

“DEVELOPEMENT D’UNE APPROCHE DOSIMÉTRIQUE MULTIRÉSOLUTION EN RADIOTHÉRAPIE VECTORISÉE”

A. Govignon¹, M. Bardiès², N. Chouin², L. Ferrer³, N. Dartial², T. Mauxion², C. Hindorf¹

1 ONIRIS, Nantes, France

2 Inserm UMR 892, Nantes, France

3 Centre René Gauducheau, Nantes, France

Objectifs :

Afin d’établir la corrélation entre la dose absorbée et les effets biologiques, il est nécessaire d’implémenter des outils d’évaluation dosimétriques précis, rapides et valables à toutes les échelles d’intérêt, pour des études cliniques et précliniques en radiothérapies vectorisées (homme, animal, petit animal, cellule). Un code multirésolution (RadioDose) a été implémenté. Il permet le calcul des distributions de débit de dose absorbée, suite à une irradiation interne par des particules bêta, à partir de distribution d’activité voxelisées provenant de systèmes d’imagerie nucléaire (autoradiographie, micro-TEP, micro-TEMP, TEP, TEMP). Cette étude concerne l’évaluation des performances, l’optimisation (pour différentes échelles), la validation et une application de ce code.

Matériels et méthodes :

Deux étapes permettent d’obtenir la distribution de dose absorbée : (1) la génération de la matrice de facteurs S à l’aide de dose point-kernel monoénergétiques référencés et (2) la convolution de la distribution d’activité avec la matrice de facteurs S.

L’évaluation de la robustesse du code en fonction de différents paramètres (résolution spatiale du système d’imagerie, la résolution en énergie du spectre de la particule beta et échantillonnage des voxels de la matrice de facteurs S) a permis son optimisation en fonction de l’échelle considérée.

A partir des débits de dose absorbée, les facteurs S sont déduits pour différentes régions cibles ← sources et pour différentes géométries. Ceux-ci sont comparés aux facteurs S déjà publiés pour trois radionucléides (90Y, 177Lu et 18F) :

- Homme: foie ← foie (MIRD n°11 S values, 1975)
- Souris: foie ← foie, reins ← foie, poumons ← foie (Thèse de Samir Boutaleb, 2009)
- Cellule: Cellule ← Cellule, Noyau ← Noyau, Noyau ← Cytoplasme (MIRD cellular S values, 1997)

Par ailleurs, RadioDose a été appliqué sur une série d’images représentant l’évolution temporelle de la distribution d’activité dans le corps d’une souris injectée au (18F)-FDG (10,2 MBq) acquise à l’aide d’une micro-TEP/TDM (Inveon, Siemens). Les débits moyens de dose absorbée ont été obtenus sur les images calculées après segmentation manuelle du volume totale de la souris sur l’image tomodensitométrique (IRW, Siemens). Les débits de dose absorbée au différents temps d’acquisition sont ensuite intégrés afin de déterminer la dose absorbée corps entier.

Résultats :

La résolution spatiale des images d'activité doit toujours être considérée avant d'appliquer RadioDose car elle peut influencer de manière importante le calcul dosimétrique.

Seule l'étude sur l'échantillonnage des voxels a permis d'optimiser le calcul de débit de dose absorbée en fonction de l'échelle considérée.

L'échantillonnage en énergie des spectres bêta ne semble pas influencer le calcul dosimétrique. Au contraire, dès que les spectres en énergie sont trop finement résolus, les incertitudes liées au DPK pour les électrons, dont l'énergie est inférieure à 6 keV, sont à l'origine de déviations importantes.

La validation du code a fait apparaître des différences relatives importantes entre valeurs publiées et valeurs calculées (jusqu'à 46%) pour les régions hétérogènes (poumons, os) et une bonne applicabilité pour les régions homogènes de l'homme et de la souris (moins de 6 %) et au niveau cellulaire (moins de 10%).

La dose absorbée corps entier pour la souris est de 5,09 cGy.

Conclusion :

Un code de calcul dosimétrique a été implémenté et optimisé afin d'être appliqué à tout type d'image représentant une distribution d'activité, suite à l'injection d'un pharmaceutique et pour toutes les résolutions d'intérêt dans le cadre d'études sur les radiothérapies vectorisées. Nous avons montré son applicabilité pour une souris imagées au (18F)-FDG.