

Radiothérapie par photoactivation de nanoparticules de Z élevé : modélisation Monte Carlo et comparaison expérimentale

R. Delorme, Mathieu Agelou, Christophe Champion, Hélène Elleaume, Florence Taupin, Mélanie Flaenders, Jean-Luc Ravanat

► To cite this version:

R. Delorme, Mathieu Agelou, Christophe Champion, Hélène Elleaume, Florence Taupin, et al.. Radiothérapie par photoactivation de nanoparticules de Z élevé : modélisation Monte Carlo et comparaison expérimentale. 51èmes Journées Scientifiques de la SFPM (JS-SFPM 2012), Société Française de Physique Médicale, Jun 2012, Strasbourg, France. cea-02626165

HAL Id: cea-02626165

<https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-02626165>

Submitted on 26 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RADIOTHÉRAPIE II - MERCREDI 13 JUIN

Radiothérapie par photoactivation de nanoparticules de Z élevé : modélisation Monte Carlo et comparaison expérimentale.

- » Delorme Rachel(1), Agelou Mathieu(1), Champion Christophe(2), Elleaume Hélène(3), Taupin Florence(3), Flaenders Mélanie(3), Ravanat Jean-Luc(4)
- 1 CEAN, LIST, LM2S, 91191 Gif-Sur-Yvette, France
- 2 Laboratoire de Physique Moléculaire et des Collisions, UPV, Metz, France
- 3 INSERM U836 team 6, GIN, ESRF Grenoble, France
- 4 INAC/SCIB/LAN CEA Grenoble, France

- **Delorme Rachel**
rachel.delorme@cea.fr

Introduction

Une approche thérapeutique innovante utilisant l'adjonction d'éléments de Z élevé à une radiothérapie de qualité diagnostique semble offrir une voie prometteuse pour le traitement des tumeurs cérébrales résistantes. Une telle technique est développée sur la ligne médicale de l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) utilisant un rayonnement monochromatique allant de 25 à 90 keV [1,2]. Des résultats encourageants ont été obtenus en traitant des souris cancéreuses avec injection de nanoparticules d'or [3]. Cependant, les processus physiques et l'impact biologique issus de la photoactivation de nanoparticules sont mal compris et ne peuvent être expliqués par des calculs de doses macroscopiques [4,5]. Le but de cette étude est d'évaluer par simulation Monte Carlo, au niveau subcellulaire, l'augmentation de dose en présence de nanoparticules et les caractéristiques des électrons secondaires produits.

Matériel et Méthode

Dans un premier temps, une étude comparative en amont a été faite pour évaluer le comportement d'une nanoparticule sous irradiation. Ainsi, les spectres d'électrons produits ont été étudiés pour deux éléments lourds, l'or et le gadolinium, et pour des énergies de faisceau de 25 keV à 2 MeV. D'autre part, des calculs d'augmentation de dose en

présence d'un mélange homogène eau-gadolinium ont été réalisés en utilisant une géométrie cellulaire de manière à comparer les données simulées aux expérimentations menées à l'ESRF. Des tests de clonogénicité ont été réalisés pour mesurer le taux de radiosensibilité des cellules (SER) en présence de nanoparticules de gadolinium, pour différentes énergies d'irradiation (25 à 80 keV).

Résultats

Une augmentation de la production d'électrons jusqu'à un facteur 1000 a été observée en présence d'une nanoparticule. L'énergie moyenne des électrons produits est plus basse après la raie K du gadolinium, ce qui peut fournir un dépôt de dose plus local comparé à l'or. Des résultats encourageants ont été obtenus en comparant le facteur d'augmentation de dose calculé (DEF) dans la géométrie cellulaire avec le SER mesuré mais nécessitent une étude approfondie.

Conclusions : Des calculs de dose sont en cours considérant la présence de nanostructures multiples dans cette même géométrie cellulaire pour tenter d'expliquer les différences de corrélation actuellement observées entre le SER et le DEF avec un modèle plus proche des conditions expérimentales.

1. Adam, J. F., H. Elleaume, et al. (2003). *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 57(5): 1413-26.
2. Adam, J. F., A. Joubert, et al. (2006). *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 64(2): 603-11.
3. Hainfeld, J. F., D. N. Slatkin, et al. (2004). *Phys Med Biol* 49(18): N309-15.
4. Cho, S. H., et al. (2005). *Phys. Med. Biol.* 50 N163-73
5. Zhang, S.X., et al. (2009). *Biomed Microdevices* 11:925-933

- Mots Clés : nanoparticules, radiothérapie, simulation Monte Carlo
- Conflits : aucun

RADIOTHÉRAPIE II - MERCREDI 13 JUIN

Should we combine Hyperthermia with Photon or Proton RT for the treatment of soft tissue sarcoma?

- » Gerd Lutters
- **Lutters Gerd**
gerd.lutters@ksa.ch

Introduction

Regional Hyperthermia can improve the response and survival when combined with systemic chemotherapy and / or photon radiotherapy. Proton therapy is an established indication for the treatment of soft tissue sarcoma in order to reduce dose to critical organs compared to photon radiotherapy. Is a combined Proton – Hyperthermia treatment feasible? We will discuss our experience with local Hyperthermia and photon treatment in general. In a case report we draw conclusions for proton treatment based on treatment plan comparison.

Material and methods: The case of a young patient with a soft tissue sarcoma in the upper leg and abdomen is used for planning comparison (photon vs. proton RT). The photon/proton RT is optimized and calculated for static IMRT/IMPT with Pinnacle (Philips)/proprietary TPS (PSI). CT scans applied in the different treatment positions for RT and Hyperthermia are matched using deformable registration (Velocity Medical Solutions) and planning structures are deformed accordingly. The Hyperthermia treatment is calculated and optimized with Hyperplan (Sennewald) and treatment is applied with a BSD 2000/3D (BSD) microwave system to a target temperature of above 41.5°. The Hyperthermia treatment is controlled with continuous temperature measurements on every treatment.

Result

The patient is currently (April 2012) under treatment with local hyperthermia and photon IMRT. The photon IMRT was chosen because of the large tumour volume and therefore technical challenges for proton RT. The treatment comparison is based on a photon IMRT patient setup and does not take into account a specific proton setup. In the presentation we will report how well the treatment was tolerated and on the clinical results.

- Mots Clés : Hyperthermia, Proton, plan comparison
- Conflits : aucun

Conclusion: A modern Hyperthermia treatment planning procedure is comparable to a photon IMRT treatment planning and equally challenging. But planning and treatment QA is not yet developed to the same level. A clinical study should further investigate combined Proton – Hyperthermia treatment based on the results of this patient's case planning comparison and treatment. The study should also investigate how to setup patients or match anatomy in software in order to achieve identical treated volumes.