
Calcul de dose sur images CBCT : évaluation de la précision de quatre méthodes

Anaïs Barateau^{*1,2}, Nicolas Perichon³, Chloé Hervé³, Olivier Henry³, Renaud De Crevoisier^{1,2,3}, and Caroline Lafond^{1,2,3}

¹INSERM (U 1099) – Inserm – Rennes, France

²Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (LTSI) – Inserm : U1099, Université de Rennes 1 – Campus Universitaire de Beaulieu - Bât 22 - 35042 Rennes, France

³Centre Eugène Marquis – CRLCC Eugène Marquis – Avenue Bataille Flandres-Dunkerque 35042 RENNES CEDEX, France

Résumé

Introduction :

Le but premier des images Cone Beam CT (CBCT) est le repositionnement du volume cible avant la séance de traitement. Ces images peuvent potentiellement être utilisées pour effectuer un calcul de dose afin de quantifier dosimétriquement les variations anatomiques survenant en cours de traitement. Les principales limitations reposent sur la qualité image, la variabilité des nombres Hounsfield (UH) et les dimensions des images CBCT. L'objectif de cette étude est d'évaluer la précision de différentes méthodes de calcul de dose sur images CBCT.

Matériel et méthodes :

Cette étude porte sur quatre couples images CBCT (XVI, Elekta) et images tomodensitométrie (CT) acquises le même jour dans le cadre de replanifications hebdomadaires d'un patient traité pour une tumeur de la sphère ORL en boost intégré à trois niveaux de dose en technique VMAT. Les couples CT-CBCT ont été utilisés pour quantifier la précision du calcul de dose sur CBCT en investiguant quatre méthodes : i) l'utilisation d'une relation entre UH et densités électroniques établie à partir d'image CBCT de fantôme (relation UH-D fantôme), ii) l'utilisation d'une relation UH-D établie à partir d'image CBCT du patient (relation UH-D patient), iii) l'affectation de densités par seuillage en trois classes de densités (air, tissus mous, os) et iv) la déformation élastique (Admirer, Elekta) du CT de planification sur l'image CBCT créant ainsi un pseudo-CT. Les balistiques sont projetées, après un recalage rigide, sur les images CBCT (ou pseudo-CT) avec Pinnacle v.9.10 (Philips).

La comparaison des distributions de dose établies sur image CT (référence) et sur images CBCT (ou pseudo-CT) a été effectuée par une analyse du gamma index en 2D et 3D (γ 2D et γ 3D, critères : 2 %/2 mm, seuil à 30 %). Puis, les écarts de dose ont été rapportés en termes de couverture de l'isodose 95 % des PTV, de dose moyenne aux parotides (D_{mo}) et de dose maximum du PRV moelle (D_{2%}).

*Intervenant

Résultats :

En moyenne, le γ 3D (pourcentage des points ayant un gamma < 1) était de 93,4 % avec la relation UH-D patient, 96,6 % avec la méthode relation UH-D fantôme, 97,4 % avec le seuillage en trois classes et 97,7 % avec le pseudo-CT. Les écarts de Dmoy des parotides pouvaient atteindre 5 % tandis que ceux de la D2% du PRV moelle et de la couverture des PTV étaient inférieurs à 1,5 %, quelle que soit la méthode.

L'analyse gamma a montré que les zones où apparaissaient les disparités se situaient au niveau du contour externe, en regard des épaules et en présence d'hétérogénéités (figure 1). Ces différences s'expliquent par la qualité image dégradée et l'incohérence des UH des images CBCT dans certaines régions. La méthode permettant de s'en affranchir au mieux est celle du pseudo-CT car les densités proviennent du CT de planification.

Conclusion :

Les quatre méthodes évaluées montrent des écarts dosimétriques pouvant atteindre 5 % pour les parotides et inférieurs à 2 % pour la moelle et les volumes cibles. Les résultats du gamma index 3D (2 %/2 mm) sont supérieurs à 95 % pour trois méthodes parmi les quatre. Cependant, des incertitudes supplémentaires sont à considérer en cas de délinéation sur CBCT et/ou de calcul sur des images tronquées. Cette étude préliminaire montre la faisabilité du calcul de dose sur CBCT pour quantifier l'impact de variations anatomiques en cours de traitement et déclencher une replanification sur CT si nécessaire. La suite de ce travail est le suivi de la dose réellement délivrée, calculée à partir d'images CBCT, dans une perspective de radiothérapie adaptative guidée par la dose.

Mots-Clés: Radiothérapie adaptative, Cone Beam CT (CBCT), calcul de dose