



# UTILISATION DE LA SONDE DE SWAN-GANZ EN ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

**Expertise collective - 1996**

**Texte résumé des recommandations**

## EXPERTS

Y Blanlœil (Nantes), N Bruder (Marseille), G Capellier (Besançon), JP Depoix (Paris), G Janvier (Bordeaux), JJ Lehot (Lyon), C Martin (Marseille), J Marty (Clichy), D Payen (Paris), D Safran (Paris), JL Teboul (Le Kremlin-Bicêtre)

L'indication de la sonde de Swan-Ganz a évolué depuis sa mise sur le marché. Le concept statique de diagnostic hémodynamique s'est transformé en un concept dynamique, amenant à préconiser son emploi pour le monitoring. Cependant, son utilisation a été récemment remise en question par une étude évaluant les rapports bénéfice-risque et bénéfice-coût. D'autres études avaient montré que les utilisateurs mesuraient et interprétaient fréquemment de façon erronée les paramètres hémodynamiques, expliquant au moins en partie la rentabilité médiocre de son emploi. La SFAR a donc décidé de réaliser une expertise collective pour préciser les modalités d'utilisation de la sonde de Swan-Ganz en anesthésie et en réanimation.

## MATÉRIEL ET TECHNIQUE DE POSE

### **Anatomie fonctionnelle du cathéter artériel pulmonaire**

#### **Structure générale du cathéter "standard"**

Les cathéters sont en polyuréthane. Leurs diamètres externes sont de 7 ou 7,5 F. Un ballonnet en latex situé à l'extrémité permet la progression du cathéter au fil du flux sanguin et la mesure de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO). Ces cathéters comportent au moins quatre lumières: une pour gonfler le ballonnet, une pour le capteur de température (thermistance) nécessaire à la mesure du débit cardiaque (QC) et deux pour la mesure des pressions. La lumière distale sert à la mesure de la pression artérielle pulmonaire (PAP), de la PAPO et au prélèvement de sang veineux mêlé. La lumière proximale sert à la mesure de la pression dans l'oreillette droite (POD) et à l'injection de l'embolie thermique. Ces cathéters ne doivent pas être stérilisés. Les prix catalogue hors taxes varient entre 650 et 880 francs.

#### **Cathéters spéciaux**

Ils comportent les cathéters pour la mesure de la fraction d'éjection ventriculaire droite (FEVD); cathéters pour la mesure continue de la saturation en oxygène du sang veineux mêlé (SvO<sub>2</sub>); les

cathéters à débit "continu" par thermodilution; cathéters pour entraînement électrosystolique (sonde auriculaire ou ventriculaire); cathéters artériels pulmonaires pédiatriques; cathéters 7,5 F avec une deuxième voie proximale pour la perfusion de solutés; cathéters à fonctions combinées: monitoring de la SvO<sub>2</sub> et du QC en continu ou mesure de la FEVD 8 F. Leurs tarifs varient de 1 400 à 2 500 francs HT prix catalogue.

### **Matériel supplémentaire requis**

#### ***Introducteur à valve avec manchon de protection de 8,5 F et 9 F***

Il limite les risques infectieux et facilite les repositionnements. Le groupe d'experts ne recommande pas le maintien d'un introducteur en l'absence du cathéter, en raison du risque d'embolie gazeuse et de perforation vasculaire.

#### ***Matériel pour la mesure des pressions***

Les pressions mesurées sont transmises le long d'un circuit et d'une chaîne de mesure qui comprend en série le cathéter, des robinets, un tube de connexion rigide, un capteur de pression relié par un câble au moniteur. Les experts encouragent les utilisateurs à vérifier les caractéristiques et la fiabilité du système choisi. Le circuit comporte un système de rinçage continu et discontinu avec de l'héparine.

#### ***Modules de mesure du débit cardiaque***

Ils doivent comporter l'affichage de la courbe de thermodilution.

### **Mise en place du cathéter artériel pulmonaire**

Un ECG doit être réalisé pour dépister un trouble de conduction. La pose est obligatoirement effectuée sous surveillance électrocardioscopique. Une asepsie chirurgicale est impérative. Chez le patient conscient, l'anesthésie locale doit inclure les zones de ponction

et de fixation du cathéter à la peau. Les cathéters sont conçus pour être introduits sans contrôle radioscopique, en se guidant sur l'aspect de la courbe de pression distale. Un contrôle radiographique est nécessaire après la pose.

## **MESURE DES VARIABLES**

### **Mesure des pressions**

#### **Zéro de référence et position du capteur**

Le zéro de référence est représenté par le centre de l'oreillette droite. L'interface air/eau du capteur doit être positionnée à ce niveau. Tout changement de position du malade impose de repositionner le capteur.

#### **Principes de mesure**

Avant la première mesure, il faut faire le zéro en ouvrant à l'atmosphère l'interface air/eau du capteur et en faisant mémoriser par le moniteur, comme étant égale à zéro, la pression enregistrée. La vérification ultérieure du zéro n'est nécessaire qu'en cas de valeur aberrante.

La connexion à la lumière proximale permet la mesure de la POD. La connexion avec la lumière distale, ballonnet dégonflé, permet la mesure de la PAP et celle de la PAPO lorsque le ballonnet est gonflé. Les conditions de validité de la mesure de la PAPO sont les suivantes :

- a) l'action de gonfler et de dégonfler le ballonnet doit faire apparaître les courbes de PAPO et de PAP respectivement;
- b) la morphologie de la courbe de PAPO doit être celle d'une courbe de pression auriculaire avec ses deux accidents caractéristiques "a" et "v";
- c) la valeur moyenne de la PAPO doit être inférieure ou égale à la PAP diastolique sauf s'il existe une onde "v" ample par régurgitation mitrale;
- d) le sang prélevé à l'extrémité distale du cathéter, le ballonnet étant gonflé, est saturé à 100 % en oxygène.

L'analyse du profil hémodynamique se fait sur les valeurs de pression. La mesure en fin d'expiration permet de s'affranchir des modifications de pression engendrées par les variations de pression intrathoracique. La plupart des moniteurs permettent de "geler" les tracés et, grâce à un curseur, rendent accessibles les valeurs téléexpiratoires des pressions. Cette valeur peut être anormalement élevée lors de l'application d'une PEEP ou de l'existence d'une PEEP intrinsèque.

## **Mesure du débit cardiaque**

### **Débit cardiaque discontinu**

La mesure au débit cardiaque par thermodilution se fait en injectant un volume connu de solution stérile à une température contrôlée. Le débit cardiaque est calculé par l'équation de Stewart-Hamilton:  $Q = V_1 (T_B - T_1) K_1 K_2 / \int T_B(t) dt$ , où Q est le débit cardiaque,  $V_1$  le volume de l'injectat,  $T_B$  la température du sang,  $K_1$  la densité de l'injectat,  $K_2$  la constante de calcul,  $\int T_B(t) dt$  la variation de température du sang en fonction du temps. Cette équation est résolue par le calculateur, par intégration de la surface sous la courbe des variations de température du sang en fonction du temps.

### ***Constante de calcul***

La constante de calcul dépend du type de cathéter utilisé, mais aussi du volume et de la température de l'injectat qui doivent être mesurés avec précision, ainsi que du mode d'injection (système clos ou ouvert). Cette constante fournie par le constructeur doit être entrée dans le calculateur avant les mesures. Une erreur de constante de calcul peut générer une erreur importante sur la mesure du débit cardiaque.

### ***Nature de l'injection***

Il est recommandé d'injecter du sérum glucosé à 5 % car l'utilisation de sérum salé entraîne une sous-estimation du débit cardiaque de 2 %.

### ***Durée de l'injection***

L'injection doit être effectuée en moins de 4 secondes. La bonne qualité de l'injection est vérifiée par l'observation de la courbe de variation de température en fonction du temps.

### ***Volume de l'injection***

Il est préférable d'utiliser de grands volumes d'injectat (10 mL chez l'adulte) afin d'accroître le rapport signal/bruit. L'utilisation d'un système clos minimise les risques de contamination de l'injectat.

### ***Température de l'injection***

Bien que le rapport signal/bruit soit d'autant meilleur que la température de l'injectat est plus basse, ce rapport est suffisant lorsqu'il est à température ambiante. Les seules limitations sont l'hypothermie, les hauts débits cardiaques, la température ambiante excessive. La présence d'une de ces limites impose l'injection de liquide refroidi. La température de l'injectat doit être mesurée avec précision à l'entrée du canal proximal du cathéter par le système proposé par le constructeur.

### ***Temps de la mesure***

Le débit cardiaque varie au cours du cycle ventilatoire, tout particulièrement chez les patients en ventilation mécanique. On peut proposer l'injection à temps aléatoire lorsque la fréquence ventilatoire est élevée et à temps déterminé quand la fréquence ventilatoire est inférieure à 12 c.min<sup>-1</sup>.

### ***Nombre de mesures***

Les erreurs de mesure engendrées par les imprécisions de manipulation et les variations dues au temps de l'injection imposent de retenir la moyenne de trois à cinq mesures consécutives. Une valeur manifestement aberrante sera éliminée.

### ***Limites de la méthode***

Ce sont l'existence de shunts intracardiaques, l'insuffisance tricuspide, l'instabilité de la température de base dans l'artère pulmonaire telle qu'on peut la rencontrer après circulation extracorporelle (CEC) et qui peut entraîner une erreur de 15 à 50 % dans la mesure du débit cardiaque, le remplissage rapide pendant une série de bolus peut entraîner une erreur de 30 à 80 %.

### **Débit cardiaque continu**

Les cathéters équipés d'un filament thermique fournissent la moyenne des mesures de débit cardiaque des 3 à 6 minutes précédentes, réactualisée toutes les 30 secondes. La technologie utilisée permet de s'affranchir des limitations de la thermodilution discontinue: fonctionnement cyclique du respirateur, perfusion de liquides non réchauffés et dérive lente de la température de base. Cette méthode n'est pas utilisable quand la température corporelle est supérieure à 40 °C.

## **Mesure de la saturation en O<sub>2</sub> du sang veineux mêlé**

### **Calibration du cathéter**

Avant insertion, le cathéter doit être calibré in vitro avec la référence optique. Si la calibration in vitro n'a pas été effectuée, une calibration in vivo doit être faite dès que le cathéter est en bonne position. La SvO<sub>2</sub> de référence fournie par le laboratoire doit être mesurée et non calculée. La dérive possible de la mesure doit être corrigée par une calibration in vivo toutes les 24 heures et/ou avant changement majeur de thérapeutique basé sur une variation de SvO<sub>2</sub>.

### **Positionnement du cathéter**

La position trop proche d'une paroi vasculaire ou trop distale de l'extrémité de la sonde peut entraîner

des artefacts. Une SvO<sub>2</sub> anormalement élevée témoigne de la migration du cathéter en position bloquée ou du gonflement persistant du ballonnet. Une anomalie d'intensité lumineuse témoigne de la proximité d'une paroi vasculaire ou de la présence de fibrine à l'extrémité des fibres optiques. Dans ces deux cas le cathéter doit être mobilisé et rincé.

## **Mesure de la fraction d'éjection du ventricule droit**

### **Précautions**

L'injection doit être impérativement réalisée dans l'oreillette. L'utilisation de sérum froid rend la mesure plus précise. Les injections doivent être faites à un même temps du cycle ventilatoire (expiration).

### **Limites de la méthode**

La mesure n'est exploitable qu'en dehors d'une tachycardie  $> 130 \text{ b.min}^{-1}$ , d'un trouble du rythme supraventriculaire, notamment d'une fibrillation auriculaire, d'une fuite tricuspide importante (y compris celle engendrée par le cathéter), et de shunt intracardiaque.

## **INTERPRÉTATION DES PARAMÈTRES HÉMODYNAMIQUES OBTENUS**

### **Pression dans l'oreillette droite**

La POD peut être assimilée à la pression de remplissage du ventricule droit. La POD transmurale représente la pression de distension des cavités cardiaques qui, pour une compliance ventriculaire déterminée, détermine le volume télédiastolique ventriculaire droit (VTDVD) c'est-à-dire la précharge. La POD augmente en cas d'hypervolémie vraie ou relative (vasoconstriction périphérique), de dysfonction du VD (péricardite constrictive, tamponnade, infarctus), de valvulopathie tricuspide, de tumeurs du cœur (myxome), de thrombus intracardiaque, de pression intrathoracique positive (ventilation artificielle). Elle diminue en cas d'hypovolémie vraie et d'hypovolémie relative (augmentation de la capacité du système vasculaire par vasoplégie) ou lorsque la pression intrathoracique est négative. Une valeur de POD basse ( $< 6 \text{ mmHg}$ ) n'indique pas forcément une expansion volémique, si les autres paramètres cliniques et hémodynamiques sont normaux. Une POD haute ( $> 12-15 \text{ mmHg}$ ) ne contre-indique pas forcément une expansion volémique.

### **Pression artérielle pulmonaire**

La PAP systolique moyenne représente un des éléments de la postcharge ventriculaire droite. En l'absence de pathologie cardiopulmonaire, la PAP télédiastolique (PAPd) permet d'estimer les pressions de remplissage des cavités gauches, le gradient entre PAPd et PAPO n'excède pas  $5 \text{ mmHg}$ .

### **Pression artérielle pulmonaire d'occlusion**

La PAPO mesure la pression en aval du ballonnet gonflé, qui n'est pas toujours égale à la pression dans l'oreillette gauche. Cette pression est intermédiaire entre la pression capillaire pulmonaire et la pression auriculaire gauche qui, dans les conditions normales, sont très proches l'une de l'autre.

Schématiquement, on attend deux renseignements importants de la mesure de la PAPO:

- a) une estimation de la pression de remplissage du ventricule gauche, qui pourrait aider à diagnostiquer une dysfonction diastolique ou systolique ventriculaire gauche (pression de remplissage élevée), une hypervolémie (pression de remplissage élevée), ou au contraire, une hypovolémie vraie ou relative (pression de remplissage basse);
- b) une estimation de la pression hydrostatique effective régnant dans les capillaires pulmonaires, dans le but d'évaluer le risque d'œdème pulmonaire.

### **Évaluation de la précharge du ventricule gauche**

***La PAPO est inadaptée dans certains cas.*** En cas d'hypovolémie importante, les vaisseaux pulmonaires maintiennent une pression dans le lit capillaire, alors que la PTDVG peut être nulle ou négative. Cependant les valeurs mesurées restent basses et ne contre-indiquent pas une expansion volémique. La localisation de l'extrémité de la sonde dans une zone III de West est un impératif fondamental. Dans les zones I et II la pression obtenue en gonflant le ballonnet du cathéter est celle régnant dans l'alvéole. Dans la zone III, la pression veineuse pulmonaire est supérieure à la pression alvéolaire. Les capillaires pulmonaires sont maintenus ouverts et la POAP reflète bien la PTDVG. Le cathéter est d'autant plus volontiers en zone III qu'il se trouve dans des zones déclives du poumon, sous l'oreillette gauche.

### ***La POG ne représente plus la PTDVG:***

- a) en cas d'obstacle entre l'OG et le VG (sténose mitrale, myxome de l'OG); la POG est supérieure à la PTDVG;
- b) en cas d'insuffisance mitrale aiguë: la POG moyenne est supérieure à la PTDVG en raison de l'importante onde "v"; en intégrant la valeur moyenne de PAPO, on peut évaluer le risque d'œdème pulmonaire; en mesurant la PAPO diastolique (au pied de l'onde "v") on a une meilleure évaluation de la PTDVG;
- c) en cas d'insuffisance aortique aiguë, la PTDVG excède la POG;
- d) en cas de compliance ventriculaire gauche très abaissée (cardiopathie hypertrophique, ischémie myocardique) la contraction auriculaire élève brutalement la PTDVG sans effet sur la POG moyenne; c'est alors la pression au pic de l'onde "a" qui représente, mieux que la moyenne de la PAPO, la PTDVG.

***La PTDVG ne représente plus la pression maximale de remplissage du VG :*** la pression qui distend le VG est la PTDVG transmurale, c'est-à-dire la différence entre la pression cavitaire approchée par la PAPO et la pression extramurale qui s'oppose à la distension du VG. Cette pression externe juxtacardiaque peut être anormalement élevée (pathologies péricardiques, augmentation importante de la pression intrathoracique). En cas de ventilation avec PEEP, la valeur la plus basse de la PAPO obtenue 2 à 3 secondes après le débranchement du ventilateur, représente, mieux que la PAPO, la pression de remplissage du VG.

***La pression de remplissage du VG ne permet pas de présumer du VTDVG :*** en effet, pour une même pression de remplissage, le VTDVG varie en fonction des propriétés mécaniques intrinsèques du myocarde (compliance). Ainsi, une pression de remplissage élevée ne signifie pas nécessairement précharge optimale si la compliance ventriculaire est basse. A contrario, une pression de remplissage relativement basse peut être associée à une précharge suffisante en cas de cardiopathie dilatée avec compliance ventriculaire élevée.

Il n'y a donc pas de valeurs normales dans l'absolu, mais des valeurs normales, hautes ou basses selon le contexte. Il faut surtout considérer l'évolution des valeurs lors des actions thérapeutiques (remplissage, utilisation d'inotropes ou de médicaments vasoactifs).

### **PAPO et œdème pulmonaire**

Si dans certaines circonstances PAPO et PTDVG sont proches ou égales, y a-t-il la même identité entre PAPO et pression hydrostatique du capillaire ou pression capillaire effective (Pce) qui est la seule qui renseigne réellement sur le risque d'œdème pulmonaire ? En fait, cette Pce est le plus souvent supérieure à la PAPO. Les informations données par la PAPO ne renseignent pas toujours de façon fiable sur le risque d'œdème pulmonaire hémodynamique. Toutefois, la mesure de la PAPO est couramment utilisée pour distinguer l'œdème pulmonaire lésionnel où la PAPO est normale ou basse, de l'œdème hémodynamique où la PAPO est élevée.

Au total, l'analyse des valeurs de PAPO en fonction de ces deux objectifs (évaluation de la précharge du VG et du risque d'œdème pulmonaire) permet de tirer les conclusions suivantes: une valeur de PAPO basse ( $< 6$  mmHg) n'indique pas forcément une expansion volémique si les autres paramètres cliniques et hémodynamiques sont normaux; une PAPO haute ( $> 12-15$  mmHg) ne contre-indique pas forcément une expansion volémique tout en sachant que des chiffres seuils doivent être respectés en fonction du contexte (15 mmHg en cas de sepsis ou de syndrome inflammatoire et 18 à 20 mmHg dans les autres cas).

### **Débit et index cardiaques, volume et index systoliques**

Le débit cardiaque (QC) s'adapte aux besoins métaboliques qui dépendent de la taille, du poids, de l'activité musculaire, de la température et du sexe. Dans les situations où se modifient les besoins métaboliques, la mesure de QC doit être associée aux calculs d'oxygénation. Une valeur mesurée isolément n'a aucun intérêt. Or le contexte est très changeant lors de la période périopératoire. En rapportant QC à la surface cutanée (SC), on obtient l'index cardiaque (IC) indépendant du poids et de la taille. Le calcul du VS (QC/FC) permet de séparer le rôle de la fréquence cardiaque des autres déterminants de la performance cardiaque. L'index systolique (VS/SC) permet de comparer des sujets de taille et de poids différents. Il n'existe pas de valeur normale pour le QC. Il est préférable de parler de débit adapté ou non adapté à la demande métabolique que l'on peut évaluer par la  $D(a-v)O_2$ , l'extraction d'oxygène, la  $SvO_2$ , la différence artérioveineuse de  $PCO_2$ , le lactate...

### **Saturation en $O_2$ du sang veineux mêlé**

#### **Signification des variations de $SvO_2$**

A l'état normal, le sang qui quitte un organe contient une quantité d' $O_2$  très variable d'un tissu à l'autre (35 % pour le myocarde, 90 % pour le rein). La  $SvO_2$  mesurée dans l'artère pulmonaire (environ 75 %) est donc un paramètre qui apprécie la performance globale du système cardiorespiratoire. Pour satisfaire les variations de la  $VO_2$ , l'organisme s'adapte en modifiant le QC. Ainsi, le QC peut augmenter jusqu'à cinq fois la valeur normale, lorsqu'augmentent les besoins en  $O_2$  (efforts, frisson) ou que baissent les capacités de transport (hypoxie, anémie). Si les réserves cardiaques sont insuffisantes ou dépassées, l'oxygénation est alors assurée par une augmentation de l'extraction de l' $O_2$ .

Les interrelations entre les variations de l'IC (ou du QC) et celles de la  $SvO_2$  ne sont pas toujours faciles à mettre en évidence. C'est une relation curvilinéaire qui relie ces deux paramètres avec une portion relativement plate, correspondant à des valeurs de  $IC > 2$  L.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup> où de grandes variations de l'IC s'accompagnent de faibles variations de  $SvO_2$  puis une portion plus linéaire, descendante, correspondant aux valeurs d'IC  $< 2$  L.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>, où les variations de l'IC sont accompagnées de variations marquées de  $SvO_2$ . Aussi les variations de  $SvO_2$  seront d'autant plus

facilement détectables que l'IC est plus bas.

La surveillance de la SvO<sub>2</sub> est surtout intéressante chez les sujets présentant une amputation de leur réserve cardiaque. Dans ce cas, toute réduction supplémentaire de l'IC ne peut être compensée que par une extraction accrue d'O<sub>2</sub> pour assurer la consommation d'O<sub>2</sub>. La mise en route d'une thérapeutique peut s'envisager avant que n'apparaissent les troubles cliniques plus tardifs.

Dans le cas du sepsis sévère, des cirrhoses ou de l'intoxication au cyanure, ce sont les capacités d'utilisation de l'O<sub>2</sub> qui sont perturbées, conduisant à une baisse de l'extraction, donc à des valeurs de SvO<sub>2</sub> élevées et faussement rassurantes; il est alors plus intéressant d'évaluer l'adéquation entre l'apport d'O<sub>2</sub> et les besoins métaboliques par le dosage des lactates (sauf en cas de cirrhose).

### **Utilisation pratique**

Toute modification de la SvO<sub>2</sub> doit conduire à évaluer les éventuelles modifications de ses composants : SaO<sub>2</sub>, concentration d'Hb, VO<sub>2</sub> et QC. Une baisse de la SvO<sub>2</sub> peut traduire une baisse du QC, et/ou une baisse du CaO<sub>2</sub> et/ou une augmentation de VO<sub>2</sub> non compensée par une augmentation du QC. Dans le cas particulier de l'hémorragie, la SvO<sub>2</sub> permet une identification précoce et fiable de la perte sanguine. Dans les cas simples, il peut y avoir une corrélation entre la baisse de SvO<sub>2</sub> et les modifications d'un seul facteur. En pratique, toute modification de 10 % de la SvO<sub>2</sub> en valeur absolue doit être prise en compte. L'analyse de la valeur absolue de SvO<sub>2</sub> n'est pas univoque mais une valeur inférieure à 60 % témoigne a priori d'une utilisation importante des réserves d'extraction de l'O<sub>2</sub> et une valeur inférieure à 40 % témoigne d'une hypoxie tissulaire sévère.

### **Fraction d'éjection du ventricule droit**

Ce paramètre n'a pas un grand intérêt, car il dépend de la "fonction pompe" des ventricules qui se modifie en fonction des conditions de charge des ventricules, mais aussi en fonction des conditions d'inotropisme. Cependant, la FE permet le calcul des volumes télédiastoliques et télésystoliques ventriculaires droits (VTDVD et VTSVD).

- $VTDVD = \text{volume systolique} / FE$
- $VTSVD = VTDVD - VS$

La connaissance des valeurs de VTDVD est intéressante, car il s'agit en fait de la véritable valeur de la précharge du ventricule droit, plus fiable que la PTDVD, ou son équivalent la PVC.

### **Résistances vasculaires**

Les résistances vasculaires (RV) sont des valeurs calculées. Elles représentent l'obstacle à l'écoulement du sang dans les vaisseaux de la circulation systémique ou pulmonaire. Cependant, ces calculs sont très imparfaits puisqu'ils présupposent (ce qui est faux) la linéarité de la relation pression-débit et la présence d'un flux sanguin continu. L'interprétation des résistances isolément, en dehors d'un contexte clinique précis, n'a aucun sens.

### **Utilisation des paramètres obtenus**

Le cathétérisme de l'artère pulmonaire par une sonde de Swan-Ganz est de plus en plus utilisé dans une démarche dynamique, évolutive sous l'influence de divers facteurs (chirurgie, traitements entrepris) et de moins en moins dans une optique statique comme lors du cathétérisme cardiaque en salle de cathétérisme. La hiérarchisation de l'analyse hémodynamique est indispensable compte tenu de la multiplicité des paramètres pouvant être obtenus. Si la PA et le QC sont normaux ou apparemment adaptés à la situation, il n'est pas nécessaire d'optimiser les autres paramètres. Dans le

cas contraire, les pressions de remplissage pourront aider à définir d'éventuelles options thérapeutiques. Finalement, le calcul et l'interprétation des autres paramètres ne deviennent judicieux que dans un troisième temps pour affiner le diagnostic ou les options thérapeutiques.

## **COMPLICATIONS DE LA SONDE DE SWAN-GANZ**

### **Complications liées à l'établissement de l'accès veineux central**

Ce sont celles de tout cathétérisme veineux central au niveau du cou : pneumothorax, surtout lors de la ponction de la veine sous-clavière, ponction artérielle exposant à l'hématome compressif, particulièrement chez les patients sous anticoagulant, embolie gazeuse notamment en cas d'hypovolémie chez un patient en ventilation spontanée, lésions nerveuses et, ultérieurement, fistule artérioveineuse. Plus rarement, il peut s'agir d'une blessure du canal thoracique ou d'une perforation cardiaque ou vasculaire liée à la mise en place de l'introducteur.

### **Complications lors de l'insertion du cathéter**

La plus fréquente est la survenue de troubles du rythme lors du passage de la sonde dans le VD. Il s'agit dans plus de 90 % des cas de troubles du rythme ventriculaires. Des troubles du rythme graves surviennent chez 1 à 5 % des patients. Ces arythmies sont en général fugaces, cédant au retrait du guide ou du cathéter. Le risque de bloc de branche droit lié au cathétérisme artériel pulmonaire expose au bloc auriculoventriculaire complet chez les patients atteints de bloc de branche gauche. Les manœuvres d'avancement et de recul du cathéter peuvent conduire à la formation d'un nœud sur celui-ci ou autour des structures intracardiaques. Il ne faut pas tenter un retrait de force d'un cathéter de Swan-Ganz fixé dans une structure cardiaque.

### **Complications liées au maintien du cathéter**

#### **Infarctus pulmonaire**

La fréquence de cette complication est de l'ordre de 1,3 %. Plusieurs mécanismes sont possibles : migration distale de l'extrémité du cathéter, maintien d'un ballonnet gonflé pendant un temps excessif, formation d'un thrombus autour de l'extrémité du cathéter ou embolie à partir d'un thrombus formé sur le cathéter.

#### **Complications thromboemboliques**

La thrombose sur cathéter est fréquente. Elle est liée à la durée du cathétérisme. Cette thrombose peut se développer au site d'insertion ou sur le cathéter. Les accidents attribués à ces caillots sur cathéter sont rares, mais leurs conséquences peuvent être graves : embolie pulmonaire, thrombose vasculaire, thrombose valvulaire.

#### **Rupture artérielle pulmonaire**

Cette complication est rare mais très grave. Le gonflage liquidien du ballonnet, pouvant générer des pressions extrêmement élevées, est formellement contre-indiqué. Le risque de rupture artérielle est plus élevé chez les patients âgés, lorsqu'il existe une hypertension artérielle pulmonaire et lors de la chirurgie cardiaque sous circulation extracorporelle. Le signe clinique évocateur d'une rupture artérielle pulmonaire est l'hémoptysie. Dans tous les cas, il faut arrêter les anticoagulants. Une artériographie est souvent indiquée.

## **Infection sur cathéter**

La colonisation bactérienne des cathéters artériels pulmonaires survient dans 10 % des cas environ, mais le taux de septicémie sur cathéter est évalué à 2 %.

Le risque d'infection sur cathéter augmente significativement au-delà de 72 heures. Le risque d'endocardite liée au cathétérisme semble faible.

## **Lésions endocardiques**

Qu'il s'agisse d'un thrombus pariétal ou d'une hémorragie sous-endocardique, leur localisation la plus fréquente est la valve pulmonaire suivie de la valve tricuspide puis de l'oreillette droite, du ventricule droit et du tronc de l'artère pulmonaire. De rares cas de rupture de cordages de la valve tricuspide ou d'insuffisance valvulaire pulmonaire ont également été rapportés.

## **Autres complications**

La rupture du ballonnet est source d'embolie gazeuse ou d'embolie de fragment de ballonnet. Le ballonnet peut obstruer l'orifice d'une canule placée dans la veine cave pendant une CEC. L'allergie au latex est une contre-indication à la mise en place d'un cathéter à ballonnet.

Une connaissance insuffisante du cathétérisme artériel pulmonaire ou une mauvaise interprétation des valeurs recueillies peut conduire à des thérapeutiques erronées, responsables d'une partie de la morbidité liée à l'utilisation de la sonde de Swan-Ganz.

# **INDICATIONS DE LA SONDE DE SWAN-GANZ EN ANESTHÉSIE-RÉANIMATION**

Le groupe d'experts considère qu'il est souhaitable, compte tenu des difficultés d'interprétation des variations du QC sans l'analyse simultanée de l'adéquation avec les besoins métaboliques, d'utiliser le plus souvent possible une sonde permettant le monitoring de la SvO<sub>2</sub>.

## **Indications en anesthésie**

Il est difficile de donner une liste exhaustive des indications à la mise en place d'une sonde de Swan-Ganz. Schématiquement, l'indication vient de la forte probabilité d'anomalies hémodynamiques lors de la période périopératoire. Celles-ci peuvent être le fait de l'acte chirurgical ou celui des tares du patient. Par ailleurs, doivent intervenir dans la décision les habitudes de l'équipe et son expérience de la gestion des problèmes hémodynamiques par les méthodes invasives.

## **Chirurgie cardiaque**

L'expérience clinique, plus que les données de la littérature, suggère que l'utilisation de la sonde de Swan-Ganz peut aider aux choix thérapeutiques et donc peut-être à réduire la fréquence des complications périopératoires chez certains patients: chirurgie coronarienne avec fonction VG altérée; valvulopathie mitrale et/ou aortique au stade III et IV de la NYHA; chirurgie cardiaque en urgence; chirurgie redux; insuffisance tricuspidiennne; transplantation cardiaque et/ou pulmonaire.

## **Chirurgie de l'aorte abdominale et chirurgie vasculaire artérielle**

Les tares deviennent un élément important dans l'indication (insuffisance coronaire sévère ou insuffisance cardiaque).

## **Neurochirurgie**

La sonde de Swan-Ganz a été proposée lors de la chirurgie en position demi-assise pour la détection et le traitement de l'embolie gazeuse.

## **Transplantation hépatique et chirurgie de résection hépatique majeure**

L'importance des variations hémodynamiques et/ou le terrain du patient amènent à proposer souvent le monitoring périopératoire par une sonde de Swan-Ganz.

## **Gynécologie obstétrique**

Les indications en gynécologie obstétrique sont la parturiente avec une cardiopathie décompensée, l'hypertension artérielle pulmonaire en fin de grossesse.

## **Chirurgie générale**

Il s'agit essentiellement d'une cardiopathie sévère chez un patient devant subir un acte chirurgical accompagné de variations hémodynamiques importantes.

## **Indications en réanimation**

En réanimation, l'échographie cardiaque ne permet pas de répondre à toutes les situations en raison de l'absence sur place 24 heures sur 24 de personnel formé et des limites de la technique (patients, fiabilité des mesures). L'étude hémodynamique invasive conforte le diagnostic échographique, apporte des éléments complémentaires en cas d'échec des manœuvres initiales de réanimation et permet le monitoring continu.

Trois grands groupes d'indications peuvent être définis dans ce cadre :

- les indications diagnostiques comportent : les états de choc après échec du traitement probabiliste; l'étude hémodynamique a pour intérêt l'évaluation des conditions de remplissage et du QC; elle permet de définir trois tableaux hémodynamiques : choc septique, cardiogénique ou hypovolémique; les œdèmes pulmonaires avec syndrome alvéolaire étendu; l'évaluation clinique ne permet pas de porter de façon fiable le diagnostic d'insuffisance ventriculaire gauche;
- le monitoring permet une surveillance hémodynamique des patients à risque d'instabilité (terrain, pathologie) tout en offrant une disponibilité immédiate des mesures. Les mesures continues de la SvO<sub>2</sub> et du QC sont probablement utiles. Certaines situations seraient plus à risque (défaillance multiviscérale, états de choc, éclampsie compliquée, infarctus récents présentant une pathologie intercurrente, polytransfusés, etc). La prise en charge d'un patient en état de mort encéphalique peut nécessiter une étude hémodynamique pour garantir des greffons de qualité. La sonde de Swan-Ganz permet aussi l'évaluation des répercussions hémodynamiques de l'application d'une pression expiratoire positive et de guider la soustraction volémique en cours d'hémodilution;
- l'étude hémodynamique droite peut être une aide à la décision thérapeutique au cours d'une embolie pulmonaire (discordance des données cliniques et du score de Miller).

En ce qui concerne les objectifs thérapeutiques, les experts rappellent que l'intérêt de la maximalisation du transport et de la consommation d'O<sub>2</sub> est controversé. La correction de la pression de perfusion et du transport d'oxygène reste un objectif thérapeutique légitime. Les autres paramètres

ne doivent pas être optimisés si cet objectif primaire est atteint.

## RECOMMANDATIONS

Le bénéfice apporté par l'utilisation de la sonde de Swan-Ganz suppose de réduire au maximum les complications et d'effectuer des choix thérapeutiques adaptés.

### **Recommandations pour la sécurité d'utilisation de la sonde de Swan-Ganz**

La sonde doit être mise en place dans des conditions d'asepsie stricte, sous la supervision ou par un médecin ayant l'expérience du cathétérisme artériel pulmonaire.

Pendant sa mise en place, le risque d'arythmie nécessite, outre la surveillance continue de l'ECG, la disponibilité immédiate des moyens de réanimation cardiorespiratoire et la possibilité de pouvoir injecter rapidement des antiarythmiques. Un entraînement électrosystolique doit être disponible chez les patients ayant un bloc de branche gauche.

Avant le passage de la sonde dans le ventricule droit, le ballonnet doit être gonflé avec 1,5 mL. Pour éviter la formation de nœud sur la sonde, celle-ci ne doit pas être avancée au-delà de la distance normale d'insertion. Après la mise en place, elle doit être fixée et sa position vérifiée avec une radiographie du thorax.

Pour éviter la perforation artérielle pulmonaire, l'infarctus pulmonaire ou les complications thromboemboliques, il faut:

- a) rincer la sonde avec du sérum hépariné;
- b) pouvoir surveiller en continu le tracé de la PAP, la modification du tracé doit faire suspecter la migration distale de la sonde;
- c) ne jamais laisser un ballonnet gonflé;
- d) lors de la mesure de la PAPO, arrêter le gonflage du ballonnet, dès que le tracé de pression pulmonaire bloquée est obtenu;
- e) si les tracés de pression pulmonaire bloquée sont obtenus avec un volume très inférieur à ce qui est recommandé, retirer la sonde dans une position plus proximale;
- f) ne jamais gonfler le ballonnet avec un liquide;
- g) éviter de rincer le cathéter à haute pression lorsque le tracé devient amorti, sans être sûr que la sonde n'est pas en position bloquée;
- h) suspecter de principe une rupture artérielle pulmonaire en cas d'hémoptysie.

Les complications valvulaires sont prévenues en limitant la durée du cathétérisme et en ne retirant pas la sonde avec le ballonnet gonflé.

Les complications infectieuses sont prévenues par la mise en place de la sonde dans des conditions d'asepsie stricte, une manipulation aseptique de celle-ci, son maintien moins de 72 heures. En cas de suspicion d'infection sur sonde, celle-ci doit être retirée et mise en culture.

## **Recommandations pour l'interprétation des paramètres**

Il est recommandé de :

- a) pratiquer souvent le cathétérisme par sonde de Swan-Ganz (> 30 par an);
- b) connaître la physiologie circulatoire;
- c) discuter au cours de réunions cliniques, avec les autres médecins, de l'interprétation des paramètres hémodynamiques et établir des schémas de raisonnement appliqués par toute l'équipe.