



Article Original

Profil Hématométrique des Diabétiques de Type 2 à Libreville

Haematometric Profile of Type 2 Diabetics in Libreville

Mfoumou Essono AF^{1,2}, Ayingone H¹, Ziza N^{1,2}, Tsoucka E^{1,2}, Gorra A¹, Igala M^{1,2}, Boguikouma JB^{1,2}

Affiliations

1. Centre Hospitalier Universitaire de Libreville (Gabon)
2. Université des Sciences de la Santé de Libreville (Gabon)

Auteur correspondant

Mfoumou Essono AF

Email: annickflore mfoumou@gmail.com

Mots clés : Diabète type 2, Hémogramme, Libreville

Key words: Type 2 diabetes, Haemogram, Libreville

Article history

Submitted: 20 August 2024

Revisions requested: 7 September 2024

Accepted: 15 September 2024

Published: 27 September 2024

RÉSUMÉ

Introduction. Au Gabon, aucun travail portant sur les éléments constitutifs du sang n'a été réalisé chez les sujets diabétiques de type 2 (DT2) à ce jour. Le but de ce travail était donc de déterminer les paramètres hématométriques chez les patients vivant avec le DT2 au Gabon. **Méthodologie.** Il s'agissait d'une étude prospective, transversale, à visée descriptive de Décembre 2023 à Mars 2024 en consultations externes du Service d'Endocrinologie du CHU de Libreville. Les patients diabétiques de type 2 âgés de plus de 18 ans, de tout genre, ont été inclus. Les données sociodémographiques, les paramètres et les anomalies de l'hémogramme ont été étudiés. **Résultats.** Nous avons enregistré 150 patients avec une moyenne d'âge de 52,1 +/- 10,6 ans pour un sex ratio de 0,85. Les patients étaient hyperglycémiques dans 84,0% avec une glycémie moyenne de 12,9 ± 8,9 mmol/L. L'hémoglobine glyquée était supérieure à 7% dans 56% des cas. Les complications micro-angiopathiques les plus fréquentes étaient les troubles érectiles (20,7%). La complication macro-angiopathique la plus fréquente était : l'hypertension artérielle (72,7%). Les anomalies retrouvées étaient essentiellement leucopéniques (13,3%). Une neutropénie était présente chez 10,7% des patients. On notait une lymphopénie chez 9,3% des patients et une lymphocytose dans 5,3% des cas. L'anémie, était présente chez 58% de patients. L'étude des plaquettes a révélé 6,7% de thrombopénie et 1,3% de thrombocytose. **Conclusion.** Les cytopénies sont les anomalies hématologiques les plus retrouvées au cours du Diabète de type 2. Une analyse de ces anomalies ainsi que des complications dégénératives liées à cela de comprendre davantage leurs implications dans le phénomène d'athérosclérose.

ABSTRACT

Introduction. In Gabon, no work on blood constituents has been carried out in type 2 diabetic subjects (T2DM) to date. The aim of this study was therefore to determine haematometric parameters in patients with T2DM in Gabon. **Methodology.** This was a prospective, cross-sectional, descriptive study conducted from December 2023 to March 2024 in outpatient clinics at the Endocrinology Department of the Libreville University Hospital. Type 2 diabetic patients aged over 18 years, of all genders, were included. Sociodemographic data, parameters and haemogram abnormalities were studied. **Results.** We registered 150 patients with an average age of 52.1 +/- 10.6 years and a sex ratio of 0.85. Patients were hyperglycaemic in 84.0% of cases, with a mean blood glucose level of 12.9 ± 8.9 mmol/L. Glycated haemoglobin was greater than 7% in 56% of cases. The most frequent micro-angiopathic complications were erectile dysfunction (20.7%). The most frequent macro-angiopathic complication was arterial hypertension (72.7%). The abnormalities found were mainly leukopenic (13.3%). Neutropenia was present in 10.7% of patients. Lymphopenia was noted in 9.3% of patients and lymphocytosis in 5.3%. Anaemia was present in 58% of patients. Platelet count revealed thrombocytosis in 6.7% and thrombocytosis in 1.3%. **Conclusion.** Cytopenias are the haematological abnormalities most frequently found in type 2 diabetes. An analysis of these abnormalities and the degenerative complications associated with them will provide a better understanding of their implications in atherosclerosis.



POUR LES LECTEURS PRESSÉS**Ce qui est connu du sujet**

Au Gabon, aucun travail portant sur les éléments constitutifs du sang n'a été réalisé chez les sujets diabétiques de type 2 (DT2) à ce jour.

La question abordée dans cette étude

Paramètres hématométriques chez les patients vivant avec le DT2 au Gabon.

Principaux résultats

1. La moyenne d'âge était de 52,1+/- 10,6 ans pour un sex ratio de 0,85.
2. Les patients étaient hyperglycémiques dans 84,0% avec une glycémie moyenne de 12,9 ± 8,9 mmol/L. L'hémoglobine glyquée était supérieure à 7% dans 56% des cas.
3. Les complications micro-angiopathiques les plus fréquentes étaient les troubles érectiles (20,7%). La complication macro-angiopathique la plus fréquente était l'hypertension artérielle (72,7%).
4. Les anomalies retrouvées étaient essentiellement leucopéniques (13,3%).
5. Une neutropénie était présente chez 10,7% des patients. On notait une lymphopénie chez 9,3% des patients et une lymphocytose dans 5,3% des cas.
6. L'anémie, était présente chez 58% de patients.
7. L'étude des plaquettes a révélé 6,7% de thrombopénie et 1,3% de thrombocytose.

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

Une analyse de ces anomalies ainsi que des complications dégénératives liées à cela de comprendre davantage leurs implications dans le phénomène d'athérosclérose.

INTRODUCTION

Selon le dernier rapport de la fédération internationale du diabète (FID) de 2021, le diabète est l'une des urgences sanitaires mondiales qui connaît la croissance la plus rapide du 21^e siècle. Sa prévalence mondiale est désormais estimée à près de 10,5 % [1]. Cette prévalence est plus élevée dans les pays à revenu faible et intermédiaire [1]. Selon les estimations de la FID, 24 millions d'adultes (âgés de 20 à 79 ans) étaient atteints de diabète en Afrique ce qui donne une prévalence régionale de 4,5 % [1]. Au Gabon, la prévalence du diabète en 2012 était de l'ordre de 6 à 10,19%, faisant du pays l'une des trois nations les plus touchées par la maladie en Afrique subsaharienne [2,3]. Selon la FID, le nombre de personnes vivant avec le diabète au Gabon était de 79 000 en 2021 et passera à 106000 en 2030[1]. Le DT2 est le plus courant des différents types de diabète avec plus de 80 % de des porteurs dans les pays en voie de développement [4-6]. Les complications micro et macro-vasculaires sont à l'origine de la morbi-mortalité liée à cette maladie [7] et l'un des facteurs contribuant à ces complications potentielles est l'anomalie des propriétés physiques et biologiques des cellules sanguines [8]. En effet, les sujets diabétiques de type 2 peuvent présenter une perturbation significative des paramètres hématologiques affectant les globules rouges (GR), les globules blancs (GB), et les plaquettes [8-10]. L'hyperglycémie dans le contexte de la résistance à l'insuline et/ou une carence relative en insuline peut

altérer l'architecture et les fonctions des cellules à l'échelle moléculaire [9,11]. Les effets de l'hyperglycémie sur les globules rouges sont plus connus ; il s'agit de la glycation de l'hémoglobine (Hb), la déformabilité et la durée de vie réduite [11-14]. Les patients diabétiques de type 2 sont, de ce fait, susceptibles à faire l'anémie qui constitue, à son tour, un facteur de risque indépendant dans le développement des complications micro et macro-vasculaires [7, 14,15]. Plusieurs autres études suggèrent l'implication d'autres anomalies hématologiques dans la genèse et la progression des complications micro- et macro-angiopathiques au cours du DT2 pouvant de ce fait être considérés comme facteurs propres de risque cardio-vasculaire. [6,15-16]. Au Gabon, aucun travail portant sur les éléments constitutifs du sang n'a été réalisé chez les sujets diabétiques à ce jour. Le but de ce travail était donc de déterminer les paramètres hématométriques chez les patients vivant avec le DT2 au Gabon.

PATIENTS ET MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude prospective, transversale, à visée descriptive, réalisée de Décembre 2023 à Mars 2024 en consultations ambulatoires du Service d'Endocrinologie du Centre Hospitalier Universitaire de Libreville (CHUL). Les patients diabétiques de type 2, de plus de 18 ans, tout genre dont le diagnostic avait été posé préalablement par un spécialiste endocrinologue, ont été inclus. Les patients alcooliques, tabagiques, consommateurs d'argile et ceux qui présentaient un cancer, une infection intercurrente, une grossesse, des troubles hématologiques n'ont pas été inclus ; de même que ceux ayant bénéficié d'une transfusion sanguine ou d'une chirurgie invasive dans les 3 mois qui précédaient l'étude, ceux qui avaient une séropositivité à : HIV, hépatite B, hépatite C et syphilis. Les prélèvements de sang étaient effectués sur place dans les bureaux de consultations puis immédiatement transportés dans des portoirs vers l'unité d'hématologie et d'immunologie-virologie pour la réalisation respectivement de l'hémoграмme et des sérologies infectieuses. Les données socio-démographiques (âge, sexe profession, situation matrimoniale), la glycémie à jeun, l'hémoglobine glyquée, les complications du DT2, les paramètres de l'hémoграмme (GB, neutrophiles, lymphocytes, monocytes, basophiles, éosinophiles, GR, hémoglobine(Hb), Volume Globulaire Moyen (VGM), Concentration Corpusculaire en Hb (CCMH), plaquettes) et leurs anomalies ont été colligés et consignés sur une fiche. Les résultats concernant les données de l'hémoграмme ont été comparés aux valeurs de référence [17]. En accord avec la réglementation éthique, chaque patient a été informé de façon claire et loyale de la méthodologie appliquée et des objectifs de l'étude et un consentement éclairé et écrit a été obtenu des participants ayant satisfait aux critères de sélection. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel IBM SPSS version 25.

RÉSULTATS

Cent cinquante diabétiques ont été colligés durant la période d'étude. L'âge moyen de 47,9 +/- 15,8 ans. La tranche d'âge de 40 à 60 ans était la plus représentée (n= 87 soit 58,0%) suivie des plus de 60 ans (39,3%). La tranche de 18 à 39 ans était moins fréquente (2,7%). Le genre féminin représentait 54,0% (n=81) et le ratio hommes /femmes était de 0,9. On notait 30,7% de salariés, 28,7% de sans emploi, 28% de retraités et 12,6% d'entrepreneurs. Concernant le statut matrimonial, 86 sur 150 patients étaient en couple. Les patients étaient hyperglycémiques dans 84,0% avec une glycémie moyenne de 12,9 ± 8,9 mmol/L et l'hémoglobine glyquée était supérieure à 7% à 56% .

Tableau I. Répartition des patients selon complications dégénératives

Complication	N=81	%
Micro-angiopathies		
NP	30	20,0
Pied diabétique	5	3,3
Troubles érectiles	31	20,7
ND	10	6,7
RD	5	3,3
Macro-angiopathies	N=130	%
HTA	109	72,7
AVC	6	4,0
AOMI	1	0,7
Cardiopathie ischémique	14	9,3

ND : Néphropathie diabétique ; NP: Neuropathie périphérique; RD: Rétinopathie diabétique; HTA: Hypertension artérielle; AOMI: Artériopathie oblitérante des membres inférieurs; AVC : Accident vasculaire cérébral

Les troubles érectiles était la complication micro-angiopathique la plus associée au DT2 à hauteur de 20,7% suivie de la neuropathie périphérique à 20,0%. L'HTA était la macro-angiopathie la plus fréquente à hauteur de 72,7% suivie de la cardiopathie ischémique (9,3%). Les complications dégénératives observées dans ce travail

sont résumées par le tableau 1. La moyenne du nombre de GB était de 5967,0/mm3 (+/-1854,8), celle de l'Hb de 12,2g/dl (+/-1,7) et celle du nombre de plaquettes à 249780,0/mm3 (+/-68451,0). Les moyennes de l'ensemble des paramètres hématométriques sont résumées par le tableau II. Le nombre de GB était normal dans 84,7% des cas, 20 patients étaient leucopéniques et 3 avaient une hyperleucocytose. La neutropénie était présente chez 10,7% des patients et la neutrophilie à hauteur de 0,7%. Le nombre des lymphocytes était normal à hauteur de 85,3%. On notait une lymphopénie chez 9,3% des patients et une lymphocytose dans 5,3% des cas. La monocytose, l'éosinophile représentaient respectivement 9,3%, 11,3% et 10,0% (tableau III). Le nombre de GR était bas chez 34 patients et élevé chez 17 d'entre eux. L'anémie était présente chez 58% de patients. Elle était légère dans la majorité des cas et la tranche d'âge de plus de 60 ans a été la plus touchée par l'anémie (P=0,037). La polyglobulie n'a été retrouvée chez aucun patient (Figure 1).

Tableau II. Moyennes des paramètres hématologiques (N=150)

Paramètres Hématologiques	Moyennes
GB (/mm3)	5967,0 (+/-1854,8)
Neutrophiles (/mm3)	2843,2 (+/-1283,7)
Lymphocytes (/mm3)	2353,3 (+/-839,8)
Monocytes (/mm3)	540,6(+/-367,2)
Basophiles (/mm3)	91,2(+/-32,2)
Eosinophiles (/mm3)	376,7(+/-92,2)
GR (/mm3)	4469318,0 (+/-926632,0)
Hb (g/dl)	12,2 (+/-1,7)
VGM (fl)	81,6 (+/-7,3)
CCMH (g/dl)	33,2 (+/-2,0)
Plaquettes (/mm3)	249780,0 (+/-68451,0)

GB : Globule blanc ; GR:Globule rouge; Hb : Hémoglobine ; VGM : Volume globulaire moyen ; CCMH : Concentration corpusculaire en hémoglobine

Tableau III. Répartition des patients selon les variations des paramètres hématométriques

Paramètres normaux	N (%)	Anomalies hématologiques			
		Paramètres bas	N (%)	Paramètres élevés	N (%)
Hb	63(42,0)	Anémie	86(58,0)	Polyglobulie	-
VGM	81(54,0)	Microcytose	69(46,0)	Macrocytose	-
CCMH	122(81,3)	Hypochromie	28(18,7)	-	-
GR	99(66,0)	Nombre bas	34(22,7)	Nombre élevé	17(11,3)
GB	127(84,7)	Leucopénie	20(13,3)	Hyperleucocytose	3(2,5)
Neu	133(88,7)	Neutropénie	16(10,7)	Neutrophilie	1(0,7)
Lym	128(85,3)	Lymphopénie	14(9,3)	Lymphocytose	8(5,3)
Mono	126(84,0)	Monocytopénie	10(6,7)	Monocytose	14(9,3)
Eosino	133(88,7)	-	-	Eosinophilie	17(11,3)
Baso	135(90,0)	-	-	Basocytose	15(10,0)
Plaq	138(92,0)	Thrombopénie	10(6,7)	Thrombocytose	2(1,3)

GB : Globule blanc ; Neu : Neutrophile ; Lym : Lymphocyte, Mono : monocyte ; Eosino : eosinophile ; Baso :basophile, GR : Globule rouge; Hb : Hémoglobine ; VGM : Volume globulaire moyen ; CCMH : Concentration corpusculaire en hémoglobine ; Plaq : Plaquette

La microcytose existait chez 46,0% de patients, la normocytose chez 81% et l'hypochromie chez 34,0% des patients. Il n'a pas été mis en évidence de macrocytose au sein de la population d'étude. Le nombre de plaquettes était normal chez 138 patients soit 92,0%, 10 patients

étaient thrombopéniques et 2 avaient une thrombocytose soit 1,3%. L'ensemble des paramètres hématométriques des patients est résumé par le tableau III.

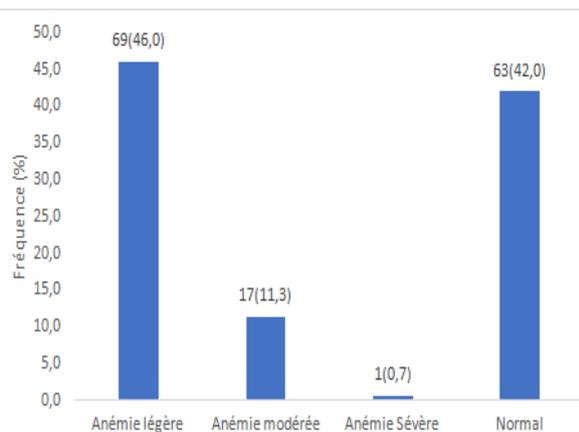


Figure 1. Répartition des patients selon le taux d'hémoglobine

DISCUSSION

Le Diabète sucré demeure un problème majeur de Santé Publique dans le monde avec une prévalence mondiale qui s'élevait à 10,5% en 2021 [1]. Plusieurs études ont montré que l'hémogramme des sujets diabétiques était sujet à des anomalies [7, 9, 10, 14,15]. En réalisant cette étude prospective à visée descriptive, l'objectif était de décrire les paramètres hématométriques des patients vivant avec le DT2 au Gabon. Au total, 250 patients ont été inclus, La moyenne d'âge des participants à l'étude était de 52,1+/-10,6 ans. Ce résultat est proche à ceux rapportés par Farooqui R *et al* en 2019 [18], Chinaemelu UL *et al* en 2019 [19] et Khaled en 2017[14] dont les moyennes d'âge sont respectivement de 54,1 ans, 53,3 ans et 56,1 ans. Hussien E *et al* en Ethiopie en 2022 rapportait une moyenne plus basse de l'ordre de 38,7 ans [20]. La disparité observée dans cette dernière étude viendrait probablement du mode de recrutement de la population d'étude. En effet, il s'agissait d'une étude comparative avec une population de donneurs de sang et pour la nécessité d'appariement, le recrutement s'est plus porté sur les diabétiques jeunes. Les femmes étaient majoritaires à 54,0% dans notre étude comme dans plusieurs autres [18, 21,22]. Cette proportion plus importante de femmes dans la population des diabétiques est connue dans la littérature [23]. Ce phénomène s'explique par une prévalence élevée des facteurs impliqués dans le développement du DT2 chez le sujet de sexe féminin à savoir : l'obésité, la sédentarité, les conditions socio-économiques, le stress psychosocial. En dehors de l'anémie, les schémas de perturbation des anomalies hématologiques chez les patients atteints de DT2 ne sont pas largement disponibles dans la littérature. Dans cette étude, le nombre de GB était normal dans 84,7%. Concernant les anomalies, les patients étaient leucopéniques majoritairement (13,3%) ; 2,5% avaient une hyperleucocytose. Ce résultat rejoint celui de Tshikongo *et al* [7] mais avec des proportions d'anomalies plus élevées. Dans ladite étude, 50% des hommes et 26,1% des femmes avaient un nombre de globules blancs bas et 17,4% de l'ensemble des patients présentaient une hyperleucocytose. Cet écart de prévalence avec notre

travail vient probablement de la petite taille de l'échantillon de cette étude (35 diabétiques) ayant probablement été à l'origine d'une surestimation des anomalies. La leucopénie est connue chez l'africain [28], sa prévalence plus élevée au cours du DT2 a été confirmée dans cette étude (10,7%) et pourrait s'expliquer par l'augmentation du stress oxydatif déclenché par l'hyperglycémie dans le cadre d'une inflammation chronique comme le décrit Biadgo *et al* dans une étude publiée en Ethiopie en 2016 [21]. Tshikongo dans son travail a trouvé également une prévalence plus élevée (16,7% des hommes et 8,7% des femmes) [7]. Aussi, certains suggèrent que l'hyperleucocytose, probablement par la neutrophilie, pourrait contribuer à la progression de l'athérosclérose [24, 25]. L'étude de la population lymphocytaire a mis en évidence une proportion plus importante de lymphopénie (9,3%). Les explications disponibles concernant les anomalies des lymphocytes au cours du diabète sucré parlent surtout de la lymphocytose. En effet, Neamtu a montré en 2015 que les lymphocytes sont parmi les premières cellules à être infiltrer dans l'intima artérielle au cours des étapes initiales de l'athérosclérose chez les patients diabétiques [13] d'où leur tendance à l'élévation dans le DT2. Le nombre de GR bas, indicateur de complications microvasculaires selon Zhan [26] a été retrouvé en grande proportion dans notre étude (22,4%). L'explication possible de la diminution du nombre de globules rouges pourrait être que l'hyperglycémie persistante entraîne une déformabilité réduite, une agrégation accrue et un vieillissement accéléré des globules rouges [10,11]. L'anémie, quant à elle, était présente chez 58% de patients et légère dans la majorité des cas. Cette prévalence est élevée par rapport à d'autres travaux notamment au Soudan 18,3 % [27] et au Nigéria 45,2 % [28]. L'anémie au cours du DT2 est multifactorielle. Une étude réalisée au Gabon en 2017, avait trouvé, comme causes majoritaires, une origine inflammatoire dans 50.3% et rénale dans 24.1% [29]. La tranche d'âge la plus touchée dans notre étude était celle de plus de 60 ans et cela peut s'expliquer par les carences, notamment alimentaire, qui peuvent y être associées à cette étape de vie. Concernant les caractéristiques de l'anémie, la microcytose (46,0%) et l'hypochromie chez (34,0%) prédominaient. Ces résultats sont en accord avec d'autres données de la littérature [7] et peuvent s'expliquer par le contexte inflammatoire chronique causé par l'hyperglycémie d'une part et d'autre part par la carence martiale relevée par certains auteurs dans ce même contexte [29]. L'étude des plaquettes a révélé 6,7% de thrombopénie et 1,3% de thrombocytose. Bharathi, en Inde, a trouvé un pourcentage similaire de thrombopénie (5,0%) [30]. La relation entre la thrombopénie et les complications dégénératives n'est pas clairement établie dans la littérature contrairement à la thrombocytose qui semble jouer un rôle dans l'athérosclérose par l'hyper-agrégabilité spontanée en réponse aux agonistes [31]. Notre étude a été monocentrique et menée en milieu hospitalier. Par conséquent, les prévalences observées peuvent ne pas refléter le fardeau réel des anomalies observées au sein de la population gabonaise. Toutefois, elle a été menée dans le plus grand hôpital universitaire du

Gabon et dans la structure de référence de la prise en charge du diabète. Du fait de cette contrainte, notre population n'était pas parfaitement représentative de l'ensemble de la population de diabétiques de type 2 en République Gabonaise. Cependant, la force de notre recherche réside dans le fait qu'il s'est agi de la première étude de l'hémogramme chez les sujets diabétiques de type 2 vivant au Gabon. Ces résultats pourraient servir de données préliminaires pour d'autres travaux ultérieurs.

CONCLUSION

Le DT2 est la forme la plus courante du diabète sucré. Cette étude avait pour objectif de déterminer le profil hématométrique des patients diabétiques de type 2 vivant au Gabon et a montré que les anomalies hématologiques observées concernent surtout les cytopénies. Une analyse de ces anomalies avec les complications dégénératives permettraient de comprendre davantage leurs implications dans le phénomène d'athérosclérose.

Contribution des auteurs

Nesta Ziza, Eudine Tsoucka et Agathe Gorra ont participé à la réalisation de l'étude. Jean Bruno Boguikouma, Holy Ayingone, Marielle Igala ont participé à la conception de l'étude, coordonné les étapes de sa réalisation et approuvé la version finale. Tous les auteurs ont contribué à la conduite de ce travail.

Conflits d'intérêt

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt

Remerciements

Les auteurs remercient les infirmières et les techniciens de laboratoire du CHUL pour leur disponibilité quotidienne et leur bienveillance.

RÉFÉRENCES

- Fédération Internationale du Diabète. Diabètes Atlas, 10^{ème} édition 2021. [En ligne] www.diabetesatlas.org
- Ntyonga-Pono MP. L'observance du traitement antidiabétique chez les patients diabétiques au Gabon : données préliminaires. *Médecine des Maladies Métaboliques* 2015; 2(9):198-202
- Ndong Atome GR, Mickala P, Padzys GS *et al.* Epidémiological study of diabetes in the province of Haut-Ogooue (Gabon). *International Journal of Advanced Research*; 5(6):476-481
- American Diabetes Association. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes 2024. *Diabetes Care* 2024;47(1):S20–S42
- Whiting DR, Guariguata L, Weil C, Shaw J. IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabètes for 2011 and 2030. *Diabetes Research and Clinical Practice* 2011;94(3):311-321
- Paraskevi F, [Christos D](#), [Nikolaos G](#) *et al.* Complications of the Type 2 Diabetes Mellitus. *Current Cardiology Reviews* 2020;16(4):249–251
- Tshikongo AK, Kyandabike RK, Cansa MH *et al.* Profil de l'hémogramme chez les diabétiques de type 2 à Lubumbashi en RDC. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences* 2016;11(1):67-76.
- Mbata CA, Adegoke A, Nwagu C, Nyeso WA. Some Haematological parameters in diabetic patients in Port Harcourt Nigeria. *American Journal of the Medical Sciences* 2015;3(2):2348–7186.
- Gkrania-Klotsas E, Ye Z, Cooper AJ *et al.* Differential white blood cell count and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of cross-sectional and prospective studies. *PLoS One* 2010;5(10):e13405.
- Pretorius E, Bester J, Vermeulen N *et al.* Poorly controlled type 2 diabetes is accompanied by significant morphological and ultrastructural changes in both erythrocytes and in thrombin-generated fibrin: implications for diagnostics. *Cardiovasc Diabetol* 2015;14(8):30
- Bandeira Sde M, Guedes Gda S, Da Fonseca LJ *et al.* Characterization of blood oxidative stress in type 2 diabetes mellitus patients: increase in lipid peroxidation and SOD activity. *Oxid Med Cell Longev* 2012;25:819310
- Sirikwanpong S, Dahlan W, Ngamukote S *et al.* The Alterations of Erythrocyte Phospholipids in Type 2 Diabetes Observed after Oral High-Fat Meal Loading: The FTIR Spectroscopic and Mass Spectrometric Studies. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* 2010;47(2):111-120
- Neamtu MC, Crăitoiu S, Avramescu ET *et al.* The prevalence of the red cell morphology changes in patients with type 2 diabetes mellitus. *Rom J Morphol Embryol* 2015;56(1):183-189
- Khaled SA, Ameerah YM. Profil hématologique des patients diabétiques de type 2 à El-Beida, Lybie. *Journal Ibnosina de médecine et de sciences biomédicales* 2017;9(3):132-139
- Idrissi SA, Zrikem H, Quidi W, Sayagh S. Analyse du profil de l'hémogramme des diabétiques âgés au laboratoire d'hématologie du CHU Mohammed VI de Marrakech. Service d'hématologie biologique-CHU Mohammed VI-Marrakech. Journées de l'Innovation en Biologie 2020.
- Ferreiro JL, Gómez-Hospital JA, Angiolillo DJ. Platelet abnormalities in diabetes mellitus. *Diabetes and Vascular Disease Research* 2010;7:251-259
- Haute Autorité de Santé. Lecture critique de l'hémogramme : valeurs seuils à reconnaître comme probablement pathologiques et principales variations non pathologiques. ANAES/Service des Références Médicales/Septembre 1997. [En ligne]. Consulté le 08.08.24 <https://www.has-sante.fr>
- Farooqui R, Afsar N, Akhtar AI. Role and Significance of Hematological Parameters in Diabetes Mellitus. *Annals of Pathology and Laboratory Medicine* 2019;6(3):A168-170
- Chinaemelu UL, Abiodun Olaiya P, Sanni Olaniyi F. Comparative Study of Haematological Parameters in Male-Female Diabetics and Non-Diabetics in Abuja Nigeria. *Texila International Journal of Academic Research* 2019; 2(6):
- Hussen E, Temesgen F, [Yesuf E](#), [Habtye B](#). Comparison of hematological parameters between type 2 diabetes mellitus patients and healthy controls at Dessie comprehensive specialized hospital, Northeast Ethiopia: Comparative cross-sectional study. *PLoS One* 2022; 17(7):e0272145
- [Bjadgo B](#), [Mulugeta M](#), [Solomon MA](#), [Molla A](#). Hematological indices and their correlation with fasting blood glucose level and anthropometric measurements in type 2 diabetes mellitus patients in Gondar, Northwest Ethiopia. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* 2016;9:91–99
- Kakouros N, Rade JJ, Kourliouros A *et al.* Platelet function in patients with diabetes mellitus: from a theoretical to a practical perspective. *International Journal of Endocrinology* 2011:1-14
- Kautzky-Willer A, Harreiter J, Sex PG. Gender differences in risk, pathophysiology and complications of type 2 diabetes mellitus. *Endocrine Reviews* 2016;37(3):278–316

24. Ayilavarapu S, Kantarci A, Hasturk H, Van Dyke TE. IPLA2 mRNA expression by human neutrophils in type 2 diabetes and chronic periodontitis. *Journal of the International Academy of Periodontology* 2014;16(4):121-6
25. Adane T, Fikir A, Zegeyz G, Solomon G. White blood cells and platelet profiles of diabetic patients at University of Gondar specialized referral hospital : A comparative cross-sectional study. *Journal of clinical laboratory Analysis* 2021;35(6):e23808
26. Zhan SW, Zhan CS, Jing-HB et al. Red blood cell count as an indicator of microvascular complications in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus. *Vasc Health Risk Manag* 2013;9:237-243
27. Osman NA, Mansour MM. Measurement of some haematological parameters in diabetic patient attending military hospital in Omdurman. Sudan University of Science and Technology Institutional Digit Repos 2013;0-1
28. Awofisoye OI, Adeleye JO, Olaniyi JA, Esan A. Prevalence and correlates of anemia in type 2 diabetes mellitus: A study of a Nigerian outpatient diabetic population. *Sahel Medical Journal* 2019;22:55-63.
29. Mfoumou Essono AF, Mbina E, Nnang Essone JF et al. Anemia in Diabetic Patients Hospitalized at CHUL, *International Journal of Clinical Science and Medical Research* 2023,3(2): 43-47
30. Bharathi K. Study of hematological profile and its significance in type 2 diabetes mellitus patients. *J Diagn Pathol Oncol*, 2016; Issue 1(1):14-17
31. Bachy E, Lemoine J, Roch H. *Hématologie : Hématologie adulte et pédiatrique*. Onco-hématologie. 9th Ed. Paris (Fr)(2021):413.