

Rapport d'expert

Critères hémodynamiques prédictifs de la réponse au remplissage vasculaire : définition et concepts [champ 4]

Hemodynamic parameters to predict fluid responsiveness: definition and concepts

F. Saulnier

Service d'urgence respiratoire, de réanimation médicale et de médecine hyperbare, hôpital Calmette, CHRU de Lille, boulevard du Professeur-J.-Leclerc, 59037 Lille cedex, France

Reçu et accepté le 10 mars 2004

Disponible sur internet le 16 avril 2004

Résumé

Un critère prédictif de la réponse au remplissage vasculaire doit permettre de répondre à une question pragmatique : le remplissage vasculaire envisagé a-t-il une probabilité raisonnable d'augmenter le volume d'éjection ventriculaire gauche (patient répondeur) ou non (patient non-répondeur) et si oui, de combien ? Plus qu'une valeur donnée de précharge, l'important est de déterminer sur quelle portion de la relation précharge/volume d'éjection systolique travaille le ventricule. L'approche de cette information au moyen de critères dynamiques (variabilité respiratoire du volume d'éjection ventriculaire gauche, manœuvre du lever de jambes passif) permettrait de prédire la réponse au remplissage vasculaire avec plus de pertinence que la simple détermination d'un niveau de précharge par un indice statique.

© 2004 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Beside predictive factors of fluid responsiveness should permit to answer the following concrete question: will left ventricular stroke volume increase with volume expansion (responder patient) or not (non responder patient)? According to the nonlinear relationship between preload and stroke volume, a given level of preload is of poor value in determining on which portion of the curve (ascending or flat) ventricles operate. In mechanically ventilated patients, dynamic parameters based on stroke volume variations induced either by cyclic respiratory changes in ventricular preload or by a passive leg raising are proposed. These indices have been shown to predict more accurately fluid responsiveness as compared to static preload measurements.

© 2004 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Remplissage vasculaire ; Volume d'éjection systolique ; Précharge ; Prédiction ; Ventilation mécanique

Keywords: Volume expansion; Preload; Prediction; Stroke volume; Mechanical ventilation

Les critères proposés pour décider d'un remplissage vasculaire sont nombreux et de diverse nature [1–3]. À côté des données cliniques et/ou biologiques dont la sensibilité et surtout la spécificité sont médiocres, on l'a vu, l'utilisation de critères hémodynamiques correspond à une double préoccupation pour le clinicien : identifier les patients susceptibles

de bénéficier d'un remplissage vasculaire (patients répondeurs) et éviter une thérapeutique inutile (patients non-répondeurs) et potentiellement délétère. Ces deux situations correspondent respectivement aux termes d'état de précharge-dépendance et d'état de précharge-indépendance récemment proposés. Certains sont partisans du « d'abord remplir puis réfléchir », alors que les chances de succès sont aléatoires. En effet, l'analyse de la littérature montre que seuls 40 à

Adresse e-mail : f-saulnier@chru-lille.fr (F. Saulnier).

70 % des patients en instabilité hémodynamique sont répondeurs à cette thérapeutique [4]. L'intérêt de disposer d'indicateurs « prédictifs » de la réponse au remplissage vasculaire paraît donc indéniable. En effet, ceci permettrait de faire un choix plus éclairé entre un authentique bénéfice quantifié et les risques inhérents à l'expansion volémique, développés précédemment.

Pour être considéré comme prédictif de la réponse au remplissage vasculaire, un critère hémodynamique doit au moins répondre à une première question simple et pragmatique : le remplissage vasculaire envisagé a-t-il une probabilité raisonnable d'augmenter le volume d'éjection ventriculaire gauche et le débit cardiaque, et si oui, de combien ? Après cette première étape concrète, l'efficacité ultérieure du remplissage vasculaire doit bien évidemment être évaluée sur des critères plus finalistes, discutés dans le dernier article de ce numéro spécial.

À côté des critères usuels de précharge ventriculaire droite ou gauche, encore appelés indices statiques, se développe actuellement le concept d'indices dynamiques avec pour finalité une approche fonctionnelle de l'exploration hémodynamique [4–7]. Cette distinction entre indices statiques et dynamiques ne préjuge en rien de la technique utilisée (invasive ou non invasive) et repose sur des bases physiologiques connues. Les premiers mesurent un niveau de précharge, les seconds explorent l'état de précharge–dépendance ou indépendance.

1. Niveau de précharge ou précharge–dépendance ?

Dans le cadre qui nous intéresse, prédire la réponse au remplissage vasculaire, la pertinence d'une évaluation statique, à un moment donné, d'un niveau de précharge donné, doit être discutée. Si on se réfère, à la relation physiologique de Frank-Starling qui relie précharge et volume d'éjection ventriculaire, trois éléments permettent de comprendre les éventuelles discordances entre les renseignements issus des indices statiques de précharge et la réponse au remplissage vasculaire [8] :

- premièrement, cette relation est curvilinéaire et sa forme dépend essentiellement de la contractilité ventriculaire. Ainsi, à une même valeur de précharge obtenue de façon statique, et ce quelle que soit la méthode, peut correspondre (Fig. 1) : en A_1 , une situation où le remplissage vasculaire est susceptible d'augmenter le volume d'éjection car le ventricule est sain et travaille sur la portion ascendante de la relation (situation de précharge–dépendance) ; ou à l'inverse, en B_1 , à une situation où le remplissage vasculaire n'augmentera pas ou peu le volume d'éjection car le ventricule est défaillant et travaille sur la partie plate de la courbe (situation de précharge–indépendance) ;
- deuxièmement, plus qu'un niveau de précharge, ce qui intéresse le clinicien en pratique pour la conduite du remplissage vasculaire chez un malade donné, c'est de

savoir sur quelle portion de la relation, ascendante ou plate, travaille le ventricule. Ceci correspond respectivement aux points A_1 ou A_1' sur la Fig. 1 ;

- troisièmement, la quasi-totalité des indices de précharge proposés n'évalue qu'un ventricule. Or, les deux ventricules sont interdépendants et notamment placés en série. Pour que le remplissage soit suivi d'une augmentation du volume d'éjection ventriculaire gauche, il faut que les deux ventricules travaillent sur la partie ascendante de la courbe (précharge–dépendance biventriculaire).

Ainsi, en dehors de conditions extrêmes de haute ou basse précharge, on conçoit aisément qu'une exploration hémodynamique fondée uniquement sur des indices statiques ne permette pas de renseigner précisément sur l'état de précharge–dépendance ou indépendance. L'approche de cette information au moyen de critères dynamiques permettrait de prédire la réponse au remplissage vasculaire avec plus de pertinence que la détermination isolée de critères statiques, tels que mesures de pressions, volumes ou surfaces ventriculaires, soumis par ailleurs, et ceci quelle que soit la technique invasive ou échographique, à des difficultés métrologiques et/ou d'interprétation qui seront discutées dans le texte suivant.

2. Comment évaluer la précharge–dépendance ?

Plusieurs approches sont possibles pour déterminer sur quelle portion de la relation précharge/volume d'éjection systolique travaille le ventricule et faire ainsi le diagnostic d'un état de précharge–dépendance ou indépendance.

2.1. Test de remplissage vasculaire

Lorsque l'exploration est fondée sur un indice statique de précharge, elle peut être complétée par l'analyse de l'évolution simultanée de cet indice et d'un marqueur du volume d'éjection systolique après remplissage vasculaire (Fig. 1 : $A_1 \rightarrow A_2$; $A'_1 \rightarrow A'_2$; $B_1 \rightarrow B_2$). Ce test permet, certes, de sensibiliser et de « dynamiser » l'exploration. Il ne s'agit cependant que d'une évaluation a posteriori de la précharge–dépendance ou indépendance et du caractère répondeur ou non-répondeur du patient. L'analyse de la littérature ne permet pas de proposer un schéma standardisé et validé pour conduire ce test.

2.2. Indices dynamiques

Chez le malade placé sous ventilation mécanique, plusieurs équipes ont proposé d'analyser les variations respiratoires du volume d'éjection ventriculaire gauche secondaires aux variations cycliques des conditions de charge imposées aux ventricules [9–12], pour évaluer de façon dynamique et a priori la précharge–dépendance ou indépendance [5,7]. Les bases physiologiques de ce raisonnement seront développées plus loin. Il s'agit, en quelque sorte, du miroir d'un test de

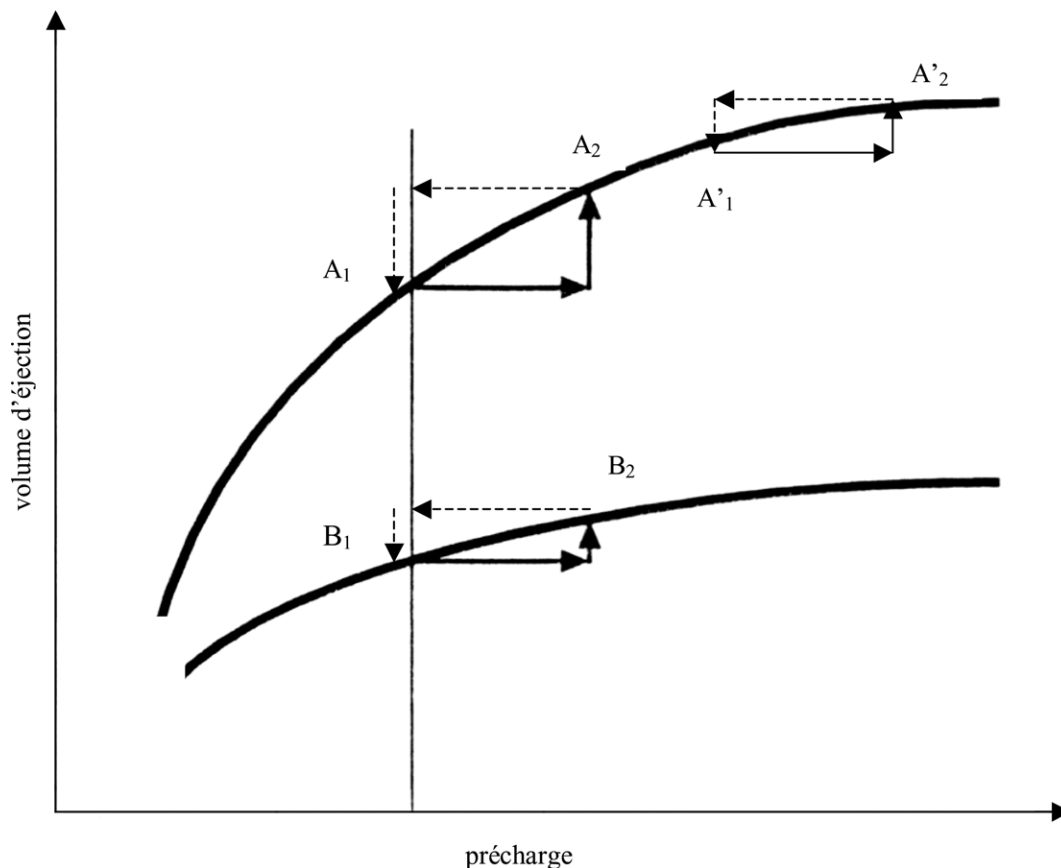


Fig. 1. Représentation graphique de la Loi de Franck-Starling.

A : relation précharge/volume d'éjection d'un ventricule sain.

B : relation précharge/volume d'éjection d'un ventricule défaillant.

→ Effets d'une augmentation de la précharge.

.....→ Effets d'une réduction de la précharge.

Pour un niveau de précharge donné, peut correspondre en A₁ une situation de précharge-dépendance où le remplissage vasculaire augmente le volume d'éjection (A₂) ou en B₁ une situation de précharge-indépendance où le remplissage vasculaire n'augmente pas ou peu le volume d'éjection (B₂).

Pour un malade donné, les modifications de la précharge ont un effet marqué sur le volume d'éjection quand le ventricule travaille sur la portion ascendante de la relation (A₁ : situation de précharge-dépendance), alors que cet effet faible si le ventricule travaille sur la portion plate de cette relation (A'₁ : situation de précharge-indépendance).

remplissage sans manipulation de la volémie, la relation entre volume d'éjection ventriculaire et précharge étant construite ici à partir de la réduction cyclique et expiratoire de la précharge induite par la ventilation mécanique (Fig. 1 : A₂ → A₁ ; A'₂ → A'₁ ; B₂ → B₁). En pratique, la variabilité respiratoire du volume d'éjection ventriculaire gauche peut être estimée par l'analyse du signal de pression artérielle ou par méthodes non invasives, notamment échographiques.

2.3. Manœuvre du lever de jambes passif

La manœuvre du lever de jambes passif, décrite depuis de nombreuses années et proposée au cours de la réanimation des chocs hypovolémiques, déplace le volume sanguin contenu dans les membres inférieurs vers le compartiment intra-thoracique et mime ainsi de façon réversible les effets cardiovasculaires d'un remplissage vasculaire [13,14]. Cette manœuvre augmente toujours la précharge ventriculaire droite et ventriculaire gauche mais ses effets hémodynami-

ques sont variables, fonction bien évidemment de l'état de précharge dépendance ou indépendance sous-jacent. En conséquence, et sous réserve de disposer parallèlement d'un paramètre permettant d'approcher les variations du volume d'éjection systolique ventriculaire gauche, les effets immédiats de cette manœuvre pourraient constituer un marqueur prédictif intéressant pour identifier les patients susceptibles de bénéficier ou non d'un remplissage vasculaire ultérieur. Les résultats d'études récentes vont dans ce sens [15,16].

La validité et l'intérêt des différents critères hémodynamiques, statiques et dynamiques, sont détaillés et analysés dans les textes qui suivent, en regard de la question posée : quel(s) critère(s) utiliser pour prédire la réponse à un remplissage vasculaire ultérieur ?

Références

- [1] Société de réanimation de langue française. Quels sont les critères diagnostiques d'une hypovolémie nécessitant un remplissage vasculaire ? Réanim Urg 1997;6:347–60.

- [2] Task Force of the American College of Critical Care Medicine, Society of Critical Care Medicine. Practice parameters for hemodynamic support of sepsis in adult patients in sepsis. *Crit Care Med* 1999;27:639–60.
- [3] Boldt J, Lenz M, Kumle B, Papsdorf M. Volume replacement strategies on intensive care units: results from a postal survey. *Intensive Care Med* 1998;24:147–51.
- [4] Michard F, Teboul JL. Using heart-lung interactions to assess fluid responsiveness during mechanical ventilation. *Crit Care* 2000;4:282–9.
- [5] Pinsky MR. Functional hemodynamic monitoring. *Intensive Care Med* 2002;28:386–8.
- [6] Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients. A critical analysis of the evidence. *Chest* 2002;121:2000–8.
- [7] Pinsky MR. Fonctionnal hemodynamic monitoring : applied physiology at the bedside. In: Vincent JL, editor. Yearbook of intensive care and emergency medicine 2002. Berlin: Springer; 2002. p. 537–52.
- [8] Braunwald E, Sonnenblick EH, Ross J. Mechanisms of cardiac contraction and relaxation. In: Braunwald E, editor. Heart disease. Philadelphia: WB Saunders company; 1988. p. 389–425.
- [9] Permutt S, Wise RA, Brower RG. How changes in pleural and alveolar pressure cause changes in afterload and preload. In: Scharf SM, Cassidy SS, editors. Heart-lung interactions in health and disease. New York: Marcel Dekker; 1989. p. 243–50.
- [10] Scharf SM, Brown R, Saunders N, Green LH. Hemodynamic effects of positive-pressure inflation. *J Appl Physiol* 1980;49:124–31.
- [11] Jardin F, Farcot JC, Gueret P, Prost JF, Ozier Y, Bourdarias JP. Cyclic changes in arterial pulse during respiratory support. *Circulation* 1983;68:266–74.
- [12] Brower RG, Wise RA, Hassapoyannes C, Bromberger-Barnea B, Permutt S. Effects of lung inflation on lung blood volume and pulmonary venous flow. *J Appl Physiol* 1985;58:954–63.
- [13] Morgan BC, Guntheroth WG, McGough GA. Effect of position on leg volume: case against the Trendelenburg position. *Jama* 1964;187:1024–6.
- [14] Thomas M, Shillingford J. The circulatory response to a standard postural change is ischaemic heart disease. *Br Heart J* 1965;27:17–27.
- [15] Boulain T, Achard JM, Teboul JL, Richard C, Perrotin D, Ginies G. Changes in BP induced by passive leg raising predict response to fluid loading in critically ill patients. *Chest* 2002;121:1245–52.
- [16] Monnet X, Rienzo M, Richard C, Osman D, Anguel N, Pinski M, et al. Prédiction non invasive de la réponse à l'expansion volémique chez les patients ventilés et sédatisés : réponse au lever de jambes et variabilité respiratoire du débit aortique œsophagien. *Réanimation* 2003;12:268s [résumé].