



ID de Contribution: 15

Type: Non spécifié

Environnement dosimétrique des études précliniques en hadronthérapie FLASH au cyclotron ARRONAX

jeudi 5 octobre 2023 16:41 (18 minutes)

Environnement dosimétrique des études précliniques en hadronthérapie FLASH au cyclotron ARRONAX
Manon Evin a, Charbel Koumeir a c, Quentin Mouchard a, Gregory Delpon a b, Ferid Haddad a c, Vincent Potiron b d, Gaëlle Saade d, Mathieu Chocry b, Noël Servagent a, Stéphane Supiot b d, Vincent Métivier a, Sophie Chiavassa a b a Nantes Université, IMT Atlantique, CNRS/IN2P3, SUBATECH, F-44000 Nantes, France b Institut de Cancérologie de l'Ouest, Saint-Herblain, France c GIP ARRONAX, Saint-Herblain, France d Nantes Université, CNRS, US2B, UMR 6286, F-44000 Nantes, France Introduction : La radiothérapie FLASH est une technique émergente utilisant des faisceaux à ultra haut débit de dose (> 40 Gy/s, UHDD) pour lesquels il a été démontré un effet protecteur sur les tissus sains et un maintien de l'efficacité anti-tumorale (effet FLASH). Cette modalité d'irradiation constitue un défi pour l'instrumentation et la dosimétrie. En parallèle des développements techniques, la transposition clinique passe également par la compréhension des mécanismes chimiques et biologiques à l'origine de l'effet FLASH. Matériel et méthodes : L'étude de la radiothérapie FLASH fédère une équipe pluridisciplinaire autour des lignes d'irradiation préclinique du cyclotron ARRONAX qui délivre en particulier des faisceaux de protons jusqu'à 70 MeV, avec des débits de dose allant de 0,2 Gy/s à 300 kGy/s et des structures temporelles variables. La réponse des chambres d'ionisation (CI) étant impactée à UHDD, une solution innovante a été développée pour le monitoring de ces faisceaux via la mesure de la luminescence de l'air par un tube photomultiplicateur (PM). De plus, pour poursuivre les investigations sur l'effet FLASH des irradiations de souris (cerveau, poumons et intestins) sont planifiées. Un système permettant le ciblage sans imagerie, ainsi qu'une méthodologie pour garantir une taille de champ fixe optimale pour une cohorte ont été étudiés. Ce champ prend en considération l'impact sur la dose reçue aux poumons, de la respiration et de l'angle d'incidence du faisceau, qui a été quantifié grâce à des acquisitions radioscopiques sur une souris au XRAD22Cx et des simulations GATE grâce au fantôme numérique 4D MOBY [1]. La dépendance au débit de dose et au Transfert d'Énergie Linéique (TEL) des films radiochromiques OC-1 [2] (OrthoChrome) a également été caractérisée. Résultats : L'étude des PM a montré que leur réponse est linéaire sur toute la gamme de débits de dose avec des écarts inférieurs à 3 % par rapport à une cage de Faraday sous vide avec anneau de garde. Un modèle GATE de la ligne a été développé et validé par des mesures de profils et de rendements (écarts avec $CI < 4$ %) permettant la planification dosimétrique sur petit animal [3]. Le volume du cerveau est indépendant du poids de la souris, permettant l'utilisation d'une taille de champ unique. Au contraire, les volumes pulmonaires et intestinaux sont corrélés au poids des souris ($R^2 = 0,78$ et $0,88$ respectivement), une sélection des individus d'une cohorte sur le poids garantira l'utilisation d'une taille de champ unique adaptée pour ces localisations. L'amplitude du diaphragme (+ 1,7 mm en longitudinal et + 0,6 mm en vertical) doit être ajoutée aux marges pour garantir la couverture des poumons. Cependant, la variation du volume, de la densité et de la composition des poumons entre les phases extrêmes d'inspiration et d'expiration n'induit pas de différence significative sur la répartition de la dose. Pour la dosimétrie in vivo UHDD, une étude a montré la faisabilité d'utiliser un film OC-1 positionné derrière la souris. Dans ce cas, la saturation de la réponse des films liée au TEL, évaluée à 11,7% au niveau du pic, doit être prise en compte. Conclusion : L'environnement dosimétrique et la méthodologie développée permettent d'assurer la dose délivrée ainsi que le débit de dose des irradiations précliniques à ARRONAX. Les marges liées au repositionnement et à la respiration ainsi que l'étude de la variabilité inter-animaux garantissent un ciblage optimal du crâne, du thorax et de l'abdomen. Des simulations

GATE sur des μ CBCT de souris complèteront cette étude pour caractériser l'homogénéité latérale et distale de la dose absorbée selon l'angle du faisceau. [1] van der Heyden et al., Br J Radiol 2017 Jan;90(1069):20160419. doi: 10.1259/bjr.20160419 [2] Villoing et al., Med Phys 49 (4), 2732-2745. doi : 10.1002/mp.15526 [3] Bongrand et al., Cancers 13 (8), 1889. doi : 10.3390/cancers13081889

Orateur: EVIN, Manon (Laboratoire Subatech, Nantes)

Classification de Session: Pôle Radiothérapies