

2018

Méthodes de radioprotection en radiographie générale

Avis de radioprotection



Ordre des technologues
en **imagerie médicale**,
en **radio-oncologie** et en
électrophysiologie médicale
du Québec

Dans ce document, les termes « doit » ou « doivent » sont utilisés pour indiquer aux technologues qu'il s'agit d'une exigence essentielle qui doit être appliquée ou maîtrisée afin de satisfaire aux normes de pratique et de radioprotection reconnues.

Bien que la complexité et la diversité des examens d'imagerie médicale augmentent, il ne faut pas minimiser l'importance des doses transmises en radiographie générale puisque le nombre d'examens radiologiques représente encore une proportion considérable d'examens, et ce, dans plusieurs services d'imagerie médicale. Ainsi, dans leur pratique, les technologues doivent être vigilants afin de limiter les risques d'irradiation aux patients qui subissent des examens d'imagerie médicale.

OPTIMISATION DES DOSES

Comme le démontre le tableau de dose efficace moyenne¹ suivant, les examens réalisés en radiographie générale ont pour avantage de transmettre moins de dose que celles en tomodensitométrie (TDM). Les valeurs de risques radio-biologiques sont représentées par la dose efficace moyenne en mSv.

EXAMENS RADIOLOGIQUES	DOSE EFFICACE MOYENNE (E MSV)
Poumons (2 incidences)	0,05
Abdomen (3 incidences)	1,2
Colonne lombaire (3 incidences)	2,4
Pelvis (1 incidence)	1,2
Hanche (2 incidences)	0,35
TDM Tête	3,0
TDM Thorax	5,8
TDM Abdomen-Pelvis	17,2
TDM Thorax-Abdomen-Pelvis	18,5

L'imagerie numérique permet d'améliorer grandement la pratique, mais elle est susceptible d'augmenter les doses transmises aux patients. Il ne faut pas perdre de vue que des surexpositions peuvent survenir sans altérer la qualité des images compte tenu de la plage dynamique plus large du système de traitement et de sa capacité à corriger électroniquement l'image.

Comme les images sont habituellement de bonne qualité en imagerie numérique, il est facile pour les technologues de perdre leurs balises et d'avoir tendance à augmenter inutilement les doses transmises aux patients. Ainsi, une dose plus élevée au patient ne sera pas nécessairement perceptible sur l'image. Il est donc important pour le technologue de vérifier l'indice d'exposition qui permet de définir le niveau de radiation optimal pour chaque image réalisée. C'est pourquoi les fabricants (DR ou CR) rendent disponibles ces indices d'exposition afin de respecter les niveaux de référence de doses pour les examens radiologiques. Étant donné que tous les examens réalisés ne requièrent pas le même niveau de qualité d'image, une concertation entre technologues et radiologistes est nécessaire afin de déterminer le niveau de qualité requis pour chaque type d'examen réalisé puisque « qualité d'image » et « dose transmise au patient » sont directement liées (principe ALADA²).

¹ INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Doses délivrées aux patients en scanographie et en radiologie conventionnelle - Rapport DRPH/SER N° 2010-12*, p. 23-24

² As Low As Diagnostically Acceptable

Dans leur pratique, les technologues doivent se rappeler que les systèmes d'imagerie numérique font en sorte que les images sont faciles à obtenir et faciles à reprendre, ce qui peut signifier plus de radiographies inutiles pour le patient.

LES TECHNOLOGUES DOIVENT :

- Réviser régulièrement le fichier technique et les protocoles d'examens, en collaboration avec les radiologistes;
- Vérifier l'indice d'exposition de chaque image réalisée afin de s'assurer qu'il soit conforme aux normes du fabricant et respecte le niveau de qualité recherché.

MÉTHODES DE RADIOPROTECTION

Pour les patients, les moyens de radioprotection doivent être utilisés avec discernement, c'est-à-dire qu'ils doivent contribuer à diminuer de façon significative la dose absorbée par le patient. Les méthodes de radioprotection à utiliser s'appliquent au rayonnement primaire et au rayonnement diffusé externe. Ainsi, les caches ou écrans protecteurs ne sont pas utiles pour réduire l'exposition au rayonnement diffusé interne³.

Pour le rayonnement primaire, toute action conduisant à une diminution du faisceau primaire aura un effet direct sur la dose absorbée par le patient alors que pour le rayonnement diffusé externe, celui-ci concernera le patient irradié, mais aussi le personnel situé à proximité du patient durant l'examen ou l'accompagnateur.

La dose absorbée par le patient dépend principalement :

- Des facteurs techniques utilisés (mAs et kVp);
- De la distance foyer-peau (DFP);
- De la collimation;
- De la filtration du faisceau;
- Du type de générateur;
- De l'épaisseur de la région à radiographier.

Ainsi, une maîtrise de l'ensemble des paramètres techniques et de l'appareillage utilisé de même que l'application d'un contrôle de qualité rigoureux sont requises afin d'optimiser la radioprotection du patient et limiter les doses transmises à des niveaux sécuritaires.

L'utilisation d'un temps court peut avoir des effets bénéfiques sur l'image radiologique en ce sens que plus le temps d'exposition est court moins on a de possibilités que le patient bouge et que l'image soit influencée par le flou de mouvement involontaire provenant des organes (ex. : battements cardiaques, péristaltisme intestinal) ou de la circulation sanguine.

³ DANIELS, Cupido, PhD, FCCPM, et Elizabeth FUREY, MD. « The Effectiveness of Surface Lead Shielding of Gonads Outside the Primary X-ray », *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 39(4), 2008, p. 189-191

Toutefois, des inconvénients liés à l'appareillage utilisé peuvent survenir suite à l'utilisation de temps très courts (< 10 ms) puisque le système radiologique doit être assez puissant pour supporter des charges élevées et le système de minuterie doit, pour sa part, être très précis.

Des problèmes peuvent aussi apparaître sur l'image si la grille mobile utilisée n'a pas suffisamment de temps pour fonctionner adéquatement. Des lignes de grille peuvent alors apparaître et gêner la visualisation de fines structures anatomiques. Il n'est pas toujours nécessaire d'utiliser le temps d'exposition le plus court disponible dans la mesure où celui-ci permet d'éviter le flou causé par les mouvements involontaires (ex. : cardiaques et circulatoires). Ainsi, en radiographie pulmonaire, la limite de temps d'exposition à ne pas dépasser est de 80 ms⁴.

La quantité de rayonnement émis est directement proportionnelle à la charge (mAs) apportée au tube. Un temps d'exposition court ne transmet pas plus de rayonnements X à un patient qu'un temps d'exposition long dans la mesure où le mAs est le même dans les deux cas. Par exemple :

mAs	MA	MS
10	200	50
	50	200

Donc, pour un même mAs, l'utilisation d'un temps d'exposition court ne permet pas de réduire la dose transmise au patient. La meilleure façon de réduire la dose transmise au patient, avec un temps plus ou moins court, est de diminuer le mAs.

Si un organe radiosensible est compris dans le faisceau primaire, un moyen de radioprotection (ex. : caches protecteurs, protecteurs mammaires) doit être utilisé lorsqu'il est possible de le faire sans nuire au résultat de l'examen.

Pour le rayonnement diffusé externe, compte tenu de l'âge, de la condition et du gabarit du patient, il peut être opportun d'utiliser un écran ou un cache protecteur afin de protéger un organe ou un tissu situé dans l'axe ou à proximité du rayonnement diffusé. Cette protection complémentaire doit être appliquée à l'organe ou au tissu radiosensible situé à proximité de la zone irradiée afin d'être efficace. À cet effet, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) recommande de protéger la poitrine, les gonades et la thyroïde lorsqu'ils se trouvent à moins de 5 cm du faisceau primaire, lorsque cela est possible, et ce, sans nuire à la collecte des informations diagnostiques requises⁵.

La CIPR a établi des facteurs de pondération tissulaire pour la plupart des organes ou tissus composant le corps humain. Ainsi, les organes ou tissus du corps humain ne sont pas tous « sensibles » avec la même intensité lorsqu'ils sont irradiés. Pour tenir compte de cette disparité de radiosensibilité et à partir des extrapolations aux faibles doses, une « échelle » de radiosensibilité a été établie où chaque organe se voit attribuer un facteur de pondération tissulaire (W_T). Ce W_T caractérise l'importance réelle de chaque organe.

⁴ SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RADIOLOGIE, et INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Les procédures radiologiques : Critères de qualité et optimisation des doses, Radiographie du thorax*

⁵ COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE. *Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology : Publication 121*, p. 30

ou tissu à subir un dommage provoqué par irradiation. La somme de ces W_T est égale à 1, ce qui correspond au détriment global d'une irradiation pour le corps entier.

Le tableau⁶ suivant porte sur les facteurs de pondération tissulaire. Parmi l'ensemble des organes ou tissus considérés par la CIPR, les gonades ne sont plus les organes les plus sensibles à l'irradiation. En radioprotection, il faut aussi prendre en considération la radiosensibilité des autres organes ou tissus irradiés selon la région examinée.

TISSU	W_T	ΣW_T
Moelle osseuse (rouge), côlon, poumons, estomac, sein, tissus restants*	0,12	0,72
Gonades	0,08	0,08
Vessie, œsophage, foie, thyroïde	0,04	0,16
Surface osseuse, cerveau, glandes salivaires, peau	0,01	0,04
Total		1,00

* Tissus restants : surrénales, région extrathoracique (ET), vésicule biliaire, cœur, reins, ganglions lymphatiques, muscle, muqueuse buccale, pancréas, prostate (♂), intestin grêle, rate, thymus, utérus/col de l'utérus (♀)

Compte tenu des facteurs de pondération tissulaire actuels, il est inapproprié de considérer les gonades comme la structure anatomique à protéger, peu importe le type d'examen. Par exemple, lors de radiographies du crâne, les organes les plus radiosensibles à protéger sont les cristallins, la thyroïde et les seins. Les technologues ne doivent donc pas fournir aux patients un écran protecteur pour les gonades en guise de protection psychologique, puisque d'autres organes ayant une radiosensibilité plus élevée sont situés dans l'axe ou à proximité de la zone irradiée.

Il faut garder à l'esprit que les moyens de radioprotection utilisés pour le patient lors d'un examen radiologique doivent contribuer à diminuer la dose absorbée par celui-ci sinon, ils sont inutiles.

LES TECHNOLOGUES DOIVENT :

- Optimiser la radioprotection du patient en maintenant les doses transmises aussi faibles qu'il est raisonnablement possible de le faire sans perte d'informations diagnostiques selon les principes ALARA⁷ et ALADA⁸;
- Privilégier les incidences face postéro-antérieure (face PA) permettant de protéger les organes radiosensibles (ex. : cristallin, thyroïde);
- Positionner le tronc du patient perpendiculairement au plan transverse de la table de façon à optimiser les principes de radioprotection (extrémité supérieure);
- Utiliser des moyens d'immobilisation afin d'éviter les reprises dues au mouvement;

⁶ COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE. *Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique : Publication 103*, p. 68

⁷ As Low As Reasonably Achievable

⁸ As Low As Diagnostically Acceptable

- Protéger les organes radiosensibles compris dans la zone irradiée et ceux situés à moins de 5 cm du faisceau primaire avec un cache protecteur, et ce, sans nuire aux informations diagnostiques requises;
- Utiliser une distance foyer-peau (DFP) la plus grande possible;
- Utiliser une filtration adéquate du faisceau primaire;
- Appliquer la collimation le plus sévèrement possible de façon à ce que le champ de rayonnement ne couvre que la dimension de la structure à démontrer;
- Utiliser une grille antidiffusante lorsque la structure à radiographier mesure plus de 10 à 12 cm d'épaisseur⁹ ou lorsque le rayonnement diffusé devient trop important;
- Utiliser un temps d'exposition court afin de minimiser les reprises de radiographies dues au flou de mouvement produit par le patient;
- Privilégier l'utilisation d'un bas mAs et ajuster les facteurs techniques en fonction d'un kilovoltage optimal selon la structure à radiographier;
- Choisir les facteurs techniques (mAs et kVp) et utiliser le système d'exposition automatique (SEA) de façon judicieuse.

RADIOGRAPHIE DES MEMBRES SIMILAIRES EN UNE SEULE EXPOSITION

La radiographie des membres similaires en une seule exposition apporte des problèmes de précision de l'image, augmente la dose de rayonnements rétrodiffusés au patient et limite l'optimisation de la radioprotection.

Prenons l'exemple d'une radiographie des hanches en une seule exposition suite à la mise en place d'une prothèse totale de hanche (PTH). Le premier élément à considérer est la justification de l'examen. À cet effet, les PTH sont mises en place par des orthopédistes qui, en prescrivant la radiographie des deux hanches en une seule exposition sur la même image, désirent établir une comparaison entre les deux hanches visualisées. Donc, du point de vue médical, cet examen est justifié par l'orthopédiste et les technologues doivent réaliser l'examen selon le protocole établi au service.

Toutefois, cette façon de procéder ne permet pas toujours au technologue d'optimiser la radioprotection puisque les champs de rayonnement sont grands ouverts pour couvrir la région à mettre en évidence. Ainsi, les gonades, la vessie et une partie de la moelle osseuse rouge (MOR) risquent d'être touchées inutilement par le rayonnement primaire dirigé vers le patient. De plus, la qualité du faisceau utilisé et l'ouverture des champs détermineront un facteur de rétrodiffusion (FRD) plus élevé que si la zone irradiée était restreinte; ce qui aura pour effet d'augmenter la dose absorbée par le patient.

Lors d'une radiographie des deux genoux en une seule exposition à la suite de la mise en place d'une prothèse totale du genou (PTG), l'examen est justifié médicalement. Pour l'optimisation de la radioprotection, il n'y a pas vraiment de problèmes associés aux organes radiosensibles situés dans l'axe ou à proximité de l'irradiation puisqu'il s'agit

⁹ LONG, Bruce W., Jeannean HALL ROLLINS et Barbara J. SMITH. *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures*, 13th Edition, volume 1, p. 38

uniquement de membres inférieurs (os) ayant un niveau de radiosensibilité faible ($W_T = 0,01$). Par contre, le champ de rayonnement est ouvert plus grand afin d'inclure les deux membres sur l'image. Il y a alors augmentation de dose absorbée aux membres exposés due à l'ouverture des champs accentuant ainsi le FRD.

Une radiographie de membres similaires effectuée en une seule exposition ne respecte pas, entre autres, la loi des tangences (une paroi apparaît avec netteté et précision seulement lorsque le rayon aborde tangentiellement sa surface). Il est donc erroné de penser qu'il est possible de réaliser une radiographie avec un maximum de précision en dirigeant le rayon central à l'extérieur ou complètement à côté de la structure à mettre en évidence.

Lorsqu'il est nécessaire d'obtenir des informations comparatives pour des membres similaires en orthopédie et en pédiatrie (ex. : âge osseux), le protocole établi par les autorités médicales du service doit encadrer ces pratiques afin de respecter les principes fondamentaux de radioprotection.

LES TECHNOLOGUES DOIVENT :

- Radiographier les membres similaires séparément en réduisant le champ de rayonnement primaire et en utilisant le point de centrage approprié ou selon le protocole établi.

PÉDIATRIE

Les principes de base et les règles générales de radioprotection des personnes exposées à des fins médicales sont les mêmes pour les adultes et les enfants. Toutes les recommandations énoncées précédemment pour éviter de transmettre des doses inutiles, tout en assurant la qualité d'image nécessaire à l'information diagnostique recherchée, sont valables en pédiatrie.

L'utilisation des SEA n'est pas recommandée en pédiatrie (grande variabilité des épaisseurs, faibles niveaux de doses). Les technologues doivent utiliser le réglage manuel des paramètres d'exposition.

L'utilisation de caches protecteurs doit se faire en tenant compte d'une plus grande proximité des organes entre eux. Il est essentiel de s'assurer que le cache protecteur ne nuise pas à la qualité d'image diagnostique. La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) recommande de protéger la poitrine, les gonades et la thyroïde lorsqu'ils se retrouvent à moins de 5 cm du faisceau primaire, lorsque cela est possible, et ce, sans nuire à la collecte des informations diagnostiques requises¹⁰.

EN PLUS DES RECOMMANDATIONS ÉNONCÉES PRÉCÉDEMMENT, LES TECHNOLOGUES DOIVENT :

- Utiliser les moyens d'immobilisation adaptés à l'âge des enfants afin que l'examen soit réalisé en toute sécurité en évitant les mouvements qui pourraient nécessiter une reprise avec irradiation supplémentaire;
- Utiliser le réglage manuel des facteurs techniques.

¹⁰ CENTRE D'EXPERTISE CLINIQUE EN RADIOPROTECTION. *Recommandation du CECR : Exposition des patients aux rayonnements ionisants en imagerie médicale*, [En ligne]

CONCLUSION

Les rayonnements ionisants doivent être considérés avec attention plutôt qu'avec crainte. Les premiers responsables de la radioprotection sont les utilisateurs eux-mêmes (technologues et médecins). Les meilleures méthodes de radioprotection commencent par une utilisation optimale des paramètres techniques et elles concernent l'emploi de moyens efficaces pour réduire les doses transmises à des niveaux sécuritaires pour les patients et le personnel.

EN CONSÉQUENCE, LES TECHNOLOGUES DOIVENT :

- Réviser régulièrement le fichier technique et les protocoles d'examens, en collaboration avec les radiologistes;
- Vérifier l'indice d'exposition de chaque image réalisée afin de s'assurer qu'il soit conforme aux normes du fabricant et respecte le niveau de qualité recherché;
- Optimiser la radioprotection du patient en maintenant les doses transmises aussi faibles qu'il est raisonnablement possible de le faire sans perte d'informations diagnostiques selon les principes ALARA et ALADA;
- Privilégier les incidences face postéro-antérieure (face PA) permettant de protéger les organes radiosensibles (ex. : cristallin, thyroïde);
- Positionner le tronc du patient perpendiculairement au plan transverse de la table de façon à optimiser les principes de radioprotection (extrémité supérieure);
- Utiliser des moyens d'immobilisation afin d'éviter les reprises dues au mouvement;
- Protéger les organes radiosensibles compris dans la zone irradiée et ceux situés à moins de 5 cm du faisceau primaire avec un cache protecteur, et ce, sans nuire aux informations diagnostiques requises;
- Utiliser une distance foyer-peau (DFP) la plus grande possible;
- Utiliser une filtration adéquate du faisceau primaire;
- Appliquer la collimation le plus sévèrement possible de façon à ce que le champ de rayonnement ne couvre que la dimension de la structure à démontrer;
- Utiliser une grille antidiffusante lorsque la structure à radiographier mesure plus de 10 à 12 cm d'épaisseur ou lorsque le rayonnement diffusé devient trop important;
- Utiliser un temps d'exposition court afin de minimiser les reprises de radiographies dues au flou de mouvement produit par le patient;
- Privilégier l'utilisation d'un bas mAs et ajuster les facteurs techniques en fonction d'un kilovoltage optimal selon la structure à radiographier;
- Choisir les facteurs techniques (mAs et kVp) et utiliser le système d'exposition automatique (SEA) de façon judicieuse;

- Radiographier les membres similaires séparément en réduisant le champ de rayonnement primaire et en utilisant le point de centrage approprié ou selon le protocole établi;
- Utiliser les moyens d'immobilisation adaptés à l'âge des enfants afin que l'examen soit réalisé en toute sécurité en évitant les mouvements qui pourraient nécessiter une reprise avec irradiation supplémentaire;
- Utiliser le réglage manuel des facteurs techniques pour la clientèle pédiatrique.

Pour un complément d'information, consulter les avis de radioprotection suivants : *Nécessité de faire uriner le patient avant une irradiation incluant la région pelvienne, Utilisation du tablier protecteur et Radioexposition d'une femme enceinte.*

Sources

- CENTRE D'EXPERTISE CLINIQUE EN RADIOPROTECTION. *Bulletin CECR*, [En ligne], mars 2016. [www.chus.gc.ca/fileadmin/doc_chus/Volet_academique_RUIS/CECR/bulletin/CECR_Bulletin_mars_2016.pdf] (Consulté le 27 juillet 2016).
- CENTRE D'EXPERTISE CLINIQUE EN RADIOPROTECTION. *Recommandation du CECR : Exposition des patients aux rayonnements ionisants en imagerie médicale*, [En ligne], Décembre 2016. [www.chus.gc.ca/fileadmin/doc_chus/Volet_academique_RUIS/CECR/Recommandation_Exposition_patients_2016-09-20.pdf] (Consulté le 18 octobre 2017).
- COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE. *Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology : Publication 121*, [En ligne], 2013. [radon-and-life.narod.ru/pub/ICRP_121.pdf] (Consulté le 12 mars 2018)
- COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE. *Managing patient dose in digital radiology : Publication 93*, Genève, 2004.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE. *Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique : Publication 103*, [En ligne], 2007 [www.icrp.org/docs/P103_French.pdf] (Consulté le 18 octobre 2017).
- DANIELS, Cupido, PhD, FCCPM, et Elizabeth FUREY, MD. « The Effectiveness of Surface Lead Shielding of Gonads Outside the Primary X-ray », *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 39(4), 2008, p. 189-191. doi : 10.1016/j.jmir.2008.09.001.
- INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Doses délivrées aux patients en scanographie et en radiologie conventionnelle - Rapport DRPH/SER N° 2010-12*, [En ligne], p. 16-17, [www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN-Rapport-dosimetrie-patient-2010-12.pdf] (Consulté le 18 octobre 2017).
- LONG, Bruce W., Jeannean HALL ROLLINS et Barbara SMITH. *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures*, 13th Edition, Evolve, 2016, volume 1.
- SANTÉ CANADA. *Radioprotection en radiologie - Grands établissements, Procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux : Code de sécurité 35*, [En ligne], 2008. [publications.gc.ca/site/fra/9.636843/publication.html] (Consulté le 26 juillet 2017).
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RADIOLOGIE, et INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Critères de qualité et optimisation des doses en radiologie pédiatrique*, [En ligne]. [rontgen.sfrnet.org/sfropri/rXpedia.pdf] (Consulté le 18 octobre 2017).
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RADIOLOGIE, et OFFICE DE PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS IONISANTS. *Les procédures radiologiques : Critères de qualité et optimisation des doses, Radiographie du thorax*, 2001.