QUANTIFICATION DE LA DENSITE PROTONIQUE POUR LA PLANIFICATION DE LA RADIOTHERAPIE ORL PAR IRM

Laura Sayaque[1], Benjamin Leporq[1], Olivier Hamelin[2], Frank Pilleul[1,2], Vincent Grégoire[3], Olivier Beuf[1]

[1]Univ Lyon, INSA-Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, UJM-Saint Etienne, CNRS, Inserm, CREATIS UMR 5220, U1294, F-69100, LYON, France, [2]CRLCC Léon Bérard – Département de Radiologie, [3]CRLCC Léon Bérard – Département de Radiothérapie

Objectifs : La zone ORL, riche en zones aériennes et en organes à risque, rend la planification difficile en radiothérapie : l'excellent contraste entre les tissus mous de l'IRM montre un intérêt. Des approches statistiques telles que l'assignation de densités électroniques [1] permettent de réaliser la planification. Cependant ces méthodes nécessitent des données non biaisées en grand nombre. Il a été montré que la planification de la dose était possible à partir de la concentration en hydrogène [2]. Ce travail présente une méthode pour quantifier la densité protonique, nécessaire à la planification de dose sans reconstruction de CT synthétique (sCT).

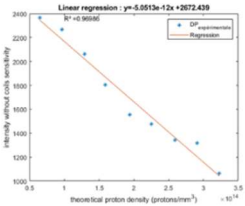

Figure 1 : Régression linéaire pour l'algorithme ESPIRiT

Matériels et Méthodes : La densité de proton se calcule à partir de l'aimantation à l'origine M_0 selon l'équation $M_0\,(x, y, z) = G(x, y, z) \circ PD(x, y, z)$, avec M_0, G la sensibilité des antennes et ° le produit de Hadamard. Afin d'établir une relation entre valeurs théoriques et expérimentales, nous utilisons un fantôme constitué de tubes avec différentes concentrations de D_2O (de 0 à 80%) dilué dans une solution saline N_aCl à 0,9%, qui reproduisent différentes densités de protons. Une séquence 3D Spiral VIBE UTE acquise sur une IRM 3T avec un écho à 30µs nous permet d'approximer l'aimantation à l'origine, une antenne tête est utilisée. La sensibilité des antennes est calculée avec 3 algorithmes : SENSE [4], ESPIRiT [5] et RA [6]. La densité de proton théorique est calculée avec la formule $DP = \frac{2.Na.(\rho H2O - k)}{MH2O.R}$ avec Na le nombre d'Avogadro, ρ_{H2O} la densité de l'eau en $g.mL^{-1}$, k le facteur de dilution, M_{H2O} la masse molaire de l'eau en $g.mol^{-1}$ et R le voxel en mm^3. Une régression linéaire permet d'établir un lien entre valeurs théoriques et pratiques.

Résultats : Les régressions linéaires ont donné différents coefficients de corrélation : 0,91 pour l'algorithme SENSE, 0,97 pour l'algorithme ESPIRiT et 0,88 pour la RA. Avec 32 Go de RAM et un processeur INTEL I7 de 2,50 GHz, le temps de calcul pour SENSE est d'1 mn, de 13 mn pour ESPIRiT et de 2 mn pour RA.

Conclusion : Ce papier démontre qu'une séquence UTE peut être utilisée pour la quantification de la densité de proton dans la zone tête et cou. Ces résultats sont encourageants pour la construction du sCT utilisé pour la planification de doses.

Références : [1] Largent et al. Cancer/radiothérapie 21-8, 2017, 788-698 [2] Abbas et al. Magnetic Resonance in Medicine 72-6, 2014, 1735-1745 [4] Fitria et al. IEEE ICITISEE Conference, 2021 [5] Uecker et al. Journal of the Society of Magnetic Resonance in Medicine 71-3, 2014, 990-1001 [6] Walsh et al. Magnetic Resonance in Medicine 43-5, 2000, 682-690

Remerciements : Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier du LABEX PRIMES (ANR-11-LABX-0063) de l'Université de Lyon, ANR-22-CE19-0027.