

## Étude dosimétrique des différentes techniques de gestion du mouvement respiratoire pour l'irradiation thoracique en conditions stéréotaxiques Dosimetric study of the different techniques to deal with respiratory motion for lung stereotactic radiotherapy

A.Paumier. A.Crespeau. S.Krhili. M.Georgin-Mège. C.Tuchais. J.Mesgouez. P.Cellier. A.Lisbona<sup>e</sup>. F.Denis.

### Résumé

#### Objectif de l'étude

Évaluer les différentes techniques de gestion du mouvement respiratoire lors de l'irradiation en conditions stéréotaxiques de lésions pulmonaires.

#### Patients et méthodes

Sept patients atteints d'une ou plusieurs lésions pulmonaires primitives ou secondaires de moins de 5 cm (11 tumeurs au total) ont eu quatre acquisitions tomodensitométriques : une en respiration libre, deux en blocage inspiratoire profond à l'aide d'un spiromètre, et une en quatre dimensions. À partir de ces quatre acquisitions, cinq planifications ont été réalisées : une planification en respiration libre (méthode de référence), une en blocage inspiratoire profond (à partir des deux acquisitions en blocage inspiratoire profond), et trois planifications à partir de la tomodensitométrie quadridimensionnelle, une en inspiration, une en expiration et une tenant compte de l'ensemble du déplacement tumoral, c'est-à-dire selon la définition du volume cible interne (internal target volume [ITV]). Les volumes cibles prévisionnels et les doses reçues par les poumons ont été comparés au moyen d'un test Anova (analysis of variance).

#### Résultats

Le volume cible prévisionnel moyen était en respiration libre de  $82 \pm 28$  cm<sup>3</sup>, ce qui était significativement plus grand que dans les autres modalités ( $p < 0,0001$ ). Par rapport au volume cible prévisionnel en respiration libre, celui en tenant compte de l'ensemble du déplacement tumoral était réduit d'un quart ( $63 \pm 31$  cm<sup>3</sup>) et ceux en blocage inspiratoire profond et à partir de la tomodensitométrie quadridimensionnelle, une en inspiration, une en expiration, étaient réduits d'un tiers (de  $50$  à  $54 \pm 24$  à  $26$  cm<sup>3</sup>). Le volume pulmonaire sain était significativement plus grand en blocage inspiratoire profond (en moyenne de  $5500 \pm 1500$  cm<sup>3</sup>) par rapport aux autres méthodes (en moyenne de  $3540$  à  $3920$  cm<sup>3</sup>) ( $p < 0,0001$ ), soit une augmentation de 40 à 55 % en inspiration profonde. Les volumes de poumons sains recevant au moins 5 et 20 Gy (V5 et V20 poumons) étaient significativement plus grands en respiration libre que dans les autres modalités ( $p < 0,0001$ ) ; le blocage inspiratoire profond était la modalité qui permettait d'obtenir les V5 et V20 poumons les plus faibles (réduction d'un tiers par rapport à la respiration libre).

#### Conclusion

La radiothérapie en blocage inspiratoire profond offre les avantages dosimétriques les plus importants dans le cadre d'irradiation stéréotaxique : petit volume cible prévisionnel et grand volume pulmonaire. Cependant, les patients doivent être capables de tenir des apnées suffisantes. La synchronisation respiratoire permet également de réduire le volume cible prévisionnel, mais son application nécessite souvent l'implantation de fiduciels radio-opaques qui limitent son utilisation. Une tomodensitométrie quadridimensionnelle permet d'avoir un volume cible prévisionnel personnalisé et réduit par rapport à une tomodensitométrie en respiration libre. Le traitement est simple puisqu'en respiration libre.

## Abstract

### Purpose

To evaluate the different respiratory movement management techniques during irradiation of lung tumours.

### Patients and methods

Seven patients with one or more primary or secondary lung lesions less than 5 cm (11 tumours in total) had three computed tomographies (CT): free-breathing, deep-inspiration breath-hold using a spirometer, and 4-dimensional (4D). From these three acquisitions, five treatment plans were performed: free-breathing (reference method), deep-inspiration breath-hold, and three from the 4D CT: two breathing synchronized treatments (inspiration and expiration) and one treatment taking into account all the tumour motions (definition of the internal target volume [ITV]). Planning target volume (PTV) size and dose delivered to the lungs were compared.

### Results

Mean PTV with the free-breathing modality was  $83 \pm 28 \text{ cm}^3$ , which was significantly greater than any of the other techniques ( $P < 0.0001$ ). Compared to the free-breathing PTV, PTV defined with the ITV was reduced by one quarter ( $63 \pm 31 \text{ cm}^3$ ), and PTV with the deep-inspiration breath-hold, breathing synchronized inspiration and breathing synchronized expiration techniques were reduced by one third ( $50$  to  $54 \pm 24$  to  $26 \text{ cm}^3$ ). Deep-inspiration led to significantly increase the healthy lung volume compared to other methods (mean volume of  $5500 \pm 1500 \text{ cm}^3$  versus  $3540$  to  $3920 \text{ cm}^3$ , respectively,  $P < 0.0001$ ). The volume of healthy lungs receiving at least 5 and 20 Gy ( $V_5$  and  $V_5$ ) were significantly higher with the free-breathing method than any of the other methods ( $P < 0.0001$ ). The deep-inspiration breath-hold modality led to the lowest lung  $V_5$  and  $V_{20}$ .

### Conclusion

Deep-inspiration breath-hold technique provides the most significant dosimetric advantages: small PTV and large lung volume. However, patients must be able to hold 20 seconds of apnea. Respiratory gating also reduces the PTV, but its application often requires the implantation of fiducial, which limit its use. A 4-dimensional CT allows for a personalized and reduced PTV compared to free-breathing CT.