



www.oramed-fp7.eu

ORAMED: Dosimétrie des extrémités et du cristallin pour les procédures interventionnelles (Groupe de travail n° 1)

Recommandations pratiques pour réduire les doses aux extrémités et au cristallin du personnel lors des procédures de radiologie et de cardiologie interventionnelle

Carinou Eleftheria, Leader du Groupe 1, Greek Atomic Energy Commission (GAEC), Grèce
Domienik Joanna, Nofer Institute of Occupational Medicine (NIOM), Pologne
Donadille Laurent, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), France
Ferrari Paolo, Radiation Protection Institute (ENEA), Italie
Jankowski Jerzy, Nofer Institute of Occupational Medicine (NIOM), Pologne
Koukorava Christina, Greek Atomic Energy Commission (GAEC), Grèce
Krim Sabah, Belgian Nuclear Research Centre (SCK•CEN), Belgique
Nikodemova Denisa, Slovak Medical University Faculty (SMU), Slovaquie
Ruiz-Lopez Natacha, University Hospital Centre and University of Lausanne (CHUV), Suisse
Sans Merce Marta, University Hospital Centre and University of Lausanne (CHUV), Suisse
Struelens Lara, Belgian Nuclear Research Centre (SCK•CEN), Belgique
Vanhavere Filip, ORAMED coordinator, Belgian Nuclear Research Centre (SCK•CEN), Belgique

Ces études ont été financées de la Communauté européenne de l'énergie atomique, septième programme-cadre (FP7/2007-2011 - Convention de financement n°211361).





RECOMMANDATIONS POUR REDUIRE LES DOSES AUX EXTREMITES ET AU CRISTALLIN DU PERSONNEL LORS D'ACTES INTERVENTIONNELS

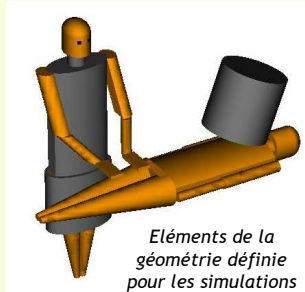
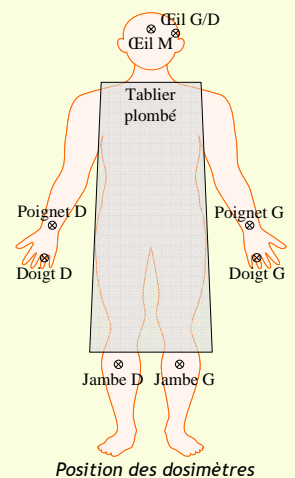
Problématique



Durant les actes de radiologie et de cardiologie interventionnelle, le personnel médical est susceptible de recevoir des doses significatives. L'opérateur principal ainsi que l'ensemble du personnel présent dans la salle d'intervention doivent rester à proximité du patient et sont donc exposés au rayonnement X diffusé par ce dernier. Bien que le corps et le cou du personnel soient efficacement protégés par le tablier plombé et le cache-thyroïde portés, ce n'est en général pas le cas des mains, des jambes et des yeux (le cristallin).

Description du travail

Une campagne de mesures coordonnée à l'échelle européenne a été organisée dans différents hôpitaux pour les procédures de radiologie et de cardiologie interventionnelle. Parallèlement, des simulations numériques représentatives de ces postes de travail ont été réalisées. L'objectif était de quantifier l'effet des principaux paramètres d'influence sur les doses aux extrémités et au cristallin. Un protocole de mesures unifié a été défini, selon lequel, pour chaque procédure faisant l'objet d'une mesure, différents paramètres devaient être relevés, à savoir: l'installation radiologique, la nature et la complexité de la procédure, la position de l'opérateur, les équipements de protection, les paramètres radiologiques (incidence, kVp, filtration, etc.) et le produit dose-surface. Pour chaque mesure, 8 dosimètres thermoluminescents étaient portés par l'opérateur à différentes positions. Ils étaient fixés de telle sorte à ne pas être protégés par les équipements de protection individuelle portés.



Eléments de la géométrie définie pour les simulations

Les simulations numériques ont été réalisées au moyen du code Monte Carlo MCNPX. Le patient et l'opérateur ont été définis par deux fantômes anthropomorphes mathématiques. Le modèle de l'opérateur a été modifié par l'ajout des éléments suivants: les yeux, les bras, les mains, ainsi que le tablier plombé et le cache-thyroïde. La source de rayonnement X et l'imageur ont également été introduits dans la géométrie.

CAMPAGNE DE MESURES

La liste des procédures sélectionnées pour l'étude a inclus 3 procédures cardiologiques et 5 radiologiques: coronarographie ou coronaroplastie (CA/PTCA); ablation par radiofréquence (RFA); implantation de pacemaker ou de défibrillateur (PM/ICD); angiographie (DSA) ou angioplastie (PTA) des membres inférieurs (DSA/PTA LL), de la carotide ou cérébrale (DSA/PTA C/B), rénale (DSA/PTA R); embolisation hépatique ou neuro-embolisation; cholangio-pancréatographie rétrograde (ERCP).



L'objectif était d'évaluer les doses aux mains, aux poignets, aux jambes et au cristallin de l'opérateur principal.

Les données ont représenté:

- 42 hôpitaux ou salles d'intervention
- 6 pays européens
- 1329 procédures

CAMPAGNE DE SIMULATIONS NUMERIQUES

Les paramètres examinés ont été: la qualité, l'incidence, le diamètre du faisceau; la zone imagée du patient; la position de l'opérateur; les équipements de protection (écran plafonnier, bas-volet, lunettes plombées).



L'objectif était d'évaluer l'influence de la variation de différents paramètres sur les doses aux mains, aux poignets, aux jambes et au cristallin de l'opérateur principal.

Conclusions

L'effet des différents paramètres d'influence a été analysé et les conclusions suivantes ont été dressées:

- L'écran plafonnier permet de réduire la dose au cristallin d'un facteur variant de 2 à 7.
- Des lunettes plombées larges, ajustées au visage et dotées de protections latérales doivent être préférées (réduction de la dose voisine de 90%), en particulier si un écran plafonnier n'est pas disponible et/ou si le tube est situé au-dessus de la table d'opération.
- L'utilisation adéquate du bas-volet permet une réduction de la dose aux jambes d'un facteur variant de 2 à 5.
- Le tube doit être situé sous la table d'opération, dans la mesure du possible. Comparée aux cas où le tube est situé au-dessus de la table et aux systèmes biplan, la configuration correspondant au tube sous la table permet une réduction de la dose aux mains et aux yeux de facteurs respectivement compris dans les intervalles 2-50 et 2-27. Les jambes sont cependant dans ce cas plus exposées, ce risque pouvant être prévenu par l'utilisation d'un bas-volet correctement positionné.
- Si un appareil biplan est utilisé, l'ajout d'un écran plafonnier supplémentaire protégeant du rayonnement diffusé pour les incidences latérales est très importante.
- La voie d'abord fémorale est à préférer à la voie radiale, dans la mesure du possible en regard des impératifs médicaux; si les écrans sont correctement utilisés l'abord fémoral est associé à des doses 2 à 7 fois plus faibles que l'abord radial (cas des procédures de CA/PTCA).
- L'utilisation d'un injecteur automatique de produit de contraste permet à l'opérateur de sortir de la salle durant les phases d'acquisition d'image. Cette pratique réduit les doses d'un facteur variant de 4 à 7, en particulier aux mains.



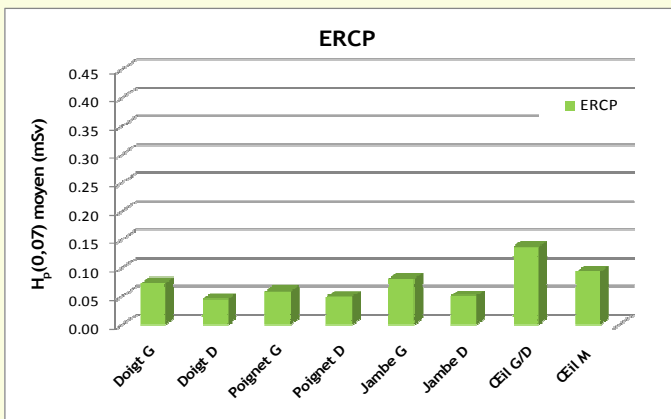
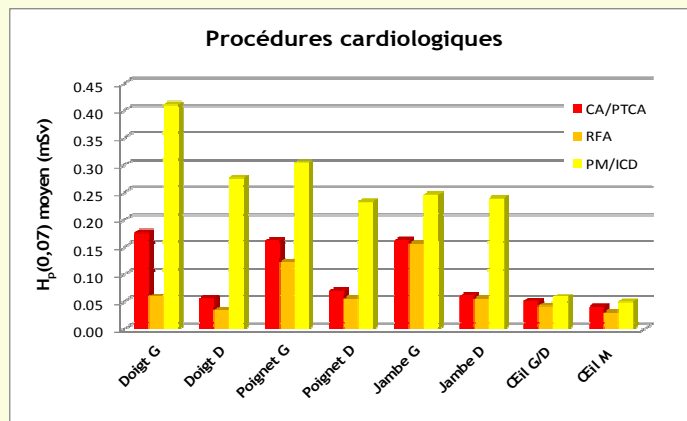
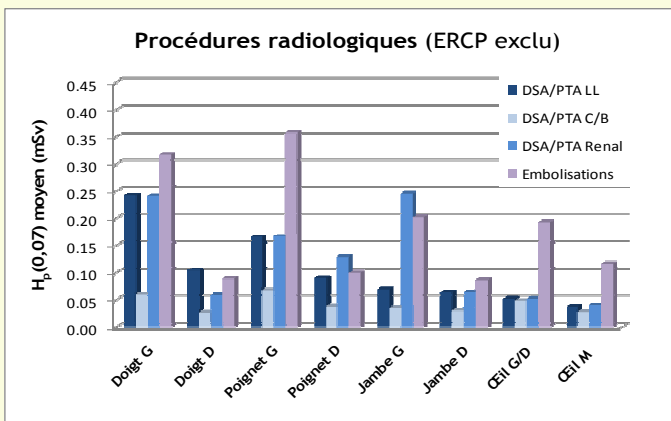
Recommandations

- Seuls doivent être utilisés des appareils et des salles dédiés aux actes interventionnels qui y sont effectués; des équipements de protection collective doivent y être disponibles.
- Des équipements de protection individuelle, au moins un tablier plombé et un cache-thyroïde, doivent être utilisés par l'ensemble du personnel présent en salle durant les interventions. Des lunettes plombées dotées de protections latérales sont à préférer.
- Les équipements de protection collective doivent être utilisés et positionnés de telle sorte à efficacement protéger l'opérateur.
- L'écran plafonnier doit être placé aussi près que possible du corps du patient. L'association d'un écran transparent et de bandes souples plombées touchant le patient est très efficace pour la protection des mains et des yeux.
- Lorsqu'un appareil biplan est utilisé, l'ajout d'un écran plafonnier supplémentaire protégeant du rayonnement diffusé pour les incidence latérales est très important pour la protection des yeux.
- Dans la mesure du possible, le tube doit être placée sous la table d'opération. Le risque de plus forte exposition des jambes dans ce cas peut être prévenu par l'utilisation d'un bas-volet correctement positionné.
- Lorsque l'opérateur doit se déplacer autour du patient, l'attention doit être maintenue pour conserver un positionnement efficace du bas-volet et de l'écran plafonnier.
- Des écrans de protection mobiles doivent être disponibles et utilisés par le reste du personnel présent en salle.
- L'abord fémoral doit être préféré à l'abord radial, dans la mesure du possible en regard des impératifs médicaux.
- Sortir de la salle durant les phases d'acquisition d'images est une pratique permettant de réduire de façon significatives les doses reçues.
- Proscrire l'exposition directe des mains au faisceau primaire.
- Le suivi dosimétrique de routine des mains ou des poignets et des yeux doit être mis en place. Les dosimètres doivent être portés du côté de l'opérateur le plus proche du tube émetteur de rayonnement X. Le dosimètre porté à la main ou au poignet doit être placé sur la face palmaire ou dorsale suivant que le tube est situé respectivement en-dessous ou au-dessus de la table d'opération.



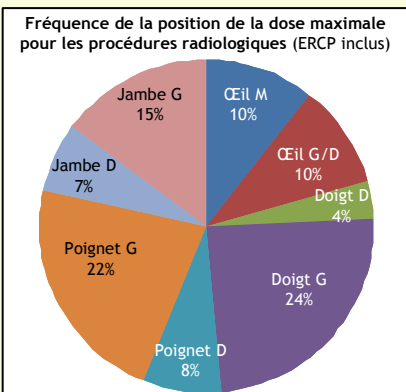
ANNEXE – Résultats principaux du Groupe de travail n°1

DOSES MOYENNES POUR LES DIFFERENTES PROCEDURES



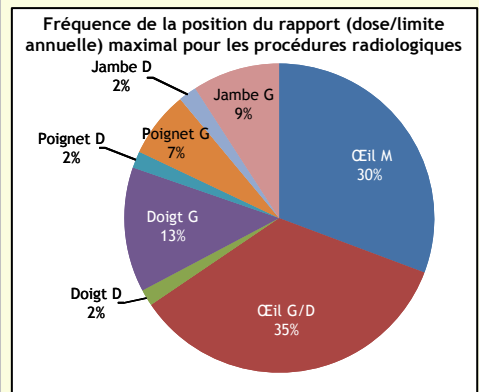
- Parmi les procédures radiologiques étudiées, les doses reçues par l'opérateur sont plus élevées durant les embolisations, en particulier pour le cristallin. L'opérateur est également exposé de façon significative durant les procédures thérapeutiques d'angioplastie des membres inférieurs (PTA LL) et rénale (PTA R).
- Pour les procédures cardiologiques, les doses reçues par l'opérateur sont plus élevées durant les PM/ICD, bien que les PDS associés soient en moyenne plus faibles. Durant ces procédures l'opérateur est proche du champ de rayonnement et n'utilise fréquemment pas d'équipement de protection collective.
- Les doses sont en général plus faibles pour l'ERCP. Cependant, il convient d'utiliser un écran plafonnier pour la protection des yeux, en particulier lorsque le tube émetteur de rayonnement est situé au-dessus de la table d'opération.

DOSES MAXIMALES



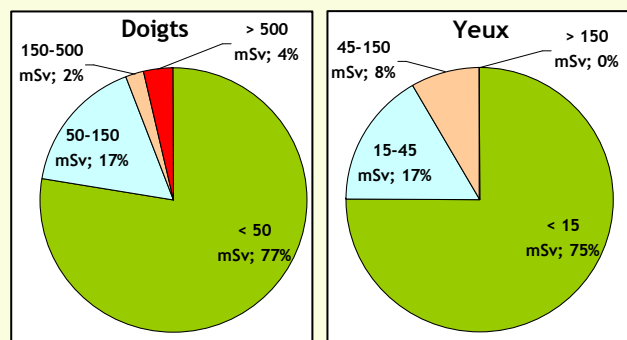
- La dose maximale a été observée le plus fréquemment sur le doigt gauche et le poignet gauche (observations similaires pour les procédures cardiologiques).
- Cependant, si les limites annuelles sont prises en compte (500 mSv pour les extrémités et 150 mSv⁽¹⁾ pour le cristallin), les yeux apparaissent comme la position la plus exposée relativement à la limite annuelle. Il est rappelé que les doses ont été mesurées sans les équipements de protection individuelle portés, comme par exemple le tablier plombé ou les lunettes plombées.

(1) La Commission internationale de protection radiologique (ICRP) a recommandé en 2011 une diminution à 20 mSv de la limite annuelle pour le cristallin (ICRP ref 4825-3093-1464, 2011), ce qui accentue encore l'effet observé.



EXTRAPOLATIONS ANNUELLES

- Dans environ 7% de cas le seuil de 3/10^{èmes} de la limite annuelle pour les mains et le cristallin est atteint.
- Des cas de dépassement de limite ont été observés pour les doigts.
- Si la limite annuelle de 20 mSv recommandée par l'ICRP en 2011 (ICRP ref 4825-3093-1464, 2011) est prise en compte dans la réglementation, de nombreux cas de dépassement seront observés si des lunettes plombées ne sont pas portées.
- Le suivi dosimétrique de routine des mains et du cristallin est recommandé, à l'exception de l'ERCP pour le cristallin.



Fréquence des intervalles des doses annuelles extrapolées pour les doigts et le cristallin; catégories d'intervalles: (<1/10^{ème}) de la limite, (1/10^{ème}-3/10^{èmes}) de la limite, (3/10^{èmes}-1) de la limite, >limite.