
Développement et évaluation d'un indice de recouvrement du PTV par le MLC en radiothérapie stéréotaxique pulmonaire : corrélation avec l'effet interplay

Jimmy Fontaine^{*1}, Florian Mahinc¹, Clémence Monnet¹, Maud Suszko¹, Nadège Bietry², Mathieu Bosset¹, Emilie Bonnet¹, and Jean-Baptiste Guy¹

¹Centre Marie Curie – Centre Marie Curie – France

²Centre Marie Curie – Centre Marie Curie – France

Résumé

Introduction : En radiothérapie stéréotaxique pulmonaire, l'effet interplay entre le mouvement de la tumeur et celui du Multi Leaf Collimator (MLC) peut entraîner une variabilité de la distribution de dose en particulier pour les délivrances dynamiques. Pour mieux quantifier cet effet, nous avons développé un **indice de recouvrement du PTV par le MLC**, noté $\text{IPTV} \cap \text{MLC}$, défini comme le pourcentage de temps durant lequel le PTV est couvert par les lames du MLC au cours du traitement. Cet indice constitue une transposition formalisée de l'évaluation clinique de la segmentation et pourrait ainsi servir d'indicateur de l'impact de l'effet interplay sur la distribution de dose réelle.

Matériel et méthodes : L'indice $\text{IPTV} \cap \text{MLC}$, implémenté en Python, est calculé à partir des fichiers dynamiques du plan de traitement en analysant la couverture temporelle du PTV par le MLC. Pour évaluer la pertinence de cet indice, la corrélation entre l'indice $\text{IPTV} \cap \text{MLC}$ et les variations dosimétriques induites par l'effet interplay a été étudiée. Ces variations dosimétriques ont été obtenues par simulation sur le TPS Raystation en s'inspirant des travaux de Huesa-Berral et al. (1) :

- Planification Initiale sur le CT moyenné
- Segmentation du faisceau : arc de 240° divisé en 10 sous-champs de 24°. Calcul des sous champs sur chaque phase
- Sélection des scénarios extrêmes : en déterminant pour chaque sous-champ les phases minimisant ou maximisant la dose au GTV
- Encadrement de l'effet interplay : Accumulation élastique des extremums sur la phase de référence (phase 50 %)

Une acquisition 4D (10 phases) du fantôme CIRS 4D contenant un insert de 1cm a été réalisée (A-P=5mm, L-R=2mm, S-I=10mm, BPM=15). Les simulations ont été effectuées pour 20 plans modulés volontairement, en VMAT X6 et X6 FFF (50 Gy/5 fr). L'impact dosimétrique a été évalué sur le volume GTV_{phase50} + 3 mm (noté ETV) à travers les indices D50% et D95%.

*Intervenant

Résultats : L'analyse des doses reçues par l'ETV a mis en évidence des variations notables par rapport au plan initial. Dans le cas où la couverture de l'ETV est la plus faible (sous dosage), on observe une diminution maximale de 10 Gy pour la D50% et 16 Gy pour la D95%. A contrario, dans le cas où l'ETV est le plus couvert (sur dosage), on observe une augmentation maximale de 18Gy pour la D50% et 7 Gy pour la D95%. L'indice IPTV∩MLC, pour les différents plans varie entre 10% et 67%. Les variations de doses plus importantes ont été relevées pour le plan présentant l'indice IPTV∩MLC le plus élevé. Une corrélation a été observée entre un IPTV∩MLC et la variabilité de la distribution de dose, avec un coefficient de Spearman supérieur à 0.8.

Conclusion : Ces résultats suggèrent que l'indice **IPTV∩MLC** pourrait être utilisé pour identifier les plans de traitement sensibles à l'effet *interplay*. Il offrirait ainsi une évaluation quantitative de son impact, directement exploitable lors de la planimétrie pour chaque patient. Des travaux complémentaires sont en cours afin d'affiner son calcul, notamment en intégrant la probabilité de présence du GTV sous les lames du MLC. Enfin, des calculs sur des plans de patients, une validation expérimentale, ainsi qu'une évaluation pour différentes amplitudes de mouvement sont nécessaires pour confirmer et préciser la corrélation observée.

Référence :

(1) Huesa-Berral C, Mukumoto N, Matsuo Y, et al. *A method using 4D dose accumulation to quantify the interplay effect in lung stereotactic body radiation therapy*. Phys Med Biol. 2021;66(13):135010.

Mots-Clés: Indice dosimétrique, Radiothérapie stéréotaxique pulmonaire, Effet interplay