

Monitoring continue et non invasif de l'hémoglobine en chirurgie au CHU de Brazzaville (CHU-B) : Intérêt de la Co-Oxymétrie pulsée® pour la détection précoce de l'anémie peropératoire.

Continuous and non-invasive monitoring of hemoglobin in surgery at the Brazzaville University Hospital (CHU-B): Interest of Pulsed Co-Oximetry® for the early detection of intraoperative anemia.

Leyono Mawandza PDG^{1,2}, Ngoulou-Ntsengue MR², Bintsene Mpika G^{1,2}, Ngoma Mfwemas GJ², Elombila M^{1,2}, Ondongo Atipo AM^{1,2}, Bouhelo-Pam KPB^{1,2}, Ngolet LO^{1,2}, Otiobanda GF^{1,2}

1. *Faculté des Sciences de la Santé - Université Marien Ngouabi*
2. *Centre Hospitalier et Universitaire de Brazzaville*

Auteur correspondant : Leyono Mawandza PDG, Tel : 00242066909302, Email: peggy_maw@yahoo.fr

Résumé

Objectif : Evaluer la performance de la Co-Oxymétrie pulsée® dans la détection de l'anémie en peropératoire au CHU-B

Patients et méthode : Il s'était agi d'une étude diagnostique, monocentrique, transversale à recueil prospectif, conduite de février à novembre 2021 portant sur les patients opérés d'une chirurgie à risque hémorragique.

Résultats : Nous avons enregistré 80 patients. Le sex-ratio était de 1,96 à prédominance masculine (66,2%). Les patients étaient classés ASA 1 dans 75% des cas. Les chirurgies orthopédique (53,8%), urologique (32,5%) et obstétricale (8,8%) étaient représentées. La rachianesthésie a été réalisée dans 86,3%. Au cours de l'intervention (T2), il n'y avait pas de différence significative ($p=1,43$) entre les taux moyens d'hémoglobine (SpHb) de la Co-Oxymétrie pulsée® ($9,60 \pm 1,26$ g/dl) et de l'analyseur d'hématologie ($8,13 \pm 1,74$ g/dl). La SpHb diminuait avec l'importance du saignement chirurgical. La Co-Oxymétrie pulsée® avait une sensibilité et spécificité respectivement de 75% et 100% ainsi que des valeurs prédictives positives et négatives respectivement de 100% et 48% par rapport à la méthode de référence. Elle avait donc une forte capacité de détecter les vrais positifs et les faux négatifs (Fischer=29, $p=0,000$). Il existait une relation positive forte ($R=0,91$) entre la SpHb et le taux d'hémoglobine de la méthode de référence.

Conclusion : La Co-Oxymétrie pulsée® avait une forte capacité à détecter l'anémie peropératoire. Le monitoring continue de la SpHb peut être un élément fiable et cliniquement pertinent dans la prise en charge des patients en situation d'urgence absolue au bloc opératoire.

Mots-clés : Radical-7® – Anémie – Peropératoire – Brazzaville

Summary

Objective: To evaluate the performance of Pulsed Co-Oximetry® in the detection of anemia intraoperatively at CHU-B

Patients and method: This was a diagnostic, monocentric, cross-sectional study with prospective collection, conducted from February to November 2021 on patients undergoing surgery at risk of bleeding.

Results: We registered 80 patients. The sex ratio was 1.96 with a male predominance (66.2%). Patients were classified as ASA 1 in 75% of cases. Orthopedic (53.8%), urological (32.5%) and obstetrical (8.8%) surgeries were represented. Spinal anesthesia was performed in 86.3%. During the intervention (T2), there was no significant difference ($p=1.43$) between the mean hemoglobin (SpHb) levels of Pulsed Co-Oximetry® (9.60 ± 1.26 g/dl) and hematology analyzer (8.13 ± 1.74 g/dl). SpHb decreased with the amount of surgical bleeding. Pulse Co-Oximetry® had a sensitivity and specificity of 75% and 100% respectively as well as positive and negative predictive values of 100% and 48% respectively compared to the reference method. It therefore had a strong ability to detect true positives and false negatives (Fischer=29, $p=0.000$). There was a strong positive relationship ($R=0.91$) between SpHb and the hemoglobin level of the reference method.

Conclusion: Pulsed Co-Oximetry® had a strong ability to detect intraoperative anemia. Continuous monitoring of SpHb can be a reliable and clinically relevant element in the management of patients in an absolute emergency situation in the operating room.

Keywords: Radical-7® – Anemia – Peroperative – Brazzaville

Introduction: L'anémie représente l'une des complications régulièrement rencontrée en anesthésie dans la période péri opératoire. En préopératoire, l'anémie est présente aussi bien en chirurgies mineures que majeures [1-4]. En post opératoire, l'anémie est une complication fréquente qui augmente la morbi-mortalité de façon indépendante ; sa prise en charge par transfusion sanguine a également une morbidité qui lui est propre [1,5-8]. En peropératoire, l'anémie résulte d'évènements hémorragiques que les anesthésistes sont amenés à prendre en charge pour laquelle, un diagnostic précoce s'avère nécessaire. Ce diagnostic est habituellement effectué par des méthodes imparfaites de quantification du saignement périopératoire à savoir le compte des compresses imbibées ou le recueil du saignement dans un aspirateur gradué. La décision de transfusion de concentrés érythrocytaires durant l'intervention chirurgicale se fait sur des arguments indirects.

La mesure de l'hémoglobine par l'hémogramme à l'aide d'un automate hématologique, généralement situé dans le laboratoire hématologique, est la méthode référence pour la mesure du taux d'hémoglobine [9]. L'hémogramme fournit des informations diagnostiques supplémentaires, telles que la numération plaquettaire, qui sont essentielles lors d'une intervention chirurgicale associée à des pertes sanguines importantes. Cette méthode, présente cependant plusieurs limites notamment le délai d'obtention des résultats. Des méthodes invasives et non invasives de monitoring de l'hémoglobine au lit du patient ont été développés [10,11]. La co-oxymétrie pulsée® (Radical-7®) permet une mesure immédiate, continue et non invasive de l'hémoglobine. Dans le but de déterminer les caractéristiques des patients chirurgicaux anémiés en vue de l'amélioration de leur prise en charge périopératoire, nous avons entrepris d'évaluer la performance du co-oxymètre de pouls (Radical-7®) pour le diagnostic précoce de l'anémie au bloc opératoire dans notre environnement de travail.

Méthodologie : Il s'agissait d'une étude diagnostique, monocentrique, transversale à recueil prospectif conduite du 1^{er} février au 3 novembre 2021 sur dix mois. Elle s'était déroulée au bloc opératoire et laboratoire d'hématologie du Centre Hospitalier et Universitaire de Brazzaville.

Matériels d'étude : Nous avons utilisé un moniteur de surveillance continu et non invasive de l'hémoglobine, le Radical-7® Masimo et un automate hématologique ABX Micros ES60® pour évaluer le taux d'hémoglobine de tous les patients recrutés durant la période d'étude.

Moniteur de surveillance: Radical 7

Cet appareil permet un monitoring continu et non invasif de la fréquence cardiaque (FC), de l'indice de perfusion (PI), de la saturation du sang artériel en

oxygène (SpO₂), de la mesure du taux de l'hémoglobine (SpHb), de l'indice de variabilité de la pléthysmographie (PVI), de la carboxyhémoglobine (SpCO), de la teneur totale en oxygène (SpOC) et de la méthémoglobine (SpMet) grâce à un capteur d'oxymétrie pulsée, positionné à l'extrémité d'un doigt.

Le principe du Radical 7 utilise les mêmes modalités qu'un capteur conventionnel de mesure de la saturation pulsée en oxygène. Ce dispositif peut être pris à défaut lors des conditions de perfusion difficiles, en raison d'un rapport « signal/bruit » abaissé [12].

Patients : Notre population-cible était constituée de tous les patients admis au bloc opératoire pour une chirurgie à risque hémorragique modéré ou élevé.

Nous avons inclus : les patients d'âge supérieur ou égale à 18 ans ; les patients candidats à une chirurgie programmée ou urgente ; les patients subissant une chirurgie à risque hémorragique modéré ou élevé ; les patients consentant à l'étude. Nous n'avons pas inclus : les patients porteurs de syndrome drépanocytaire majeur ; les patients bénéficiant d'une reprise chirurgicale ; les patients porteurs de troubles de l'hémostase congénitaux ou acquis ; les patients non consentant à l'étude. Nous avons exclu les patients ayant présenté une hypoperfusion tissulaire prolongée durant la chirurgie. Nous avons procédé à un tirage aléatoire simple des patients admis au bloc opératoire durant la période d'étude et répondant à nos critères d'inclusion.

Déroulement de l'étude : Le recueil des données s'est fait à l'aide d'une fiche d'enquête. Les patients ont été interrogés, enregistrés et surveillés au bloc opératoire. La surveillance s'est faite en 4 temps : **T0** : Avant l'incision ; **T1** : 15 minutes après l'incision ; **T2** : Au cours d'un événement hémorragique ; **T3** : Après contrôle de l'hémorragie ; **T4** : Fin de la chirurgie, après mise en place du pansement de la plaie opératoire. Un prélèvement sanguin pour la réalisation d'un hémogramme a été effectué à T0, T2 et T4.

Paramètres étudiés : Les variables sociodémographiques, les comorbidités, les variables cliniques (les pathologies, la classification ASA), les variables peropératoires (le type d'anesthésie, les paramètres hémodynamiques, les pertes sanguines, les incidents, la transfusion sanguine), les variables biologiques (taux d'hémoglobine au temps T0, T2 et T4), les variables oxymétriques (SpHb, PI, PVI)

Tests statistiques : L'analyse des données a été faite sur le logiciel IBM SPSS Statistics 23. Les données quantitatives ont été exprimées en moyenne (écart type) et les données qualitatives en effectif absolu et en pourcentage.

Les paramètres statistiques étudiés en analyse bivariée ont été : le khi 2 de Mac Nemar ; le test de Fisher exact ; la précision ; la spécificité ; la sensibilité ; les valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) ; le coefficient de corrélation ; le biais, déterminé grâce à l'analyse de Bland et Altman. Le seuil de significativité retenue était de 5%.

Résultats : Cette étude a permis de colliger 80 patients avec un sex-ratio de 1,96 en faveur des hommes 66,2% (n = 53). L'âge moyen était de 46,8 ± 20,56 ans avec des extrêmes de 18 et 89 ans. Parmi eux, dix-sept patients soit 21,25% avaient une comorbidité. L'hypertension artérielle et le diabète étaient les plus représentés dans respectivement 53% (n = 9) et 29,4 % (n = 5). **Le tableau I** regroupe la répartition des patients selon les pathologies, la classification ASA et le type d'anesthésie.

Tableau I : répartition des patientes selon les pathologies, la classification ASA et le type d'anesthésie

<i>Variables</i>	<i>Effectifs (Pourcentage %)</i>	
<i>Pathologies</i>	<i>Orthopédique</i>	47 (58,7)
	<i>Urologique</i>	26 (32,5)
	<i>Obstétrique</i>	7 (8,8)
<i>Classification ASA</i>	<i>ASA 1</i>	60 (75)
	<i>ASA 2</i>	19 (24)
	<i>ASA 3</i>	1 (1)
<i>Type d'anesthésie</i>	<i>Rachianesthésie</i>	69 (86,3)
	<i>Anesthésie générale</i>	11 (14)
Total	80 (100)	

Les pathologies orthopédiques comprenaient essentiellement les fractures de la diaphyse fémorale 48,8% (n=39). Les pathologies urologiques regroupaient principalement les hypertrophies bénignes de la prostate 31,3% (n=25). Les affections obstétricales correspondaient à des grossesses extra utérines rompues 8,8% (n=7).

Avant la chirurgie (T0), le taux moyen d'hémoglobine était de 11,55 ± 1,86 g/dl avec des extrêmes à 6,40 et 14,90 g/dl pour l'automate d'hématologie et de 11,63±1,48 avec des extrêmes à 8,30 et 14,60 g/dl pour le radical-7®. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux taux d'hémoglobine (p = 0,08).

Concernant les patientes porteuses d'une grossesse extra utérine rompue, le taux moyen d'hémoglobine était de 8,58 g/dl avec des extrêmes de 6,4 et 11,2 g/dl. Elles étaient classées ASA 1 (n = 4) ou ASA 2 (n = 3) et une anesthésie générale a été pratiquée d'emblée.

L'anémie préopératoire a été corrigée chez 6 patients soit 7,5% avant la chirurgie. Il s'agissait surtout de patientes avec une grossesse extra-utérine (n=4).

Durant l'intervention, on avait observé que la pression artérielle systolique avait faiblement varié au moment du pic des pertes sanguines (**figure 1**). Les paramètres d'oxymétrie de pouls du radical-7® (SpHb, PI, PVI) ont eu une tendance à la baisse lorsque le saignement était important (**figure 2**).

Figure 1 : Courbe des tendances des paramètres hémodynamiques peropératoire en fonction des pertes sanguines

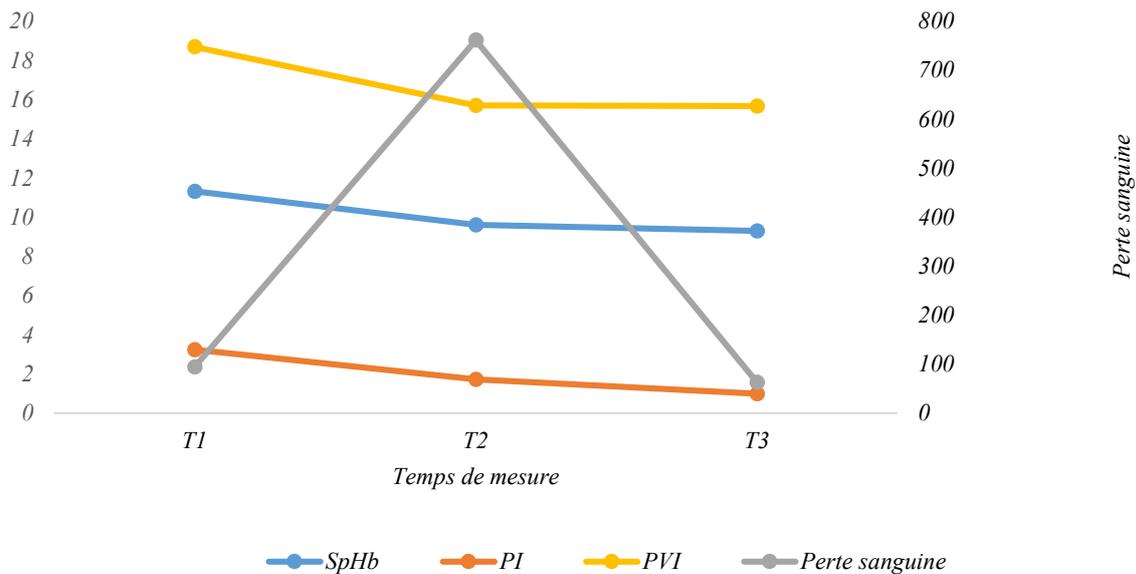
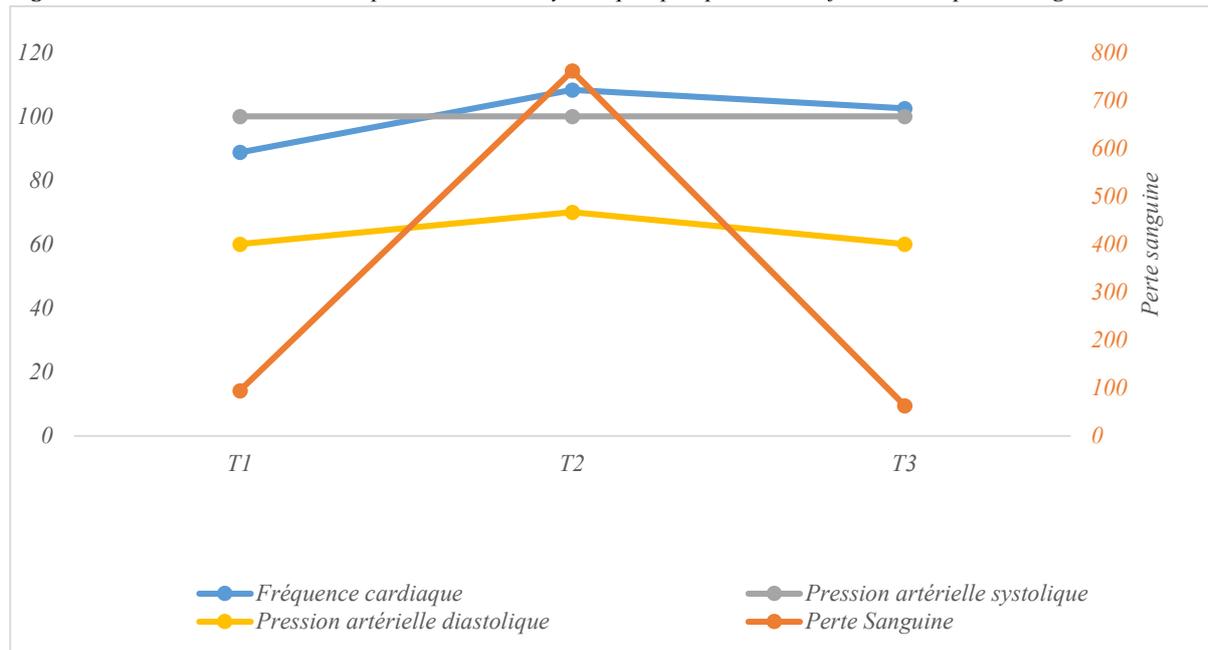


Figure 2 : Courbes des tendances des paramètres recueillis par le moniteur Radical-7® en peropératoire en fonction des pertes sanguines

Au temps T2, le taux d'hémoglobine moyen mesuré par le radical-7® était de $8,17 \pm 1,74$ g/dl avec des extrêmes de 7,2 et 13,30 g/dl pour une moyenne de pertes sanguines de $761,62 \pm 585,23$ ml (min : 100 ml – max : 3900 ml) . Au même temps, l'analyseur d'hématologie enregistrait un taux moyen d'hémoglobine de $8,13 \pm 1,74$ g/dl avec des extrêmes de 4,30 et 11 g/dl ; il n'y avait pas de différence significative ($p = 1,43$). La prévalence de l'anémie détectée par le radical-7® était de 61,25% et de 81,25% par l'automate d'hématologie ($p = 0,045$).

L'automate de laboratoire avait une faible capacité à distinguer les faux positifs, des vrais négatifs par rapport au radical-7®. La sensibilité, la spécificité, la VPP, et la VPN du radical-7® étaient respectivement de 75%, 100%, 100% et 48% (Fisher exact : 29, $p = 0,000$). Le radical-7 avait une forte capacité de détecter les vrais positifs et les faux négatifs. Cette différence était fortement significative.

Le tableau II représente l'analyse de la corrélation et la comparaison de Bland et Altman pour l'évaluation et le biais. Le coefficient de corrélation ($R = 0,91$) était très proche de 1 donc les deux variables (SpHb du Radical 7 et taux Hb de l'hémogramme) évoluent dans le même sens, il

existe donc une relation positive forte entre les deux variables.

Les incidents peropératoires étaient essentiellement la tachycardie 72,50% ($n = 58$) et l'hypotension 23% ($n = 19$). La transfusion a été pratiquée à partir du temps T2 dans 56,3% ($n = 45$), au temps T3 dans 37,5% ($n = 30$) et au temps T4 dans 25% ($n = 20$).

Tableau II : analyse de corrélation (R^2 , P) et la comparaison de Bland et Altman pour l'évaluation de la précision et le biais

	Régression linéaire		Analyse de Bland et Altman			
	Coefficient de corrélation (R^2)	P Value	Biais (écart type)	Précision	Accord limites	Valeurs aberrantes
Automate hématologique Radical 7	Réf	Réf	Réf	Réf	Réf	Réf
	0,91	0,000	1,45 (0,87)	0,98	-3,15 ; 0,26	20 (25%)

Discussion : Notre étude a eu pour objectif d'évaluer la performance de radical 7® pour la détection précoce de l'anémie en peropératoire des chirurgies potentiellement hémorragiques.

Concernant le profil des patients, l'âge, le sexe, les comorbidités étaient similaires ou proches de ceux d'autres études en rapport avec les affections concernées [13,14]. Les pathologies les plus fréquentes ont été orthopédiques suivies des adénomectomies prostatiques et de la grossesse extra-utérine rompue. Il s'agissait d'affections potentiellement hémorragiques dont le saignement périopératoire dépasse les 500 ml [15]. La majorité de nos patients appartenait à la classe ASA1 tout comme le retrouvait Mahoungou-nguimbi dans le même hôpital [14]. Le risque anesthésique faible est en rapport avec le jeune âge de la population africaine.

La fréquence de l'anémie pré opératoire de 7,5% est inférieur à celui retrouvé par Musalam en France [5] et Baron aux Etats unis [1] qui ont chacun retrouvé un taux de 30%. Cela peut s'expliquer par la correction médicamenteuse de l'anémie à distance de la chirurgie pour la plupart des patients. De plus, il n'y avait pas de chirurgie tumorale dans notre population.

La fréquence de l'anémie détectée par le Radical-7® était de 61,25%. La transfusion sanguine avait concerné 45 patients (56,3%) au moment actif de l'hémorragie chirurgicale et 30 patients (37,5%) lorsque le saignement était maîtrisé. Causey et al aux Etats unis qui ont monitoré la SpHb dans leur étude rapportent un saignement majeur chez 11 patients (44%) et 5 parmi eux ont reçu une transfusion sanguine en cours de chirurgie [11].

En comparaison au Radical-7®, l'automate de laboratoire a identifié dans 81,25% des cas une anémie à un moment de saignement actif et d'hémodilution du sang veineux en raison du remplissage vasculaire. Physiologiquement, l'hémoglobine capillaire est supérieure à l'hémoglobine artérielle et veineuse. L'hémoglobine varie en fonction du site de prélèvement, selon que

le patient soit debout ou couché, selon les variations nyctémérales, selon le port d'un garrot durant plus de 60 sec et selon des variations digitales. Outre les explications physiologiques à cet écart, le Radical-7® ne détecte pas le taux d'hémoglobine en dessous de 7 g/dl. L'intérêt pour l'anesthésiste est le suivi des tendances bien plus que des valeurs absolues ponctuelles.

Le Radical-7 a une bonne sensibilité et spécificité respectivement de 75% et 100% dans le diagnostic de l'anémie peropératoire. Il a une forte capacité de détecter les vrais positifs et les faux négatifs. Nos résultats sont meilleurs que ceux de Hinnouho Guy-Marino en Asie [16] et d'Ishag Adam au Soudan [17] où la sensibilité étaient respectivement 68,7% et 74,7%, et la spécificité respectivement de 85,8% et 72,1%. Notons que l'outil de détection de l'anémie dans ces deux études était l'Hémocue®.

Par contre au Mexique avec l'Hémocue®, Neufeld [18], a observé une spécificité pour détecter l'anémie de plus de 90% mais la sensibilité faible de moins de 80%. Les raisons possibles de ces différences pourraient être les variations physiologiques dans les concentrations d'hémoglobine du sang veineux par rapport au sang capillaire, des différences dans la précision des instruments d'analyse et des différences dans la collecte et le traitement des échantillons avant les analyses.

Avec un coefficient de corrélation R^2 à 0,91, un biais de 1,45 g/dl et une précision de 0,98, nous avons démontré une relation positive forte entre la SpHb et le taux d'hémoglobine du laboratoire. D'autres études sur le Radical-7® telles que celle de Causey (R^2 à 0,77 - Biais à 0,29 - Précision non disponible) [11], Lamhaut (R^2 non disponible - Biais de -0,02 - Précision de 1,11) [19] et Macknet (R^2 de 0,69 - Biais de -0,15 - Précision de 0,92) [20] ont montré une concordance satisfaisante.

La tachycardie était observée chez 58 patients après l'incision soit 72,50%, ce fort taux pourrait s'expliquer par le saignement, la douleur, le stress et l'hypovolémie.

Avec l'hypotension artérielle, la survenue de ces types d'incidents en peropératoire au cours de la chirurgie trouve une explication d'une part à travers la posture opératoire, de la ventilation mécanique, du type d'anesthésie et des agents anesthésiques utilisés.

Les variations des paramètres hémodynamiques ne sont pas spécifiques au cours du saignement chirurgical, par contre les modifications de l'indice de perfusion (PI) et de l'indice de variabilité de la pleth (PVi) renseignent mieux sur la volémie du patient.

Conclusion :

Les résultats ont permis de noter que :

- Il n'y a pas de différence entre les valeurs d'hémoglobine de l'oxymétrie et le taux d'hémoglobine de la méthode de référence
- Les paramètres de volémie fournie par la Co-oxymétrie pulsée® (PI et PVI) diminuent en fonction de l'importance du saignement chirurgical
- Le Radical-7® a une forte capacité à détecter l'anémie peropératoire

Dans l'arsenal des outils de biologie délocalisée, le monitoring continu de la SpHb peut être un élément fiable et cliniquement pertinent pour détecter une anémie périopératoire et ainsi de permettre aux praticiens la prise d'une décision thérapeutique dans des situations d'urgence absolue au bloc opératoire. Notre étude n'était qu'observationnelle. Une étude contrôlée randomisée en aveugle est nécessaire pour la validation de cet outil de surveillance continue et portable dans notre pratique large au bloc opératoire, aux soins intensifs, en réanimation et en médecine préhospitalière. En effet, ce dispositif pourrait trouver un intérêt indéniable dans certaines situations particulières telles que la gestion d'une hémorragie du postpartum, le suivi des parturientes à risque de faire une hémorragie obstétricale, la surveillance clinique d'un polytraumatisé.

Les dernières générations de ce dispositif (Pronto et Pronto-7) qui s'affranchissent des capteurs à usage unique et qui seraient plus fiables pour la détection de l'hémoglobine du patient drépanocytaire pourraient en trouver un intérêt dans la surveillance et l'optimisation du taux d'hémoglobine de ces patients dans les situations pathologiques graves et aigues.

Références

1. **Baron DM, Hochrieser H, Posch M, Metnitz B, Rhodes A, Moreno RP, et al.** Preoperative anaemia is associated with poor clinical outcome in non-cardiac surgery patients. *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2014; 113 (3): 416-23.
2. **Glance LG, Fleming FJ, Meredith UW.** Association between Intraoperative Blood Transfusion and Mortality and Morbidity in Patients Undergoing Noncardiac Surgery. *Anesthesiology* 2011; 114(2):283-292-
3. **Theusinger OM, Spahn DR.** Treatment of Iron Deficiency Anemia in Orthopedic Surgery with Intravenous Iron: Efficacy and Limits. 2007; 107(6):5.
4. **Enko D, Wallner F, von-Goedecke A, Hirschmugl C, Auersperg V, Halwachs-Baumann G.** The Impact of an Algorithm-Guided Management of Preoperative Anemia in Perioperative Hemoglobin Level and Transfusion of Major Orthopedic Surgery Patients. *Anemia*. 2013:1-9.
5. **Musallam KM, Tamim HM, Richards T, Spahn DR et al.** Preoperative anaemia and postoperative outcomes in non-cardiac surgery: a retrospective cohort study. *The Lancet*. 2011; 378(9800):1396-407.
6. **Saager L, Turan A, Reynolds LF, Dalton JE, Mascha EJ, Kurz A.** The Association Between Preoperative Anemia and 30-Day Mortality and Morbidity in Noncardiac Surgical Patients. *Anesthesia & Analgesia*. 2013; 117(4):909-15.
7. **Lasocki S, Krauspe R, von Heymann C, Mezzacasa A, Chainey S, Spahn DR.** PREPARE: the prevalence of perioperative anaemia and need for patient blood management in elective orthopaedic surgery: A multicentre, observational study. *European Journal of Anaesthesiology | EJA*. 2015; 32(3):160-7.
8. **Auroy Y, Lienhart A, Péquignot F, Benhamou D.** Complications related to blood transfusion in surgical patients: data from the French national survey on anesthesia-related deaths. *Transfusion*. 2007; 47(s2):184S-189S.
9. **Van Kampen EJ, Zijlstra WG.** Determination of Hemoglobin and Its Derivatives. *Advances in Clinical Chemistry*. 1966; 8:141-87.
10. **Von Schenck H, Falkensson M, Lundberg B.** Evaluation of « HemoCue, » a new device for determining hemoglobin. *Clinical Chemistry*. 1986; 32(3):526-9.
11. **Causey MW, Miller S, Foster A, Beekley A, Zenger D et al .** Validation of noninvasive hemoglobin measurements using the Masimo Radical-7 SpHb Station. *The American Journal of Surgery*. 2011; 201(5):592-8.
12. **Mahoungou-Guimbi KC, Mawandza PD, Odzebe AWS.** Anaesthetic Practice in Urological Surgery in a Tertiary Hospital at Brazzaville - Congo. *Health Sci Dis*. 2016;17(4):79-82.

13. **Mahougou K, Latou NM, Miabaou DM, Monka M, Oko AN, Moyikoua A.** Pratique Anesthésique en Chirurgie Orthopédique: Étude Rétrospective Monocentrique à Brazzaville. *Health Sci Dis* 2014;15(4):1-5
14. **Bonhomme F.** Le saignement au bloc opératoire. Conférences d'essentiel SFAR 2014 : https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Le_saignement_au_bloc_operatoire.pdf.
15. **Hinnouho G-M, Barffour MA, Wessells KR, Brown KH, Kounnavong S, Chanhthavong B, et al.** Comparison of haemoglobin assessments by HemoCue and two automated haematology analysers in young Laotian children. *Journal of Clinical Pathology*. 2018; 71(6):532-8.
16. **Adam I, Ahmed S, Mahmoud MH, Yassin MI.** Comparison of HemoCue® hemoglobin-meter and automated hematology analyzer in measurement of hemoglobin levels in pregnant women at Khartoum hospital, Sudan. *Diagn Pathol*. 2012;7(1):1-6.
17. **Neufeld L, García-Guerra A, Sánchez-Francia D, Newton-Sánchez O et al.** Hemoglobin measured by Hemocue and a reference method in venous and capillary blood: a validation study. *Salud pública Méx*. 2002; 44(3):219-27.
18. **Lamhaut L, Apriotesei R, Combes X, Lejay M, Carli P, Vivien B.** Comparison of the Accuracy of Noninvasive Hemoglobin Monitoring by Spectrophotometry (SpHb) and HemoCue® with Automated Laboratory Hemoglobin Measurement. *Anesthesiology*. 2011; 115(3):548-54.
19. **Macknet MR, Allard M, Applegate RLI, Rook J.** The Accuracy of Noninvasive and Continuous Total Hemoglobin Measurement by Pulse CO-Oximetry in Human Subjects Undergoing Hemodilution. *Anesthesia & Analgesia*. 2010;111(6):1424-6.

Conflits d'intérêt : Les auteurs ne déclarent aucuns conflits d'intérêt

Remerciements : Dr Philippe Mavoungou

Participation des auteurs : Chaque auteur a contribué à la réalisation de ce travail