



RECOMMANDATIONS FORMALISEES D'EXPERTS

## Optimisation hémodynamique périopératoire

### - Adulte dont obstétrique -

Perioperative haemodynamic optimisation

**2024**

Texte validé par le Comité des Référentiels Cliniques de la SFAR le 12/01/2024, et par le Conseil d'Administration de la SFAR le 24/01/2024.

**Auteurs :** Jean-Luc FELLAHI, Matthieu BIAIS, Osama ABOU-ARAB, Marc BEAUSSIER, Bernard CHOLLEY, Benjamin CHOUSTERMANN, Isabelle CONSTANT, Olivier DESEBBE, Claude ECOFFEY, Emmanuel FUTIER, Etienne GAYAT, Max GONZALEZ ESTEVEZ, Pierre-Grégoire GUINOT, Matthias JACQUET-LAGREZE, Alexandre JOOSTEN, Florence JULIEN-MARSOLLIER, Marc LILOT, Dan LONGROIS, Emmanuel LORNE, Marie-Reine LOSSER, Frédéric J. MERCIER, Mouhammed MOUSSA, Ségolène MROZEK, Claire ROGER, Benoît TAVERNIER, Marc-Olivier FISCHER, Alice BLET

**Auteur pour correspondance :** Jean-Luc FELLAHI ([jean-luc.fellahi@chu-lyon.fr](mailto:jean-luc.fellahi@chu-lyon.fr))

**Coordonnateurs d'experts :**

Jean-Luc FELLAHI et Matthieu BIAIS

**Organisateurs :**

Alice BLET et Marc-Olivier FISCHER, pour le CRC de la SFAR

**Groupe d'experts (ordre alphabétique) :**

Osama ABOU-ARAB, Marc BEAUSSIER, Matthieu BIAIS, Bernard CHOLLEY, Benjamin CHOUSTERMANN, Isabelle CONSTANT, Olivier DESEBBE, Claude ECOFFEY, Jean-Luc FELLAHI, Emmanuel FUTIER, Etienne GAYAT, Max GONZALEZ ESTEVEZ, Pierre-Grégoire GUINOT,

Matthias JACQUET-LAGREZE, Alexandre JOOSTEN, Florence JULIEN-MARSOLLIER, Marc LILOT, Dan LONGROIS, Emmanuel LORNE, Marie-Reine LOSSER, Frédéric J. MERCIER, Mouhamed MOUSSA, Ségolène MROZEK, Claire ROGER, Benoît TAVERNIER

**Membres experts du comité IADE**

Marie-Pierre MATEZAK et Ludovic MEURET

**Chargés de bibliographie :**

Paul ABRAHAM et Charles DE ROQUETAILLADE

**Groupes de Lecture :**

*Comité des Référentiels clinique de la SFAR :* Alice BLET (Présidente), Hélène CHARBONNEAU (Secrétaire), Aurélien BONNAL, Anaïs CAILLARD, Isabelle CONSTANT (représentante du CA), Hugues DE COURSON, Matthieu DUMONT, Denis FRASCA, El Mahdi HAFIANI, Matthieu JABAUDON, Elise LANGOUET, Daphné MICHELET, Maxime N’GUYEN, Stéphanie RUIZ, Mickael VOURC’H.

*Conseil d'Administration de la SFAR :* Pierre ALBALADEJO (Président); Jean-Michel CONSTANTIN (1<sup>er</sup> vice-président), Marc LEONE (2<sup>ème</sup> vice-président), Karine NOUETTE-GAULAIN (secrétaire général), Frédéric LE SACHE (secrétaire général adjoint), Marie-Laure CITTANOVA (trésorière), Isabelle CONSTANT (trésorière adjointe), Julien AMOUR, Hélène BELOEIL, Valérie BILLARD, Marie-Pierre BONNET, Julien CABATON, Vincent COLLANGE, Evelyne COMBETTES, Marion COSTECALDE, Violaine D’ANS, Laurent DELAUNAY, Delphine GARRIGUE, Pierre KALFON, Olivier JOANNES-BOYAU, Frédéric LACROIX, Jane MURET, Olivier RONTES, Nadia SMAIL.

## **Conflits et liens d'intérêts des experts SFAR au cours des cinq années précédant la date de validation par le CA de la SFAR.**

Osama ABOU-ARAB : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Marc BEAUSSIER : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Matthieu BIAIS : EDWARDS LIFESCIENCE repas transport et hébergement pour des congrès ou autres manifestations scientifiques ; MAQUET CRITICAL CARE repas transport et hébergement pour des congrès ou autres manifestations scientifiques

Bernard CHOLLEY : FRESENIUS KABI investigateur principal pour la France de l'étude internationale PHOENICS (projet hors appel d'offre) qui compare Volulyte et Plasmalyte en remplacement de la spoliation volémique chez les patients de chirurgie abdominale hémorragique. Pas d'indemnités personnelles, mais des « indemnités » d'investigateurs sont versées sur une RAF IFI dans le cadre des surcoûts liés à cette étude ; EDWARDS LIFE SCIENCES : membre d'un advisory board durant 3 ans.

Benjamin CHOUSTERMANN : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Isabelle CONSTANT : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Olivier DESEBBE : MEDTRONIC consultant et conférences sur l'oxymétrie cérébrale ; BRAINDEX consultant

Claude ECOFFEY : EDWARDS conférence en 2016

Jean-Luc FELLAHI : MASIMO INC. ; EDWARDS LIFESCENCES ; GETINGE MAQUET MULSION ; BAXTER SAS

Emmanuel FUTIER : EDWARDS LIFESCENCES ; BAXTER

Etienne GAYAT : PHILIPS contrat de recherche ; RADIOMETER contrat de recherche ; BAXTER consultant ; co-inventeur du brevet « Méthode d'évaluation continue du couplage ventriculo-aortique de patients à risque, par analyse de boucles pression-flux » (FR1454338A)

Max GONZALEZ ESTEVEZ : EDWARDS LIFESCENCES repas ; LFB Biomédicaments repas ; VYGON repas

Pierre-Grégoire GUINOT : LFB Hemosims chirurgie cardiaque ; MEDTRONIC (cours, modération ARCOTHOVA)

Matthias JACQUET-LAGREZE : DICARTECH medtech fondateur développement d'un dispositif de mesure du temps de recoloration cutané ; AMOMED Pharma bourse de recherche pour l'étude MELLPOAF

Alexandre JOOSTEN : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Florence JULIEN-MARSOLLIER : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Marc LILOT : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Dan LONGROIS : MEDTRONIC ; EDWARDS LIFESCENCES ; MASIMO

Emmanuel LORNE : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Marie-Reine LOSSER : GAMIDA frais 2017 ; VYGON frais de congrès 2018 ; EDWARDS LIFESCIENCE frais de séminaire 2020

Marie-Pierre MATEZAK : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Frédéric J. MERCIER : AGUETTANT : interventions en symposium + activité de consultant sur l'utilisation des vasopresseurs (éphédrine, phényléphrine, noradrénaline) lors de la rachianesthésie pour césarienne programmée

Ludovic MEURET : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Mouhamed MOUSSA : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Ségolène MROZEK : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Claire ROGER : pas de conflit ni lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Benoît TAVERNIER : GETINGE : hébergement et honoraires pour participation à un symposium satellite au congrès national de la SFAR 2017 (« monitoring hémodynamique : place du non invasif »)

## **RESUME**

**Objectif** : La Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR) propose un référentiel sur l'optimisation hémodynamique périopératoire.

**Conception** : Un comité de 27 experts a été constitué. Une politique de déclaration et de suivi des liens d'intérêts a été appliquée et respectée durant tout le processus de réalisation du référentiel. De même, celui-ci n'a bénéficié d'aucun financement provenant d'une entreprise commercialisant un produit de santé (médicament ou dispositif médical). Le comité devait respecter et suivre la méthode GRADE® (*Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*) pour évaluer la qualité des données factuelles sur lesquelles étaient fondées les recommandations.

**Méthodes** : Les dernières recommandations SFAR sur la stratégie du remplissage vasculaire périopératoire ont été publiées en 2012. Nous avons souhaité réactualiser ces recommandations après analyse de la littérature selon la méthodologie GRADE® en identifiant 5 champs majeurs : pression artérielle, volume d'éjection systolique et indices dynamiques, indices de perfusion tissulaire, expansion volémique (hors transfusion) et/ou vasoconstricteurs et/ou inotropes, impact économique. Chaque question a été formulée selon le format PICO (*Patients, Intervention, Comparison, Outcome*).

**Résultats** : Le travail de synthèse des experts et l'application de la méthode GRADE ont abouti à 24 recommandations. Parmi les recommandations, 2 ont un niveau de preuve élevé (GRADE 1) et 8 un niveau de preuve faible (GRADE 2). Pour 8 questions, la méthode GRADE ne pouvant pas s'appliquer, les recommandations s'appuient sur des avis d'experts. Il n'a pas été possible de statuer pour 6 autres questions.

**Conclusion** : 24 recommandations, avec un accord fort entre experts, sur l'optimisation hémodynamique péri-opératoire ont été formulées.

**Mots-clés** : recommandation, hémodynamique, péri-opératoire

## **ABSTRACT**

**Objective:** To provide guidelines for the perioperative hemodynamic optimization.

**Design:** A consensus committee of 27 experts was convened. A formal conflict-of-interest (COI) policy was developed at the beginning of the process and enforced throughout. The entire guidelines process was conducted independently of any industrial funding (i.e., pharmaceutical, medical devices). The authors were required to follow the rules of the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE®) system to guide assessment of quality of evidence. The potential drawbacks of making strong recommendations in the presence of low-quality evidence were emphasized.

**Methods:** The latest SFAR guidelines on the perioperative hemodynamic optimization were published in 2012. The literature seems now sufficient for an update. The committee 5 fields: blood pressure, stroke volume and dynamic indices, tissue perfusion parameters, volume expansion (without blood transfusion) and/or vasopressors and/or inotropes as well as economic impact. Each question was formulated in a PICO (Patients Intervention Comparison Outcome) format and the evidence profiles were produced. The literature review and recommendations were made according to the GRADE® methodology.

**Results:** The experts' synthesis work and the application of the GRADE® method resulted in 24 recommendations. Among the formalized recommendations, 2 have high levels of evidence (GRADE 1) and 8 have low levels of evidence (GRADE 2). For 8 recommendations, the GRADE method could not be applied, resulting in expert opinions. 6 questions did not find any response in the literature. Strong agreement was reached for all the recommendations.

**Conclusions:** There was strong agreement among experts for 24 recommendations to improve practices for the perioperative hemodynamic optimization.

**Keywords:** guidelines, hemodynamic, perioperative

## INTRODUCTION

La prise en charge hémodynamique des patients au bloc opératoire est un défi quotidien pour les anesthésistes-réanimateurs. La mortalité postopératoire précoce (habituellement mesurée dans le premier mois postopératoire) est variable selon les pays. Dans l'étude EuSOS, publiée en 2012, la mortalité postopératoire en France (urgences incluses) était comprise entre 3 et 4 % [1]. Cette étude surestime vraisemblablement la morbi-mortalité postopératoire puisque, par exemple, les procédures ambulatoires et les actes de radiologie interventionnelle, peu pourvoyeuses de morbi-mortalité, n'avaient pas été incluses [1]. Dans l'étude internationale ISOS, la mortalité intra hospitalière après chirurgie programmée était de 0,5 % [2]. La prise en charge anesthésique et hémodynamique périopératoire des patients impacte directement leur morbi-mortalité à court et moyen termes [3]. Ainsi, des apports liquidiens par excès ou par défaut au bloc opératoire sont associés à une augmentation de la morbidité postopératoire; de même, une hypotension artérielle périopératoire est associée à l'apparition de complications postopératoires rénales, myocardiques et cérébrales [3] ainsi qu'à un risque accru de mortalité.

Toute intervention chirurgicale majeure est responsable d'une réponse inflammatoire systémique et d'une augmentation de la demande en oxygène au niveau tissulaire. L'incapacité à satisfaire cette augmentation des besoins par une augmentation du transport artériel en oxygène est considérée comme un facteur déterminant du pronostic des patients. Cette inadéquation entre la demande et les apports en oxygène au cours de la période périopératoire résulte à la fois des comorbidités du patient, de la prise en charge anesthésique/hémodynamique et de la sévérité du traumatisme chirurgical.

L'optimisation hémodynamique périopératoire a pour objectif de maintenir une pression de perfusion des organes et un apport suffisant en oxygène aux tissus en ciblant des paramètres macrocirculatoires comme la pression artérielle ou le volume d'éjection systolique, le tout sur une base individualisée [4]. Le bénéfice attendu d'une stratégie d'optimisation hémodynamique périopératoire est conditionné par le risque chirurgical et le risque lié au patient. Les outils et moyens pour optimiser l'hémodynamique sont déclinés dans les recommandations ci-dessous à travers les différents champs : pression artérielle, monitoring du volume d'éjection systolique et des indices dynamiques, monitoring des indices de perfusion tissulaire, expansion volémique, vasoconstricteurs et inotropes.

## Évaluation du risque périopératoire

### *Les scores*

Le score ASA et le score de Lee ont l'avantage d'utiliser des données préopératoires simples et de fournir des informations *a priori*. Le score ASA est le score le plus simple et le plus couramment utilisé [5-6]. Le score de Lee est intéressant pour l'évaluation préopératoire des patients présentant une pathologie cardiovasculaire et devant bénéficier d'une intervention de chirurgie non cardiaque [6]. Les scores POSSUM, P-POSSUM et APGAR chirurgical possèdent des performances intéressantes pour prédire la morbidité et/ou la mortalité postopératoire en incluant des données peropératoires comme le saignement et les valeurs de pression artérielle et de fréquence cardiaque [7-8]. Ceci implique une double stratification du risque *a priori* et *a posteriori*, plus complexe à appréhender en routine. Ces scores offrent en contrepartie une seconde fenêtre d'évaluation du risque postopératoire intégrant les événements survenus pendant l'intervention.

### *La mortalité postopératoire*

Le risque chirurgical a longtemps été considéré comme élevé si la probabilité de décès postopératoire était supérieure à 5 %, et très élevé si elle dépassait 20 % [9]. En France, dans une population n'incluant pas les procédures ambulatoires, l'obstétrique, la chirurgie cardiaque et la neurochirurgie, la mortalité postopératoire a été estimée à 3,2 % [1]. Pour estimer l'impact des interventions énumérées précédemment, les experts ont analysé la mortalité des groupes contrôles et des groupes « interventions ». La mortalité peut être intra hospitalière ou mesurée à 1 mois, selon les données disponibles dans les études. Les experts ont défini trois catégories de risque global dans ces recommandations, offrant ainsi à chaque équipe médicale la possibilité de personnaliser le niveau de risque global en fonction des files actives de patients et des résultats de leur propre établissement :

- **Risque faible à intermédiaire** si la mortalité observée ou attendue est <1 % ;
- **Risque élevé** si la mortalité observée ou attendue est comprise entre 1 et 3 % ;
- **Risque très élevé** si la mortalité observée ou attendue est >3 %.

### *Les autres paramètres*

D'autres éléments tels que la notion d'urgence de la procédure [1], le volume d'activité par centre, l'expérience des praticiens sont également à prendre en compte [10] et pourraient permettre théoriquement un ajustement plus fin du risque réel de morbi-mortalité périopératoire pour un centre donné.

Les précédentes recommandations françaises formulées par la SFAR concernant les stratégies d'expansion volémique peropératoire remontent à 2012 [11]. Plus récemment, des recommandations sur le choix du type de soluté d'expansion volémique en réanimation (hors stratégie d'optimisation hémodynamique) ont été publiées par la SFAR : [RFE Choix du soluté pour le remplissage vasculaire en situation critique 2021](#) [12]. De nouvelles recommandations internationales ont été publiées depuis. Compte-tenu des publications scientifiques et des progrès réalisés ces 10 dernières années sur le sujet, une réactualisation et un élargissement des recommandations françaises au-delà de la seule problématique de l'expansion volémique sont apparus nécessaires. Pour ce faire, nous avons inclus et analysé toutes les études randomisées et contrôlées (en excluant la chirurgie cardiaque) et toutes les méta-analyses d'essais randomisés contrôlés publiées depuis 2010 (date à laquelle s'était arrêtée l'analyse des RFE de 2012 [11]). Les objectifs de ces nouvelles recommandations sont non seulement de proposer un algorithme individualisé de gestion de l'expansion volémique au bloc opératoire mais également d'apporter des réponses quant aux cibles de pression artérielle et les moyens de les atteindre. Ces recommandations ont été construites selon la méthode GRADE® à partir de la littérature internationale. Elles ont été formulées par un panel d'experts dans le but de constituer un outil actualisé d'aide au raisonnement clinique pour la mise en œuvre de stratégies d'optimisation hémodynamique périopératoire dans leur pratique quotidienne. Parce que ces recommandations s'appuient sur les données disponibles dans la littérature scientifique, elles ne permettront pas toujours de gérer l'incertitude inhérente à la pratique médicale. De même, elles ne seront probablement pas toujours suffisamment explicites pour permettre une prise de décision médicale au lit du patient de type binaire (faire ou ne pas faire). Dans ce cas, une évaluation personnalisée du rapport bénéfice/risque pour chaque patient devra déboucher sur une prise en charge individualisée reposant sur un raisonnement clinique étayé par des mesures hémodynamiques objectives.

Une “absence de recommandation” signifie qu’il n’existe pas suffisamment de littérature pour conclure sur ce qu’il convient de faire. De nouvelles études devront apporter les réponses aux questions avec « absence de recommandations ».

Une “absence de recommandation” doit être différenciée d’une recommandation négative de type « Il n’est pas recommandé de faire ». Dans ce cas, la littérature scientifique disponible est suffisamment robuste pour conduire à une recommandation négative.

## Références

- [1] Pearse RM, Moreno RP, Bauer P, Pelosi P, Metnitz P, Spies C, et al. Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *Lancet* 2012;380:1059–65. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61148-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61148-9).
- [2] International Surgical Outcomes Study group. Global patient outcomes after elective surgery: prospective cohort study in 27 low-, middle- and high-income countries. *Br J Anaesth* 2016;117:601–9. <https://doi.org/10.1093/bja/aew316>.
- [3] Thacker JKM, Mountford WK, Ernst FR, Krukas MR, Mythen MMG. Perioperative Fluid Utilization Variability and Association With Outcomes: Considerations for Enhanced Recovery Efforts in Sample US Surgical Populations. *Ann Surg* 2016;263:502–10. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001402>.
- [4] Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, Gillies MA, Blunt M, Ackland G, et al. Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA* 2014;311:2181–90. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.5305>.
- [5] Wolters U, Wolf T, Stützer H, Schröder T. ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome. *Br J Anaesth* 1996;77:217–22. <https://doi.org/10.1093/bja/77.2.217>.
- [6] Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, Thomas EJ, Polanczyk CA, Cook EF, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation* 1999;100:1043–9. <https://doi.org/10.1161/01.cir.100.10.1043>.
- [7] Prytherch DR, Whiteley MS, Higgins B, Weaver PC, Prout WG, Powell SJ. POSSUM and Portsmouth POSSUM for predicting mortality. Physiological and Operative Severity Score for the enUmeration of Mortality and morbidity. *Br J Surg* 1998;85:1217–20. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1998.00840.x>.
- [8] Regenbogen SE, Ehrenfeld JM, Lipsitz SR, Greenberg CC, Hutter MM, Gawande AA. Utility of the surgical apgar score: validation in 4119 patients. *Arch Surg* 2009;144:30–6; discussion 37. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2008.504>.
- [9] Boyd O, Jackson N. How is risk defined in high-risk surgical patient management? *Crit Care* 2005;9:390–6. <https://doi.org/10.1186/cc3057>.
- [10] Levallant M, Marcilly R, Levallant L, Michel P, Hamel-Broza J-F, Vallet B, et al. Assessing the hospital volume-outcome relationship in surgery: a scoping review. *BMC Med Res Methodol* 2021;21:204. <https://doi.org/10.1186/s12874-021-01396-6>.
- [11] Vallet B, Blanloeil Y, Cholley B, Orliaguet G, Pierre S, Tavernier B, et al. Guidelines for perioperative haemodynamic optimization. *Ann Fr Anesth Reanim* 2013;32:e151-158. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2013.09.010>.

[12] Joannes-Boyau O, Le Conte P, Bonnet M-P, Cesareo E, Chousterman B, Chaiba D, et al. Guidelines for the choice of intravenous fluids for vascular filling in critically ill patients, 2021. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2022;41:101058. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2022.101058>.

## **Méthodologie**

Dans un premier temps, le comité d'organisation a défini, avec les coordonnateurs d'experts, les questions à formuler (selon le format PICO : Patients, Intervention, Comparaison, Outcome) et a désigné les experts en charge de chacune d'entre elles.

### ***Introduction générale sur la méthode GRADE®***

La méthode de travail utilisée pour l'élaboration de ces recommandations est la méthode GRADE®. Cette méthode permet, après une analyse qualitative et quantitative de la littérature, d'estimer la qualité des preuves et par la suite de conférer une force aux recommandations. La qualité des preuves est répartie en quatre catégories :

- Haute : les recherches futures ne changeront très probablement pas la confiance dans l'estimation de l'effet ;
- Modérée : les recherches futures changeront probablement la confiance dans l'estimation de l'effet et pourraient modifier l'estimation de l'effet lui-même ;
- Basse : les recherches futures auront très probablement un impact sur la confiance dans l'estimation de l'effet et modifieront probablement l'estimation de l'effet lui-même ;
- Très basse : l'estimation de l'effet est très incertaine.

L'analyse de la qualité des preuves est réalisée pour chaque critère de jugement puis un niveau global de preuve est défini à partir de la qualité des preuves pour les critères de jugements choisis (voir plus loin). La formulation finale des recommandations est toujours binaire : soit positive soit négative et soit forte soit faible :

- Forte : il est recommandé/il n'est pas recommandé de faire (GRADE 1+ ou 1-);
- Faible : il est probablement recommandé/il n'est probablement pas recommandé de faire (GRADE 2+ ou 2-).

### ***Introduction générale sur la méthode GRADE Grid***

La force de la recommandation est déterminée en fonction de cinq facteurs clés et validée par les experts après un vote, en utilisant la méthode GRADE Grid :

- L'estimation de l'effet ;
- Le niveau global de preuve : plus il est élevé, plus probablement la recommandation sera forte ;
- La balance entre effets désirables et indésirables : plus celle-ci est favorable, plus probablement la recommandation sera forte ;
- Les valeurs et les préférences : en cas d'incertitude ou de grande variabilité, plus probablement la recommandation sera faible ; ces valeurs et préférences doivent être obtenues au mieux auprès des personnes concernées (patient, médecin, décisionnaire) ;
- Les coûts : plus les coûts ou l'utilisation des ressources sont élevés, plus probablement la recommandation sera faible.

Pour valider une recommandation, au moins 50 % des participants devaient émettre une opinion positive lors du vote et moins de 20 % préférer la proposition contraire. Pour qu'une recommandation soit « forte », au moins 70 % des participants devaient être d'accord. Si les experts ne disposaient pour une question que d'un niveau de preuve bas à très bas, un avis d'experts pouvait être formulé en le différenciant clairement des recommandations. Un avis d'expert n'était validé que si plus de 70 % des participants étaient d'accord. Si les experts ne disposaient pas d'études traitant du sujet, ou si aucune donnée sur les critères principaux n'existait, aucune recommandation n'était émise.

Les critères de jugement ont été définis avant l'analyse de la littérature de la façon suivante :

- **Critère de jugement principal** : mortalité toutes causes (importance 9) ;
- **Critères de jugement secondaires** : critère composite MACCE (Major Adverse Cerebral and Cardiovascular Events) définis comme : syndrome coronaire aigu, nécessité d'une revascularisation coronaire, AVC, insuffisance cardiaque aiguë (importance 8), insuffisance rénale aiguë (importance 8), infections postopératoires englobant les pneumopathies infectieuses et les infections du site opératoire (importance 7), durée moyenne de séjour (DMS) à l'hôpital (importance 6) et coût de l'hospitalisation (importance 5).

**La population (“P” du format PICO) pour cette RFE est définie comme suit : population adulte bénéficiant d’une chirurgie non cardiaque avec anesthésie générale ou locorégionale, hors états de choc (septique, hémorragique, cardiogénique, anaphylactique) suivie jusqu’à la 72ème heure postopératoire.**

TABLEAU DE SYNTHÈSE – Population Adulte

<b>P du PICO : Patients</b>		
Population adulte ayant une chirurgie non cardiaque avec anesthésie générale ou locorégionale, hors états de choc (septique, hémorragique, cardiogénique, anaphylactique) suivie jusqu’à la 72ème heure postopératoire.		
<b>O du PICO : Outcomes / Critères de jugement</b>		
- <i>Critères de jugement cruciaux ou majeurs (importance de 9 le plus fort à 7)</i>		
Mortalité toutes causes	Importance 9	Critère principal
Composite MACCE (Major Adverse Cerebral and Cardiovascular Events) définis comme : syndrome coronaire aigu, nécessité d’une revascularisation coronaire, AVC, insuffisance cardiaque aiguë	Importance 8	Critère secondaire
Insuffisance rénale aiguë	Importance 8	Critère secondaire
Infections postopératoires englobant les pneumopathies infectieuses et les infections du site opératoire	Importance 7	Critère secondaire
- <i>Critères de jugement importants mais non cruciaux (importance de 7 le plus fort à 5)</i>		
Durée moyenne de séjour (DMS) à l’hôpital	Importance 6	Critère secondaire
Coût de l’hospitalisation	Importance 5	Critère secondaire
<b>Critères de restriction de la recherche bibliographique</b>		
Type d’études, effectif minimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes randomisées et contrôlées (ERC)(en excluant la chirurgie cardiaque)</li> <li>- Méta-analyses d’essais randomisés contrôlés</li> <li>- En l’absence d’ERC, cohortes avec N &gt; 200</li> </ul>	
Années de la recherche bibliographique	Depuis 2010	
Langue	Anglais , français	

*Population obstétricale*

La **population obstétricale** (“P” du PICO) est définie dans le cadre de ces recommandations comme bénéficiant d’une **césarienne programmée avec rachianesthésie dans le contexte d’une grossesse monofoetale, hors pathologie maternelle spécifique (notamment pré-éclampsie ou cardiopathie congénitale)**.

Le choix de ces critères permet de se référer à une population la plus homogène possible. En effet, les pathologies spécifiques étant exclues, la littérature concernant la gestion hémodynamique de la césarienne non-programmée (principalement en cours de travail ou pour pré-éclampsie) est assez pauvre [1–3]. Par ailleurs, aucune donnée comparative n’est disponible dans la littérature concernant la gestion hémodynamique de la césarienne sous anesthésie péridurale, et les variations hémodynamiques y sont nettement moins marquées que celles observées lors d’une rachianesthésie chez la femme enceinte, y compris en situation non-programmée. La césarienne compliquée d’un choc hémorragique rentre quant à elle déjà dans le cadre des « [RFE SFAR/SFMU 2021 « Choix du soluté pour le remplissage vasculaire en situation critique »](#) », qui incluent des préconisations obstétricales. De la même manière, la gestion de la pré-éclampsie est déjà abordée dans des RFE ([RFE SFAR/CNGOF 2020 « Prise en charge de la patiente avec une pré-éclampsie sévère »](#)) dans laquelle figurent des recommandations sur la prise en charge d’une césarienne sous anesthésie locorégionale. Enfin, concernant la césarienne des patientes atteintes de cardiopathie congénitale, des recommandations ont été publiées en 2023 « [RPP SFAR 2023 Anesthésie pour chirurgie non cardiaque des patients adultes porteurs de cardiopathie congénitale](#) ».

- *Définition de l’hypotension artérielle dans la population obstétricale :*

De nombreuses définitions de l’hypotension artérielle maternelle ont été utilisées dans la littérature. Klöhr et al. ont ainsi rapporté que dans 63 études répertoriées, 15 définitions différentes avaient été utilisées [4]. Dans un souci d’harmonisation des pratiques, le consensus d’experts international de 2018 sur la prise en charge de l’hypotension avec des vasoconstricteurs en césarienne sous rachianesthésie [1] a défini l’hypotension artérielle comme **une pression artérielle systolique (PAS) maternelle inférieure à 80 % de la valeur de PAS basale (PASb) mesurée avant l’induction de la rachianesthésie (c’est-à-dire une baisse > 20 % par rapport à la valeur de base)**, seuil le plus simple et un des plus utilisés dans la littérature. Cette définition a été retenue pour la population obstétricale de ces RFE. Enfin,

même si la pression artérielle moyenne (PAM) est un déterminant physiologique majeur de la perfusion d'organes (et donc de la perfusion utéro-placentaire), quasiment aucune étude randomisée n'a défini l'hypotension maternelle sur la PAM en obstétrique (que ce soit en valeur absolue ou en variation).

- Définition de l'acidose néonatale :

L'acidose néonatale est définie unanimement sur gazométrie effectuée au niveau du sang artériel ombilical à la naissance. Même si ce sont pour les acidoses néonatales sévères (pH artériel < 7,00 et/ou excès de base > -12) qu'un lien est bien établi avec des séquelles neurologiques ultérieures [5,6], la méta-analyse de Malin et al. (51 études, 481 753 enfants), a montré que des pH artériels néonataux compris entre 7 et 7,20 étaient associés à des complications (mortalité néonatale, encéphalopathie anoxo-ischémique, hémorragie intra-ventriculaire ou leucomalacie péri-ventriculaire) [7]. De ce fait, même si certaines études en anesthésie obstétricale utilisent des seuils plus bas, notamment < 7,10 [6], la définition de l'acidose néonatale la plus souvent utilisée (et retenue dans cette RFE) est **un pH artériel au cordon ombilical < 7,20** [5].

- Critères de jugement retenus (définis en amont) :

- **Critère de jugement principal** : mortalité toutes causes maternelle et fœtale (importance 9) ;
- **Critères de jugement secondaires** : morbidité maternelle (importance 8) définie comme : inhalation, complications cardio-vasculaires nécessitant une prise en charge réanimatoire spécifique, perte de connaissance, hypotension artérielle , nausées-vomissements, baisse du débit cardiaque ( $\geq 10$  %), bradycardie (< 60 bpm), tachycardie, hypertension artérielle, besoins quantitatifs en vasoconstricteurs, stabilité tensionnelle, dyspnée, sensation de malaise ; morbidité néonatale (importance 8) définie comme décès , séquelles neurologiques , nécessité de réanimation néonatale en salle de naissance, transfert en réanimation néonatale , Apgar à 1 minute et à 5 minutes de vie, acidose néonatale, diminution du pH artériel, augmentation du taux de lactate artériel, augmentation de l'excès de base artériel.

- Précisions sur les principaux moyens d'optimisation hémodynamique en césarienne :
- L'expansion volémique peut être effectuée avant la rachianesthésie (pré-remplissage) ou bien être débutée rapidement (sous pression) dès la fin de l'injection intrathécale, lors de l'installation du bloc sympathique induit par la rachianesthésie (co-remplissage)
  - Parmi les vasoconstricteurs, seuls ceux qui sont utilisés en obstétrique en France seront traités dans cette RFE (éphédrine, phényléphrine et noradrénaline).
  - « L'administration de vasoconstricteurs peut être prophylactique (débutée préventivement dès la rachianesthésie) ou curative (pour traiter et corriger l'hypotension). Cette administration prophylactique est préconisée par le consensus d'experts international de 2018 [1] ainsi que dans cette RFE, afin de prévenir l'hypotension et ses conséquences materno-fœtales délétères. Pour prévenir le risque d'acidose néonatale, cette prophylaxie doit faire appel à un vasoconstricteur essentiellement alpha-agoniste (i.e., la phényléphrine ou la noradrénaline, mais pas l'éphédrine).

## TABLEAU DE SYNTHÈSE – Population Adulte Obstétricale

<b>P du PICO : Patients</b>		
Population adulte obstétricale ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie dans le contexte d'une grossesse monofœtale, hors pathologie maternelle spécifique (notamment pré-éclampsie ou cardiopathie congénitale)		
<b>O du PICO : Outcomes / Critères de jugement</b>		
- <i>Critères de jugement cruciaux ou majeurs (importance de 9 le plus fort à 7)</i>		
Mortalité toutes causes maternelle et fœtale	Importance 9	Critère principal
<b>Morbidité maternelle</b> définie comme : inhalation, complications cardio-vasculaires nécessitant une prise en charge réanimatoire spécifique, perte de connaissance, hypotension artérielle, nausées-vomissements, baisse du débit cardiaque ( $\geq 10\%$ ), bradycardie ( $< 60$ bpm), tachycardie, hypertension artérielle, besoins quantitatifs en vasoconstricteurs, stabilité tensionnelle, dyspnée, sensation de malaise	Importance 8	Critère secondaire
<b>Morbidité néonatale</b> définie comme décès, séquelles neurologiques, nécessité de réanimation néonatale en salle de naissance, transfert en réanimation néonatale, Apgar à 1 minute et à 5 minutes de vie, acidose néonatale, diminution du pH artériel, augmentation du taux de lactate artériel, augmentation de l'excès de base artériel.	Importance 8	Critère secondaire
<b>Critères de restriction de la recherche bibliographique</b>		
Type d'études, effectif minimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes randomisées et contrôlées (ERC) (en excluant la chirurgie cardiaque)</li> <li>- Méta-analyses d'essais randomisés contrôlés</li> <li>- En l'absence d'ERC, cohortes avec <math>N &gt; 200</math></li> </ul>	
Années de la recherche bibliographique	Depuis 2010	
Langue	Anglais, français	

### Références (partie obstétrique) :

- [1] Kinsella SM, Carvalho B, Dyer RA, Fernando R, McDonnell N, Mercier FJ, et al. International consensus statement on the management of hypotension with vasopressors during caesarean section under spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2018;73:71–92. <https://doi.org/10.1111/anae.14080>.
- [2] Ngan Kee WD, Khaw KS, Lau TK, Ng FF, Chui K, Ng KL. Randomised double-blinded comparison of phenylephrine vs ephedrine for maintaining blood pressure during spinal anaesthesia for non-elective Caesarean section\*. *Anaesthesia* 2008;63:1319–26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2008.05635.x>.

- [3] Cooper DW, Sharma S, Orakkan P, Gurung S. Retrospective study of association between choice of vasopressor given during spinal anaesthesia for high-risk caesarean delivery and fetal pH. *Int J Obstet Anesth* 2010;19:44–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2009.06.002>.
- [4] Klöhr S, Roth R, Hofmann T, Rossaint R, Heesen M. Definitions of hypotension after spinal anaesthesia for caesarean section: literature search and application to parturients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010;54:909–21. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2010.02239.x>.
- [5] Moshiro R, Mdoe P, Perlman JM. A Global View of Neonatal Asphyxia and Resuscitation. *Front Pediatr* 2019;7:489. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00489>.
- [6] Knigin D, Avidan A, Weiniger CF. The effect of spinal hypotension and anesthesia-to-delivery time interval on neonatal outcomes in planned cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol* 2020;223:747.e1-747.e13. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.08.005>.
- [7] Malin GL, Morris RK, Khan KS. Strength of association between umbilical cord pH and perinatal and long term outcomes: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2010;340:c1471. <https://doi.org/10.1136/bmj.c1471>.

## Résultats

### *Champs des recommandations*

Le comité d'organisation et le groupe d'experts ont choisi de formuler 10 questions réparties en 5 champs. Ces questions ont été sélectionnées pour trois raisons : soit elles paraissent particulièrement importantes, soit elles ont fait l'objet de progrès significatifs depuis les précédentes recommandations, soit elles donnent lieu à des discussions auxquelles la littérature permet de répondre. Les champs et questions suivants ont été retenus pour la recherche bibliographique et l'analyse de la littérature :

#### **Champ 1 – Optimisation périopératoire de la pression artérielle**

- Quels objectifs de pression artérielle permettent de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?
- Quels objectifs de pression artérielle permettent de diminuer la morbi-mortalité périopératoire chez le patient hypertendu chronique ?
- Le monitoring continu de la pression artérielle permet-il de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?
- **OBS** Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, quel(s) objectif(s) de pression artérielle maternelle permet(tent) de diminuer la morbi-mortalité maternelle et néonatale ?

## **Champ 2 – Utilisation du volume d'éjection systolique et des indices dynamiques pour guider l'expansion volémique (transfusion exclue)**

- L'utilisation du monitoring peropératoire du volume d'éjection systolique et/ou des indices dynamiques pour optimiser l'expansion volémique permet-il de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?

## **Champ 3 – Utilisation des indices de perfusion tissulaire**

- L'utilisation du monitoring du lactate artériel, de la saturation veineuse en oxygène centrale (ScvO<sub>2</sub>) et/ou de la différence veino-artérielle en CO<sub>2</sub> (DIVA-CO<sub>2</sub>) pour optimiser l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?
- L'utilisation du monitoring de la perfusion/oxygénation tissulaire par spectrométrie dans le proche infrarouge (NIRS) pour optimiser l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?

## **Champ 4 – Expansion volémique (hors transfusion) et/ou vasoconstricteurs et/ou inotropes**

- Quel soluté d'expansion volémique présente le meilleur rapport efficacité/sécurité pour optimiser l'hémodynamique périopératoire ?
- L'utilisation d'un vasoconstricteur (et lequel ?) dans le cadre de l'optimisation l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?
- L'utilisation d'un inotrope (et lequel ?) dans le cadre de l'optimisation l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?
- **OBS** Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, l'utilisation d'un vasoconstricteur (et lequel ?) permet-elle de diminuer la morbi-mortalité maternelle et/ou néonatale ? Selon quelles modalités ?
- **OBS** Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, quelles modalités d'expansion volémique permettent de réduire la morbi-mortalité maternelle et/ou néonatale ?

## **Champ 5 – Impact économique de l'optimisation hémodynamique périopératoire**

- L'optimisation hémodynamique périopératoire permet-elle de diminuer la durée moyenne de séjour et les coûts liés aux soins ?

Une recherche bibliographique extensive depuis 2010 a été réalisée à partir des bases de données MEDLINE et [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov), par deux chargés de bibliographie indépendants, puis validée par les experts pour chaque champ d'application selon la méthodologie PRISMA pour les revues systématiques. Pour être retenues dans l'analyse, les publications devaient être d'abord des essais randomisés contrôlés (ERC) et méta-analyses d'ERC et en langue anglaise ou française. En l'absence d'ERC, la recherche pouvait être étendue secondairement aux études observationnelles traitant de l'optimisation hémodynamique périopératoire publiées en langue anglaise ou française. Les mots clés et les formules utilisés pour la recherche bibliographique sont disponibles en annexe.

### **Recommandations**

Après synthèse du travail des experts et application de la méthode GRADE, 19 recommandations ont été formalisées. La totalité des recommandations a été soumise au groupe d'experts pour une cotation avec la méthode GRADE Grid. Après 3 tours de cotations, un accord fort a été obtenu pour 100 % des recommandations. Parmi les recommandations, 2 ont un niveau de preuve élevé (GRADE 1) et 8 un niveau de preuve faible (GRADE 2). Pour 8 questions, la méthode GRADE ne pouvant pas s'appliquer, la recommandation s'appuie sur des avis d'experts. Il n'a pas été possible de statuer pour 6 recommandations.

Ces RFE se substituent aux les recommandations précédentes (2012) émanant de la SFAR, sur l'optimisation hémodynamique péri-opératoire. La SFAR incite tous les anesthésistes-réanimateurs à se conformer à ces RFE pour améliorer la qualité des soins dispensés aux patients. Cependant, dans l'implémentation et l'appropriation locales de ces recommandations, chaque service et chaque praticien devront bâtir un raisonnement clinique, prenant en compte l'expertise et les spécificités de l'établissement, afin de choisir la (les) méthode(s) d'intervention personnalisée(s) avec le meilleur rapport bénéfice/risque.

## CHAMP 1 - Optimisation périopératoire de la pression artérielle

Experts : Benjamin G. CHOUSTERMAN, Emmanuel FUTIER, Etienne GAYAT, Alexandre JOOSTEN, Mouhamed D. MOUSSA

### Quels objectifs de pression artérielle permettent de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?

Experts : Mouhamed D. MOUSSA, Alexandre JOOSTEN

**R1.1 – Il est probablement recommandé d’éviter un niveau de pression artérielle moyenne (PAM) peropératoire inférieure à 60-70 mmHg, chez le patient non hypertendu chronique, afin de diminuer la morbimortalité postopératoire.**

**GRADE 2 (Accord fort)**

**Argumentaire :** De très nombreuses études observationnelles incluant un grand nombre de patients retrouvent une association forte et reproductible entre une pression artérielle (PA) basse (hypotension) et un risque accru de complications postopératoires [1–9]. Cette observation a été confirmée par deux méta-analyses d’études observationnelles agrégeant un grand nombre de travaux [10,11]. Cependant, les valeurs de PA retenues pour définir l’hypotension artérielle étaient hétérogènes (PAM <50 mmHg, PAM<55 mmHg, PAM<60 mmHg, PAM<70 mmHg, PAM<75 mmHg, baisse de 20 %, 30 % de la PAM par rapport à une référence, baisse de la PA systolique (PAS) <80 mmHg, <90 mmHg ou baisse de PAS >30 %, 40 %, 50 % de sa valeur basale, cela pendant des durées variables, justifiant d’une intervention thérapeutique ou non, ainsi que des combinaisons entre différentes variables *etc...*) et rendaient difficile le choix d’une valeur seuil unique pour définir l’hypotension artérielle peranesthésie.

Plusieurs études observationnelles de grands effectifs ont tenté de définir les valeurs seuils de pression artérielle (et définir l’hypotension artérielle) associées à la survenue de complications postopératoires [12–16]. La définition de l’hypotension artérielle n’est pas consensuelle, les définitions les plus étudiées sont : la valeur absolue de PA (*e.g.* Pression artérielle moyenne (PAM) <70 mmHg), la durée cumulée de l’hypotension (*e.g.* durée de PAM <70 mmHg), la variation de la PA par rapport à une référence donnée, ou encore des variables plus complexes (aire sous la courbe décrite par les valeurs de PA inférieures à un certain seuil, moyenne d’hypotension pondérée par rapport à la durée, *etc.*). Les principales complications attribuées à l’hypotension étaient rénales, cardiovasculaires et plus rarement la mortalité. L’information principale est que les valeurs absolues de PAM ou de PAS avaient souvent de meilleures performances prédictives de ces complications en comparaison aux indices plus complexes. L’étude de Gregory et al. (n= 368 000) montre que des valeurs de PAM inférieures à 75 mmHg, 65 mmHg et 55 mmHg sont fortement associées aux complications cardiovasculaires et à la mortalité à 30 jours [12]. Une diminution de 5 mmHg ou plus de la PAM par rapport à 65 mmHg augmente le risque de MACCE de 17 %, et ce risque augmente de 26 % lorsque la PAM est inférieure ou égale à 55 mmHg. Une association entre l’hypotension artérielle (quel que soit le seuil de PAM) et un risque accru d’infarctus du myocarde, d’insuffisance rénale aiguë, de sepsis et de mortalité à 30 jours a été identifié dans l’étude [12].

Bien que les seuils de PA systolique (PAS) aient été explorés dans plusieurs de ces travaux, les données disponibles restent plus étoffées pour les seuils de PAM. L’utilisation de la PA diastolique n’apporte pas d’informations supplémentaires par rapport à celles fournies par les PAM et PAS [15].

Les résultats de plusieurs de ces études observationnelles suggèrent une association durée-dépendante entre la durée cumulée de l'hypotension artérielle et la morbidité postopératoire [12–14]. Ainsi, plus l'hypotension artérielle est profonde et prolongée, plus grand serait le risque de morbidité postopératoire.

Le lien entre la variation de la PA par rapport à une valeur de référence et le pronostic postopératoire est plus inconstant dans la littérature [12–14]. Bien que les variables complexes telles que l'aire sous la courbe de PA inférieure à un certain seuil ou la moyenne pondérée des valeurs de PA soient associées aux complications postopératoires, la complexité de leur calcul en limite l'usage en routine.

Peu d'études prospectives randomisées contrôlées ont évalué le lien entre les seuils de PAM et les complications postopératoires. Dans une étude multicentrique publiée par Wanner et al., 451 patients, opérés d'une chirurgie majeure non-cardiaque et à haut risque cardiovasculaire ont été randomisés dans deux groupes définis par des objectifs de PAM [17]. Cibler une PAM  $\geq 75$  mmHg en comparaison à un objectif de PAM  $\geq 60$  mmHg n'était pas associé à une réduction du critère de jugement principal composite qui associait la morbidité cardiovasculaire et l'insuffisance rénale postopératoire. D'autres études (voir les Triple LOW alerts) n'ont pas réussi à démontrer que la correction de l'hypotension artérielle (sans algorithme explicite de correction) était associée à une diminution de la morbi-mortalité postopératoire [18-20].

Une dernière stratégie est d'individualiser le seuil de PAM limite aux valeurs de PA habituelles du patient. Concernant l'individualisation des seuils de PA chez les patients non hypertendus, les résultats des études randomisées contrôlées actuellement en cours permettront d'en préciser l'intérêt ([NCT05416944](#), [NCT03442907](#), [NCT02857153](#)).

## Références

- [1] Maheshwari K, Ahuja S, Khanna AK, Mao G, Perez-Protto S, Farag E, et al. Association Between Perioperative Hypotension and Delirium in Postoperative Critically Ill Patients: A Retrospective Cohort Analysis. *Anesth Analg* 2020;130:636–43. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004517>.
- [2] White SM, Moppett IK, Griffiths R, Johansen A, Wakeman R, Boulton C, et al. Secondary analysis of outcomes after 11,085 hip fracture operations from the prospective UK Anaesthesia Sprint Audit of Practice (ASAP-2). *Anaesthesia* 2016;71:506–14. <https://doi.org/10.1111/anae.13415>.
- [3] Sun LY, Wijeysondera DN, Tait GA, Beattie WS. Association of intraoperative hypotension with acute kidney injury after elective noncardiac surgery. *Anesthesiology* 2015;123:515–23. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000765>.
- [4] Monk TG, Bronsert MR, Henderson WG, Mangione MP, Sum-Ping STJ, Bentt DR, et al. Association between Intraoperative Hypotension and Hypertension and 30-day Postoperative Mortality in Noncardiac Surgery. *Anesthesiology* 2015;123:307–19. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000756>.
- [5] Bijker JB, Persoon S, Peelen LM, Moons KGM, Kalkman CJ, Kappelle LJ, et al. Intraoperative hypotension and perioperative ischemic stroke after general surgery: a nested case-control study. *Anesthesiology* 2012;116:658–64. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182472320>.
- [6] Abbott TEF, Pearse RM, Archbold RA, Ahmad T, Niebrzegowska E, Wragg A, et al. A Prospective International Multicentre Cohort Study of Intraoperative Heart Rate and Systolic Blood Pressure and Myocardial Injury After Noncardiac Surgery: Results of the VISION Study. *Anesth Analg* 2018;126:1936–45. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002560>.
- [7] van Waes JAR, van Klei WA, Wijeysondera DN, van Wolfswinkel L, Lindsay TF, Beattie WS. Association between Intraoperative Hypotension and Myocardial Injury after Vascular Surgery. *Anesthesiology* 2016;124:35–44. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000922>.
- [8] Hallqvist L, Mårtensson J, Granath F, Sahlén A, Bell M. Intraoperative hypotension is associated with myocardial damage in noncardiac surgery: An observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2016;33:450–6. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000429>.
- [9] Post IL, Verheijen PM, Pronk A, Siccama I, Houweling PL. Intraoperative blood pressure changes as a

- risk factor for anastomotic leakage in colorectal surgery. *Int J Colorectal Dis* 2012;27:765–72. <https://doi.org/10.1007/s00384-011-1381-7>.
- [10] Gu W-J, Hou B-L, Kwong JSW, Tian X, Qian Y, Cui Y, et al. Association between intraoperative hypotension and 30-day mortality, major adverse cardiac events, and acute kidney injury after non-cardiac surgery: A meta-analysis of cohort studies. *Int J Cardiol* 2018;258:68–73. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.01.137>.
- [11] Wijnberge M, Schenk J, Bulle E, Vlaar AP, Maheshwari K, Hollmann MW, et al. Association of intraoperative hypotension with postoperative morbidity and mortality: systematic review and meta-analysis. *BJS Open* 2021;5:zraa018. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zraa018>.
- [12] Gregory A, Stapelfeldt WH, Khanna AK, Smischney NJ, Boero IJ, Chen Q, et al. Intraoperative Hypotension Is Associated With Adverse Clinical Outcomes After Noncardiac Surgery. *Anesth Analg* 2021;132:1654–65. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005250>.
- [13] Salmasi V, Maheshwari K, Yang D, Mascha EJ, Singh A, Sessler DI, et al. Relationship between Intraoperative Hypotension, Defined by Either Reduction from Baseline or Absolute Thresholds, and Acute Kidney and Myocardial Injury after Noncardiac Surgery: A Retrospective Cohort Analysis. *Anesthesiology* 2017;126:47–65. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001432>.
- [14] Walsh M, Devereaux PJ, Garg AX, Kurz A, Turan A, Rodseth RN, et al. Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery: toward an empirical definition of hypotension. *Anesthesiology* 2013;119:507–15. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182a10e26>.
- [15] Ahuja S, Mascha EJ, Yang D, Maheshwari K, Cohen B, Khanna AK, et al. Associations of Intraoperative Radial Arterial Systolic, Diastolic, Mean, and Pulse Pressures with Myocardial and Acute Kidney Injury after Noncardiac Surgery: A Retrospective Cohort Analysis. *Anesthesiology* 2020;132:291–306. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003048>.
- [16] Mascha EJ, Yang D, Weiss S, Sessler DI. Intraoperative Mean Arterial Pressure Variability and 30-day Mortality in Patients Having Noncardiac Surgery. *Anesthesiology* 2015;123:79–91. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000686>.
- [17] Wanner PM, Wulff DU, Djurdjevic M, Korte W, Schnider TW, Filipovic M. Targeting Higher Intraoperative Blood Pressures Does Not Reduce Adverse Cardiovascular Events Following Noncardiac Surgery. *J Am Coll Cardiol* 2021;78:1753–64. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.08.048>.
- [18] Sessler DI, Turan A, Stapelfeldt WH, Mascha EJ, Yang D, Farag E, et al. Triple-low Alerts Do Not Reduce Mortality: A Real-time Randomized Trial. *Anesthesiology* 2019;130:72–82. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002480>.
- [19] Oh TK, Park YM, Song IA, Park SH. Association of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index and Low Minimum Alveolar Concentration of Anaesthetic during Surgery with Postoperative 30-day Mortality: A Systemic Review and Meta-Analysis. *Turk J Anaesthesiol Reanim* 2017;45:346–52. <https://doi.org/10.5152/TJAR.2017.47154>.
- [20] Sessler DI, Sigl JC, Kelley SD, Chamoun NG, Manberg PJ, Saager L, et al. 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;116:1195–203. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31825683dc>.

### **Quels objectifs de pression artérielle permettent de diminuer la morbi-mortalité périopératoire chez le patient hypertendu chronique ?**

*Experts : Mouhamed D. MOUSSA, Alexandre JOOSTEN*

**R1.2 – Les experts suggèrent de cibler un niveau de pression artérielle moyenne supérieur à 90 % de sa valeur habituelle ou une pression artérielle moyenne supérieure à 70 mmHg chez les patients hypertendus chroniques, pour diminuer la morbi-mortalité postopératoire.**

**Avis d'expert (Accord fort)**

**Argumentaire :** Peu d'essais randomisés contrôlés (ERC) ont étudié l'association entre les valeurs de pression artérielle peranesthésie et la survenue de complications postopératoires dans la sous-population des patients hypertendus chroniques.

L'étude INPRESS de Futier *et al.*, bien que ne ciblant pas spécifiquement les patients hypertendus chroniques dans les critères d'inclusion, avait inclus plus de 80 % de patients présentant une hypertension artérielle (HTA) [2]. Dans cette étude, le maintien d'une PAS à  $\pm 10$  % de sa valeur préopératoire dans le groupe interventionnel était comparé à une correction de l'hypotension artérielle lorsque la PAS était inférieure à 80 mmHg ou à 40 % de la valeur préopératoire dans le groupe contrôle. Les deux bras se distinguaient également par le choix du vasopresseur. Une expansion volémique était réalisée dans les deux groupes lorsque le volume d'éjection systolique baissait de  $>10$  % de sa valeur de référence. La stratégie interventionnelle s'accompagnait d'une diminution de l'incidence de l'objectif principal qui agrégeait plusieurs dysfonctions d'organes. Dans ce travail, le niveau de PAM observé dans les deux groupes était largement au-dessus de 65 mmHg avant l'induction, tout comme ses valeurs moyennes tout au long et en fin d'intervention ( $81 \pm 14$  vs  $75 \pm 13$  p  $<0,001$ ). En conséquence, ce travail ne permet pas d'infirmier ou de confirmer l'absence de différence entre les cibles de PAM  $\geq 60$  mmHg vs PAM  $\geq 75$  mmHg comparées à l'étude de Wanner *et al.* dans une population plus "tout-venant" mais laisse supposer qu'un niveau de PAM élevé pourrait être bénéfique chez ceux souffrant d'une hypertension artérielle chronique [1].

Dans une autre étude menée par Wu *et al.*, les auteurs se sont intéressés spécifiquement à la population souffrant d'hypertension artérielle chronique non équilibrée au regard de leurs valeurs de PA préopératoire. Les patients étaient âgés de 65 à 80 ans et opérés d'une chirurgie abdominale majeure programmée. Les sujets de l'étude étaient randomisés dans trois groupes avec un objectif de maintien de la PAM entre 65 et 79 mmHg pour le groupe I, entre 80 et 95 mmHg dans le groupe II et entre 96 et 110 mmHg dans le groupe III. L'incidence de l'insuffisance rénale aiguë était significativement réduite dans le groupe II comparativement aux deux autres groupes [3]. Ces résultats pourraient être expliqués par l'exposition des patients du groupe I à une PAM peropératoire inférieure à leur PAM basale ( $72 \pm 5$  mmHg vs  $102 \pm 23$  mmHg), et pour les patients du groupes III à une surexposition aux vasoconstricteurs et aux vasodilatateurs, témoignant d'une instabilité des niveaux de PAM peropératoire.

Les résultats de l'essai multicentrique POISE-3 apportent un éclairage nouveau [4]. Dans cette étude, 7490 patients candidats à une intervention chirurgicale non-cardiaque, présentant un risque de complications vasculaires et recevant au moins un traitement antihypertenseur au long cours ont été inclus. Les auteurs ont comparé une stratégie associant une cible de PAM minimum à 60 mmHg avec maintien périopératoire des traitements antihypertenseurs à une PAM cible minimum de 80 mmHg avec arrêt des antihypertenseurs. Le critère de jugement principal était composite et associait la mortalité, les lésions myocardiques postopératoires (MINS), un accident vasculaire cérébral et un arrêt cardiaque dans les 30 jours suivant la chirurgie. Aucune différence n'a été observée entre les deux groupes. Ces résultats viennent confirmer avec un meilleur niveau de preuves les résultats de Wanner *et al.* [1], dans une population de patients hypertendus. Il est

important de préciser que les stratégies de gestion des antihypertenseurs utilisées dans ce travail ne sont pas en adéquation avec les recommandations en vigueur et pourraient avoir joué un rôle dans les résultats observés.

Malgré le poids de l'étude POISE-3, l'hétérogénéité des modalités de prise en charge périopératoire de la pression artérielle et les différents seuils étudiés dans ces travaux ne permettant pas à ce jour de retenir un seul objectif de PA. Ainsi, les différents résultats observés demandent confirmation. Dans cette perspective, les résultats d'une large étude prospective multicentrique actuellement en cours comparant deux seuils différents de PA sur le devenir du patient hypertendu pourrait apporter des confirmations ou des informations nouvelles sur le sujet (NCT05637606).

#### Références

- [1] Wanner PM, Wulff DU, Djurdjevic M, Korte W, Schnider TW, Filipovic M. Targeting Higher Intraoperative Blood Pressures Does Not Reduce Adverse Cardiovascular Events Following Noncardiac Surgery. *J Am Coll Cardiol* 2021;78:1753–64. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.08.048>.
- [2] Futier E, Lefrant J-Y, Guinot P-G, Godet T, Lorne E, Cuvillon P, et al. Effect of Individualized vs Standard Blood Pressure Management Strategies on Postoperative Organ Dysfunction Among High-Risk Patients Undergoing Major Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2017;318:1346–57. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.14172>.
- [3] Wu X, Jiang Z, Ying J, Han Y, Chen Z. Optimal blood pressure decreases acute kidney injury after gastrointestinal surgery in elderly hypertensive patients: A randomized study: Optimal blood pressure reduces acute kidney injury. *J Clin Anesth* 2017;43:77–83. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2017.09.004>.
- [4] Marcucci M, Painter TW, Conen D, Lomivorotov V, Sessler DI, Chan MTV, et al. Hypotension-Avoidance Versus Hypertension-Avoidance Strategies in Noncardiac Surgery : An International Randomized Controlled Trial. *Ann Intern Med* 2023;176:605–14. <https://doi.org/10.7326/M22-3157>.

### Le monitoring continu de la pression artérielle permet-il de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?

*Experts : Benjamin G. CHOUSTERMAN, Emmanuel FUTIER, Etienne GAYAT*

**ABSENCE DE RECOMMANDATION : Après analyse de la littérature, les experts ne sont pas en mesure d'émettre une recommandation concernant l'impact du monitoring continu de la pression artérielle sur la morbi-mortalité périopératoire chez les patients à risque faible à intermédiaire.**

#### ABSENCE DE RECOMMANDATION (Accord fort)

**Argumentaire :** Si le monitoring continu de la pression artérielle (PA) permet indéniablement la détection plus précoce des épisodes hypotensifs, il n'existe pas à ce jour d'études de haut niveau de preuve montrant un effet du monitoring continu de la PA sur la réduction de la morbi-mortalité périopératoire. Les modalités (site de mesure, mesure invasive vs. non invasive) et temps (peropératoire, postopératoire) de monitoring restent encore à investiguer dans des études de bonne qualité.

Aucune étude interventionnelle randomisée n'a, à ce jour, évalué l'intérêt d'un monitoring continu, invasif ou non, de la PA en périopératoire sur des critères de jugements cliniques majeurs (tels que la mortalité) ou secondaires d'importance.

Naylor et al. ont évalué, dans un essai randomisé chez 306 patients ASA  $\geq 2$  opérés d'une chirurgie non-cardiaque d'une durée de 2 heures ou plus, l'influence d'un monitoring continu de la PA par un cathéter artériel par rapport à un monitoring intermittent oscillométrique [1]. Par rapport au monitoring intermittent, le monitoring continu de la PA était associé à une augmentation de la détection des hypotensions artérielles (définies par l'aire sous la courbe [AUC] de pression artérielle moyenne (PAM)  $< 65$  mmHg) ainsi qu'à une augmentation du nombre de minutes d'hypotension artérielle détectées pour des seuils de PAM de 60 mmHg, 65 mmHg et 70 mmHg. Il n'existait pas de différence significative d'incidence de complications postopératoires (critères secondaires de jugement) entre les groupes "monitoring continu" et "monitoring intermittent".

Maheshwari et al. ont étudié chez 320 patients ASA 3 ou 4 devant bénéficier d'une chirurgie non-cardiaque à risque intermédiaire ou élevé, l'impact du monitoring continu de la PA de façon non invasive [2]. Tous les patients étaient équipés d'un dispositif de mesure mais seule la moitié des anesthésistes, choisis de façon randomisée, avait accès aux valeurs mesurées. L'utilisation du monitoring continu de la PA était associée statistiquement à une diminution des durées cumulées d'hypotension artérielle peropératoire. Ces durées d'hypotension étaient évaluées selon un indice de temps moyenné passé avec une PAM inférieure à 65 mmHg : 0,05 mmHg (intervalle interquartile 0,00-0,22] dans le groupe surveillé en continu vs 0,11 mmHg (intervalle interquartile 0,00-0,54] dans le groupe intermittent. La durée médiane du temps passé en dessous d'une PAM  $< 65$  mmHg était globalement réduite de moitié (2 minutes contre 4 minutes) avec le dispositif de mesure continue de la PA par rapport à une mesure intermittente. Ce bénéfice était retrouvé pour des PAM inférieures à 60 et à 55 mmHg.

Enfin, Turan et al. ont étudié l'intérêt d'un monitoring continu non invasif de la PA chez 312 patients en postopératoire d'une chirurgie abdominale et ont montré que ce dispositif permettait d'identifier plus d'épisodes d'hypertension ou d'hypotension artérielle que des mesures au brassard réalisées toutes les 4h [3].

Par rapport à un dispositif non-invasif de monitoring continu de la PA, l'utilisation d'un cathéter artériel permet la réalisation de prélèvements sanguins itératifs (dosage de la lactatémie notamment) mais expose à d'inhérentes complications.

## Références

- [1] Naylor AJ, Sessler DI, Maheshwari K et al. Arterial Catheters for Early Detection and Treatment of Hypotension During Major Noncardiac Surgery: A Randomized Trial. *Anesth Analg* 2020 Nov;131(5):1540-1550  
[2] Maheshwari K, Khanna S, Bajracharya GR et al. A Randomized Trial of Continuous Noninvasive Blood Pressure Monitoring During Noncardiac Surgery. *Anesth Analg* 2018 Aug;127(2):424-431  
[3] Turan A, Chang C, Cohen B et al. Incidence, Severity, and Detection of Blood Pressure Perturbations after Abdominal Surgery: A Prospective Blinded Observational Study. *Anesthesiology* 2019 Apr;130(4):550-559

**OBS - Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, quel(s) objectif(s) de pression artérielle maternelle permet(tent) de diminuer la morbi-mortalité maternelle et néonatale ?**

*Experts : Max Gonzalez Estevez, Frédéric J. Mercier*

**OBS R.1.1 - Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, il est probablement recommandé de maintenir la pression artérielle systolique maternelle entre 90 et 100 % de la pression artérielle systolique mesurée avant l'induction de la rachianesthésie, afin de réduire l'incidence des nausées-vomissements.**

**GRADE 2 (Accord fort)**

**Argumentaire :** La rachianesthésie pour césarienne provoque un bloc sympathique très étendu, à l'origine d'une hypotension artérielle maternelle très fréquente. En l'absence de traitement prophylactique, celle-ci survient dans 50 à 80-90 % des cas [1]. La survenue des nausées-vomissements maternels est étroitement corrélée à ces variations hémodynamiques [2]. En effet, la baisse de la perfusion cérébrale pourrait activer directement le centre du vomissement situé dans le tronc cérébral [1], ce d'autant que la femme enceinte présente déjà une susceptibilité physiologique aux nausées. De plus, la baisse de la perfusion digestive pourrait relarguer localement des médiateurs pro-émétisants sérotoninergiques [1]. Enfin, l'hypotension secondaire à la rachianesthésie peut s'accompagner d'une activation réflexe du système parasympathique [3], pouvant entraîner une hyperactivité du tractus gastro-intestinal et favoriser les vomissements [1]. Ngan Kee et al. [4] ont évalué dans une étude randomisée contrôlée (n=74), l'impact de trois objectifs de PAS maternelle sur l'incidence des nausées-vomissements dans les 15 minutes suivant la rachianesthésie, chez des patientes bénéficiant d'une perfusion prophylactique de phényléphrine (pour rappel, la définition d'une perfusion prophylactique est détaillée dans l'introduction de la RFE). La phényléphrine était perfusée lorsque la PAS était inférieure à 100 % (groupe 100), 90 % (groupe 90) ou 80 % (groupe 80) de la PAS basale (PASb) mesurée avant la rachianesthésie. Cette étude retrouvait une différence d'incidence de nausées-vomissements entre les groupes 100 et 80 (respectivement 40 % vs 4 %, p=0,006). Une stratégie visant à maintenir une PAS maternelle supérieure à 80 % de la PASb paraît donc pertinente. L'objectif de la perfusion prophylactique de vasoconstricteurs correspond à viser une PAS maternelle entre 90 % et 100 % de la PASb, objectif également préconisé par le consensus d'experts international de 2018 sur la prise en charge de l'hypotension artérielle avec des vasoconstricteurs en césarienne sous rachianesthésie [1]. Une hypertension (HTA) réactionnelle est uniformément définie dans la littérature par une PAS maternelle supérieure à 120 % de la PASb [5-7]. Elle peut être prévenue en réduisant le débit de la perfusion de vasoconstricteur prophylactique lorsque la PAS dépasse 100 % de la PASb (cf. Annexe Obstétrique) et en l'interrompant lorsque la PAS dépasse 110 %, afin d'éviter la survenue d'une HTA réactionnelle.

En dehors de la prévention des nausées-vomissements, il n'a pas été retrouvé de données dans la littérature permettant d'évaluer l'impact du seuil de pression artérielle maternelle sur d'autres critères de morbi-mortalité maternelle ou néonatale.

## Références

- [1] Kinsella SM, Carvalho B, Dyer RA, Fernando R, McDonnell N, Mercier FJ, et al. International consensus statement on the management of hypotension with vasopressors during caesarean section under spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2018;73:71–92. <https://doi.org/10.1111/anae.14080>.
- [2] Balki M, Carvalho JCA. Intraoperative nausea and vomiting during cesarean section under regional anesthesia. *Int J Obstet Anesth* 2005;14:230–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2004.12.004>.
- [3] Massoth C, Töpel L, Wenk M. Hypotension after spinal anesthesia for cesarean section: how to approach the iatrogenic sympathectomy. *Curr Opin Anaesthesiol* 2020;33:291–8. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000848>.
- [4] Ngan Kee WD, Khaw KS, Ng FF. Comparison of phenylephrine infusion regimens for maintaining maternal blood pressure during spinal anaesthesia for Caesarean section. *Br J Anaesth* 2004;92:469–74. <https://doi.org/10.1093/bja/ae088>.

[5] Doherty A, Ohashi Y, Downey K, Carvalho JCA. Phenylephrine infusion versus bolus regimens during cesarean delivery under spinal anesthesia: a double-blind randomized clinical trial to assess hemodynamic changes. *Anesth Analg* 2012;115:1343–50. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31826ac3db>.

[6] Allen TK, George RB, White WD, Muir HA, Habib AS. A double-blind, placebo-controlled trial of four fixed rate infusion regimens of phenylephrine for hemodynamic support during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Analg* 2010;111:1221–9. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181e1db21>.

[7] Mohta M, Janani SS, Sethi AK, Agarwal D, Tyagi A. Comparison of phenylephrine hydrochloride and mephentermine sulphate for prevention of post spinal hypotension. *Anaesthesia* 2010;65:1200–5. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2010.06559.x>.

**OBS R.1.2 - Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie , si la pression artérielle systolique est inférieure à 80 % de la pression artérielle systolique mesurée avant la rachianesthésie, les experts suggèrent de traiter cette hypotension artérielle sans délai dans le but de réduire l'incidence de l'acidose néonatale.**

**Avis d'experts (Accord fort)**

**Argumentaire :** Pour rappel, l'hypotension artérielle maternelle est définie par une pression artérielle systolique (PAS) inférieure à 80 % de la PAS mesurée avant la rachianesthésie (PASb) [1] (cf. introduction de la RFE). Quatre études randomisées comparant l'utilisation préventive de vasoconstricteurs (phényléphrine ou noradrénaline) à des bolus curatifs en cas d'hypotension artérielle ne retrouvaient pas de différence entre les deux stratégies sur les paramètres néonataux [2-5]. Néanmoins, dans une étude rétrospective portant sur 337 patientes, Ngan Kee et al. retrouvaient que la baisse maximale de la PAS maternelle avant la naissance était corrélée à la baisse du pH artériel néonatal ( $p=0,006$ ) [6]. De plus, dans une étude rétrospective portant sur 381 césariennes sous rachianesthésie, Kitaguchi et al. [7] observaient une corrélation entre l'aire sous la courbe d'hypotension (prenant en compte le temps passé sous le seuil d'hypotension) et la baisse du pH artériel néonatal ( $p=0,029$ ). Enfin, Knigin et al. [8] ont réalisé une étude rétrospective sur 3150 patientes afin de déterminer les facteurs de risque d'acidose néonatale (cf. définition en introduction de la RFE). Les auteurs ont proposé un « index d'hypotension systolique », correspondant également à l'aire sous la courbe de l'hypotension. Dans cette étude, la probabilité de survenue d'une acidose néonatale augmentait à mesure que l'index d'hypotension systolique augmentait. Lorsque cet index était supérieur au 90<sup>e</sup> percentile de leur population, l'hypotension artérielle était considérée comme « soutenue », et comme facteur de risque de survenue de l'acidose néonatale en analyse multivariée (OR = 2,39 ; IC95 % [1,35-4,22]), contrairement à la survenue d'une hypotension sporadique.

Toutes les données présentées ci-dessus permettent de suggérer qu'une hypotension artérielle maternelle profonde et/ou prolongée pourrait avoir un impact négatif sur le pH néonatal. De même, Okudaira et al. suggèrent qu'une hypotension artérielle supérieure à 2 minutes pourrait être à l'origine d'une augmentation des oxypurines et peroxydes lipidiques dans le sang veineux ombilical, pouvant être le reflet de lésions d'ischémie-reperfusion fœto-placentaires [9]. De ce fait, les experts suggèrent de ne pas tolérer une hypotension artérielle maternelle, et de la corriger rapidement dans le but de prévenir la morbidité néonatale, comme préconisé par le consensus international de 2018 [1].

## Références

- [1] Kinsella SM, Carvalho B, Dyer RA, Fernando R, McDonnell N, Mercier FJ, et al. International consensus statement on the management of hypotension with vasopressors during caesarean section under spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2018;73:71–92. <https://doi.org/10.1111/anae.14080>.
- [2] Siddik-Sayyid SM, Taha SK, Kanazi GE, Aouad MT. A Randomized Controlled Trial of Variable Rate Phenylephrine Infusion With Rescue Phenylephrine Boluses Versus Rescue Boluses Alone on Physician Interventions During Spinal Anesthesia for Elective Cesarean Delivery. *Anesthesia & Analgesia* 2014;118:611–8. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000437731.60260.ce>.
- [3] Allen TK, George RB, White WD, Muir HA, Habib AS. A double-blind, placebo-controlled trial of four fixed rate infusion regimens of phenylephrine for hemodynamic support during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Analg* 2010;111:1221–9. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181e1db21>.
- [4] Ngan Kee WD, Lee SWY, Ng FF, Khaw KS. Prophylactic Norepinephrine Infusion for Preventing Hypotension During Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery. *Anesth Analg* 2018;126:1989–94. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002243>.
- [5] Chen Y, Guo L, Shi Y, Ma G, Xue W, He L, et al. Norepinephrine prophylaxis for postspinal anesthesia hypotension in parturient undergoing cesarean section: a randomized, controlled trial. *Arch Gynecol Obstet* 2020;302:829–36. <https://doi.org/10.1007/s00404-020-05663-7>.
- [6] Ngan Kee WD, Lee A. Multivariate analysis of factors associated with umbilical arterial pH and standard base excess after Caesarean section under spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2003;58:125–30. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2044.2003.02888.x>.
- [7] Kitaguchi M, Ida M, Naito Y, Akasaki Y, Kawaguchi M. Associated factors with umbilical arterial pH after cesarean delivery under spinal anesthesia: a retrospective cohort study. *Braz J Anesthesiol* 2021:S0104-0014(21)00187-1. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.04.022>.
- [8] Knigin D, Avidan A, Weiniger CF. The effect of spinal hypotension and anesthesia-to-delivery time interval on neonatal outcomes in planned cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol* 2020;223:747.e1-747.e13. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.08.005>.
- [9] Okudaira S, Suzuki S. Influence of spinal hypotension on fetal oxidative status during elective cesarean section in uncomplicated pregnancies. *Arch Gynecol Obstet* 2005;271:292–5. <https://doi.org/10.1007/s00404-003-0594-6>.

## CHAMP 2 - Utilisation du volume d'éjection systolique et des indices dynamiques pour guider l'expansion volémique (transfusion exclue) ?

Experts : Osama ABOU-ARAB, Bernard CHOLLEY, Matthias JACQUET-LAGREZE, Emmanuel LORNE, Marie-Reine LOSSER, Ségolène MROZEK, Marc BEAUSSIER, Olivier DESEBBE, Marc LILOT, Ludovic MEURET, Claire ROGER, Benoît TAVERNIER

L'utilisation du monitoring peropératoire du volume d'éjection systolique et/ou des indices dynamiques pour optimiser l'expansion volémique permet-il de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?

R2.1.1 – Il est probablement recommandé d'utiliser un monitoring du volume d'éjection systolique par Doppler œsophagien ou par analyse de la courbe de pression artérielle (via un cathéter artériel) afin de diminuer la morbidité périopératoire chez les patients à risque élevé et très élevé.
<b>GRADE 2 (Accord fort)</b>
R2.1.2 - En cas de monitoring du volume d'éjection systolique par analyse de la courbe de pression artérielle (via un cathéter artériel), il est probablement recommandé d'associer la mesure d'un indice dynamique, variations de la pression pulsée (VPP) ou variations du volume d'éjection systolique (VVE), pour optimiser l'expansion volémique et diminuer la morbidité périopératoire chez les patients à risque élevé et très élevé.
<b>GRADE 2 (Accord fort)</b>
<b>ABSENCE DE RECOMMANDATION</b> - Il n'est pas possible de formuler de recommandation quant à l'utilisation d'un indice dynamique seul pour diminuer la morbidité périopératoire chez les patients à risque élevé ou très élevé.
<b>ABSENCE DE RECOMMANDATION (Accord fort)</b>
R2.1.3 – Il n'est probablement pas recommandé d'utiliser un monitoring du volume d'éjection systolique ou un indice dynamique ou l'association des deux pour diminuer la morbidité périopératoire chez les patients à risque faible ou intermédiaire.
<b>GRADE 2 (Accord Fort)</b>
<p><b>Argumentaire :</b></p> <p><b>Patients à risque élevé ou très élevé</b></p> <p>1. Monitoring du volume d'éjection systolique (VES) (cf. <b>Algorithme 1</b>)</p> <p>Depuis 2010, trois essais randomisés contrôlés (ERC) avec le Doppler œsophagien et cinq ERC avec l'analyse de la courbe de pression artérielle (via un cathéter artériel) ont été menés pour diminuer la morbidité et/ou la mortalité postopératoire chez des patients à risque élevé ou très élevé [1-8]. Le protocole d'optimisation du VES était variable selon les études mais comprenait le plus souvent une expansion volémique initiale avec 250 ou 500 mL de cristalloïdes ou de colloïdes, avec une poursuite de l'expansion volémique lorsque le VES augmentait de 10 ou 15 %.</p> <p>Parmi ces huit études, seules trois ont montré une diminution significative de la morbidité, les autres études n'avaient pas la puissance statistique pour estimer une association entre le monitoring du VES et la morbimortalité. L'étude FEDORA a randomisé 450 patients devant bénéficier d'une chirurgie</p>

abdominale à risque très élevé. L'optimisation du VES était guidée par Doppler œsophagien et a permis de réduire de manière significative le nombre de patients présentant au moins une complication postopératoire modérée ou sévère dans les 180 premiers jours (critère composite associant l'insuffisance rénale aiguë, le syndrome de détresse respiratoire aiguë, l'accident vasculaire cérébral, le lâchage d'anastomose) [4]. En optimisant le VES, obtenu cette fois par l'analyse de la courbe de pression artérielle, Nicklas *et al* ont également montré un bénéfice associé à l'optimisation guidée par le monitoring du VES [6]. Les auteurs ont inclus des patients à risque très élevé de complications périopératoires, définis par la présence de comorbidités (maladie rénale chronique, insuffisance respiratoire chronique restrictive ou obstructive, maladie cardiovasculaire chronique, ...). Le schéma interventionnel de l'étude consistait à maintenir le VES au-dessus d'une valeur de référence pour chaque patient, mesurée en préopératoire, en procédant à des épreuves d'expansion volémique et/ou en perfusant de la dobutamine en peropératoire. Cette stratégie a montré un bénéfice sur un critère de jugement composite associant plusieurs complications (insuffisance rénale aiguë, syndrome de détresse respiratoire aiguë, lâchage d'anastomose, infarctus du myocarde, ...) et/ou de mortalité dans les 90 jours après une chirurgie abdominale majeure (risque relatif ou RR : 0,54 [0,38 - 0,77] ;  $P < 0,001$ ). Enfin, dans l'étude OPTIMISE analysant 734 patients à risque élevé en chirurgie abdominale majeure, les auteurs n'ont pas démontré de diminution du risque composite de mortalité et/ou de complications majeures (infarctus du myocarde, œdème aigu du poumon, lâchage d'anastomose, embolie pulmonaire, ...) [1]. L'algorithme interventionnel d'optimisation du VES comprenait des épreuves d'expansion volémique de 250 ml en bolus associées à l'usage de la dopexamine pour augmenter le VES de 10 %. Cependant, les auteurs ont ajouté à cette étude une méta-analyse réalisée à partir de 38 études totalisant 6595 patients, et rapportent une baisse significative des complications dans les 30 premiers jours d'une chirurgie abdominale majeure avec la stratégie d'optimisation du VES.

Les résultats de ces grands essais contrôlés randomisés ont été confirmés dans une méta-analyse soulignant l'intérêt de l'optimisation du VES pour réduire les complications postopératoires mais pas la mortalité, en particulier chez les patients à risque très élevé [9].

## 2. Indices dynamiques (cf. **Algorithme 2**)

Les indices dynamiques sont fondés sur le calcul des variations, au cours des cycles ventilatoires contrôlés, de l'amplitude de l'onde de photopléthysmographie, de la courbe de pression artérielle, ou du volume d'éjection systolique. Ils permettent de prédire la réponse à l'expansion volémique à condition de respecter des critères de validité qui sont, au bloc opératoire, essentiellement un rythme cardiaque régulier, une ventilation mécanique avec un volume courant de 8 ml/kg de poids idéal, un thorax fermé et un rapport FC/FR > 3,6) [10]. Les plus utilisés sont les indices basés sur la courbe de pression artérielle (invasive ou non invasive) : variation de la pression pulsée (VPP), variation du volume d'éjection systolique (VVE), et sur la photopléthysmographie: Pleth Variability Index (PVI™).

Aucune étude depuis 2010 n'a évalué l'utilisation d'un indice dynamique seul chez des patients à risque élevé ou très élevé. En revanche, onze études ayant évalué l'intérêt du monitoring du VES par analyse de la courbe de pression artérielle (via un cathéter artériel) chez de tels patients ont guidé l'expansion volémique sur la VPP ou la VVE [11–21]. Sept études sur les onze retenues ont montré une diminution de la morbidité postopératoire [11-17]. Le bénéfice clinique portait essentiellement sur les complications infectieuses postopératoires (pneumonie, infection du site opératoire, fistule anastomotique), après chirurgie digestive majeure. Il existe également une diminution de la durée de séjour dans deux études [12,17]. Il est à noter que les algorithmes d'optimisation incluaient souvent un inotrope en cas d'index cardiaque abaissé associé à une VPP/VVE < 10-12 %. De plus, peu d'études ont associé une approche de réhabilitation améliorée après chirurgie, laquelle pourrait influencer les résultats obtenus. Trois méta-analyses [9,22,23], dont une très récente [9], ont analysé respectivement 76, 12, et 37 études, dont 64, 10, et 33 publiées en 2010 et après. Elles ont évalué le bénéfice de l'utilisation des indices dynamiques, combinés ou non au monitoring du VES. Elles confirment le bénéfice associé au monitoring couplé du VES et d'un indice dynamique invasif, dès lors que les conditions de validité sont réunies, en particulier en chirurgie abdominale à risque très élevé.

### **Patients à risque faible et intermédiaire**

L'analyse des études randomisées contrôlées conduites chez des patients à risque faible ou intermédiaire montre que l'optimisation de l'expansion volémique basée sur un indice dynamique, le monitoring de la VES ou l'association des deux ne diminue ni les complications postopératoires, ni la durée moyenne de séjour [24-38]. Dans ces études, le monitoring était le plus souvent non-invasif et les chirurgies concernées étaient majoritairement de la chirurgie abdominale ou orthopédique.

**L'annexe 1** répertorie les monitorages hémodynamiques disponibles sur le marché français à ce jour.

### **Références**

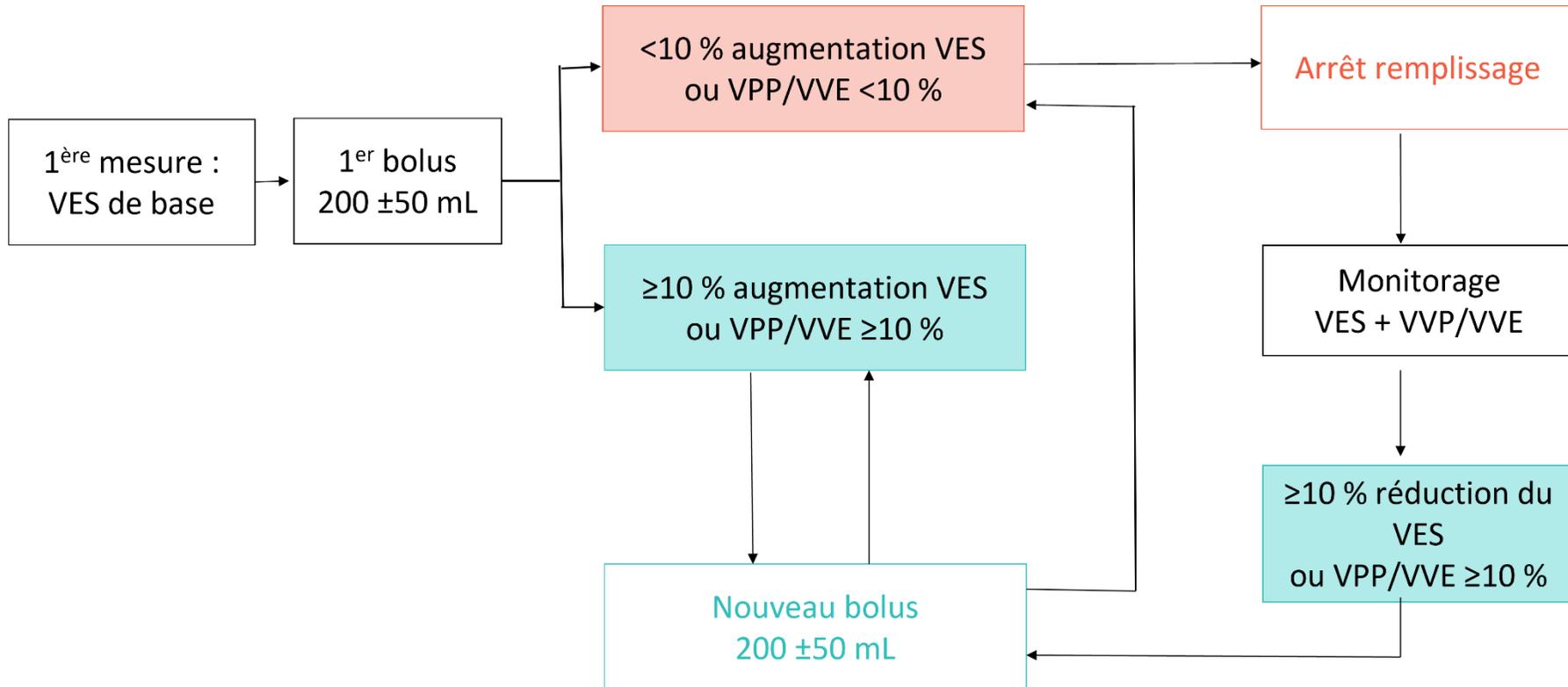
- [1] Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, Gillies MA, Blunt M, Ackland G, et al. Effect of a Perioperative, Cardiac Output–Guided Hemodynamic Therapy Algorithm on Outcomes Following Major Gastrointestinal Surgery: A Randomized Clinical Trial and Systematic Review. *JAMA* 2014;311:2181.
- [2] Phan TD, D'Souza B, Rattray MJ, Johnston MJ, Cowie BS. A randomised controlled trial of fluid restriction compared to oesophageal Doppler-guided goal-directed fluid therapy in elective major colorectal surgery within an Enhanced Recovery After Surgery program. *Anaesth Intensive Care* 2014;42:75-60.
- [3] Szturz P, Folwarczny P, Kula R, Neiser J, Ševčík P, Benes J. Multi-parametric functional hemodynamic optimization improves postsurgical outcome after intermediate risk open gastrointestinal surgery: a randomized controlled trial. *Minerva Anesthesiol* 2019;85:24-54.
- [4] Calvo-Vecino JM, Ripollés-Melchor J, Mythen MG, Casans-Francés R, Balik A, Artacho JP, et al. Effect of goal-directed haemodynamic therapy on postoperative complications in low-moderate risk surgical patients: a multicentre randomised controlled trial (FEDORA trial). *Br J Anaesth* 2018;120:734-44.
- [5] Schmid S, Kapfer B, Heim M, Bogdanski R, Anetsberger A, Blobner M, et al. Algorithm-guided goal-directed haemodynamic therapy does not improve renal function after major abdominal surgery compared to good standard clinical care: a prospective randomised trial. *Crit Care* 2016;20:50.
- [6] Nicklas JY, Diener O, Leistenschneider M, Sellhorn C, Schön G, Winkler M, et al. Personalised haemodynamic management targeting baseline cardiac index in high-risk patients undergoing major abdominal surgery: a randomised single-centre clinical trial. *Br J Anaesth* 2020;125:122-32.
- [7] Van der Linden PJ, Dierick A, Wilmin S, Bellens B, De Hert SG. A randomized controlled trial comparing an intraoperative goal-directed strategy with routine clinical practice in patients undergoing peripheral arterial surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27:788-93.
- [8] Bisgaard J, Gilsaa T, Rønholm E, Toft P. Optimising stroke volume and oxygen delivery in abdominal aortic surgery: a randomised controlled trial: Haemodynamic optimisation in abdominal aortic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57:178-88.
- [9] Jessen MK, Vallentin MF, Holmberg MJ, Bolther M, Hansen FB, Holst JM, et al. Goal-directed haemodynamic therapy during general anaesthesia for noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2022;128:416-33.
- [10] Fellahi J-L, Futier E, Vaisse C, Collange O, Huet O, Loriau J, et al. Perioperative hemodynamic optimization: from guidelines to implementation-an experts' opinion paper. *Ann Intensive Care* 2021;11:58.
- [11] Benes J, Chytra I, Altmann P, Hluchy M, Kasal E, Svitak R, et al. Intraoperative fluid optimization using stroke volume variation in high risk surgical patients: results of prospective randomized study. *Crit Care* 2010;14: R118.
- [12] Mayer J, Boldt J, Mengistu AM, Röhm KD, Suttner S. Goal-directed intraoperative therapy based on autocalibrated arterial pressure waveform analysis reduces hospital stay in high-risk surgical patients: a randomized, controlled trial. *Crit Care Lond Engl* 2010;14:R18.
- [13] Salzwedel C, Puig J, Carstens A, Bein B, Molnar Z, Kiss K, et al. Perioperative goal-directed hemodynamic therapy based on radial arterial pulse pressure variation and continuous cardiac index trending reduces postoperative complications after major abdominal surgery: a multi-center, prospective, randomized study. *Crit Care* 2013;17:R19.
- [14] Funk DJ, HayGlass KT, Koulack J, Harding G, Boyd A, Brinkman R. A randomized controlled trial on the effects of goal-directed therapy on the inflammatory response open abdominal aortic aneurysm repair. *Crit Care* 2015;19:247.
- [15] Luo J, Xue J, Liu J, Liu B, Liu L, Chen G. Goal-directed fluid restriction during brain surgery: a prospective randomized controlled trial. *Ann Intensive Care* 2017;7:16.

- [16] Sujatha PP, Nileshwar A, Krishna HM, Prasad SS, Prabhu M, Kamath SU. Goal-Directed vs Traditional Approach to Intraoperative Fluid Therapy during Open Major Bowel Surgery: Is There a Difference? *Anesthesiol Res Pract* 2019;2019:3408940.
- [17] Mukai A, Suehiro K, Watanabe R, Juri T, Hayashi Y, Tanaka K, et al. Impact of intraoperative goal-directed fluid therapy on major morbidity and mortality after transthoracic oesophagectomy: a multicentre, randomised controlled trial. *Br J Anaesth* 2020;125:953–61.
- [18] Lai CW, Starkie T, Creanor S, Struthers RA, Portch D, Erasmus PD, et al. Randomized controlled trial of stroke volume optimization during elective major abdominal surgery in patients stratified by aerobic fitness. *Br J Anaesth* 2015;115:578-89.
- [19] Stens J, Hering J-P, van der Hoeven CWP, Boom A, Traast HS, Garmers LE, et al. The added value of cardiac index and pulse pressure variation monitoring to mean arterial pressure-guided volume therapy in moderate-risk abdominal surgery (COGUIDE): a pragmatic multicentre randomised controlled trial. *Anaesthesia* 2017;72:1078–87. <https://doi.org/10.1111/anae.13834>
- [20] Weinberg L, Ianno D, Churilov L, Mcguigan S, Mackley L, Banting J, et al. Goal directed fluid therapy for major liver resection: A multicentre randomized controlled trial. *Ann Med Surg* 2019;45:45–53.
- [21] de Waal EEC, Frank M, Scheeren TWL, Kaufmann T, de Korte-de Boer D, Cox B, et al. Perioperative goal-directed therapy in high-risk abdominal surgery. A multicenter randomized controlled superiority trial. *J Clin Anesth* 2021;75:110506.
- [22] Benes J, Giglio M, Brienza N, Michard F. The effects of goal-directed fluid therapy based on dynamic parameters on post-surgical outcome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* 2014;18:584.
- [23] Deng Q-W, Tan W-C, Zhao B-C, Wen S-H, Shen J-T, Xu M. Is goal-directed fluid therapy based on dynamic variables alone sufficient to improve clinical outcomes among patients undergoing surgery? A meta-analysis. *Crit Care Lond Engl* 2018;22:298. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2251-2>.
- [24] Broch O, Carstens A, Gruenewald M, Nischelsky E, Vellmer L, Bein B, et al. Non-invasive hemodynamic optimization in major abdominal surgery: a feasibility study. *Minerva Anesthesiol* 2016;82:1158–69.
- [25] Cesur S, Çardaközü T, Kuş A, Türkyılmaz N, Yavuz Ö. Comparison of conventional fluid management with PVI-based goal-directed fluid management in elective colorectal surgery. *J Clin Monit Comput* 2019;33:249–57. <https://doi.org/10.1007/s10877-018-0163-y>.
- [26] Correa-Gallego C, Tan KS, Arslan-Carlson V, Gonen M, Denis SC, Langdon-Embry L, et al. Goal-Directed Fluid Therapy Using Stroke Volume Variation for Resuscitation after Low Central Venous Pressure-Assisted Liver Resection: A Randomized Clinical Trial. *J Am Coll Surg* 2015;221:591–601. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2015.03.050>.
- [27] Fischer M-O, Lemoine S, Tavernier B, Bouchakour C-E, Colas V, Houard M, et al. Individualized Fluid Management Using the Pleth Variability Index: A Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology* 2020;133:31–40. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003260>.
- [28] Forget P, Lois F, de Kock M. Goal-directed fluid management based on the pulse oximeter-derived pleth variability index reduces lactate levels and improves fluid management. *Anesth Analg* 2010;111:910–4. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181eb624f>.
- [29] Godai K, Matsunaga A, Kanmura Y. The effects of hemodynamic management using the trend of the perfusion index and pulse pressure variation on tissue perfusion: a randomized pilot study. *JA Clin Rep* 2019;5:72. <https://doi.org/10.1186/s40981-019-0291-5>.
- [30] Iwasaki Y, Ono Y, Inokuchi R, Ishida T, Kumada Y, Shinohara K. Intraoperative fluid management in hepato-biliary-pancreatic operation using stroke volume variation monitoring: A single-center, open-label, randomized pilot study. *Medicine (Baltimore)* 2020;99:e23617. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023617>.
- [31] Kumar L, Rajan S, Baalachandran R. Outcomes associated with stroke volume variation versus central venous pressure guided fluid replacements during major abdominal surgery. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2016;32:182–6. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.182103>.
- [32] Peng K, Li J, Cheng H, Ji F. Goal-Directed Fluid Therapy Based on Stroke Volume Variations Improves Fluid Management and Gastrointestinal Perfusion in Patients Undergoing Major Orthopedic Surgery. *MPP* 2014;23:413–20. <https://doi.org/10.1159/000363573>.
- [33] Tang W, Qiu Y, Lu H, Xu M, Wu J. Stroke Volume Variation-Guided Goal-Directed Fluid Therapy Did Not Significantly Reduce the Incidence of Early Postoperative Complications in Elderly Patients Undergoing Minimally Invasive Esophagectomy: A Randomized Controlled Trial. *Front Surg* 2021;8:794272. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.794272>.

- [34] Brandstrup B, Svendsen PE, Rasmussen M, Belhage B, Rodt SÅ, Hansen B, et al. Which goal for fluid therapy during colorectal surgery is followed by the best outcome: near-maximal stroke volume or zero fluid balance? *Br J Anaesth* 2012;109:191-9.
- [35] McKenny M, Conroy P, Wong A, Farren M, Gleeson N, Walsh C, et al. A randomised prospective trial of intra-operative oesophageal Doppler-guided fluid administration in major gynaecological surgery. *Anaesthesia* 2013;68:1224-31.
- [36] Gómez-Izquierdo JC, Trainito A, Mirzakandov D, Stein BL, Liberman S, Charlebois P, et al. Goal-directed Fluid Therapy Does Not Reduce Primary Postoperative Ileus after Elective Laparoscopic Colorectal Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Anesthesiology* 2017;127:36-49.
- [37] Bahlmann H, Halldestam I, Nilsson L. Goal-directed therapy during transthoracic oesophageal resection does not improve outcome. Randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2019;36:153–161.
- [38] Fischer MO, Fiant AL, Debreczi S, Boutros M, Pasqualini L, et al. Perioperative non-invasive haemodynamic optimisation using photoplethysmography: A randomised controlled trial and meta-analysis. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2020;39:421-428. doi: 10.1016/j.accpm.2020.03.016.



**Algorithme de titration de l'expansion volémique guidée par la mesure combinée du volume d'éjection systolique (VES) et d'un indice dynamique (variation de la pression pulsée [VPP] ou variation du volume d'éjection [VVE]) chez les patients à risque élevé ou très élevé**



**Commentaires**

Volume d'éjection systolique (VES) de base = première mesure de VES obtenue, que ce soit avant ou après induction d'anesthésie

Le bolus d'expansion volémique s'entend comme l'administration rapide (<10 minutes) de 200 ±50 mL de cristalloïdes.

L'interprétation des indices dynamiques (VVP et VVE) nécessite de vérifier que les critères de validité sont réunis. Au bloc opératoire, ce sont essentiellement un rythme cardiaque régulier, un volume courant de 8 mL/kg (poids idéal) et un rapport FC/FR > 3,6. L'évolution de la VVP (ou de la VVE) au cours de l'expansion volémique peut également constituer une aide utile à la décision.

Il est possible de ne pas observer d'augmentation du VES ou de diminution de VPP (ou VVE) après un bolus alors que le patient est toujours précharge-dépendant en cas de saignement ou de vasodilatation concomitante (effet opposé à celui de l'expansion volémique sur le retour veineux). Il faut donc refaire le test d'expansion volémique à distance de l'induction d'anesthésie (vasodilatation) ou après contrôle d'un épisode de saignement peropératoire.

Dans de très rares situations où le débit reste bas alors que l'expansion volémique n'entraîne plus d'augmentation du VES, il est possible de recourir à un agent inotrope (dobutamine). La balance bénéfice-risque de l'usage de cet agent est à l'appréciation du praticien en charge du patient.

### Champ 3 – Utilisation des indices de perfusion tissulaire

Experts : Osama ABOU-ARAB, Pierre-Grégoire GUINOT, Matthias JAQUET-LAGREZE, Florence JULIEN-MARSOLLIER, Marie-Reine LOSSER, Ludovic MEURET, Mouhamed MOUSSA

**L'utilisation du monitoring du lactate artériel, de la saturation veineuse centrale en oxygène (SvO<sub>2</sub> centrale : ScVO<sub>2</sub>) et/ou de la différence artério-veineuse en CO<sub>2</sub> (DIVA-CO<sub>2</sub>) pour optimiser l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?**

Experts : Osama ABOU-ARAB, Pierre-Grégoire GUINOT, Mouhamed MOUSSA

<b>R3.1. Chez les patients à risque très élevé, les experts suggèrent d'intégrer le dosage du lactate artériel dans le schéma d'optimisation hémodynamique pour diminuer la morbi-mortalité périopératoire.</b>
<b>Avis d'expert (Accord fort)</b>
<b>R3.2. Il n'est probablement pas recommandé d'utiliser le monitoring de la saturation veineuse centrale en oxygène (ScVO<sub>2</sub>) pour diminuer la morbi-mortalité périopératoire.</b>
<b>GRADE 2 (Accord fort)</b>
<b>ABSENCE DE RECOMMANDATION - Après analyse de la littérature, les experts ne sont pas en mesure d'émettre une recommandation concernant l'impact du monitoring de la différence artério-veineuse en CO<sub>2</sub> (DIVA-CO<sub>2</sub>) sur la morbi-mortalité périopératoire.</b>
<b>ABSENCE DE RECOMMANDATION (Accord fort)</b>
<p><b>Argumentaire :</b> Bien que le lactate artériel soit reconnu comme un facteur pronostique, il n'existe pas d'étude en chirurgie majeure non cardiaque ayant évalué l'effet de l'optimisation de ses valeurs sur le devenir postopératoire [1,9]. Quelques études observationnelles ont démontré une association inconstante avec la mortalité et/ou la morbidité. Il existe une association entre une lactatémie élevée et une plus grande survenue de souffrance myocardique périopératoire (MINS) et/ou d'insuffisance rénale aiguë en postopératoire [10].</p> <p>De nombreuses études observationnelles, de qualité méthodologique variable, ont montré une association inconstante entre les différentes variables de perfusion tissulaire (ScVO<sub>2</sub>, lactate artériel, et DIVA-CO<sub>2</sub>) et la morbidité postopératoire [1–4]. Deux études randomisées ont évalué en chirurgie majeure non cardiaque l'impact d'une optimisation de la ScVO<sub>2</sub> sur le devenir postopératoire [4,5]. Ces études n'ont pas montré de bénéfice en termes de mortalité ou de durée de séjour hospitalier. Une de ces deux études retrouve une amélioration de l'hématose [5]. Il s'agit de la seule étude positive en termes de bénéfice clinique.</p> <p>La DIVA-CO<sub>2</sub> est un marqueur pronostique étudié majoritairement en réanimation et en chirurgie cardiaque. Au bloc opératoire, deux études observationnelles ont retrouvé une association avec le risque de complications [1,6]. Cette association n'est pas confirmée dans une autre étude observationnelle bicentrique [7]. Finalement, une étude randomisée dont l'objectif était d'optimiser la ScVO<sub>2</sub> et la DIVA-CO<sub>2</sub> retrouve une utilisation plus importante de la dobutamine dans le groupe optimisé sur la DIVA-CO<sub>2</sub>. Bien que cette stratégie ait été associée à une augmentation des valeurs des paramètres de perfusion tissulaire [8], elle ne diminuait pas l'incidence des complications</p>

postopératoires et la durée de séjour hospitalier. La mesure de la DIVA-CO<sub>2</sub> nécessite la mise en place d'un cathéter veineux central, une mesure invasive de la pression artérielle et des mesures répétées de gaz du sang. Toutes ces conditions en limitent la répétabilité chez un patient et dans le temps.

## Références

- [1] Bar S, Nguyen M, de Broca B, Bernard E, Dupont H, Guinot P-G. Risk factors and determinants of intraoperative hyperlactatemia in major non-cardiac surgery. *Journal of Clinical Anesthesia* 2021; 74:110359. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2021.110359>.
- [2] Donati A, Loggi S, Preiser J-C, Orsetti G, Münch C, Gabbanelli V, et al. Goal-Directed Intraoperative Therapy Reduces Morbidity and Length of Hospital Stay in High-Risk Surgical Patients. *Chest* 2007 ;132 :1817–24. <https://doi.org/10.1378/chest.07-0621>.
- [3] Futier E, Robin E, Jabaudon M, Guerin R, Petit A, Bazin J-E, et al. Central venous O<sub>2</sub> saturation and venous-to-arterial CO<sub>2</sub> difference as complementary tools for goal-directed therapy during high-risk surgery. *Crit Care* 2010;14: R193. <https://doi.org/10.1186/cc9310>.
- [4] Jammer I, Ulvik A, Erichsen C, Lødemel O, Østgaard G. Does Central Venous Oxygen Saturation-directed Fluid Therapy Affect Postoperative Morbidity after Colorectal Surgery? *Anesthesiology* 2010; 113:1072–80. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181f79337>.
- [5] Mikor A, Trásy D, Németh MF, Osztrólczki A, Kocsi S, Kovács I, et al. Continuous central venous oxygen saturation assisted intraoperative hemodynamic management during major abdominal surgery: a randomized, controlled trial. *BMC Anesthesiol* 2015 ;15 :82. <https://doi.org/10.1186/s12871-015-0064-2>.
- [6] Robin E, Futier E, Pires O, Fleyfel M, Tavernier B, Lebuffe G, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference as a prognostic tool in high-risk surgical patients. *Crit Care* 2015; 19:227. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0917-6>.
- [7] Bar S, Grenez C, Nguyen M, de Broca B, Bernard E, Abou-Arab O, et al. Predicting postoperative complications with the respiratory exchange ratio after high-risk noncardiac surgery: A prospective cohort study. *Eur J Anaesthesiol* 2020; 37:1050–7. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001111>.
- [8] H N LK, Tripathy S, Das PK. Central Venous-to-Arterial CO<sub>2</sub> Difference–Assisted Goal-Directed Hemodynamic Management During Major Surgery—A Randomized Controlled Trial. *Anesthesia & Analgesia* 2022; 134:1010–20. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005833>.
- [9] Abe T, Uchino S, Sasabuchi Y, Takinami M. The incidence and outcome of hyperlactatemia in patients admitted to the intensive care unit after elective surgery. *The American Journal of Surgery* 2018; 216:886–92. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.04.007>.
- [10] Kim J, Park J, Kwon J-H, Kim S, Oh AR, Jang JN, et al. Association between Intraoperative Hyperlactatemia and Myocardial Injury after Noncardiac Surgery. *Diagnostics* 2021 ;11 :1656. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11091656>.

## L'utilisation du monitoring de la perfusion/oxygénation tissulaire par spectrométrie dans le proche infrarouge (NIRS) pour optimiser l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?

Experts : Matthias JAQUET-LAGREZE, Marie-Reine LOSSER, Ludovic MEURET

**ABSENCE DE RECOMMANDATION – Après analyse de la littérature, les experts ne sont pas en mesure d'émettre une recommandation concernant l'utilisation du monitoring de la perfusion/oxygénation tissulaire par spectrométrie dans le proche infrarouge (NIRS) en chirurgie non cardiaque adulte pour diminuer la morbi-mortalité périopératoire.**

### **ABSENCE DE RECOMMANDATION (Accord fort)**

**Argumentaire :** L'évaluation de la perfusion et de l'oxygénation tissulaire est un élément majeur du diagnostic et du pronostic des états d'insuffisance circulatoire aiguë [1]. Cependant, le faible nombre d'études randomisées réalisées hors chirurgie cardiaque, leur hétérogénéité méthodologique (différences dans les types de chirurgie) et leurs petits effectifs en limitent la portée. Concernant la NIRS, deux études randomisées, l'une en chirurgie abdominale ayant inclus 122 patients et l'autre en chirurgie carotidienne sur 163 patients concluaient à une absence de bénéfice en termes de prévention des troubles cognitifs postopératoires (respectivement OR 0,79 ; IC95 % [0,51-1,22] et 0,94 ; IC95 % [0,42-2,1]) [2-3]. Une troisième étude randomisée nichée dans une cohorte prospective réalisée en chirurgie orthopédique ayant analysé 73 patients objectivait une amélioration significative des scores postopératoires de mini mental test après monitoring peropératoire de la  $RsO_2$  par la NIRS. La méthodologie de cette étude était cependant médiocre, la  $RsO_2$  étant notamment associée au BIS dans le bras interventionnel, tandis qu'aucun monitoring (ni BIS ni  $RsO_2$ ) n'était utilisé dans le bras contrôle. [4] Une méta-analyse regroupant les études randomisées réalisées en chirurgie cardiaque et non cardiaque retrouvait un bénéfice sur les dysfonctions cognitives postopératoires mais la méthodologie était médiocre du fait de l'hétérogénéité majeure des travaux inclus ( $I^2 > 85\%$ ) et le recrutement majoritairement en chirurgie cardiaque (10 sur 15 études) ne permet pas de généraliser les résultats en chirurgie non cardiaque [5].

### **Références**

- [1] Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 2014;40:1795–815. <https://doi.org/10.1007/s00134-014-3525-z>.
- [2] Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P, Proietti R, Tufano R, Danelli G, et al. Continuous monitoring of cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing major abdominal surgery minimizes brain exposure to potential hypoxia. *Anesth Analg* 2005;101:740–7. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000166974.96219.cd>.
- [3] Zogogiannis ID, Iatrou CA, Lazarides MK, Vogiatzaki TD, Wachtel MS, Chatzigakis PK, et al. Evaluation of an intraoperative algorithm based on near-infrared refracted spectroscopy monitoring, in the intraoperative decision for shunt placement, in patients undergoing carotid endarterectomy. *Middle East J Anaesthesiol* 2011;21:367–73.
- [4] Ballard C, Jones E, Gauge N, Aarland D, Nilsen OB, Saxby BK, et al. Optimised anaesthesia to reduce post operative cognitive decline (POCD) in older patients undergoing elective surgery, a randomised controlled trial. *PLoS One* 2012;7:e37410. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037410>.
- [5] Zorrilla-Vaca A, Healy R, Grant MC, Joshi B, Rivera-Lara L, Brown C, et al. Intraoperative cerebral oximetry-based management for optimizing perioperative outcomes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Can J Anaesth* 2018;65:529–42. <https://doi.org/10.1007/s12630-018-1065-7>.

### **CHAMP 4 - Expansion volémique (hors transfusion) et/ou vasoconstricteurs et/ou inotropes**

Experts : Bernard CHOLLEY, Benjamin CHOUSTERMAN, Emmanuel FUTIER, Etienne GAYAT, Pierre-Grégoire GUINOT, Alexandre JOOSTEN

**Quel soluté d'expansion volémique présente le meilleur rapport efficacité/sécurité pour optimiser l'hémodynamique périopératoire ?**

Experts : Bernard CHOLLEY, Emmanuel FUTIER, Etienne GAYAT

<b>R4.1 - Il est probablement recommandé d'utiliser des solutés cristalloïdes balancés pour réaliser l'expansion volémique des patients de chirurgie non cardiaque afin de préserver leur équilibre acido-basique.</b>
<b>GRADE 2 (Accord fort)</b>
<p><b>Argumentaire :</b> Une revue systématique a identifié 15 articles publiés entre 2008 et 2020 portant sur la comparaison du type de soluté en chirurgie non cardiaque [1] ; il s'agit de 11 essais randomisés et de 4 études observationnelles. Pour la grande majorité de ces études l'objectif était d'étudier l'équilibre acide-base lié à l'utilisation de soluté balancé en postopératoire immédiat de chirurgie non cardiaque. Il ressort de cette méta-analyse que les solutés cristalloïdes balancés sont moins délétères que le sérum salé isotonique pour le pH postopératoire. Parmi les solutés balancés, un avantage se dessine pour le Plasmalyte® et les solutés à base d'acétate par rapport aux solutés à base de lactate comme le Ringer Lactate. Ces derniers ont tendance à augmenter la lactatémie sans que ceci soit associé à des effets mesurables sur le pronostic des patients. En revanche, aucune étude n'a mis en évidence de bénéfice de l'usage d'un type de soluté en termes de morbidité ou de mortalité postopératoires. Cette constatation suggère que le plus important pour le pronostic des patients réside dans la façon d'apporter l'expansion volémique (quantité et timing d'administration) plutôt que dans le type de produit utilisé. Dans l'attente d'autres études, les experts suggèrent de prendre en compte les recommandations formalisées d'expert « Choix du Soluté pour le remplissage vasculaire en situation critique » portées par la SFAR et la SFMU et publiées en 2021 [2].</p>
<p><b>Références</b></p> <p>[1] Salinero A, Mitzova-Vladinov G. Battle of the Crystalloids in the Operating Room: A Literature Review. <i>J Perianesth Nurs</i> 2021;36:629–37. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.03.012">https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.03.012</a>.</p> <p>[2] Joannes-Boyau O, Le Conte P, Bonnet M-P, Cesareo E, Chousterman B, Chaiba D, et al. Guidelines for the choice of intravenous fluids for vascular filling in critically ill patients, 2021. <i>Anaesth Crit Care Pain Med</i> 2022;41:101058. <a href="https://doi.org/10.1016/j.accpm.2022.101058">https://doi.org/10.1016/j.accpm.2022.101058</a>.</p>

**L'utilisation d'un vasoconstricteur (et lequel ?) dans le cadre de l'optimisation l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?**

Expert : Benjamin G. CHOUSTERMAN et Alexandre JOOSTEN

<b>R4.2.1 – Dans le cadre d'un protocole d'optimisation hémodynamique, lorsque le volume d'éjection systolique a déjà été optimisé par l'expansion volémique, les experts suggèrent d'utiliser un vasoconstricteur pour diminuer la morbi-mortalité périopératoire.</b>
<b>Avis d'experts (Accord fort)</b>
<b>R4.2.2 – Dans le cadre d'un protocole d'optimisation hémodynamique, lorsqu'un vasoconstricteur est nécessaire, les experts suggèrent de privilégier une perfusion de noradrénaline comparativement à une perfusion de phényléphrine pour un meilleur maintien du débit cardiaque.</b>
<b>Avis d'experts (Accord fort)</b>
<p><b>Argumentaire :</b> Dans le cadre d'un protocole d'optimisation hémodynamique, il n'existe à ce jour aucune étude contrôlée randomisée qui démontre qu'un type de vasopresseur pourrait avoir un avantage sur un autre afin de diminuer la morbi-mortalité postopératoire.</p> <p>Quelques études suggèrent néanmoins que la noradrénaline serait plus efficace dans le maintien du débit cardiaque que la phényléphrine [1-4] . De plus, un travail rétrospectif portant sur une large cohorte de patients indique qu'une utilisation exclusive de phényléphrine est associée de manière indépendante à un risque accru d'insuffisance rénale aiguë après chirurgie non cardiaque [5]. Néanmoins, ces études n'ont pas été réalisées dans le cadre d'un protocole d'optimisation hémodynamique . L'éphédrine est souvent considérée comme le traitement de première intention pour corriger l'hypotension artérielle apparaissant suite à l'induction d'une anesthésie générale. L'éphédrine est une molécule de synthèse ayant un effet majoritairement indirect par la libération de catécholamines (adrénaline et noradrénaline) endogènes [6]. Son efficacité est retardée, aléatoire et épuisable. C'est pourquoi, cette dernière a été progressivement remplacée par une perfusion continue soit de phényléphrine, soit de noradrénaline pour les patients à haut risque. Par ailleurs, il convient de rappeler qu'une étude prospective randomisée multicentrique française (N= 298 patients) a montré que le maintien d'une pression artérielle systolique autour de 10 % de la valeur de pression artérielle de base du patient (mesurée en préopératoire) assurée par une perfusion de noradrénaline « faiblement concentrée» (10 µg/ml) dès l'induction de l'anesthésie générale s'accompagnait d'une diminution de l'incidence des dysfonctions d'organes par rapport au maintien d'une PAS &gt; 80 mmHg à l'aide de bolus d'éphédrine [7]. Dans les deux groupes, les patients bénéficiaient d'une optimisation du volume d'éjection systolique. Depuis la publication de ce travail et d'autres travaux rétrospectifs confirmant une association forte entre la survenue d'une hypotension artérielle et un risque accru de complications postopératoires [8-10], de nombreux centres à travers le monde utilisent une perfusion de noradrénaline dès l'induction de l'anesthésie afin de corriger toute hypotension artérielle survenant au cours de la chirurgie.</p> <p>L'utilisation des vasopresseurs s'intègre dans une démarche de correction de la pression artérielle en complément de la gestion volémique des patients. L'administration libérale peropératoire de solutés a évolué au cours des deux dernières décennies vers une approche plus restrictive. Cette évolution temporelle de la pratique de la gestion du remplissage vasculaire s'est accompagnée d'une utilisation plus</p>

fréquente des vasopresseurs, dont les effets ont récemment été explorés. Chiu et al. ont analysé rétrospectivement ce changement de pratique dans une cohorte de plus de 32000 patients bénéficiant d'une chirurgie abdominale majeure dans 26 hôpitaux américains sur une période de 5 ans (2015-2019) [11]. Durant cette période, les auteurs ont observé une diminution nette de la quantité des fluides administrés au patient concomitamment à une utilisation accrue de vasopresseurs, lesquelles ont été associées à une augmentation de l'incidence de l'insuffisance rénale aiguë postopératoire. Ainsi, si les experts insistent sur la nécessité d'une correction rapide de l'hypotension artérielle peropératoire, une utilisation libérale et quasiment exclusive de vasopresseurs aux dépens de l'administration de fluides peut être délétère. Il est donc important de disposer de protocoles d'optimisation hémodynamique prenant en compte à la fois la réponse du VES au remplissage titré et le niveau de pression artérielle moyenne. Enfin, la posologie de la noradrénaline (tartrate) « faiblement concentrée » apparaît comme n'ayant que peu d'importance. Dans la littérature, elle se situe entre 5 et 32 µg/ml le plus souvent. Il serait plus judicieux que cette posologie soit discutée dans chaque département d'anesthésie-réanimation et fasse l'objet d'un protocole de service afin d'uniformiser les pratiques dans les différents blocs opératoires d'un même site.

## Références

- [1] Mostafa M, Hasanin A, Mostafa M, Taha MY, Elsayad M, Haggag FA, et al. Hemodynamic effects of norepinephrine versus phenylephrine infusion for prophylaxis against spinal anesthesia-induced hypotension in the elderly population undergoing hip fracture surgery: a randomized controlled trial. *Korean J Anesthesiol* 2021;74(4):308-16.
- [2] Vallée F, Passouant O, Le Gall A, Joachim J, Mateo J, Mebazaa A, et al. Norepinephrine reduces arterial compliance less than phenylephrine when treating general anesthesia-induced arterial hypotension. *Acta Anaesthesiol Scand* 2017;61(6):590-600.
- [3] Cannesson M, Jian Z, Chen G, Vu TQ, Hatib F. Effects of phenylephrine on cardiac output and venous return depend on the position of the heart on the Frank-Starling relationship. *J Appl Physiol* (1985) 2012;113(2):281-9.
- [4] Rebet O, Andremont O, Gérard JL, Fellahi JL, Hanouz JL, Fischer MO. Preload dependency determines the effects of phenylephrine on cardiac output in anaesthetised patients: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2016;33(9):638-44.
- [5] Ashish K Khanna; Amit K Saha SS. Association of exclusive use of intraoperative phenylephrine for treatment of hypotension with the risk of acute kidney injury after noncardiac surgery. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine* 2023 Apr 6;42(5):101224
- [6] Kobayashi S, Endou M, Sakuraya F, Matsuda N, Zhang X-H, Azuma M, et al. The sympathomimetic actions of l-ephedrine and d-pseudoephedrine: direct receptor activation or norepinephrine release? *Anesth Analg* 2003;97:1239–45. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000092917.96558.3C>.
- [7] Futier E, Lefrant JY, Guinot PG, Godet T, Lorne E, Cuvillon P, et al. Effect of Individualized vs Standard Blood Pressure Management Strategies on Postoperative Organ Dysfunction Among High-Risk Patients Undergoing Major Surgery: A Randomized Clinical Trial. *Jama* 2017;318(14):1346-57.
- [8] Gregory A, Stapelfeldt WH, Khanna AK, Smischney NJ, Boero IJ, Chen Q, et al. Intraoperative Hypotension Is Associated With Adverse Clinical Outcomes After Noncardiac Surgery. *Anesth Analg* 2021;132(6):1654-65.
- [9] Salmasi V, Maheshwari K, Yang D, Mascha EJ, Singh A, Sessler DI, et al. Relationship between Intraoperative Hypotension, Defined by Either Reduction from Baseline or Absolute Thresholds, and Acute Kidney and Myocardial Injury after Noncardiac Surgery: A Retrospective Cohort Analysis. *Anesthesiology* 2017;126(1):47-65.
- [10] Joosten A, Lucidi V, Ickx B, Van Obbergh L, Germanova D, Berna A, et al. Intraoperative hypotension during liver transplant surgery is associated with postoperative acute kidney injury: a historical cohort study. *BMC Anesthesiol* 2021;21(1):12.
- [11] Chiu C, Fong N, Lazzareschi D, Mavrothalassitis O, Kothari R, Chen LL, et al. Fluids, vasopressors, and acute kidney injury after major abdominal surgery between 2015 and 2019: a multicentre retrospective analysis. *Br J Anaesth* 2022;129(3):317-26.

**L'utilisation d'un inotrope (et lequel) dans le cadre de l'optimisation l'hémodynamique permet-elle de diminuer la morbi-mortalité périopératoire ?**

Experts : Bernard CHOLLEY, Pierre-Grégoire GUINOT

<b>R4.3.1 – En cas de persistance d'un index cardiaque inadapté après optimisation du volume d'éjection systolique par expansion volémique et de la pression artérielle par vasoconstricteurs, les experts suggèrent d'utiliser un inotrope dans le cadre d'une optimisation hémodynamique pour diminuer la morbidité périopératoire.</b>
<b>Avis d'experts (Accord fort)</b>
<b>R4.3.2 – Si un inotrope doit être utilisé en raison d'un index cardiaque inadapté, les experts suggèrent d'utiliser la dobutamine en première intention pour diminuer la morbidité postopératoire.</b>
<b>Avis d'experts (Accord fort)</b>
<p><b>Argumentaire :</b> Le concept de « goal directed therapy » tel qu'envisagé actuellement vise à obtenir des valeurs optimisées de débit cardiaque, en utilisant en premier lieu une expansion volémique et des inotropes si cette expansion volumique est inefficace.</p> <p>Un débit cardiaque bas est défini par la mesure de l'index cardiaque, avec des valeurs seuils entre 2,2 et 2,5 L/min/m<sup>2</sup> selon les études (3).</p> <p>Une méta-analyse incluant toutes les études ayant spécifiquement utilisé un médicament vasoconstricteur et/ou inotrope (dont la dopexamine et la dobutamine) n'a pas rapporté de bénéfice clinique significatif à une utilisation systématique d'un agent inotrope (2). Dans cette méta-analyse incluant plus de 26 études, la mortalité n'était pas significativement diminuée (Risque relatif (RR) 0,84 IC95 % [0,63-1,12], p=0,23), bien que le nombre de patients présentant au moins une complication postopératoire était réduit (RR 0,76 IC 95% [0,66-0,88], p&lt;0,001). L'hétérogénéité des protocoles d'optimisation hémodynamique utilisés dans chaque étude (mélange entre vasopresseur et inotrope), des effectifs des cohortes, du type de chirurgie, et des critères de jugement limitent la généralisation de ces résultats.</p> <p>Les travaux faisant mention du recours périopératoire à un inotrope ont très largement privilégié la dobutamine, probablement en raison des effets métaboliques et arythmogènes de l'adrénaline, sans que jamais ces deux agents n'aient été comparés directement.</p> <p>Lorsqu'un inotrope est introduit en peropératoire, cela nécessite une réévaluation cardiaque en postopératoire. Si la défaillance cardiaque persiste, une évaluation échocardiographique et un avis spécialisé sont nécessaires. Lorsque le patient présente un choc cardiogénique, un avis auprès d'un centre expert et un transfert en postopératoire en soins critiques doivent être envisagés.</p>
<b>Références</b>
<p>[1] Gopal S, Jayakumar D, Nelson PN. Meta-analysis on the effect of dopexamine on in-hospital mortality. <i>Anaesthesia</i> 2009;64:589–94. <a href="https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2009.05896.x">https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2009.05896.x</a>.</p> <p>[2] Deng C, Bellomo R, Myles P. Systematic review and meta-analysis of the perioperative use of vasoactive drugs on postoperative outcomes after major abdominal surgery. <i>Br J Anaesth</i> 2020;124:513–24. <a href="https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.01.021">https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.01.021</a>.</p>

[3] Jessen MK, Vallentin MF, Holmberg MJ, Bolther M, Hansen FB, Holst JM, et al. Goal-directed haemodynamic therapy during general anaesthesia for noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2022;128:416–33. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.10.046>.

**OBS Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, l'utilisation d'un vasoconstricteur (et lequel ?) permet-elle de diminuer la morbi-mortalité maternelle et/ou néonatale ? Selon quelles modalités ?**

*Experts : Max Gonzalez Estevez, Frédéric J. Mercier*

**OBS R.4.1 - Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, il n'est pas recommandé d'utiliser de l'éphédrine en traitement prophylactique en comparaison avec la phényléphrine ou la noradrénaline afin de réduire le risque d'acidose néonatale, d'hypotension artérielle, de nausées-vomissements et de tachycardie maternelle.**

**GRADE 1 (Accord fort)**

**Argumentaire :** L'éphédrine passe très fortement la barrière placentaire [1] (contrairement à la phényléphrine et la noradrénaline [1,2]) et peut provoquer une stimulation catécholaminergique fœto-placentaire, entraînant une production de CO<sub>2</sub> et de lactate avec une acidose néonatale [3] potentiellement délétère. Le lien direct entre morbi-mortalité néonatale et l'acidose néonatale spécifiquement induite par l'éphédrine est également suggéré par une analyse multivariée faite sur une ancienne cohorte de grands prématurés à une époque où l'éphédrine était utilisée massivement et comme unique vasoconstricteur [4]. De plus, contrairement à la phényléphrine et à la noradrénaline, l'action retardée et épuisable de l'éphédrine semble, en théorie, moins efficace pour maintenir une stabilité hémodynamique maternelle.

Quatre méta-analyses ont comparé l'efficacité et la tolérance maternelle et néonatale de l'utilisation prophylactique d'éphédrine à celle de la phényléphrine et de la noradrénaline [5–8].

Une méta-analyse suggère que le risque d'hypotension artérielle maternelle est plus important avec l'éphédrine qu'avec la noradrénaline [6], et une autre montre que le risque d'hypotension maternelle est moins important avec la phényléphrine qu'avec l'éphédrine [5]. Enfin, le classement d'efficacité des vasoconstricteurs établi par la méta-analyse de Fitzgerald et al. (72 études, 6186 patientes) suggère que l'éphédrine est le moins bon vasoconstricteur dans la prévention de l'hypotension artérielle maternelle [6] ; et couplée à celle de Fitzgerald et al., celle de Singh et al. (44 études, 2887 patientes) suggèrent que l'éphédrine est le moins bon vasoconstricteur dans la prévention des nausées-vomissements maternels [6,9]. Une méta-analyse démontre également que l'incidence des nausées-vomissements est supérieure avec l'éphédrine qu'avec la phényléphrine [7]. Par ailleurs, deux méta-analyses montrent que la tachycardie réactionnelle maternelle est plus fréquente avec l'éphédrine qu'avec la phényléphrine [5,7] et selon la méta-analyse de Fitzgerald et al. l'éphédrine est le moins bon vasoconstricteur concernant le risque de tachycardie réactionnelle maternelle, qu'il favorise nettement [6].

Sur le plan néonatal, deux méta-analyses démontrent que l'incidence de l'acidose néonatale est supérieure avec l'éphédrine qu'avec la phényléphrine [7, 8]. De la même façon, le pH artériel au cordon est plus bas avec l'éphédrine qu'avec la phényléphrine [7]. Enfin, le classement établi par la méta-analyse de Singh et al. suggère que l'éphédrine est le moins bon vasoconstricteur sur le plan de l'excès de base néonatal au cordon [9]. Il faut noter que les études randomisées incluses dans ces différentes méta-analyses utilisaient de fortes doses d'éphédrine (entre 35 et 40 mg en moyenne, 8 études n=193) [10–17], ce qui pourrait expliquer en partie ces moins bons paramètres gazométriques néonataux (qui n'apparaissent généralement qu'à partir de doses totales d'éphédrine supérieures à 15 mg [18]).

Il faut souligner que cette recommandation négative ne concerne que l'utilisation de l'éphédrine prophylactique pour la césarienne programmée sous rachianesthésie. L'éphédrine peut bien

entendu être utilisée en bolus pour le traitement d'une hypotension artérielle, en particulier lorsque cette hypotension artérielle est associée à une bradycardie maternelle sous phényléphrine [19].

## Références

- [1] Ngan Kee WD, Khaw KS, Tan PE, Ng FF, Karmakar MK. Placental transfer and fetal metabolic effects of phenylephrine and ephedrine during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesthesiology* 2009;111:506–12. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181b160a3>.
- [2] Puolakka J, Kauppila A, Tuimala R, Jouppila R, Vuori J. The effect of parturition on umbilical blood plasma levels of norepinephrine. *Obstet Gynecol* 1983;61:19–21.
- [3] Mercier FJ, Augè M, Hoffmann C, Fischer C, Le Gouez A. Maternal hypotension during spinal anesthesia for caesarean delivery. *Minerva Anesthesiol* 2013;79:62–73.
- [4] Laudenbach V, Mercier FJ, Rozé J-C, Larroque B, Ancel P-Y, Kaminski M, et al. Anaesthesia mode for caesarean section and mortality in very preterm infants: an epidemiologic study in the EPIPAGE cohort. *Int J Obstet Anesth* 2009;18:142–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2008.11.005>.
- [5] Heesen M, Köhr S, Rossaint R, Straube S. Prophylactic phenylephrine for caesarean section under spinal anaesthesia: systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* 2014;69:143–65. <https://doi.org/10.1111/anae.12445>.
- [6] Fitzgerald JP, Fedoruk KA, Jadin SM, Carvalho B, Halpern SH. Prevention of hypotension after spinal anaesthesia for caesarean section: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Anaesthesia* 2020;75:109–21. <https://doi.org/10.1111/anae.14841>.
- [7] Xu C, Liu S, Huang Y, Guo X, Xiao H, Qi D. Phenylephrine vs ephedrine in cesarean delivery under spinal anesthesia: A systematic literature review and meta-analysis. *Int J Surg* 2018;60:48–59. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2018.10.039>.
- [8] Veese M, Hofmann T, Roth R, Klöhr S, Rossaint R, Heesen M. Vasopressors for the management of hypotension after spinal anesthesia for elective caesarean section. Systematic review and cumulative meta-analysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012;56:810–6. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2011.02646.x>.
- [9] Singh PM, Singh NP, Reschke M, Ngan Kee WD, Palanisamy A, Monks DT. Vasopressor drugs for the prevention and treatment of hypotension during neuraxial anaesthesia for Caesarean delivery: a Bayesian network meta-analysis of fetal and maternal outcomes. *Br J Anaesth* 2020;124:e95–107. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.09.045>.
- [10] Hall PA, Bennett A, Wilkes MP, Lewis M. Spinal anaesthesia for caesarean section: comparison of infusions of phenylephrine and ephedrine. *Br J Anaesth* 1994;73:471–4. <https://doi.org/10.1093/bja/73.4.471>.
- [11] Ayorinde BT, Buczkowski P, Brown J, Shah J, Buggy DJ. Evaluation of pre-emptive intramuscular phenylephrine and ephedrine for reduction of spinal anaesthesia-induced hypotension during Caesarean section. *Br J Anaesth* 2001;86:372–6. <https://doi.org/10.1093/bja/86.3.372>.
- [12] Cooper DW, Jeyaraj L, Hynd R, Thompson R, Meek T, Ryall DM, et al. Evidence that intravenous vasopressors can affect rostral spread of spinal anesthesia in pregnancy. *Anesthesiology* 2004;101:28–33. <https://doi.org/10.1097/0000542-200407000-00007>.
- [13] Saravanan S, Kocarev M, Wilson RC, Watkins E, Columb MO, Lyons G. Equivalent dose of ephedrine and phenylephrine in the prevention of post-spinal hypotension in Caesarean section. *Br J Anaesth* 2006;96:95–9. <https://doi.org/10.1093/bja/aei265>.
- [14] Cooper DW, Gibb SC, Meek T, Owen S, Kokri MS, Malik AT, et al. Effect of intravenous vasopressor on spread of spinal anaesthesia and fetal acid-base equilibrium. *Br J Anaesth* 2007;98:649–56. <https://doi.org/10.1093/bja/aem056>.
- [15] Hennebry MC, Stocks GM, Belavadi P, Barnes J, Wray S, Columb MO, Lyons G. Effect of i.v. phenylephrine or ephedrine on the ED50 of intrathecal bupivacaine with fentanyl for caesarean section. *Br J Anaesth*. 2009 Jun;102(6):806–11. doi: 10.1093/bja/aep095.
- [16] Magalhães E, Govêia CS, de Araújo Ladeira LC, Nascimento BG, Kluthcouski SM. Ephedrine versus phenylephrine: prevention of hypotension during spinal block for caesarean section and effects on the fetus. *Rev Bras Anesthesiol*. 2009 Jan-Feb;59(1):11–20. English, Portuguese. doi: 10.1590/s0034-70942009000100003.

- [17] Bhardwaj N, Jain K, Arora S, Bharti N. A comparison of three vasopressors for tight control of maternal blood pressure during cesarean section under spinal anesthesia: Effect on maternal and fetal outcome. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2013;29:26–31. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.105789>.
- [18] Lee A, Ngan Kee WD, Gin T. A dose-response meta-analysis of prophylactic intravenous ephedrine for the prevention of hypotension during spinal anesthesia for elective cesarean delivery. *Anesth Analg* 2004 ;98 :483–90. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000096183.49619.FC>.
- [19] Kinsella SM, Carvalho B, Dyer RA, Fernando R, McDonnell N, Mercier FJ, et al. International consensus statement on the management of hypotension with vasopressors during caesarean section under spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2018;73:71–92. <https://doi.org/10.1111/anae.14080>.

**OBS R.4.2 - Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, il est recommandé d'utiliser de la phényléphrine ou de la noradrénaline faiblement concentrée en traitement prophylactique pour réduire l'incidence de l'hypotension artérielle, des nausées-vomissements, de la tachycardie, des sensations de dyspnée et de malaise maternels, ainsi que de la lactatémie artérielle néonatale.**

**GRADE 1 (Accord fort)**

**Argumentaire :** Chez les patientes bénéficiant d'une césarienne programmée sous rachianesthésie, une méta-analyse [1] et quatre essais randomisés contrôlés [2-5] ont évalué l'efficacité maternelle et néonatale de la phényléphrine prophylactique en comparaison avec un placebo ou l'absence de vasoconstricteur. Ces études montrent que la phényléphrine permet une moindre incidence d'hypotension artérielle [4,5], une meilleure stabilité tensionnelle [2], avec moins de nausées-vomissements [1,3,4], de tachycardie réactionnelle [1,5], et de sensations de dyspnée et de malaise [5]. Chez le nouveau-né, la phényléphrine permet une meilleure lactatémie artérielle au cordon [5].

Cinq essais randomisés contrôlés [5-9] ont évalué l'efficacité maternelle et néonatale de la noradrénaline faiblement concentrée prophylactique en comparaison à un placebo ou l'absence de vasoconstricteur. Ces études montrent que la noradrénaline permet une moindre incidence d'hypotension artérielle [6-8], de nausées-vomissements [5], de tachycardie réactionnelle et de sensations de dyspnée et de malaise [5].

Sur le plan pratique, le débit de dose proposé dans la littérature pour débiter la phényléphrine prophylactique est autour de 50 µg/min (3000 µg/h) IVSE [4], et en cas de survenue d'une hypotension, la dose-bolus curative proposée est de 50 à 100 µg [10]. Pour la noradrénaline faiblement dosée (concentrations allant de 4 à 20 µg/mL) il est à noter qu'en France, la concentration est libellée sous forme de tartrate de noradrénaline, alors que dans la littérature (en l'absence de spécification contraire) sa concentration est libellée le plus souvent sous forme de noradrénaline base, sachant que 1 mg de noradrénaline base équivaut à 2 mg de tartrate de noradrénaline [11]. Le débit de dose prophylactique initial suggéré de tartrate de noradrénaline est de 5 µg/min (300 µg/h) IVSE [12], et de 5 à 10 µg IVD en dose-bolus curative en cas d'hypotension [13] (cf. Annexe Obstétrique).

## Références

- [1] Heesen M, Kölhr S, Rossaint R, Straube S. Prophylactic phenylephrine for caesarean section under spinal anaesthesia: systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* 2014;69:143–65. <https://doi.org/10.1111/anae.12445>.
- [2] Allen TK, George RB, White WD, Muir HA, Habib AS. A double-blind, placebo-controlled trial of four fixed rate infusion regimens of phenylephrine for hemodynamic support during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Analg* 2010;111:1221–9. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181e1db21>.
- [3] Siddik-Sayyid SM, Taha SK, Kanazi GE, Aouad MT. A Randomized Controlled Trial of Variable Rate Phenylephrine Infusion With Rescue Phenylephrine Boluses Versus Rescue Boluses Alone on Physician Interventions During Spinal Anesthesia for Elective Cesarean Delivery. *Anesthesia & Analgesia* 2014;118:611–8. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000437731.60260.ce>.
- [4] George RB, McKeen DM, Dominguez JE, Allen TK, Doyle PA, Habib AS. A randomized trial of phenylephrine infusion versus bolus dosing for nausea and vomiting during Cesarean delivery in obese women. *Can J Anaesth* 2018;65:254–62. <https://doi.org/10.1007/s12630-017-1034-6>.
- [5] Feng K, Wang X, Feng X, Zhang J, Xiao W, Wang F, et al. Effects of continuous infusion of phenylephrine vs. norepinephrine on parturients and fetuses under LiDCOrapid monitoring: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *BMC Anesthesiol* 2020;20:229. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01145-0>.
- [6] Ngan Kee WD, Lee SWY, Ng FF, Khaw KS. Prophylactic Norepinephrine Infusion for Preventing Hypotension During Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery. *Anesth Analg* 2018;126:1989–94. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002243>.
- [7] Chen Y, Guo L, Shi Y, Ma G, Xue W, He L, et al. Norepinephrine prophylaxis for postspinal anesthesia hypotension in parturient undergoing cesarean section: a randomized, controlled trial. *Arch Gynecol Obstet* 2020;302:829–36. <https://doi.org/10.1007/s00404-020-05663-7>.
- [8] Wei C, Qian J, Zhang Y, Chang X, Hu H, Xiao F. Norepinephrine for the prevention of spinal-induced hypotension during caesarean delivery under combined spinal-epidural anaesthesia: Randomised, double-blind, dose-finding study. *Eur J Anaesthesiol* 2020;37:309–15. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001152>.
- [9] Sundararajan M, Ravindran C, Ponnusamy R, Murugesan R. Prophylactic norepinephrine infusion or leg wrapping for postspinal hypotension in elective caesarean delivery: A randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2020;37:803–9. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001231>.
- [10] Kinsella SM, Carvalho B, Dyer RA, Fernando R, McDonnell N, Mercier FJ, et al. International consensus statement on the management of hypotension with vasopressors during caesarean section under spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2018;73:71–92. <https://doi.org/10.1111/anae.14080>.
- [11] Mercier FJ, Soued M, Morau E, Ngan Kee WD. Noradrenaline for haemodynamic control in obstetric anaesthesia: Is it now a suitable alternative to phenylephrine? *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2019 Dec;38(6):591-593. doi: 10.1016/j.accpm.2019.10.006.
- [12] Ngan Kee WD, Lee SWY, Ng FF, Tan PE, Khaw KS. Randomized Double-blinded Comparison of Norepinephrine and Phenylephrine for Maintenance of Blood Pressure during Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery. *Anesthesiology* 2015;122:736–45. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000601>.
- [13] Hassabelnaby YS, Hasanin AM, Adly N, Mostafa MMA, Refaat S, Fouad E, et al. Comparison of two Norepinephrine rescue bolus for Management of Post-spinal Hypotension during Cesarean Delivery: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol* 2020;20:84. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01004-y>.

**OBS 4.3 - ABSENCE DE RECOMMANDATION. Au vu des données actuelles de la littérature, il n’y a pas d’arguments suffisants permettant de recommander l’utilisation de la noradrénaline plutôt que la phényléphrine comme vasoconstricteur prophylactique.**

**ABSENCE DE RECOMMANDATION (Accord fort)**

**Argumentaire** : Certaines données semblent montrer un impact plus favorable de la noradrénaline sur le débit cardiaque maternel et sur l'incidence des bradycardies en comparaison à la phényléphrine. En effet, plusieurs études randomisées retrouvaient un débit cardiaque plus élevé avec la noradrénaline à la cinquième minute post-rachianesthésie [1–3], à l'incision et à la naissance [2]. De plus, le débit cardiaque maternel entre l'induction et la naissance était significativement plus important chez les patientes recevant de la noradrénaline [3]. Par ailleurs, deux méta-analyses [4,5] retrouvaient une incidence de bradycardie moins importante avec la noradrénaline, résultat également confirmé par une revue systématique récente [6]. Même si aucun cas d'instabilité hémodynamique liée à la bradycardie n'était rapporté dans ces études [7], ceci n'excluait pas une baisse critique du débit cardiaque maternel puisqu'il n'était pas monitoré. Enfin, deux méta-analyses en réseaux [4,7] montrent que la noradrénaline est supérieure à la phényléphrine en termes de prévention de l'hypotension artérielle, des nausées-vomissements, de la bradycardie, de l'hypertension artérielle réactionnelle maternelles ainsi que le statut fœtal acido-basique. Néanmoins, comme ce type de méta-analyses propose des comparaisons à la fois directes et indirectes entre traitements, certains de leurs résultats sont à considérer, malgré un effectif global de plusieurs milliers de patientes, comme des preuves indirectes.

Ces données plutôt favorables à la noradrénaline s'accompagnent néanmoins d'une abondante littérature suggérant un impact similaire entre noradrénaline et phényléphrine sur les autres critères de morbi-mortalité maternelle et néonatale retenus pour cette RFE. En effet, deux méta-analyses [4,5] et une revue systématique [6] ne retrouvaient pas de différence significative d'incidence de l'hypotension artérielle maternelle entre phényléphrine et noradrénaline. Ces données ont été confirmées par la suite [7,9]. Sur le plan néonatal, une méta-analyse ne retrouvait pas de différence significative d'incidence de scores d'APGAR < 7 à cinq minutes de vie [5], et les scores d'APGAR n'étaient pas significativement différents entre les deux vasoconstricteurs dans quatre études randomisées publiées ultérieurement [2,9–11]. Par ailleurs, deux méta-analyses [4,5] et une revue systématique [6] ne retrouvaient pas de différence significative de pH artériel au cordon entre les deux vasoconstricteurs, et ces résultats étaient également retrouvés dans 4 études randomisées publiées ultérieurement [2,9–11]. Concernant l'excès de bases néonatal, aucune différence significative n'était retrouvée entre les deux vasoconstricteurs, que ce soit dans une méta-analyse [5] ou dans quatre études randomisées plus récentes [2,9–11]. Enfin, les valeurs de lactate artériel néonatal étaient également comparables [11].

Au total, sur les données actuellement disponibles, les bénéfices de la noradrénaline semblent insuffisants pour recommander de privilégier son utilisation à celle de la phényléphrine. Il sera important d'analyser l'évolution de la littérature dans les prochaines années, notamment pour déterminer si les données favorables à la noradrénaline sur la bradycardie et le maintien du débit cardiaque maternel se confirment sur des critères de jugement maternels et/ou fœtaux plus larges et plus pertinents cliniquement.

## Références

- [1] Ngan Kee WD, Lee SWY, Ng FF, Tan PE, Khaw KS. Randomized Double-blinded Comparison of Norepinephrine and Phenylephrine for Maintenance of Blood Pressure during Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery. *Anesthesiology* 2015;122:736–45. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000601>.
- [2] Cho WJ, Cho SY, Lee A-R. Systemic hemodynamic effects of norepinephrine versus phenylephrine in intermittent bolus doses during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Pain Med (Seoul)* 2020;15:53–60. <https://doi.org/10.17085/apm.2020.15.1.53>.

- [3] Wang X, Mao M, Zhang S-S, Wang Z-H, Xu S-Q, Shen X-F. Bolus norepinephrine and phenylephrine for maternal hypotension during elective cesarean section with spinal anesthesia: a randomized, double-blinded study. *Chin Med J (Engl)* 2020;133:509–16. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000621>.
- [4] Fitzgerald JP, Fedoruk KA, Jadin SM, Carvalho B, Halpern SH. Prevention of hypotension after spinal anaesthesia for caesarean section: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Anaesthesia* 2020;75:109–21. <https://doi.org/10.1111/anae.14841>.
- [5] Xu S, Shen X, Liu S, Yang J, Wang X. Efficacy and safety of norepinephrine versus phenylephrine for the management of maternal hypotension during cesarean delivery with spinal anesthesia: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2019;98:e14331. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014331>.
- [6] Heesen M, Hilber N, Rijs K, Rossaint R, Girard T, Mercier FJ, Klimek M. A systematic review of phenylephrine vs. noradrenaline for the management of hypotension associated with neuraxial anaesthesia in women undergoing caesarean section. *Anaesthesia*. 2020 Jun;75(6):800-808. doi: 10.1111/anae.14976.
- [7] Theodoraki K, Hadzilia S, Valsamidis D, Stamatakis E. Prevention of hypotension during elective cesarean section with a fixed-rate norepinephrine infusion versus a fixed-rate phenylephrine infusion. A double-blinded randomized controlled trial. *Int J Surg* 2020;84:41–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsu.2020.10.006>.
- [8] Singh PM, Singh NP, Reschke M, Ngan Kee WD, Palanisamy A, Monks DT. Vasopressor drugs for the prevention and treatment of hypotension during neuraxial anaesthesia for Caesarean delivery: a Bayesian network meta-analysis of fetal and maternal outcomes. *Br J Anaesth* 2020;124:e95–107. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.09.045>.
- [9] Hasanin A, Amin S, Refaat S, Habib S, Zayed M, Abdelwahab Y, et al. Norepinephrine versus phenylephrine infusion for prophylaxis against post-spinal anaesthesia hypotension during elective caesarean delivery: A randomised controlled trial. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019;38:601–7. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2019.03.005>.
- [10] Ngan Kee WD, Lee SWY, Ng FF, Lee A. Norepinephrine or phenylephrine during spinal anaesthesia for Caesarean delivery: a randomised double-blind pragmatic non-inferiority study of neonatal outcome. *Br J Anaesth* 2020;125:588–95. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.05.057>.
- [11] Wang YB, Yang ZY, Zhang WP. Comparison of Continuous Infusion of Epinephrine and Phenylephrine on Hemodynamics During Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery: A Randomized Controlled Trial. *Clinical Therapeutics* 2020;42:2001–9. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2020.08.004>.

**Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, quelles modalités d’expansion volémique permettent de réduire la morbi-mortalité maternelle et/ou néonatale ?**

*Experts : Max Gonzalez Estevez, Frédéric J. Mercier*

**OBS R.4.4 - Chez les patientes ayant une césarienne programmée avec rachianesthésie, conjointement à l’administration prophylactique de phényléphrine ou de noradrénaline, les experts suggèrent d’utiliser une expansion volémique rapide par cristalloïdes dès l’induction de la rachianesthésie (appelé co-remplissage) pour réduire l’incidence de l’hypotension artérielle et les besoins en vasoconstricteurs.**

**Avis d’experts (Accord fort)**

**Argumentaire :** La méta-analyse en réseaux de Rijs et al. (49 études, 4317 patientes) avait pour objectif d’évaluer l’efficacité du remplissage vasculaire dans la prévention de l’hypotension artérielle liée à la rachianesthésie pour césarienne [1]. Ce remplissage était réalisé avant la rachianesthésie (pré-remplissage) ou juste après (co-remplissage). Toutefois, 46 des 49 études portaient sur des patientes recevant un vasoconstricteur à titre curatif (et non prophylactique). De

ce fait, au vu des données montrant la supériorité de l'administration prophylactique de la phényléphrine ou de la noradrénaline sur la morbidité maternelle en comparaison à une administration curative (cf. argumentaire de la recommandation OBS R.4.3), les résultats de cette méta-analyse n'ont pas été pris en compte.

Quelques études randomisées ont évalué l'efficacité d'un remplissage vasculaire en association à un vasoconstricteur prophylactique. Ngan Kee et al. [2] ont notamment comparé chez 106 patientes un co-remplissage rapide par Ringer Lactate versus une perfusion d'entretien en « garde veine » chez des patientes ayant une administration prophylactique de phényléphrine à 100 µg/h. Le remplissage était alors administré sur une voie veineuse périphérique de 16G en « débit libre » avec un débit médian de 64 mL/min. Dans le groupe co-remplissage, l'incidence de l'hypotension était significativement plus faible (1,9 vs 28,3 %,  $p=0,0001$ ), avec une dose totale de phényléphrine également plus faible (1160 vs 1400 µg,  $p=0,008$ ). Les paramètres néonataux n'étaient pas modifiés par le remplissage. Les auteurs justifiaient le choix du co-remplissage par le fait que les solutés cristalloïdes se distribuent rapidement dans le secteur interstitiel lors d'un pré-remplissage, tandis que leur pouvoir d'expansion volémique est maximal en co-remplissage rapide juste après l'injection intrathécale d'anesthésiques locaux du fait de la vasodilatation alors induite par le bloc sympathique. Celui-ci permettrait également d'accélérer la distribution systémique du vasoconstricteur.

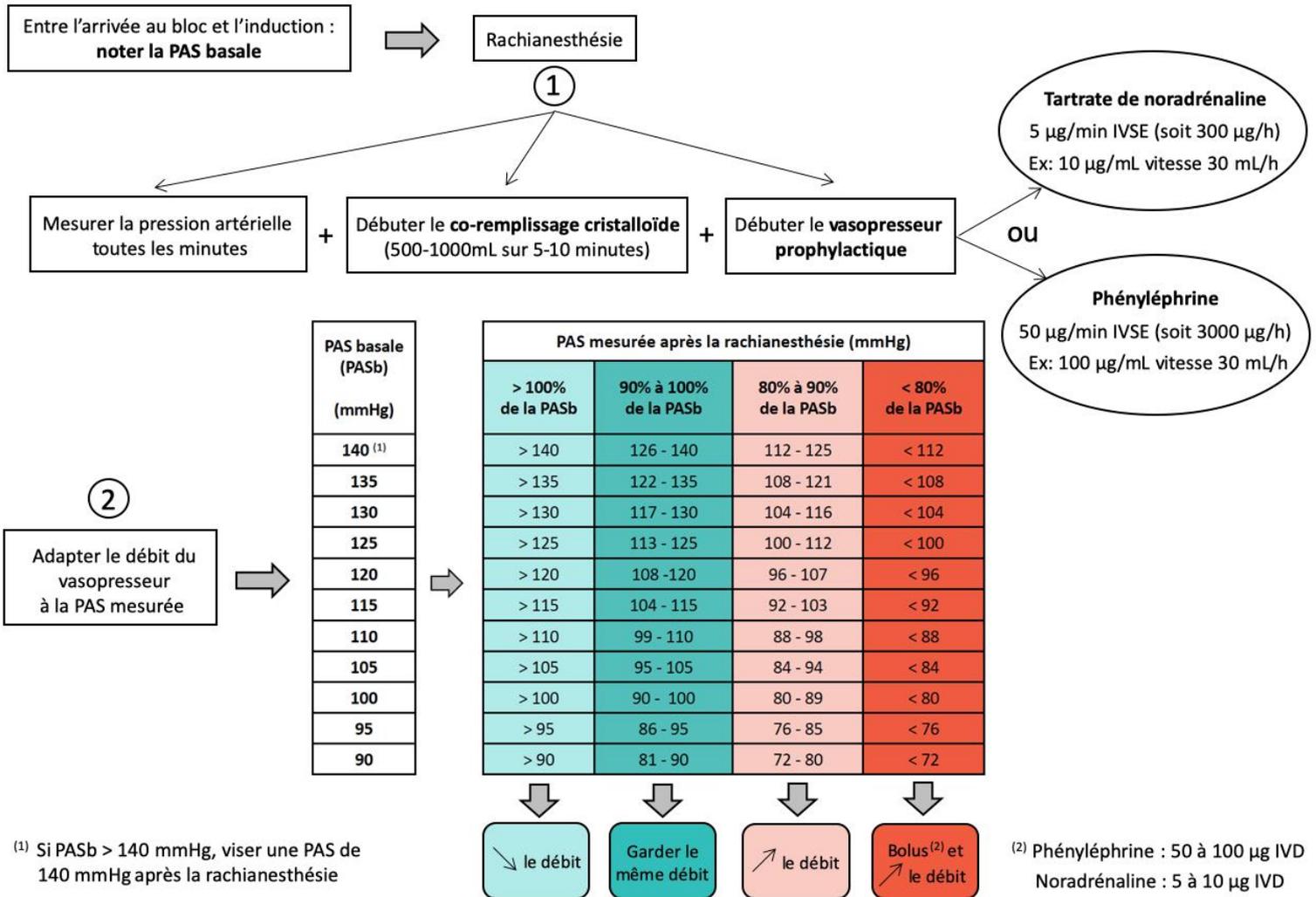
Au vu de l'efficacité du co-remplissage cristalloïde chez des patientes recevant de la phényléphrine prophylactique [2] et de l'efficacité comparable de ces deux vasoconstricteurs dans la prévention de l'hypotension artérielle (cf. Recommandation OBS R.4.3), le rapport bénéfices/risques du co-remplissage cristalloïde semble également favorable lorsque la noradrénaline est utilisée à visée prophylactique bien qu'il n'ait pas été retrouvé d'étude évaluant l'efficacité d'un remplissage vasculaire chez des patientes recevant de la noradrénaline prophylactique durant la césarienne sous rachianesthésie. .

Il est donc pertinent de suggérer l'usage d'un co-remplissage par cristalloïdes, comme préconisé par le consensus d'experts international de 2018 sur la prise en charge de l'hypotension avec des vasoconstricteurs en césarienne sous rachianesthésie [3]. Au vu de l'impact potentiellement négatif d'un sur-remplissage sur les stratégies de réhabilitation précoce post-césarienne, il semble pertinent pour un rapport bénéfices/risques optimal, de se limiter à l'administration de 1000 mL au maximum, et de l'effectuer le plus rapidement possible dans les 5-10 premières minutes suivant l'induction de la rachianesthésie [1,3] (cf. Annexe Obstétrique).

## Références

- [1] Rijs K, Mercier FJ, Lucas DN, Rossaint R, Klimek M, Heesen M. Fluid loading therapy to prevent spinal hypotension in women undergoing elective caesarean section. *Eur J Anaesthesiol* 2020;37:1126–42. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001371>.
- [2] Ngan Kee WD, Khaw KS, Ng FF. Prevention of hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery: an effective technique using combination phenylephrine infusion and crystalloid cohydration. *Anesthesiology* 2005;103:744–50. <https://doi.org/10.1097/00000542-200510000-00012>.
- [3] Kinsella SM, Carvalho B, Dyer RA, Fernando R, McDonnell N, Mercier FJ, et al. International consensus statement on the management of hypotension with vasopressors during caesarean section under spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2018;73:71–92. <https://doi.org/10.1111/anae.14080>.

**Algorithme de l'optimisation hémodynamique pour césarienne programmée sous rachianesthésie avec grossesse monofœtale, hors pathologie maternelle spécifique (notamment pré-éclampsie ou cardiopathie congénitale)**



## Champ 5 - Impact économique de l'optimisation hémodynamique périopératoire

Experts : Marc BEAUSSIER, Olivier DESEBBE, Claude ECOFFEY, Emmanuel LORNE, Marie-Pierre MATEZAK, Benoît TAVERNIER

**L'optimisation hémodynamique périopératoire permet-elle de diminuer la durée moyenne de séjour et les coûts liés aux soins ?**

Experts : Marc BEAUSSIER, Olivier DESEBBE, Claude ECOFFEY, Emmanuel LORNE, Marie-Pierre MATEZAK, Benoît TAVERNIER

**R5.1. Il est probablement recommandé chez le patient à risque élevé et très élevé d'optimiser l'hémodynamique pour diminuer la durée moyenne de séjour.**

**GRADE 2 (Accord fort)**

**ABSENCE DE RECOMMANDATION - Après analyse de la littérature, les experts ne sont pas en mesure d'émettre une recommandation concernant l'impact de l'optimisation hémodynamique périopératoire sur les coûts liés aux soins.**

**Absence de recommandation (Accord fort)**

**Argumentaire :** Dix méta-analyses ont évalué l'impact d'une optimisation hémodynamique en périopératoire sur la durée moyenne de séjour (DMS), regroupant de 464 patients (inclus dans cinq études) à 7561 patients (65 études analysées) [1-10]. Quatre méta-analyses ne montrent pas de diminution significative de la DMS (de -1,33 à + 0,01 jour) [1,6,8,10]; tandis que 6 méta-analyses montrent une diminution modeste de la DMS (de -1,18 à -0,14 jour) [2-5,7,9]. Le bénéfice semblait d'autant plus probable : i. en chirurgie majeure abdominale, ii. chez les patients à risque très élevé, et iii. si le protocole d'optimisation hémodynamique utilisé comprenait l'administration de catécholamines [5]. L'évolution de la prise en charge globale du patient avec les protocoles de « réhabilitation améliorée après chirurgie » peut expliquer que plusieurs études récentes ne montrent plus de bénéfice net sur la DMS.

Une diminution des coûts liés aux soins peut être attendue en cas d'effet favorable (même modeste) sur la durée de séjour. Cependant, l'analyse de la littérature estimant les coûts le plus souvent de manière indirecte se base sur des méthodologies assez disparates. Il n'existe jusqu'à présent aucune étude prospective ayant comme critère principal le bénéfice économique d'une optimisation hémodynamique périopératoire. A ce jour, la seule estimation directe des coûts associés aux soins existante correspond à un recueil prospectif ancillaire d'une étude randomisée évaluant un protocole d'optimisation hémodynamique basée sur un paramètre de débit, et réalisée avec les coûts du système de santé anglais [11]. Le plus souvent, il s'agit de calculs fondés sur la comparaison des coûts associés aux séjours de patients ayant fait des complications postopératoires à ceux de patients sans complication, sans ajustement sur les autres facteurs de risque [7, 12-16]. Ceci aboutit à comparer des populations en utilisant une équation simple [17] dont la mortalité et la durée de séjour sont en fait très différentes et donc non représentatives des bénéfices potentiellement observés avec un protocole d'optimisation hémodynamique.

## Références

- [1] Benes J, Giglio M, Brienza N, Michard F. The effects of goal-directed fluid therapy based on dynamic parameters on post-surgical outcome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* 2014; 18:584. <https://doi.org/10.1186/s13054-014-0584-z>
- [2] Berger MM, Gradwohl-Matis I, Brunauer A, Ulmer H, Dünser MW. Targets of perioperative fluid therapy and their effects on postoperative outcome: a systematic review and meta-analysis. *Minerva Anesthesiol* 2015; 81:794–808.
- [3] 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* 2018; 35:469–83. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000778>
- [4] Deng Q-W, Tan W-C, Zhao B-C, Wen S-H, Shen J-T, Xu M. Is goal-directed fluid therapy based on dynamic variables alone sufficient to improve clinical outcomes among patients undergoing surgery? A meta-analysis. *Crit Care* 2018; 22:298. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2251-2>
- [5] Jessen MK, Vallentin MF, Holmberg MJ, Bolther M, Hansen FB, Holst JM, et al. Goal-directed haemodynamic therapy during general anaesthesia for noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2022;128:416-33. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.10.046>
- [6] Michard F, Giglio MT, Brienza N. Perioperative goal-directed therapy with uncalibrated pulse contour methods: impact on fluid management and postoperative outcome. *Br J Anaesth* 2017; 119:22–30. <https://doi.org/10.1093/bja/aex138>
- [7] Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, Gillies MA, Blunt M, Ackland G, et al. Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA* 2014; 311:2181–90. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.5305>
- [8] Rollins KE, Matthias NC, Lobo DN. Meta-analysis of goal-directed fluid therapy using transoesophageal Doppler monitoring in patients undergoing elective colorectal surgery. *BJS Open* 2019; 3:606–16. <https://doi.org/10.1002/bjs5.50188>
- [9] Som A, Maitra S, Bhattacharjee S, Baidya DK. Goal directed fluid therapy decreases postoperative morbidity but not mortality in major non-cardiac surgery: a meta-analysis and trial sequential analysis of randomized controlled trials. *J Anesth* 2017; 31:66–81. <https://doi.org/10.1007/s00540-016-2261-7>
- [10] Wrzosek A, Jakowicka-Wordliczek J, Zajaczkowska R, Serednicki WT, Jankowski M, Bala MM, et al. Perioperative restrictive versus goal-directed fluid therapy for adults undergoing major non-cardiac surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2019; 12: CD012767. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012767.pub2>
- [11] Sadique Z, Harrison DA, Grieve R, Rowan KM, Pearse RM; OPTIMISE study group. Cost-effectiveness of a cardiac output-guided haemodynamic therapy algorithm in high-risk patients undergoing major gastrointestinal surgery. *Perioper Med (Lond)*. 2015; 14:4-13. <https://doi:10.1186/s13741-015-0024-x>. eCollection 2015
- [12] Manecke GR, Asemota A, Michard F. Tackling the economic burden of postsurgical complications: would perioperative goal-directed fluid therapy help? *Crit Care*. 2014; 18:566. <https://doi:10.1186/s13054-014-0566-1>
- [13] Michard F, Mountford WK, Krukas MR, Ernst FR, Fogel SL. Potential return on investment for implementation of perioperative goal-directed fluid therapy in major surgery: a nationwide database study. *Perioper Med (Lond)*. 2015; 19:4:11. <https://doi:10.1186/s13741-015-0021-0>. eCollection 2015
- [14] Landais A, Morel M, Goldstein J, Loriau J, Fresnel A, Chevalier C et al. Evaluation of financial burden following complications after major surgery in France: Potential return after perioperative goal-directed therapy. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017;36:151-5. <https://doi:10.1016/j.accpm.2016.11.006>
- [15] Bartha E, Davidson T, Hommel A, Thorngren KG, Carlsson P, Kalman S. Cost-effectiveness analysis of goal-directed hemodynamic treatment of elderly hip fracture patients: before clinical research starts. *Anesthesiology*. 2012;117 519-30. <https://doi:10.1097/ALN.0b013e3182655eb2>
- [16] Legrand G, Ruscio L, Benhamou D, Pelletier-Fleury N. Goal-directed fluid therapy guided by cardiac monitoring during high-risk abdominal surgery in adult patients: Cost-effectiveness analysis of esophageal Doppler and arterial pulse pressure waveform analysis. *Value Health* 2015; 18:605-13. <https://doi:10.1016/j.jval.2015.04.005>
- [17] Michard F. MERCI for Improving Quality of Surgical Care at No Cost. *World J Surg*. 2016; 40:3095-6. <https://doi:10.1007/s00268-016-3673-0>

**Tableau 1. Technologies de monitoring du volume d'éjection systolique et du débit cardiaque avec exemples (liste non-exhaustive) de dispositifs commercialisés en France en 2023**

Technologie	Propriétés	Equipement requis	Calibration	Exemples de moniteurs commercialisés
<b>Doppler œsophagien</b>	- Mini-invasif - Continu - Opérateur dépendant	Sonde de Doppler œsophagien	Non	Cardio-Q ( <i>Gamida</i> ) WAKle TO ( <i>Atys Medical</i> )
<b>Thermodilution transpulmonaire</b>	- Invasif - Discontinu - Opérateur indépendant	Cathéter veineux central, cathéter artériel	Oui	PiCCO ( <i>Getinge</i> ) Volume View ( <i>Edwards</i> ) Masimo Lidco ( <i>Masimo</i> )
<b>Analyse de la courbe de pression artérielle</b>	- Mini-invasif - Continu - Opérateur indépendant	Cathéter artériel radial	Optionnelle	Vigileo/Flotrac ( <i>Edwards</i> ) Pulsioflex/ProAQT ( <i>Getinge</i> ) MostCare ( <i>Vygon</i> ) LIDCOrapid ( <i>LIDCO Ltd</i> )
<b>Bio impédancemétrie cardiothoracique ou endotrachéale</b>	- Non-invasif - Continu - Opérateur indépendant	Electrodes thoraciques ou Sonde trachéale avec électrodes (ECOM)	Non	Niccomo ( <i>Imedex</i> ) Physioflow ( <i>Manatec</i> ) ECOM ( <i>ConMed</i> )
<b>Bio réactance thoracique</b>	- Non-invasif - Continu - Opérateur indépendant	Electrodes thoraciques	Non	STARLING ( <i>Baxter</i> )
<b>Analyse de la courbe de pression artérielle dérivée de la photopléthysmographie digitale</b>	- Non-invasif - Continu - Opérateur indépendant	Manchon digital de photopléthysmographie	Non	ClearSight ( <i>Edwards</i> ) NICCI ( <i>Getinge</i> )
<b>Temps de transit de l'onde de pouls</b>	- Non-invasif - Continu - Opérateur indépendant	ECG 3 dérivations et capteur SpO <sub>2</sub>	Optionnelle	esCCO ( <i>Nihon Kohden</i> )
<b>Principe de Fick appliqué au CO<sub>2</sub></b>	- Non-invasif - Discontinu - Opérateur indépendant	Sonde trachéale avec analyseur de CO <sub>2</sub> spécifique	Non	NICO ( <i>Novamatrix</i> )

**ECG** : électrocardiogramme ; **SpO<sub>2</sub>** : saturation pulsée en O<sub>2</sub>

En vert : technologies pour lesquelles la littérature a montré une diminution des complications postopératoires analysés dans cette RFE ; en blanc : technologies de monitoring pour lesquelles la littérature n'a pas montré une diminution des complications postopératoires analysés dans cette RFE

NB : La thermodilution pulmonaire n'a pas été retenue dans le contexte de cette RFE hors chirurgie cardiaque

