



Article Original

Connaissances des Professionnels de Santé sur les Paramètres d'Irradiation au Scanner dans les Centres d'Imagerie Médicale du Nord Cameroun

Health Professionals' Knowledge of CT Irradiation Parameters in Medical Imaging Centres of Northern Cameroon

Alapha Zilbinkai Florent^{1,2}, Kuate David¹, Neossi Guena Mathurin^{2,3}, Mohamadou Aminou⁴, Zeh Odile Fernande^{1,5}

RESUME

Affiliations

1. FMSB, Université de Yaoundé 1
2. Service de radiologie et d'imagerie médicale, Hôpital Régional de Ngaoundéré
3. FS, Université de Ngaoundéré
4. FMSB, Université de Garoua
5. Service de radiologie et d'imagerie médicale, Hôpital Gynéco-obstétrique de Yaoundé
- 6.

Auteur correspondant

Alapha Zilbinkai Florent

Email: florentalapha@gmail.com

Mots clés : Evaluation, connaissances, paramètre, irradiation, scanner, Nord Cameroun

Key words: Evaluation, knowledge, parameter, irradiation, scanner, North Cameroon

Article history

Submitted: 4 July 2024

Revisions requested: 6 August 2024

Accepted: 15 August 2024

Published: 30 August 2024

Introduction. Dans le Nord Cameroun, La formation à l'utilisation des appareils de scanner est principalement dispensée lors de l'installation initiale effectuée par les fournisseurs d'équipement, formation centrée sur la finalité des examens de routine, et rarement sur l'optimisation des doses. L'objectif de notre étude était d'évaluer le niveau de connaissance des utilisateurs de scanner des hôpitaux publics et privés de la partie septentrionale du Cameroun sur les paramètres influençant l'irradiation lors de la réalisation de cet examen. **Méthodologie.** Il s'agissait d'une étude transversale et descriptive menée du 8 au 14 Avril 2024, portant sur tout le personnel technique en charge des examens scanographiques dans les services d'imagerie des hôpitaux publics et privés de la partie septentrionale du Cameroun. **Résultats.** Nous avons enregistré 30 participants. L'âge moyen des participants était de 31,63 ans pour un sex ratio de 1,30. Les tranches d'âges les plus représentées étaient celles de 26 à 30 ans (26,7%) et de 31 à 35 ans (43,3%). Les titulaires de Master en Radiologie et imagerie médicale étaient les plus représentés (53,3%). L'expérience moyenne des participants dans la profession et dans la réalisation des examens de scanner était de 4,32 ans et 3,81 ans respectivement. Plusieurs des participants notamment 9(30%) et 10(33,3%) avait une expérience professionnelle courte (1 à 3 ans) dans la profession et dans la réalisation des scanners. Le taux de participants ayant répondu correctement aux questions relatives aux niveaux de référence diagnostic en scanner était de 30%. Les scores les plus élevés étaient obtenus chez les participants ayant au moins quatre ans d'ancienneté. **Conclusion.** Les scores les plus faibles étaient enregistrés sur les questions concernant le logiciel de modulation automatique du courant du tube, le milliampérage, le pas de l'hélice et la reconstruction des images.

ABSTRACT

Introduction. In northern Cameroon, training in the use of CT equipment is provided mainly during initial installation by equipment suppliers, with training focused on the purpose of routine examinations and rarely on dose optimisation. The aim of our study was to assess the level of knowledge of CT equipment users in public and private hospitals in the Northern part of Cameroon regarding the parameters influencing irradiation during this examination. **Methodology.** This was a cross-sectional, descriptive study conducted from 8 to 14 April 2024, involving all technical staff in charge of CT examinations in the imaging departments of public and private hospitals in the northern part of Cameroon. **Results.** We studied 30 participants. Their mean age was 31.63 years, with a sex ratio of 1.30. The age groups most represented were 26 to 30 years (26.7%) and 31 to 35 years (43.3%). Master's degree holders in Radiology and Medical Imaging were most represented (53.3%). The average experience period of the participants in the profession and in performing CT examinations was 4.32 years and 3.81 years respectively. Many of the participants, particularly 9 (30%) and 10 (33.3%), had short professional experience (1 to 3 years) in the profession and in performing scans. The rate of participants who correctly answered the questions relating to diagnostic reference levels in CT scanning was 30%. The highest scores were obtained by participants with at least four years' professional experience. **Conclusion.** The lowest scores were recorded for questions relating to automatic tube current modulation software, milliamperage, helix pitch and image reconstruction.

POUR LES LECTEURS PRESSÉS

Ce qui est connu du sujet

Dans le Nord Cameroun, La formation à l'utilisation des appareils de scanner est principalement dispensée lors de l'installation initiale effectuée par les fournisseurs d'équipement, formation centrée sur la finalité des examens de routine, et rarement sur l'optimisation des doses.

La question abordée dans cette étude

Niveau de connaissance des utilisateurs de scanner des hôpitaux publics et privés de la partie septentrionale du Cameroun sur les paramètres influençant l'irradiation lors de la réalisation de cet examen.

Ce que cette étude apporte de nouveau

1. Les titulaires de Master en Radiologie et imagerie médicale représentaient 53,3% des participants.
2. L'expérience moyenne des participants dans la profession et dans la réalisation des examens de scanner était de 4,32 ans et 3,81 ans respectivement.
3. Le taux de participants ayant répondu correctement aux questions relatives aux niveaux de référence diagnostic en scanner était de 30%.
4. Les scores les plus élevés étaient obtenus chez les participants ayant au moins quatre ans d'ancienneté.

Les implications pour la pratique, les politiques ou les recherches futures.

Des formations continues régulières devraient être entreprises pour améliorer et mettre à jour les connaissances du personnel de radiologie sur les différents paramètres d'irradiation au scanner.

Il existe divers paramètres qui influencent la quantité de dose délivrée aux patients et la qualité d'image, notamment le kilovoltage (kV), l'intensité du courant du tube (mAs), l'épaisseur de coupe, le Pas de l'hélice, la modulation automatique du courant du tube, les algorithmes de reconstruction et le détecteur [5]. Afin d'assurer une irradiation moindre au patient, les praticiens doivent avoir une maîtrise approfondie de ces paramètres, de la radioprotection et de la physique du scanner. L'optimisation des protocoles est essentielle à la réduction de la dose d'irradiation en scanner [7,8]. Pour cela, Il doit s'assurer de maintenir les compétences requises pour une utilisation et une gestion appropriée du scanner. L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) recommande l'utilisation de protocoles d'imagerie appropriés, la formation du personnel et la sensibilisation des patients aux risques et avantages potentiels des examens par scanner pour réduire les doses de rayonnement lors des examens par scanner. Ces mesures peuvent aider à minimiser les effets néfastes du rayonnement sur les patients tout en garantissant que les images nécessaires aux diagnostics soient obtenues [9]. Plusieurs études ont montré un faible niveau de connaissance des praticiens sur les dangers et risques associés à une utilisation fréquente de la tomodensitométrie [7]. A la faveur des efforts gouvernementaux et de quelques initiatives privées, le nombre d'appareils de tomodensitométrie a augmenté ces dernières années dans la partie septentrionale du Cameroun. La formation à l'utilisation des appareils de scanner est principalement dispensée lors de l'installation initiale effectuée par les fournisseurs d'équipement, formation centrée sur la finalité des examens de routine, et rarement sur l'optimisation des doses. La collection « Normes de Sûreté » de l'AIEA recommande que les connaissances des travailleurs sur les fondements de la radioprotection et de la sûreté, leur niveau de formation et leurs aptitudes et compétences à effectuer sans risque les tâches spécifiées doivent être évalués et se révéler adéquats, avant toute affectation non supervisée [10]. Dans ce contexte, la connaissance par les praticiens des paramètres du scanner est très importante, en particulier de l'impact sur le rayonnement et de la qualité de l'imagerie produite. C'est dans cette optique que nous avons entrepris de mener cette étude qui vise à déterminer le niveau de connaissance des utilisateurs de scanner sur les paramètres influençant l'irradiation lors de la réalisation de ces examens dont la parfaite maîtrise permettra de réduire de manière significative l'irradiation des patients tout en maintenant la qualité diagnostique des images.

PATIENTS ET METHODES

Il s'agissait d'une étude transversale et descriptive menée du 8 au 14 Avril 2024, incluant tout le personnel technique des services d'imagerie des Hôpitaux publics et privés de la partie septentrionale du Cameroun pratiquant les examens scanographiques. Le questionnaire utilisé dans le cadre de cette étude est une version modifiée de celui utilisé dans d'autres études antérieures menées en Iran, Irlande et aux Emirats Arabes Unis [11,12,13]. Tous les participants ont été

INTRODUCTION

La tomodensitométrie est une technique d'imagerie médicale disponible depuis le début des années 1970. Depuis lors, les développements technologiques avec la création des scanners multi-coupes, des scanners à double source, à double énergie et des techniques de reconstruction itérative ont élargi ses applications en médecine moderne. Son utilisation a considérablement augmenté ces dernières années, avec environ 70 millions d'examen tomodensitométriques effectués chaque année aux États-Unis [1], 13,4 millions d'examen en France, 12,5 millions en Allemagne, 5,4 millions en Espagne et 5,2 millions en Italie [2]. Le premier appareil de scanner à usage médical a été installé au Cameroun à l'Hôpital Général de Yaoundé durant l'année 1986, nombre qui a atteint cinq en 2004 et plus de vingt en 2016 [3]. Depuis lors le nombre d'appareil de scanner n'a cessé d'augmenter induisant de ce fait une augmentation croissante des demandes d'examen. Comparée à la radiographie conventionnelle, La tomodensitométrie délivre des doses beaucoup plus élevées. Elle représente environ 50 % voire plus de l'exposition aux rayonnements ionisants d'origine médicale [4,5]. En accord avec le principe ALARA, les patients doivent être exposés à la dose de rayonnement la plus faible possible tout en conservant une qualité d'image permettant de poser un diagnostic, la dose idéale étant définie comme le juste équilibre entre irradiation et qualité d'image [6].

préalablement contacté individuellement par appel téléphonique pour l'obtention de leur consentement et convenir d'un rendez-vous. Le questionnaire élaboré à l'aide de Google form leur a été soumis par voie électronique (WhatsApp). Le temps imparti pour remplir le formulaire était de maximum 30 minutes. Chaque participant ne pouvait remplir qu'un seul questionnaire à la fois. Les instructions pour le remplissage du formulaire étaient définies ainsi que la garantie du traitement anonyme des réponses était assurée aux répondants. Chaque questionnaire comportait deux grandes parties, la première concernait les données socio-démographiques (âge, sexe, qualification, expérience, questions relatives aux protocoles utilisés dans leur service respectif) et la deuxième comportait des questions relatives aux paramètres d'irradiation (kV, mAs, épaisseur de coupe, le pas, la reconstruction des images, l'utilisation de la modulation automatique du courant du tube et les niveaux de référence diagnostic). Le format des questions était celui des questions à choix de type Vrai/Faux et Oui/Non ainsi que des questions ouvertes à réponses courtes. Chaque bonne réponse donnait droit à un point tandis qu'une réponse incorrecte ou une question sans réponse recevait 0 point. Le score maximum pour les questions de connaissances était de 30/30, Un score plus élevé signifiait un bon niveau de connaissances. Le niveau a été classé comme faible ($\leq 60\%$), assez bon (61 à 70 %), bon (71 à 80 %) et excellent ($\geq 81\%$). L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel SPSS V23 et a permis de rechercher les associations entre les variables individuelles et le niveau des connaissances à l'aide du test de Chi carré, p était considéré comme significative pour une valeur de $P < 0,05$.

RÉSULTATS

1. Caractéristiques démographiques et expérience des répondants

Nous avons enregistré 30 personnes sur les 32 personnes contactées ayant répondu au questionnaire soit un taux de réponses de 93,75% parmi lesquels on comptait 17(56,7%) hommes et 13(43,3%) femmes. L'âge moyen des participants étaient de 31,63 ans. Les tranches d'âges de 26 à 30 ans (26,7%) et de 31 à 35 ans (43,3%) étaient les plus représentées. Les titulaires de Master en Radiologie et imagerie médicale (53,3%) étaient les plus représentés (**Tableau I**). L'expérience des participants allait de 6 mois à plus de 12 ans. L'expérience moyenne dans la profession et dans la réalisation des examens de scanner était de 4,32 ans et 3,81 ans respectivement. Plusieurs des participants notamment 9(30%) et 10(33,3%) avait une expérience professionnelle courte (1 à 3 ans) dans la profession et dans la réalisation des scanners (**Tableau II**). Tous les répondants avaient affirmé qu'il existe des protocoles d'examen bien définis dans leur service respectif. Pour la majorité d'entre eux (66,6%) seul le médecin radiologue définit les protocoles d'examen qui étaient mises en œuvre par le personnel technique. 16 (53,33%) participants avaient affirmé que les protocoles étaient souvent modifiés et 29 (96,7%) parmi eux avaient affirmé être autorisé à

modifier le protocole pour réduire la dose au patient durant les examens de scanner (**Tableau III**).

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques

Caractéristiques	N	%
Sexe		
Masculin	17	56,7
Féminin	13	43,3
Tranche d'âge		
20-25 ans	5	16,7
26-30ans	8	26,7
31-35ans	13	43,3
36-40ans	1	3,3
41-45ans	2	6,7
50 ans et plus	1	3,3
Qualification		
DESS en Radiologie et imagerie médicale	4	13,3
PhD en imagerie médicale et médecine nucléaire	1	3,3
Master en Radiologie et imagerie médicale	16	53,3
Licence en Radiologie et imagerie médicale	5	16,7
Diplôme de Technicien médico-sanitaire	4	13,3

Tableau 2. Répartition des répondants en fonction de leur expérience

Expérience	N	%
Ancienneté dans la profession		
Moins d'un	6	20
1 à 3	9	30
4 à 7	8	26,7
8 à 11	5	16,7
12 et plus	2	6,7
Ancienneté dans la réalisation des scanner		
Moins d'un an	8	26,7
1 à 3 ans	10	33,3
4 à 7 ans	7	23,3
8 à 11 ans	3	10
12 ans et plus	2	6,7

Tableau3. Personnes définissant les protocoles de scanners dans le service ?

Personne qui définit les protocoles d'examen	N	%
Médecin radiologue du service	20	66,6
Technicien ou ingénieur d'imagerie médicale du service	3	10
Médecin radiologue ou ingénieur d'application	3	10
Médecin radiologue et physicien médical	2	6,66
Physicien médical	1	3,3
Aucune idée	1	3,3
Total	30	100

Tous les répondants avaient affirmé être au courant des risques liés à l'utilisation du scanner, mais seule la moitié d'entre eux (50%) avait affirmé avoir reçu une formation en radioprotection au scanner et seulement 12 (40%) ont affirmé avoir reçu une formation sur les paramètres d'irradiation en scanner. 29(96,7%) répondants ont estimé qu'une formation spécifique sur les paramètres d'irradiation au scanner était nécessaire.

Parmi les appareils de scanner utilisés, 3(42,85%) étaient de marque Siemens Somatom de 16 barrettes, 2

(28,57%) de marque GE Revolution de 8 barrettes, 1(14,28%) de marque Neusoft Classic de 16 barrettes et 1(14,28%) Siemens Somatom de 64 barrettes. Seuls 8 (26,7%) participant ont affirmé connaître le logiciel de contrôle de l'exposition automatique, 7(23,33%) avaient affirmé l'utiliser durant les examens et seulement 6(20%) ont donné la dénomination exacte du logiciel pour leur appareil. Un peu plus de la moitié des participants (53,3%) n'avaient jamais entendu parler de la reconstruction itérative. Nous avons 26(86,7%) répondants ont affirmé connaître les NRD en scanner, 12(20%) ont pensé qu'il existait des NRD nationaux en scanner, et seuls 4(13,3%) ont affirmé que leur centre d'imagerie disposait des NRD. Au total, 30 questions avaient été posées et le score total de chaque participant a été calculé. La proportion de réponses exactes allait de 13 à 30 et la moyenne du score total était de 66,8, seuls deux personnes avaient obtenu un score de 30/30. Le nombre de participants ayant correctement répondu au questionnaire par paramètre était de :14(46,7%) pour les questions concernant le kilovoltage (kV), 9(30%) pour les questions relatives à l'intensité du courant (mA), 7(23,3%) pour celles concernant le pas(pitch), 9(30%) pour la rotation du tube, 12(40%) pour l'épaisseur de coupe, seulement 4(13,3%) pour les paramètres de reconstruction, 8(26,7%) sur l'utilisation de la modulation automatique du courant du tube et 9(30%) sur les niveaux de référence diagnostic en scanner. Les scores les plus faibles étaient enregistrés sur les questions concernant le logiciel de modulation automatique du courant du tube, le milliampérage, le pas de l'hélice et la reconstruction des images. En

appréciant le score total de chaque participant, 11 (36,7%) avaient un score total assez-bon, 9(30%) un score faible et seulement 3 (10%) un niveau excellent.

Tableau 4. Score total des participants

Score total des participants (%)	N	%
Faible (≤ 60)	9	30
Assez-bon (61 à 70)	11	36,7
Bon (71 à 80)	7	23,3
Excellent (≥81)	3	10
Total	30	100

Le fait d'avoir fait des formations complémentaires en scanner ne garantissait pas un niveau de connaissances élevé (P=0,245), puisque les participants qui avaient suivi une formation spécifique en scanner avaient une moyenne de 18,9 bonnes réponses, alors que ceux n'ayant pas fait de formation complémentaire avaient quant à eux une moyenne de 19,3 bonnes réponses. La qualification des participants influençait le niveau global de connaissances (P=0,007), les titulaires du diplôme de technicien médico-sanitaire, et licence et de master avaient un score total majoritairement faible et assez bon alors que les médecins radiologues avaient un score apprécié comme bon et excellent. Seuls deux titulaires de master avaient obtenu un score excellent (**Tableau V**). En confrontant l'ancienneté dans la réalisation des examens scanographiques et l'appréciation du score total, on a noté une relation statistique significative (P=0,043), les scores les plus élevés étaient obtenu chez les participants ayant au moins quatre ans d'ancienneté (**Tableau 6**).

Tableau 5. Qualification des participants en fonction du score total

Qualification du praticien	Appréciation score total				Total	P
	Faible	Assez-bon	Bon	Excellent		
Médecin radiologue	0	0	3	1	4	0,007
PhD en imagerie médicale et médecine nucléaire	0	0	1	0	1	
Ingénieur médico-sanitaire	4	6	4	2	16	
Ingénieur des travaux médico-sanitaire	1	4	0	0	5	
Technicien médico-sanitaire	3	1	0	0	4	
Total	9	11	7	3	30	

Tableau 6. l'ancienneté des répondants en fonction du score total

Ancienneté dans la réalisation des scanners	Appréciation score total				Total	P
	Faible	Assez-bon	Bon	Excellent		
Moins d'un an	3	3	2	0	8	0,043
1 à 3 ans	3	5	2	0	10	
4 à 7 ans	3	3	1	0	7	
8 à 11 ans	0	0	1	2	3	
12 ans et plus	0	0	1	1	2	
Total	9	11	7	3	30	

DISCUSSION

Le but de cette étude était d'évaluer le niveau de connaissances des praticiens d'imagerie sur les paramètres d'irradiation au scanner dans les centres d'imagerie médicales de la partie septentrionale du Cameroun, qui a vu ces dernières années l'accroissement important de son parc scanographique. L'augmentation

du nombre d'appareils de tomodensitométrie induit une augmentation du nombre d'examen. Malgré les avantages considérables qu'offre le scanner, l'augmentation du nombre d'examen s'accompagne d'une majoration de l'irradiation des patients et de la probabilité d'apparition des effets délétères des rayons x. De plus l'introduction de nouvelles générations de scanners donne lieu à des protocoles de plus en plus

complexe et difficile à manipuler [15]. Pour faire face à ces inquiétudes, il est primordial d'avoir des connaissances suffisantes et précises sur les paramètres du scanner qui peuvent affecter la dose au patient, savoir comment ceux-ci peuvent être modifier pour obtenir de meilleures qualités d'images à la dose la plus basse possible [11,15]. L'âge moyen des participants était de $31,63 \pm 0,9$ ans. On notait une prédominance masculine avec un sex-ratio H/F de 1,3. Comme profil on retrouvait les techniciens, les ingénieurs en radiologie, des médecins radiologues et un titulaire d'un PhD en imagerie médicale et médecine nucléaire avec une proportion plus importante d'ingénieurs médico-sanitaires (53,3%). Patricia Yekpe A et al dans une étude similaire avait trouvé un âge moyen des participants de $32,53 \pm 0,8$ ans avec une prédominance masculine et des profils identiques mais avec une proportion plus importante de techniciens supérieurs en radiologie (59,82%) [16]. Tous les répondants avaient affirmé qu'il existait des protocoles d'examen bien défini dans leurs services respectifs et la majorité d'entre eux était autorisée à modifier le protocole pour réduire la dose au patient. Pour la plupart, seul les médecins radiologues décidaient pour les protocoles d'examen. L'American College of Radiology (ACR) recommande que le radiologue, le technicien et le physicien médical doivent travailler ensemble pour concevoir de nouveaux protocoles d'examen ou les modifier [17]. Malgré le fait que les responsabilités soient définies pour chaque professionnel en imagerie médicale, tous sont tenus d'adhérer à la sécurité radiologique pour se protéger ainsi que les patients contre une exposition excessive aux rayonnements ionisants. Tout établissement de santé exploitant des sources de rayonnements ionisants doit répondre aux obligations réglementaires relatives à ces rayonnements notamment la formation en radioprotection. Dans notre étude seulement 50% des participants ont affirmé avoir reçu une formation en radioprotection au scanner. Au Cameroun des cours de mise à niveau destinés aux différents utilisateurs des sources de rayonnements sont effectués de façon périodique par l'Agence Nationale de Radioprotection (ANRP), cours dont la régularité permettra de mettre tous les praticiens au même niveau en radioprotection. Malgré des profils et années d'expérience différents, les participants ont démontré un niveau de connaissance moyen soit un score global de 66,8%. Parmi eux, 11 (36,7%) avaient un score total assez-bon, 9(30%) un score faible et seulement 3 (10%) un niveau excellent. La moyenne des connaissances obtenue de notre étude était un peu plus grande que celles retrouvée par Zahra Kazemi *et al* ainsi que Mahmoudi *et al* qui avaient respectivement trouvés une moyenne de 53,62% et 39,38% dans leur étude concernant l'évaluation des connaissances des techniciens sur les paramètres d'irradiation au scanner [11,14]. Par contre dans une étude menée en Malaisie, en Irlande et en Jordanie, les auteurs avaient retrouvé des scores un peu plus élevés soient 76,5 %, 70, 3% et 72,22% respectivement [12, 18,19]. Cette différence peut s'expliquer par la faible expérience de la plupart nos participants et par la

diversité du profil des participants à ces études où l'on retrouve des techniciens spécialisés en scanner et des physiciens médicaux ce qui n'est pas le cas dans notre contexte. Wahyudi Ifani et al a affirmé qu'un faible niveau de connaissances traduit que les opérateurs sont plus limités à la manipulation de routine de l'appareil de scanner qu'à la modification des paramètres en vue d'optimiser l'irradiation [20]. La qualification des participants influençait le niveau global de connaissances ($P=0,007$), les techniciens, les ingénieurs de travaux et les ingénieurs médico-sanitaire avaient un score total majoritairement faible et assez bon alors que les médecins radiologues avaient un score apprécié comme bon et excellent, ce qui paraît paradoxal étant donné que les techniciens et ingénieurs en imagerie sont dévolus à la réalisation des examens de scanner dont sont plus familiers avec les paramètres d'irradiation que les médecins radiologues dont l'expertise principale étant l'interprétation des images. La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a identifié la modulation automatique de l'intensité du courant comme une technique efficace d'optimisation de doses [21]. Son utilisation comparée à l'utilisation des paramètres fixes donne lieu à des réductions de dose comprises entre 35 et 60 % [22]. Cette technologie est proposée par les fabricants non seulement dans un but marketing mais aussi pour une meilleure protection des patients. Cependant, de telles réductions de doses ne sont possibles que lorsque le patient est correctement installé. Seuls 8 (26,7%) participants ont affirmé connaître le logiciel de contrôle de l'exposition automatique, 7(23,33%) avaient affirmé l'utiliser durant les examens et seulement 6(20%) ont donné la dénomination exacte du logiciel pour leur appareil. Ce qui conforte les résultats de Fotso KE *et al* qui avaient retrouvé que 75% des enquêtés interrogés n'avaient pas donné la bonne réponse sur l'utilisation du logiciel de contrôle automatique de l'exposition [23]. Une position non centrée du patient provoque des erreurs dans la modulation de l'intensité du courant du tube qui peut influencer le gain de réduction de dose obtenue grâce à l'utilisation de la modulation automatique de l'intensité du courant du tube, et affecte ainsi la qualité de l'image [24] et il faut noter que des images dégradées peuvent amener à répéter l'examen ce qui augmente la dose au patient. Un peu moins de la moitié des répondants (46,7%) avaient répondu de façon correcte aux questions relatives au kilo voltage, résultat comparable à celui retrouvé par Foley *et al* ainsi que Abuzaïd *et al* [12,13]. La tension du courant (kV) contrôle l'énergie globale et le nombre de photons X émis dont la variation affecte le bruit de l'image, contraste et dose au patient, il varie de 80 à 140[25,26]. Une réduction du kV de 120 à 100, avec les autres paramètres qui demeurent constants, peut diminuer la dose au patient et améliorer le contraste vasculaire dans l'angiographie tout en augmentant le bruit sur l'image [14]. Le compromis entre la dose et la qualité de l'image paraît donc impératif. L'intensité du courant du tube indique le nombre de photons x à sa sortie et augmente au fur et à mesure que la tension augmente, sa variation affecte la dose au patient et le

bruit sur l'image [11]. Seuls 9 (30%) participants ont correctement répondu aux questions relatives à l'intensité du courant, la plupart d'entre eux (70%) croyaient à tort que la réduction de l'intensité du courant divisait par deux le taux de bruit des images. La visualisation des structures à faible contraste en scanner est principalement limitée par le bruit, rendant difficile la visualisation des détails anatomiques importants [27]. Seuls 7(23,3%) ont correctement répondu aux questions relatives au pas de l'hélice. La majorité (76,66%) a estimé que les artefacts sont moins fréquents lorsqu'on diminue le pas ou le bruit de l'image et la dose au patient dépendent du pas en TDM hélicoïdale [11,14]. 19(63,33%) ont répondu à tort que plus le pas est élevé, moins est la durée de l'examen et meilleur est la qualité des images. Un pas élevé permet de réaliser des acquisitions beaucoup plus rapides avec une dose réduite au patient mais altère la résolution spatiale [28]. Seulement 9(30%) participants ont correctement répondu aux questions relatives à la rotation du tube, 12 (40%) pour l'épaisseur de coupe et seulement 4(13,3%) pour les paramètres de reconstruction, ce qui est inférieur à ceux retrouvés par Abuzaid *et al* et Mahmoudi *et al* [13,14]. La rotation du tube peut influencer la dose d'irradiation reçue par le patient, plus elle est rapide, moins le temps d'exposition à chaque position angulaire est long, ce qui réduit la dose d'irradiation cumulative. Cependant, si la rotation est trop rapide, la qualité des images est susceptible d'être altérée et ce qui nécessitera une augmentation de la dose pour compenser. En scanner l'épaisseur des coupes peut être infra millimétrique jusqu'à 5 mm ou plus en fonction de la région anatomique [11], plus elle est faible plus la dose au patient est élevée. 14(46,66%) participants ont répondu que la diminution de l'épaisseur de coupe n'augmentait pas la dose délivrée au patient. Plus de la moitié des répondants (53,33%) ne connaissaient pas la reconstruction itérative. La reconstruction itérative au scanner est une méthode avancée utilisée pour reconstruire des images à partir de données brutes acquises au scanner. Généralement, elle peut être utilisée pour améliorer la qualité des images dans des domaines tels que l'imagerie cardiaque ou la tomographie à faible dose. Contrairement à la reconstruction conventionnelle, qui est basée sur l'algorithme de rétroprojection filtrée, la reconstruction itérative est basée sur des algorithmes plus sophistiqués et utilise des techniques d'optimisation pour améliorer la qualité de l'image et permet de réaliser des acquisitions à doses moindre (de 23 à 76 %), tout en fournissant des images équivalentes, voire meilleures, en termes de bruit et d'autres critères de qualité quantitatifs [29]. Elle est particulièrement utile dans les cas où la quantité de données est limitée ou lorsque des artefacts importants sont présents dans les images reconstruites. Seuls 9(30%) participants ont répondu correctement aux questions relatives aux niveaux de référence diagnostique en scanner, score inférieur à celui trouvé par Abdulkadir *et al*. [30]. 4(13,4%) ont affirmé ne pas les connaître, pour la moitié d'entre eux ils constituent des limites de doses à ne jamais dépasser et pour 26 (86,66%) d'entre eux leur

service ne dispose pas des niveaux de référence diagnostique. Les niveaux de référence diagnostiques constituent un outil pour l'optimisation et ne doivent pas être assimilés à des « limites de dose » ou à des « doses optimales » [31]. Ils peuvent aider à réduire la dose administrée au patient par l'amélioration ou la modification d'un protocole après un examen [32]. Dès lors, les NRD se sont avérés au fil des années comme un outil incontournable à l'optimisation de la pratique en scanner et doit être répété périodiquement ce qui n'est pas le cas dans notre contexte. A notre connaissance il n'existe pas encore des niveaux de références diagnostics nationaux en scanner, avec des profils d'appareil similaires à ceux utilisés en occident, on peut néanmoins utiliser les NRD qui y sont établis pour évaluer notre pratique locale en termes d'optimisation des doses.

CONCLUSION

Les résultats de la présente étude ont montré un niveau de connaissances global moyen de la part des répondants. Les titulaires du diplôme de technicien médico-sanitaire, licence et master en radiologie avaient enregistré un score total majoritairement faible et assez bon alors que les médecins radiologues avaient un score apprécié comme bon et excellent. Les scores les plus faibles étaient enregistrés sur les questions concernant le logiciel de modulation automatique du courant du tube, le milliampérage, le pas de l'hélice et la reconstruction des images. Des formations continues régulières devraient être entreprises pour améliorer et mettre à jour les connaissances du personnel de radiologie sur les différents paramètres d'irradiation au scanner.

Conflit d'intérêt

Aucun

RÉFÉRENCES

1. Mannudeep K. Kalra, Aaron D. Sodickson, William W. Mayo-Smith. 2015. CT Radiation : Key Concepts for Gentle and Wise Use. *radiographics.rsna.org* 35 :1706-1721 DOI: 10.1148/rg.2015150118.
2. Bos D, Guberina N, Zensen S, Opitz M, Forsting M, Wetter A: Radiation exposure in computed tomography. *Dtsch Arztebl Int* 2023; 120: 135-41. DOI: 10.3238/arztebl.m2022.0395.
3. Moifo, B. , Tapouh, J. , Guena, M. , Ndah, T. , Samba, R. and Simo, A. (2017) Diagnostic Reference Levels of Adults CT-Scan Imaging in Cameroon: A Pilot Study of Four Commonest CT-Protocols in Five Radiology Departments. *Open Journal of Medical Imaging*, 7, 1-8. doi: [10.4236/ojmi.2017.71001](https://doi.org/10.4236/ojmi.2017.71001).
4. Willi A. Kalender, Stefanie Buchenau, Paul Deak, Markus Kellermeier, Oliver Langner, Marcel van Straten, Sabrina Vollmar, Sylvia Wilharm. Technical approaches to the optimisation of CT. *Physica Medica* (2008) 24,71e79.
5. Hussain M Almohiy , Khalid Hussein, Mohammed Alqahtani, Elhussaien Elshiekh , Omer Loaz , Azah Alasmari, Mohamed Saad , Mohamed Adam , Emad Mukhtar, Magbool Alelyani, Madshush Alshahrani, Nouf Abuhadi, Ghazi Alshumrani, Alaa Almazah, Haney Alsleem, Nadiyah Almohiy , Amgad Alrwaili, Mohammad Mahtab Alam, Abdullah Asiri, Mohammed Khalil, Mohammad Rawashdeh, Charbel Saade. Radiologists' Knowledge and Attitudes towards CT Radiation Dose and Exposure in Saudi Arabia—A Survey Study. *Med. Sci.* 2020, 8, 27; doi:10.3390/medsci8030027]
6. Fotso Kamdem Eddy, Samba Odette Ngano, Fotue Alain Jervé, Abogo Serge. Radiation dose evaluation of pediatric patients in CT brain examination: multi-center study. *Sci Rep* 11, 4663 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84078-z>.
7. Muhammad K. Abdulkadir, Albert D. Pierson, Goni M. Musa, Sadiq A. Audu, Auwal Abubakar, Basirat Muftaudeen, Josiah E.

- Umama. Assessment of diagnostic reference levels awareness and knowledge amongst CT radiographers. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* (2021) 52:67 <https://doi.org/10.1186/s43055-021-00444-x>.
8. Lynda Johnson. (2017) *The Role of the Radiographer in Computed Tomography Imaging*. Society of Radiographers (<https://www.sor.org>). ISBN: 978-1-909820-155
 9. IAEA, 2022. Radioprotection et sûreté radiologique dans les applications médicales des rayonnements ionisants, Guide de sûreté particulier N° SSG-46, Pp. 46-49.
 10. (IAEA (2001) Radiological protection for medical exposure to ionizing radiation, Safety Standards series n° rs-g-1.5, IAEA, Vienna)
 11. Zahra Kazemi , Khadijeh Hajimiri , Faranak Saghatchi, Mikaeil Molazadeh, Hamed Rezaeejam. (2023) Assessment of the knowledge level of radiographers and CT technologists regarding computed tomography parameters in Iran. *Radiation Medicine and Protection* 4 (2023) 60–64. <https://doi.org/10.1016/j.radmp.2023.01.002>.
 12. S. J. Foley, M. G. Evanoff, L. A. Rainford. (2013) A questionnaire survey reviewing radiologists' and clinical specialist radiographers' knowledge of CT exposure parameters. *Insights Imaging* 4:637–646 DOI 10.1007/s13244-013-0282-4.
 13. Mohamed M. Abuzaid, Wiam Elshami, Zarmeena Noorajan, Simaa Khayal, Abdelmoneim Sulieman (2020). Assessment of the professional practice knowledge of computed tomography preceptors. *European Journal of Radiology Open* 7 (2020) 100216. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.01.005>.
 14. Mahmoudi F, Naserpour M, Farzanegan Z. (2019). Evaluation of radiographers' and CT technologists' knowledge regarding CT exposure parameters. *Pol J Med Phys Eng.* 2019;25(1):43–50. <https://doi.org/10.2478/pjmpe-2019-0007>.
 15. Siva P. Raman, Mahadevappa Mahesh, Robert V. Blasko, Elliot K. Fishman (2013). *CT Scan Parameters and Radiation Dose: Practical Advice for Radiologists*. *J Am Coll Radiol* 2013;10:840-846. American College of Radiology
 16. Yekpe Ahouansou Patricia, Adjadohoun Sonia, Legonou Christelle, Adjovi Boris, Ngamo Gabriel, Savi de Tove Kofi-Mensa, Biaou Olivier, Boco Vicentia(2020). État des lieux de la radioprotection du personnel de services d'imagerie médicale du sud Benin en 2019. *J Afr Imag Méd* 2020; 12(4):213-219).
 17. ACR (2011) *ACR practice guidelines for performing and interpreting diagnostic computed tomography*. American College of Radiology, Reston
 18. Mohd Hafizi Mahmud, Mohd Amirul Tajuddin, Saidatun Nafisah Ismail, Qusay Taisir Nayyef (2023). Knowledge and Practices of Computed Tomography Exposure Parameters among Radiographers. 11th ASIAN Conference on Environment-Behaviour Studies (AcE-Bs2023), Primula Beach Hotel, Kuala Terengganu, Malaysia, 14-16 Jul 2023, E-BPJ 8(25), Jul 2023 (pp.241-246)
 19. Mohammad Rawashdeha, Mark F. McEntee, Maha Zaitoun, Mostafa Abdelrahman, Patrick Brennan, Haytham Alewaidat, Sarah Lewis, Charbel Saade (2018). Knowledge and practice of computed tomography exposure parameters amongst radiographers in Jordan. *Computers in Biology and Medicine* 102 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2018.09.020>.
 20. Wahyudi Ifani, Bambang Soeprijanto, J. Moekono, Nur Ainy Fardana (2021). Evaluation of Radiographers Experience and Knowledge Related to Estimation, Radiation Dose Comparison, and CT Parameters in Kota Medan, Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, July-September 2021, Vol. 15, No. 3
 21. Valentin J. (2007) Managing patients dose in multi-detector computed tomography (MDCT). ICRP Publication 102. *Ann ICRP.* 2007;37(1):1–79. <https://doi.org/10.1016/j.icrp.2007.09.001>.
 22. Soderberg M, Gunnarsson M (2010) Automatic exposure control in computed tomography—an evaluation of systems from different manufacturers. *Acta Radiol* 51:625–634
 23. Fotso KE, Samba ON, Abogo S, Tambe J, Mballa AJC, et al. (2021) Assessment of the Knowledge of CT scanner Operators on the Use of Dose Reduction Software Called Automatic Exposure Control (AEC) during a CT scan. *J Clin Pediatr* Vol.6 No.11: 15
 24. J Gudjonsdottir J, Svensson JR, Campling S, Brennan PC, Jonsdottir B (2009). Efficient use of automatic exposure control systems in computed tomography requires correct patient positioning. *Acta Radiol.* 2009 Nov;50(9):1035-41. doi: 10.3109/02841850903147053. PMID: 19863414.
 25. Manoj Diwakar, Manoj Kumar (2018). A review on CT image noise and its denoising. *Biomedical Signal Processing and Control* 42 73–88.
 26. Lv P, Zhou Z, Liu J, et al (2019). Can virtual monochromatic images from dual-energy CT replace low-kVp images for abdominal contrast-enhanced CT in small-and mediumsized patients? *Eur Radiol.* 2019;29(6):2878–2889. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5850-z>.
 27. Seeram E, Davidson R, Bushong S, et al (2016). Optimizing the exposure indicator as a dose management strategy in computed radiography. *Radiol Technol.* 2016 ;87(4): 380–391.
 28. Mahesh M, Scatarige JC, Cooper J, Fishman EK(2001). Dose and pitch relationship for a particular multislice CT scanner. *AJR Am J Roentgenol.* 2001 Dec;177(6):1273-5. doi: 10.2214/ajr.177.6.1771273. PMID: 11717063.
 29. I. Bricault, La reconstruction itérative en scanner : pourquoi ? Comment ça marche ? *Journal d'imagerie diagnostique et interventionnelle* 2018;1:76–80. <https://doi.org/10.1016/j.jidi.2018.01.001>.
 30. Abdulkadir, M.K., Pierson, A.D., Musa, G.M. et al (2021). Assessment of diagnostic reference levels awareness and knowledge amongst CT radiographers. *Egypt J Radiol Nucl Med* 52, 67 <https://doi.org/10.1186/s43055-021-00444-x>.
 31. France. Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé. Arrêté du 24 octobre 2011 relatif aux niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire, *Journal officiel*, 14 janvier 2012-Texte 22 sur 147.
 32. Tonkopi E, Duffy S, Abdolell M, Manos D (2017) Diagnostic reference levels and monitoring practice can help reduce patient dose from CT examinations. *Am J Roentgenol* 208:1073–1081