
Dosimétrie sur IRM par méthode atlas appliquée aux traitements intra-craniens par Cyberknife

Benjamin Demol^{*1,2,3}, Christina Boydev³, and Nick Reynaert³

¹Institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie, Lille (IEMN) – CNRS : UMR8520, Institut supérieur de l'électronique et du numérique (ISEN), Université Lille I - Sciences et technologies, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis – avenue Poincaré, Cité scientifique, BP 69, 59652 Villeneuve d'Ascq cedex, France

²AQUILAB – AQUILAB SAS – Parc Eurasanté - Lille Métropole Biocentre A. Fleming – Bat. A 250, rue Salvador Allende 59120 Loos Les Lille - France, France

³Centre Oscar Lambret, Lille – Tutelle(s) * CRLCC Oscar Lambret – 3 rue Frédéric Combemale 59000 LILLE, France

Résumé

Introduction: La planification de dose sur IRM est une étape-clé dans la réalisation d'un traitement tout IRM, sans utilisation du CT. L'intérêt principal d'une telle démarche est de ne plus avoir besoin de réaliser un examen CT et de supprimer l'incertitude de localisation de la tumeur liée au recalage IRM/CT [1]. Pour cela, une méthode de création d'un pseudo-CT (pCT) à partir d'une image IRM basée sur une méthode d'atlas a été développée dans le cadre des traitements tête par Cyberknife.

Méthodes: Cette méthode est inspirée de la méthode de Gudur et al. [1]. Un atlas modèle a été constitué d'une paire d'images IRM-CT recalées rigidement d'un même sujet. Pour chaque patient, l'IRM du modèle est recalée de manière déformable sur l'IRM de ce patient. Le champ de déformation ainsi établi est appliqué au CT du modèle : l'IRM modèle et le CT modèle déformés sont ainsi exprimés dans le repère de l'IRM du patient. L'opération pour synthétiser un pCT à partir de l'image IRM est la suivante : pour chaque pixel de l'IRM du patient, une sélection en intensité est effectuée sur les pixels proches de l'IRM déformée du modèle. Cette sélection permet de déterminer les pixels ayant une valeur en intensité semblable au pixel concerné (fourchette de 5%) de l'IRM patient. Cette sélection des pixels est directement transférée au CT déformé du modèle. La moyenne pondérée des nombres CT (nCT) des pixels ainsi sélectionnés constitue la valeur du nCT du pCT. La pondération porte sur la distance du pixel par rapport au pixel traité. Cette opération est effectuée sur chaque pixel de l'IRM du patient. Le pCT est ensuite recalé rigidement au CT réel du patient, et le plan de traitement Cyberknife est calculé sur les 2 images par une méthode Monte Carlo. Cette étude porte sur la comparaison dosimétrique du PTV entre le CT réel et le pCT de la localisation crâne. Pour cela, les indices de dose D98, D95, D50, D05, D02 et Dmean extraits de l'histogramme dose-volume ont été relevés pour le CT réel et le pCT pour chaque PTV de l'étude (n=35).

Résultats: Le test des rangs signés de Wilcoxon a été conduit sur l'ensemble des indices de dose : la moyenne de la répartition des différences de dose n'est pas différente de 0 de

*Intervenant

manière significative (p-valeur > 0.05 pour tous les indices de dose). La fonction de densité de probabilité a été estimée pour chaque indice de dose et le pourcentage de valeur comprises entre -2%/2% et -3%/3% a été calculée pour chaque indice de dose à partir de la fonction de densité cumulée (voir tableau 1).

Seuil D98 D95 D50 D05 D02 Dmean

-2%/2% 74% 75% 87% 81% 83% 85%

-3%/3% 89% 90% 99% 97% 97% 98%

Tab. 1 : pourcentage estimé des valeurs de différences de dose relatives entre un CT réel et un pCT comprises dans un seuil de $\pm 2\%$ et dans un seuil de $\pm 3\%$.

Conclusion: La méthode de création de pCT a été caractérisée de manière dosimétrique. Notamment, au moins 97% des écarts de dose entre le pCT et le CT réel pour les indices D50, D05, D02 et Dmean sont inférieurs à 3% en valeur absolue dans le PTV. La répartition des écarts pour les indices D98 et D95 est plus étendue mais est tout de même supérieure ou égale à 89% pour ce même critère. Ces résultats sont en faveur d'une mise en place de la méthode en routine clinique et d'une étude sur le transfert de cette méthode à d'autres localisations anatomiques.

Références:

M. Gudur et al. A unifying probabilistic Bayesian approach to derive electron density from MRI for radiation therapy treatment planning. Phys. Med. Biol. 2014; 59(21):6595-6606

Mots-Clés: MRI, only treatment planning, atlas, based method, pseudo, CT, Cyberknife treatments, head and neck treatments, probability density function