

Connaissances des professionnels de santé sur la pharmacogénétique des analgésiques utilisés pour le traitement de la douleur au Cameroun

Healthcare professionals' knowledge of the pharmacogenetics of analgesics used for the treatment of pain in Cameroon

Metogo M J A^{1,2}, Ki-Singue N Y L³, Sai S S⁴, K^{5,6}, Passi S^{1,2}, Tchatat R⁶, Malangue E B^{1,2}, Ze M J^{5,6}.

1. *Département Urgences-Anesthésie-Réanimation, Hôpital Général de Douala, Douala, Cameroun*
2. *Faculté de Médecine et des Sciences Pharmaceutiques, Université de Douala, Douala, Cameroun*
3. *Délégation régionale de la santé du Littoral, Douala, Cameroun*
4. *UFR Sciences Médicales Abidjan, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire*
5. *Service d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Gynéco-Obstétrique et Pédiatrique de Yaoundé, Yaoundé, Cameroun*
6. *Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé I, Cameroun*

Auteur correspondant : Metogo Mbengono Junette Arlette ; junetmell@yahoo.fr ; +237 691 12 08 64

Résumé :

Introduction : la variabilité pharmacogénétique des enzymes de métabolisation influence la réponse individuelle aux analgésiques, tant en termes d'efficacité que de risque d'effets indésirables. Les connaissances des agents de santé sur cette variabilité sont importantes pour assurer une prise en charge sécurisée et individualisée de la douleur. Cette étude a évalué les connaissances, attitudes et pratiques (CAP) des agents de santé concernant la pharmacogénétique des analgésiques, en mettant l'accent sur les connaissances directement pertinentes pour l'individualisation de la prise en charge de la douleur. **Patients et méthodes:** étude transversale descriptive menée auprès de 112 agents de santé (internes, résidents, médecins généralistes, spécialistes et pharmaciens) à l'aide d'un questionnaire auto-administré bilingue (français/anglais) diffusé par voie électronique. Un score de connaissances objectif à 9 items a été construit ; les attitudes et pratiques ont été cotées sur des échelles de Likert à 4 points. Les associations ont été testées par les tests de Kruskal-Wallis, de Mann-Whitney et par la corrélation de Spearman sur le logiciel Python. **Résultats:** le score moyen de connaissances était de $5,0 \pm 1,2/9$ avec un niveau globalement moyen pour 57,1 % des participants et bon pour seulement 8,9 %. Alors que 93,8 % reconnaissaient un lien entre pharmacogénétique et efficacité des analgésiques, seuls 8,9 % identifiaient correctement les quatre phénotypes de métaboliseurs et 27,7 % comprenaient qu'une dose identique pouvait être inadaptée d'un patient à l'autre. Le score de connaissances différait significativement selon la qualification professionnelle ($p=0,027$) et était fortement associé à une connaissance préalable de la pharmacogénétique ($p<0,001$). Les attitudes étaient favorables à neutres chez 93,8 % des répondants ; le score de pratique restait faible chez 60,7 %. **Conclusion:** les agents de santé connaissent le principe de la pharmacogénétique, mais pas son application pratique (phénotypes de métaboliseurs, adaptation des doses), limitant ainsi la sécurité de la prise en charge de la douleur. Une formation ciblée est nécessaire.

Mots-clés : pharmacogénétique; analgésie; connaissances, attitudes et pratiques; médecine personnalisée.

Abstract

Background: Pharmacogenetic variability in drug-metabolizing enzymes influences individual response to analgesics, affecting both efficacy and the risk of adverse effects. Health care workers' knowledge of this variability is central to safe, individualized pain management, yet remains poorly documented in African settings. This study assessed health care workers' knowledge, attitudes, and practices (KAP) regarding the pharmacogenetics of analgesics, focusing on knowledge relevant to individualizing pain management. **Patients and methods:** Descriptive cross-sectional study among 112 health care workers using a self-administered bilingual (French/English) questionnaire. A nine-item knowledge score was built; attitudes and practices were scored on four-point scales. Associations were tested with Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, and Spearman correlation with Python software. **Results:** mean knowledge score was $5.0/9$ with 57.1% had moderate knowledge, only 8.9% good knowledge. While 93.8% recognized a link between pharmacogenetics and analgesic efficacy, only 8.9% correctly identified the four metabolizer phenotypes and 27.7% understood that identical dosing may be inappropriate across patients. Knowledge score differed significantly by qualification ($p=0.027$) and was strongly associated with prior awareness ($p<0.001$). **Conclusion:** Health care workers show conceptual awareness of pharmacogenetics but a specific operational gap regarding metabolizer phenotypes and dose individualization persists, with direct implications for pain management. Targeted training is needed.

Keywords: pharmacogenetics; analgesia; knowledge, attitudes and practices; personalized medicine.

Aucun conflit d'intérêt

Introduction : La douleur constitue un des motifs les plus fréquents de consultation à l'hôpital et même en officine et de même, la prescription d'analgésiques est un acte quotidien pour de nombreux professionnels de santé. L'OMS a élaboré une échelle permettant l'utilisation des antalgiques sur trois paliers qui guident l'escalade thérapeutique des analgésiques non opioïdes vers les opioïdes selon l'intensité douloureuse [1]. Ceci suggère une réponse relativement uniforme à une dose donnée; hypothèse de plus en plus remise en question par la pharmacogénétique. Cette dernière étudie l'influence de la variation génétique héréditaire, notamment au niveau des enzymes de métabolisation telles que les cytochromes P450 (CYP), sur la réponse individuelle aux médicaments [2]. Pour les analgésiques, des polymorphismes de gènes tels que CYP2D6, CYP3A4, OPRM1 et COMT peuvent produire des phénotypes métaboliques très différents soit lents, intermédiaires, normaux ou ultrarapides avec une traduction clinique une analgésie insuffisante, une accumulation du médicament, voire une toxicité potentiellement mortelle à des doses standards [2,3]. Ainsi, une même dose fixe peut être adaptée pour certains patients, sous-thérapeutique pour d'autres et toxique pour d'autres encore, selon leur phénotype métabolique [3]. Traduire ces données dans la pratique présume que les agents de santé comprennent non seulement l'existence de cette variabilité, mais surtout comment les phénotypes de métaboliseurs influencent la posologie. Plusieurs enquêtes CAP menées en Afrique subsaharienne suggèrent que cette compréhension opérationnelle fait souvent défaut malgré une sensibilisation générale : en Zambie, les connaissances objectives en pharmacogénétique étaient faibles chez 304 professionnels de santé (38 %) [4]. Au Zimbabwe, 56 % des pharmaciens et étudiants en pharmacie avaient des connaissances passables à bonnes ; mais 88 % obtenaient un score inférieur ou égal à la moyenne sur des questions objectives plus pratiques alors qu'ils se disaient compétents en pharmacogénétique traduisant ainsi « paradoxe connaissance-confiance » [5]. Au Nigeria, des pharmaciens d'officine montraient des connaissances globalement moyennes (64 %), avec des lacunes sur les médicaments nécessitant un test pharmacogénomique [6]. Par ailleurs, peu de données concernent spécifiquement les connaissances des professionnels de santé sur la pharmacogénétique des analgésiques, alors que c'est précisément l'un des contextes où cette connaissance affecte le plus directement la pratique. Pour optimiser la gestion de la douleur par les soignants, ce travail a analysé leurs connaissances, attitudes et

pratiques, en examinant de façon spécifique le savoir opérationnel indispensable à la personnalisation des traitements. **Matériel et méthodes** Il s'agissait d'une étude transversale descriptive menée dans les pharmacies et les hôpitaux généraux de Yaoundé et Douala. La population d'étude comprenait les agents de santé impliqués dans la prescription ou l'administration d'analgésiques : internes, résidents, médecins généralistes, spécialistes (majoritairement anesthésie-réanimation) et pharmaciens. Il s'agissait d'un échantillonnage consécutif incluant les agents déjà diplômés en fonction ou en cycle de spécialisation en médecine ou en pharmacie. Au total, 112 questionnaires valides ont été analysés. Les données ont été recueillies au moyen d'un questionnaire structuré, auto-administré, bilingue (français/anglais), diffusé via Google Forms. Le questionnaire comportait 39 items répartis en quatre sections : (i) caractéristiques sociodémographiques et professionnelles ; (ii) connaissances sur la pharmacogénétique et son application aux analgésiques (9 items cotés correct/incorrect) ; (iii) attitudes envers le test pharmacogénétique et l'adaptation individualisée des doses d'analgésiques (8 items sur une échelle à 4 points de « contre » à « tout à fait d'accord ») ; et (iv) pratiques autodéclarées liées à l'utilisation des analgésiques et à l'intégration de l'information génétique (8 items sur une échelle de fréquence à 4 points de « jamais » à « toujours »), avec un champ de commentaire libre. Neuf items ont été cotés 1 point pour une réponse correcte et 0 pour une réponse incorrecte ou « je ne sais pas », pour un maximum de 9 points : la définition de la pharmacogénétique ; la définition d'un analgésique ; le nombre de paliers de l'échelle antalgique de l'OMS (trois) [1] ; la reconnaissance qu'une dose identique pour un même diagnostic dans un même groupe de patients peut être simultanément toxique, bénéfique ou non bénéfique selon l'individu ; le nombre de phénotypes de métaboliseurs (quatre : lents, intermédiaires, normaux et ultrarapides) [7] ; l'identification correcte des quatre types de métaboliseurs ; la reconnaissance d'un lien entre pharmacogénétique et efficacité des analgésiques ; la capacité à nommer un gène impliqué en pharmacogénétique ; et la connaissance du fait que le test pharmacogénétique s'effectue sur du matériel génétique. Les scores ont été exprimés en pourcentage et classés en connaissances faibles (<50 %), moyennes (50-75 %) et bonnes (>75 %). Sept items du score d'attitude cotée sur une échelle à 4 points (contre=1, indifférent=2, d'accord=3, tout à fait d'accord=4) ont été additionnés (étendue 7-28) et classés en attitude défavorable (<50 %), neutre/modérée (50-75 %) et favorable (>75 %).

Six items de score de pratique de fréquence (jamais=1, une fois dans le programme/semestre=2, mensuel=3, toujours=4) et deux items binaires (avoir personnellement subi un test pharmacogénétique ; avoir l'habitude de lire les notices de médicaments pour des informations pharmacogénétiques) ont été additionnés et classés en pratique faible (<50 %), moyenne (50-75 %) et bonne (>75 %). Les données ont été analysées avec Python (pandas, SciPy). Les variables catégorielles étaient présentées en effectifs et pourcentages, les variables continues en moyenne $\pm$ écart-type ou médiane. Les associations entre les scores de connaissances, d'attitude et de pratique et les caractéristiques professionnelles ont été évaluées par le test de Kruskal-Wallis et le test de Mann-Whitney. Les associations avec l'âge et l'ancienneté professionnelle ont été évaluées par la corrélation de rang de Spearman. Les corrélations entre les trois

domaines CAP ont également été évaluées par corrélation de Spearman. Un seuil de signification $p < 0,05$ a été retenu. **Résultats** Sur 112 participants, 66 (58,9 %) étaient de sexe masculin avec un âge moyen de $34,4 \pm 7,6$ ans (extrêmes 24-73). L'ancienneté professionnelle moyenne était de $6,0 \pm 5,6$ ans (médiane 5ans). Les participants étaient majoritairement des résidents (49,1 %), suivis des spécialistes (27,7 %), des médecins généralistes (17,0 %) et des pharmaciens (4,5 %) parmi lesquels 55,4% exerçaient en anesthésie-réanimation. La moitié des participants connaissait déjà la pharmacogénétique avant de répondre au questionnaire, le plus souvent grâce aux revues scientifiques (dans 44,6 % des cas), à la formation postdoctorale (28,6 %) ou prédoctorale (25,0 %). Ces informations sont précisées dans le **tableau I**.

Tableau I. Caractéristiques sociodémographiques et professionnelles des participants (n=112)

Caractéristique	n	%
Sexe — Masculin	66	58,9
Sexe — Féminin	46	41,1
Âge, années — moyenne $\pm$ ET (extrêmes)	$34,4 \pm 7,6$ (24-73)	
Qualification Résident	55	49,1
Spécialiste	31	27,7
Médecin généraliste	19	17,0
Pharmacien	5	4,5
Interne en anesthésie-réanimation	2	1,8
Spécialité anesthésie-réanimation	62	55,4
Ancienneté (moyenne $\pm$ écart-type (médiane))	$6,0 \pm 5,6$ (5)	
Connaissance préalable de la pharmacogénétique	56	50,0

Le score moyen de connaissances était de $5,0 \pm 1,2$ sur 9. Le niveau de connaissances était moyen chez 57,1 % des participants, faible chez 33,9 % et bon chez seulement 8,9 %. L'analyse item par item faite dans le **tableau II** a montré un profil contrasté : les items de connaissance théorique étaient bien connues par une majorité de participants: un lien entre pharmacogénétique et efficacité des analgésiques était reconnu par 93,8 %, la définition correcte de la pharmacogénétique était donnée par 83,9 %, l'échelle antalgique de l'OMS à trois paliers était correctement identifiée par 89,3 %, et 76,8 % savaient que le test pharmacogénétique s'effectue sur du matériel génétique. En revanche, les items de

connaissance opérationnelle, directement utiles à l'individualisation de l'analgésie, étaient moins maîtrisées. En effet, à peine 27,7 % savaient qu'une dose identique d'analgésique pouvait être simultanément toxique, bénéfique ou non bénéfique selon le profil métabolique du patient. De plus, seuls 8,9 % ont identifié le nombre exact de phénotypes de métaboliseurs, et à peine 8,0 % ont pu nommer les quatre phénotypes (métaboliseurs lents, intermédiaires, normaux et ultrarapides). Par ailleurs, seuls 10,7 % des participants pouvaient citer un gène précis impliqué en pharmacogénétique ; dont le CYP2D6 étant le plus cité (4/12 réponses).

Tableau II. Items de connaissances sur la pharmacogénétique des analgésiques (n=112)

Item de connaissance	% correct	Domaine
Définition d'un analgésique	100,0	Conceptuel
Lien pharmacogénétique-efficacité des analgésiques	93,8	Conceptuel
Nombre de paliers de l'échelle OMS (trois)	89,3	Conceptuel
Définition de la pharmacogénétique	83,9	Conceptuel
Test pharmacogénétique réalisé sur matériel génétique	76,8	Conceptuel
Reconnaissance qu'une dose identique peut être inadaptée	27,7	Opérationnel
Capacité à nommer un gène impliqué	10,7	Opérationnel
Citation du nombre exacte de phénotypes de métaboliseurs	8,9	Opérationnel
Identification correcte des quatre types de métaboliseurs	8,0	Opérationnel
Score global de connaissances (moyenne $\pm$ écart-type /9)	$5,0 \pm 1,2$ (55,5 %)	

Le niveau de connaissances variait de façon significative selon la qualification professionnelle (Kruskal-Wallis $H=10,97$, $p=0,027$) : les pharmaciens (moyenne 5,4/9) et les spécialistes (5,2/9) obtenaient les scores plus élevés que les médecins généralistes (4,3/9). De plus, la connaissance préalable de la pharmacogénétique était fortement associée à un score plus élevé (moyenne 5,41 contre 4,57 chez les non-informés, $p<0,001$). Aucune différence significative n'a été retrouvée selon la spécialité d'anesthésie-réanimation ($p=0,785$), l'âge ($p=0,057$) ou l'ancienneté dans la profession ($p=0,110$). Le score moyen d'attitude était de $22,7 \pm 3,4$ sur 28. L'attitude était favorable chez 47,3 % des participants et neutre à modérée chez 46,4 % ; seuls 6,2 % exprimaient une attitude défavorable. Une large majorité des participants s'accordait sur la faisabilité de la médecine personnalisée grâce à la pharmacogénétique (95,5 %), sur son rôle clé dans l'optimisation de la réponse analgésique (95,5 %) et la réduction des effets indésirables (93,8 %), ainsi que sur le bénéfice d'un couplage avec la pharmacovigilance (94,6 %). Placés en position de patients, 81,2 % accepteraient de subir un test génétique pour déterminer une dose initiale d'analgésique appropriée, avec une préférence pour un prélèvement salivaire (45,9 %) ou sanguin (30,3 %) ; deux matrices dont la fiabilité pour le génotypage est établie [9]. Néanmoins, 52,7 % redoutaient des dérives éthiques ou discriminatoires. Pour la minorité opposée au test personnel ($n=6$), les raisons évoquées étaient le coût, le délai d'obtention des résultats, le nombre de médicaments concernés,

et la nature multifactorielle de la douleur. Contrairement au profil professionnel et à l'ancienneté ($p=0,093$), seule une connaissance préalable de la pharmacogénétique augmentait significativement le score d'attitude ($p=0,02202$). La pratique liée à la pharmacogénétique reste limitée : 60,7% des participants présentaient un score faible, 36,6% un score moyen et 2,7% un bon score. Malgré l'utilisation très fréquente des analgésiques (97,3%) et un suivi régulier des effets indésirables (91,1%), l'intégration de la pharmacogénétique au quotidien demeurerait faible. En effet, 51,8% des répondants n'associaient jamais la variation génétique aux effets indésirables des médicaments, 85,7 % n'avaient jamais assisté à une conférence dédiée et 54,5 % ne mettaient jamais à jour leurs connaissances en pharmacogénétique. Seuls deux participants (1,8 %) avaient déjà personnellement subi un test pharmacogénétique. Le score de pratique dépendait significativement selon du profil professionnel ($p=0,015$) étant significativement plus élevé les spécialistes en anesthésie-réanimation que chez les autres professionnels (15,2 contre 14,1, $p=0,043$). L'analyse met en évidence une forte corrélation entre les connaissances, attitudes et pratiques (connaissances-attitude : $\rho=0,324$, $p<0,001$; connaissances-pratique : $\rho=0,317$, $p<0,001$; attitude-pratique : $\rho=0,237$, $p=0,012$). Ceci indique que la maîtrise des concepts opérationnels de la pharmacogénétique des antalgiques est fortement liée à des attitudes plus favorables et à l'intégration plus systématique de cette discipline dans l'exercice clinique quotidien (**tableau III**).

Tableau III. Corrélations de Spearman entre les scores de connaissances, d'attitude et de pratique

Couple de domaines	ρ (rho)	valeur p
Connaissances – Attitude	0,324	<0,001*
Connaissances – Pratique	0,317	<0,001*
Attitude – Pratique	0,237	0,012*

Discussion : Cette étude a porté de façon spécifique sur la pharmacogénétique appliquée à l'analgésie de façon conceptuelle et opérationnelle auprès des professionnels de santé impliqués dans la gestion de la douleur. Le résultat central est une dissociation marquée entre les deux : alors que la grande majorité des agents de santé reconnaissait correctement que la pharmacogénétique influence l'efficacité des analgésiques (93,8 %), moins d'un sur dix pouvait identifier les phénotypes de métaboliseurs qui rendent cette influence exploitable en clinique (8,9 %), et seulement environ un quart (27,7 %) remet en cause le dogme d'une posologie universelle. Ce

profil, caractérisé par une large sensibilisation conceptuelle sans compréhension opérationnelle, a des implications directes pour la prise en charge de la douleur. En effet, c'est précisément la reconnaissance des phénotypes de métaboliseurs qui permettrait à un prescripteur d'anticiper un sous-dosage (chez les métaboliseurs ultrarapides, avec risque d'analgésie insuffisante) ou un surdosage (chez les métaboliseurs lents, avec risque de toxicité) [2,3] en accord avec les recommandations du Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium (CPIC) [8].

Le score global de connaissances obtenu dans notre étude (55,5 % correspondant à un niveau moyen chez 57,1 % des participants) rejoint le constat établi par plusieurs études africaines : il est comparable au faible niveau de connaissances en pharmacogénétique (38 %) rapporté chez 304 professionnels de santé en Zambie [4], et se rapproche du niveau moyen rapporté chez les pharmaciens d'officine du nord du Nigeria (64 %) [6], ainsi qu'au niveau passable à bon rapporté chez les pharmaciens et étudiants en pharmacie du Zimbabwe (56 %) [5]. A l'instar des observations réalisées au Zimbabwe, où un « paradoxe connaissance-confiance » a été décrit [5], nos participants associaient des attitudes largement favorables (93,8 % favorables ou neutres) à une base de connaissances opérationnelles objectivement inégale. Ce décalage démontre qu'une perception enthousiaste de la pharmacogénétique ne garantit pas la capacité à l'appliquer de façon sûre dans la prescription d'analgésiques. Dès lors, le développement d'outils décisionnels adaptés localement renforcés par des mises en situations cliniques lors des exercices de simulation par exemple, s'avère indispensable en complément des enseignements théoriques seuls. Conformément aux enquêtes CAP antérieures menées dans la région [4,6], les connaissances variaient significativement selon la qualification professionnelle, les pharmaciens et les spécialistes surpassant les médecins généralistes, et dépendait étroitement d'une exposition préalable au sujet. Ce constat renforce l'idée selon laquelle une formation ciblée est le principal déterminant des connaissances opérationnelles dans ce domaine. Bien que le design transversal de l'étude ne permette pas d'établir un lien de causalité, la forte corrélation positive entre savoir, attitude et pratique suggère qu'un renforcement de la formation théorique pourrait améliorer la mise en œuvre opérationnelle de la pharmacogénétique. Par ailleurs, les faibles scores de pratique expliquent la quasi-absence d'expérience personnelle ou institutionnelle du test pharmacogénétique (1,8 % et 8,9 % respectivement). Ceci traduit vraisemblablement la disponibilité limitée des infrastructures de test pharmacogénétique dans ce contexte [10], plutôt qu'une réticence des soignants. En effet, 81,2 % des participants ont indiqué qu'ils accepteraient personnellement un test génétique pour guider leur propre dosage d'analgésique sur un échantillon salivaire ou sanguin, une proportion comparable ou supérieure à la disposition observée chez les pharmaciens nigériens après formation [6, 10]. Néanmoins, les craintes éthiques ou une discrimination, exprimée par un peu plus de la moitié

des participants (52,7 %), fait écho à la préoccupation importante concernant le mésusage des données génomiques rapportée chez les pharmaciens zimbabwéens [5]. Les enjeux éthiques devront impérativement être pris en compte pour toute future initiative de formation. Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que les efforts d'intégration de la pharmacogénétique dans la prise en charge de la douleur dans ce contexte devraient prioriser un enseignement appliqué directement centré sur l'adaptation posologique. Il s'agit d'axer prioritairement des formations sur la caractérisation des phénotypes métaboliseurs et leur implication dans l'individualisation des doses, plutôt qu'une simple sensibilisation générale déjà largement acquise [11]. Ceci est également souligné dans la conclusion d'un travail mené au Mali chez les pharmaciens et étudiant en pharmacie, sur la nécessité de renforcer les enseignements en pharmacogénétique dans les cursus de formation universitaire [12]. Cette étude présente plusieurs limites méthodologiques. Premièrement, l'échantillonnage consécutif limité à Yaoundé et Douala ne permet pas de généraliser les résultats à l'échelle nationale. Deuxièmement, les connaissances et pratiques autodéclarées sont sujettes à un biais de désirabilité sociale et de mémorisation. Troisièmement, certains sous-groupes (internes, n=2 ; pharmaciens, n=5) étaient de taille restreinte, affectant ainsi la robustesse de l'analyse comparative. Enfin, le caractère transversal de l'étude ne permet pas d'inférence causale ou temporelle entre connaissances, attitudes et pratiques. Au-delà des contraintes ci-décrites, la forte adhésion des soignants et leur réceptivité à la médecine personnalisée constitue un atout majeur. En apportant des données pionnières en contexte camerounais, ce travail offre une issue favorable au déploiement d'une prise en charge personnalisée de la douleur pour peu qu'elle soit soutenue par des formations adaptées. **Conclusion :** Cette étude révèle une large adhésion conceptuelle des soignants à l'impact de la pharmacogénétique lors de l'utilisation des certains antalgiques, contrastant avec un déficit net des compétences opérationnelles nécessaires à l'effectivité d'un traitement analgésique plus sûr et plus efficace. Toutefois, la forte acceptabilité personnelle et professionnelle des tests prouve que l'absence de pratique découle davantage de contraintes logistiques que d'un manque de volonté. Pour combler l'écart entre connaissances et pratique dans ce contexte, une formation centrée sur le dosage des antalgiques et la réponse phénotypique, est recommandée dans les curricula initiaux et continus d'enseignement.

Remerciements : Aux participants de l'étude.
Contribution des auteurs : MMJA, KNYL, et SSS ont contribué à la conception de l'étude, à la collecte des données, à l'analyse, à la rédaction du manuscrit, à sa révision critique et à l'approbation de la version finale. KEJ et TR ont participé à la collecte des

données. PS et MEB ont contribué à l'analyse des données et la rédaction du manuscrit. ZMJ a contribué à la révision critique et à l'approbation de la version finale. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

Références

- 1. Organisation Mondiale de la Santé.** WHO Guidelines for the Pharmacological and Radiotherapeutic Management of Cancer Pain in Adults and Adolescents. Genève: OMS ; 2018.
- 2. Owusu Obeng A, Hamadeh I, Smith M.** Review of Opioid Pharmacogenetics and Considerations for Pain Management. *Pharmacotherapy*. 2017;37(9):1105-1121. doi:10.1002/phar.1986.
- 3. Di Salvo C, Valdiserra G, Balestrieri S, Beucci G, Paciulli G, Luculli GI, et al.** The Role of Clinical Pharmacogenetics and Opioid Interactions in Pain Management: Current Evidence and Future Perspectives. *Pharmaceutics*. 2026;18(1):59. doi:10.3390/pharmaceutics18010059.
- 4. Mufwambi W, Stingl J, Masimirembwa C, Manasa J, Nhachi C, Stadler N, et al.** Healthcare Professionals' Knowledge of Pharmacogenetics and Attitudes Towards Antimicrobial Utilization in Zambia. *Front Pharmacol*. 2021;11:551522. doi:10.3389/fphar.2020.551522.
- 5. Muzoriana N, Gavi S, Nembaware V, Dhoru M, Matimba A.** Knowledge, Attitude, and Perceptions of Pharmacists and Pharmacy Students towards Pharmacogenomics in Zimbabwe. *Pharmacy*. 2017;5(3):36. doi:10.3390/pharmacy5030036.
- 6. Abubakar U, Subramaniam L, Ayinla A, Ambali MN, Mohamed Noor DA, Daud N, et al.** Knowledge, attitude and perception of community pharmacists towards pharmacogenomics services in northern Nigeria. *J Pharm Policy Pract*. 2022;15:39. doi:10.1186/s40545-022-00435-x.
- 7. Caudle KE, Sangkuhl K, Whirl-Carrillo M, Swen JJ, Haidar CE, Klein TE, et al.** Standardizing CYP2D6 Genotype to Phenotype Translation: Consensus Recommendations from CPIC and DPWG. *Clin Transl Sci*. 2020;13(1):116-124. doi:10.1111/cts.12692.
- 8. Crews KR, Monte AA, Huddart R, Caudle KE, Kharasch ED, Gaedigk A, et al.** Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium Guideline for CYP2D6, OPRM1, and COMT Genotypes and Select Opioid Therapy. *Clin Pharmacol Ther*. 2021;110(4):888-896. doi:10.1002/cpt.2149.
- 9. Ang JS, Aloise MN, Dawes D, Dempster MG, Fraser R, Paterson A, et al.** Evaluation of buccal swabs for pharmacogenetics. *BMC Res Notes*. 2018;11:382. doi:10.1186/s13104-018-3476-5.
- 10. Owolabi P, Adam Y, Adebisi E.** Personalizing medicine in Africa: current state, progress and challenges. *Front Genet*. 2023;14:1233338. doi:10.3389/fgene.2023.1233338.
- 11. Ibrahim A, Alenany R, Bader L, Nazar F, Abulola SM, Almasalmeh O, et al.** Pharmacogenomics Education and Knowledge Assessment in Healthcare Curricula: A Scoping Review of the Middle East and North Africa Region. *Pharmacol Res Perspect*. 2025;13(4):e70121. doi:10.1002/prp2.70121.
- 12. Doumbia L.** Connaissances, attitudes et pratiques des agents de santé sur la pharmacogénétique au Mali (Bamako) [thèse]. Bamako : Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Faculté de Pharmacie ; 2020.