Réanimation (2009) **18**, 239—245

Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com

MISE AU POINT

Prédiction de la réponse à l'expansion volémique chez les patients en ventilation spontanée

Prediction of the response to volume expansion in patients with spontaneous breathing answer to the volemic expansion among patients in spontaneous ventilation

J.-L. Teboul*, X. Monnet

EA 4046, service de réanimation médicale, hôpital de Bicêtre, Assistance publique—Hôpitaux de Paris, université Paris-11, 78, rue du Général Leclerc, 94 270 Le Kremlin-Bicêtre, France

Disponible sur Internet le 27 février 2009

MOTS CLÉS
Réponse à l'expansion volémique ;
Lever de jambes passif ;
Occlusion télé-expiratoire

Résumé La prédiction de la réponse à l'expansion volémique chez les patients en ventilation spontanée est difficile. Ni les marqueurs statiques de la précharge cardiaque, ni la variabilité respiratoire de la pression artérielle pulsée ne sont des indicateurs fiables de la réponse au remplissage vasculaire chez les patients qui présentent une activité respiratoire spontanée, qu'ils soient sous ventilation invasive ou non intubés. En revanche, l'évolution en temps réel du débit cardiaque en réponse à un test de lever de jambes passif permet une prédiction fiable et simple de la réponse à l'expansion volémique. La réponse hémodynamique à un test d'occlusion télé-expiratoire constitue une excellente alternative. Il a en effet été récemment montré que chez des patients ventilés artificiellement mais maintenant une activité respiratoire spontanée, l'augmentation de la pression artérielle pulsée ou du débit cardiaque durant une occlusion télé-expiratoire de 15 secondes indique que le patient est répondeur à l'expansion volémique.
© 2009 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS
Volume responsiveness;
Passive leg raising;
End-expiratory occlusion

Summary Predicting which patients will respond to volume expansion in case of spontaneous breathing activity is a difficult issue. Neither the static markers of cardiac preload nor the respiratory variation of the arterial pulse pressure is reliable for predicting fluid responsiveness in case of spontaneous breathing. The changes in cardiac output in response to a passive leg raising test allows a simple and reliable prediction of fluid responsiveness. More recently, the hemodynamic response to a 15 seconds end-expiratory occlusion test has been demonstrated to predict the hemodynamic response to fluid administration.
© 2009 Société de réanimation de langue française. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Introduction

La prédiction de la réponse à l'expansion volémique chez les patients ayant une respiration spontanée présente une

* Auteur correspondant.
Adresse e-mail : jean-louis.teboul@bct.aphp.fr (J.-L. Teboul).

1624-0693/$ - see front matter © 2009 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.
doi:10.1016/j.reaurg.2009.02.008

difficulté variable en fonction du contexte. Trois situations doivent être distinguées. La première situation est celle de patients qui sont pris en charge pour une perte liquidienne aiguë, telle une hémorragie ou une déshydratation extracellulaire évidente. Dans ce cas, le diagnostic d'hypovolémie est évident. Le degré d'hypotension artérielle et de tachycardie est l'élément qui permet d'estimer le degré de l'hypovolémie et l'urgence de la réanimation.

La deuxième situation est celle de patients admis pour une forte suspicion de sepsis sévère ou de choc septique. Dans ce cas, l'hypovolémie, absolue ou relative, est toujours présente et un remplissage vasculaire doit être entrepris très rapidement [1]. Il n'est pas nécessaire ici d'utiliser des indices sophistiqués pour prédire la réponse à l'expansion volémique car une réponse hémodynamique positive au remplissage vasculaire est toujours présente. Dans cette situation, le problème est plutôt de définir des paramètres qui indiquent quand l'administration liquidienne doit être interrompue parce qu'elle n'est plus efficace. La *Surviving Sepsis Campaign* propose de considérer la pression veineuse centrale (PVC), avec une limite de 8 mmHg chez les patients non intubés et de 12 mmHg chez les patients intubés, comme objectif du remplissage vasculaire, même si ces limites ont été définies arbitrairement et n'ont pas été validées par des études publiées [2].

La troisième situation est celle de patients hospitalisés en réanimation qui présentent une insuffisance circulatoire aiguë nécessitant un traitement hémodynamique urgent. Chez ces patients, une réponse hémodynamique positive à l'expansion volémique n'est pas certaine parce que ces patients ont souvent déjà reçu des apports liquidiens conséquents. De surcroît, dans ces conditions, l'expansion volémique risque d'entraîner ou d'aggraver un œdème pulmonaire. Dans ces situations, si le patient présente une activité ventilatoire spontanée, la prédiction de la réponse à l'expansion volémique est difficile, notamment parce que la variabilité respiratoire des signaux hémodynamiques [3] ne peut être utilisée dans ce but.

Les mesures statiques de la précharge permettent-elles de prédire la réponse à l'expansion

Données de la littérature

Lorsqu'on observe la relation de Frank-Starling entre le volume d'éjection systolique et la précharge cardiaque, la réponse à l'expansion volémique semble plus probable si la précharge cardiaque est basse que si elle est élevée. C'est la raison pour laquelle les indices de précharge cardiaque qui peuvent être mesurés au lit du patient ont été proposés pour prédire la réponse à l'expansion volémique.

Pressions de remplissage cardiaque

Ce sont d'abord les pressions de remplissage cardiaque, telles la PVC ou la pression de l'oreillette droite (POD) pour le ventricule droit et la pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO) pour le ventricule gauche, qui ont été utilisées pour guider l'expansion volémique.

PVC et POD. Alors que de nombreuses études ont eu pour objectif d'examiner si la PVC et POD prédisent la réponse à l'expansion volémique [4–8], peu ont en fait inclus des patients présentant une activité respiratoire spontanée [5,7]. Colligeant ces études, Coudray et al. concluaient que ni la PVC, ni la POD ne prédisent correctement la réponse au remplissage dans cette dernière situation [4]. L'analyse récente de la littérature par Marik et al. confirme que la PVC ne doit pas être utilisée pour guider le remplissage vasculaire des patients de réanimation quelle que soit leur condition respiratoire [9].

PAPO. La PAPO est la pression obtenue après le gonflement du ballon distal d'un cathéter artériel pulmonaire dans une branche de l'artère pulmonaire. Du fait de la création d'une colonne sanguine immobile entre le ballon et le site veineux pulmonaire où le flux sanguin reprend son cours, la PAPO est supposée refléter la pression dans une veine pulmonaire et, donc, dans l'oreillette gauche et dans le ventricule gauche en diastole [10]. Si tant est que sa mesure soit correcte, la PAPO est considérée comme un reflet de la précharge cardiaque gauche. De nombreuses études ont examiné la prédiction de la réponse à l'expansion volémique par la PAPO [4–7]. Cependant, peu de ces travaux ont inclus un grand nombre de patients présentant une activité respiratoire spontanée. Dans ces études, reprises par Coudray et al. [4], aucune relation n'était trouvée entre la valeur de la PAPO et la réponse à l'expansion volémique. Les mêmes conclusions étaient apportées par Heenen et al. [5] qui n'avaient étudié que des patients présentant une activité respiratoire spontanée.

En résumé, les pressions de remplissage cardiaque s'avèrent être de mauvais paramètres prédictifs de la réponse au remplissage chez les patients ayant une activité respiratoire spontanée [4,5,8] comme chez ceux sous ventilation positive contrôlée [7,11].

Dimensions télédiastoliques ventriculaires

Les dimensions ventriculaires télédiastoliques étant considérées comme de meilleurs indicateurs de précharge que les pressions cardiaques [12], leur mesure a été proposée pour prédire la réponse à l'expansion volémique.

Volumes télédiastoliques des ventricules droit et gauche. Selon la revue de Coudray et al. [4], ni le volume télédiastolique du ventricule droit ni celui du ventricule gauche ne permettent de prédire la réponse à l'expansion volémique chez les patients avec une respiration spontanée.

Surface télédiastolique du ventricule gauche. La surface télédiastolique du ventricule gauche mesurée par échocardiographie a également été démontrée être un mauvais indicateur de la réponse à l'expansion volémique dans la seule étude qui ait testé cette hypothèse chez des patients en ventilation spontanée [13].

Volume télédiastolique global (VTDG). Le VTDG est obtenu par la technique de thermodilution transpulmonaire (système PiCCO®, Pulsion Medical Systems™, Allemagne). Aucune étude n'a testé la capacité du VTDG à prédire la réponse à l'expansion volémique chez les patients présentant une activité respiratoire spontanée. Il faut rappeler que le VTDG ne s'était pas avéré de grande valeur pour prédire la réponse à l'expansion volémique chez les patients de chirurgie cardiaque recevant une ventilation mécanique [14].

Pourquoi les marqueurs statiques de la précharge cardiaque ne prédisent-ils pas la réponse à l'expansion volémique ?

La première raison est que les marqueurs de la précharge qui ont été testé ne reflètent pas toujours précisément la précharge cardiaque. C'est en particulier le cas dans les situations suivantes :

- en présence d'une insuffisance mitrale, la PAPO est supérieure à la pression télédiastolique du ventricule gauche. C'est alors la valeur de PAPO mesurée juste avant l'onde « v » mitrale crée sur le tracé par le reflux valvulaire qui doit être considérée comme un reflet de la pression télédiastolique du ventricule gauche ;
- en présence d'une pression expiratoire positive, la PAPO est différente de la pression télédiastolique du ventricule gauche, même mesurée à la fin de l'expiration [15] ;
- en présence d'une réduction de la compliance ventriculaire gauche, la PAPO, même lorsqu'elle reflète bien la pression de remplissage du ventricule gauche, peut être un mauvais marqueur de la précharge cardiaque (petit volume pour une forte pression) ;
- enfin, en présence d'une insuffisance tricuspide marquée, la mesure du volume télédiastolique du ventricule droit par la thermodilution peut être faussée.

La seconde raison est que l'estimation de la précharge cardiaque ne renseigne pas sur la réserve de précharge et, partant, sur la réponse au remplissage. En effet, la pente de la courbe de Frank-Starling dépend de la fonction ventriculaire systolique. Ainsi, un niveau donné de précharge peut être associé à une grande réserve de précharge en cas de contractilité cardiaque normale (portion raide de la courbe de Frank-Starling) ou à une faible réserve de précharge si la contractilité cardiaque est altérée (portion plate de la courbe de Frank-Starling) [16]. Ainsi, même la mesure la plus précise de la précharge cardiaque ne saurait renseigner sur le degré de réserve de précharge et donc sur la réponse hémodynamique à l'expansion volémique.

Synthèse

Les études publiées indiquent clairement que les marqueurs de précharge cardiaque ne sont pas des indicateurs fiables de la réponse à l'expansion volémique, que ce soit chez les patients ayant une activité respiratoire spontanée comme chez ceux recevant une ventilation mécanique contrôlée. Cependant, il convient de souligner les points suivants :

- les patients qui ont été inclus dans ces études étaient généralement déjà réanimés de sorte que leur précharge cardiaque était rarement très basse. Ainsi, on ne peut pas absolument exclure que des valeurs très faibles de précharge cardiaque puissent prédire une réponse positive à l'expansion volémique. À cet égard, Heenen et al. ont pu montrer que la réponse à l'expansion volémique était très probable si la POD était inférieure à 5 mmHg [5], ce que les recommandations d'experts de la Société de réanimation de langue française avaient au demeurant déjà suggéré [17] ;
- à l'inverse, des épreuves de remplissage ont rarement été effectuées chez des patients ayant de base des pressions de remplissage cardiaques très élevées. Ainsi, on ne peut pas absolument exclure que des valeurs très élevées de précharge cardiaque puissent prédire l'absence de réponse à l'expansion volémique.

Paramètres dynamiques

Variabilité respiratoire de la pression artérielle pulsée

Les indices dynamiques utilisant les interactions cœur—poumons, telle la variabilité respiratoire de la pression artérielle pulsée (ΔPP), sont des marqueurs de réserve de précharge et donc de réponse hémodynamique à l'expansion volémique chez les patients placés sous ventilation mécanique qui ne présentent ni arythmie cardiaque, ni activité respiratoire spontanée sous ventilation mécanique [11]. Cependant, la valeur prédictive de ces indices en cas d'activité respiratoire spontanée est fortement remise en cause.

Seules trois études ont examiné la pertinence de la variabilité respiratoire de la ΔPP pour prédire la réponse à l'expansion volémique chez les patients ayant une activité respiratoire spontanée. Dans l'étude de Monnet et al., ΔPP ne permettait pas cette prédiction chez les patients avec activité respiratoire spontanée, contrairement aux patients qui étaient parfaitement adaptés à la ventilation artificielle [18]. Ces résultats ont été confirmés par Heenen et al. chez des patients avec activité respiratoire spontanée recevant une aide inspiratoire au travers d'un tube endotrachéal ou d'un masque facial [5]. Dans une étude qui n'incluait que des patients non intubés, Soubrier et al. ont montré que ΔPP était plus élevée chez ceux qui allaient répondre à l'expansion volémique, mais la prédiction diagnostique de cet indice était faible, puisqu'une valeur de ΔPP supérieure à 12 % ne permettait de prédire la réponse à l'expansion volémique qu'avec une spécificité de 63 %. Dans cette étude, la réalisation d'une manœuvre d'expiration forcée n'améliorait pas la valeur prédictive de ΔPP, la spécificité étant maintenue et la sensibilité s'effondrant à 12 % [8]. Un travail récent montre cependant l'intérêt de ΔPP mesuré lors d'une manœuvre de Valsalva consistant à maintenir pendant 10 secondes l'expiration forcée avec une pression de 30 cmH_2O [19]. Une valeur seuil de ΔPP de 52 % était retrouvée pour la prédiction de la réponse au remplissage. Toutefois, ces résultats ne peuvent pas être extrapolés aux patients sévères de réanimation ayant une ventilation spontanée, hélas rarement capables de pouvoir réaliser une manœuvre de Valsalva interprétable.

Baisse inspiratoire de la POD

Magder et al. [20,21] ont fait l'hypothèse que lorsque le ventricule droit n'a plus de réserve de précharge, non seulement le volume d'éjection systolique n'augmente pas avec le remplissage vasculaire, mais aussi la POD ne diminue pas avec l'inspiration normale. Dans une première étude, les auteurs ont inclus une population hétérogène de patients au sein de laquelle 36 % n'étaient pas intubés et 64 % étaient

ventilés mécaniquement mais gardaient une activité respiratoire spontanée lors de la déconnection du ventilateur [20]. La baisse de POD était mesurée soit lors de l'inspiration spontanée, soit après une courte déconnection du ventilateur. Une baisse inspiratoire de la POD (△POD) d'au moins 1 mmHg prédisait correctement la réponse à l'expansion volémique [20,21].

Une des limites majeures de ce test est que les patients doivent pouvoir développer une dépression assez puissante de la pression intrathoracique pour garantir une interprétation correcte de △POD. Dans les deux études de Magder et al., cette condition était assurée par une diminution d'au moins 2 mmHg de la PAPO [20,21]. Ainsi, la mise en application technique de cette méthode nécessiterait théoriquement l'insertion d'un cathéter artériel pulmonaire. Pour leur part, Heenen et al. ont montré que △POD n'était pas un bon indice pour prédire la réponse à l'expansion volémique chez des patients présentant une activité respiratoire spontanée, avec ou sans ventilation mécanique [5]. Cependant, contrairement à Magder et al. [20,21], Heenen et al. [5] n'avaient pas déconnecté les patients du ventilateur afin de limiter le dérecrutement alvéolaire. Il faut souligner aussi que des indices hémodynamiques mesurés chez un patient déconnecté du ventilateur peuvent difficilement être utilisés pour juger du traitement à appliquer au même patient lorsqu'il est sous ventilation mécanique. Ainsi, la pertinence de △POD pour prédire la réponse à l'expansion volémique reste un sujet de débat [22].

Test du lever de jambes passif

Les effets hémodynamiques d'une manœuvre de lever de jambes passif permettent de prédire correctement la réponse à l'expansion volémique, y compris chez les patients présentant une activité respiratoire spontanée.

Effets hémodynamiques

L'élévation des membres inférieurs depuis la position horizontale induit le transfert par gravitation d'un certain volume de sang depuis la partie inférieure du corps vers le compartiment intrathoracique [23]. Cette manœuvre induit ainsi une augmentation du retour veineux systémique, probablement par une augmentation de la pression circulatoire moyenne, qui est la pression motrice du retour veineux. Si le ventricule droit a une réserve de précharge, cette augmentation du retour veineux se traduit par une augmentation significative des pressions de remplissage ventriculaires gauches et du débit cardiaque. Des études cliniques ont rapporté que la manœuvre de lever de jambes passif induit une augmentation de la PAPO [24], de l'amplitude de l'onde E mitrale [25] ou du temps d'éjection ventriculaire gauche [18], supportant l'hypothèse selon laquelle le volume sanguin transféré par la manœuvre posturale est suffisant pour augmenter significativement la précharge cardiaque.

En conséquence de l'augmentation de la précharge cardiaque gauche, le test de lever de jambes passif est susceptible d'augmenter le débit cardiaque en fonction de la réserve de précharge ventriculaire gauche. Ainsi, le lever de jambes passif a été proposé comme test prédictif de la réponse à l'expansion volémique chez les patients de réanimation [23,26,27]. Les effets hémodynamiques du lever de jambes passif sont rapidement et totalement réversibles rendant improbable le risque d'œdème pulmonaire [24]. Enfin, puisque les effets du lever de jambes passif se produisent sur une période qui couvre plusieurs cycles respiratoires et cardiaques, il est utilisable chez les patients qui présentent une activité respiratoire spontanée ou une arythmie cardiaque.

Prédiction de la réponse à l'expansion volémique par le test de lever de jambes passif

Dans une étude menée chez 71 patients de réanimation sous ventilation mécanique, Monnet et al. ont posé l'hypothèse que les modifications de débit aortique mesuré par le Doppler œsophagien, induites par une manœuvre de lever de jambes passif pouvaient prédire la réponse à l'expansion volémique [18]. Celle-la était définie par une augmentation du débit aortique de plus de 15 % après remplissage vasculaire. Cette étude démontrait qu'une augmentation du débit aortique de plus de 10 % au cours du lever de jambes passif permettait de prédire quels patients étaient répondeurs à l'expansion volémique avec une excellente sensibilité et une excellente spécificité [18]. De façon intéressante, cette prédiction de la réponse à l'expansion volémique par le test de lever de jambes passif était tout aussi fiable chez les 31 patients qui avaient une activité respiratoire spontanée sous ventilateur ou une arythmie cardiaque que chez les 40 autres patients qui étaient eux profondément sédatés et en rythme cardiaque sinusal [18]. Les résultats de cette étude ont été confirmés par Lafanéchère et al. qui ont aussi jugé des effets du test de lever de jambes passif au moyen du Doppler œsophagien [28]. D'autres techniques de monitorage du débit cardiaque peuvent servir à juger des effets hémodynamiques du test de lever de jambes à condition qu'elles puissent permettre une estimation du débit cardiaque en temps réel. En effet, les effets du test de lever de jambes passif se manifestent en quelques dizaines de secondes et sont maximaux après environ une minute [23]. Chez certains patients, ces effets s'amenuisent ensuite voire disparaissent alors même que la position est maintenue, sans doute à cause d'une redistribution vasculaire ou d'une fuite capillaire importante. Il est donc indispensable que la technique d'estimation du débit cardiaque puisse mettre en évidence les variations rapides et de courte durée. La technique de thermodilution continue ou par injection de bolus liquidiens ne remplit pas cette condition.

Lamia et al. ont montré que l'échocardiographie transthoracique peut aussi être employée pour le test de lever de jambes passif [13]. Leur étude, qui incluait 24 patients en ventilation spontanée, démontrait qu'une augmentation de plus de 12 % du volume d'éjection systolique, estimé par l'intégrale temps—vitesse sous-aortique, au cours de la manœuvre de lever de jambes passif, prédisait correctement la réponse à l'expansion volémique. Ces résultats étaient retrouvés également par Maizel et al. dans une étude incluant 34 patients dont aucun n'était placé sous ventilation mécanique [29].

Le système PiCCO® fournit, par l'analyse du contour de l'onde de pouls, une estimation fiable et en temps réel du débit cardiaque. Il a été récemment démontré que l'élévation de plus de 10 % du débit cardiaque en réponse au test de lever de jambes passif prédit de façon fiable la

réponse à l'expansion volémique chez des patients ayant une ventilation spontanée [30].

La technique précise selon laquelle le lever de jambes passif est réalisé est importante à considérer lorsque les effets hémodynamiques sont évalués, ainsi que l'ont récemment montré Jabot et al. [31]. En effet, lorsque le lever de jambes passif est réalisé en transférant le patient depuis la position totalement horizontale vers la position où les membres inférieurs sont surélevés à 45°, l'augmentation de la précharge cardiaque et l'augmentation du débit cardiaque qui en résulte en cas de réserve de précharge sont moindres que lorsque la position initiale du patient est une position semi-assise (tête et tronc à 45°) [31]. En effet, dans ce dernier cas, la manœuvre de lever de jambes passif consiste en une rotation de l'ensemble du corps qui mobilise vers le compartiment intrathoracique non seulement le sang contenu dans les membres inférieurs mais aussi celui contenu dans le vaste réservoir splanchnique. Le test devient ainsi plus sensible et permet une prédiction plus fiable de la réponse à l'expansion volémique que lorsque la position initiale du patient est une position de décubitus complet [31]. La possibilité de réaliser le changement postural du patient par mobilisation automatisée de son lit rend désormais très aisée la pratique du test de lever de jambes passif chez les patients de réanimation [23].

La principale limite d'utilisation du test de lever de jambes est que la mise en évidence de ses effets hémodynamiques nécessite une mesure du débit cardiaque [23]. L'appréciation de la réponse hémodynamique au test par l'observation des simples modifications de la pression artérielle pulsée ne suffit hélas pas car chez de nombreux patients la pression artérielle pulsée n'augmente pas lors de la manœuvre de lever de jambes alors que le patient est effectivement répondeur à l'expansion volémique [18,24]. Cela est probablement dû au fait que lors du changement postural, la pression artérielle pulsée ne reflète plus de façon fiable le volume d'éjection systolique.

Test d'occlusion télé-expiratoire

Lors de la ventilation mécanique, chaque insufflation par le ventilateur augmente la pression intrathoracique et vient interrompre le retour veineux systémique. Dans une étude récente, Monnet et al. ont fait l'hypothèse que l'interruption des cycles insufflatoires lors d'une occlusion télé-expiratoire, en annulant l'obstacle cyclique du retour veineux systémique, entraînait une augmentation de la précharge cardiaque suffisante pour aider à la prédiction de la réponse à l'expansion volémique [30]. Cette étude a inclus 34 patients qui étaient tous sous ventilation mécanique et qui présentaient soit une arythmie cardiaque, soit une activité respiratoire spontanée. Cette activité respiratoire était suffisamment faible pour ne pas interrompre une occlusion télé-expiratoire du circuit. Chez les patients qui allaient répondre à l'expansion volémique, une occlusion télé-expiratoire de 15 secondes, telle qu'elle est réalisée pour mesurer la pression télé-expiratoire positive par exemple, entraînait une augmentation significative de la pression artérielle pulsée (Fig. 1) ainsi que du débit cardiaque mesuré de façon continue par le système PiCCO [30]. Chez les patients non répondeurs, l'occlusion télé-expiratoire n'avait pas d'effet significatif sur la pression artérielle pulsée ni le débit cardiaque. Une augmentation de plus de 5 % de la pression artérielle pulsée ou du débit cardiaque mesuré en continu permettait de prédire une réponse positive à l'expansion volémique avec une excellente fiabilité (Fig. 1) [30].

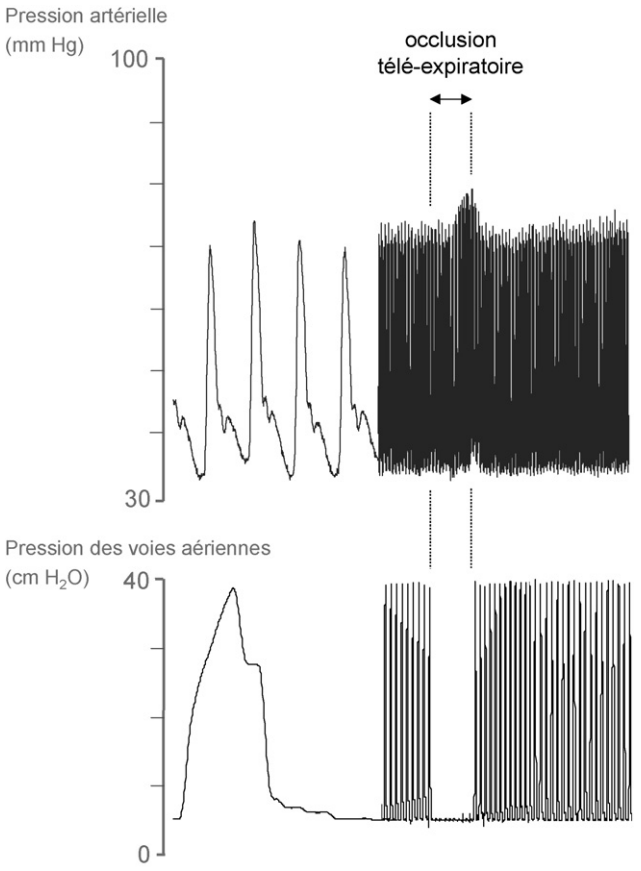

Figure 1 Test d'occlusion télé-expiratoire chez un patient répondeur à l'expansion volémique. Chez ce patient qui allait ensuite répondre positivement à un remplissage vasculaire, une occlusion télé-expiratoire de 15 secondes avait entraîné une augmentation significative de la pression artérielle pulsée.

Ainsi, la réalisation d'une occlusion télé-expiratoire permet de prévoir quels patients vont répondre à l'expansion volémique de façon très simple, même si le monitorage hémodynamique ne consiste qu'en une mesure de la pression artérielle sanglante. Cette méthode est utilisable s'il existe une activité respiratoire spontanée modérée sous ventilation mécanique. En revanche, elle ne peut pas être employée chez les patients qui présentent une activité respiratoire spontanée suffisamment marquée pour interrompre l'occlusion télé-expiratoire du circuit et, bien entendu, chez les patients qui ne sont pas sous ventilation artificielle.

Conclusion

Chez les patients qui présentent une activité respiratoire spontanée, prédire la réponse à l'expansion volémique est un défi important et difficile. D'une part, il faut éviter d'administrer un remplissage vasculaire s'il n'augmente pas

significativement le débit cardiaque afin d'éviter les effets délétères pulmonaires, notamment d'une surcharge liquidienne. D'autre part, il n'est pas possible, sur une simple impression clinique, de prédire si l'expansion volémique sera bénéfique, surtout chez des patients qui ont souvent déjà reçu un apport liquidien conséquent dans les heures ou jours précédents. Les marqueurs statiques de précharge cardiaque ne sauraient être utilisés car leur inaptitude à prédire la réponse à l'expansion volémique a été régulièrement démontrée. En présence d'une ventilation spontanée, les indices qui mesurent la variabilité respiratoire des signaux hémodynamique ne peuvent être utilisés non plus. Une solution est apportée par le test du lever de jambes passif, dès lors qu'une mesure en temps réel du débit cardiaque est disponible pour mettre ses effets en évidence. Chez les patients ventilés qui gardent une activité respiratoire spontanée modérée, l'étude des conséquences d'une occlusion télé-expiratoire sur le débit cardiaque mesuré en temps réel ou même simplement sur la pression artérielle pulsée apporte également une solution très satisfaisante, fiable et de réalisation très facile.

Conflits d'intérêts

JLT et XM sont membres du *Medical advisory board* de PULSION Medical Systems.

Références

[1] Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. N Engl J Med 2001;345: 1368—77.

[2] Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, Bion J, Parker MM, Jaeschke R, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. Intensive Care Med 2008;34:17—60.

[3] Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. Chest 2002;121:2000—8.

[4] Coudray A, Romand JA, Treggiari M, Bendjelid K. Fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: a review of indexes used in intensive care. Crit Care Med 2005;33: 2757—62.

[5] Heenen S, De Backer D, Vincent JL. How can the response to volume expansion in patients with spontaneous respiratory movements be predicted? Crit Care 2006;10:R102.

[6] Michard F, Boussat S, Chemla D, Anguel N, Mercat A, Lecarpentier Y, et al. Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. Am J Respir Crit Care Med 2000;162:134—8.

[7] Osman D, Ridel C, Ray P, Monnet X, Anguel N, Richard C, et al. Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. Crit Care Med 2007;35:64—8.

[8] Soubrier S, Saulnier F, Hubert H, Delour P, Lenci H, Onimus T, et al. Can dynamic indicators help the prediction of fluid responsiveness in spontaneously breathing critically ill patients? Intensive Care Med 2007;33:1117—24.

[9] Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. Chest 2008;134: 172—8.

[10] Monnet X, Teboul JL. Invasive measures of left ventricular preload. Curr Opin Crit Care 2006;12:235—40.

[11] Michard F, Teboul JL. Using heart-lung interactions to assess fluid responsiveness during mechanical ventilation. Crit Care 2000;4:282—9.

[12] Kumar A, Anel R, Bunnell E, Habet K, Zanotti S, Marshall S, et al. Pulmonary artery occlusion pressure and central venous pressure fail to predict ventricular filling volume, cardiac performance, or the response to volume infusion in normal subjects. Crit Care Med 2004;32: 691—9.

[13] Lamia B, Ochagavia A, Monnet X, Chemla D, Richard C, Teboul JL. Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity. Intensive Care Med 2007;33: 1125—32.

[14] Preisman S, Kogan S, Berkenstadt H, Perel A. Predicting fluid responsiveness in patients undergoing cardiac surgery: functional haemodynamic parameters including the respiratory systolic variation test and static preload indicators. Br J Anaesth 2005;95:746—55.

[15] Teboul JL, Pinsky MR, Mercat A, Anguel N, Bernardin G, Achard JM, et al. Estimating cardiac filling pressure in mechanically ventilated patients with hyperinflation. Crit Care Med 2000;28:3631—6.

[16] Monnet X, Teboul JL. Volume responsiveness. Curr Opin Crit Care 2007;13:549—53.

[17] Teboul JL. Indicateurs du remplissage vasculaire. Reanimation 2004;13:255—63.

[18] Monnet X, Rienzo M, Osman D, Anguel N, Richard C, Pinsky MR, et al. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill. Crit Care Med 2006;34: 1402—7.

[19] Monge Garcia MI, Gil Cano A, Diaz Monrove JC. Arterial pressure changes during the Valsalva maneuver to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients. Intensive Care Med 2009;35:77—84.

[20] Magder S, Georgiadis G, Cheong T. Respiratory variations in right atrial pressure predict the response to fluid challenge. J Crit Care 1992;1992:76—85.

[21] Magder S, Lagonidis D. Effectiveness of albumin versus normal saline as a test of volume responsiveness in post-cardiac surgery patients. J Crit Care 1999;14: 164—71.

[22] Magder S. Predicting volume responsiveness in spontaneously breathing patients: still a challenging problem. Crit Care 2006;10:165.

[23] Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising. Intensive Care Med 2008;34:659—63.

[24] 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.

[25] Paelinck BP, van Eck JW, De Hert SG, Gillebert TC. Effects of postural changes on cardiac function in healthy subjects. Eur J Echocardiogr 2003;4:196—201.

[26] Antonelli M, Levy M, Andrews PJ, Chastre J, Hudson LD, Manthous C, et al. Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. International Consensus Conference, Paris, France, 27—28 April 2006. Intensive Care Med 2007;33:575—90.

[27] Teboul JL, Monnet X. Prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneous breathing activity. Curr Opin Crit Care 2008;14:334—9.

[28] Lafanechere A, Pene F, Goulenok C, Delahaye A, Mallet V, Choukroun G, et al. Changes in aortic blood flow induced by passive leg raising predict fluid responsiveness in critically ill patients. Crit Care 2006;10:R132.

[29] Maizel J, Airapetian N, Lorne E, Tribouilloy C, Massy Z, Slama M. Diagnosis of central hypovolemia by using passive leg raising. Intensive Care Med 2007;33:1133—8.
[30] Monnet X, Osman D, Ridel C, Lamia B, Richard C, Teboul JL. Predicting volume responsiveness by using the end-expiratory occlusion in mechanically ventilated ICU patients. Crit Care Med 2009;37:951—6.
[31] Jabot J, Teboul JL, Richard C, Monnet X. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change. Intensive Care Med 2009;35:85—90.