

OPTIMISATION DES EXPOSITIONS EN IMAGERIE PRECLINIQUE : UN CHALLENGE QUOTIDIEN

Sylviane PREVOT

Centre G.F. Leclerc

Plateforme d'imagerie et de radiothérapie préclinique

1 Rue Pr Marion, Dijon

sprevot@cgfl.fr

Le développement rapide de techniques d'imagerie utilisant des sources radioactives non scellées sur le petit animal à des fins de recherche soulève une question essentielle : faut-il vraiment accorder de l'importance à l'exposition des opérateurs ?

Ces dix dernières années, de nombreuses installations précliniques ont été créées au sein des services de Médecine nucléaire. L'investigation du niveau de protection des personnels intervenant dans ces structures est alors devenue une préoccupation majeure pour certaines PCR du domaine médical. En effet, dans un environnement aussi spécialisé, les exigences qui couvrent l'expérimentation animale strictement encadrée par la législation ont tendance à apparaître prioritaires sur les questions de radioprotection. Au vu des activités relativement faibles injectées à des souris/rats en quelques secondes et du petit nombre de procédures quotidiennes, la plupart des chercheurs sont persuadés que le risque encouru est si faible qu'il ne justifie pas le déploiement d'un plan de prévention, jugé excessif et bien trop contraignant par rapport aux enjeux de leur recherche.

Pourtant, des contrôles adaptés et des mesures réalisées dans toutes les situations exposantes rencontrées, montrent que les doses reçues lors des études de petits rongeurs peuvent être du même ordre que celles reçues en imagerie clinique. L'évaluation des doses susceptibles d'être reçues dans les conditions habituelles de travail nécessite une approche rigoureuse. Le niveau de risque encouru est en effet une combinaison d'un grand nombre de facteurs. Il dépend non seulement des caractéristiques physiques et des propriétés chimiques du radionucléide, de l'activité mise en oeuvre, des conditions d'expositions aux différentes étapes du processus, mais également des compétences en radioprotection des personnels effectuant ces protocoles expérimentaux. L'analyse préalable des risques d'exposition, une formation approfondie des opérateurs aux techniques de protection, leur sensibilisation au respect des bonnes pratiques de radioprotection et un suivi rigoureux des expositions externe et interne, sont des facteurs clés pour assurer une protection optimale compatible avec les contraintes de l'expérimentation animale.

Le développement significatif de ces activités et les nombreux projets en cours dans notre établissement requièrent une vigilance accrue en matière de prévention des risques biologique, chimique et radiologique. Comme en Médecine nucléaire, des études dosimétriques des postes de travail doivent être menées préalablement à chaque expérimentation, avant d'être validées par mesure dans les conditions réelles de travail. La difficulté réside dans l'absence de standardisation des expérimentations, qui fait de l'extrapolation des doses reçues à l'année de travail, une valeur peu représentative de la réalité des pratiques. Les activités mises en jeu peuvent être très élevées du fait de rendements de marquage souvent faibles, les activités injectées ne sont pas toujours si différentes de celles prescrites pour des patients et chaque essai est différent du précédent. Il doit donc faire l'objet d'une nouvelle analyse permettant de définir les consignes de radioprotection spécifiques à ces nouvelles conditions opératoires.

L'information objective de la PCR par la/le responsable de l'étude est un pré-requis à l'assurance d'une protection optimale des opérateurs. Une fiche d'expérimentation évolutive a été élaborée en collaboration avec les chercheurs. Pour chaque étude, elle permet :

- de réaliser une analyse préalable des conditions d'exposition à partir des éléments d'information fournis par la/le responsable de l'étude ;
- de vérifier que les équipements de protection collective sont suffisants ou le cas échéant, que des équipements de protection individuelle (EPI) adaptés sont disponibles pour assurer une protection optimale des opérateurs à toutes les étapes ;
- de proposer une fiche d'expérimentation dédiée, précisant la nature et les niveaux des risques encourus, les EPI à utiliser ;
- de planifier les campagnes de mesures des niveaux d'exposition qui seront faites dans les conditions réelles de travail pour confirmer la pertinence des premières estimations ;
- de rappeler les modalités de tri, collecte et stockage sécurisés des déchets solides et effluents liquides radioactifs aux personnes concernées.

A titre d'illustration, les premières mesures réalisées en 2013 sur l'indium-111, ont confirmé que le risque d'exposition ne devait pas être sous-estimé (1). La durée moyenne d'exposition des doigts était de 30 s lors de la préparation d'une seringue, 60 à 90 s par injection, 20 à 35 s pour l'installation de 3 animaux sur le lit de la caméra et 15 min par dissection. Les débits de doses mesurés à courte distance sont élevés : $10 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$ au contact d'un micro-tube de solution mère, $300 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à 10 cm pendant la dispensation des seringues, $200 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à 10 cm pendant l'injection d'une souris (8,2 MBq), 300 à $1000 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ au contact du lit d'imagerie pendant la mise en place des animaux. Les équipements de protection individuels utilisés en pratique clinique n'étant pas toujours adaptés aux procédures réalisées sur de petits animaux, des techniques de protection spécifiques doivent être développées pour éviter toute manipulation directe de sources nues. Compte tenu des activités mises en œuvre, l'exposition des doigts doit être suivie avec la plus grande attention afin de maintenir les doses Hp(0.07) ALARA et de garantir que le risque d'exposition de la peau à des doses supérieures à $500 \text{mSv}\cdot\text{cm}^{-2}$ est improbable.

Après une période d'observation des habitudes de travail par la PCR, un certain nombre d'actions d'améliorations ont été mises en place sur notre installation. Elles sont désormais utilisées en routine :

- blindage systématique des flacons/tubes de solutions mères et des seringues d'injection ;
- pose d'une voie d'abord à froid, permettant de minimiser le nombre de points de ponction et de sécuriser la procédure d'injection grâce à un bon accès veineux, de prévenir le risque de piqûre et de mouvements incontrôlés liés au poids du protège-seringue pouvant conduire à une extravasation, de réduire la durée de contact des doigts avec la source radioactive pendant l'injection, aujourd'hui d'une durée moyenne de 5 s ;
- écran de paillasse blindé, de hauteur adaptée au travail de dissection, permettant d'éviter la contamination du visage tout en minimisant l'irradiation des yeux et du corps entier.

L'évaluation des expositions professionnelles en imagerie préclinique n'est pas une tâche facile. Elle nécessite du temps de présence sur le terrain et un travail d'équipe, pour une meilleure connaissance et une meilleure protection des postes exposés. Un système d'assurance qualité et des retours d'expérience sur les signalements permettent de quantifier l'occurrence des aléas, de prendre des mesures correctives rapides et d'assurer le suivi de leur incidence. Garantir un niveau de protection optimal sans compliquer ni freiner trop la tâche des chercheurs reste un défi permanent pour les PCR.

Référence :

- (1) S. Prévot⁽¹⁾, J.M. Vrigneaud⁽¹⁾, O. Raguin⁽²⁾, L. Houot⁽¹⁾, M. Moreau⁽¹⁾, C. Dejucq⁽²⁾, L. Morgand⁽²⁾, M. Février⁽¹⁾, C. Mary⁽¹⁾, A. Courteau⁽¹⁾, A. Oudot⁽¹⁾, B. Collin⁽¹⁾, F. Brunotte⁽¹⁾, P. Fumoleau⁽¹⁾
Radiation safety issues in small animals preclinical imaging: a careful approach to evaluate staff exposures, EJNMMI, Volume 40, Supplement 2, S205, OP 499 – October 2013