



« VIGILEO® : LA SOLUTION POUR LE MONITORAGE HÉMODYNAMIQUE ? »

Gilles Lebuffe, Marion Costecalde, Benoît Vallet

Pôle d'Anesthésie Réanimation, Hôpital Claude Huriez, C.H.R.U. de Lille,
1 rue Michel Polonovski, 59000 Lille cedex, France.

INTRODUCTION

La société Edwards Life Science a commercialisé récemment le capteur Flotrac™ et le moniteur Vigileo® pour la mesure en continu du débit cardiaque (DC). Son calcul utilise l'analyse de l'onde de pouls mais à la différence du PiCCO™ (Pulsion Medical Systems, Munich) et du LiDCO™ (LiDCO, Cambridge) il ne nécessite pas de calibration du débit cardiaque par une technique de dilution d'indicateur. Le Vigileo® reporte le DC, l'index cardiaque (IC), le volume d'éjection (VE), le VE indexé et la variation respiratoire du volume d'éjection (VVE). Relié à un cathéter veineux central d'oxymétrie, il permet également la mesure en continu de la saturation veineuse centrale en oxygène (ScvO₂). Sa facilité d'utilisation laisse penser que le Vigileo® pourrait être une technique intéressante pour l'optimisation hémodynamique. En effet, les stratégies thérapeutiques basées sur l'optimisation du remplissage vasculaire [1-3] ou de l'oxygénation tissulaire [4] ont été le plus souvent associées à une amélioration du pronostic des patients chirurgicaux ou de réanimation.

1. PLACE POTENTIELLE DU VIGILEO® DANS L'OPTIMISATION HÉMODYNAMIQUE

Le remplissage adapté au besoin du patient apparaît comme un facteur essentiel pour le pronostic des patients. Plusieurs études ont rapporté pour différents types de chirurgie les effets bénéfiques sur la morbi-mortalité d'un remplissage guidé sur l'augmentation du VE. En chirurgie générale, l'administration des fluides a été significativement plus élevée chez les patients avec un doppler œsophagien pour lesquels le remplissage visait à obtenir un VE maximal [2]. Cette optimisation hémodynamique était associée à une reprise précoce du transit, une diminution des nausées et vomissements postopératoires et à une réduction de la durée de séjour. Pour d'autres, l'administration guidée des solutés de remplissage par le doppler œsophagien s'accompagnait d'une diminution du nombre d'admissions en réanimation [3]. Des résultats similaires étaient observés pour la prise en charge des patients opérés en urgence pour

fracture du fémur. L'utilisation du doppler œsophagien pour maintenir le VE à sa valeur maximale aboutissait à une réhabilitation postopératoire précoce et à une réduction de la durée de séjour [1].

Au regard des études précédentes, les moniteurs estimant le VE à partir de l'analyse de l'onde pouls devraient avoir leur place dans l'optimisation hémodynamique des patients chirurgicaux. Le principal avantage du Vigileo® est sa facilité de mise en place car seul un cathéter artériel est nécessaire pour estimer le VE. Il calcule et affiche également en continu VVE qui a été démontré pour le PiCCO™ comme un indicateur dynamique de réserve de précharge chez les patients soumis à une ventilation en pression positive [5]. Le calcul de VVE est fondé sur la variabilité respiratoire de la surface sous la portion systolique de la courbe de pression artérielle. Pour autant, la mesure continue de l'indice VVE par le moniteur Vigileo® doit être validée par rapport à l'indice de précharge dépendance de référence qu'est la variabilité respiratoire de la pression pulsée (ΔPP). En effet, $\Delta PP > 13 \%$ [6], de même que les variations de pression artérielle systolique > 10 mmHg [7], ont été démontrés comme des indices de précharge dépendance au cours du choc septique et pour des chirurgies où il existe des variations brutales de la volémie (chirurgie hépatique) [8] et de la compliance artérielle (chirurgie vasculaire abdominale) [9]. Si le VVE du Vigileo® s'avérait être un indicateur fiable de réserve de précharge, sa mesure continue faciliterait l'optimisation de la volémie au bloc opératoire.

Le Vigileo® offre aussi la possibilité d'évaluer l'adéquation entre les besoins et les apports tissulaires en oxygène (O_2) par le monitoring de $ScvO_2$ rendu possible par l'adjonction d'une fibre optique au cathéter veineux central (Edwards Life Science, Irvine, Californie). Les cathéters veineux centraux ont l'avantage d'être plus régulièrement utilisés que les cathéters artériels pulmonaires, plus faciles à positionner, ils sont moins iatrogènes et moins coûteux. Une diminution de la $ScvO_2$ au-dessous de 70 à 65 % indique une chute du transport en O_2 et/ou une augmentation de la demande en O_2 . Ceci doit entraîner la mesure de l'hémoglobine, de la saturation artérielle en O_2 , du DC, la recherche de causes potentielles d'augmentation de la demande en O_2 , et finalement la mise en route d'un traitement approprié. L'application de ces dernières mesures a récemment prouvé sa supériorité par rapport aux paramètres cliniques usuels (pression artérielle, diurèse) et son influence en termes de bénéfice sur la mortalité a été démontrée. Ceci a été réalisé pour la prise en charge initiale du sepsis sévère aux urgences [4]. Dans cette étude, la $ScvO_2$ devait être maintenue au dessus de 70 % dans le groupe optimisé. La mortalité hospitalière a été réduite de 16 % dans ce même groupe. Les différences en termes de thérapeutiques induites par la mesure continue de la $ScvO_2$ ont surtout consisté en un remplissage vasculaire plus rapide, la transfusion d'un plus grand nombre de concentrés érythrocytaires, et l'administration plus fréquente de dobutamine (5 à 20 $\mu g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, 13 % des patients). Plus récemment, la $ScvO_2$ a été évaluée en chirurgie abdominale lourde où comme l'IC et le score de POSSUM, elle s'est avérée comme un facteur prédictif de survenue de complications postopératoires [10]. Dans ce travail, le seuil associé à l'augmentation de morbidité était 64 %.

Au total, avec le monitoring continu concomitant du VE, du VVE et de la $ScvO_2$, le Vigileo® semble faciliter l'interprétation des modifications du VE et de la $ScvO_2$. Ce monitoring devrait donc trouver sa place au bloc opératoire où le pronostic du patient est dépendant du niveau de remplissage vasculaire

adapté au mieux sur le VE et/ou sur des indices de précharge dépendance [11]. Chez les patients en situation hémodynamique précaire traités par médicaments vasoactifs qui modifient la compliance vasculaire et exposent au risque d'hypoperfusion tissulaire, la satisfaction des besoins en O_2 doit être au cœur de la prise en charge hémodynamique [4]. Dans ce cadre, la mesure en continu d'un paramètre d'oxygénation globale comme la $ScvO_2$ positionne avantageusement le Vigileo® dans la prise en charge de ces patients. La surveillance de la $ScvO_2$ doit permettre d'apprécier au mieux les effets respectifs du remplissage et des agents vasoactifs dont le retentissement sur les variations de compliance vasculaire limite l'interprétation des indicateurs dynamiques de précharge [12].

Théoriquement, le Vigileo®, en proposant la mesure du DC, d'indice prédictif de la réponse au remplissage et potentiellement d'un paramètre d'oxygénation tissulaire, possède des atouts importants pour être proposé dans les protocoles d'optimisation hémodynamique. Pour autant, la méthode et la validité des calculs doivent être évaluées afin de discerner les limites potentielles de ce moniteur.

2. MESURE DU DÉBIT CARDIAQUE PAR ANALYSE DE L'ONDE DE POULS

Avec la méthode d'analyse de l'onde de pouls, la courbe de pression artérielle prédit le débit instantané. Or, comme la courbe de pression utilisée n'est pas celle de l'aorte elle-même, mais celle d'une artère périphérique (fémorale ou radiale), les systèmes de mesure ont intégré des éléments de résistance, de compliance et d'impédance pour que le modèle artériel rende compte le plus fidèlement possible de la courbe de pression aortique [13]. Les valeurs attribuées aux paramètres du modèle sont estimées en fonction des caractéristiques du sujet et à partir de la forme de l'onde de pression. Ces valeurs sont ensuite corrigées et affinées automatiquement après ou non une calibration par dilution d'indicateur. Le Vigileo® se différencie du PiCCO™ et du LiDCO™ par une calibration interne recalculée toutes les 10 minutes. Aussi, la compliance et les résistances vasculaires systémiques sont données statistiquement à partir de l'analyse de la courbe de pression artérielle et d'abaques tenant compte de la taille, du poids, de l'âge et du sexe du patient [14, 15].

3. VALIDATION DE LA MESURE DU DC PAR LE VIGILEO®

Les valeurs du DC obtenues par le Vigileo® ont été comparées à celles mesurées par thermodilution avec un cathéter artériel pulmonaire à DC continu chez des patients de chirurgie cardiaque [16]. Dans ce travail, le DC variait de 2,8 à 9,6 l.min⁻¹ avec une valeur moyenne à 6 l.min⁻¹. Une analyse de Bland et Altman retrouvait entre les deux techniques un biais de -0,4 l.min⁻¹ avec une limite d'agrément assez étroite autour de +/- 1,6 l.min⁻¹. Plus récemment, une étude multicentrique a été menée chez des patients de réanimation et visait à comparer une mesure intermittente par thermodilution du DC à une mesure continue obtenue par thermodilution ou par le capteur FloTrac™ du Vigileo® [17]. Dans cette population où le DC était compris entre 2,2 et 11,4 l.min⁻¹, le biais et les limites d'agrément étaient similaires entre la mesure intermittente du DC comparée à la mesure continue par le FloTrac™ (biais moyen de 0,2 l.min⁻¹ ; limites d'agrément à +/- 2,6 l.min⁻¹) ou à celle du cathéter artériel pulmonaire à DC continu (biais moyen de 0,8 l.min⁻¹ ; limites d'agrément à +/- 2,3 l.min⁻¹).

Dans l'ensemble, ces données suggèrent que l'algorithme de mesure du Vigileo® permet d'approcher en continu le DC avec une précision comparable à celle du cathéter artériel pulmonaire.

Aucune étude n'a pour l'instant testé la validité du Vigileo® dans des situations d'instabilité hémodynamique comme le choc septique. En revanche, la technique d'analyse de l'onde de pouls s'est révélée assez fiable chez des patients en état de choc septique [18]. Très récemment, le Vigileo® a été comparé au PiCCO™ après chirurgie cardiaque chez des patients pour lesquels des variations du DC étaient induites par des changements de position (proclive ou déclive à 30°) [19]. Dans ces situations de variations hémodynamiques rapides, la mesure du DC par le Vigileo® tendait à sur- ou à sous-estimer le DC lorsque comparé au PiCCO™. Même si la technique d'analyse de l'onde de pouls semble pouvoir prédire le DC avec une bonne fiabilité chez les patients en état de choc, des données supplémentaires sont nécessaires pour vérifier l'agrément du Vigileo® lors des situations d'instabilité hémodynamique.

4. LIMITES DU VIGILEO®

Quel que soit l'appareil utilisé, le calcul du DC par la technique d'analyse de l'onde de pouls peut être mis à défaut :

- Si la courbe de pression artérielle n'est pas parfaitement régulière (artéfacts, extrasystoles ventriculaires).
- Par une arythmie.
- Par une insuffisance aortique.

Un facteur important dans la fiabilité de la prédiction du DC est la calibration initiale [20]. En fournissant une valeur de référence pour la résistance périphérique (rapport entre pression artérielle moyenne et débit cardiaque moyen), cette calibration permet au système de calculer plus précisément la compliance et l'impédance et, ainsi, d'obtenir une estimation plus fiable du DC [13]. Le Vigileo® à la différence des autres appareils (PiCCO™ et du LiDCO™) utilise une calibration interne à partir d'abaques de telle sorte que la compliance et les résistances vasculaires systémiques sont évaluées statistiquement [14]. Ceci soulève la question de la fiabilité de la mesure du DC lors des variations brutales des compliances et des résistances induites par certaines pathologies comme le sepsis ou par l'usage d'agents vasoactifs.

CONCLUSION

Le Vigileo® est une technique prometteuse pour le monitoring hémodynamique : son caractère peu invasif et l'absence de calibration le rendent aisément accessible dans les services d'urgence et au bloc opératoire. Son algorithme de calcul lui permet de prédire le DC aussi précisément qu'une technique de thermodilution transpulmonaire. Il offre également la possibilité de mesurer en continu des paramètres comme le VVE et la ScVO₂ qui sont particulièrement utiles pour la prise en charge des patients chirurgicaux ou de réanimation. Des travaux sont désormais nécessaires pour valider le Vigileo® dans des situations d'instabilité d'hémodynamique et pour apprécier son intérêt dans des protocoles peropératoires d'optimisation hémodynamique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Sinclair S, James S, Singer M. Intraoperative intravascular volume optimisation and length of hospital stay after repair of proximal femoral fracture: randomised controlled trial. *Brmj* 1997;315:909-12.
- [2] Gan TJ, Soppitt A, Maroof M, el-Moalem H, Robertson KM, Moretti E et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anesthesiology* 2002;97:820-6.
- [3] Conway DH, Mayall R, Abdul-Latif MS, Gilligan S, Tackaberry C. Randomised controlled trial investigating the influence of intravenous fluid titration using oesophageal Doppler monitoring during bowel surgery. *Anaesthesia* 2002;57:845-9.
- [4] Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001;345:1368-77.
- [5] Berkenstadt H, Margalit N, Hadani M, Friedman Z, Segal E, Villa Y et al. Stroke volume variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing brain surgery. *Anesth Analg* 2001;92:984-9.
- [6] 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* 2000;162:134-8.
- [7] Tavernier B, Makhoteine O, Lebuffe G, Dupont J, Scherpereel P. Systolic pressure variation as a guide to fluid therapy in patients with sepsis-induced hypotension. *Anesthesiology* 1998;89:1313-21.
- [8] Solus-Bigunet H, Fleyfel M, Tavernier B, Kipnis E, Onimus J, Robin E et al. Non-invasive prediction of fluid responsiveness during major hepatic surgery. *Br J Anaesth* 2006;97:808-16.
- [9] Boulo M, Fleyfel M, Robin E, Lebuffe G, Lecoutre H, Onimus J et al. Relationship between preload dependency and tissue perfusion during aortic surgery. *Intensive Care Med* 2004;30:A347.
- [10] Pearse R, Dawson D, Fawcett J, Rhodes A, Grounds RM, Bennett ED. Changes in central venous saturation after major surgery, and association with outcome. *Crit Care* 2005;9:R694-9.
- [11] Grocott MP, Mythen MG, Gan TJ. Perioperative fluid management and clinical outcomes in adults. *Anesth Analg* 2005;100:1093-106.
- [12] Nouira S, Elatrous S, Dimassi S, Besbes L, Boukef R, Mohamed B et al. Effects of norepinephrine on static and dynamic preload indicators in experimental hemorrhagic shock. *Crit Care Med* 2005;33:2339-43.
- [13] Choley B, Biard M, Figuet S, Berton C, Payen D. Nouvelles techniques de mesure du débit cardiaque. In: Martin C, Riou B, Vallet B, eds. *Physiologie humaine appliquée* Paris: Arnette, 2006.
- [14] Manecke GR. Edwards FloTrac sensor and Vigileo monitor: easy, accurate, reliable cardiac output assessment using the arterial pulse wave. *Expert Rev Med Devices* 2005;2:523-7.
- [15] Heerman JR, Segers P, Roosens CD, Gasthuys F, Verdonck PR, Poelaert JI. Echocardiographic assessment of aortic elastic properties with automated border detection in an ICU: in vivo application of the arctangent Langewouters model. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2005;288:H2504-11.
- [16] Manecke GR, Peterson M, Auger WR. Cardiac output determination using arterial pulse: a comparison of a novel algorithm against continuous and intermittent thermodilution. *Crit Care Med* 2004;32:A 43.
- [17] McGee WT, Horswell JL, Calderon J. Validation of a continuous cardiac output measurement using arterial pressure waveforms. *Crit Care* 2005;9:24-5.
- [18] Jellema WT, Wesseling KH, Groeneveld AB, Stoutenbeek CP, Thijs LG, van Lieshout JJ. Continuous cardiac output in septic shock by simulating a model of the aortic input impedance: a comparison with bolus injection thermodilution. *Anesthesiology* 1999;90:1317-28.
- [19] Button D, Fodor P, Alpiger R, Zollinger A, Hofer CK. Cardiac output measurement by two different pulse contour analysis devices after cardiac surgery. *Intensive Care Med* 2006;32:A 332.
- [20] Linton RA, Band DM, Haire KM. A new method of measuring cardiac output in man using lithium dilution. *Br J Anaesth* 1993;71:262-6.