

L'optimisation avec réduction de l'exposition du patient lors des procédures en scanographie TDM/TAP : cas des patients cancéreux au nord du Maroc

I. Bougana^{1,*}, F. Benabdelouahab¹, A. Loutfi² et A. El Ouahrani³

¹ Laboratoire de physique des matériaux et rayonnements, département de physique, faculté des sciences, université Abdelmalek Essaadi, Tétouan, Maroc.

² Imagerie médicale, clinique croissant rouge, Tétouan, Maroc.

³ Département de biologie, faculté des sciences, université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc.

Reçu le 23 juillet 2017 / Accepté le 12 avril 2018

Résumé – L'optimisation des procédures en scanographie TDM/TAP et la réduction des doses cumulées chez un patient cancéreux demeure une problématique majeure de la radioprotection médicale. Dans le but de mettre en lumière cette problématique, nous faisons recours à une étude rétrospective d'un échantillon homogène de 100 patients qui ont subi une TDM/TAP au service hospitalier de radiologie de la ville de Tétouan – nord du Maroc. Une évaluation dosimétrique des doses reçues par ces patients a été réalisée par PDL et les doses efficaces ont été calculées par la méthode de coefficient de conversion (EpdI). Les résultats montrent l'hétérogénéité dans les protocoles d'exams, l'absence d'un protocole TAP pour chaque catégorie d'âge, l'ignorance du paramètre poids des patients. L'objectif ultime est la mise en œuvre de protocoles TDM/TAP spécifiques respectant les catégories des patients cancéreux afin de réduire au maximum la dose délivrée et par conséquent de réduire le risque associé à cette exposition.

Abstract – **Optimization with reduction of patient exposure during CT/TAP scans: case of cancer patients in northern Morocco.** The optimization of CT / TAP scans and the reduction of cumulative doses in cancer patients remains a major problem in medical radiation protection. In order to highlight this problem, we make use of a retrospective study of a homogeneous sample of 100 patients who underwent a CT/TAP at the radiology department of the civil hospital of Tetouan – North of Morocco. A dosimetric evaluation of doses received by these patients was carried out using PDL and the effective doses were calculated by the method of conversion coefficient (EpdI). The results show the heterogeneity in the examination protocols, the absence of a TAP protocol for each age category, the ignorance of the patient's weight parameters. The ultimate goal is to implement specific CT / TAP protocols that respect the categories of cancer patients in order to minimize the dose delivered and therefore reduce the risk associated with exposure.

Keywords: CT / TAP protocol / cancer patient / effective dose / cumulative dose / risk associated with exposure

1 Introduction

La scanographie est une technique d'imagerie utilisée principalement pour le diagnostic médical apportant des gains cliniques considérables. Toutefois, elle est associée à des doses de rayonnement ionisant de l'ordre de 100 fois plus élevées que la radiographie conventionnelle (Rehani *et al.*, 2000 ; Brenner et Hall, 2007). Le scanner thoraco-abdomino-pelvien par tomographie à densité (TDM/TAP) est l'une des techniques de la scanographie la plus utilisée dans la surveillance du cancer.

L'examen TDM/TAP, dans le cadre du bilan initial et de la surveillance et aussi pour rechercher des métastases, constitue l'examen de référence radiologique. L'examen a pour but de préciser le nombre des lésions, leurs tailles, leurs sièges et leurs aspects (Thoumas *et al.*, 2002 ; Mottet *et al.*, 2007). Pourtant, il délivre une dose de rayonnement sensiblement élevée.

La périodicité de ces examens est fonction du stade de la tumeur (Tab. 1 et 2), certains protocoles du suivi nécessitent jusqu'à 16 TDM/TAP durant trois à cinq ans comme suggéré par « The National Comprehensive Cancer Network » (NCCN, 2014). Un calendrier de surveillance a été validé par les sociétés savantes pour certains cancers (cancer du côlon, du testicule, du sein...) (Johnson *et al.*, 2013), pour d'autres le calendrier

*Auteur de correspondance : ihsanebougana@hotmail.fr

s’adaptera à chaque patient. À titre d’exemple, un patient opéré d’un cancer colique sans chimiothérapie aura le rythme de surveillance comme montré dans le [tableau 1](#) ([HAS et INC, 2008](#)).

Le cumul des doses chez les patients (bilan et suivi de cancer), notamment les patients jeunes, pourrait être significatif et révéler un risque d’exposition aux radiations ([Brenner et Elliston 2004](#) ; [Smith-Bindman et al., 2009](#) ; [Linet et al., 2012](#)). Ce constat nous a conduits à évaluer la dose reçue par ces patients durant l’examen TAP afin de sensibiliser les prescripteurs, les radiologues et les manipulateurs aux doses

impliquées dans cet examen. Pour ce faire, la dose efficace totale a été calculée sur un échantillon de 100 patients adressés à l’hôpital pour un examen TAP. Ce travail a permis de proposer une série de recommandations pour les protocoles TAP.

2 Matériel et méthodes

2.1 Méthode de calcul dosimétrique

Concernant l’approche suivie pour calculer la dose délivrée lors d’un scanner thoraco-abdomino-pelvien, nous avons effectué une recherche bibliographique à partir des sites internationaux de radioprotection et de physique médicale (IRSN, SFPM, ICPR, EUROPA, AAPM), et aussi à partir des moteurs de recherche : Google Scholar, PubMed, Science Direct. La recherche a abouti à des méthodes apparemment trop complexes pour nos conditions de travail. Pour cette raison, nous avons sélectionné l’approche suivie par [Delchambre-Roussel \(2012\)](#).

Tableau 1. Le rythme de surveillance pour un patient opéré d’un cancer colique sans chimiothérapie (Source : [HAS et INC, 2008](#)).

Table 1. *Monitoring rhythm for anoperated patient with colon cancer without chemotherapy* (Source : [HAS et INC, 2008](#)).

1 ^{re} année	2 ^e année	3 ^e année	Tous les 6 mois
4 ^e année	5 ^e année		Tous les 12 mois

Tableau 2. Récapitulatifs des recommandations minimales de suivi (Source : [Culine et al., 2005](#)).

Table 2. *Summary of minimum follow-up recommendations* (Source : [Culine et al., 2005](#)).

Tumeurs non seminomateuses	Clinique	Marqueurs	TDM TAP
Surveillance seule			
1 ^{re} année	Tous les mois	Tous les mois	Tous les 3 mois
2 ^e année	Tous les 2 mois	Tous les 2 mois	Tous les 4 mois
3 ^e année	Tous les 3 mois	Tous les 3 mois	Tous les 6 mois
4 ^e et 5 ^e années	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois
Stade I			
Après chimiothérapie	Clinique	Marqueurs	TDM TAP
1 ^{re} et 2 ^e années	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois
3 ^e , 4 ^e et 5 ^e années	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans
Stade métastatique de bon pronostic			
	Clinique	Marqueurs	TDM TAP
1 ^{re} et 2 ^e année	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois
3 ^e , 4 ^e et 5 ^e années	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans
Stades métastatiques de pronostic intermédiaire ou mauvais			
	Clinique	Marqueurs	TDM TAP
1 ^{re} et 2 ^e années	Tous les 3 mois	Tous les 3 mois	Tous les 3 mois
2 ^e année	Tous les 3 mois	Tous les 3 mois	Tous les 3 mois
3 ^e , 4 ^e et 5 ^e années	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois	Tous les 6 mois

Tableau 3. Facteur de conversion (E_{pdl}) de référence selon l’âge du patient et la région anatomique explorée (Source : [Delchambre-Roussel, 2012](#)).

Table 3. *Reference conversion factor (E_{pdl}) according to the age of the patient and the anatomical region explored* (Source : [Delchambre-Roussel, 2012](#)).

Selon la région anatomique explorée	E _{pdl} (mSv.mGy ⁻¹ .cm ⁻¹)					
	Selon l’âge du patient					
	0–6 mois	7–30 mois	31 mois–7 ans et 6 mois	7 ans et 7 mois–12 ans et 6 mois	12 ans et 7 mois–17 ans et 6 mois	À partir de 17 ans et 6 mois et adulte
Thoraco-abdomino-pelvien	0,044	0,028	0,019	0,014	0,0145	0,015 ^a

^a Facteur de conversion pour la région Thoraco-Abdomino-Pelvienne pour un adulte, utilisé pour le calcul de dose efficace dans l’échantillon.

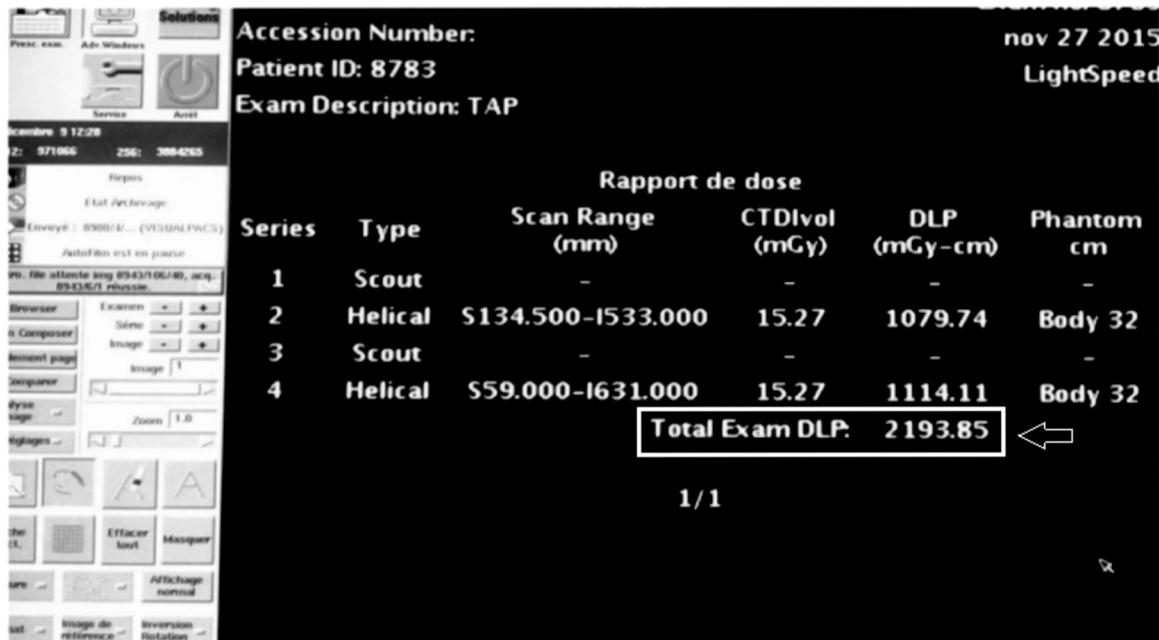


Fig. 1. Extrait de rapport de la dose délivrée sur le moniteur TAP (PDL_{total} : 2193,85 sur deux acquisitions).

Fig. 1. Extract of report of the dose delivered on the TAP monitor (total PDL: 2193.85 on two acquisitions).

2.2 Approche suivie

L'approche suivie consiste à estimer la dose efficace en se basant sur les facteurs de conversions (E_{pdl}) en fonction de la région anatomique et l'âge (Tab. 3) (Delchambre-Roussel, 2012). L'approche a été décrite par un guide européen de critères de qualité scanographique (Jessen *et al.*, 1999 ; Menzel *et al.*, 1999). Dans cette approche, le PDL_{total} de l'examen a été multiplié par le facteur de conversion E_{pdl} spécifique de la région irradiée pour estimer la dose efficace. Le PDL_{total} de l'examen affiché sur la console du scanner permet une estimation facile de la dose efficace (Menzel *et al.*, 1999).

2.3 Les grandeurs utilisées dans notre étude

Deux grandeurs dosimétriques principales reflétant l'irradiation délivrée par le scanner ont été utilisées dans cette étude :

- produit dose longueur (PDL) : la dose absorbée au cours de l'examen s'exprime par le produit dose longueur représentant la dose absorbée (en milligrays) par la longueur de la région explorée (en cm). C'est une grandeur physique mesurable (Delchambre-Roussel, 2012). Dans cette étude, nous avons relevé directement à la fin de l'examen la valeur de PDL pour chacune des séries d'acquisition réalisées au cours de l'examen. La dose totale (PDL_{total}) associée à l'examen TAP correspond alors à la somme des doses reçues à chaque acquisition (Fig. 1) ;
- dose efficace E : elle s'exprime en Sievert (Sv) ou millisievert (mSv) représentant l'impact de la dose absorbée en matière de risque pour l'organisme entier. Contrairement au PDL, il s'agit d'une grandeur non mesurable directement mais recommandée au niveau international pour estimer l'exposition de la population aux rayonnements ionisants. Elle est

particulièrement utile lorsque l'on veut additionner le risque des différentes expositions reçues successivement par le même individu (Menzel *et al.*, 1999). Le calcul de la dose efficace pour notre échantillon s'est basé sur la formule suivante :

$$E = E_{pdl} \times PDL_{total}$$

Nous calculerons ainsi pour l'examen scanographique TAP, la dose efficace correspondante à laquelle sont exposés chacun des patients de notre échantillon.

2.4 Population étudiée

Cette étude a été réalisée dans un service d'imagerie médicale d'un hôpital marocain. Seuls les protocoles d'examen TAP utilisés entre août 2015 et janvier 2016 étaient collectés. Le type de machine est une CT GE light-speed 4Barrettes. Le scanner utilisé disposait de la possibilité d'acquisition hélicoïdale.

Notre étude est composée de 100 patients dont 58 % sont des femmes et 49 % ont entre 41 et 60 ans (Tab. 4). Les informations sur ces patients ont été extraites du système numérique du scanner. Nos patients ont subi une TDM TAP pour l'objectif de stadification de cancer en utilisant un potentiel de 120–140 KV et un courant variant de 100 à 355 mA.

2.5 Recueil des données et analyse statistique

Les données sont collectées par PACS (Picture Archiving and Communication System) et analysées statistiquement par logiciel SPSS en utilisant les tests d'analyse multi-variées MANOVA suivie par Turkey's post-hoc test. Le 75^e centile a été calculé pour le PDL_{total} afin de le discuter et le comparer avec les niveaux de références internationaux.

Tableau 4. Description détaillée de la population étudiée en fonction de PDL_{total} et de la dose efficace.**Table 4.** Detailed description of the studied population according to PDL_{total} and effective dose.

Statistiques descriptives			Dose efficace en mSv ± Erreur type	PDL_{total} (en mGy.cm) ± Erreur type
Moyenne de l'échantillon		$n = 100$	$30,51 \pm 1,188$	$2012,80 \pm 78,77$
Âge	< 20	9	$31,67 \pm 4,472$	$2100,55 \pm 304,85$
	[20–40]	13	$27,61 \pm 3,682$	$1847,61 \pm 245,66$
	[41–60]	49	$28,51 \pm 1,698$	$1863,34 \pm 110,88$
	> 60	29	$34,82 \pm 1,855$	$2312,13 \pm 123,02$
Sexe	F	58	$30,08 \pm 1,625$	$1979,5 \pm 107,14$
	M	42	$31,09 \pm 1,743$	$2058,78 \pm 116,38$
Nombre d'acquisitions	1	9	$19,66 \pm 3,324$	$1309,88 \pm 217,53$
	2	52	$30,40 \pm 1,613$	$2028,63 \pm 106,92$
	3	23	$29,78 \pm 2,230$	$1989,34 \pm 166,05$
	≥ 4	16	$38,00 \pm 2,230$	$2390,43 \pm 170,75$

Tableau 5. Statistiques descriptives de PDL_{total} et la dose efficace en fonction des variables indépendantes.**Table 5.** Descriptive statistics of PDL_{total} and the effective dose according to the independent variables.

		PDL_{total} (mGy.cm)		Dose efficace (mSv)	
		Moyenne	Erreur std	Moyenne	Erreur std
		2012,80	78,77	30,51	1,18
Sexe	F	1979,50	107,14	30,08	1,62
	M	2058,78	116,38	31,09	1,74
Âge	< 20	2100,55	304,84	31,66	4,47
	[20–40]	1847,61	245,66	27,61	3,68
	[41–60]	1863,34	110,88	28,51	1,69
	> 60	2312,13	123,02	34,82	1,85
Nombre d'acquisitions	1 ^a	1309,88 ^a	217,53 ^a	19,66 ^a	3,32 ^a
	2	2028,63	106,92	30,40	1,61
	3	1989,34	166,05	29,78	2,48
	≥ 4	2390,43	170,75	38,00	2,23

^a La diminution de nombre d'acquisitions participe à la diminution de la dose : pour une acquisition, les valeurs sont basses.

3 Résultats

3.1 Évaluation de PDL_{total} et de la dose efficace (E)

La dose totale absorbée par examen ou PDL_{total} est de l'ordre de $2021,80 \pm 78,77$ mGy.cm. Alors que la dose efficace (E) est de l'ordre de $30,51 \pm 1,18$ mSv (Tab. 5).

La répartition de ces valeurs selon la variable sexe montre une différence moyenne de PDL_{total} de l'ordre de 79,28 mGy.cm et une différence moyenne des doses efficaces de l'ordre de 1,009 mSv en faveur de sexe « mâle ». Cependant, ces différences restent non-significatives (t -test $PDL_{total} = -0,495$; $p = 0,622$; t -test $Dose\ Efficace = -0,417$; $p = 0,677$).

Considérant la variable âge, le test ANOVA a montré une différence non-significative entre les quatre classes d'âges ($F_{PDL_{total}} = 2,229$; $p = 0,082$; $F_{Dose\ efficace} = 2,088$; $p = 0,107$). Tandis que, la variable « nombre d'acquisition » par examen a montré une différence significative pour PDL_{total} ($F = 3,953$; $p = 0,011$) et pour la dose efficace ($F = 5,239$; $p = 0,002$). Turkey post-hoc test a montré que cette différence significative se manifeste particulièrement entre l'examen

TAP avec 1 seule acquisition et l'examen avec 2 ou plus d'acquisitions (Tab. 6).

Il faut noter ici que les 16 sujets (≥ 4) ont reçu entre 4 et 14 acquisitions dans un seul examen TAP avec une dose totale efficace variant entre 18,25 et 49,45 mSv. Ces résultats montrent clairement une dépendance de l'exposition au nombre d'acquisitions. Par conséquent, la mise en place de mesures restrictives sur le nombre d'acquisitions devrait permettre d'optimiser et de minimiser l'exposition du patient lors des procédures en scanographie TDM/TAP.

3.2 L'analyse multivariée

Dans l'objectif de tester l'effet d'interaction entre les variables indépendantes de cette étude sur PDL_{total} et la dose efficace reçu par les patients de notre échantillon, on a fait appel à l'analyse multi-variée MANOVA. Le tableau 7 présente l'effet de l'interaction inter-sujet des variables : âge, sexe et le nombre d'acquisitions sur les variables PDL_{total} et la dose efficace. Les coefficients de détermination R^2 pour les

Tableau 6. Turkey post-hoc test pour le nombre d'acquisitions.**Table 6.** Tukey post-hoc test for the number of acquisitions.

Nombre d'acquisitions	n	PDL _{total} (mGy.cm)		Dose efficace en mSv	
		Sous-ensemble pour alpha = 0,05		Sous-ensemble pour alpha = 0,05	
		1	2	1	2
1	9	1309,88		19,66	
3	23		1989,34		29,78
2	52		2028,63		30,40
≥ 4	16		2390,43		38,00
Signification		1,000	0,414	1,000	0,149

Tableau 7. Analyse multivariée pour le PDL_{total} et la dose efficace.**Table 7.** Multivariate analysis for PDL_{total} and effective dose.

Tests des effets inter-sujets	Variable dépendante	ddl	D	Sig.
Nombre d'acquisitions	PDL _{total} (mGy.cm)	3	2,433	0,072
	Dose efficace (mSv)	3	3,348	0,023 ^a
Âge	PDL _{total} (mGy.cm)	3	0,383	0,765
	Dose efficace (mSv)	3	0,318	0,812
Sexe	PDL _{total} (mGy.cm)	1	0,077	0,782
	Dose efficace (mSv)	1	0,202	0,655
Nombre d'acquisition × Âge	PDL _{total} (mGy.cm)	8	1,422	0,202
	Dose efficace (mSv)	8	1,572	0,148
Nombre d'acquisition × Sexe	PDL _{total} (mGy.cm)	3	1,202	0,315
	Dose efficace (mSv)	3	1,334	0,270
Âge × Sexe	PDL _{total} (mGy.cm)	3	0,835	0,479
	Dose efficace (mSv)	3	0,550	0,650
Nombre d'acquisition × Âge × Sexe	PDL _{total} (mGy.cm)	3	0,941	0,425
	Dose efficace (mSv)	3	1,088	0,359

R deux (PDL_{total}) = 0,335 (R deux ajusté = 0,122).

R deux (dose efficace) = 0,363 (R deux ajusté = 0,160).

^a La diminution de nombre d'acquisitions participe à la diminution de la dose : pour une acquisition, les valeurs sont basses.

deux variables sont acceptables et significatifs : $R^2(\text{PDL}_{\text{total}}) = 0,335$ (R^2 ajusté = 0,122) et $R^2(\text{dose efficace}) = 0,363$ (R^2 ajusté = 0,160). On note clairement que le nombre d'acquisitions est le seul facteur qui a un effet significatif particulièrement sur la dose efficace ($D = 3,348$; $p = 0,023$), alors cet effet est important sur le PDL_{total} ($D = 2,433$; $p = 0,072$) mais reste non-significatif pour un intervalle de confiance de 95 %. L'interaction avec les autres facteurs : âge et sexe rend cet effet non significatif.

4 Discussion

Notre étude fournit une évaluation des doses absorbées par les patients cancéreux subissant une TDM/TAP. Selon les résultats de notre analyse, seul le nombre d'acquisitions par examen TAP montre une influence significative sur le PDL_{total} et la dose efficace cumulée. Ce travail va permettre de sensibiliser les praticiens de la scanographie pour réduire le nombre d'acquisitions au maximum afin de réduire le risque de

second cancer. En outre, notre étude a révélé le manque d'informations importantes dans le registre des patients et particulièrement le poids et la taille des patients et l'organe exposé. Ces informations ont certainement une valeur ajoutée importante dans ce genre d'étude. Généralement, les doses reçues par nos patients sont non négligeables, le PDL_{total} moyen de notre échantillon est de $2012,86 \pm 78,77$ mGy.cm, avec une dose efficace moyenne de $30,51 \pm 1,18$ mSv.

Du fait de son extension de la surface balayée et surtout la multiplication des séries (sans injection, avec injection, au temps artériel puis veineux), soit 3, voire 4 ou plus de passages et sa fréquence chaque trois mois ou six mois (voir Tab. 2), nos patients et surtout les jeunes en premier stade de cancer seront soumis à une exposition cumulée aux rayonnements ionisants significative. Cette augmentation cumulée serait suffisamment importante pour augmenter la probabilité d'apparition d'un cancer radio-induit à long terme (Brenner et Hall, 2007 ; Griffey et Sodickson, 2009 ; Pearce *et al.*, 2012 ; Calandrino *et al.*, 2013).

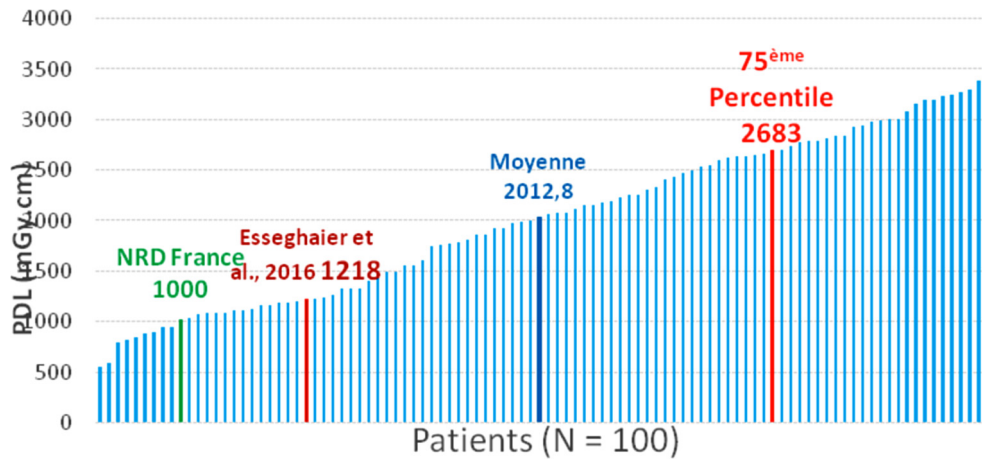


Fig. 2. Distribution des valeurs de produit dose longueur (DLP) par examen au scanner TAP, en comparant la valeur 75^e percentile avec celles de *Essegheiaer et al. (2016)* et NRD français.

Fig. 2. Distribution of dose length product (DLP) values by TAP scan, comparing the 75th percentile value with that of *Essegheiaer et al. (2016)* and French NRD.

Tableau 8. Dose efficace et intervalle de confiance (IC) à 95 % par classes d’âge.

Table 8. Effective dose and 95% confidence interval (CI) by age group.

Classe d’âge	< 20	[20–40]	[41–60]	> 60
Dose totale efficace (mSv) pour un seul examen TAP	31,66 ± 4,47	27,61 ± 3,68	28,51 ± 1,69	34,82 ± 1,85
C 95 %	[21–41]	[19–35,6]	[25–31,4]	[31–38,6]

La sensibilisation des praticiens à la radioprotection des patients peut être réalisée par l’utilisation des niveaux de référence diagnostic (NRD), qui permettent une comparaison d’une pratique particulière avec une référence. Une étude tunisienne a montré un PDL au 75^e percentile d’une valeur de 1218 mGy.cm pour le scanner TAP. Cette étude a conclu qu’il existait un dépassement de 50 % des cas pour le PDL par rapport aux NRD français (1000 mGy.cm) (*Essegheiaer et al., 2016*). Dans notre étude, le PDL au 75^e percentile est de l’ordre de 2683 mGy.cm (*Fig. 2*) et il y a un dépassement de 90 % des cas par rapport aux NRD français.

Pour la dose efficace reçue par nos patients, les références internationales (*ICRP, 2007*) recommandent une dose efficace pour un scanner TAP de l’ordre de 10 mSv par examen. Ainsi, les patients qui réalisent un scanner chaque 6 mois reçoivent une dose efficace proche de la limite annuelle légale pour les travailleurs des centres nucléaires exposés (de l’ordre de 20 mSv). Considérant l’âge du patient, plus il est irradié jeune, plus le risque de cancer secondaire radio-induit est important (*ICRP, 2007*). Les résultats obtenus dans notre étude montrent une dose efficace moyenne de 30,51 ± 1,18 mSv par examen et la dose efficace moyenne pour la classe d’âge < 20 est de l’ordre de 31,66 ± 4,47 (*Tab. 8*). La répétition d’examen pourrait faire monter la dose cumulée à des valeurs supérieures à 100 mSv, valeur qui est considérée comme la limite supérieure des « faibles doses » chez l’adulte (*ASN, 2010; Delchambre-Roussel, 2012; Journy, 2014*), et qui est au-delà des doses efficaces de références internationales (*UNSCEAR, 2011; Pauwels et Bourguignon, 2011; Delchambre-Roussel, 2012*). La mise en place d’une NRD pour le scanner TAP

devrait permettre de réduire rapidement l’exposition des patients.

5 Conclusion

La TDM/TAP est un outil d’évaluation et de surveillance essentielle pour les patients cancéreux. Cependant, il est un facteur de risque potentiel d’exposition. Les praticiens sont dans l’obligation d’apprécier les doses efficaces qui tiennent compte des effets biologiques potentiellement attendus.

C’est pour cette raison que nous prévoyons de prendre en compte ces doses qui s’ajoutent aux patients cancéreux lors des examens de suivis. Cette prise en conscience pourrait se manifester par la réduction de l’exposition des patients par diminution du nombre d’acquisitions non justifié et inutile. En effet, la dose globale de l’examen est calculée à partir de la somme des doses de chaque acquisition (*Gervaise, 2016*). La réduction du nombre d’acquisitions constitue un moyen simple et le plus efficace qui est accessible pour tous types d’appareil scannographie.

Sur le plan juridique, si nous faisons une petite comparaison entre la directive marocaine et la directive européenne :

- directive européenne : « l’article L. 1333-1. Le médecin réalisateur de l’acte indique sur un compte rendu les informations au vu desquelles il a estimé l’acte justifié, les procédures et les opérations réalisées ainsi que toute information utile à l’estimation de la dose reçue par le patient »;

- directive marocaine : « article 7 : toute radiographie doit comporter le nom du praticien qui l’a effectuée, le nom du patient et la date à laquelle la radiographie a été effectuée. Elle doit être accompagnée d’un compte rendu signé par le médecin praticien qui l’a effectuée. »

Nous remarquons une absence d’une obligation simple qui joue un rôle important dans l’optimisation et le contrôle des doses reçues par les patients : le radiologue doit obligatoirement mentionner dans les comptes rendus la dose totale par examen délivrée au patient. Nous assumons que la simple mention de celle-ci l’a fait diminuer.

Les recommandations pratiques qui peuvent particulièrement être considérées dans les examens TAP sont :

- maintenance quotidienne de l’appareillage par un personnel qualifié ;
- rigueur dans le réglage des paramètres du scanner selon le type de cancer et la zone explorée ;
- tenir en compte les paramètres du patient et particulièrement le paramètre poids ;
- limiter au maximum le nombre d’acquisitions par examen (≤ 2) ;
- mentionner les doses reçues par le patient dans le compte rendu d’examen ;
- création et la mise en place d’un registre dosimétrique en scanographie pour cette catégorie de patients cancéreux avec recueil exhaustif des données dosimétriques durant toute la période de suivi.

Références

- ASN. 2010. Augmentation des doses délivrées aux patients lors des examens d’imagerie médicale. Conclusions du séminaire du 16 septembre 2010 organisé par l’ASN (Autorité de sûreté nucléaire). <https://www.asn.fr/Media/Files/Conclusions-du-seminaire-du-16-septembre-2010-organise-par-l-ASN>.
- Brenner DJ, Elliston CD. 2004. Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening. *Radiology* 232: 735–738.
- Brenner DJ, Hall EJ. 2007. Computed tomography – an increasing source of radiation exposure. *N. Engl. J. Med.* 357: 2277–2284. doi: 10.1056/NEJMra072149.
- Calandrino R, Ardu V, Corletto D, del Vecchio A, Origgi D, Signorotto P, Spinelli A, Tosi G, Bolognesi A, Cariati M, Kluzer A, Muscarella S. 2013. Evaluation of second cancer induction risk by CT follow-up in oncological long-surviving patients. *Health Phys.* 104(1): 1–8.
- Culine *et al.* 2005. Follow-up of testicular germ cell tumours. Guidelines of the Comité de Cancérologie de l’Association Française d’Urologie.
- Delchambre-Roussel M. 2012. Calcul de la dose efficace cumulée reçue par nos patients en tomographie diagnostique : création d’un outil informatique pour le médecin généraliste. *Human Health Pathol.* <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00745007/document>.
- Essegheier S, Ben Mabrouk A, Mrabet A, Daghfous MH. 2016. Évaluation de la dose-patient au scanner multicoupe dans un centre hospitalo-universitaire tunisien : étude de 250 patients adultes. *Radioprotection* 51(4): 271–277.
- Gervaise A. 2016. Optimisation et réduction de la dose d’irradiation au scanner : aspects techniques et impact en pratique clinique courante. Thèse de doctorat soutenue le 03-10-2016 à l’université de Lorraine.
- Griffey RT, Sodickson A. 2009. Cumulative radiation exposure and cancer risk estimates in emergency department patients undergoing repeat or multiple CT. *AJR Am. J. Roentgenol.* 192(4): 887–892.
- HAS, INC. 2008. Tumeur maligne, affection maligne du tissu lymphatique ou hématopoïétique cancer colorectal, guide – affection longue durée. Haut Autorité de santé et Institut national du cancer. p.22 accessible via : https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/guide_colon_version_web.pdf.
- ICRP. 2007. International commission on radiological protection. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 103 Ann. ICRP 37(2–4) Oxford, Pergamon Press.
- Jessen KA, Shrimpton PC, Geleijns J, Panzer W, Tosi G. 1999. Dosimetry for optimisation of patient protection in computed tomography. *Appl. Radiat. Isot.* 50(1): 165–172.
- Johnson FE, Maehara Y, Browman GP, Margenthaler JA, Audisio RA, Thompson JF, Johnson DY, Earle CC, Virgo K, Eds. 2013. Patient surveillance after cancer treatment. *Curr. Clin. Oncol.* ISBN 978-1-60327-969-7.
- Journy N. 2014. Analyse de la relation entre l’exposition aux rayonnements ionisants lors d’examens de scanographie et la survenue de pathologie tumorale, au sein de la cohorte « Enfant Scanner ». Santé publique et épidémiologie. Thèse de Doctorat, Université Paris Sud, Paris XI, 2014. Français. NNT: 2014PA11T065. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01249395>.
- Linnet MS, Slovis TL, Miller DL, Kleinerman R, Lee C, Rajaraman P, Berrington de Gonzalez A. 2012. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. *Cancer J. Clin.* 62: 75–100.
- Menzel HG, Schibilla H, Teunen D (Eds.). 1999. European Guidelines on quality criteria for computed tomography. European Commission, Office for Official Publications of the European Communities. EUR 16262 EN, Luxembourg. p. 70.
- Mottet N, Culine S, Iborra F, Avances C, Bastide C, Lesourd A, Michel F, Rigaud J. 2007. Tumeurs du Testicule. *Prog. Urol.* 17: 1035–1045.
- NCCN. 2014. Clinical Practice guidelines in oncology. Ver. 2. GIST-2, p. 19, available: [https://www.sanita.puglia.it/documents/36096/355725/Sarcomi+\(sarcoma.pdf\)/69e1670a-d58a-48ccb232-0b1792615684](https://www.sanita.puglia.it/documents/36096/355725/Sarcomi+(sarcoma.pdf)/69e1670a-d58a-48ccb232-0b1792615684) (accessed 8 march 2018).
- Pauwels EKJ, Bourguignon M. 2011. Cancer induction caused by radiation due to computed tomography: a critical note. *Acta Radiol.* 52(7): 767–773.
- Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, Howe NL, Ronckers CM, Rajaraman P, Sir Craft AW, Parker L, Berrington de González A. 2012. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 380: 499–505.
- Rehani MM, Bongartz G, Kalender W, Golding SJ, Gordon L, Murakami T, Shrimpton P. 2000. Managing patient dose in computed tomography. *Ann ICRP* 30: 7–45.
- Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, Kim K, Mahesh M, Gould R, Berrington de González A, Miglioretti DL. 2009. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med* 169(22): 2078–2086.

Thoumas D, Caty A, Gobet F, Lemaitre L, Lemaitre L. 2002. Imagerie des tumeurs du testicule. *J Radiol. (Paris) A* 83(2): 883–893.

UNSCEAR, 2011. Rapport du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants 2010, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations Publication; 2011.

Pour en savoir plus

Les sites consultés : www.irsn.fr / www.sfpn.asso.fr / www.icpr.org / www.europa.eu / www.aapm.org / www.aapm.org / www.chirurgie-cancer-lyon.fr/chirurgie-cancer-p.fr.44.169.htm/.

Citation de l'article : Bougana I, Benabdelouahab F, Loufi A, El Ouahrani A. 2018. L'optimisation avec réduction de l'exposition du patient lors des procédures en scanographie TDM/TAP : cas des patients cancéreux au nord du Maroc. *Radioprotection* 53(2): 115–122