

Développement d'un outil d'optimisation de la dose aux organes en fonction de la qualité image pour l'imagerie scanographique

Résumé : Ces dernières années, la multiplication du nombre d'actes d'imagerie scanographique a eu pour conséquence l'augmentation de la dose collective due aux examens d'imagerie médicale. La dose au patient en imagerie scanographique est donc devenue un enjeu de santé publique majeur impliquant l'optimisation des protocoles d'examen, ces derniers devant tenir compte de la qualité image, indispensable aux radiologues pour poser leur diagnostic. En pratique clinique, l'optimisation est réalisée à partir d'indicateurs empiriques ne donnant pas accès à la dose aux organes et la qualité image est mesurée sur des fantômes spécifiques, tel que le fantôme CATPHAN®. Sans aucune information sur la dose aux organes et aucun outil pour prendre en compte l'avis du praticien, il est difficile d'optimiser correctement les protocoles. Le but de ce travail de thèse est de développer un outil qui permettra l'optimisation de la dose au patient tout en préservant la qualité image nécessaire au diagnostic. Ce travail est scindé en deux parties : (i) le développement d'un simulateur de dose Monte Carlo (MC) à partir du code PENELOPE, et (ii) l'estimation d'un critère de qualité image objectif.

Dans ce but, le scanner GE VCT Lightspeed 64 a été modélisé à partir des informations fournies dans la note technique du constructeur et en adaptant la méthode proposée par Turner *et al* (Med. Phys. 36:2154-2164). Les mouvements axial et hélicoïdal du tube ont été implémentés dans l'outil MC. Pour améliorer l'efficacité de la simulation, les techniques de réduction de variance dites de splitting circulaire et longitudinal ont été utilisées. Ces deux réductions de variances permettent de reproduire le mouvement uniforme du tube le long de l'axe du scanner de manière discrète. La validation expérimentale de l'outil MC a été réalisée dans un premier temps en conditions homogènes avec un fantôme fabriqué au laboratoire et le fantôme CTDI, habituellement utilisé en routine clinique pour les contrôles qualité. Puis, la distribution de la dose absorbée dans le fantôme anthropomorphe CIRS ATOM, a été mesurée avec des détecteurs OSL et des films Gafchromic® XR-QA2. Ensuite, la dose aux organes a été simulée pour différentes acquisitions dans le fantôme femme de la CIPR 110 afin de créer une base de données utilisable en clinique.

En parallèle, la qualité image a été étudiée en utilisant le fantôme CATPHAN® 600. A partir du module CTP 404, le rapport signal sur bruit (SNR pour signal to noise ratio) a été calculé en utilisant le modèle développé par Rose (J. Opt. Soc. Am. A 16:633-645). Un grand nombre d'images, correspondant à différents paramètres d'acquisition et de reconstruction, ont été analysées afin d'étudier les variations du SNR. Les acquisitions avec un SNR proche du critère de Rose ont été sélectionnées pour permettre des nouvelles acquisitions avec un fantôme préclinique contenant des petites structures suspectes en PMMA de différents diamètres. Ces images ont été analysées par deux radiologues expérimentés. Sur chaque image, ils devaient déterminer si une anomalie était présente ou non et indiquer leur niveau de confiance sur leur choix. Deux courbes ROC ont ainsi été obtenues : une pour les anomalies dites « détectables » par le critère de Rose ($SNR > 5$), et une pour les anomalies dites « non-détectables ». L'analyse des courbes montre que les deux radiologues détectent plus facilement les lésions suspectes lorsque que le critère de Rose est satisfait, démontrant le potentiel du modèle de Rose dans l'évaluation de la qualité image pour les tâches cliniques de détection.

En conclusion, à partir des paramètres d'acquisition, la dose aux organes a été corrélée à des valeurs de SNR. Les premiers résultats prouvent qu'il est possible d'optimiser les protocoles en utilisant la dose aux organes et le critère de Rose, avec une réduction de la dose pouvant aller jusqu'à un facteur 6.

Mots-clés : Imagerie scanographique, simulation Monte Carlo, Qualité Image, Dose aux organes