

OPTIMISATION HEMODYNAMIQUE PERIOPERATOIRE

Benoit Vallet¹, Benoit Tavernier¹, Bernard Cholley²

1. *Pôle d'Anesthésie Réanimation - CHRU Lille*

Email : benoit.vallet@chru-lille.fr

2. *Département d'Anesthésie Réanimation - Hôpital Européen Georges Pompidou Paris*

I. INTRODUCTION

L'apport de liquides par voie intra-veineuse, couramment dénommé « remplissage vasculaire » (RV) est un geste thérapeutique quotidien dans le contexte péri-opératoire. La réalisation du RV nécessite cependant d'être définie tant sur la qualité que sur la quantité des solutés à administrer, mais aussi sur la façon de réaliser ce RV.

Physiologiquement, le RV revient à augmenter le volume « contraint » et donc la pression systémique moyenne tout en réduisant la résistance au retour veineux (1). Ces deux actions ont pour effet d'augmenter le retour veineux et donc le débit cardiaque, à condition que le système cardiovasculaire soit capable de « pomper » cette augmentation de volume, c'est-à-dire que les deux ventricules soient « pré-charge-dépendants ». Si l'effet principal du RV est d'augmenter le retour veineux et donc le débit cardiaque, il est surprenant que le débit ne soit que rarement monitoré en pratique courante par les Anesthésistes-Réanimateurs. Ceci est expliqué en partie par les difficultés techniques de la mesure du débit cardiaque au bloc opératoire.

En l'absence de mesure du débit cardiaque, les Anesthésistes-Réanimateurs ont appris à guider le RV sur d'autres indices : pression artérielle (PA), fréquence cardiaque (FC), diurèse, pression veineuse centrale (PVC) dont les nombreuses limites ont été maintes fois décrites. A ces indices peu fiables, les Anesthésistes-Réanimateurs ont associé leur expérience qui a abouti à des schémas stéréotypés de RV. Des travaux ont comparé le RV « traditionnel » avec un RV guidé sur des critères quantitatifs : mesure du volume d'éjection systolique (VES) ou quantification très précise des pertes. Ces travaux ont pu démontrer qu'en « optimisant » le VES des victimes de fracture du col du fémur (2, 3) ou en « réduisant » les apports des patients de chirurgie digestive lourde (4, 5) il était possible d'améliorer leur pronostic. Ces travaux ont confirmé que le RV peut avoir un impact mesurable sur le devenir des patients puisqu'il est possible de réduire leur morbidité en changeant les pratiques. Ces travaux nous informent aussi que l'approche empirique, fondée sur la mesure des paramètres hémodynamiques habituels (PA, FC) et sur nos préjugés, est moins performante qu'une approche dynamique fondée sur la réponse du VES au RV.

A partir des résultats de ces travaux, une démarche d'élaboration de Recommandations Formalisées d'Experts (RFE)* a été menée par la SFAR et l'ADARPEF du 1er octobre 2010 au 30 juin 2011 et présentée pour la première fois au Congrès de la SFAR le 23 septembre 2011. Le texte qui en résulte est en cours de finalisation. Ces RFE ont permis de faire le point sur les pratiques de RV péri-opératoire qui ont démontré un bénéfice pour les patients afin de les utiliser en pratique quotidienne. Les principales recommandations en sont présentées dans la troisième partie de ce texte.

II. INDICATEURS DE L'OPTIMISATION HEMODYNAMIQUE

Indicateurs « traditionnels » du remplissage

La FC et la PA mesurée de façon non invasive, ainsi que la diurèse, dès lors que la durée et/ou l'importance de la chirurgie le justifient, constituent la "base" de la surveillance hémodynamique des patients anesthésiés. Cette "base" s'avère régulièrement insuffisante.

Les limites de ces variables hémodynamiques sont bien établies : les variations de la PA sont multifactorielles et ne reflètent pas celles du débit cardiaque. La PA peut rester à des valeurs "normales" alors même que le débit cardiaque peut ne pas permettre une perfusion tissulaire optimale. La FC peut augmenter sans pour autant indiquer une baisse de la pré-charge ventriculaire (en raison du réveil du patient ou de

l'augmentation du niveau de stimulation nociceptive par rapport au niveau d'analgésie). Elle peut ne pas augmenter alors que la pré-charge baisse (par exemple en raison de l'utilisation d'un traitement par bêta-bloqueurs ou lors d'une baisse brutale et importante du retour veineux (réflexe de Bezold-Jarisch). Une diminution de la diurèse peut résulter de mécanismes hémodynamiques opposés, de l'effet anti-diurétique des hormones de stress et des morphiniques et des valeurs per-opératoires relativement basses ne sont pas nécessairement associées à une hypo-perfusion rénale.

Le recours au monitoring de la PVC (indice de pré-charge dit « statique ») pour prédire la pré-charge-dépendance du débit cardiaque (et donc orienter le traitement hémodynamique) constitue une approche invasive notoirement insuffisante chez l'adulte (6) et chez l'enfant (7).

Dès lors, en particulier en chirurgie à haut risque, la surveillance des variables hémodynamiques classiques ne permet pas de s'assurer d'une perfusion systémique adéquate (risque « d'hypovolémie occulte ») et peuvent conduire à des décisions thérapeutiques inadaptées, en premier lieu des apports liquidiens non justifiés.

« Nouveaux » moyens de guider le remplissage et indicateurs d'intérêt validé

Deux approches moins empiriques que les précédentes sont actuellement proposées pour guider les apports péri-opératoires de liquide.

La première est basée sur la titration du remplissage en fonction de la mesure du volume d'éjection systolique (VES). L'objectif de cette stratégie est de maximaliser le VES pour limiter le risque d'hypo-perfusion. L'absence d'augmentation du VES en réponse à un apport liquidien témoigne que nous avons atteint le plateau de la courbe de fonction cardio-vasculaire et que nous devons interrompre le RV pour éviter la congestion veineuse (systémique ou pulmonaire) qui surviendrait obligatoirement dans le cas contraire. Près d'une dizaine d'études cliniques contrôlées ont évalué, dans différentes populations de patients, la stratégie associant le monitoring du VES par Doppler œsophagien et des épreuves de RV par bolus liquidiens (de l'ordre de 200 ml de colloïde) dès le début de l'anesthésie, répétés en cas d'augmentation du VES, mais interrompus dès que le VES n'augmente plus. L'administration d'un nouveau bolus n'était possible que si le VES baissait par rapport à la valeur maximale obtenue après la titration initiale. Cette stratégie a permis, comparée à un remplissage fondé sur une prise en charge classique, de diminuer l'incidence des complications post-opératoires (notamment du site opératoire), d'accélérer la reprise du transit digestif en chirurgie abdominale et de réduire les durées d'hospitalisation (8).

La seconde approche utilise les indices dynamiques de pré-charge-dépendance pour prédire l'efficacité du remplissage ; en l'occurrence, les variations respiratoires du VES qui résultent des variations de pression intra-thoracique chez les patients ventilés. Comme le VES est un déterminant de la pression artérielle pulsée ($PP = PAS - PAD$) ou encore de la PAS, des variations respiratoires de VES se traduiront par des variations de PP ou de PAS. Les principales conditions d'obtention et de validité de ces indices sont, outre le monitoring invasif de la pression artérielle, l'existence d'un rythme cardiaque régulier et d'une ventilation contrôlée avec un volume courant d'au moins 7 ml/kg, à thorax fermé.

Des variations de pression pulsée (VPP) de plus de 12-13 % au cours du cycle respiratoire prédisent l'augmentation du débit cardiaque en réponse au RV (état de « pré-charge-dépendance »), comme cela a été démontré dans plusieurs études (6). Il a également été montré que les variations respiratoires du VES (VVE) prédisaient de façon tout aussi satisfaisante la réponse du VES au RV, y compris chez des patients opérés, en per- et post-opératoire. Des valeurs de VPP ou VVE inférieures à 9 % indiquent presque certainement l'absence de « pré-charge-dépendance ». Pour des valeurs intermédiaires, entre 9 et 13 % pour la VPP, les indices dynamiques doivent être combinés à un test de réponse du VES au remplissage vasculaire (9).

Le monitoring non invasif de la pré-charge-dépendance peut également être obtenu à partir de l'analyse de l'onde de pouls mesurée par photopléthysmographie. Un indice automatisé, la Pleth Variability Index (PVI), dont la fiabilité a été démontrée, est aujourd'hui disponible (10, 11) et pourrait permettre, en chirurgie mineure et moyenne, la généralisation d'un monitoring de la pré-charge-dépendance chez les patients sous anesthésie générale et en ventilation contrôlée. De nombreux moniteurs, procurant de « nouveaux » indices (par exemple la VVE ou la VPP) ou de nouvelles méthodes d'obtention de variables hémodynamiques « classiques » (par exemple le débit cardiaque) sont actuellement proposés aux cliniciens. Les méthodes de mesure étant différentes d'un moniteur à l'autre et les algorithmes d'obtention de la variable également éventuellement différents, nous ne pouvons pas accepter, pour l'ensemble des moniteurs fournissant un

indice donné, les résultats obtenus avec la méthode ou l'indice d'un autre constructeur. Ce qui a été montré avec le monitoring du débit cardiaque par Doppler œsophagien, ne peut pas nécessairement être considéré comme acquis avec d'autres méthodes de mesure du débit cardiaque. De même, la validation de l'automatisation de la VPP ou de la VVE doit être propre à chaque moniteur.

Face à toute variable hémodynamique, il faut se poser la question de sa pertinence médicale. Ce dernier point rejoint un élément de base de l'évaluation de la pertinence du monitoring hémodynamique : celui-ci ne peut avoir d'intérêt que si (et uniquement si) il est associé à des décisions thérapeutiques. La notion d'optimisation hémodynamique découle directement de ce principe, à savoir fixer des objectifs hémodynamiques permettant de mettre en œuvre un traitement hémodynamique individualisé (ou « goal-directed hemodynamic therapy » pour les auteurs anglo-saxons), par opposition à une prise en charge prédéfinie avec un remplissage vasculaire prédéterminé, par exemple pour un type de chirurgie donné (voir l'introduction). Seules des stratégies de mise en œuvre rapide, opérateur-indépendantes, peu ou non invasives et de faible coût, pourront être généralisées.

Le monitoring de la perfusion tissulaire et/ou de l'oxygénation tissulaire

Du point de vue du raisonnement diagnostique et thérapeutique, l'hémodynamique systémique et l'oxygénation tissulaire ne sont pas à opposer, mais sont au contraire pleinement complémentaires. La question est cependant posée en pratique clinique car le monitoring de l'oxygénation tissulaire (saturation veineuse en oxygène par cathéter artériel pulmonaire [SvO₂] ou cathéter central [ScvO₂]) couplé au monitoring hémodynamique implique des coûts en termes de temps de mise en place, de moniteurs, de consommables et, potentiellement, d'iatrogénie. Nous disposons d'études (12) ayant montré le bénéfice de stratégies d'optimisation péri-opératoires fondées sur le seul monitoring hémodynamique systémique d'une part et sur le monitoring de l'oxygénation tissulaire associé au monitoring hémodynamique d'autre part, mais aucune étude n'a confronté ces deux types de stratégies entre elles pour évaluer le bénéfice lié à l'obtention de l'ensemble des informations. Alors que l'optimisation de la volémie semble fiable sur les seules variables de l'hémodynamique systémique, l'utilisation d'agents inotropes (aujourd'hui inhabituelle au bloc opératoire) ou de vasopresseurs (plus régulière) pourrait justifier d'une évaluation de l'adéquation des apports aux besoins tissulaires en oxygène (lactate sanguin, SvO₂, ScvO₂). Il s'agit de décisions à prendre au cas par cas, concernant les patients et/ou les interventions les plus à risque, avec une nécessité de prolonger le type de surveillance et donc ce type d'optimisation, en post-opératoire.

III. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS EXTRAITES DES RFE *

Optimisation au bloc opératoire

Chez les patients chirurgicaux considérés « à haut risque », il est recommandé de titrer le remplissage vasculaire peropératoire en se guidant sur une mesure du volume d'éjection systolique (VES) dans le but de réduire la morbidité postopératoire, la durée de séjour hospitalier et le délai de reprise d'une alimentation orale des patients de chirurgie digestive (accord fort).

Par patients « à haut risque », il faut comprendre des patients qui, de par leur terrain ou la nature même de leur intervention, sont exposés à un risque accru de complications péri-opératoires. Actuellement, c'est l'appréciation individuelle par l'Anesthésiste-Réanimateur en charge du patient qui classe le patient « à risque » ou non. Le score POSSUM (http://www.sfar.org/scores/p_possum.php) est un outil de quantification du risque chirurgical (8), mais il n'est pas certain que le recours à un tel score soit nécessaire pour prendre la décision de monitorer le VES en peropératoire.

Par « titration » du RV, nous entendons le fractionnement des apports par volumes de 200 ± 50 ml (voir Figure 1). Plus le risque d'intolérance est élevé (mauvaise fonction cardiaque, surcharge hydro-sodée déjà présente, fonction pulmonaire précaire...), plus le volume testé sera petit. Chez l'enfant, le remplissage vasculaire est titré par bolus de 10 à 20 ml/kg, selon le patient et la situation hémodynamique.

C'est l'augmentation du VES en réponse au remplissage qui confirme que le RV réalisé était pertinent et autorise une poursuite de celui-ci. La valeur absolue du VES mesurée par les outils de monitoring (quels qu'ils soient) n'est pas un critère absolu pour décider de l'opportunité d'un remplissage ou de sa poursuite. En effet, une valeur « normale » ou « élevée » du VES ne préjuge pas de son caractère adapté aux besoins ni

de l'absence d'une élévation du VES en réponse au test de remplissage. Attention, le VES ne peut augmenter que si le retour veineux augmente. En situation d'hémorragie active (baisse de la volémie absolue) ou de vaso-dilatation (baisse de la volémie efficace, par exemple lors de l'induction d'anesthésie), les effets de la baisse de la volémie et du remplissage peuvent se neutraliser et nous n'observons pas d'augmentation du VES. Il faut bien sûr poursuivre le remplissage si l'hémorragie est active et menaçante, ou refaire le test en situation stabilisée ou à distance de l'induction d'anesthésie, quand le tonus vasculaire ne varie plus.

Il n'y a pas d'étude évaluant cette stratégie (fondée sur l'augmentation du VES) dans le cas particulier de la chirurgie avec hémorragie. Elle pourrait augmenter le saignement au niveau du site opératoire. C'est à l'Anesthésiste-Réanimateur d'évaluer la balance bénéfice/risque individuelle entre saignement et hypoperfusion.

Il est recommandé d'interrompre le remplissage en l'absence d'augmentation du VES (accord fort).

Une absence d'augmentation du VES après une épreuve de remplissage signe le caractère inutile et délétère de celui-ci. Arrêter le remplissage quand le VES n'augmente plus permet d'éviter les complications congestives (systémiques/pulmonaires). Ceci, bien sûr, sous réserve que nous ne soyons pas dans la situation où une baisse concomitante du retour veineux neutraliserait l'effet du remplissage sur le VES sans que nous ne soyons pour autant sur le plateau de la courbe de fonction cardio-vasculaire du patient.

Il est recommandé de réévaluer régulièrement le VES et son augmentation (ou non) en réponse à une épreuve de remplissage vasculaire, en particulier lors des séquences d'instabilité hémodynamique afin de s'assurer de la pertinence de cette thérapeutique (accord fort).

Ces recommandations sont fondées sur des études dans lesquelles (en majorité) la titration du RV opératoire était guidée par une mesure de VES obtenue par Doppler œsophagien (8). L'usage d'autres moniteurs du VES ou de moniteurs des indices dynamiques de précharge-dépendance (VPP, VVE, PVI) a également fait l'objet de rares études, dont les résultats semblent aussi indiquer un bénéfice en faveur d'un remplissage vasculaire guidé par l'optimisation du VES comparé au remplissage « empirique ». L'usage continu des indices dynamiques (VPP, VVE, PVI) contribue au dépistage de la « faible probabilité de réponse au remplissage » tant que la valeur reste basse (< 9 %), éliminant la nécessité de tester de manière régulière et systématique la réponse au remplissage.

Même si le niveau de preuve de ces autres moniteurs est à ce jour faible en comparaison de celui associé au Doppler œsophagien, il fait peu de doute que c'est le principe de titration du RV guidée par la réponse du VES qui est bénéfique par rapport à une administration empirique des liquides (parfois insuffisante et parfois excessive) et qui permet d'améliorer le pronostic des patients.

Les autres moniteurs du VES disponibles à ce jour doivent confirmer leur capacité à mesurer de manière fiable et rapide les variations de VES (baisse ou augmentation) ou l'absence de d'élévation du VES (critère d'arrêt du RV).

Les résultats de ces études ont été obtenus avec des algorithmes décisionnels (Figure 1) dans lesquels l'augmentation du VES a été obtenue avec des bolus de colloïde (hydroxyéthylamidon [HEA] ou gélatine fluide modifiée ; entre 100 et 250 ml selon le patient pris en charge). Cette optimisation du RV était réalisée le plus souvent dès le début de l'intervention. A tout moment de l'intervention, une baisse du VES justifiait la reprise du schéma de titration. Les effets bénéfiques de cette stratégie seraient secondaires à l'amélioration de la perfusion tissulaire qui en résulte.

Quant à l'optimisation du transport en oxygène, certaines études plus anciennes, utilisant un monitoring par cathéter artériel pulmonaire, avaient aussi mis en évidence un effet bénéfique de l'optimisation du transport artériel en oxygène chez les patients chirurgicaux à haut risque. Ces travaux utilisaient des algorithmes plus complexes, fondés sur l'adjonction d'inotropes et de concentrés de globules rouges, en plus du remplissage, pour optimiser le transport en oxygène.

Il n'est pas sûr que cette démarche, plus complexe et plus invasive, soit supérieure à la simple optimisation du VES décrite ci-dessus. Si l'anesthésiste en charge du patient estime qu'un monitoring par cathéter artériel

pulmonaire se justifie, il pourra alors utiliser ce moniteur pour optimiser le transport en oxygène et juger de son adéquation aux besoins de l'organisme. Il pourra également, au niveau d'une voie veineuse centrale du territoire cave supérieur, mesurer ou monitorer (cathéter équipé de fibres optiques) la SvO2 centrale (ScvO2) qui reflète l'adéquation du transport aux besoins en oxygène (objectif de ScvO2 >70%) et/ou la lactatémie (lactate <2 mmol/l).

IV. CONCLUSIONS

La mortalité péri-opératoire en chirurgie à risque reste aujourd'hui de l'ordre de 4 % en moyenne en Europe, de 1,5% en Norvège et de 3,2 % en France selon la cohorte EuSOS publiée en 2012 (13). Cette observation nécessite la mise en application des éléments programmatiques d'optimisation hémodynamique péri-opératoire tels que ceux proposés par la RFE SFAR-ADARPEF*. Par-delà l'utilisation des indicateurs proposés pour optimiser le remplissage vasculaire et l'utilisation des catécholamines, la mise en œuvre d'un monitoring global de l'opéré permettant de réaliser une anesthésie de qualité s'impose également (surveillance de la profondeur d'anesthésie, contrôle des concentrations expirées d'halogénés...) afin de contribuer à une décroissance de la mortalité péri-opératoire des valeurs actuelles de 2 à 3 % à des valeurs cibles de 0,5 % ou moins (14).

* **Recommandations Formalisées d'Experts Sfar-Adarpef** : Stratégie du remplissage vasculaire péri-opératoire. **Coordinateur - Comité des Référentiels** : **Benoit Vallet**, **Comité d'Organisation** : **Yvonnick Blanloeil, Bernard Cholley, Gilles Orliaguet, Sébastien Pierre, Benoit Tavernier** - **Experts** : Karim Asehnoune, Mathieu Biais, Olivier Collange, Souhayl Dahmani, Olivier Desebbe, Pascale Dewachter, Jacques Duranteau, Jean-Luc Fellahi, Emmanuel Futier, Thomas Geeraerts, Anne Godier, Olivier Joannes-Boyau, Gilles Lebuffe, Corinne Lejus, Dan Longrois, Frederic Mercier, Alexandre Mignon, Yves Ozier, Ivan Philip, Lionel Velly, Eric Wodey - **Chargés de bibliographie** : Adrien Bouglé, Grégory Dubar, Talna Kortchinsky

V. REFERENCES

1. **Guyton AC.** Determination of cardiac output by equating venous return curves with cardiac response curves. *Physiol Rev.* 1955 Jan;35(1):123-9
2. **Sinclair S, James S, Singer M.** Intraoperative intravascular volume optimisation and length of hospital stay after repair of proximal femoral fracture: randomised controlled trial. *BMJ.* 1997 Oct 11;315(7113):909-12
3. **Venn R, Steele A, Richardson P, Poloniecki J, Grounds M, Newman P.** Randomized controlled trial to investigate influence of the fluid challenge on duration of hospital stay and perioperative morbidity in patients with hip fractures. *Br J Anaesth.* 2002 Jan;88(1):65-71
4. **Brandstrup B, Tønnesen H, Beier-Holgersen R, Hjortsø E, Ørding H, Lindorff-Larsen K, Rasmussen MS, Lannig C, Wallin L, Iversen LH, Gramkow CS, Okholm M, Blemmer T, Svendsen PE, Rottensten HH, Thage B, Riis J, Jeppesen IS, Teilmann D, Christensen AM, Graungaard B, Pott F.** Danish Study Group on Perioperative Fluid Therapy. Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial. *Ann Surg.* 2003 Nov;238(5):641-8
5. **Nisanevich V, Felsenstein I, Almogy G, Weissman C, Einav S, Matot I.** Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology.* 2005 Jul;103(1):25-32
6. **Teboul JL, groupe d'experts de la SRLF.** Recommandations d'experts de la SRLF. Indicateurs du remplissage vasculaire au cours de l'insuffisance circulatoire. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2005 May;24(5):568-76
7. **Tibby SM, Murdoch IA.** Monitoring cardiac function in intensive care. *Arch Dis Child.* 2003 Jan;88(1):46-52
8. **Phan TD, Ismail H, Heriot AG, Ho KM.** Improving perioperative outcomes: fluid optimization with the esophageal Doppler monitor, a metaanalysis and review. *J Am Coll Surg.* 2008 Dec;207(6):935-41
9. **Cannesson M, Le Manach Y, Hofer CK, Goarin JP, Lehot JJ, Vallet B, Tavernier B.** Assessing the diagnostic accuracy of pulse pressure variations for the prediction of fluid responsiveness: a "gray zone" approach. *Anesthesiology.* 2011 Aug;115(2):231-41
10. **Cannesson M, Desebbe O, Rosamel P, Delannoy B, Robin J, Bastien O, Lehot JJ.** Pleth variability index to monitor the respiratory variations in the pulse oximeter plethysmographic waveform amplitude and predict fluid responsiveness in the operating theatre. *Br J Anaesth.* 2008 Aug;101(2):200-6
11. **Zimmermann M, Feibicke T, Keyl C, Prasser C, Moritz S, Graf BM, Wiesenack C.** Accuracy of stroke volume variation compared with pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing major surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 2010 Jun;27(6):555-61
12. **Hamilton MA, Cecconi M, Rhodes A.** A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients. *Anesth Analg.* 2011 Jun;112(6):1392-402
13. **Pearse RM, Moreno RP, Bauer P, Pelosi P, Metnitz P, Spies C, Vallet B, Vincent JL, Hoefl A, Rhodes A.** European Surgical Outcomes Study (EuSOS) group for the Trials groups of the European Society of Intensive Care Medicine and the European Society of Anaesthesiology. Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *Lancet.* 2012 Sep 22;380(9847):1059-65
14. **Sessler DI, Sigl JC, Kelley SD, Chamoun NG, Manberg PJ, Saager L, Kurz A, Greenwald S.** Hospital stay and mortality are increased in patients having a "triple low" of low blood pressure, low bispectral index, and low minimum alveolar concentration of volatile anesthesia. *Anesthesiology.* 2012 Jun;116(6):1195-203

Annexe

Figure 1 : Titration du remplissage guidée par le monitoring de la variation du volume d'éjection systolique (VES).

