

Original article

Incidence et Facteurs de Risque de la Néphropathie aux Produits de Contrastes Iodés après Examen Tomodensitométrie

Incidence and risk factors of contrast-induced nephropathy following computer tomography

François Kaze Folefack¹, Huguette Djoko¹, Odile Fernande Zeh²,
Vicky Joceline Ama Moor³, Samuel Nko'o Amvene²

1. Département de médecine interne et spécialités, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, université de Yaoundé I.
2. Département d'imagerie médicale et radiothérapie, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, université de Yaoundé I.
3. Département de sciences physiologiques, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, université de Yaoundé I.

Correspondance : Dr Kaze Folefack François. Email :

LISTE DES ABBREVIATIONS :

AINS – Anti-inflammatoire non stéroïdien ; ARA2 – Antagoniste des récepteurs de l'angiotensine 2 ; ARV – Antirétroviraux ; ET – Ecart type ; H0 – Heure zéro ; H48 – Heure 48 ; HTA – Hypertension artérielle ; IEC – Inhibiteur de l'enzyme de conversion. IC – Intervalle de confiance ; NPDCI - Néphropathie aux produits de contraste iodés ; OR – Odd ratio ; PDCI – Produits de contraste iodé. ETDM- Examen TomoDensitoMétrique

RÉSUMÉ

OBJECTIFS. La néphropathie aux produits de contraste iodés (NPDCI) est une lésion rénale aiguë survenant dans les 48 heures après un examen avec injection de produits de contraste iodé (PDCI). L'objectif de cette étude était de déterminer l'incidence et les facteurs de risque de la NPDCI après la réalisation d'un examen tomodensitométrie (ETDM).

METHODES. Il s'agit d'une étude longitudinale de Décembre 2013 à Mars 2014 qui s'est déroulée dans quatre services de radiologie et d'imagerie de Yaoundé. Était inclus tout adulte venu réaliser un ETDM avec injection de PDCI ayant bénéficié d'un dosage de la créatininémie avant et 48 heures après l'examen.

RESULTATS. Nous avons recruté 105 patients d'un âge moyen de 52,54±15,21 ans dont 57 (54,3%) femmes. L'hypertension artérielle (22,9%) et l'infection à VIH (15,2%) les étaient principales comorbidités. Les diurétiques (9,9%) et les anti-inflammatoires non stéroïdiens (7,6%) étaient les principaux médicaments utilisés. La créatininémie initiale était élevée chez 7 (6,7%) contre 12 (11,4%) patients 48 heures après. Les scanners cérébral (45,7%) et abdominal (29,5%) étaient les principaux examens réalisés. L'ioxitalamate a été utilisé chez 85 (81%) patients. Dix patients ont présenté une NPDCI, soit une incidence cumulative de 9,5% (IC 2,6-15,6%) en 4 mois et un taux d'incidence de 5 cas pour 100 patients/jour. L'infection par le VIH et les traitements par les aminosides et les produits de la pharmacopée africaine étaient associés à la survenue de la NPDCI.

CONCLUSION. L'incidence de la NPDCI est élevée dans notre milieu. Elle est favorisée par les comorbidités et les médicaments néphrotoxiques.

MOTS CLES : Incidence, facteurs de risque, néphropathie aux produits de contrastes iodés, tomodensitométrie

ABSTRACT

AIM. Contrast-induced nephropathy (CIN) is an acute kidney injury occurring within 48 hours following intravascular administration of contrast medium. The aim of this study was to determine the incidence and risk factors of CIN following computer tomography.

METHODS. This was a cohort study from December 2013 to March 2014 in fourth radiology units of Yaoundé. We included any adult presenting in these units for computed tomography with intravascular administration of contrast medium in whom we performed a serum creatinine dosage before and 48 hours following the exam.

RESULTS. We recruited 105 patients with a mean age of 52.54±15.21 years among which 57 (54.3%) females. Hypertension (22.9%) and HIV infection (15.2%) were the main comorbidities. The diuretics (9.9%) and non-steroidal antiinflammatories drugs (7.6%) were the main drugs used. The serum creatinine was increased in 7 (6.7%) patients before and in 12 (11.4%) patients 48 hours following the exam. The brain (45.7%) and abdominal (29.5%) computer tomographies were the main exams performed. The Ioxitalamate was used in 85 (81%) patients. Ten patients presented a CIN, giving a cumulative incidence of 9.5% (CI 2.6-15.6%) in 4 months and an incidence rate of 5 cases per 100 patients/day. HIV infection and treatment with aminoglycosides and herbal medicines were associated with the occurring of CIN.

CONCLUSION. The incidence of CIN is high in our setting. It's favoured by comorbidities and the use of nephrotoxic drugs.

KEY WORDS : Incidence, risk factors, contrast-induced nephropathy, computer tomography.

INTRODUCTION

Les lésions rénales aiguës (LRA) constituent un problème majeur de santé auquel la communauté médicale est confrontée et sont responsables d'une importante morbi-mortalité. (1, 2). Elles augmentent le risque de survenue de la maladie rénale chronique et sa progression vers le stade terminal avec un profil différent entre les pays développés et en voie de développement (3). La néphropathie aux produits de contraste iodés (NPDCI) est une forme de lésions rénales aiguës survenant dans les 48 heures après un examen avec injection de produits de contraste iodé (PDCI) (1, 2). Elle représente la troisième cause de LRA acquises en milieu hospitalier, entraîne une prolongation de la durée d'hospitalisation et augmente jusqu'à 35% la mortalité intra-hospitalière chez les patients nécessitant un traitement de suppléance rénale (2, 4, 5). Elle est favorisée par une insuffisance rénale préexistante, une hypovolémie, l'existence de comorbidités notamment le diabète, l'hypertension et l'anémie, l'utilisation concomitante de substances néphrotoxiques et la présence de plusieurs facteurs de risque (1, 2, 6-8).

L'incidence de la NPDCI dépend de la population cible, de l'examen concerné, de la pratique des mesures préventives, et du type, du volume et de la voie d'administration du PDCI utilisé. On l'estime à 1 à 2% chez les personnes avec une fonction rénale normale, 10,5% après coronarographie et jusqu'à 50% chez des personnes cumulant plusieurs facteurs de risque (1, 9). Elle est faible avec les PDCI iso-osmolaires et à basse osmolarité comparée aux PDCI hyperosmolaires non indiqués de nos jours chez les patients à haut risque de NPDCI (1). Ainsi, elle est estimée à 3% avec l'utilisation de faible volume de PDCI (inférieur à 100 ml) alors qu'elle s'élève à 25% avec des volumes élevés (10). Dans notre environnement, devant l'utilisation fréquente de PDCI hyperosmolaires, l'absence d'évaluation systématique du débit de filtration glomérulaire ou de recherche des facteurs de risque de NPDCI avant toute réalisation d'un ETDM et l'absence d'études à notre connaissance sur la NPDCI, nous avons entrepris cette étude pour déterminer l'incidence et les facteurs de risque de la NPDCI après la réalisation d'un ETDM.

PATIENTS ET MÉTHODES

Cadre de l'étude

Il s'agit d'une étude longitudinale, descriptive et analytique, d'une durée de quatre mois (Décembre 2013 à Mars 2014) qui s'est déroulée dans quatre services de radiologie et d'imagerie de la ville de Yaoundé (Hôpital Général de Yaoundé, Hôpital Central de Yaoundé, Centre hospitalier d'Essos et Centre Autonome de Radiologie et d'Imagerie Médicale de Yaoundé) qui disposaient d'un scanner fonctionnel pendant cette période. Cette étude a reçu la clai-rance éthique du comité national d'éthique du Cameroun et les autorisations des différentes formations sanitaires.

Collecte des données

Nous avons inclus consécutivement dans l'étude toute personne adulte, âgée de plus de 18 ans, venue réaliser dans les formations sanitaires suscitées un ETDM avec injection de produit de contraste iodé et ayant donné son consentement éclairé. Pour les personnes inconscientes, le consentement était obtenu auprès du garde-malade. Chaque participant bénéficiait le jour de la réalisation de l'examen d'un examen clinique complet qui se terminait par le prélèvement sanguin. Ensuite, on relevait le type d'ETDM et pendant l'examen, le type et le volume du PDCI utilisés. Il était revu 48 heures plus tard pour un autre prélèvement sanguin. A l'aide d'une fiche technique préétablie, les données recueillies comportaient l'âge, le sexe, l'origine du patient (ambulatoire, hospitalisation), les comorbidités (hypertension artérielle, diabète, infection à VIH, hépatite virale, cirrhose décompensée, insuffisance cardiaque décompensée, goutte), les consommations médicamenteuses récentes (inférieur à 7 jours) ou en cours (diurétiques, AINS, IEC/ARA2, ARV comportant tenofovir, aminosides, pharmacopée africaine), l'état volémique, le type d'ETDM, le type et le volume du PDCI et la valeur de la créatininémie avant l'examen (H0) et 48 heures après (H48). Le dossier médical du patient était utilisé pour vérifier et compléter les informations sur les comorbidités et les traitements médicamenteux. Chez chaque participant, on prélevait 3 ml de sang veineux au pli du coude dans un tube sec à H0 et H48 pour le dosage de la créatininémie par la méthode cinétique de Jaffé. Ces prélèvements étaient conservés sur un porte-tube à la température ambiante et à l'abri des rayons X puis acheminés en fin de journée dans un coffret de transport au laboratoire de biochimie du Centre Hospitalier Universitaire de Yaoundé. Les PDCI utilisés étaient soit de haute osmolalité (ioxitalamate de méglumine 350 mg d'Iode/ml), soit de basse osmolalité (Iobitridol 350 mg d'Iode/ml ou 300 mg d'Iode/ml); leur volume allait jusqu'à 100 ml par examen. Nous avons exclu tout participant qui n'était pas revu à H48 pour le second prélèvement sanguin.

Analyses statistiques

Les données ont été enregistrées et analysées avec les logiciels Microsoft Excel 2010 et Epi Info version 3.5.4 2012. Les résultats ont été exprimés en pourcentage, moyenne et écart type. Le test de Chi carré et le test-t de Student ou équivalents ont été utilisés pour comparer les données qualitatives et quantitatives. Les tests de régression logistique ajustés à l'âge et au sexe ont été utilisés pour rechercher les déterminants de la NPDCI. Le seuil de signification était fixé à $p < 0,05$.

RÉSULTATS

Caractéristiques de la population d'étude

Nous avons recruté 145 patients venus réaliser un ETDM avec injection de produits de contraste iodés parmi lesquelles 105 (72,4%) ont répondu aux critères d'inclusion et ont été retenus pour les analyses. La non-

inclusion définitive était due uniquement à l'absence du patient au prélèvement sanguin de H48.

Il y avait une légère prédominance féminine (54,3%) et l'âge moyen était de 52,54±15,21 ans avec des extrêmes de 18 et 89 ans. Les caractéristiques de la population d'étude sont présentées dans le tableau 1. Les participants à cette étude étaient en majorité ambulatoires (69%) et avaient l'hypertension artérielle (22,9%) et l'infection à VIH (15,2%) comme principales comorbidités. Les diurétiques (9,9%) et les AINS (7,6%) étaient les principaux médicaments pris récemment ou en cours d'utilisation. 14 (13,3%) patients avaient une hypovolémie clinique. La créatininémie était élevée chez 7 (6,7%) patients à H0 contre 12 (11,4%) patients à H48.

Tableau 1 : Caractéristiques cliniques et biologiques de la population d'étude

Paramètres	Total n (%)
n	105 (100)
Age moyen ± ET, ans	52,5±15,2
Sexe Hommes : Femmes	48 : 57
Origine patients	
Ambulatoire	72 (69)
Hospitalisation	33 (31)
Comorbidités	
Hypertension artérielle	24 (22,9)
Infection à VIH	16 (15,2)
Diabète	5 (4,8)
Hépatite virale	3 (2,9)
Cirrhose décompensée	3 (2,9)
Insuffisance cardiaque décompensée	2 (1,9)
Goutte	2 (1,9)
Prise récente ou concomitante substances néphrotoxiques	
Diurétiques	10 (9,5)
AINS	8 (7,6)
ARV	6 (5,7)
IEC/ARA2	6 (5,7)
Pharmacopée traditionnelle	4 (3,8)
Aminosides	3 (2,9)
Etat clinique de la volémie	
Hypovolémie efficace	9 (8,6)
Hypovolémie relative	5 (4,7)
Euvolémie	91 (86,7)
Créatininémie (mg/l)	
H0	
Moyenne ± ET	9,8±2,7
≥ 15	7 (6,7)
H48	
Moyenne ± ET	10,4±3,4
≥ 15	12 (11,4)

AINS – Anti-inflammatoire non stéroïdien ; ARV – Antirétroviraux ; ARA2 – Antagoniste des récepteurs de l'angiotensine 2 ; ET – Ecart type ; H0 – Heure zéro ; H48 – Heure 48 ; IEC – Inhibiteur de l'enzyme de conversion.

Types et volumes de PDCI et nature de l'ETDM

Les scanner cérébral (45,7%) et abdominal (29,5%) étaient les principaux types d'ETDM réalisés. L'ioxitalamate de méglumine 350 mg d'Iode/ml était utilisé chez 85 (81%) patients et 55 (52,4%) patients ont reçus au moins 50 ml de PDCI, Tableau 2

Tableau 2 : Volume et type de produits de contraste iodés et nature de l'ETDM

Paramètres	Total n (%)
n	105 (100)
Examens tomodensitométriques	
Cérébral	48 (45,7)
Abdominal	31 (29,5)
Thoracique	11 (10,5)
Pelvien	9 (8,6)
Uroscanner	7 (6,7)
Angioscanner	5 (4,8)
Autres	5 (4,8)
Type PDCI	
Ioxitalamate 350 mg Iode	85 (81)
Iobitridol 300 mg Iode	11 (10,4)
Iobitridol 350 mg Iode	9 (8,6)
Volume PDCI	
≤ 50 ml	50 (47,6)
> 50 ml	55 (52,4)

PDCI – Produits de contraste iodé

Incidence et facteurs prédictifs de la NPDCI

Au total 10 patients ont présenté une NPDCI pendant la période d'étude, soit une incidence cumulative de 9,5% (IC 2,6-15,6%) en 4 mois et un taux d'incidence de 5 cas pour 100 patients/jour. Selon la sévérité de la LRA induite par les PDCI, 7(70%), 2(20%) et 1(10%) patients étaient classés respectivement aux stades 1, 2 et 3.

Les facteurs prédictifs de la NPDCI ajustés au sexe et à l'âge sont présentés dans le tableau 3. L'infection par le VIH [OR 4,61 (95%IC 1,13-18,75), p=0,04] et la prise récente ou concomitante des aminosides [OR 8,5 (95IC 3,12-21,33), p=0,0006] et des produits de la pharmacopée africaine [OR 1,4 (95%IC 1,4-23,87), p=0,04] étaient positivement et de manière statistiquement significative associées à la survenue de la NPDCI alors que l'utilisation de l'ioxitalamate de méglumine 350 mg d'Iode/ml [OR 0,12 (95%IC 0,03-0,46), p=0,003] était négativement et de manière statistiquement significative associée à la survenue de la NPDCI.

Tableau 3 : Facteurs prédictifs de la NPDCI ajustés à l'âge et au sexe selon les régressions logistiques

Paramètres	Total	NPDCI		OR (95%IC)	p
		Présente	absente		
n (%)	105 (100)	10 (9,5)	95 (90,5)		
Age moyen en années		53,4	52,4	0,85(0,09 - 7,35)	0,71
Sexe féminin (%)	57 (54,3)	4 (40)	53 (55,8)	0,53 (0,14 - 2)	0,27
Hospitalisation (%)	33 (31,4)	5 (50)	28 (29,5)	2,40 (0,64 - 8,92)	0,16
Hypovolémie efficace (%)	9 (8,6)	1 (10)	8 (8,4)	1,21(0,14 - 10,79)	0,61
HTA (%)	24 (22,8)	3 (30)	21 (22,1)	1,51(0,36 - 6,35)	0,41
Infection à VIH (%)	16 (15,2)	4 (40)	12 (12,6)	4,61(1,13 - 18,75)	0,04
AINS (%)	8 (7,6)	1 (10)	7 (7,4)	1,4(0,15 - 12,67)	0,56
Aminosides (%)	3 (2,8)	3 (70)	0 (0,0)	8,5(3,12 - 21,33)	0,0006
ARV (%)	6 (5,7)	2 (20)	4 (4,2)	5,7(0,9 - 35,98)	0,09
Diurétiques (%)	10 (9,5)	1 (10)	9 (9,5)	1,06(0,12 - 9,37)	0,65
IEC/ARA2 (%)	6 (5,7)	1 (10)	5 (5,2)	2(0,21 - 19,05)	0,46
Pharmacopée Africaine (%)	4 (3,8)	2 (20)	2 (2,1)	11,62 (1,4 - 93,87)	0,04
Créatininémie à H0≥15 mg/l (%)	7 (6,7)	1 (10)	6 (6,3)	1,65 (0,18 - 15,25)	0,51
Ioxithalamate 350 mg Iode (%)	85 (80,9)	4 (40)	81 (85,3)	0,12 (0,03 - 0,46)	0,003
Volume PDCI >50 ml (%)	55 (52,4)	4 (40)	51 (53,7)	0,57 (0,15 - 2,17)	0,31

AINS – Anti-inflammatoire non stéroïdien ; ARA2 – Antagoniste des récepteurs de l'angiotensine 2 ; ARV – Antirétroviraux ; HTA – Hypertension artérielle ; IEC – Inhibiteur de l'enzyme de conversion ; IC – Intervalle de confiance ; NPDCI - Néphropathie aux produits de contraste iodés ; OR – Odd ratio ; PDCI – Produits de contraste iodé

DISCUSSION

Cette étude a montré une incidence élevée de la NPDCI dans notre environnement survenant chez près d'un patient sur 10 sur une période de quatre mois et correspondant à 5 cas pour 100 patients/jour. Cette incidence élevée était favorisée par l'infection au VIH et les traitements par les aminosides et les produits de la pharmacopée africaine.

Il s'agit à notre connaissance de la première étude réalisée sur la population générale au Cameroun portant sur la NPDCI en utilisant la voie intraveineuse. En effet, la plupart des études publiées dans la littérature ont été réalisées dans les pays développés, sur des populations cibles particulières et utilisaient essentiellement la voie artérielle (2, 5, 8). Notre échantillon était constitué d'une population relativement jeune, à prédominance féminine et avec un profil clinique similaire à celle retrouvée par Okoye et al au Nigeria (11, 12). Cependant, seulement 31% de nos participants étaient hospitalisés contre 88% dans l'étude nigériane (11). Comme dans la littérature, il y avait une forte prévalence des facteurs de risque de la NPDCI dans notre population d'étude qui pourrait traduire le caractère urgent de la réalisation du scanner (5, 11). La prévalence des patients avec une altération de la fonction rénale avant l'examen était similaire à celle retrouvée par Okoye et al (11); cependant, des prévalences élevées ont été retrouvées dans certains groupes cibles à haut risque de néphropathie (5, 8).

Nous avons retrouvé une incidence de la NPDCI proche à celle de Mitchell et al liée aux profils similaires des participants dans ces deux études (12). Toutefois, elle était inférieure à certaines études retrouvées dans la littérature (6, 11). Cette différence serait liée à la prévalence élevée des facteurs de risque dans ces

populations. L'infection par le VIH et les traitements par les aminosides et les produits de la pharmacopée africaine étaient les facteurs prédictifs de la NPDCI retrouvés dans notre étude alors que de manière surprenante, l'utilisation des PDCI à haute osmolalité semblait être un facteur protecteur de la survenue de la NPDCI. En effet, les résultats publiés dans la littérature divergent sur le rôle néphroprotecteur des PDCI à basse osmolalité, certaines études ne trouvent pas une différence entre les différents types de PDCI alors que d'autres ont prouvé leur bénéfice surtout chez les patients avec une insuffisance rénale préexistante (13-16). La plupart de nos patients infectés par le VIH était au stade SIDA avec de nombreuses comorbidités et possiblement une atteinte rénale sous-jacente susceptible d'augmenter le risque de survenue de NPDCI. La néphrotoxicité des aminosides est bien connue alors que celle des produits de la pharmacopée africaine reste encore à élucider en raison de l'incertitude de la composition et de la dose reçue. Ceci suggère leur interruption des jours voire une semaine avant toute réalisation de scanner avec injection PDCI lorsque l'état clinique le permet. Cependant, certains facteurs de risque de NPDCI comme l'hyperuricémie, les anti-inflammatoires non stéroïdiens, les bloqueurs du Système rénine angiotensine aldostérone, l'hypovolémie, l'âge avancé et le diabète décrits dans la littérature n'ont pas été retrouvés dans cette étude (12, 17-23). Cette différence serait liée essentiellement à la taille réduite de notre échantillon. Cette forte incidence aurait pu être réduite si toutes les mesures de néphroprotection étaient systématiquement respectées notamment l'interruption des médicaments néphrotoxiques et la réhydratation.

Cette étude présente des limites notamment la taille réduite de l'échantillon, la non réalisation de l'examen d'urines avant l'examen pour dépister les pathologies rénales sous-jacentes et la courte durée ne permettant pas de suivre les patients pendant au moins trois mois pour déterminer ceux qui ont évolué vers la chronicité. Néanmoins, nous pouvons conclure que l'incidence de la NPDCI est élevée dans notre milieu et qu'elle est favorisée essentiellement par l'infection par le VIH et la prise concomitante des médicaments néphrotoxiques.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les personnels services de radiologie et d'imagerie de l'Hôpital Général et Central de Yaoundé, du Centre hospitalier d'Essos et du Centre Autonome de Radiologie et d'Imagerie Médicale de Yaoundé, et du laboratoire de biochimie du Centre Hospitalier Universitaire de Yaoundé.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

FFK: Conception et design de l'étude, supervision de la collecte des données, interprétation des données et élaboration du manuscrit

HD : Collecte des données et révision du manuscrit

OFZ : Revision du manuscrit

VJAM: Supervision de l'analyse biologique au laboratoire et de la collecte des données, et révision du manuscrit

SNA : Conception et design de l'étude, et révision du manuscrit

CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

RÉFÉRENCES

1. KDIGO AKI Work Group: KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney Int Suppl.* 2012;2:1-138.
2. Humbert A, Kissling S, Teta D. Contrast-induced nephropath]. *Rev Med Suisse.* 2013; 9(389):1222-8.
3. Cerda J, Bagga A, Kher V, Chakravarthi RM. The contrasting characteristics of acute kidney injury in developed and developing countries. *Nat Clin Pract Nephrol.* 2008;4(3):138-53.
4. Nash K, Hafeez A, Hou S. Hospital-acquired renal insufficiency. *Am J Kidney Dis.* 2002;39(5):930-6.
5. McCullough PA, Wolyn R, Rocher LL, Levin RN, O'Neill WW. Acute renal failure after coronary intervention: incidence, risk factors, and relationship to mortality. *Am J Med.* 1997;103(5):368-75.
6. Bruce RJ, Djamali A, Shinki K, Michel SJ, Fine JP, Pozniak MA. Background fluctuation of kidney function versus contrast-induced nephrotoxicity. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192(3):711-8.
7. Lameire NH. Contrast-induced nephropathy--prevention and risk reduction. *Nephrol Dial Transplant.* 2006;21(6):i11-23.
8. Rich MW, Crecelius CA. Incidence, risk factors, and clinical course of acute renal insufficiency after cardiac catheterization in patients 70 years of age or older. A prospective study. *Arch Intern Med.* 1990;150(6):1237-42.

9. Jabara R, Gadesam RR, Pendyala LK, Knopf WD, Chronos N, Chen JP, et al. Impact of the definition utilized on the rate of contrast-induced nephropathy in percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol.* 2009;103(12):1657-62.
10. Nyman U, Björk J, Aspelin P, Marenzi G. Contrast medium dose-to-GFR ratio: a measure of systemic exposure to predict contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention. *Acta Radiol.* 2008;49(6):658-67.
11. Okoye O, Ojogwu L, Unuigbo E, Oviasu E. Frequency and risk factors of contrast-induced nephropathy after contrast procedures in a Nigerian tertiary centre. *West Afr J Med.* 2013;32(1):19-25.
12. Mitchell AM, Jones AE, Tumlin JA, Kline JA. Incidence of contrast-induced nephropathy after contrast-enhanced computed tomography in the outpatient setting. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010;5(1):4-9.
13. Moore RD, Steinberg EP, Powe NR, Brinker JA, Fishman EK, Graziano S, et al. Nephrotoxicity of high-osmolality versus low-osmolality contrast media: randomized clinical trial. *Radiology.* 1992;182(3):649-55.
14. Barrett BJ, Carlisle EJ. Metaanalysis of the relative nephrotoxicity of high- and low-osmolality iodinated contrast media. *Radiology.* 1993;188(1):171-8.
15. Davenport MS, Khalatbari S, Dillman JR, Cohan RH, Caoili EM, Ellis JH. Contrast material-induced nephrotoxicity and intravenous low-osmolality iodinated contrast material. *Radiology.* 2013;267(1):94-105.
16. Barrett BJ, Katzberg RW, Thomsen HS, Chen N, Sahani D, Soulez G, et al. Contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease undergoing computed tomography: a double-blind comparison of iodixanol and iopamidol. *Invest Radiol.* 2006;41(11):815-21.
17. Toprakk. Conflicting and new risk factors for contrast induced nephropathy. *J Urol.* 2007;178(6):2277-83.
18. Saritemur M, Turkeli M, Kalkan K, Tanboga IH, Aksakal E. Relation of uric acid and contrast-induced nephropathy in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention in the ED. *Am J Emerg Med.* 2014;32(2):119-23.
19. Goo JJ, Kim JJ, Kang JH, Kim KN, Byun KS, Kim MK, et al. Effect of renin-angiotensin-system blockers on contrast-medium-induced acute kidney injury after coronary angiography. *Korean J Intern Med.* 2014;29(2):203-9.
20. Kalyesubula R, Bagasha P, Perazella MA. ACE-I/ARB therapy prior to contrast exposure: what should the clinician do? *Biomed Res Int.* 2014;2014:423848.
21. Lodhia N, Kader M, Mayes T, Mantry P, Maliakkal B. Risk of contrast-induced nephropathy in hospitalized patients with cirrhosis. *World J Gastroenterol.* 2009;15(12):1459-64.
22. Barrett BJ, Parfrey PS. Clinical practice. Preventing nephropathy induced by contrast medium. *N Engl J Med.* 2006;354(4):379-86.
23. McCullough PA, Adam A, Becker CR, Davidson C, Lameire N, Stacul F, et al. Risk prediction of contrast-induced nephropathy. *Am J Cardiol.* 2006;98(6A):27K-36K.