

# RADIOPROTECTION ET DOSIMÉTRIE EN CHIRURGIE VASCULAIRE

Nicolas CLAUSS, Pr. Nabil CHAKFE

HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG  
1 place de l'Hôpital – BP 426 – 67091 Strasbourg cedex

## Introduction

La chirurgie vasculaire est une discipline évolutive qui fait cohabiter des techniques chirurgicales mini-invasives avec la chirurgie traditionnelle ouverte : procédures laparoscopiques, robotisées et endovasculaires.

La pose d'endoprothèses pour le traitement des anévrismes de l'aorte abdominale ou thoracique (EVAR – *Endo Vascular Aneurysm Repair*) sont des procédures qui peuvent être complexes et d'un haut niveau de technicité, nécessitant les durées de radioscopie les plus élevées dans un bloc opératoire.

L'objectif des présents travaux est d'évaluer les niveaux d'exposition aux rayonnements des équipes chirurgicales afin d'objectiver les risques réels dans un contexte de baisse de certaines limites d'exposition et de proposer des solutions d'optimisation de la radioprotection.

Ce travail est le fruit de la collaboration entre l'équipe de chirurgie vasculaire du Pr. Chakfe et l'unité de radiophysique et radioprotection.

## Matériels et méthode

Au sein de notre institution, les procédures EVAR sont réalisées dans une salle opératoire conventionnelle équipée d'un arceau mobile de radioscopie. L'équipe chirurgicale est composée d'un opérateur principal (chirurgien sénior), de un à trois opérateurs assistants (chefs de clinique, internes), de paramédicaux instrumentistes, d'un manipulateur en électroradiologie, et d'un médecin ou infirmier anesthésiste. On notera également la présence quasi-systématique d'un ingénieur technico-commercial (ITC) assistant le chirurgien pendant la pose de l'endoprothèse.

L'évaluation dosimétrique est réalisée au moyen de pastilles thermoluminescentes LiF (Mg, P, Cu) étalonnées en  $H_p(0,07)$  aux énergies RX usuelles. Pour chaque intervenant, elles ont été positionnées au niveau des tempes (positions représentatives et majorantes de l'exposition des cristallins), des mains et des chevilles (exposition à la peau et aux extrémités). L'exposition corps entier  $H_p(10)$  a été évaluée directement avec les dosimètres opérationnels portés sous le tablier de plomb.

Les différents intervenants utilisent les équipements de protection individuelle usuels (EPI). Les lunettes de protection sont essentiellement portées par les opérateurs principaux. On ne tient pas compte de l'utilisation de cet équipement particulier pour l'évaluation de l'exposition des cristallins. Le cas échéant, les valeurs mesurées peuvent être divisées a posteriori par le facteur d'atténuation correspondant.

39 procédures non consécutives ont été incluses dans l'étude depuis mai 2014. Au 13/04/2015 :

- 24 endoprothèses bifurquées aorto-iliaques (standards)
- 7 endoprothèses branchées iliaques
- 5 endoprothèses abdominales ou thoraco-abdominales fenêtrées (FEVAR)
- 2 endoprothèses thoraciques (TEVAR)
- 1 endoprothèse thoraco-abdominale selon la technique de la cheminée

Des données cliniques et dosimétriques sont également relevées pour chaque procédure : âge du patient, poids, taille, indice de masse corporelle IMC, durée de scopie, produit dose surface PDS, kerma dans l'air, modes de scopie, incidences, utilisation des diaphragmes, distance patient-détecteur, tailles de champs. On notera que les procédures précitées sont également incluses dans une étude de dosimétrie du patient au moyen de films radiochromiques permettant la mesure de la dose maximale à la peau.

A la date de rédaction du présent résumé, l'étude est encore en cours.

### Résultats préliminaires

Les résultats sont donnés sous le format [moyenne (minimum – maximum)]

- Données cliniques et dosimétriques (tableau 1)

Procédures	Données cliniques			Données dosimétriques		
	n	Age	IMC (kg.m <sup>-2</sup> ) <sup>1</sup>	Durée de scopie (min)	PDS (mGy.cm <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Dose max. à la peau (mGy)
EVAR bifurquées aorto-iliaques	24	<b>72</b> (41 – 89)	<b>28,9</b> (19,6 – 37,8)	<b>13,6</b> (4,4 – 28,3)	<b>34 759</b> (8 361 – 87 629)	< SL – 275
EVAR branchées iliaques	7	<b>76</b> (60 – 85)	<b>29,1</b> (25,3 – 33,5)	<b>50,5</b> (32,1 – 73,4)	<b>118 995</b> (69 797 – 251 438)	<b>150 – 750</b>
EVAR fenêtrées (FEVAR)	5	<b>77</b> (68 – 87)	<b>29,3</b> (24,1 – 35,6)	<b>104,3</b> (44,9 – 193)	<b>264 529</b> (119 899 – 504 773)	<b>480 – 630</b>
EVAR thoraciques (TEVAR)	2	<b>72</b> (65 – 78)	<b>36,7</b> (30,1 – 35,6)	<b>12,6</b> (8,7 – 16,4)	<b>44 760</b> (17 725 – 71 794)	< SL – 350
EVAR cheminée	1	<b>84</b>	<b>23,7</b>	<b>138,6</b>	<b>242 289</b>	<b>360</b>

< SL = valeur non significative, inférieure au seuil de lecture des films radiochromiques.

- Equivalents de doses mesurés pour l'opérateur principal (tableau 2)

Procédures	Cristallins (µSv)	Mains (µSv)	Chevilles (µSv)	Corps entier (µSv)
EVAR bifurquées aorto-iliaques	<b>47</b> (11 – 112)	<b>103</b> (15 – 246)	<b>368</b> (92 – 1 085)	<b>6</b> (1 – 10)
EVAR branchées iliaques	<b>132</b> (50 - 359)	<b>374</b> (142 – 901)	<b>1 849</b> (816 – 5 153)	<b>28</b> (1 – 86)
EVAR fenêtrées (FEVAR)	<b>1 105</b> (31 – 3 066)	<b>3 252</b> (150 – 12 556)	<b>1 660</b> (1 086 – 3 224)	<b>40</b> (3 – 78)
EVAR thoraciques (TEVAR)	<b>93</b> (86 – 100)	<b>192</b> (73 – 309)	<b>742</b> (130 – 1 354)	-
EVAR cheminée	<b>745</b>	<b>1 720</b>	<b>1 745</b>	<b>79</b>

- Expositions de l'équipe chirurgicale pour les endoprothèses fenêtrées (tableau 3). Les valeurs sont données pour une hypothèse de présences permanentes aux postes de travail pendant la procédure (cf. agents paramédicaux).

	Opérateur principal	Opérateurs assistants	ITC	Anesthésiste	Manip radio	Instrumentiste
<b>Cristallins (µSv)</b>	<b>1 105</b> (31 – 3066)	<b>2 193</b> (37 – 6 169)	<b>148</b> (31 – 337)	<b>109</b> (41 – 197)	<b>55</b> (29 – 112)	<b>26</b> (5 – 66)
<b>Mains (µSv)</b>	<b>3 252</b> (150 – 12 556)	<b>1 793</b> (89 – 6 628)	<b>106</b> (24 – 285)	<b>87</b> (35 – 138)	<b>49</b> (27 – 100)	<b>12</b> (9 – 43)
<b>Chevilles (µSv)</b>	<b>1 660</b> (1 115 – 3 224)	<b>704</b> (288 – 1 202)	<b>167</b> (35 – 363)	<b>96</b> (71 – 141)	<b>49</b> (9 – 96)	<b>11</b> (6 – 20)

## Discussion

Cette étude montre de très bonnes pratiques d'optimisation de la radioprotection en cours de procédure par les chirurgiens. Elles permettent de limiter l'intensité du rayonnement diffusé par le patient. On citera notamment :

- L'utilisation de la scopie pulsée à faible fréquence (7,5 ou 8 pulses/s selon l'arceau utilisé)
- La limitation au strict nécessaire des petits champs et des modes d'émission les plus irradiants (roadmap)
- L'utilisation des diaphragmes
- La bonne optimisation de la distance patient - détecteur

Ces bonnes pratiques se traduisent directement dans les valeurs des doses maximales à la peau des patients qui restent inférieures à 2 Gy, soit bien en dessous des valeurs données par la littérature.

Les indices de masse corporelle moyens sont dans le domaine du surpoids et vont jusqu'à l'obésité. Etant donné la forte dépendance de l'intensité du rayonnement diffusé avec le poids du patient, ce paramètre est une sujétion de radioprotection importante, surtout pour les endoprothèses complexes (tableau 1). Pour un même type d'endoprothèse, les durées de scopie sont très variables et dépendent de nombreux paramètres anatomiques et opérateurs-dépendants (niveau de calcification des artères, expérience du praticien,...). Les EVAR bifurquées sont les procédures les plus simples à réaliser alors que les FEVAR thoraco-abdominales sont les plus complexes. Ainsi, une procédure avec une durée de scopie de 193 minutes a été relevée, correspondant à trois fenestrations au niveau de l'artère rénale droite, gauche et mésentérique inférieure et une branche au niveau du tronc cœliaque.

Le champ de rayonnement diffusé par le patient étant fortement inhomogène, les incidences de l'arceau ont également une influence importante sur l'exposition des opérateurs. Ainsi, en dehors des incidences spécifiques (OAG, OAD), les incidences de face restent prépondérantes pour les EVAR bifurquées. Les doses aux chevilles, très exposées au rayonnement rétrodiffusé sous la table d'opération, restent les plus importantes comparativement aux cristallins ou aux mains.

En revanche, les endoprothèses complexes (FEVAR) font appel à de nombreuses incidences obliques et des incidences de profil pour le cathétérisme de l'artère mésentérique et du tronc cœliaque. Ces incidences conduisent à une majoration importante des doses aux mains et aux cristallins. Par ailleurs, on notera que les doses maximales ne sont pas nécessairement prises par l'opérateur principal dès lors que l'équipe chirurgicale est disposée des deux côtés de la table d'opération. On pourra comparer les doses aux cristallins de ce type de procédures avec la future limite d'exposition réglementaire de 20 mSv par an (tableau 2).

Les doses non négligeables mesurées en dépit des très bonnes pratiques de radioprotection sont liées, en dehors de la spécificité des procédures, à l'absence d'équipements de protection complémentaires de types bavolets ou paravents à suspensions plafonniers. L'adaptation de ces équipements, courants dans une salle de radiologie interventionnelle, n'est pas évidente dans des blocs opératoires conventionnels où la radioprotection n'a pas toujours fait l'objet d'une intégration dès la conception des salles (structures plafonniers, conception des tables d'opération,...). Des études de faisabilité en ce sens sont en cours dans notre établissement.

## Conclusion

Les endoprothèses sont des procédures complexes qui peuvent conduire à des niveaux d'exposition non négligeables, malgré les bonnes pratiques d'optimisation de la radioprotection par les chirurgiens. La problématique de la protection du cristallin dans le cadre de la prochaine baisse des limites d'exposition doit aboutir à la généralisation du port des lunettes plombées. Ce type d'équipement est d'autant plus important pour des procédures complexes utilisant des incidences obliques et de profil.

Cette étude montre également les limites des blocs opératoires conventionnels pour ce type d'interventions, pour lesquels la radioprotection a été insuffisamment prise en compte dans leurs dimensionnements, comme l'illustre la difficulté d'y adapter des équipements de protection complémentaires.

Les salles hybrides, combinant une installation d'imagerie interventionnelle fixe dans un environnement de bloc opératoire, se développent et semblent plus adaptées à la réalisation de ce type de procédures. Elles offrent de meilleures conditions d'interventions du point de vue de la radioprotection du personnel et du patient, dès lors que les bonnes pratiques des chirurgiens s'y exportent et influencent l'utilisation de l'équipement et non l'inverse.