

Estimation du débit de filtration glomérulaire chez les diabétiques noirs africains suivis à Cotonou.

Estimation of glomerular filtration rate in African black diabetics followed in Cotonou

Vigan J¹, Fagla AAL¹, Bigot CEP², Ahoui S³, Djrolo F⁴, Bigot A⁵

1) Clinique Universitaire de Néphrologie Hémodialyse du Centre National Hospitalier et Universitaire (CNHU – HKM) de Cotonou

2) Unité de Médecine légale de la Faculté des Sciences de la Santé

3) Service de Néphrologie; Centre Hospitalier Départemental de Borgou, Parakou.

4) Clinique Universitaire d'Endocrinologie Métabolisme et Nutrition du CNHU-HKM de Cotonou.

5) Banque du Sang du CNHU-HKM de Cotonou.

Auteur correspondant : Dr Jacques Vigan

Résumé

Introduction

Le diabète est une cause majeure d'atteinte rénale. Il est donc crucial d'estimer la fonction rénale du patient diabétique par un outil fiable.

But

Comparer les performances des équations de Cockcroft et Gault (CG), et de Chronic Kidney Disease Epidemiology (CKD-EPI) par rapport à Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) chez les diabétiques.

Méthode

Il s'agissait d'une étude transversale descriptive et analytique qui s'est déroulée de Janvier à Avril 2015 à la Banque d'Insuline d'Akpakpa à Cotonou. Etaient inclus tous les diabétiques des deux sexes âgés de plus de 18 ans, mélanodermes et ayant donné leur consentement éclairé. Chez tous les patients, un dosage de la créatininémie a été réalisé, la clairance a été calculée par l'équation CG et le Débit de Filtration Glomérulaire (DFG) a été estimé selon les formules de MDRD et de CKD-EPI.

Résultats

La population était constituée de 300 diabétiques. Une prédominance féminine a été observée avec 66% soit une sex-ratio de 0,51. L'âge moyen était de $55,2 \pm 11,80$ ans. La prévalence de la maladie rénale chronique déterminée par la formule de CG était de 15%. Elle était de 7,67% selon la formule MDRD et de 9,67% selon la formule de CKD-EPI. Comparée à l'équation MDRD, l'équation CG n'était pas assez sensible pour poser le diagnostic d'IRC et ni assez spécifique pour le confirmer ; alors que l'équation CKD-EPI n'était pas assez sensible pour poser le diagnostic d'IRC.

Conclusion

Les équations CG, MDRD et CKD-EPI n'étaient pas superposables chez les sujets diabétiques noirs africains.

Mots Clés : Débit de filtration glomérulaire, Diabète sucré, Maladie rénale chronique, Cockcroft et Gault, MDRD et CKD-EPI.

Summary

Introduction

Diabetes is a major cause of renal disease. It is therefore crucial to estimate the renal function of the diabetic patient by a reliable tool.

Objective

To compare the performance of the Cockcroft and Gault (CG), and Chronic Kidney Disease Epidemiology (CKD-EPI) equations versus Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) in diabetics.

Methods

This is a cross-sectional study with a descriptive and analytical purpose which took place from January to April 2015 at the Insulin Bank of Akpakpa in Cotonou. Included were all diabetics of both sexes over 18 years of age melanoderma and having given informed consent. In all patients, a creatinemia was performed, the clearance was calculated by the equation CG and the Glomerular Filtration Rate (GFR) was estimated according to the MDRD and CKD-EPI formulas.

Results

The study population consisted of 300 diabetics. A female predominance was observed with 66% or a sex ratio of 0.51. The mean age was 55.2 ± 11.80 years. The prevalence of CKD determined by the CG formula was 15%, MDRD was 7.67% and CKD-EPI was 9.67%. Compared to the MDRD equation, the CG equation is not sensitive enough to make the diagnosis of CKD and is not specific enough to confirm this diagnosis; whereas the CKD-EPI equation is not sensitive enough to make the diagnosis of IRC.

Conclusion

The equations CG, MDRD and CKD-EPI are not superimposable in black African diabetic patients.

Keywords: Glomerular filtration rate, Diabetes mellitus, Chronic Kidney Disease, Cockcroft and Gault, MDRD and CKD-EPI.

Introduction

Le diabète sucré représente un groupe de maladies métaboliques caractérisées par une hyperglycémie chronique, secondaire à insuffisance absolue ou relative de sécrétion d'insuline, souvent associée à une résistance périphérique à l'insuline [1]. Le nombre de cas de diabète augmente dans le monde entier, en particulier dans les pays en développement; 415 millions d'adultes souffraient de diabète en 2015 [2] et ce nombre devrait atteindre 642 millions d'ici 2040. En outre, il est estimé qu'un adulte sur 10 aura le diabète (principalement le diabète de type 2) en 2040 [3].

La prévalence estimée du diabète en Afrique subsaharienne est d'environ 1% dans les zones rurales et de 5 à 7% dans les zones urbaines et entre 8% et 13% dans des pays comme l'Ouganda et l'Afrique du Sud [4-6].

D'après les recommandations du National Kidney Foundation (NKF) et l'American Diabetes Association (ADA) la recherche de l'atteinte rénale chez le sujet diabétique doit se faire au moins une fois par an à partir du dosage de la microalbuminurie des 24 heures et par l'estimation du débit de filtration glomérulaire (DFG). Cette atteinte rénale chronique se caractérise chez le diabétique par la persistance d'une diminution du DFG < 60ml/min/1,73m² ou d'un marqueur d'atteinte rénale tel que protéinurie des 24 heures ou microalbuminurie des 24 heures [7-9].

L'estimation du DFG se fait à l'aide de formules [10] dont les plus couramment utilisées sont l'équation de Cockcroft et Gault (CG), l'équation de l'étude « Modification of Diet in Renal Disease » (MDRD) et l'équation de l'étude Chronic Kidney Disease Epidemiology (CKD-EPI) [11]. Les performances analytiques de ces trois formules d'estimation du DFG en population générale sont variables mais le MDRD a été souvent considéré comme la référence chez les diabétiques par plusieurs auteurs [12, 13].

Chez les sujets diabétiques noirs africains, peu d'études ont réellement évalué la fonction rénale par ces trois formules à la fois. C'est pour cette raison que nous avons entrepris ce travail.

Objectif

Objectif général

- Comparer les DFG estimés par les formules de Cockcroft et Gault (CG), Modified of Diet in Renal Disease (MDRD) et Chronic Kidney Disease Epidemiology (CKD-EPI) chez les sujets diabétiques noirs africains

Objectifs spécifiques :

- 1- Déterminer la prévalence de la maladie rénale chronique chez les diabétiques, diagnostiquée par le DFG estimé selon les formules de CG; de MDRD et de CKD-EPI.
- 2- Comparer les performances des DFG estimés par CG et CKD-EPI par rapport à MDRD chez les diabétiques noirs africains.

Cadre et méthodes d'étude

Cette étude s'est déroulée dans le Centre de Dépistage, de Suivi et de Traitement Ambulatoire des Diabétiques d'Akpakpa (Bénin) communément appelé Banque d'Insuline.

Il s'agissait d'une étude transversale descriptive menée de janvier à avril 2015. La population d'étude était constituée de patients diabétiques venus en consultation à la Banque d'Insuline.

Etaient inclus dans cette étude, tous les patients diabétiques, à peau noire, des deux sexes, âgés d'au moins 18 ans, suivis à la Banque d'Insuline chez qui le diagnostic du diabète sucré a été retenu et ayant donné leur consentement éclairé.

Nous n'avons pas pris en compte dans cette étude, les sujets diabétiques ayant présenté une insuffisance rénale aiguë, les femmes diabétiques enceintes et les accouchées récentes de moins d'un an. Les patients ont été recrutés selon un mode systématique. La taille de l'échantillon a été déterminée par la formule de SCHWARTZ :

$$N = \frac{Z^2 p q}{i^2}$$

Z : écart-type (1,96) correspondant au risque d'erreur 5%;

p : la prévalence de la néphropathie diabétique en Afrique Sub Saharienne [14]

i : précision (5%) ;

p = 16% = 0,16 (prévalence de l'insuffisance rénale chronique chez les diabétiques en Afrique Sub Saharienne [14])

q = 1- p = 0,84

N = 206,52

La taille minimale de l'échantillon est donc de 207 patients

La variable dépendante était le DFG estimé qui définit la maladie rénale chronique selon la :

- formule de Cockcroft et Gault par clairance de la créatinine < 60mL/min
- formule de MDRD₁₈₆ par DFG < 60 mL/min/1,73 m² et
- formule de CKD-EPI par DFG < 60 mL/min/1,73 m² [7]

CG : Clairance (ml/min) = $\frac{(140 - \text{âge}) \times \text{poids (Kg)}}{\text{PCr}(\mu\text{mol/l})} \times K$ avec K = 1,23 pour les hommes et 1,04 pour les femmes [15, 16].

MDRD₁₈₆ ou MDRD simplifiée : DFG = (créatininémie (μmol/l) x 0,0113)^{1,154} x âge^{-0,203} x 186 chez l'homme x 1,21 pour les sujets d'origine africaine (afro-américain) x 0,742 pour les femmes x 0,95 car le dosage de la créatinine est calibré exprimant l'utilisation des standards de Spectrométrie de Masse par Dilution Isotopique (IDMS) [16, 17].

CKD-EPI : DFG = 141 x min (Scr/K ou 1)^α x max (Scr/K ou 1)^{-1,209} x 0,993^{Age} x 1,018 si femme x 1,159 car race noire [15, 18].

Le dosage de la créatininémie a été réalisé dans le même laboratoire et sur le même appareil une seule fois chez tous les patients en dehors de toute affection intercurrente et de toute modification récente du traitement.

Les variables indépendantes étaient les caractéristiques socio-démographiques (âge, sexe, provenance, situation matrimoniale, niveau d'instruction), variables anthropométriques (poids, taille, indice de masse corporelle ou indice de Quetelet) les antécédents (hypertension artérielle (HTA), diabète familial) les données cliniques (type de diabète, âge d'apparition de la maladie, durée de la maladie) et biologiques (glycémie et créatininémie).

La collecte des données a été réalisée par le biais d'une fiche d'enquête préalablement établie. Les patients étaient reçus individuellement. Après le recueil des données socio-démographiques, un examen clinique minutieux est effectué puis un prélèvement sanguin dans un tube sec a été réalisé pour le dosage gratuit de la créatininémie.

Le calibrage de l'appareil a été fait avant la manipulation en utilisant un calibrant multiparamétrique dont la valeur est définie par rapport à la méthode de référence IDMS. Un contrôle qualité normal et un contrôle pathologique sont réalisés en début et fin de manipulation.

A partir de la créatininémie dosée, le DFG a été estimé selon les formules de MDRD₁₈₆ et CKD-EPI, et la clairance de la créatinine à partir de la formule de CG.

La formule MDRD₁₈₆ a été utilisée comme référence [12, 13, 19 - 22]. Les données ont été saisies au moyen du logiciel EPI-DATA. L'apurement et l'analyse des données ont été faits à l'aide du logiciel STATA/IC 11.0.

L'anonymat et la confidentialité des données ont été garantis. La présente étude, réalisée dans le cadre des travaux académiques, a été conduite dans le strict respect des règles de bonnes pratiques cliniques, et conforme aux principes éthiques de la déclaration d'Helsinki.

Résultats

Au cours de la période d'étude, 300 patients diabétiques répondant à nos critères ont été inclus dans l'étude.

Description de la population d'étude

L'âge moyen était de 55,20 ± 11,81 ans avec des extrêmes de 18 ans et 85 ans. La tranche d'âge de 50 à 60 ans était la plus représentée, avec une fréquence de 34%. Il existe une prédominance féminine (66%) avec une sex-ratio de 0,51 dans notre population. Plus de deux tiers (2/3) des patients résidaient en zone urbaine (69%). Les sujets scolarisés représentaient 58,33% des patients. La surcharge pondérale et l'obésité étaient observées respectivement chez 33% et 32,33% des patients. Le tableau I présente les caractéristiques générales de la population.

Tableau I : Caractéristiques générales de la population.

	Effectif (N=300)	Fréquence (%)
Âge <40ans	39	13
[40 – 50[67	22,3
[50 – 60[102	34
[60 – 70[70	23,3
≥ 70	22	07,4
Sexe féminin	198	66
Résidence urbaine	207	69
Scolarisés	175	58,3
Vit en couple	228	76
Diabète Type 2	294	98
Surcharge pondérale	99	33
Obèse	97	32,3
Durée de diabète ≥ 5 ans	164	54,7
Créatininémie > 14mg/l	28	9,33

Prévalence de la maladie rénale chronique (MRC)

Selon la formule de CG, 15% des patients avaient une clairance de la créatinine inférieure à 60ml/min. La prévalence de MRC par la formule MDRD₁₈₆ était de 7,67% et tous les patients étaient au stade 3 de la

Maladie Rénale Chronique (MRC). La prévalence de MRC par la formule CKD-EPI était de 9,67%, avec 9% des sujets au stade 3 de la MRC et 0,67% au stade 4. Le tableau II présente la répartition des diabétiques suivant les 3 formules d'estimation du DFG.

Tableau II: Répartition des diabétiques selon clairance de la créatininémie et le DFG estimé par les formules MDRD et CKD-EPI

Stades	DFG	Cockcroft et Gault n (%)	MDRD n (%)	CKD-EPI n (%)
1	≥ 90	168 (56,0)	211 (70,3)	204 (68,0)
2	89-60	87 (29,0)	66 (22,0)	67 (22,3)
3	59-30	44 (14,7)	23 (07,7)	27 (09,0)
4	29-15	1 (0,3)	0 (0)	02 (0,7)
5	< 15	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Comparaison des DFG estimés et clairance par les 3 formules

Aucune des formules, n'a classé de patients au stade 5, stade d'IRC terminale. Le stade 1 est le stade le plus représenté pour chacune des 3 formules.

La figure n°1 montre la comparaison des DFG estimés et de la clairance de la créatinine.

L'analyse des performances de l'équation CG par rapport à l'équation MDRD chez ces patients diabétiques a révélé : Sensibilité = 74%, Spécificité = 90%, Valeur Prédictive Positive = 38%; Valeur Prédictive Négative = 98%. Par comparaison à la formule MDRD₁₈₆, la formule de CG a une bonne valeur prédictive négative (98%). En revanche, sa valeur prédictive positive est très faible (38%).

L'analyse des performances de l'équation CKD-EPI par rapport à l'équation MDRD a révélé : Sensibilité = 100%; Spécificité= 98%; Valeur Prédictive Positive = 79%; Valeur Prédictive Négative = 100%. Le tableau III montre la comparaison de ces 3 formules.

Tous les patients classés par CKD-EPI comme ayant un DFG ≥ 60 ml/min/1,73m² l'étaient également par MDRD. L'inverse n'était pas vérifié. En revanche les patients classés par CKD-EPI comme ayant un DFG < 60 ml/min/1,73m², n'étaient classés ainsi par MDRD que dans 79% (23/29) des cas.

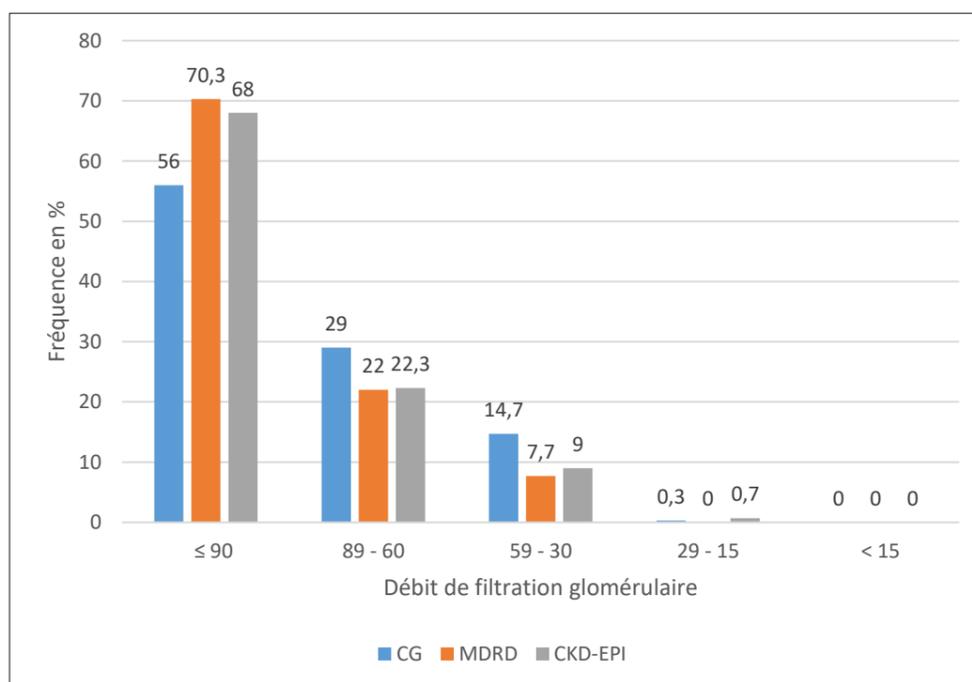


Figure 1 : Comparaison des DFG estimés par les 3 formules chez les diabétiques

Tableau II: Comparaison des formules CG et CKD-EPI à celle de MDRD₁₈₆

	MDRD* (ml/min/1,73m ²)	
	< 60	≥ 60
CG** (ml/min)		
< 60	17	28
≥ 60	6	249
CKD-EPI*** (ml/min/1,73m²)		
< 60	23	6
≥ 60	0	271

*Modification Diet of Renal Disease ; **Cockcroft et Gault ; ***Chronic Kidney Disease Epidemiology

Discussion

Cette étude qui fait partie des premières chez les sujets diabétiques noirs africains, nous a permis de déterminer la prévalence de l'IRC et de comparer les DFG estimés selon les formules de CG, MDRD et CKD-EPI. Elle fournit des données pour d'autres travaux ultérieurs. La taille de notre échantillon est raisonnable (300 patients diabétiques). Fontela au Brésil avait inclus 146 diabétiques de type 2 [23]. Fiseha en éthiopie a inclus 214 diabétiques [24].

La présente étude n'a utilisé aucun marqueur « Gold standard » comme l'Inuline, Iothalamate, ou Iohexol) à des fins de comparaison à cause de son coût élevé, des difficultés et du temps long de la mise en œuvre de la procédure. En raison de son faible coût, et de son accessibilité en pratique courante, la créatininémie a été utilisée comme marqueur. Elle a été dosée par une méthode de référence avec une calibration selon les standards IDMS (Isotopic Dilution Mass Spectrometry). Ces précautions réduisent les biais et rendent nos résultats crédibles et fiables.

Prévalence de la maladie rénale chronique déterminée par la formule de CG, de MDRD₁₈₆ et de CKD-EPI

La créatinine sérique est un marqueur endogène le plus fréquemment accessible en pratique courante pour évaluer la fonction rénale. Elle est filtrée par les glomérules mais également secrétée par les tubules. Elle est influencée par plusieurs facteurs tels que l'âge, le sexe, la race et la masse musculaire. Seule, elle est insuffisamment sensible pour estimer le DFG et pourrait rester dans les valeurs normales malgré une fonction rénale considérablement altérée [25, 26]. Dans notre étude, la créatininémie est supérieure à 14mg/l chez 9,33% des patients. Fiseha et al. avaient trouvé une créatininémie > à 15mg/l chez 9,8% de ces patients [24]. Déjà en 2014, Fontela et al. avaient montré une forte corrélation négative entre la créatininémie et le débit de filtration glomérulaire estimé par les équations CG, MDRD et CKD-EPI (-0,64, -0,87, -0,89), respectivement [23].

La prévalence de MRC par CG était de 15% dans notre étude. Elle est inférieure à celle de Fontela et coll. au Brésil qui est de 25,3% [23], à celle de Janmohamed et coll. en Tanzanie : 24,7% [27]. Dans cette dernière étude, le dosage de la créatininémie a été faite par la méthode de Jaffé. Notre prévalence est également inférieure à celle de Fiseha et coll. : 23,8% [24]. Ici, la formule de CG était rapportée à la surface corporelle, et la MRC définie par DFG estimé < 60ml/min/1,73m².

La prévalence de la maladie rénale chronique déterminée par l'équation MDRD₁₈₆ dans notre étude était de 7,67%. Elle se rapproche de celle de Al-Maqbali et coll. en Omani au Moyen Orient qui est de 9,5% déterminée par le même type d'équation MDRD₁₈₆ [28]. En revanche elle est inférieure à celle de Fiseha et coll. en Ethiopie : 18,8% (équation MDRD₁₈₆) [24]. Elle est aussi inférieure à celle de New et coll. [29], à celle de Middleton RJ [30] (deux études anglaises) et à celle de Ohta et coll. au Japon [31] qui avaient trouvé respectivement 31% ; 27,5% et 25,2%. Toutes ces différences dans la prévalence pourraient s'expliquer la taille des échantillons mais aussi par les origines raciales des patients.

La prévalence de la maladie rénale chronique déterminée par l'équation CKD-EPI dans notre étude, était de 9,67%. Elle est assez proche des résultats de Al-Maqbali et coll. en Omani au Moyen Orient : 10,6% [28] mais très faible par rapport à celle de Fontela et coll. au Brésil, qui avaient trouvé 34,2% [23]. Très peu d'études avaient utilisé l'équation du CKD-EPI pour estimer le DFG chez le patient diabétique vu que la formule MDRD avait déjà été reconnue comme meilleure chez le diabétique [22, 32].

Comparaison de la maladie rénale chronique déterminée par les 3 formules d'estimation du DFG

Dans notre échantillon, la prévalence de la maladie rénale chronique déterminée par la formule MDRD₁₈₆ (7,67%), était plus basse que celle obtenue par les formules de CG (15%) et de CKD-EPI (9,67%).

La présence d'une forte proportion de sujets diabétiques en surcharge pondérale (33%) et en obésité (32,33%) pourrait majorer la prévalence de la maladie rénale chronique par la formule de CG.

Fiseha et coll. en Ethiopie, retrouvaient comme nous, une prévalence de la MRC déterminée par la formule de MDRD₁₈₆ (18,2%) inférieure à celle déterminée par la formule de CG (rapportée chez eux à la surface corporelle : 23,8%). Selon ces mêmes auteurs, le dosage de la créatininémie n'ayant pas été normalisé pourrait influencer la performance de l'équation de CG [24].

Mais, Fontela et coll. au Brésil avaient obtenu une prévalence de 25,3% par la formule de CG ; 36,3% par MRDD₁₇₅ et 34,2% par CDK-EPI. Cette différence serait peut être due au fait que Fontela avait travaillé uniquement sur des diabétiques de type 2 [23].

La prévalence de la MRC estimée par la formule de MDRD₁₈₆ (7,67%) est inférieure à celle obtenue par la formule de CKD-EPI (9,67%). La littérature rapporte que ces deux équations montrent une excellente corrélation avec le DFG mesuré [33]. Par ailleurs, d'autres études précisent que l'équation MDRD se révèle plus efficace dans la détection des changements chez les patients atteints d'insuffisance rénale au début la maladie [34]. Il y a, cependant, une plus grande similitude entre les résultats des équations MDRD et CKD -EPI, et une différence plus marquée par rapport à l'équation CG dans notre étude.

En matière d'évaluation de la fonction rénale chez le diabétique la formule de CG ne peut être utilisée ni pour poser le diagnostic de la MRC, ni pour le confirmer, car sa sensibilité et sa valeur prédictive positive sont faibles; respectivement 74% et 38%. Elle échoue donc à poser le diagnostic de MRC ou à confirmer avec précision une MRC (définie par DFG < 60 ml/min/1,73m²) chez un sujet diabétique.

Concernant l'équation CKD-EPI, elle ne permet pas de poser le diagnostic de MRC car sa valeur prédictive positive est relativement faible 79% mais, elle peut être utilisée pour confirmer une insuffisance rénale chronique (DFG < 60 ml/min/1,73m²) chez un sujet diabétique, car sa sensibilité et sa valeur prédictive négative sont de 100%. Ces aspects ont été rarement abordés par d'autres auteurs.

Conclusion

La prévalence de la MRC par la formule de CG était de 15%. Elle était de 7,67% par la formule de MDRD₁₈₆ et de 9,67% par la formule CKD-EPI. Pour ce qui concerne l'estimation du DFG chez le diabétique, comparée à la formule MDRD, l'équation de CG n'est pas assez sensible pour poser le diagnostic d'IRC ou pour confirmer avec précision une IRC. Alors que l'équation CKD-EPI quant à elle n'est pas aussi sensible pour poser le diagnostic de la MRC chez un diabétique. Les équations CG, MDRD et CKD-EPI ne sont pas superposables chez les sujets diabétiques noirs africains.

Déclaration de conflit d'intérêt : Aucun.

REFERENCES

1. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes care*. 2006; 29Suppl:1, S43–8.
2. Hermans MP, Dath N. Prevalence and co-prevalence of comorbidities in Belgian patients with type 2 diabetes mellitus: a transversal, descriptive study. *Acta Clinica Belgica : International Journal of Clinical and Laboratory Medicine* 2017 ; 1-7. DOI: 10.1080/17843286.2017.1348710.
3. International Diabetes Federation. *IDF diabetes atlas, 7th ed.* 2015. [updated 2016 Oct 2]. Available from: <https://www.diabetesatlas.org/>
4. Rotimi C, Daniel H, Zhou J, Obisesan A, Chen G, Chen Y et al. Prevalence and determinants of diabetic retinopathy and cataracts in West African type 2 diabetes patients. *Ethn Dis*. 2003; 13(2 Suppl 2):S110-7.
5. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global Prevalence of Diabetes; Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004; 27:1047–53. Adekanle O, Ayodeji OO, Olatunde LO, Folorunso TR. A 7-year retrospective study of diabetes-related deaths in a Nigerian tertiary hospital. *Diabetes* 2008;16:15-17.
6. National Kidney Foundation. *K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification and stratification. Part 5: Evaluation of laboratory measurements for clinical assessment of kidney disease.* *Am J Kidney Dis* 2002; 39:S76–S92.
7. Molitch ME, DeFronzo RA, Franz MJ, Keane WF, Mogensen CE, Parving HH and al. Nephropathy in diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27(Suppl 1):S79–S83.
8. Fox CS, Golden SH, Anderson C, Bray GA, Burke LE, de Boer IH and al. Update on Prevention of Cardiovascular Disease in Adults With Type 2 Diabetes Mellitus in Light of Recent Evidence: A Scientific Statement From the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2015; 38(9) : 1777–803. doi: 10.2337/dci15-0012
9. Mignon F. Le diagnostic précoce de l'insuffisance rénale chronique. *Le quotidien du médecin* 2003 ; 7260 : 1-7.
10. Andro M, Estivin S, Comps E, Gentric A. Évaluation de la fonction rénale au-delà de 80 ans : formule de Cockcroft et Gault ou Modification of diet in renal disease ? *La Revue de médecine interne*. 2011; 32: 698–702.
11. Rigalleau V, Lasseur C, Perlemoine C, Barthe N, Raffaitin C, Chauveau P and al. Cockcroft-Gault formula is biased by body weight in diabetic patients with renal impairment. *Metabolism* 2006; 55: 108-12.
12. Detournay B, Simon B, Guillausseau J-P, Joly D, Verges B, Attali C and al. Chronic Kidney Disease in type 2 diabetes patients in France. *Diabetes metabolism* 2012 :38; 102-22.
13. Naicker S. End-stage renal disease in sub-Saharan and South Africa. *Kidney International Supplements*. 2003; S119-22.
14. Laterza OF, Price CP, Scott MG, Cytatin C. An improved estimator of glomerular filtration rate? *Clinical Chemistry*. 2002; 48: 699-707.
15. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF, Feldman H, and al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Annals of internal medicine*. 2009; 150(9): 604-12.
16. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of Diabetes. *Diabetes care*. 2014; 37(1): 81-90.
17. Delanaye P, Mariat C, Moranne O, Cavalier E, Flamant M. L'estimation du débit de filtration glomérulaire en 2012 : quelle valeur ajoutée pour la nouvelle équation CKD-EPI ? *Néphrologie & Thérapeutique*. 2012; 8: 199-205.
18. Poggio ED, Wang X, Greene T, Van Lente F, Hall PM. Performance of the modification of diet in renal disease and the Cockcroft–Gault equations in the estimation of GFR in health and in chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2005, 16: 459-66.
19. Rigalleau V, Lasseur C, Perlemoine C, Barthe N, Raffaitin C, Lui C and al. Estimation of glomerular filtration rate in diabetic subjects: Cockcroft formula or Modification of Diet in Renal Disease study equation? *Diabetes Care* 2005; 28: 838-43.
20. Jesudason PC. Interpreting different measures of glomerular filtration rate in obesity and weight loss: pitfalls for the clinician. *Int J Obes*. 2012; 36: 1421-27.
21. Camargo EG and coll. The Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) equation is less accurate in patients with Type 2 diabetes when compared with healthy individuals. *Diabet Med*. 2011; 28(1): 90-5.
22. Fontela PC, Winkelmann ER, Ott JN, Uggeri DP. Estimated glomerular filtration rate in patients with type 2 diabetes mellitus. *Rev Assoc Med Bras*. 2014; 60(6): 531-37.
23. Fiseha T, Kassim M, Yemane T. Chronic kidney disease and underdiagnosis of renal insufficiency among diabetic patients attending a hospital in Southern Ethiopia. *BMC Nephrology*. 2014; 15(198) 3-5.
24. Rigalleau V, Beauvieux M, Gonzalez C, Raffaitin C, Lasseur C, Combe C and al. Estimation of renal function in patients with diabetes. *Diabetes Metab* 2011, 37:359–366.
25. Bachorzewska-Gajewska H, Malyszko J, Malyszko JS, Musial W, Dobrzycki S. Undiagnosed renal impairment in patients with and without diabetes with normal serum creatinine undergoing percutaneous coronary intervention. *Nephrol Carlton* 2006, 11:549–54.
26. Janmohamed MN, Kalluvya SE, Mueller A, Kabangila R, Smart LR, Downs JA and al. Prevalence of chronic kidney disease in diabetic adult out-patients in Tanzania. *BMC Nephrol*. 2013; 14: 183. doi: 10.1186/1471-2369-14-183.
27. Al-Maqbali SRS, Mula-Abed W-AS. Comparison between Three Different Equations for the Estimation of Glomerular Filtration Rate in Omani Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Sultan Qaboos University Medical Journal* 2014; 14(2): 198-203.
28. New JP, Middleton RJ, Klebe B, Farmer CK, de Lusignan S, Stevens PE and al. Assessing the prevalence, monitoring and management of chronic kidney disease in patients with diabetes compared with those without diabetes in general practice. *Diabet Med* 2007; 24(4): 364-69.
29. Middleton RJ, Foley RN, Hegarty J, Cheung CM, McElduff P, Gibson JM and al. The unrecognized prevalence of chronic kidney disease in diabetes. *Nephrol Dial Transplant*. 2006; 21(1): 88-92.
30. Ohta M, Babazono T, Uchigata Y, Iwamoto Y. Comparison of the prevalence of chronic kidney disease in Japanese patients with Type 1 and Type 2 diabetes. *Diabet Med*. 2010; 27(9): 1017-23.
31. Salgado JV, Neves FA, Bastos MG, França AK, Brito DJ, Santos EM, et al. Monitoring renal function: measured and estimated glomerular filtration rates - a review. *Braz J Med Biol Res*. 2010; 43: 528-36.
32. Shemesh O, Golbetz H, Kriss JP, Meyers BD. Limitations of creatinine as a filtration marker in glomerulopathic patients. *Kidney Int*. 1985; 28: 830-8.
33. Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum