible à partir des données d'imagerie acquises avant traitement. Des sous-volumes pourraient également être identifiés pour recevoir des doses plus élevées afin d'améliorer le contrôle local de la maladie. Dans le cancer du poumon, il a été récemment montré que l'imagerie TEP/TDM peut aider à identifier avant traitement ces zones de récurrence qui requièrent une dose plus élevée. Délivrer une dose effectivement plus élevée à ces sous volumes est envisageable techniquement dans le cadre d'une escalade ou d'une redistribution des doses. Pour que de telles approches dosimétriques soient maintenant envisageables en routine clinique, il convient par contre de développer une méthodologie qui permettra de déterminer automatiquement les différentes régions sur lesquelles reposeront les nouveaux scénarios d'optimisation dosimétrique. Ce projet de thèse propose de mettre au point une telle méthode en exploitant l'imagerie TEP/TDM.

Nous proposons le développement d'un modèle prédictif fondé sur une méthode d'apprentissage à partir d'images cliniques réelles acquises prospectivement avant et après traitement dans le cadre d'une collaboration étroite avec le service de médecine nucléaire du CHU de Poitiers. Les cancers choisis sont les cancers ORL et les cancers de l'oesophage car : i) le recrutement est suffisant (les acquisitions se font en routine, 70 patients sont prévus en ORL, et 30 pour l'oesophage), ii) ils présentent des tumeurs d'une taille suffisante pour manifester une hétérogénéité de fixation de FDG, iii) ils ne répondent pas totalement aux traitements standards qui distribuent des doses homogènes, et iv) ils ne sont pas concernés par les problèmes de mouvements respiratoires.

Ces données d'imagerie seront analysées pour générer deux types de cartes 3 D. Les premières devront synthétiser l'ensemble des descripteurs morpho-fonctionnels des tumeurs à irradier obtenus via une analyse de texture mais aussi d'autres descripteurs mathématiques. Les secondes seront des cartes de prédiction de la réponse thérapeutique à l'échelle des voxels établies à partir d'une analyse différentielle des données obtenues avant et après traitement. Ces développements s'appuieront sur des méthodologies récemment développées et maîtrisées dans le laboratoire pour l'analyse et la caractérisation des tumeurs en imagerie. La confrontation de ces cartographies à l'aide d'outils de classifications devra permettre ensuite la mise au point d'un modèle prédictif générant pour chaque voxel la probabilité d'appartenir à une sous région résistante au traitement. Cet apprentissage se fera en considérant une première moitié des patients recrutés et pourra être validé sur la deuxième partie de la population. La faisabilité de l'exploitation en routine clinique du modèle développé pourra être testée sur le matériel de planification dosimétrique installé au CHU de Poitiers.

Les principales étapes du projet seront : la sélection d'outils de recalage rigide et élastique pour superposer les données d'imagerie acquises avant et après traitement ; le développement et l'adaptation des méthodes d'analyse permettant d'obtenir les descripteurs morphofonctionnels pertinents ; la sélection d'outils de classification ; et la validation du modèle prédictif développé. Le caractère innovant du projet réside dans l'approche combinée proposée et ses répercussions médicales attendues sur la prise en charge des patients.

Ce travail sera réalisé dans le cadre d'une collaboration entre l'équipe DACTIM-MIS du LMA et le service de médecine nucléaire du CHU de Poitiers qui permettra l'accès facilité à des données cliniques et d'imagerie réelles et la possibilité d'une validation en situation du modèle proposé.

Le développement et la validation du modèle proposé feront l'objet de publications dans des revues du domaine du meilleur niveau international ainsi que de présentations en conférences. L'expérience acquise sera une plus-value très recherchée dans le domaine des technologies pour la santé.

Profil :

Programmation scientifique, traitement et analyse d'images: solides compétences indispensables

- Une formation en informatique et/ou mathématique, ainsi que de solides compétences en programmation scientifique, sont indispensables. C ou C++ : maîtrise impérative.
- VTK et /ou ITK et/ou FLTK : connaissance appréciée mais non impérative
- Imagerie médicale : connaissances générales appréciées.
- Un bon niveau d'anglais est indispensable

Résumé :

Les méthodes actuelles de radiothérapie ne permettent malheureusement pas toujours un contrôle local des cancers. En intégrant les nouvelles données de l'imagerie TEP il est possible de modifier la délivrance des doses en radiothérapie et d'ainsi espérer améliorer le contrôle local de la maladie. L'objet de cette thèse est le développement et la validation d'un modèle prédictif fondé sur une méthode d'apprentissage à partir de données de l'imagerie TEP, pour pré identifier les sites de lésions résiduelles après radiothérapie externe afin de proposer des cartographies réalistes pour de nouveaux scénarios d'optimisation dosimétrique.

Unfortunately current modalities of external radiotherapy do not always lead to local control in oncology. By integrating new data derived from PET images, it is possible to modify the radiotherapy planning and thus hope to improve the local control of the disease. The aim of the present work is to develop and validate a predictive model based on a learning method using PET derived parameters, in order to pre identify the sites of residual disease after external radiotherapy and so to obtain realistic maps for new dosimetric optimization scenarios.