ECOLE D'INFIRMIER.ERE.S ANESTHESISTES

LA PLETHYSMOGRAPHIE

Audit des connaissances et des pratiques de monitorage au bloc opératoire

Sous la direction du **Dr Isabelle ETCHEBARNE**

Médecin Anesthésiste Réanimateur – CHU Bordeaux

Julie PANDO

Promotion CASAMAJOR 2016-2018

Année universitaire 2018

Mémoire professionnel pour l'obtention des Unités d'Enseignements 5.4 et 7

Arrêté du 17 janvier 2017 modifiant l'arrêté du 23 juillet 2012 relatif à la formation conduisant au diplôme d'État d'infirmier anesthésiste (JORF n°0020 du 24 janvier 2017)

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Isabelle ETCHEBARNE pour son soutien et son accompagnement précieux tout au long de ce travail.

Je remercie également l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'école d'infirmier.ère.s anesthésistes du CHU de Bordeaux, et particulièrement Thierry MARTINEZ pour son aide et sa disponibilité durant ces deux années de formation.

Je ne peux oublier mon équipe d'expert.e.s de la relecture : ma sœur Nab pour sa plume aguerrie, mon amie Sophie pour son souci du détail, et mon ami Charles pour son œil méthodologique. Merci d'avoir pris le temps de me donner vos avis éclairés, vous êtes à présent incollables sur la courbe de pléthysmographie.
I am also very grateful to my friend Mayuka for making himself available for help. Now I am sure England and France have ceased war for good, yay !

Merci à l'ensemble de la maisonnée pour son soutien pendant ma formation : Cat, Aurely, Chupito et Schnaps, coloc' team de choc.

Et enfin, un immense merci à ma chère cousine et amie Ammie, qui me suit, que je suis, ma partenaire indispensable de vie.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS
TABLE DES MATIERES
LISTE DES SIGLES

I. INTRODUCTION : PRESENTATION DE LA RECHERCHE 1

I.1. RAPPORT D'ETONNEMENT 1
I.2. ARGUMENTATION DE LA RECHERCHE 1
I.3. QUESTION DE DEPART 3

II. REVUE DE LITTERATURE 4

II.1. CADRE CONCEPTUEL ET THEORIQUE 4
II.1.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT 4
II.1.2. UTILISATION ELARGIE : LES INDICES DERIVES 5
II.1.3. BIAIS ET LIMITES 10
II.2. QUESTION DE RECHERCHE 11

III. OBJECTIF DE RECHERCHE 12

III.1. CONTEXTE DE L'ETUDE : ECART ENTRE RECOMMANDATIONS ET PRATIQUES 12
12
III.2. HYPOTHESE PRINCIPALE 14
III.3. HYPOTHESE SECONDAIRE 14

IV. METHODOLOGIE D'ENQUETE 15

IV.1. DESCRIPTION 15
IV.2. LIEU 15
IV.3. POPULATION OBSERVEE 15
IV.4. CHOIX DE L'OUTIL 16
IV.4.1. MODALITES DE RECUEIL 16
IV.4.2. DESCRIPTION ET ARGUMENTATION DE L'OUTIL 16

V. ANALYSE DES RESULTATS 17

V.1. PROFIL DES REPONDANTS 17
V.1.1. EXPERIENCE PROFESSIONNELLE 17
V.1.2. SECTEUR D'ACTIVITE 17
V.1.3. PRATIQUE PROFESSIONNELLE 17
V.1.4. CONNAISSANCES 21
V.2. POSTURE CRITIQUE : BIAIS ET LIMITES DE L'ENQUETE 25
V.2.1. ECHANTILLONNAGE 25
V.2.2. OUTIL D'ENQUETE 25
V.2.3. DONNEES NON RECUEILLIES 26

VI. DISCUSSION 27

VI.1. NECESSITE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE 27
VI.2. DIFFUSION DES RECOMMANDATIONS ET EVOLUTION DES PRATIQUES 28
VI.3. METHODE EMPIRIQUE VS. EXPERIMENTALE 29
VI.4. PERSPECTIVES PROFESSIONNELLES 30

VII. CONCLUSION 31

BIBLIOGRAPHIE 33
ANNEXES
ANNEXE 1 I
ANNEXE 2 II
ABSTRACT

LISTE DES SIGLES

APP	Audit de Pratiques Professionnelles
AG	Anesthésie Générale
ASA	American Society of Anesthesiology
BPCO	Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive
DOM	Départements d'Outre-Mer
EIADE	Etudiant.e Infirmier.ère Anesthésiste Diplômé.e d'Etat
EPP	Evaluation des Pratiques Professionnelles
$EtCO_2$	End-Tidal CO_2 (CO_2 en fin d'expiration)
Hb	Hémoglobine
HbO_2	Oxyhémoglobine
IADE	Infirmier.ère Anesthésiste Diplômée d'Etat
IBODE	Infirmier.ère de Bloc Opératoire Diplômé.e d'Etat
IC	Index Cardiaque
IP	Indice de Perfusion
MAPAR	Mises Au Point en Anesthésie Réanimation
MAR	Médecin Anesthésiste Réanimateur
$mL.kg^{-1}$	Millilitre par kilogramme de poids
PAPO	Pression Artérielle Pulmonaire Oclcuse
PEEP	Positive End Expiratory Pressure (Pression expiratoire positive)
PNI	Pression Non Invasive
PTDVG	Pression Télé-Diastolique du Ventricule Gauche
PVC	Pression Veineuse Centrale
PVI	Pleth Variability Index
SaO_2	Saturation Artérielle en Oxygène
SFAR	Société Française d'Anesthésie Réanimation
SPI	Surgical Plethysmographic Index
SpO_2	Saturation Pulsée en Oxygène
SPV	Systolic Pressure Variation
SSI	Surgical Stress Index
VC	Ventilation Contrôlée
VCI	Veine Cave Inférieure
VES	Volume d'Ejection Systolique
VG	Ventricule Gauche
V_t	Volume courant
$\triangle$POP ou ΔPP_{pleth}	Pulse Oxymetry Plethysmographic waveform (Variations pulsées de l'onde pléthysmographique)
ΔPP	Variations de Pression Pulsée

I. INTRODUCTION : PRESENTATION DE LA RECHERCHE

I.1. RAPPORT D'ETONNEMENT

La sécurité du patient est un principe fondamental dans le domaine de la santé, dont l'objectif est de prévenir tout risque évitable.
Durant mon cursus professionnel, j'ai pu observer l'évolution et le développement du domaine des « vigilances » au sein des différents établissements de soins que j'ai côtoyés.
Il apparaît qu'à tous les niveaux, l'infirmier.ère est au cœur de ces systèmes de sécurité.
La charge de travail du personnel soignant ne cessant d'augmenter, les moyens de monitorage continu ont grandement évolué afin d'informer au plus tôt les équipes d'un changement d'état potentiellement grave et urgent des patients lorsqu'elles ne sont pas au lit du malade.

Lors de mon entrée en formation d'infirmier.ère anesthésiste diplômé.e d'Etat (IADE), j'ai retrouvé ces mêmes outils de monitorage dans le cadre de la surveillance au bloc opératoire. Ayant axé ma carrière professionnelle vers les services d'urgences et de réanimation, ces outils et leur fonctionnement m'étaient parfaitement familiers, à l'inverse de la prise en charge d'un patient sous anesthésie générale, qui m'était parfaitement inconnue.

J'ai ainsi pu approfondir mes connaissances physiologiques, physiopathologiques, pharmaceutiques, et dans bien d'autres domaines, ce qui était ma volonté première d'effectuer cette formation. Ajoutée à l'application de mes connaissances déjà existantes, ma surveillance du patient en est devenue tout autre, à commencer par le monitorage standard d'un patient sous anesthésie générale.

Ainsi, lors d'un stage en première année de formation IADE, j'ai appris que l'oxymètre de pouls pouvait nous en apprendre bien plus que la saturation périphérique en oxygène et la fréquence cardiaque.

I.2. ARGUMENTATION DE LA RECHERCHE

Le saturomètre a été créé en 1935 par Carl Matthes. A l'origine, il est non pulsatile.
C'est en 1974 que Takuo Aoyagi découvre la saturation pléthysmographique (SpO_2 ou saturation pulsée en oxygène), qui est à l'origine des oxymètres de pouls que nous connaissons aujourd'hui, le premier ayant été commercialisé en 1982.
Ce dispositif s'est révélé rapidement indispensable dans la pratique médicale, spécialement dans le domaine de l'anesthésie, rendu obligatoire dès 1994. (1)

La tendance depuis plusieurs années étant d'optimiser au maximum la surveillance per opératoire du patient, une multitude de dispositifs de monitorage a vu le jour, afin d'évaluer les différentes répercussions de l'anesthésie sur les grandes fonctions vitales (cardiaque, respiratoire, neurologique...), et d'ajuster ainsi la prise en charge anesthésique.

C'est ainsi que l'on se retrouve avec un grand choix d'outils de mesures, selon la variable à surveiller, et par conséquent de nombreuses informations à analyser. Les dispositifs de surveillance (et leurs câbles) envahissent le bloc, au détriment de l'ergonomie du site d'anesthésie, avec des conséquences potentielles pour le patient (infectieuses pour les dispositifs invasifs, cutanées pour les non invasifs).
Bien sûr, le rapport bénéfice/risque est largement en faveur de la mise en place de ces appareils lorsque la situation l'exige.

Toutefois, depuis le début des années 2000, plusieurs recherches tendent à exploiter au maximum les dispositifs de monitorage existants, afin d'obtenir plusieurs paramètres de surveillance à l'aide d'un seul appareil :

- d'une part afin de centraliser les informations recueillies, évitant un parasitage du personnel par de trop nombreux écrans ou de trop nombreuses alarmes, et maintenant une ergonomie de travail nécessaire à son efficacité ;
- d'autre part, en évitant les conséquences déjà citées pour le patient de l'installation de nombreux appareils de surveillance.

Ainsi, de nombreuses études ont corrélé l'analyse de la courbe de pléthysmographie, obtenue de manière non invasive avec un oxymètre de pouls, à la courbe de pression pulsée obtenue par la mise en place d'un capteur artériel invasif.

L'analyse des variations de courbe de pression pulsée (ΔPP) a déjà montré un intérêt dans la prédiction de réponse au remplissage vasculaire des patients en hypovolémie, sous anesthésie générale et en ventilation mécanique. (2) (3)
Ce dont on m'informe et ce que j'ignorais, c'est le lien entre les variations de courbe de pléthysmographie (ΔPOP) et celles du ΔPP. L'analyse du pléthysmogramme permettrait, avec un même indice de confiance que le ΔPP, une évaluation volémique ainsi qu'une prédiction au remplissage vasculaire dans les mêmes conditions que citées précédemment.

La mesure de la pléthysmographie étant non invasive, et utilisée dans toute structure de soins dispensant de l'anesthésie en France, apprendre sa corrélation au ΔPP a naturellement suscité mon intérêt.

I.3. QUESTION DE DEPART

Cet outil de monitorage, simple d'utilisation, comportant très peu de risques pour le patient, et généralisé à tous les secteurs de soins d'anesthésie et de réanimation en France, permet une optimisation de prise en charge du remplissage vasculaire, sans les effets indésirables de la mise en place d'un capteur artériel en terme de temps d'installation, de moyens humains et financiers, et de risques pour le patient.

De ce constat, une série de questionnements a initié cette recherche : Pourquoi cette utilisation est-elle peu répandue dans les services concernés ? Quelles sont les recommandations des sociétés savantes à ce sujet ? Dans quelles conditions s'effectue l'apprentissage de cet outil ?

Ces interrogations m'amènent, dans le cadre de mon travail de fin d'études, à mettre en place un audit de pratiques professionnelles sur le monitorage de la SpO_2, avec la question de départ suivante :

« Quels sont les éléments pris en compte par les IADE lors de l'utilisation de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique d'un patient sous anesthésie générale ?»

II. REVUE DE LITTERATURE

II.1. CADRE CONCEPTUEL ET THEORIQUE

Créé en 1935, l'oxymètre de pouls est un outil de monitorage d'utilisation récente à l'échelle de la médecine. Néanmoins, il s'est rapidement rendu indispensable et obligatoire dans la surveillance des patients bénéficiant d'une anesthésie. (4)

Lors d'une intervention au bloc opératoire sous anesthésie générale, le risque anesthésique est souvent supérieur au risque chirurgical. Ainsi, les techniques de monitorage per opératoire ne cessent de se développer, afin d'être au plus près de la surveillance paraclinique du patient, et d'en détecter rapidement toute variation.

II.1.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La mesure de la saturation pulsée en oxygène (SpO_2) est apparue en 1974. (5)
Elle permet d'estimer la saturation artérielle (SaO_2) par le calcul de la saturation pulsée en oxygène (SpO_2), grâce à un capteur placé au niveau distal (doigt, orteil) ou céphalique (front, lobe de l'oreille).

Le saturomètre émet des ondes lumineuses rouges (R) et infrarouges (IR).
Le signal lumineux passe à travers le site de mesure pour être réceptionné par un photorécepteur qui transmet le signal au moniteur. Ce dernier analyse le signal et en déduit un chiffre : la SpO_2, et une courbe : la pléthysmographie.

Elle utilise le principe d'absorbance qui mesure la capacité d'un milieu à absorber la lumière : c'est la spectrophotométrie.
Selon la loi de Beer-Lambert *(Figure 1)*, l'absorbance d'une molécule est reliée à sa concentration dans le milieu traversé.

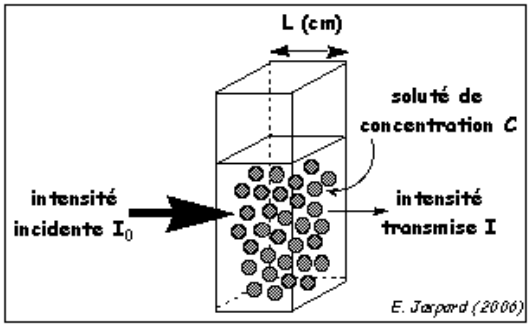


Figure 1 : Illustration de la loi de Beer Lambert ; I_0 = intensité lumineuse incidente, I = intensité lumineuse transmise, C = concentration du soluté, L = longueur du trajet optique

Tous les tissus traversés par le signal lumineux absorbent les ondes en fonction de leur concentration. Celle-ci est constante pour la peau, les os, le cartilage, les muscles et le sang veineux, même si pour ce dernier certaines études ne sont pas aussi formelles. (6)
Le sang artériel est donc le seul tissu traversé dont la concentration est variable : on peut donc en déduire que les variations analysées par l'oxymètre de pouls proviennent des variations de concentration sanguine artérielle, plus précisément de l'hémoglobine (Hb).

L'hémoglobine non liée à l'oxygène absorbe les ondes rouges (R), tandis que l'oxyhémoglobine (HbO_2) absorbe les ondes infrarouges (IR).
La SpO_2 est calculée selon la formule :

$$SpO_2 = \frac{HbO_2}{Hb+HbO_2} \times 100$$

En extrapolant les concentrations d'Hb et d'HbO_2 par l'absorption respective des ondes R et IR, l'oxymètre de pouls peut donc déduire la SpO_2 par un tableau d'équivalences intégré dans les moniteurs de recueil.

Courbe de pléthysmographie

La pléthysmographie, du grec *plêthusmos*, augmentation, et *graphein*, écrire, est un « enregistrement à l'aide d'un appareil des changements de volumes survenant [...] dans un territoire vasculaire soumis à des variations de flux sanguins ».[1]
Le saturomètre différencie le flux diastolique, continu et constant, du flux systolique, discontinu et pulsatile, donc dynamique.
La courbe de pléthysmographie est ainsi élaborée à partir des variations d'absorption systolique des ondes IR. Elle est donc fonction de la variation du volume sanguin et de la concentration sanguine en HbO_2.

*

Ainsi est obtenue la mesure de SpO_2 que nous surveillons tous les jours au bloc opératoire.
Cependant, au cours de la pratique, l'analyse de la courbe de pléthysmographie a démontré d'autres intérêts.

II.1.2. UTILISATION ELARGIE : LES INDICES DERIVES

Outre la mesure de la SpO_2, objectif premier de l'oxymètre de pouls, les médecins ont cherché, depuis les années 1980, à exploiter plus en profondeur le signal obtenu. C'est ainsi que de nouveaux paramètres de surveillance sont progressivement apparus, essentiellement au niveau hémodynamique, mais aussi dans la surveillance de l'analgésie.

[1] *Dictionnaire des termes de médecine*, Garnier Delamare, 27ème édition, Ed. MALOINE, 2002

- *Indice de perfusion (IP)*

A l'origine, la pulsatilité du signal permettait de valider son origine artérielle, et donc la fiabilité de la mesure de SpO_2.

Comme son nom l'indique, l'indice de perfusion (IP) permet d'évaluer la perfusion périphérique. Il est déterminé par le ratio entre les composantes pulsatiles et non pulsatiles recueillies par l'oxymètre de pouls, et permet également de valider l'origine artérielle et la qualité du signal recueilli.

Toutefois, il n'est pas toujours intégré aux moniteurs de surveillance.

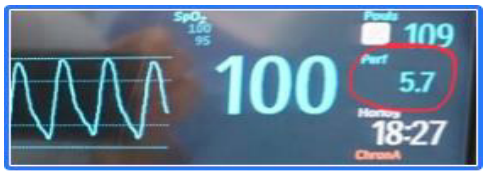


Figure 2 : Courbe de pléthysmographie et IP intégré, moniteur Philips IntelliVue MX 700

Aucune valeur numérique normale de l'IP n'est déterminée. En 2002, après étude de 108 adultes volontaires sains, Lima et al. (7) ont défini un IP inférieur à 1,4 comme marqueur d'une hypoperfusion périphérique (sensibilité 84%, spécificité 88%).

- *Variabilité respiratoire*

Dans les années 1980, des études sont menées sur les variations de la volémie selon le cycle respiratoire sous ventilation mécanique. (8)

Ces études sont reprises dans les années 90, où apparaît alors la notion de **précharge-dépendance**, définie par la courbe de Frank Starling. *(Annexe 1)*

Elle met en évidence la relation entre la précharge du ventricule gauche (VG), représentée par la pression télédiastiolique du VG (PTDVG), et le volume d'éjection systolique (VES). En conditions physiologiques, plus les fibres musculaires myocardiques s'étirent, mieux elles restituent leur énergie en systole et se contractent (9), donc plus le VES sera important, et par conséquent le débit cardiaque.

Ainsi, la précharge-dépendance reflète la capacité de l'organisme à augmenter le débit cardiaque en réponse à une augmentation du VES.

Cette relation est vraie jusqu'à un certain point où l'étirement des fibres musculaires est maximal. Un plateau apparaît, représentant la phase d'augmentation de la PTDVG sans augmentation du VES par défaut de force contractile du VG, entrainant un risque de surcharge volémique.

Corrélée à la courbe de pression artérielle, elle permet d'élaborer des indices d'évaluation du statut volémique d'un patient d'une part, et de sa réponse au remplissage vasculaire d'autre part : le ΔPP, ou la variation respiratoire de la pression pulsée.

En effet, contrairement à l'inspiration spontanée qui se fait en pression négative, la pression intra-thoracique générée est positive lors de l'insufflation mécanique.
Cette pression va s'exercer sur la veine cave inférieure (VCI), et diminuer le retour veineux, donc la précharge du ventricule droit. Cette baisse de précharge sera transmise trois battements cardiaques plus tard au ventricule gauche, entrainant une diminution du VES et du débit cardiaque.

L'inverse se produit lors de l'exsufflation : la diminution de la pression intra-thoracique rétablit le retour veineux, le remplissage ventriculaire et donc le VES. Pour s'adapter à l'augmentation de la volémie, le débit cardiaque augmente.

En conditions physiologiques, nous sommes tous précharge-dépendants.
La nouveauté apportée par ces études réside dans le caractère **dynamique** des indices de précharge dépendance, beaucoup plus fiables que les indicateurs utilisés jusqu'alors (pression veineuse centrale ou PVC, pression artérielle pulmonaire d'occlusion ou PAPO), qui sont des valeurs statiques.

La mesure du ΔPP est depuis largement utilisée dans l'évaluation du statut volémique des patients sous ventilation mécanique, ainsi que dans l'évaluation de la réponse au remplissage vasculaire.
Sa mesure se fait par le biais d'un capteur artériel, selon la formule :

$$\Delta PP = \frac{Pmax - Pmin}{(Pmax + Pmin)/2} \times 100$$

Ainsi, un ΔPP supérieur à 13% est un marqueur de précharge dépendance, qui discrimine les patients répondeurs au remplissage vasculaire des non répondeurs. (3)

Cependant, bien que son utilisation soit simple et facile à mettre en place, elle reste invasive, donc à risque principalement infectieux, et engage des moyens humains et financiers.
Des scientifiques ont observé des similitudes entre les courbes de pression artérielle et de pléthysmographie chez les patients sous ventilation mécanique.
En comparant les courbes de pression artérielle et de pléthysmographie, ils ont cherché à savoir si les similitudes observées permettaient également de calculer un indice de précharge dépendance aussi fiable que le ΔPP.

Application à la pléthysmographie

Depuis une quinzaine d'années, les médecins et autres professions scientifiques se sont penchés sur l'analyse approfondie de la courbe de pléthysmographie.
En effet, le saturomètre permettant de détecter le flux sanguin, il n'était pas déraisonnable d'exploiter cette analyse afin d'en extraire des paramètres hémodynamiques.

C'est en 1987 qu'est démontré pour la première fois le lien entre le statut volémique et les variations d'amplitude de la courbe de pléthysmographie, chez des patients en ventilation mécanique sous anesthésie générale. (8) La détermination des variations respiratoires de la pression systolique (SPV) révélait alors une corrélation avec les variations respiratoires pléthysmographiques.

Ce n'est qu'en 1999 qu'une étude décrit plus précisément le lien entre les variations respiratoires de la pléthysmographie et les indices artériels tels que la SPV et le ∆down (10), permettant de prouver l'intérêt de l'outil pléthysmographique dans la détection des hypovolémies modérées.

Dès lors, une multitude d'études seront menées, aboutissant toutes à la même conclusion : l'analyse de la courbe de pléthysmographie via l'oxymètre de pouls, et particulièrement son amplitude (∆POP ou ΔPP_{pleth}), est un marqueur fiable de l'hypovolémie chez les patients en ventilation mécanique sous anesthésie générale. (11)(12)(13)

Il se calcule selon la même formule adaptée du ∆PP :

$$\Delta POP = \frac{POPmax - POPmin}{(POPmax + POPmin)/2} \times 100$$

Une valeur du ∆POP supérieure à 15% permettrait de discriminer un ∆PP supérieur au seuil retenu de 13% dans l'évaluation de la précharge dépendance, avec une sensibilité de 87% et une spécificité de 100%. (11)
En 2006, une étude se penchant sur la prédiction au remplissage vasculaire a montré la baisse du ∆POP après un passage en position de Trendelenburg (équivalente à un remplissage vasculaire). (14)

Afin de déterminer un seuil de discrimination, une équipe s'est intéressée plus avant à l'analyse du ∆POP lors du remplissage vasculaire chez des patients septiques en réanimation. Un seuil de 13% a ainsi été déterminé comme discriminant les patients répondeurs au remplissage des non répondeurs, avec comme marqueur une augmentation de l'index cardiaque (IC) supérieur à 15%. (15)

Toutefois, l'analyse de la courbe de pléthysmographie et la détermination du ΔPOP ne peuvent être réalisées en simultané. Elles nécessitent une analyse a posteriori des variations de l'amplitude de courbe, après enregistrement et analyse des données lors de l'utilisation de l'oxymètre de pouls.

Pleth Variability Index (PVI)

Afin d'automatiser son calcul, et ainsi l'appliquer à une utilisation pratique, la société Masimo a développé un indice dérivé du ΔPOP, qui analyse en continu les variations respiratoires de l'indice de perfusion : le Pleth Variability Index. (16)(17)

En 2008, Cannesson et al. ont pu établir, chez des patients sous anesthésie générale et en ventilation mécanique, un seuil de PVI supérieur ou égal à 14% dans la prédiction de réponse au remplissage vasculaire, avec une sensibilité de 81% et une spécificité de 100%. (18). Il est calculé à partir de l'indice de perfusion, selon la formule :

$$PVI = \frac{IPmax - IPmin}{IPmax} \times 100 \quad (18)$$

Dans une autre étude de 2008, la même équipe a démontré une bonne corrélation entre le PVI et le ΔPOP, ainsi qu'entre le PVI et le ΔPP. (19)

Plus récemment, en 2014, une étude du PVI chez des patients opérés de chirurgie non cardiaque propose une valeur seuil de 10,5% discriminant les répondeurs des non répondeurs au remplissage vasculaire. (20)

- *Surgical Plethysmographic Index (SPI)*

Anciennement appelé SSI (Surgical Stress Index), le SPI a été développé par la société GE Healthcare, et utilise l'oxymètre de pouls afin d'étudier les variations du système nerveux autonome. (21) Il prend en compte deux paramètres : l'intervalle RR entre deux battements cardiaques, et l'amplitude maximale de l'onde de pouls.

Après une mise en relation linéaire de ces deux composantes, le SPI reflète la stimulation du système nerveux autonome, et par conséquent la réactivité aux stimuli nociceptifs, et aux variations de concentrations des agents analgésiques.

Il évalue ainsi l'équilibre nociception/anti-nociception. (22) (23)

Par l'analyse de sa variabilité plutôt que par une valeur numérique seuil, il permettrait de diminuer la consommation des agents analgésiques intraveineux - et leurs effets secondaires dus à des doses plus importantes - ainsi que la durée de l'anesthésie, avec un réveil et une extubation plus rapides. (24)

*

Ainsi, la simple utilisation de l'oxymètre de pouls permet d'obtenir de nombreux indices de monitorage.

Toutefois, leur utilisation en guidance de la stratégie anesthésique est soumise à plusieurs conditions, liées aux biais et limites que nous proposons de détailler.

II.1.3. BIAIS ET LIMITES

Avant toute interprétation des résultats obtenus, il est nécessaire de prendre en compte les situations d'interférence du signal obtenu d'une part, et d'autre part certaines conditions d'utilisation.

Interférences

- Le signal obtenu par l'oxymètre de pouls dépend de l'absorption des ondes lumineuses.

Ainsi, l'éclairage de l'environnement (soleil, lumière ambiante, scialytiques) peut induire des artéfacts. Il convient d'utiliser l'oxymètre de pouls à l'abri de toute source de lumière extérieure. De plus, l'utilisation de colorants, ainsi qu'une hémoglobine anormale telle que la carboxyhémoglobine (dont le taux est augmenté chez le fumeur, le patient BPCO, en cas d'intoxication au monoxyde de carbone...), qui absorbe les mêmes ondes infrarouges que l'oxyhémoglobine, peuvent interférer dans la mesure de la SpO_2, mais sans modifier la courbe de pléthysmographie. Certains vernis à ongles produisent le même effet.

- L'altération de la transmission des ondes peut également modifier le signal obtenu.

La vasoconstriction périphérique, quelle qu'en soit l'origine, diminue l'intensité du signal, le rendant ininterprétable. Toute situation d'hypovolémie, d'hypothermie, de choc cardiogénique, d'utilisation de vasoconstricteurs, ainsi qu'un contexte de pathologie vasculaire, nécessite d'analyser les mesures de SpO_2, ΔPOP, PVI et SPI avec la plus grande précaution.

- Le recueil du signal est basé sur le principe du seul mouvement du sang artériel au niveau du site de mesure. Ainsi, les mouvements provenant du patient, spontanés ou non, modifient le signal d'origine pulsatile, et les indices qui en découlent.

- Les signaux électriques à l'origine de la courbe de pléthysmographie sont de très faible intensité. Les interférences électromagnétiques sont possibles, lors de l'utilisation des bistouris électriques au bloc opératoire par exemple.

- Le site de mesure revêt également son importance.

A l'origine au niveau distal (doigts, orteils), des capteurs céphaliques se sont développés, recueillant le signal au niveau du front ou du lobe de l'oreille. Une étude démontre que la mesure distale dépend de la vasoconstriction locale, tandis que les mesures céphaliques y

seraient moins sensibles. (25) En outre, les études ayant toutes été réalisées grâce à un capteur au niveau du doigt, les résultats ne sont pas extrapolables aux autres sites de mesure. Il convient également de vérifier que le brassard de mesure de pression non invasive (PNI) ne soit pas du même côté que l'oxymètre de pouls, ce qui entraîne une perturbation du signal à chaque prise de tension.

Il est à noter que certains artefacts (notamment extrinsèques) sont pris en compte par les constructeurs, qui optimisent leurs capteurs et le traitement du signal (filtres) afin de les limiter au maximum.

Conditions d'utilisation

Nous avons vu que la courbe de pléthysmographie dépendait de la ventilation, de la volémie, du tonus vasomoteur et de la réactivité vasculaire.
Ainsi, en plus des limites possibles évoquées ci-dessus, les indices découlant de l'analyse des variations hémodynamiques et respiratoires (ΔPOP, PVI, IP) sont interprétables sous certaines conditions (similaires pour l'interprétation du ΔPP) :

- le patient ne doit pas présenter d'arythmie
- le patient doit être sous ventilation mécanique
- l'anesthésie doit être suffisamment profonde pour que le patient soit parfaitement adapté au respirateur
- le volume courant doit être au moins égal à 8mL.kg^{-1}
- le patient ne doit pas recevoir de traitements vasoconstricteurs (26)
- leur utilisation n'est validée que chez les patients adultes

Les limites et conditions, indispensables ou confondantes, et parfois restrictives de l'utilisation des indices de surveillance, peuvent amener les professionnels de l'anesthésie à des erreurs d'interprétation. Preuve en est que, malgré les avancées des techniques de monitorage, l'analyse des données obtenues doit toujours être mise en corrélation avec le savoir scientifique, l'analyse clinique, et ajustée à chaque prise en charge anesthésique.

II.2. QUESTION DE RECHERCHE

Lors de mes différents stages, c'est dans le contexte de monitorage hémodynamique[2] que m'est apparue la principale utilisation de la courbe de pléthysmographie par les IADE, ce qui m'a amenée à me questionner et à effectuer ce travail.

[2] Par monitorage hémodynamique seront entendues l'évaluation du **VES**, de la **précharge dépendance**, et leur application à la stratégie de remplissage vasculaire per-opératoire.

Après investigation des études publiées à ce sujet, il apparaît que l'utilisation de la courbe de pléthysmographie dans ce contexte est soumise à un certain nombre de conditions afin qu'elle soit interprétable. Or, ces conditions ne sont pas apparues durant ma formation, ce qui m'amène à poser cette question de recherche :

Les IADE connaissent-ils.elles les conditions d'utilisation nécessaires à l'interprétation de la courbe de pléthysmographie dans le cadre du monitorage hémodynamique ?

Pour y répondre, j'ai recherché les recommandations de bonnes pratiques éditées par les sociétés savantes, afin d'établir des objectifs de recherche, et leurs hypothèses associées.

III. OBJECTIF DE RECHERCHE

III.1. CONTEXTE DE L'ETUDE : ECART ENTRE RECOMMANDATIONS ET PRATIQUES

L'objectif du remplissage vasculaire per opératoire est de compenser les pertes liquidiennes de toute nature (pertes insensibles, urinaires, sanguines), afin de maintenir la volémie du patient, donc le VES, le débit cardiaque et la perfusion tissulaire.

Depuis les années 2000, sont apparues les notions de *fluid management* (ou « remplissage utile »), permettant d'adapter le remplissage vasculaire per-opératoire aux besoins et au terrain du patient, en fonction de la chirurgie et des pertes occasionnées. De nombreux travaux ont été menés afin de guider ce remplissage en fonction de nombreux paramètres, cliniques et paracliniques : on parle de *goal-directed fluid therapy.* (27)(28)(29)

Nous savons qu'une mauvaise adaptation du remplissage vasculaire, insuffisant ou excessif, augmente la morbi-mortalité des patients, ainsi que la durée de séjour, et ce quelle que soit la chirurgie pratiquée.

Les chirurgies à haut risque sont généralement associées à une population de patients présentant de nombreuses comorbidités. Elles nécessitent plus de moyens, de surveillance et d'équipements, et justifient le plus souvent un monitorage hémodynamique invasif, mais sont aussi moins fréquentes.

Qu'en est-il alors des **chirurgies à risque faible et intermédiaires pratiquées sous anesthésie générale**, les plus fréquemment rencontrées au bloc opératoire ?

Prenons l'exemple d'un patient hypertendu, traité et équilibré depuis plusieurs années, pathologie fréquente dans notre population opérée. Le décalage de la courbe d'autorégulation vers la droite revoit à la hausse les objectifs tensionnels, et la sensibilité accrue de son système résistif est pourvoyeuse d'accès hypertensifs.
Nous connaissons les répercussions hémodynamiques d'une anesthésie générale sur ce type de patient, ainsi que les risques qui découlent de phases d'instabilité :

- Un épisode hypotensif induit une baisse des débits locaux, notamment au niveau cardiaque, rénal et cérébral, favorisant la survenue d'évènements ischémiques.
- Un épisode hypertensif augmente le travail cardiaque par augmentation de la postcharge, et contribue au risque de saignement et de brèche vasculaire peropératoires.

Malgré cela, la balance bénéfice/risque sera plutôt en défaveur d'un monitorage invasif du VES lors d'une chirurgie mineure ou intermédiaire.

La base de la surveillance hémodynamique repose sur la surveillance de la pression artérielle non invasive, de la fréquence cardiaque, du dioxyde de carbone expiré ($EtCO_2$), et le cas échéant de la diurèse. Mais ces données se révèlent la plupart du temps limitées, leurs variations pouvant avoir de multiples causes (défaut d'anesthésie, douleur, traitement, stress chirurgical...). La mesure du VES n'est bien sûr pas possible par la simple étude de ces indices.

L'utilité d'un monitorage évaluant le débit cardiaque ne peut se contester, le côté invasif de ce monitorage peut l'être. D'où l'intérêt de moyens de mesure non invasifs, tels que ceux dérivés de l'oxymètre de pouls.

Selon les recommandations 2012 de la Société Française d'Anesthésie-Réanimation (SFAR) :

*« Le monitorage non invasif de la précharge-dépendance peut également être obtenu à partir de **l'analyse de l'onde de pouls mesurée par photopléthysmographie**. Un indice automatisé, le **Pleth Variability Index (PVI)**, dont la fiabilité a été démontrée, est aujourd'hui disponible et pourrait permettre, en chirurgie mineure et moyenne, la généralisation d'un monitorage de la précharge-dépendance chez les patients sous anesthésie générale et en ventilation contrôlée. » (30)*

Ainsi l'analyse des variations respiratoires du VES est validée, mais par le biais d'un indicateur spécifique, le PVI.

Ce faisant, qu'en est-il de l'analyse de la courbe de pléthysmographie obtenue par l'oxymètre de pouls standard ?
Aucune étude ne semble démontrer une interprétation **fiable** et **simultanée** des variations d'amplitude de la courbe de pléthysmographie, recueillie par le simple oxymètre de pouls, dans le monitorage hémodynamique. Seul le PVI, qui est un dispositif spécifique utilisant un algorithme défini, permet une mesure la précharge-dépendance en temps réel.
Cependant, j'ai pu observer de nombreuses fois l'utilisation des variations d'amplitude de la courbe de pléthysmographie en guidance d'un remplissage vasculaire, avec des résultats et une justification qui m'avaient convaincue.
Ainsi se posent les hypothèses, principale et secondaire, à l'origine de ce travail de recherche.

III.2. HYPOTHESE PRINCIPALE

L 'analyse par les IADE de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique ne se fait pas selon les bonnes pratiques d'utilisation.

III.3. HYPOTHESE SECONDAIRE

Les IADE n'ont pas les moyens techniques et théoriques leur permettant de mettre en œuvre les bonnes pratiques d'utilisation de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique per-opératoire.

*

Après avoir défini les hypothèses de départ, nous avons ainsi pu établir des objectifs de recherche :

- Décrire les pratiques de monitorage hémodynamique en per-opératoire d'une anesthésie générale.
- Rechercher les éléments de surveillance utilisés dans le monitorage hémodynamique.
- Comparer les connaissances professionnelles et leur méthode d'apprentissage.
- Rechercher les conditions d'utilisation choisies pour l'utilisation du monitorage hémodynamique utilisé.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons réalisé un audit de pratiques professionnelles (APP), afin d'évaluer les pratiques de monitorage de la pléthysmographie par les IADE, dans le cadre de la surveillance hémodynamique d'un patient sous anesthésie générale.

IV. METHODOLOGIE D'ENQUETE

IV.1. DESCRIPTION

Il s'agit d'une étude transversale, descriptive et multicentrique, réalisée du 1er mars au 30 avril 2018 par le biais d'un questionnaire individuel.

IV.2. LIEU

Ce questionnaire auto-administré a été envoyé par e-mail aux IADE de différents blocs opératoires en France, publics ou privés, après accord des cadres de santé correspondants. Il a également été diffusé au sein de plateformes communautaires spécifiques (http://www.laryngo.com, groupes IADE Facebook), afin d'atteindre un maximum de personnes, et rendre l'échantillon analysé le plus représentatif possible.

Les critères d'inclusion regroupaient les blocs pratiquant des anesthésies générales, avec une population de patients hétérogène (adulte ou pédiatrique, de score ASA 1, 2, 3 et plus), et des chirurgies variées (courtes, intermédiaires, longues, urgentes).

Ont été exclus les blocs opératoires de chirurgie cardiaque, de centre de traitement des brûlés, de chirurgie pratiquée sous anesthésie locale exclusivement, et les services de réanimation.

IV.3. POPULATION OBSERVEE

Cet audit s'adresse exclusivement aux IADE.
Au départ, je souhaitais m'adresser à l'ensemble des professionnels de l'anesthésie : IADE et étudiants IADE, médecins anesthésistes réanimateurs (MAR) et internes en anesthésie réanimation. Il me semblait intéressant de comparer à la fois les pratiques médicales et paramédicales, et les pratiques de professionnels diplômés ou étudiants.

Finalement, j'ai préféré me centrer uniquement sur les pratiques paramédicales, qui me semblent les plus pertinentes dans le cadre de mon objectif professionnel.
L'exclusion de la population étudiante IADE est mue par le désir d'analyser des comportements professionnels incluant la formation théorique (enseignements universitaires et stages) ainsi que l'expérience professionnelle acquise après l'obtention du diplôme d'état.

IV.4. CHOIX DE L'OUTIL

IV.4.1. MODALITES DE RECUEIL

Mon choix s'est porté sur un questionnaire, diffusé par internet et à remplir en ligne, sur la plateforme Google Forms™. *(Annexe 2)*
Sa conception a été validée en collaboration avec ma directrice de mémoire.

IV.4.2. DESCRIPTION ET ARGUMENTATION DE L'OUTIL

Le questionnaire se compose principalement de questions fermées et à choix multiples, ainsi que d'échelles linéaires numériques (échelles paires de Likert à choix forcé), afin de cibler les réponses, faciliter le recueil de données puis l'analyse des résultats.
La diffusion par Internet permet d'atteindre aisément une population très large, dans le but de constituer un échantillon de répondants le plus représentatif possible. Il supprime également les biais liés à l'enquêteur et permet aux sondés de prendre le temps de lire et de répondre aux questions. Les réponses ont été collectées de manière anonyme, afin de permettre une plus grande liberté d'expression.
La multiplicité des supports numériques (ordinateurs, tablettes, smartphones) optimise les conditions de temps et de lieu nécessaires pour le compléter.
La plateforme Google Forms™ permet une visibilité des résultats en temps réel, ainsi que leur exportation directe vers un logiciel type Excel©, ce qui en facilite l'analyse.
Mon adresse mail est citée, afin que les répondants puissent me contacter en cas d'incompréhension, d'éventuelles questions, ou par volonté de suivi des résultats de l'enquête.

Pour répondre aux objectifs de recherche, et confirmer ou infirmer les hypothèses de départ, les questions ont été élaborées afin de recueillir plusieurs données :

- **Le cadre de l'exercice professionnel** : le secteur public ou privé de l'établissement, les chirurgies rencontrées, les moyens de surveillance à disposition.
- **L'expérience professionnelle** : le nombre d'années de pratique.
- **La pratique professionnelle** : le monitorage utilisé dans la surveillance hémodynamique des patients sous anesthésie générale, les indices recueillis et leur place dans la prise en charge anesthésique.
- **Les connaissances** : les différents indices de monitorage connus, les conditions d'utilisation nécessaires du monitorage utilisé, le lieu et/ou la méthode d'apprentissage de leur utilisation.
- **L'argumentation** : les critères de choix d'utilisation de la pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique.

V. ANALYSE DES RESULTATS

V.1. PROFIL DES REPONDANTS

Le questionnaire a été diffusé de manière nominative par mail, mais aussi sur des plateformes communautaires IADE. Par conséquent, il n'est pas possible de déterminer la taille de l'échantillon des personnes sollicitées.
72 réponses ont été recueillies, ce que l'on ne peut considérer comme suffisant pour être représentatif, compte tenu de la taille de la population IADE en France (10 300 au 1er Janvier 2017 [3]). Cependant, les réponses sont suffisamment exploitables pour amener à une discussion des pratiques.

V.1.1. EXPERIENCE PROFESSIONNELLE

Sur les 72 réponses, 24 IADE exercent depuis moins de 5 ans, et 22 depuis moins de 10 ans. 63,9% des répondants bénéficient de **moins de 10 ans d'expérience professionnelle**, soit une population plutôt récemment diplômée.
Parmi les 36,1% restant, on peut souligner que 30,8% exercent depuis plus de 20 ans.

V.1.2. SECTEUR D'ACTIVITE

Après récupération des données manquantes (horodatage des réponses et planning de diffusion du questionnaire), 58,3% des sondés exercent dans le secteur public, 13,9% dans le secteur privé, et 27,8% n'ont pu être classés.
Le **secteur public** est ainsi majoritairement représenté.

Concernant les spécialités chirurgicales rencontrées, il n'est pas possible d'exploiter convenablement les données, les réponses obtenues ne respectant pas toujours les modalités de réponse à la question posée à ce sujet. Malgré cela, on constate que **toutes les spécialités chirurgicales proposées sont représentées**, avec une majorité exerçant au sein de **blocs polyvalents**.

V.1.3. PRATIQUE PROFESSIONNELLE

95,6% des répondants utilisent toujours un oxymètre de pouls dans la surveillance des patients au bloc opératoire, toutes techniques d'anesthésie confondues.
Deux personnes ne l'utilisent jamais, et une personne l'utilise parfois.

[3] Source : http://www.snia.net/donneacutees-deacutemographiques.html

A. Utilisation des indices dérivés de l'oxymètre de pouls

Parmi les 72 répondants, une large majorité utilise les variations d'amplitude de la courbe de pléthysmographie, par rapport au PVI, à l'IP et au SPI. 18,1% n'en utilisent aucun. *(Figure 3)*

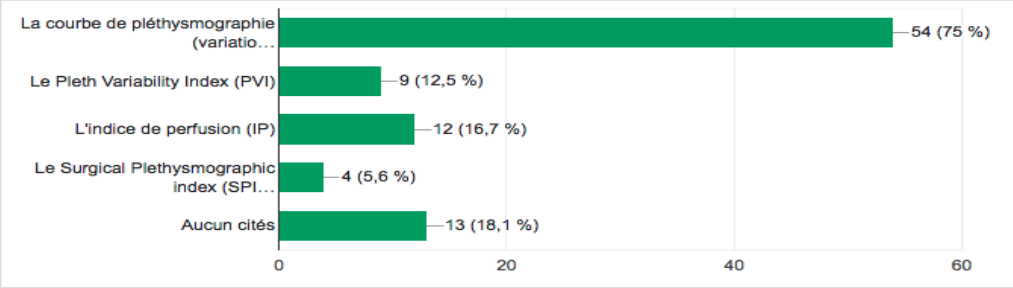


Figure 3 : Répartition des indices dérivés de l'oxymètre de pouls utilisés par les IADE en pratique courante (n=72)

B. Utilisation de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique et le remplissage vasculaire

A la question « Diriez-vous que l'oxymètre de pouls est un élément indispensable dans le monitorage hémodynamique (précharge, débit cardiaque, volémie) ?», les 72 sondés ont majoritairement répondu oui, mais avec un écart peu significatif (54,2% contre 45,8%).
En revanche, la différence est plus marquée concernant son utilisation dans la stratégie de remplissage vasculaire per-opératoire : 63,9% ne l'utilisent pas en ce sens (répondants « Non »), contre 36,1% (répondants « Oui »).

- Répondants « Non » (44 réponses sur 46 attendues)

Leur réponse est principalement justifiée par l'utilisation d'un autre dispositif de monitorage, un manque de connaissance à ce sujet, et/ou le fait de ne pas considérer ce monitorage comme fiable. *(Figure 4)*

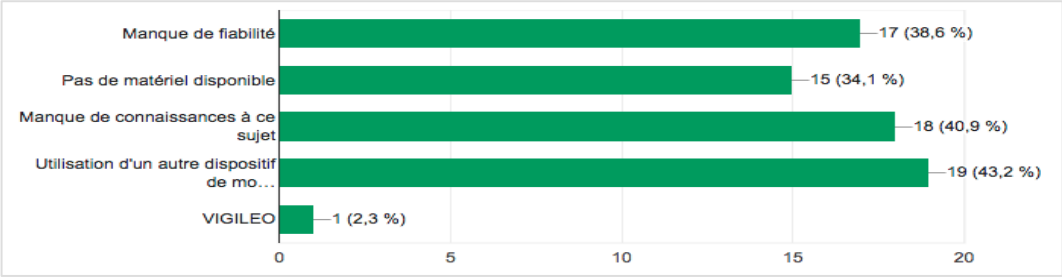


Figure 4 : Répartition des causes citées de non-utilisation de la courbe de pléthysmographie en guidance du remplissage vasculaire per-opératoire par les IADE (n=44)

En analysant uniquement leurs réponses à la question sur les autres types de monitorage utilisés, on obtient la figure 5 ci-contre.
On constate que **le monitorage hémodynamique privilégié est le ΔPP**, suivi de l'echodoppler transœsophagien.

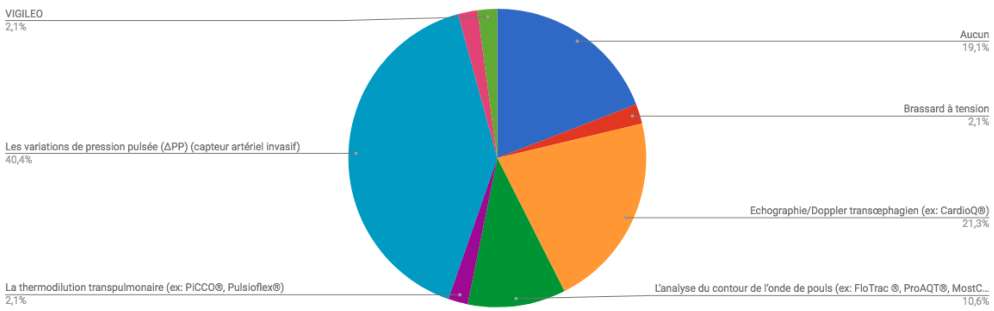


Figure 5 : Répartition des autres dispositifs de monitorage hémodynamique utilisés dans la stratégie de remplissage vasculaire per-opératoire par les IADE n'utilisant pas la courbe de pléthysmographie (n=46)

Il est intéressant de constater que près de 20% des répondants « Non » n'utilisent aucun dispositif de monitorage hémodynamique dans leur stratégie de remplissage vasculaire per-opératoire.

- Répondants « Oui »

Tous le justifient par **l'analyse des variations de la courbe de pléthysmographie** : amplitude, aire sous la courbe, forme. (25 réponses totales sur 26 attendues)
Des détails sur les conditions d'utilisation en fonction de la chirurgie (courte, intermédiaire, longue) et du terrain du patient (ASA 1, 2, 3 et plus) ont été demandés : il n'apparaît pas de différence significative en fonction de ces éléments, les sondés ayant majoritairement répondu « Oui » à toutes les catégories proposées.

Concernant la fiabilité du monitorage de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique, la question était posée sous forme d'échelle numérique linéaire de 0 (pas du tout fiable) à 5 (tout à fait fiable).
Il apparaît que les répondants trouvent le monitorage plutôt fiable, avec un choix supérieur ou égal à 3/5 dans 71,4% des réponses. Toutefois, on note que le nombre de réponses est de 35, alors que seules les 26 personnes auraient dû répondre.
Si l'on ne prend en compte que les répondants « Oui », on obtient un **choix supérieur ou égal à 3 sur 5 dans 80% des réponses** (25 réponses totales sur 26 attendues), dont 52% ayant répondu 3. Les IADE utilisant la courbe de pléthysmographie trouvent ce monitorage plutôt fiable.

De même, une question sur la fiabilité de ce monitorage en guidance du remplissage vasculaire était posée sous la même forme. 61,8% ont répondu avec une note supérieure ou égale à 3/5, mais avec 34 réponses totales au lieu des 26 supposées.
Sur les 26 IADE concernés, 24 ont répondu, avec un **résultat supérieur ou égal à 3 sur 5 pour 71% d'entre eux**. L'utilisation de ce monitorage dans l'évaluation de l'efficacité du remplissage vasculaire apparaît moins pertinent pour les sondés.

Comparé aux répondants « Non », **le dispositif de monitorage hémodynamique le plus utilisé est également le ΔPP**, même s'il est un peu moins représenté (34,6% contre 40,4%). En revanche, on constate une plus grande utilisation de l'analyse du contour de l'onde de pouls. Nous pouvons supposer que les IADE utilisant la courbe de pléthysmographie sont davantage sensibilisés à rechercher les variations respiratoires de pression dans le monitorage hémodynamique. *(Figure 6)*

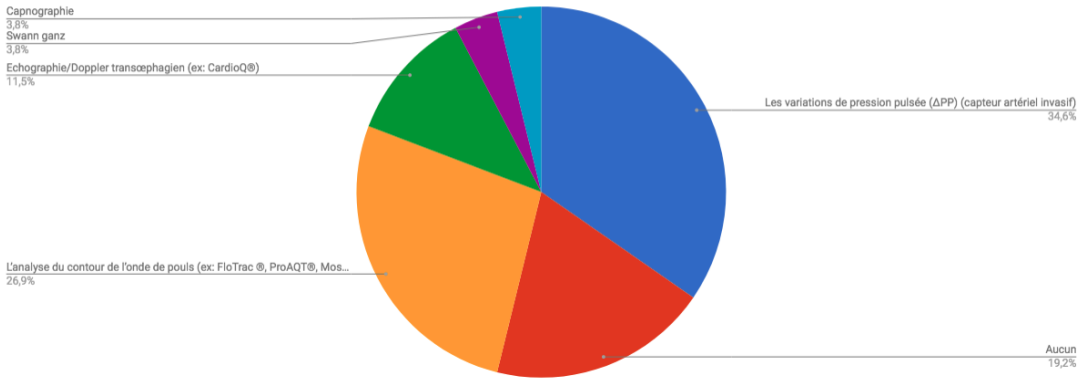


Figure 6 : Répartition des autres dispositifs de monitorage hémodynamique utilisés dans la stratégie de remplissage vasculaire per-opératoire par les IADE utilisant la courbe de pléthysmographie (n=26)

On note également que près de 20% des répondants « Oui » n'utilisent pas d'autre monitorage que la courbe de pléthysmographie dans l'analyse de la précharge dépendance.

SYNTHESE DES PRATIQUES

Au vu des résultats, il apparaît que seul **un tiers des répondants utilise la courbe de pléthysmographie** dans le monitorage de la précharge dépendance et la stratégie de remplissage vasculaire, considérant cet indice comme **plutôt fiable** et **adapté à toutes les situations rencontrées au bloc opératoire**.
Ceux qui ne l'utilisent pas emploient un autre dispositif de monitorage, et soulèvent un manque de connaissances et/ou un manque de matériel disponible.

V.1.4. CONNAISSANCES

A. Indices dérivés et méthode d'apprentissage

Sur les 72 réponses obtenues, 70,8% des sondés déclarent connaître le **ΔPOP**, et 40,4% **l'indice de perfusion**.

Le PVI et le SPI sont moins représentés, à hauteur de 25% et 18,1% respectivement.

On constate que 11 personnes ne connaissent aucun des indices dérivés de l'oxymètre de pouls, soit près de 14%.

Sur les 62 répondants connaissant au moins un de ces indices, 48 ont appris leur existence **lors de la formation IADE** (enseignement théorique et/ou stage), soit **77,4%**. L'école a été la seule source d'information pour 25 d'entre eux, soit 40,3% de l'échantillon total.

Parmi toutes les réponses, **le lieu de travail** actuel et/ou ancien se révèle être également à l'origine de leurs connaissances pour 26 répondants (41,9%). Les 14 sondés n'ayant pas eu connaissance de ces indices à l'école déclarent les avoir connus sur leur lieu de travail (64,3%), en congrès ou formation (28,6%), et par des recherches personnelles (28,6%).

B. Conditions d'utilisation

Comme nous l'avons vu précédemment (Cf. chapitre II.1.3, « Conditions d'utilisation », p.11), l'interprétation de la courbe de pléthysmographie est soumise à différentes règles d'utilisation. Le questionnaire a permis de comparer les connaissances de ces règles par les IADE avec les conditions d'utilisation scientifiquement établies.

MODE VENTILATOIRE

Sur les 71 réponses obtenues, 68 déclarent l'utiliser lorsque le patient est en ventilation contrôlée (VC). Cependant, parmi ces 68 personnes, 15 l'utilisent également avec un autre mode ventilatoire.

On constate alors que 53 personnes, soit **74,6% des sondés, pensent que le monitorage de la courbe de pléthysmographie ne peut être réalisé qu'en ventilation mécanique**, soit le mode ventilatoire recommandé.

Parmi les 26 personnes qui déclarent utiliser la courbe de pléthysmographie en pratique courante, 21 le font uniquement en présence d'un patient sous ventilation mécanique. 4 utilisent plusieurs modes ventilatoires, et 1 ne l'utilise qu'en ventilation spontanée.

⇒ **80,8% des IADE utilisant la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique respectent le mode ventilatoire recommandé.**

VOLUME COURANT

Les études montrent qu'il faut un volume courant supérieur à 8 mL.kg^{-1} pour que les variations ventilatoires de pression soient significatives en terme de précharge dépendance.

Concernant le volume courant réglé, **81,2% des sondés pensent que l'utilisation se fait avec un Vt entre 6 et 8 mL.kg^{-1}**. Seulement 11,6% ont répondu un Vt supérieur à 8 mL.kg^{-1}, et 7,2% ont répondu les deux. (*Figure 7a)*

Si l'on s'intéresse aux 26 répondants ayant déclaré utiliser la courbe de pléthysmographie, la différence est plus marquée : 76% ont répondu pour un V_t entre 6 et 8 mL.kg^{-1}, **20% d'entre eux ont répondu s'en servir pour un V_t supérieur à 8 mL.kg^{-1}**. *(Figure 7b)*

D'après la figure 7, on s'aperçoit que, parmi les 8 personnes ayant répondu utiliser un Vt supérieur à 8 ml.kg^{-1}, 5 d'entre elles font partie de ceux qui l'utilisent en pratique courante.

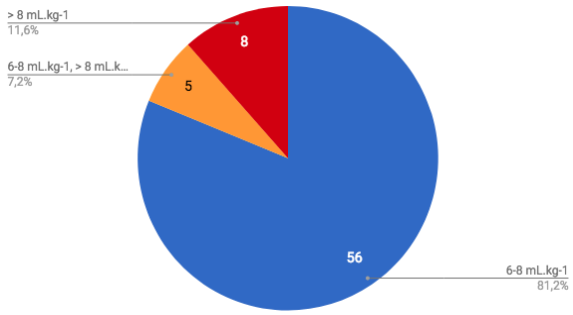


Figure 7a : Distribution des réponses de tous les IADE sur le réglage du volume courant lors de l'utilisation de la courbe de pléthysmographie (n=70)

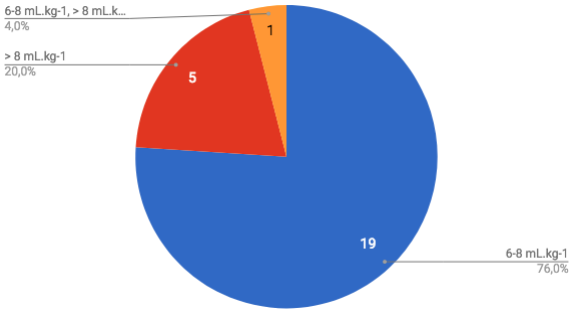


Figure 7b : Distribution des réponses des IADE utilisant la courbe de pléthysmographie, sur le réglage du volume courant lors de son utilisation (n=26)

Figure 7 : Comparaison des réponses concernant le choix de volume courant associé à l'utilisation de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique : total des répondants (Figure 7a) vs répondants ayant déclaré utiliser la courbe de pléthysmographie en pratique courante (Figure 7b)

⇒ En terme de volume courant, **les IADE n'appliquent pas les bonnes pratiques d'utilisation de la courbe de pléthysmographie**.

⇒ Les IADE qui connaissent les recommandations de bonnes pratiques (V_t supérieur à 8 mL.kg^{-1}) sont essentiellement ceux qui utilisent la pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique.

TYPE D'ANESTHESIE

Le questionnaire propose aux sondés de choisir le type d'anesthésie compatible avec l'interprétation de la courbe de pléthysmographie : sédation, ALR centrale ou périphérique, et anesthésie générale.

Parmi les 70 réponses, 78,3% considèrent que l'utilisation de la courbe de pléthysmographie ne peut se faire que si le patient est **sous anesthésie générale**.

Cette majorité est d'autant plus marquée chez les 26 IADE déclarant utiliser ce monitorage en pratique courante : 88% ne l'utilisent que sous anesthésie générale.

On peut également constater qu'environ 17% ont sélectionné toutes les réponses, et ne considèrent donc pas le type d'anesthésie comme un critère discriminant l'utilisation de la courbe de pléthysmographie.

⇒ **Les IADE connaissent le mode d'anesthésie nécessaire à l'utilisation de la courbe de pléthysmographie** (anesthésie générale), et ce d'autant qu'ils l'utilisent en pratique courante.

SITE DE MESURE

Les études menées ayant toutes utilisé un site de mesure distal (Cf. chapitre II.1.3, « Interférences », p. 11), la validation de l'analyse de la courbe de pléthysmographie n'est validée que pour un signal recueilli par ce biais.
Parmi les choix de sites de mesure proposés (distal ou céphalique), les 72 réponses obtenues sont très largement **en faveur du site distal**, à hauteur de 83,1%. 14,1% d'entre eux considèrent les deux sites comme fiables, et seulement 2,8% ont choisi le site céphalique.

Cependant, si l'on considère les 26 IADE ayant déclaré utiliser la courbe, on observe une majorité moins forte, bien qu'importante, pour le site distal, de 73,1%.
De plus, près de 20% d'entre eux considèrent les deux sites comme utilisables.

⇒ **Les IADE connaissent le site de mesure validé** scientifiquement pour le recueil d'une courbe de pléthysmographie interprétable.

INTERFERENCES

- *Troubles du rythme cardiaque*

Nous savons que la présence d'une arythmie cardiaque invalide le recueil de la courbe de pléthysmographie.
A cette question, 83,1% des 72 réponses totales vont en ce sens, et **92,3% des 26 IADE utilisant la courbe de pléthysmographie déclarent que l'arythmie cardiaque la rend ininterprétable.**

- *Utilisation d'amines*

Pour 74,6% des 72 sondés, **l'utilisation d'amines ne permet pas l'utilisation de la courbe de pléthysmographie.**

Parmi les 26 IADE l'utilisant, environ 70% répondent de même, soit 30% qui considèrent que l'utilisation d'amines n'interfère pas dans le recueil du signal.

⇒ **Les IADE connaissent les situations modifiant la courbe de pléthysmographie** et empêchant son interprétation.

UTILISATION EN PEDIATRIE

L'interprétation du signal recueilli chez les patients pédiatriques (dont l'âge est inférieur à 18 ans) n'est pas validée par la communauté scientifique dans l'interprétation hémodynamique de la courbe de pléthysmographie. Que ce soit parmi l'intégralité des 70 répondants, ou parmi les 26 IADE utilisant la courbe de pléthysmographie, **environ 60% pensent que son utilisation ne s'applique pas à la pédiatrie**.

Toutefois, parmi les 20 IADE ayant déclaré rencontrer des prises en charge pédiatriques sur leur lieu de travail, nous avons recueilli 19 réponses :

- 10 d'entre eux considèrent que l'analyse de la courbe de pléthysmographie s'applique à la pédiatrie.
- 7 déclarent utiliser la courbe de pléthysmographie, dont 4 la considèrent interprétable en pédiatrie.
- 13 n'utilisent pas la courbe de pléthysmographie, mais 6 la considèrent applicable à la pédiatrie.

Parmi les 19 répondants, 6 travaillent dans un bloc pédiatrique dédié : 4 déclarent considérer la courbe de pléthysmographie comme valable en pédiatrie, mais seulement 1 IADE déclare l'utiliser, et la considère validée pour la pédiatrie.

⇒ Les IADE considèrent majoritairement que **l'interprétation de la courbe de pléthysmographie n'est pas validée en pédiatrie**.

⇒ Les IADE confrontés à des prises en charge pédiatriques pensent plutôt le contraire.

UTILISATION D'UNE PEEP

La présence d'une PEEP dans les paramètres ventilatoires n'est pas un critère exigible dans l'interprétation de la courbe de pléthysmographie. Cependant, 53,6% des 70 répondants pensent le contraire, ainsi que 72% des IADE l'utilisant en pratique courante (25 réponses sur 26 attendues).

⇒ La moitié des IADE interrogés pensent qu'**une PEEP est nécessaire à l'interprétation de la courbe de pléthysmographie** dans le monitorage hémodynamique.

SYNTHESE DES CONNAISSANCES

Après analyse des réponses obtenues, on constate que **les conditions d'utilisation nécessaires à l'interprétation de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique sont plutôt bien connues pour certaines** (ventilation contrôlée, anesthésie générale, site de mesure distal, absence de troubles du rythme cardiaque et d'utilisation d'amines).

En revanche, on constate des **erreurs de pratique** quant au **volume courant utilisé**, à l'obligation de **l'introduction d'une PEEP**, et dans **l'application aux patients pédiatriques**.

V.2. POSTURE CRITIQUE : BIAIS ET LIMITES DE L'ENQUETE

V.2.1. ECHANTILLONNAGE

Comme précédemment indiqué, le taux de réponses recueillies est insuffisant pour que l'échantillon des sondés soit représentatif de la population française IADE.

Les résultats de cet audit n'ont qu'une valeur déclarative, les résultats obtenus ne sont pas extrapolables à la population IADE en France.

Une évaluation des pratiques professionnelles (EPP) serait davantage en mesure d'apporter des résultats significatifs.

V.2.2. OUTIL D'ENQUETE

L'utilisation d'un questionnaire diffusé par Internet exclut les IADE qui n'y ont pas accès, ce que l'on peut considérer comme une minorité de personnes à ce jour (toutes les structures de soins sont équipées d'un réseau). Toutefois, cela peut décourager celles et ceux qui ne maîtrisent pas Internet ou le logiciel support. De plus, cela peut rendre suspicieux certaines personnes sujettes à recevoir des mails de sollicitation indésirables (*spams*), ou craignant pour la sécurité informatique de leurs appareils (virus).

Concernant la construction du questionnaire, l'analyse des réponses a mis en exergue quelques points négatifs.

En effet, mes connaissances limitées dans l'utilisation de Google Forms™ (que ce travail a malgré tout améliorées) ne m'ont pas permis d'en faire une utilisation optimale. Certaines questions se sont retrouvées sans réponse, sans toutefois être en nombre significatif pour modifier les résultats puisque dès ce constat, j'ai modifié le questionnaire afin de rendre les questions obligatoires.

D'autre part, certaines questions ont été complétées par des personnes interrogées qui n'auraient pas dû y répondre, aléa induit par l'auto-administration du questionnaire. Cela a significativement augmenté le nombre de répondants par rapport à celui attendu[4]. Un renvoi aux questions concernées en fonction de la réponse aurait évité cet écart.

Comme toute enquête réalisée par questionnaire, les modalités de réponses comportent certains biais :

- *Le biais de sélection* : la nature du sujet, établie par le titre du questionnaire, sélectionne plutôt les personnes qui se sentent concernées ou s'y intéressent.
- *L'effet d'attente* : lorsque l'on interroge des personnes sur leurs connaissances, elles auront tendance à répondre ce qu'elles croient que l'on attend d'elles.
- *Le biais de désirabilité sociale* : par souci de projeter une image positive de soi, le sondé peut vouloir chercher les réponses (sur Internet ou auprès d'un tiers présent) afin de ne pas « se tromper ».
- *Le biais de tendance centrale* : lors de réponses proposées sous forme d'échelles linéaires, les répondants auront tendance à éviter les extrêmes ; l'impossibilité de choisir une valeur centrale atténue ce biais.

On ne peut également pas écarter un problème technique inhérent à la plateforme support, un problème de réseau Internet, ou une défaillance de l'interface utilisée, décourageant les sondés de répondre à l'enquête.

V.2.3. DONNEES NON RECUEILLIES

Après analyse des résultats, certaines données auraient eu intérêt à être recueillies, afin d'optimiser la précision de l'audit :

- Une question concernant la connaissance par les IADE des recommandations d'experts dans l'utilisation de la courbe de pléthysmographie aurait permis de faire un point à ce sujet.
- L'âge et le sexe des répondants ne sont pas demandés, ce qui ne permet pas d'établir une représentativité de l'échantillon par rapport à la population IADE en France
- Les questions 1 et 8 *(Annexe 2)* présentent un biais méthodologique se traduisant par une mauvaise présentation de leurs énoncés, et par conséquent l'impossibilité d'exploiter les données recueillies. Une reformulation ou un changement de présentation serait à envisager, afin de clarifier le mode de réponse et rendre les données exploitables et spécifiques.

[4] Voir Chapitre V.1.3.B., « Répondants « Oui » », p. 21.

VI. DISCUSSION

L'analyse des résultats de cet audit permet de confirmer l'hypothèse principale : l'analyse de la courbe de pléthysmographie par les IADE dans le monitorage hémodynamique n'est pas effectuée pas selon les pratiques recommandées d'utilisation.
Plusieurs éléments peuvent en être à l'origine, sur lesquels nous pouvons axer notre réflexion.

VI.1. NECESSITE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE

Comme nous l'avons vu précédemment, certains critères confondants ou indispensables à l'interprétation de la courbe de pléthysmographie ne sont pas respectés : le volume courant, l'exclusion de la population pédiatrique et la non-nécessité d'une PEEP.
De plus, la validation scientifique de l'analyse de la courbe se fait exclusivement par le biais du PVI, monitorage spécifique qui n'est utilisé que par 12,5% des répondants, alors que près de 75% utilisent la courbe de pléthysmographie issue de l'oxymètre de pouls. *(Figure 3, p.19).* Ces données vérifient l'hypothèse secondaire de ce travail de recherche, et constatent un manque de moyens théoriques et techniques nécessaires à l'utilisation de la courbe de pléthysmographie.

Si l'on recense les réponses des 9 sondés déclarant utiliser le PVI en pratique courante, concernant les modalités d'utilisation, on constate que:

- 8 IADE l'utilisent avec un volume courant inférieur à 8mL.kg^{-1}.
- 3 IADE l'utilisent avec une PEEP.
- 3 IADE l'utilisent lorsque des amines sont en cours d'administration.
- Aucun ne l'utilise en cas de troubles du rythme.
- Aucun ne l'utilise en pédiatrie.

Il apparaît que les IADE utilisant le PVI connaissent certaines conditions de bonnes pratiques, mais le réglage du volume courant peut encore conduire à des erreurs d'interprétation.

Nous pouvons légitimement nous interroger sur la formation à cet outil : les conditions d'utilisation sont-elles bien exposées ? Une formation spécifique a-t-elle eu lieu dans les services utilisant le PVI ? Le principe de fonctionnement est-il bien connu des utilisateurs ?
Il serait intéressant de compléter le recueil de données avec des éléments de réponses à ces questions, afin de repérer le ou les dysfonctionnement(s) et réajuster les pratiques.

En cas de réalisation d'une session de formation ou d'information, il semblerait pertinent de réitérer un audit de pratiques, afin de comparer les résultats obtenus après intervention et d'en évaluer l'efficacité.
Une confrontation entre les méthodes d'apprentissage des corps médical et paramédical pourrait également permettre de détecter des différences susceptibles d'améliorer la formation et les pratiques.

Ces constatations mettent en exergue la nécessité de la formation continue dans notre domaine, par tous les moyens à disposition : échanges professionnels interdisciplinaires, formation professionnelle, recherches personnelles,

VI.2. DIFFUSION DES RECOMMANDATIONS ET EVOLUTION DES PRATIQUES

Les recommandations des sociétés savantes dans le domaine médical sont en constante évolution, initiées par les essais et autres recherches scientifiques.
Les professionnel.le.s se doivent de se tenir informé.e.s des nouvelles découvertes inhérentes à leurs domaines de compétence. Toutefois, certaines branches de la médecine telles que l'anesthésie évoluent de manière preste, et il n'est pas toujours possible de s'enquérir des dernières recommandations de bonnes pratiques dès leur diffusion.
De plus, les changements apportés par les avancées de la recherche sont parfois radicaux, et parfois minimes, donc susceptibles d'être moins exposés dans la littérature et les médias spécialisés.

Concernant les variations respiratoires de la courbe de pléthysmographie, si l'on considère les résultats de l'enquête, nous pouvons penser que les recommandations de la SFAR sur la validation du PVI ne sont pas ou peu diffusées.
Plusieurs causes peuvent en être à l'origine : un manque de communication de la SFAR à ce sujet, un défaut d'information des responsables des services de bloc opératoire (chefs de service, cadres), un manque de recherche individuelle...

C'est dans ce contexte que les échanges entre le MAR et l'IADE me paraissent pertinents. Les médecins sont en général plus au fait des réactualisations des pratiques, puisqu'ils constituent les équipes d'experts qui en sont à l'origine.
La communication entre MAR et IADE, indispensable au bon fonctionnement du binôme, me semble d'autant plus opportune dans la transmission du savoir scientifique, et constitue une ressource directe pour l'IADE dans son information sur les avancées des recherches

médicales. Toutefois, elle doit ne doit ni être exclusive, ni empêcher de développer ses connaissances de manière individuelle.

VI.3. METHODE EMPIRIQUE VS. EXPERIMENTALE

Nous avons recensé 26 IADE utilisant la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique. Parmi eux, seulement 2 personnes l'utilisent par le biais du PVI, les autres déclarant utiliser les variations d'amplitude de la courbe dérivée de l'oxymètre de pouls (2 personnes n'ont pas répondu). Un.e sondé.e a même précisé que la baisse de la saturation entraînait un remplissage vasculaire en pédiatrie. *(Figure 8)*
Dans certains cas, l'analyse de la courbe de pléthysmographie fait partie intégrante d'une démarche diagnostique, avec des actions mises en place suite aux résultats obtenus.

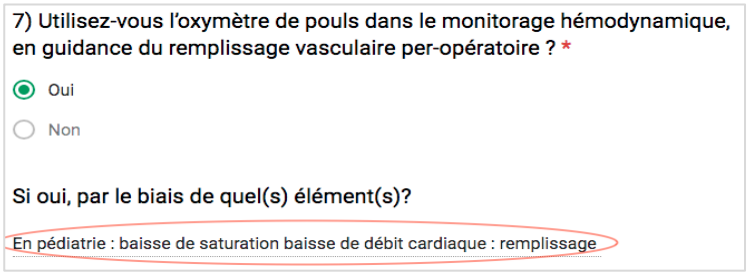


Figure 8 : Réponse du.de la sondé.e n°33 à la question sur l'élément de surveillance hémodynamique utilisé par le biais de l'oxymètre de pouls

Nous pouvons nous interroger quant à ces pratiques : bien qu'aucune étude n'ait prouvé la validité de l'analyse de la courbe en simultané, force est de constater que certain.e.s IADE y trouvent des éléments interprétables, et des résultats suffisamment satisfaisants pour valider son intérêt dans le monitorage et la stratégie de remplissage vasculaire per-opératoires.

Sont-ils dans l'erreur ? Cette utilisation empirique de la courbe de pléthysmographie est-elle forcément synonyme de mésusage ? Ce constat interroge sur les voies de la légitimation de la connaissance, et l'inscription de la connaissance pratique dans la construction du savoir académique.

Il est vrai que la communauté scientifique n'accepte que peu les preuves issues de la seule observation et de l'expérience, considérées comme assujetties à des croyances et pratiques antérieures. Cependant, elles peuvent permettre de poser une hypothèse, dont la validité peut être testée par une méthode expérimentale.

Nous pourrions effectuer une analyse rétrospective des patients ayant bénéficié de remplissage vasculaire basée sur l'analyse pléthysmographique. En comparant ce groupe

avec un autre n'ayant pas profité d'un monitorage spécifique, considérant la morbi-mortalité post-opératoire secondaire à un remplissage vasculaire inadapté comme critère de jugement, trouverait-on un écart significatif ?
Nous pourrions également mener une étude comparative entre deux groupes de patients, dont le remplissage vasculaire serait guidé par l'analyse de la courbe de pléthysmographie d'une part, et non guidé par un monitorage spécifique d'autre part, pour en évaluer le retentissement post-opératoire.

VI.4. PERSPECTIVES PROFESSIONNELLES

Ces pistes de réflexion m'amènent à me projeter dans mon futur travail d'IADE.
Comme mon métier d'IDE, il nécessite une constante remise en question, de la formation continue, et une quête perpétuelle de connaissances et d'informations susceptibles d'améliorer nos pratiques. Les moyens que nous avons à disposition sont multiples : de la recherche personnelle à la formation interne ou universitaire, sans oublier les ressources humaines représentées au quotidien par l'équipe pluridisciplinaire.

Plus précisément, la collaboration avec le MAR apparaît primordiale.
Ce binôme de travail est relativement exceptionnel au sein d'un secteur de soin, comparable au duo chirurgien-IBODE. La qualité de l'échange et de la communication entre ces deux acteurs de l'anesthésie est un atout majeur dans la transmission du savoir médical, débouchant sur la compréhension et la confiance mutuelles nécessaires pour remplir nos rôles respectifs avec qualité et professionnalisme.

L'auto-interrogation sur ses pratiques permet d'en détecter les dysfonctionnements, d'ordre personnel ou professionnel. La réflexion peut aboutir à une hypothèse de recherche scientifique parfaitement valide, et faire l'objet d'une étude dans des domaines allant des sciences humaines et sociales à la recherche clinique. Après avoir été initiée à ces différentes méthodologies au cours de ma formation, il m'apparaît clairement que promouvoir le rôle infirmier dans la recherche est un atout majeur dans l'évolution de notre pratique, la légitimité de notre statut, et la considération par la communauté scientifique de notre métier.

Elle fera partie intégrante de ma future profession d'IADE, dont le but principal reste la sécurité : la sécurité de notre savoir garantit celle de notre pratique, de nos prises en charge, des patients, la nôtre, et la satisfaction d'un travail accompli de qualité, éléments essentiels à l'épanouissement professionnel et à la bonne conduite de notre métier.

VII. CONCLUSION

L'interprétation de la courbe de pléthysmographie est pratiquée par certains IADE dans le monitorage de la précharge dépendance, en guidance du remplissage vasculaire per-opératoire d'une anesthésie générale. L'oxymètre de pouls, outil de surveillance le plus simple et le plus rapide à mettre en place, est obligatoire dans la surveillance anesthésique. Par conséquent, tout le monde pourrait théoriquement bénéficier d'une évaluation de précharge-dépendance au bloc opératoire.

Or, d'après la littérature scientifique, les indices de précharge mesurés grâce à la courbe de pléthysmographie et validés scientifiquement sont le ΔPOP - qui ne peut pas se calculer en simultané de l'enregistrement du signal, et le PVI - qui ne s'obtient que par le biais d'un dispositif spécifique. Ces constatations sont à l'origine de l'audit de pratiques professionnelles que j'ai réalisé dans le cadre de mon mémoire. La confrontation entre la pratique courante que j'ai observée et mes recherches bibliographiques m'amène à penser que les conditions d'utilisation de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique sont mal connues des IADE.

L'objectif principal de cette étude observationnelle était de recueillir leurs modalités d'utilisation de la courbe de pléthysmographie, pour les analyser sous l'angle des connaissances et de la pratique courante. Il s'avère qu'un tiers des IADE interrogé.e.s utilisent la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique, utilisation qui ne respecte pas toutes les conditions nécessaires à son interprétation. Outre l'absence de preuves permettant d'interpréter la courbe en simultané, les principales erreurs résident dans le volume courant (insuffisant) et dans l'application à la pédiatrie (non validé scientifiquement).

Cela confirme l'hypothèse de départ, et amène à réfléchir quant aux modalités de formation à l'apprentissage de cet outil (principe et limites de fonctionnement), ainsi qu'à la diffusion des recommandations de bonnes pratiques à ce sujet.

L'heure est à la diminution du temps de parcours du patients dans les établissements de santé (*fast-track*). Les différents monitorages apparus depuis ces dernières années tendent à exploiter un maximum de données paracliniques afin d'optimiser les conditions de prise en charge, de diminuer les complications per et post-opératoires, pour garantir la qualité des soins et la sécurité des patients. Dans ce contexte d'intérêt de santé publique majeur, le monitorage de la précharge-dépendance est de plus en plus exploité, les études montrant qu'une mauvaise adaptation du remplissage vasculaire per-opératoire entrave la réhabilitation des patients. Au départ réservé aux patients à risque, en raison de leur terrain

ou de la chirurgie dont ils bénéficiaient, il tend à se généraliser à tous les types de patients et de chirurgie pratiqué.e.s.
A propos des moyens mis en œuvre pour appliquer ces recommandations, on constate que le PVI n'est pas un dispositif souvent disponible dans les blocs opératoires. Est-ce une question de coût, d'ergonomie ? Ou parce que les professionnel.les sont mal informé.e.s de son intérêt dans la prise en charge per-anesthésique ?

Quid de l'intégration directe de cet indice dans les moniteurs de surveillance ?
Tout comme le ΔPP - au départ calculé par des manipulations sur les courbes recueillies par un capteur artériel invasif - est désormais intégré à la majeure partie des moniteurs utilisés en pratique courante, le PVI, basé sur l'IP, ne pourrait-il pas être intégré de la même manière dans les moniteurs par le biais du signal recueilli par l'oxymètre de pouls ?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Décret sécurité - 8/12/1994. SFAR - Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. 1994. Disponible sur: http://sfar.org/decret-securite-8121994/
2. Tavernier B, Makhotine O, Lebuffe G, Dupont J, Scherpereel P. Systolic Pressure Variation as a Guide to Fluid Therapy in Patients with Sepsis-induced Hypotension: Anesthesiology. déc 1998;89(6):1313‑21.
3. Michard F, Boussat S, Chemla D, Anguel N, Mercat A, Lecarpentier Y, et al. Relation between Respiratory Changes in Arterial Pulse Pressure and Fluid Responsiveness in Septic Patients with Acute Circulatory Failure. Am J Respir Crit Care Med. juill 2000;162(1):134‑8.
4. Décret no 94-1050 du 5 décembre 1994 relatif aux conditions techniques de fonctionnement des établissements de santé en ce qui concerne la pratique de l'anesthésie et modifiant le code de la santé publique (troisième partie: Décrets). 94-1050 déc 5, 1994.
5. Feissel M. La pléthysmographie de l'oxymètre de pouls: un ancien tracé plein d'avenir? Principes et applications cliniques. Réanimation. avr 2007;16(2):124‑31.
6. Shelley KH, Dickstein M, Shulman SM. The detection of peripheral venous pulsation using the pulse oximeter as a plethysmograph. - PubMed - NCBI. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=The+detection+of+peripheral+venous+pulsation+using+the+pulse+oximeter+as+a+plethysmograph
7. Lima AP, Beelen P, Bakker J. Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion. Crit Care Med. juin 2002;30(6):1210‑3.
8. Partridge BL. Use of pulse oximetry as a noninvasive indicator of intravascular volume status. Journal of Clinical Monitoring, oct 1987;3(4):263‑8.
9. Patterson SW, Starling EH. On the mechanical factors which determine the output of the ventricles. J Physiol. 8 sept 1914;48(5):357.
10. Shamir M, Eidelman LA, Floman Y, Kaplan L, Pizov R. Pulse oximetry plethysmographic waveform during changes in blood volume. Br J Anaesth. févr 1999;82(2):178‑81.
11. Cannesson M, Besnard C, Durand PG, Bohé J, Jacques D. Relation between respiratory variations in pulse oximetry plethysmographic waveform amplitude and arterial pulse pressure in ventilated patients. Crit Care. 2005;9(5):R562.
12. Pizov R, Eden A, Bystritski D, Kalina E, Tamir A, Gelman S. Arterial and Plethysmographic Waveform Analysis in Anesthetized Patients with Hypovolemia: Anesthesiology. juill 2010;113(1):83‑91.
13. Variations in Arterial Blood Pressure and Photoplethysmography During Mechanical

Ventilation Disponible sur: http://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/Fulltext/2006/11000/Variations_in_Arterial_Blood_Pressure_and.20.aspx

14. Cannesson M, Desebbe O, Hachemi M, Jacques D, Bastien O, Lehot J-J. Respiratory variations in pulse oximeter waveform amplitude are influenced by venous return in mechanically ventilated patients under general anaesthesia: Eur J Anaesthesiol. mars 2007;24(3):245‑51.

15. Feissel M, Teboul J-L, Merlani P, Badie J, Faller J-P, Bendjelid K. Plethysmographic dynamic indices predict fluid responsiveness in septic ventilated patients. Intensive Care Med. 24 mai 2007;33(6):993‑9.

16. Indice de variabilité de la pleth (PVI) : une mesure dynamique pour aider à évaluer la physiologie et la réponse au remplissage vasculaire, MASIMO; Disponible sur: http://www.masimo.fr/pdf/pvi/LAB4607B_Technical_Bulletin_Pleth_Variability_Index_French.pdf

17. Indice de variabilité pléthysmographique. MASIMO. Disponible sur: http://www.masimo.com/siteassets/france/pdf/pvi/lab5437b_sell_sheet_pvi_french.pdf

18. Cannesson M, Desebbe O, Rosamel P, Delannoy B, Robin J, Bastien O, et al. Pleth variability index to monitor the respiratory variations in the pulse oximeter plethysmographic waveform amplitude and predict fluid responsiveness in the operating theatre. BJA Br J Anaesth. 1 août 2008;101(2):200‑6.

19. Cannesson M, Delannoy B, Morand A, Rosamel P, Attof Y, Bastien O, et al. Does the Pleth Variability Index Indicate the Respiratory-Induced Variation in the Plethysmogram and Arterial Pressure Waveforms?: Anesth Analg. avr 2008;106(4):1189‑94.

20. Siswojo AS, Wong DM-Y, Phan TD, Kluger R. Pleth Variability Index Predicts Fluid Responsiveness in Mechanically Ventilated Adults During General Anesthesia for Noncardiac Surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1 déc 2014;28(6):1505‑9.

21. Huiku M, Campari L, Viertio-Oja H. L'indice de variabilité pléthysmographique (SPI) dans la pratique de l'anesthésie. GE Healthcare; 2015. Disponible sur: http://www3.gehealthcare.fr/~/media/downloads/uk/product/anaesthesia/spi whitepaper-fr.pdf

22. Huiku M, Uutela K, van Gils M, Korhonen I, Kymäläinen M, Meriläinen P, et al. Assessment of surgical stress during general anaesthesia. Br J Anaesth. avr 2007;98(4):447‑55.

23. Colombo R, Raimondi F, Corona A, Rivetti I, Pagani F, Porta VD, et al. Comparison of the Surgical Pleth Index with autonomic nervous system modulation on cardiac activity during general anaesthesia: A randomised cross-over study. Eur J Anaesthesiol. févr 2014;31(2):76‑84.

24. Chen X, Thee C, Gruenewald M, Wnent J, Illies C, Hoecker J, et al. Comparison of Surgical Stress Index-guided Analgesia with Standard Clinical Practice during Routine General Anesthesia: A Pilot Study. Anesthesiology. mai 2010;112(5):1175‑83.

25. Awad AA, Ghobashy MA, Ouda W, Stout RG, Silverman DG, Shelley KH. Different responses of ear and finger pulse oximeter wave form to cold pressor test. Anesth Analg. juin 2001;92(6):1483‑6.

26. Biais M, Cottenceau V, Petit L, Masson F, Cochard J-F, Sztark F. Impact of norepinephrine on the relationship between pleth variability index and pulse pressure variations in ICU adult patients. Crit Care. 2011;15(4):R168.

27. Chong MA, Wang Y, Berbenetz NM, McConachie I. Does goal-directed haemodynamic and fluid therapy improve peri-operative outcomes?: A systematic review and meta-analysis. Eur J Anaesthesiol. janv 2018;1.

28. Demirel İ, Bolat E, Altun AY, Özdemir M, Beştaş A. Efficacy of Goal-Directed Fluid Therapy via Pleth Variability Index During Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery in Morbidly Obese Patients. Obes Surg. févr 2018;28(2):358‑63.

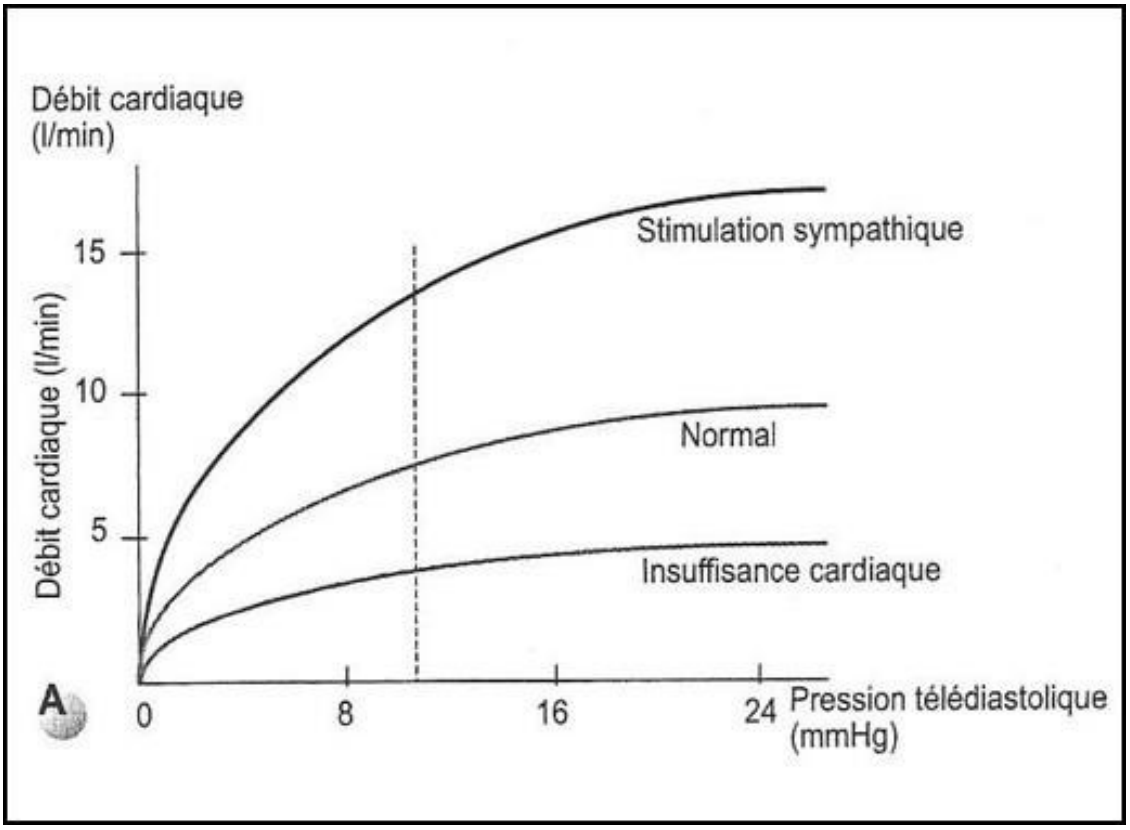
29. Grocott MPW, Mythen MG, Gan TJ. Perioperative Fluid Management and Clinical Outcomes in Adults: Anesth Analg. avr 2005;100(4):1093‑106.

30. Vallet B, Blanloeil Y, Cholley B, Orliaguet G, Pierre S, Tavernier B. Stratégie du remplissage vasculaire périopératoire. Ann Fr Anesth Réanimation. juin 2013;32(6):454‑62.

ANNEXES

ANNEXE 1

Loi de Frank-Starling



ANNEXE 2 : Questionnaire

Les pratiques de monitorage de la pléthysmographie au bloc opératoire

Bonjour,
Dans le cadre de mon mémoire de fin d'études de l'école d'infirmiers(ères) anesthésistes du CHU de Bordeaux, je souhaite évaluer les pratiques de monitorage de la pléthysmographie au bloc opératoire par les infirmiers(ères) anesthésistes (IADE).

Je vous remercie de prendre le temps de répondre à ce questionnaire, cela ne prendra que cinq minutes, et m'aidera beaucoup à réaliser mon travail.

Pour plus de détails ou de questions, sur l'enquête ou le sujet de mon mémoire, vous pouvez me contacter par mail : juliepando@gmail.com.

Les réponses sont attendues avant le 30 avril 2018.

Julie PANDO
EIA 2ème année
IMS Pellegrin - CHU Bordeaux

*Obligatoire

1) Combien d'années d'expérience IADE avez-vous (depuis l'année de votre diplôme): *
Une seule réponse possible.

- ◯ < 5 ans
- ◯ 5 -10 ans
- ◯ 10 - 15 ans
- ◯ 15 - 20 ans
- ◯ > 20 ans

Spécialité(s) chirurgicale(s) de votre lieu de travail actuel (si vous travaillez dans un bloc polyvalent, ne cochez que la case prévue à cet effet): *
Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Orthopédique
- ☐ Viscérale / Endoscopique
- ☐ Urologique
- ☐ Vasculaire
- ☐ Thoracique
- ☐ Neurochirurgicale/ Céphalique (ORL, ophtalmologie, maxillo-faciale)
- ☐ Gynécologique / Obstétrique
- ☐ Urgences
- ☐ Pédiatrique
- ☐ Bloc polyvalent
- ☐ Secteur public
- ☐ Secteur privé
- ☐ Autre : _____

2) Utilisez-vous un oxymètre de pouls pour la surveillance des patients au bloc opératoire?*

Une seule réponse possible.

- ◯ Oui, tout le temps
- ◯ Oui, souvent
- ◯ Oui, parfois
- ◯ Non, jamais

3) Quel(s) indice(s) de monitorage dérivé(s) de l'oxymètre de pouls connaissez-vous ? (Plusieurs réponses possibles) *

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ L'analyse des variations d''amplitude de la courbe de pléthysmographie (ΔPOP)
- ☐ L'indice de perfusion (IP)
- ☐ Le Pleth Variability Index (PVI)
- ☐ Le Surgical Plethysmographic index (SPI) (anciennement SSI)
- ☐ Aucun cités
- ☐ Autre : _____

4) Comment avez-vous connu ces indices ? (Si vous avez répondu « aucun » à la question 3, merci de ne pas répondre)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ En cours
- ☐ En stage
- ☐ Sur votre lieu de travail (actuel ou ancien)
- ☐ Lors d'une formation continue ou d'un congrès
- ☐ Par des recherches personnelles
- ☐ Autre : _____

5) Quel(s) indice(s) dérivés de l'oxymètre de pouls utilisez-vous ? (Plusieurs réponses possibles) *

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ La courbe de pléthysmographie (variations d'amplitude)
- ☐ Le Pleth Variability Index (PVI)
- ☐ L'indice de perfusion (IP)
- ☐ Le Surgical Plethysmographic index (SPI) (anciennement SSI)
- ☐ Aucun cités
- ☐ Autre : _____

6) Diriez-vous que l'oxymètre de pouls est un élément indispensable dans le monitorage hémodynamique (précharge, débit cardiaque, volémie) ? *

Une seule réponse possible.

- ◯ Oui
- ◯ Non

7) Utilisez-vous l'oxymètre de pouls dans le monitorage hémodynamique, en guidance du remplissage vasculaire per-opératoire ? *

Une seule réponse possible.

- ◯ Oui
- ◯ Non

Si oui, par le biais de quel(s) élément(s)?

_____

Si non, pourquoi? (Plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Manque de fiabilité
- ☐ Pas de matériel disponible
- ☐ Manque de connaissances à ce sujet
- ☐ Utilisation d'un autre dispositif de monitorage
- ☐ Autre : _____

Si vous avez répondu NON à la question 7, rendez-vous directement à la question 11

8) Dans quelles situations utilisez-vous l'oxymètre de pouls comme outil de monitorage hémodynamique ?

Une seule réponse possible par ligne.

	Oui	Non
Chirurgie courte	◯	◯
Chirurgie intermédiaire	◯	◯
Chirurgie Longue	◯	◯
Patient ASA 1	◯	◯
Patient ASA 2	◯	◯
Patient ASA 3 et plus	◯	◯
En urgence	◯	◯

9) Sur une échelle de 0 à 5, comment évaluez-vous la fiabilité du monitorage hémodynamique par la courbe de pléthysmographie, toutes conditions d'utilisation respectées ?

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Pas du tout fiable	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Tout à fait fiable

10) Sur une échelle de 0 à 5, comment évaluez-vous l'importance du monitorage de la pléthysmographie dans votre stratégie de remplissage per-opératoire ?

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Pas du tout important	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Indispensable

Les questions 11 et 12 sont communes à tous

11) D'après vous, quelles sont les conditions nécessaires à l'interprétation de la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique ? *

Plusieurs réponses possibles.

	Spontanée	Aide inspiratoire	Contrôlée
Ventilation	☐	☐	☐

	Sédation	ALR périphérique ou centrale	Anesthésie générale
Anesthésie	☐	☐	☐

	6-8 mL.kg-1	> 8 mL.kg-1
Volume courant	☐	☐

	Distal (doigt, orteil)	Céphalique (front, oreille)
Site de mesure	☐	☐

	Oui	Non
Présence de troubles du rythme cardiaque	◯	◯

	Oui	Non
Utilisation d'amines	◯	◯

	Oui	Non
Utilisation d'une PEEP	◯	◯

	Oui	Non
En pédiatrie	◯	◯

12) Quel(s) outil(s) de monitorage hémodynamique utilisez-vous le plus en pratique courante ? (Deux réponses maximum) *

Une seule réponse possible.

- ◯ Les variations de pression pulsée (ΔPP) (capteur artériel invasif)
- ◯ L'analyse du contour de l'onde de pouls (ex: FloTrac ®, ProAQT®, MostCare®)
- ◯ La thermodilution transpulmonaire (ex: PiCCO®, Pulsioflex®)
- ◯ Echographie/Doppler transœphagien (ex: CardioQ®)
- ◯ Aucun
- ◯ Autre : _____

Google Forms

LA PLETHYSMOGRAPHIE : Audit des connaissances et des pratiques de monitorage au bloc opératoire

RESUME

Introduction – L'oxymètre de pouls est un outil de surveillance obligatoire, simple et non invasif, qui permet d'obtenir de nombreux indices de monitorage. Parmi eux, la courbe de pléthysmographie a montré son intérêt dans l'évaluation de la précharge dépendance et la stratégie de remplissage vasculaire chez les patients sous anesthésie générale en ventilation mécanique. Toutefois, son utilisation est encore mal connue. L'objectif de cette étude est d'évaluer les connaissances et les pratiques des IADE dans son application au monitorage hémodynamique et à la stratégie de remplissage vasculaire per-opératoire, et de les comparer aux recommandations de bonnes pratiques.

Méthode – Un questionnaire individuel a été adressé par Internet aux IADE de blocs opératoires publics et privés en France, du 1er mars au 30 avril 2018.

Résultats – Sur les 72 réponses obtenues, 26 IADE (36,1%) déclarent exploiter la courbe de pléthysmographie dans le monitorage hémodynamique, en guidance du remplissage vasculaire : 15 utilisent celle issue de l'oxymètre de pouls simple, 9 utilisent le Pleth Variability Index (PVI). On constate que les IADE trouvent ce monitorage plutôt fiable (71,4%), mais son utilisation ne respecte pas toutes les conditions d'utilisation nécessaires à son interprétation.

Discussion – Le faible taux de réponses à l'enquête n'a pas permis d'obtenir un échantillon représentatif. Malgré cela, il souligne un défaut de connaissances des modalités d'utilisation de la courbe de pléthysmographie. Un apport théorique et pratique, ainsi qu'une diffusion plus large des recommandations de bonnes pratiques pourraient pallier à ce manque.

MOTS-CLES : Oxymètre de pouls, Courbe de pléthysmographie, Précharge dépendance, Variations respiratoires, Monitorage, Remplissage vasculaire, IADE

THE PLETHYSMOGRAPHIC WAVEFORM : A clinical audit of knowledge and monitoring practices review in the operating room

ABSTRACT

Background – The pulse oximeter is an obligatory, convenient and non-invasive tool that provides many monitoring indices. One in particular, the plethysmographic waveform, has been of significant interest in preloaded dependance evaluation and volume expansion strategy in mechanically ventilated patients under general anaesthesia. A more comprehensive study into its uses has yet to be fully explored. The objective of this study is to evaluate the knowledge of anaesthetist nurses (AN) about its application in haemodynamic monitoring and goal-directed fluid therapy, as well as comparing them to the good pratice recommendations.

Methods – A questionnaire was sent via the Internet to public and private anaesthesist nurse departments in France, from March 1st to April 30th 2018.

Results – Of the 72 answers obtained, 26 AN report using plethysmographic waveform in haemodynamic monitoring and strategy of fluid responsiveness therapy : 15 use the one from the simple pulse oximeter, 9 use the Pleth Variability Index (PVI). It is found that AN consider this monitoring as reliable (71,4%), but its utilisation does not strictly apply the requisite conditions for good use.

Discussion – The low response rate to the survey did not provide a representative sample. Nevertheless, it reveals a lack of knowledge about the modalities of use of the plethysmography waveform. A theoretical and practical contribution, as well as a wider dissemination of the recommendations of good practices, could make up for this shortage.

KEYWORDS : Pulse oximeter, Fluid responsiveness, Preload dependance, Respiratory variations, Monitoring, Volume expansion, Anaesthetist nurse