



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



Mise au point

Synchronisation respiratoire et radiothérapie mammaire



Respiratory synchronization and breast radiotherapy

A. Mège^{a,*}, A. Ziouèche-Mottet^b, V. Bodez^a, R. Garcia^a, A. Arnaud^a, G. de Rauglaudre^a,
N. Pourel^a, B. Chauvet^a

^a Département de radiothérapie et de radiophysique, institut Sainte-Catherine, 250, chemin de Baigne-Pieds, 84000 Avignon, France

^b Centre de radiothérapie Saint-Louis, Croix-Rouge française, rue Nicolas-Appert, 83000 Toulon, France

INFO ARTICLE

Mots clés :

Radiothérapie des cancers du sein
Modulation d'intensité
Mouvements thoraciques
Assurance qualité
Blocage inspiratoire profond
Épargne cardiaque

Keywords:

Breast cancer radiotherapy
Intensity modulated radiotherapy
Respiratory motion
Quality assurance
Deep inspiration breath-hold techniques
Cardiac sparing

RÉSUMÉ

La radiothérapie adjuvante des cancers du sein améliore les taux de contrôle locorégional et de survie globale, mais le bénéfice des techniques d'irradiation de haute précision, comme la modulation d'intensité, peut être compromis par les mouvements respiratoires. Ces mouvements pendant les fractions peuvent entraîner un sous- ou un surdosage des volumes cibles, ou à exposer les organes à risque de proximité. Cet article résume les mouvements respiratoires, leurs effets sur l'imagerie, la dosimétrie et la délivrance de dose lors de la radiothérapie des cancers du sein. Nous proposons une mise au point sur les méthodes de synchronisation respiratoires disponibles en radiothérapie mammaire, pour minimiser l'impact des mouvements respiratoires et épargner les organes de proximité, comme le cœur et les poumons.

© 2016 Publié par Elsevier Masson SAS au nom de Société française de radiothérapie oncologique (SFRO).

ABSTRACT

Adjuvant radiation therapy following breast cancer surgery continues to improve locoregional control and overall survival. But the success of highly targeted-conformal radiotherapy such as intensity-modulated techniques, can be compromised by respiratory motion. The intrafraction motion can potentially result in significant under- or overdose, and also expose organs at risk. This article summarizes the respiratory motion and its effects on imaging, dose calculation and dose delivery by radiotherapy for breast cancer. We will review the methods of respiratory synchronization available for breast radiotherapy to minimize the respiratory impact and to spare organs such as heart and lung.

© 2016 Published by Elsevier Masson SAS on behalf of Société française de radiothérapie oncologique (SFRO).

1. Introduction

Les techniques de haute précision, tout en maintenant le bénéfice apporté par la radiothérapie mammaire en termes de contrôle local et de survie globale, diminuent la morbidité à long terme [1–5]. Les mouvements respiratoires en cours d'irradiation génèrent une incertitude géométrique importante. En modifiant l'anatomie des différents volumes, les mouvements thoraciques ont un impact dosimétrique : sur- ou sous-dosage des volumes cibles, surexposition des organes à risque. Les conséquences cliniques à

long terme sont un risque accru de rechute ou de toxicité tardive [6]. Il est donc indispensable de tenir compte de ces mouvements pour garantir la qualité du traitement, en particulier avec les techniques de modulation d'intensité associées à des gradients de dose étroits, de plus en plus souvent utilisées en routine [7]. Les évolutions technologiques actuelles permettent d'intégrer la prise en compte de ces mouvements.

2. Impact anatomique des mouvements thoraciques en cours d'irradiation mammaire

L'incertitude géométrique en cours d'irradiation mammaire est principalement due aux mouvements thoraciques auxquels s'ajoutent les incertitudes de repositionnement de la patiente et du

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : a.mège@free.fr (A. Mège).

sein [8,9]. L'acquisition des volumes cibles se fait dans une position définie, à un instant donné du cycle respiratoire, ce qui peut entraîner un erreur systématique liée au mouvements des organes sains de proximité pulmonaires et cardiaques. En outre, l'interférence entre l'acquisition scanographique et le mouvement de l'organe peut entraîner une distorsion de l'image [10]. Cette distorsion est limitée si la vitesse d'acquisition scanographique est élevée [11]. Il a été montré qu'il n'y avait pas d'intérêt à réaliser une acquisition quadridimensionnelle en sénologie car la distorsion du volume cible est limitée lors d'une respiration calme, comparativement aux images bronchopulmonaires [12].

L'incertitude entre les fractions, qui correspond à un déplacement entre deux séances d'irradiation, est due le plus souvent à une erreur de repositionnement, en moyenne de 2 à 3 mm, de la patiente sur la table de traitement [13]. Elle peut être réduite grâce à des contrôles de qualité reposant sur l'imagerie de contrôle.

Les mouvements respiratoires au cours d'une séance entraînent eux une incertitude pendant les fractions sur la délivrance de dose quotidienne [9,14–16]. L'amplitude et les caractéristiques des mouvements entraînent une inhomogénéité dans la distribution de dose étudiée et préparée de façon statique. Les mouvements respiratoires humains relèvent d'un état non stationnaire et sont difficiles à modéliser [17]. La littérature évalue ces mouvements respiratoires dans l'axe antéropostérieur entre 0,8 mm et 10 mm [18–20]. En outre, l'inspiration augmente le diamètre antéropostérieur du thorax [21]. Avec une moyenne de déplacement de l'artère coronaire antérieure de 2,3 mm due à la contraction cardiaque et des amplitudes respiratoires mesurées jusqu'à 1 cm, le retentissement le plus important des mouvements pendant les fractions est lié à la respiration [22,23]. La prise en compte de la respiration est donc l'élément principal pour améliorer la reproductibilité de traitement.

3. Impact volumique et dosimétrique des mouvements thoraciques

3.1. Impact volumique des mouvements thoraciques

L'analyse des volumes, lorsque l'imagerie est faite sur un objet mouvant, montre des distorsions le long de l'axe de mouvement entraînant un raccourcissement ou un allongement des volumes. Sans marge adéquate, cette distorsion peut entraîner un sous-dosage de la cible ou une irradiation inutile de tissus sains si des marges adéquates au mouvement ne sont pas appliquées. Les cibles mouvantes oscillent de façon sinusoïdale selon une amplitude de 1 cm et une période de 4 s [10].

3.2. Impact dosimétrique des mouvements thoraciques

Ces mouvements rendent nécessaire la mise en place d'une marge supplémentaire autour du volume cible, afin de garantir son irradiation. Cette marge supplémentaire appelée marge interne et entrant dans la composition du volume cible interne, décrite dans les recommandations du rapport 62 de l'International Commission on radiation units and Measurements (ICRU), tient compte des mouvements entre et pendant les fractions [24]. Cette marge est responsable d'un surcroît d'irradiation des tissus sains avoisinants, dû au chevauchement des volumes cibles prévisionnels des organes à risque et des volumes cibles prévisionnels, ce qui limite les possibilités d'escalade de dose. En outre, en technique d'irradiation avec modulation d'intensité, l'impact de la respiration est plus important qu'en radiothérapie non modulée, car seule une portion du volume cible prévisionnel est traitée à un temps donné et cela peut induire, en intrafraction, une uniformité de la dose inacceptable. De même, la tendance à diminuer les marges autour des volumes cibles avec les techniques d'irradiation responsables de gradients

de dose étroits, peut induire, même avec un effet entre ou pendant les fractions limité, une modification importante de la distribution de la dose.

L'« effet interplay » mérite en particulier d'être évalué [8,9]. Cet effet est la résultante dosimétrique de l'interface entre le mouvement des faisceaux défini par l'ouverture du collimateur multilames et les mouvements du thorax pendant l'irradiation mammaire. Lorsqu'une section de faisceau d'irradiation n'est pas délivrée simultanément aux volumes cibles et à risque mobiles, la dose délivrée est potentiellement différente de la dose attendue avec des risques de sur- ou sous-dosage et induit une déformation partielle de la distribution de dose [7]. Cet effet interplay autour des volumes cibles a plus d'impact en modulation d'intensité et nécessite alors de renforcer les contrôles de qualité. La variation de dose secondaire à l'effet interplay dépend de la vitesse d'ouverture des lames relativement aux mouvements de la cible. Plusieurs simulations ont montré que l'effet interplay est diminué quand les faisceaux d'irradiation sont multipliés.

Le risque lié à ces mouvements respiratoires est de sous-doser le volume cible prévisionnel en manquant partiellement la cible, tout en majorant la dose aux organes à risque adjacents. Afin de limiter ces risques, deux solutions peuvent être envisagées, soit de mesurer l'appliance thoracique de la patiente et inclure cette valeur dans les marges des volumes traités [7], soit de synchroniser l'irradiation aux mouvements respiratoires. La première solution a comme inconvénient d'augmenter le volume irradié des tissus sains. La deuxième solution a le double avantage de mieux cibler le volume cible anatomoclinique et de réduire le volume de tissu sain irradié [25].

4. Techniques et avantages de la synchronisation respiratoire

Comment délivrer une dose hautement conformée et sculptée sur un volume cible arbitrairement immobile lors de la préparation dosimétrique ? Comment limiter les mouvements respiratoires, gérer le mouvement résiduel et calculer ses conséquences ?

4.1. Techniques de synchronisation respiratoire

La radiothérapie asservie à la respiration regroupe l'ensemble des techniques de radiothérapie synchronisant l'irradiation aux mouvements respiratoires. Ces techniques permettent de limiter la mobilité des volumes cibles et minimiser les effets des mouvements thoraciques sur la délivrance de la dose. Les premières études portant sur la radiothérapie asservie à la respiration ont été menées dans la pathologie tumorale bronchopulmonaire. Déjà, en 1999, Hanley et al. avaient observé une meilleure reproductibilité de la position du diaphragme en cas de blocage inspiratoire par comparaison à une respiration libre : avec une variation de position du diaphragme de 2,5 mm avec blocage respiratoire contre 26,4 mm sans [26]. Il existe deux grandes stratégies afin de pallier aux mouvements respiratoires : celle basée sur le blocage respiratoire durant l'irradiation et celle basée sur la synchronisation de l'irradiation avec les mouvements respiratoires par « gating » (Fig. 1) [14,27].

4.1.1. Blocage inspiratoire profond

Cette méthode consiste pour le patient à bloquer son inspiration, toujours à la même amplitude, durant le temps d'irradiation. Il respire dans un spiromètre et la mesure de l'air inspiré est retranscrite en une courbe respiratoire grâce à des appareillages spécifiques [26,28,29]. Le blocage respiratoire peut être libre (blocage volontaire de la respiration) ou imposé au moyen d'un ballonnet (blocage actif).

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/5525982>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/5525982>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)