

Evaluation dosimétrique en scanographie cérébrale pédiatrique à Douala (Cameroun) : une étude rétrospective dans deux hôpitaux de référence

Dosimetric assessment in pediatric brain CT scans in Douala (Cameroon): a retrospective study in two referral hospitals

Nwatsock J-F^{1*}, Anega-Ekobena C², Onana Y³, Samba Ngano O¹, Seme-Engoumou A-M¹, Mbede M¹, Zeh OF¹

Article Original

1. Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé 1 (Yaoundé-Cameroun)
2. Autorité de Sûreté Radiologique et de Sécurité Nucléaire (Yaoundé-Cameroun)
3. Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Garoua (Garoua-Cameroun)

*Auteur correspondant

: Joseph-Francis Nwatsock, Département d'Imagerie Médicale et de Radiothérapie, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé 1 / Hôpital Général de Yaoundé, BP : 5408 Yaoundé ; Téléphone : +237 699836068 ; E-mail : Joseph-Francis.Nwatsock@fmsb-uy1.cm

Mots clés : Dosimétrie, Scanner cérébral, Pédiatrie, Douala.

Key words: Dosimetry/ Brain CT/ Pediatrics, Douala.

Date de soumission: 07/02/2026

Date d'acceptation: 13/04/2026

RESUME

Objectif : La tomodensitométrie (TDM) est la modalité d'imagerie délivrant le plus d'irradiation. Le but de cette étude était d'évaluer les doses d'irradiation lors des TDM cérébrales pédiatriques à Douala.

Méthodes : Il s'agissait d'une étude rétrospective menée pendant trois mois dans deux hôpitaux. Les enfants ayant réalisé une TDM cérébrale étaient inclus selon un mode 2 sur 3. Les données sociodémographiques et cliniques de 38 patients, de même que les rapports de doses étaient colligés puis analysés avec un seuil de significativité de $p < 0,05$.

Résultats : l'âge moyen était de $7,9 \pm 4,9$ (0-15) ans, la tranche modale étant celle des 11-15 ans (39,5%). Le sex-ratio était de 1,4. Les principales indications étaient les traumatismes crâniens (31,6%) et le bilan des céphalées (23,7%). La charge variait de 250 à 400 mAs et augmentait avec l'âge. La tension moyenne était de $122,6 \pm 9,5$ Kv (100-140Kv), 31 examens (81,6%) ayant une tension ≤ 120 . Ce taux de conformité variait de 66,7% à 100%. Le CTDIvol moyen était de $48,7 \pm 31,3$ mGy (7,3-111,4) et les PDL de $786,1 \pm 426,8$ mGy.cm (113-1608,7) avec une différence significative entre les deux hôpitaux ($p = 0,04$). Ces valeurs évoluaient proportionnellement aux tranches d'âge et étaient supérieures aux normes de référence diagnostique (NRD) pour la quasi-totalité des groupes ($p = 0,045$).

Conclusion : Les niveaux d'irradiation en scanographie cérébrale pédiatrique sont globalement supérieurs aux NRD. Une sensibilisation sur l'adaptation des paramètres d'acquisition et une plus grande mise en œuvre des protocoles techniques permettraient l'optimisation des doses scanographiques pour ces jeunes patients

ABSTRACT

Background: Computed tomography (CT) is the modality that delivers the highest radiation in medicine. The purpose of this study was to evaluate these radiation doses in children undergoing brain CT scans in Douala city.

Methods: a retrospective study over three months in two reference hospitals. Children who underwent a cerebral CT scan were randomly included using a 2/3 sampling method. Sociodemographic and clinical data of 38 children, as well as CT dose reports, were collected and analyzed with a significance threshold of $p < 0.05$.

Results: the mean age was 7.9 ± 4.9 (0-15) years, with the most represented age group being 11-15 years (39.5%). The sex-ratio was 1.4. The main indications were head trauma (31.6%) and evaluation of headaches (23.7%). The mAs ranged from 250 to 400 and increased with age group. The voltage ranged from 100 to 140kV (122.6 ± 9.5 kV). Thirty-one CT-scans (81.6%) were conforms with a voltage ≤ 120 Kv. This compliance rate varied from 66.7% to 100%. The mean CTDIvol was 48.7 ± 31.3 mGy (7.3-111.4 mGy), and the DLP ranged from 113 to 1608.7 mGy.cm (786.1 ± 426.8) with a significant difference between the two hospitals ($p = 0.04$). These doses values showed an increasing trend proportional to the age groups and were higher than the DRLs for almost all pediatric groups ($p = 0.045$).

Conclusion: Radiation levels in pediatric cranial CT scans in Douala's referral hospitals are globally higher than international recommendations. Better awareness of adjusting acquisition parameters and greater implementation of technical protocols would allow a good dose optimization in CT scans for these young patients.

DOI : <https://doi.org/10.64294/jsd.v4i2.339>

Introduction

La tomodensitométrie est une technique d'imagerie médicale parmi les plus performantes et de plus en plus utilisée dans toutes les tranches d'âge. Les évolutions technologiques associées à cette technique permettent l'obtention des images de plus en plus informatives. Ces évolutions ont fait accroître le recours à l'utilisation du scanner au cours des quarantes dernières années [1-3]. Ainsi, plus de 80 millions d'examen ont été réalisés aux Etats-Unis en 2010 contre 3 millions en 1980. En France, il existe une augmentation des actes scanographiques de l'ordre de 70% depuis 1990 [3-4]. Mais cette modalité délivre les doses d'irradiation les plus importantes en pratique médicale. Ces dernières années, la question de l'exposition des patients a préoccupé la communauté scientifique avec une augmentation des études sur les risques de l'exposition et sur les moyens de minimiser l'impact de cette exposition [5-12]. Au Cameroun, le nombre d'appareils de scanner a considérablement augmenté. En 2008, les hôpitaux publics de Yaoundé et Douala comptaient 7 appareils de scanners avec quelques appareils dans le privé. A ce jour, les scanners à rayons X sont installés dans tous les hôpitaux régionaux et de nombreux centres privés [13].

L'essor de cette technologie a suscité des inquiétudes sur les effets cancérogènes, notamment auprès des enfants et des jeunes, compte tenu de leur radiosensibilité plus importante et de leur espérance de vie longue, ce qui augmenterait les risques de cancers tels que les leucémies, les lymphomes et les myélomes multiples [5-6, 8-10]. A cause de ces risques plus élevés chez l'enfant, des précautions spécifiques doivent être prises lors des explorations dans cette catégorie de la population. Le principe fondamental de la radioprotection en pédiatrie est donc l'optimisation des doses afin de délivrer les doses les plus faibles possibles [11, 14]. Au Cameroun, des études menées dans les villes de Yaoundé et Douala [13, 15] confrontant les doses en scanographie pédiatrique aux référentiels de la Société française de radiologie et de la Société francophone d'imagerie pédiatrique et prénatale ont montré une faible conformité de 15,2% des produits-dose-longueur (PDL) pour les scanners thoraciques, abdominaux et cérébraux et relevaient la nécessité d'optimiser la dose au patient [13, 15]. Le but de notre étude était donc d'évaluer la mise en œuvre de l'optimisation des doses d'irradiation délivrées aux enfants lors des tomodensitométries cérébrales réalisées dans deux hôpitaux de référence de la ville de Douala.

Matériel et Méthodes

Il s'agissait d'une étude transversale à collecte rétrospective durant un trimestre, de juin en septembre 2022, dans deux hôpitaux de référence

de la ville de Douala : l'Hôpital Général de Douala (HGD) et l'Hôpital Gynéco-Obstétrique et Pédiatrique de Douala (HGOPED). Ces hôpitaux disposent de scanners de marque Hitachi®, de 16 barrettes mis en service en 2016 pour l'HGOPED et de 32 barrettes mis en service en 2008 pour l'HGD. Les dossiers des examens tomodensitométriques cérébraux des enfants âgés de 0 à 15 ans, réalisés en une seule acquisition quelles que soient les indications, étaient inclus aléatoirement dans l'étude selon un mode d'échantillonnage 2 sur 3. L'étude a été autorisée par les responsables des hôpitaux de travail. Les dossiers issus de la collecte à l'HGD étaient codés de P1 à P17 et ceux issus de l'HGOPED de P18 à P38. Les données sociodémographiques et cliniques telles que l'âge, le sexe et les indications étaient recueillies à partir des registres et des dossiers des patients éligibles. Les paramètres d'acquisition (charge, tension) et les données dosimétriques (CTDIvol, PDL) étaient collectées à partir des rapports de doses directement affichés sur les appareils d'acquisition. Toutes les données récoltées étaient compilées sur un tableur Excell puis colligées et analysées grâce au logiciel SPSS version 20.0. Les valeurs dosimétriques obtenues étaient comparées aux normes de référence diagnostique (NRD) locales, africaines et internationales (Bafoussam, Maroc, Suisse). Le choix de ces références de comparaison était basé sur l'existence de NRD bien établis selon la même répartition des tranches d'âge que celle de notre étude. Les taux de conformité étaient calculés en pourcentage et les surplus de dose étaient exprimés en fraction par rapport aux NRD choisis. Pour les comparaisons, le test du chi-carré de Pearson et le test exact de Fisher ont été utilisés, les différences étant considérées significatives pour des valeurs de $p < 0,05$.

Résultats

Sur les 53 dossiers d'enfants ayant réalisés des scanners cranio-encéphaliques, 38 ont été retenus dans l'échantillon final dont 17 recrutés à l'HGD et 21 l'HGOPED. Les patients ont été subdivisés en quatre groupes comme suit : <1an, 1-5ans, 6-10ans et 11-15ans. L'âge moyen était de $7,9 \pm 4,9$ ans, la tranche d'âge la plus représentée étant celle des 11-15 ans avec 15 patients sur 38 (39,5%). Le sexe masculin prédominait avec 22 patients (57,9%), soit un sex-ratio de 1,4. Comme présenté sur la figure 1, les principales indications étaient les traumatismes crâniens (31,6%), le bilan de céphalées (23,7%) et le bilan d'épilepsie (10,5%).

Le tableau I montre que la charge du courant électrique était comprise entre 250 à 400 mAs avec une moyenne générale de $286,6 \pm 115,2$ mAs dans l'ensemble de l'échantillon et une évolution croissante des moyennes selon les tranches d'âge. La tension moyenne était de $122,6 \pm 9,5$ Kv avec des extrêmes de

100 et 140Kv, 31 examens (81,6%) étant conformes aux recommandations pédiatriques avec une tension inférieure ou égale à 120Kv. Ce taux de conformité variait de façon inversement proportionnelle par rapport aux tranches d'âge, allant de 100% pour les moins d'un an et atteignant 66,7% dans le groupe des 11-15 ans.

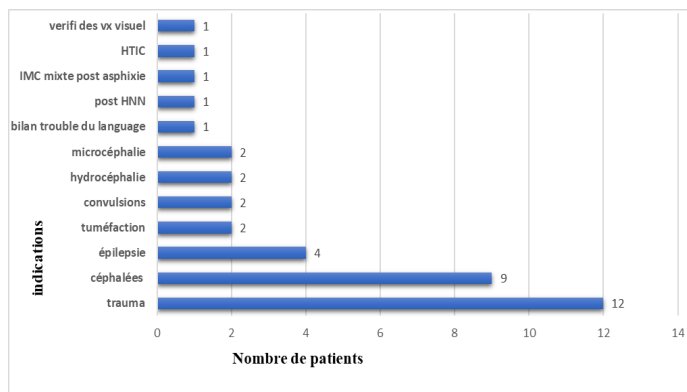


Figure 1 : répartition des indications en fonction des patients

Tableau I : distribution des paramètres d'acquisition dans les groupes d'âges

Age(ans)	<1an (N=5)	1-5ans (N=9)	6-10ans (N=9)	11-15ans (N=15)	Total 0-15 ans (N=38)
Tension du générateur (Kv)					
Moyenne	120 ± 00	120 ± 10	120 ± 10	126,7 ± 9,8	122,6 ± 9,5
Extrêmes [min-max]	[120 - 120]	[100 - 140]	[100 - 140]	[120 - 140]	[100 - 140]
Conformité* - n(%)	5 (100)	8 (88,9)	8 (88,9)	66,7	31 (81,6)
Charge des Rx (mAs)					
Moyenne	310 ± 82,2	280,6 ± 68,2	333,8 ± 100,5	254,1 ± 148,1	286,6 ± 115,2
Extrêmes [min-max]	[250 - 400]	[225 - 400]	[250 - 400]	[250 - 400]	[225 - 400]
Conformité* - n(%)	3 (60)	7 (77,8)	5 (55,6)	13 (86,7)	28 (73,7)

*La haute tension recommandée pour le scanner cérébral des enfants est comprise entre 80 et 120 Kv et la charge maximale est à 320mAs. Conformité=taux de Kv≤120 et taux de mAs≤320.

Comme présenté dans le tableau II, l'index volumique de dose tomographique (CTDIvol) variait globalement entre 7,3 et 111,4 mGy avec une moyenne de 48,7±31,3mGy et des différences significatives entre les deux formations sanitaires (p=0,04). Les médianes des produits dose-longueur (PDL) avaient une évolution ascendante en fonction des tranches d'âge, allant de 602,3mGy.cm pour les moins d'un an à 1163,4mGy.cm pour les 11-15 ans. D'une façon générale, les PDL avaient des extrêmes de 113 et 1608,7 mGy.cm dans l'ensemble de l'échantillon pour une moyenne de 786,1±426,8mGy.cm. Ces valeurs étaient supérieures aux NRD locales, régionales et internationales pour la quasi-totalité des groupes d'enfants (p=0,045). Le surplus de dose était supérieur à 10mGy et allait au delà de 50% des valeurs de référence dans certains cas, surtout chez les grands enfants (11-15ans).

Tableau II : valeurs des CTDIvol et PDL par tranches d'âge

Age(ans)	<1an (N=5)	1-5ans (N=9)	6-10ans (N=9)	11-15ans (N=15)	Total 0-15 ans (N=38)
Valeurs de CTDIvol (mGy)					
Moyenne	39,4	44,1	36,1	55	48,7 ± 31,3
Médiane	40	33,8	28,1	58,7	40,2
Extrêmes [min-max]	[28,1 - 64,1]	[7,3 - 111,4]	[17 - 78,3]	[31,6 - 111,4]	[7,3 - 111,4]
Conformes* -n(%)	2 (40)	5 (55,6)	7 (77,8)	6 (40)	20 (52,6)
CTDIvol/NRD	1,3	1,1	0,7	0,8	1,05
Valeurs de PDL (mGy.cm)					
Moyenne	540,3	512	700,2	1077,7	786,1 ± 426,8
Médiane	602,3	509,2	735,5	1163,4	752,6
Extrêmes [min-max]	[255,4 - 767,4]	[113 - 1127,5]	[328 - 1497]	[429,6 - 1608,7]	[113 - 1608,7]
Conformes* -n(%)	2 (40)	6 (66,7)	8 (88,9)	7 (46,7)	23 (60,5)
PDL/NRD*	1,3	0,9	0,8	1,03	0,75

*NRD : valeurs de référence recommandées par la Société Francophone d'Imagerie Pédiatrique et Périnatale en 2009. Conformité : lorsque la valeur de CTDIvol ou de PDL est ≤NRD.

Discussion

Le but de la présente étude était d'évaluer le niveau d'irradiation délivrés aux enfants lors des tomographies cérébrales réalisées dans deux hôpitaux de référence de la ville de Douala, ce qui permettrait de rendre compte de la mise en œuvre de l'optimisation des doses. Pour y parvenir, nous avons mené une étude transversale à collecte rétrospective durant un trimestre. La méthodologie utilisée peut soulever quelques remarques. Tout d'abord le recrutement rétrospectif des patients ayant déjà réalisé leurs examens n'a pas permis un réajustement immédiat et a pu aussi induire un biais de recrutement. Un recrutement prospectif aurait pu réduire cette limite. Secondairement, le fait de n'avoir mené le travail que sur un trimestre a limité la taille de l'échantillon. Une évaluation sur un temps plus long aurait pu améliorer l'effectif et affiner les taux de conformité. Mais malgré ces limites, notre méthodologie est restée semblable à celle utilisée dans la quasi-totalité des études consultées, particulièrement celle de Ongolo-Zogo P et al. menée à Yaoundé [13, 15, 16].

Nos résultats montraient que le scanner cérébral était réalisé à Douala dans plus de la moitié des cas pour traumatismes crâniens et pour le bilan des céphalées nons traumatiques. Lors de ces examens, les paramètres d'acquisition sont conformes dans plus de deux tiers des cas mais les doses délivrées restent supérieures aux NRD pour la quasi-totalité des groupes d'enfants.

L'âge moyen de nos patients était de 7,9±4,9ans.

Cette moyenne est semblable à celle de l'étude menée par Nwatsock et al. en 2021 sur les scanners du rocher en pédiatrie et qui était de $7,8 \pm 4,4$ ans [17]. La tranche d'âge des patients était majoritairement celle des 11 à 15 ans comme dans la littérature [4, 6, 8, 13-16]. Nos patients étaient majoritairement de sexe masculin, comme dans des études menées au Cameroun, en France et au Burkina Faso [16-19]. Dans notre échantillon, comme dans la plupart des séries radio-pédiatriques, les traumatismes crâniocéphaliques constituaient l'indication principale [7, 12].

Concernant les paramètres techniques et les doses d'irradiation, les moyennes excédaient les valeurs proposées par Strauss et al. [20]. Les doses étaient également supérieures à celles recueillies dans la ville de Bafoussam par Fotso-Kamdem et al. en 2021 [21-22]. Entre les deux formations sanitaires, la différence s'expliquait essentiellement par l'utilisation d'un système d'adaptation automatique des paramètres dans l'un des hôpitaux contrairement à un système d'adaptation manuelle, opérateur-dépendant, dans l'autre hôpital. Par ailleurs, il est probable que la longueur d'acquisition ait joué un rôle dans l'excès de dose comme démontré par Nwatsock et al. en 2021 [17], puisque dans les traumatismes crâniens, un balayage cervical est généralement associé. L'excès d'irradiation pourrait donc être expliqué par cet augmentation de la longueur d'acquisition, associée à une adaptation non optimale des paramètres d'acquisition recommandés. Toutefois dans notre population, les enfants âgés de 6 à 10 ans avaient été irradiés avec des CTDIvol et PDL conformes aux valeurs des NRD locales, de la Suisse et de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA). Nos résultats par tranches d'âge sont semblables à ceux observés au Togo [18] par Tchaou et al en 2016, et au Burkina-Faso par Tankoano et al. en 2020 [19].

Conclusion

Les paramètres d'acquisitions et les doses délivrées aux enfants en scanographie cérébrale dans la ville de Douala ont des valeurs plus élevées que celles des recommandations et standards internationaux, notamment pour certaines tranches de la population pédiatrique. Des efforts permanents d'optimisation des procédures demeurent nécessaires. Une plus grande sensibilisation sur l'adaptation automatique des paramètres d'acquisition et un plus grand respect des protocoles techniques, notamment des longueurs d'acquisitions, permettraient une meilleure optimisation des doses scanographiques délivrées à ces jeunes patients.

Conflits d'intérêt : Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt en relation avec cet article.

Considérations éthiques : Cette étude a reçu l'accord du Comité d'Ethique de la Faculté de médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé 1. L'anonymat des

données collectées des patients a été scrupuleusement respecté.

Contributions des auteurs : Tous les auteurs ont contribué à la rédaction, à la lecture et à l'approbation de la version finale du manuscrit.

Remerciements : Nous remercions tous les médecins radiologues ainsi que les techniciens des services de radiologie et d'imagerie médicale des lieux de collecte de données. Nous remercions également Monsieur Atangana Junior pour son apport dans la relecture du texte de cet article.

Références

1. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography: an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007;357:2277-84.
2. UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation: report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations Publications 2000;1:659p.
3. Boyer B, Le Marec E, Hauret L, Jouan E, Cordoliani YS. Principes du scanner hélicoïdal : irradiation. *Feuillets de Radiologie* 2002;42:239-247.
4. Etard C, Aubert B, Mezzarobba M, Bernier MO. Exposure of the French paediatric population to ionising radiation from diagnostic medical procedures in 2010. *Pediatr Radiol* 2014;44(12):1588-94.
5. Baysson H, Etard C, Brisse H, Bernier MO. Expositions radiologiques à visée médicale diagnostique pendant l'enfance et risque de cancer : bilan des connaissances et perspectives. *Archives de Pédiatrie* 2012;19:64-73.
6. Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol* 2001;176(2):289-96. Doi.org/10.2214/ajr.176.2.1760289.
7. ICRP. Managing patient dose in multi-detector computed tomography (MDCT). ICRP Publication 102. *Ann ICRP* 2007;37(1):85p.
8. Ait-Ali L, Andreassi MG, Foffa I, Spadoni I, Vano E, Picano E. Cumulative patient effective dose and acute radiation-induced chromosomal damage in children with congenital heart disease. *Heart* 2010;96:269-74.
9. Boice JD Jr, Morin MM, Glass AG, Friedman GD, Stovall M, Hoover RN et al. Diagnostic X-ray procedures and risk of leukemia, lymphoma, and multiple myeloma. *JAMA* 1991;265:1290-4.
10. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Pyo-Kim K et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012;380(9840):499-505. Doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60815-0.
11. Paolicchi F, Faggioni L, Bastiani L, Molinaro S, Puglioli M, Caramella D et al. Optimizing the balance between radiation dose and image quality in pediatric head CT: findings before and after intensive radiologic staff training. *Am J Roentgenol* 2014;202(6):1309-15.
12. ICRP. Radiation and your patient: a guide for medical practitioners. Also includes: diagnostic reference levels in medical imaging - review and additional advice. *Ann ICRP* 2001;31(4):5-31.
13. Ongolo-Zogo P, Mokubangele CM, Moifo B, Fotsin JG. Évaluation de la dose patient en scanographie pédiatrique dans deux hôpitaux universitaires à Yaoundé Cameroun. *Radioprotection* 2012;47(4):533-42.
14. Etard C, Bouetté C, Rehel JL, Aubert B, Ducou-Le-Pointe

- H, Dagou J. Optimisation en scanographie pédiatrique. *Radioprotection* 2010;45(1):31-42. Doi.org/10.1051/radiopro/2010007.
15. Mbozo'o-Mvondo S, Onana Y, Aminou M, Mbo-Amvene J, Neossi-Nguena M, Nko'o-Amvene M, Nko'o-Amvene S. Grandeurs dosimétriques en scanner pédiatrique dans deux centres d'imagerie médicale de la ville de Douala. *Health Sci Dis* 2021;22(12):38-42. Doi.org/10.5281/hsd.v22i12.2923.
 16. Brisse H, Aubert B. Niveaux d'exposition en tomodensitométrie multicoupe pédiatrique : résultats de l'enquête dosimétrique SFIPP/IRSN 2007-2008. *J Radiol* 2009;90:207-15.
 17. Nwatsock JF, Guersen J, Diné PE, Biard M, Garcier JM, Boyer L. Acanthiomeatal baseline for temporal bone CT-scan in children: a study of eye lens doses and image quality. *Health Sci Dis* 2021;22(7):11-6. Doi.org/10.5281/hsd.v22i7.2827.
 18. Tchaou M, Gnakadja GN, N'timon B, Sonhaye L, Amadou A, Dansou M et al. Revue des doses d'exposition et de la justification des radiographies standard en pratique pédiatrique au Togo. *Eur Sci J* 2016;12(24):223.
 19. Tankoano AI, Ouedraogo P, Some JMM, Bassole W, Ouedraogo NA, Bicaba D et al. Evaluation des doses d'exposition et concordance radio-clinique des examens tomodensitométriques pédiatriques au CHUSS de Bobo-Djoulaso. *Health Sci Dis* 2020;21(9):39-42. Doi.org/10.5281/hsd.v21i9.2277.
 20. Strauss KJ, Goske MJ, Kaste SC, Bulas D, Frush DP, Butler P et al. Image gently: ten steps you can take to optimize image quality and lower CT dose for pediatric patients. *Am J Roentgenol* 2010;194(4):868-73. Doi.org/10.2214/AJR.09.4091.
 21. Fotso Kamdem E, Samba ON, Tetchoka Manemo C, Foubi Kouam BB, Abogo S, Tambe J et al. Establishment of local diagnostic reference level for routine paediatric computed tomography examination in Bafoussam, west-Cameroon. *Radiat Prot Dosimetry* 2022;198(12):815-20. Doi.org/10.1093/rpd/ncac143.
 22. Fotso Kamdem E, Samba ON, Fotue AJ, Abogo S. Radiation dose evaluation of pediatric patients in CT brain examination: multi-center study. *Scientific Reports* 2021;11(1):4663. Doi.org/10.1038/s41598-021-84078-z.

