

# Conduite d'une assistance circulatoire temporaire par ECMO veinoartérielle

## Management of Venous Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation

G. Lebreton · S. Hariri · T. Schoell · C. Mastroianni · P. Fenouillère · P. Leprince

© SRLF et Springer-Verlag France 2014

**Résumé** La conduite d'une assistance circulatoire temporaire par *extracorporeal membrane oxygenation* (ECMO) veinoartérielle est délicate et expose le patient à de nombreuses complications pouvant engager le pronostic vital, parfois très brutalement. La gestion de ces complications impose une accessibilité en urgence à un plateau médico-technique lourd et à des compétences pluridisciplinaires (réanimateurs, chirurgiens cardiothoraciques et perfusionnistes). De plus, l'ECMO n'assure qu'une assistance temporaire en attente de récupération ou d'une alternative thérapeutique. En absence de récupération, une stratégie thérapeutique faisant discuter la transplantation cardiaque et/ou l'assistance circulatoire de longue durée doit être rapidement définie et réévaluée quotidiennement en fonction de l'évolution du patient. Une prise en charge par des équipes médicochirurgicales expérimentées et rompues aux techniques d'implantation et de conduite de ces assistances, mais également à la gestion de leurs complications (y compris en extrême urgence), apparaît comme une condition nécessaire à la prise en charge de ces patients dans des conditions satisfaisantes de sécurité.

**Mots clés** ECMO · Assistance circulatoire · Équipe médico-chirurgicale · Réanimation

G. Lebreton (✉) · T. Schoell · C. Mastroianni · P. Leprince  
Service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire,  
groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, 47–83, boulevard de l'Hôpital,  
F-75013 Paris, France  
e-mail : guillaume.lebreton@psl.aphp.fr

S. Hariri  
Département d'anesthésie-réanimation chirurgicale, GHPS,  
Paris, France

P. Fenouillère  
Unité de perfusion, service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire,  
groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, Paris, France

**Abstract** Management of venous arterial extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is difficult and exposes the patient to the onset of life-threatening complications, sometimes occurring even suddenly. Treating ECMO complications requires available medico-technical support with multidisciplinary competences including intensivists, cardiothoracic surgeons, and perfusionists. ECMO allows temporary life support as bridge to recovery or to alternative therapies. In the absence of recovery, the indication of heart transplantation or long-term assist device implementation should be considered and regularly reevaluated on a daily basis in relation to patient's improvement. Thus, ECMO management by experienced medico-surgical team is mandatory to guarantee ECMO-treated patients' safety.

**Keywords** ECMO · Extracorporeal life support · Medico-surgical team · Intensive care unit

### Introduction

Les systèmes d'assistance circulatoire et d'oxygénation extracorporelle (ECMO ou *extracorporeal membrane oxygenation*) de type veinoartériel, ou *extracorporeal life support* (ECLS), font partie de l'arsenal thérapeutique de prise en charge en urgence des patients en état de choc cardiogénique. L'ECMO veinoartérielle permet d'assurer une assistance circulatoire de courte durée, en attente de récupération (*bridge to recovery*), en attente d'une transplantation (*bridge to transplantation*), en attente d'une implantation d'une assistance mécanique de longue durée (*bridge to bridge*) [1–4], ou en attente de décision (*bridge to decision*).

Cette technique d'assistance de courte durée offre plusieurs avantages lui conférant une place de choix dans le contexte de l'urgence (mise en place rapide, réalisable au lit du patient, sous massage cardiaque externe le cas échéant).

Elle permet de sortir du cadre de l'urgence et donne le temps d'évaluer le potentiel de récupération de ces patients et de définir une stratégie thérapeutique. Malgré ces avantages, l'ECMO veinoartérielle présente plusieurs inconvénients. Tout d'abord, cette technique expose à diverses complications : hémolyse, complications hémorragiques, thromboemboliques et infectieuses... D'un point de vue hémodynamique, l'ECMO périphérique ne permet pas de décharger convenablement le ventricule gauche, dont elle augmente la postcharge et la tension pariétale. Enfin, s'agissant d'une assistance périphérique par réinjection rétrograde dans l'aorte, elle ne permet pas d'assurer une oxygénation cérébrale satisfaisante en cas d'assistance partielle dans un contexte de défaut d'oxygénation pulmonaire.

Cette assistance de courte durée, implantée souvent dans le contexte de l'urgence, permet d'apporter un support circulatoire efficace à des patients en situation critique. Cette phase d'assistance temporaire par ECMO permet de compléter les explorations complémentaires guidant la prise de décision, tout en assurant une hémodynamique satisfaisante. Toutefois, cette phase d'assistance doit rester la plus courte possible, car associée à des risques de complications liées à la conduite délicate de cette assistance. Nous décrirons dans cet article les grands principes de prise en charge d'un patient sous ECMO veinoartérielle périphérique et ses complications.

### Prise en charge en réanimation d'un malade sous ECMO

La prise en charge en réanimation d'un patient sous ECMO, a fortiori veinoartérielle, nécessite une surveillance accrue, une équipe médicale et paramédicale expérimentée dans l'assistance circulatoire et la gestion en urgence des complications parfois mortelles. Cela implique la possibilité d'avoir recours en urgence à l'intervention d'un chirurgien cardiaque et/ou d'un perfusionniste (technicien de circulation extracorporelle). La banalisation de cette thérapeutique d'exception s'accompagne de nombreuses complications de divers degrés de gravité dont résultent de mauvais résultats (décès, complications hémorragiques, ischémiques, infectieuses...). S'agissant d'une assistance temporaire en « pont » vers la transplantation, une chirurgie ou l'assistance ventriculaire en absence de récupération, il convient de réduire au maximum ce temps d'assistance pour éviter la survenue de complications.

#### Conditionnement et surveillance

Un patient assisté par ECMO requiert une surveillance rapprochée (relevé horaire) en réanimation par une équipe formée et coutumière de ce type d'assistance. Le conditionnement de ces patients requiert au minimum un monitoring

continu de l'électrocardiogramme, de la pression artérielle (pression invasive), de la saturation capillaire et une surveillance horaire de la diurèse. La surveillance de ces patients répond à des règles et à des exigences particulières qui permettent d'une part de surveiller l'efficacité de l'assistance et d'autre part de dépister ou d'éviter la survenue d'éventuelles complications. Afin de sécuriser ces prises en charge, il convient de les encadrer de protocoles et de procédures d'urgence, permettant en cas de complication aiguë d'avoir les réponses adaptées. L'usage de *check-list* est fortement recommandé. La possibilité d'avoir recours à tout moment à l'intervention d'un perfusionniste ou d'un chirurgien cardiaque est un gage indispensable de sécurité.

#### Surveillance de la pompe, du circuit, et des canules

Le circuit d'ECMO, la pompe et les canules doivent être surveillés plusieurs fois par jour par l'équipe soignante et régulièrement par un perfusionniste afin de vérifier le bon fonctionnement de la pompe et de dépister précocement la survenue de complications.

Tout d'abord, concernant la pompe, il convient de s'assurer de son correct raccordement à l'alimentation électrique et à son niveau de charge. Les alarmes doivent également être vérifiées, notamment après le transfert d'un patient (par exemple alarme d'alimentation inhibée/désactivée lors du transfert, à réactiver en réanimation). Le positionnement de la pompe dans la chambre du patient doit d'une part éviter une tension sur les lignes artérielles et veineuses, d'autre part éviter d'exposer la pompe et ses éléments (tête de pompe, mélangeur gazeux...) à des chocs, et enfin permettre la lecture des paramètres d'assistance (débit, vitesse de rotation) en dehors de la chambre du patient.

Le débit de l'ECMO est précharge-dépendant : il baisse rapidement en cas d'hypovolémie, de plicature des lignes ou des canules, de pneumothorax ou d'épanchement péricardique gênant le remplissage des cavités, ou de thrombose de circuit. Dans ces situations, on observe des mouvements importants de battement des lignes veineuse et artérielle et une instabilité du débit liés aux suctions inefficaces entraînées par la pompe. Il faut alors réduire transitoirement le débit de la pompe, réaliser un remplissage vasculaire rapide et faire le diagnostic d'une éventuelle complication.

Lorsque le débit paraît insuffisant par rapport au nombre de tours imposé à l'ECMO, il peut être inutile d'augmenter la vitesse de rotation. En effet, le débit peut être insuffisant en raison d'une faible précharge de la pompe (hypovolémie, canule d'admission mal positionnée ou coudée, thrombose de circuit...) ou d'une postcharge de la pompe trop élevée (reprise d'une contractilité cardiaque, hypertension artérielle, vasoconstriction...). La baisse du débit d'ECMO peut être signe de récupération cardiaque, mais peut exposer au risque de *back flow*.

Les lignes d'ECMO doivent rester visibles afin de dépister une éventuelle plicature. De même, les sites de canulation doivent faire l'objet d'une surveillance rapprochée afin de dépister une complication hémorragique (saignement actif ou hématome) ou infectieuse ainsi qu'une plicature de canule. La fixation des canules, et notamment de la canule de réinjection (artérielle), doit faire l'objet d'une attention toute particulière, notamment en cas d'assistance prolongée. En effet, une mauvaise fixation expose d'abord à des complications hémorragiques, mais surtout à un accident de décanulation. Ces points de fixation doivent être systématiquement recontrôlés lors de la réfection des pansements.

Enfin, le dispositif de reperfusion doit également être contrôlé. Il faut tout d'abord s'assurer de son efficacité (trophicité du membre, rigidité, tension musculaire, survenue d'une ischémie, syndrome de loges...), et d'autre part surveiller sa perméabilité.

#### *Assistance partielle et hématoze*

Le monitoring de la saturation capillaire en oxygène s'effectue sur la main droite, de même que la surveillance gazométrique s'effectue au membre supérieur, préférentiellement droit (cathéter de pression artérielle radiale droit). En effet, lorsqu'une configuration fémorofémorale veinoartérielle est utilisée, il convient de rechercher une hypoxie de la partie supérieure du corps. Si la fonction systolique du cœur est suffisante, il existe une compétition de flux au niveau de l'aorte entre le cœur du malade et l'ECMO (assistance partielle). En cas d'altération importante des échanges gazeux pulmonaires (syndrome de détresse respiratoire aiguë, œdème pulmonaire hydrostatique), le sang quittant le cœur du malade va être fortement désoxygéné et responsable d'une hypoxie tissulaire cardiaque et cérébrale (syndrome d'Arlequin). Il convient donc d'insister sur le fait qu'une ECMO veinoartérielle impose de maintenir une ventilation pulmonaire. La confusion avec la conduite d'une assistance par ECMO veinoveineuse quant à la gestion des paramètres ventilatoires aurait des conséquences dramatiques.

En outre, l'ECMO veinoartérielle présente l'inconvénient d'augmenter la postcharge du ventricule gauche. Il convient donc de s'efforcer de maintenir une éjection systolique du ventricule gauche pour en permettre la vidange et d'éviter la survenue d'un œdème pulmonaire. Cela implique d'avoir un échange gazeux pulmonaire satisfaisant. Le maintien d'une éjection systolique est surveillé sur la courbe de monitoring invasif de la pression artérielle, mais également échocardiographiquement. Cette systole ventriculaire gauche est préservée en réduisant le débit d'assistance tout en veillant à obtenir un niveau acceptable de perfusion tissulaire. Un support inotrope est souvent nécessaire, de même que le recours à des dispositifs d'assistance ou de décharge associés (cf. complications).

#### *Anticoagulation*

L'anticoagulation d'un malade sous ECMO veinoartérielle est obtenue par héparine non fractionnée pour obtenir un temps de céphaline activé (TCA) entre 1,5 à 2 fois le témoin ou une héparinémie entre 0,3 et 0,5 UI/ml. La réalisation d'*activated clotting time* (ACT, avec une cible entre 180 et 200 s) permet un monitoring rapide au lit du patient de cette anticoagulation. Dans notre expérience, de l'aspirine à dose antiagrégante plaquettaire est prescrite lorsque le taux de plaquettes est supérieur à 75–100 G/l et en l'absence de saignement. En cas de cardiopathie ischémique, une association aspirine–clopidogrel est possible si le taux de plaquettes est supérieur à 500 G/l ou si les dépôts de fibrine et de caillots surviennent très précocement dans le circuit. L'aspirine est arrêtée si les plaquettes sont inférieures à 50 G/l ou inférieures à 100 G/l en cas de saignements. En cas de saignement majeur non contrôlable immédiatement par un traitement spécifique, l'aspirine et l'héparine sont suspendues. Le seuil transfusionnel est fixé à 7 g/dl, en l'absence de complications, et la transfusion de plaquettes est découragée sauf en cas de thrombopénie majeure avec présence de saignements.

#### *Changement de circuit*

La membrane et le circuit d'ECMO doivent être remplacés dans les circonstances suivantes : défaut d'oxygénation ou d'épuration du CO<sub>2</sub> par la membrane, hémolyse intravasculaire massive liée au dispositif, thrombopénie importante liée au circuit, majoration des dépôts de fibrine ou de caillots sur la membrane, caillottage de la pompe ou des lignes ou systématiquement après 10 à 15 jours de fonctionnement. La présence de caillots ou de dépôts fibrineux sur l'oxygénateur ne suffit pas à indiquer un changement de circuit. Cette présence est fréquente, et il s'agit surtout de la majoration de ces dépôts qui fait discuter ce geste.

Des gaz du sang en sortie d'oxygénateur peuvent être réalisés en cas de doute sur son fonctionnement. En cas d'hypoxémie (PaO<sub>2</sub> < 200 mmHg) en sortie d'oxygénateur malgré une FiO<sub>2</sub> à 100 %, il est proposé de changer le circuit. Cependant, il est important de préciser que toute intervention ou tout geste sur le circuit est pourvoyeur d'accident et qu'il faut donc s'abstenir au maximum de les réaliser. Il est préférable de laisser leur réalisation, si nécessaire, à un perfusionniste, ce d'autant qu'il est exceptionnellement nécessaire d'y avoir recours pour prendre une décision de changement de circuit, les constantes du patient étant suffisantes.

La manœuvre de changement de circuit nécessite d'être réalisée le plus rapidement possible, tout en respectant des conditions d'asepsie chirurgicale et en veillant à éviter toute prise d'air dans le circuit. Comme pour l'ECMO veinoveineuse, cette manœuvre peut être très mal tolérée,

notamment si elle se prolonge plus de quelques secondes et/ou si le patient est totalement dépendant de son assistance. Il est à noter que le changement de circuit induit une perte sanguine compensée par un remplissage par le *priming* du nouveau circuit, ce qui constitue une hémodilution. Il est donc nécessaire de ne pas banaliser ce geste qui doit être parfaitement maîtrisé par ses opérateurs et qui nécessite la présence d'un réanimateur.

#### *Mobilisation du patient*

Le déplacement (bloc opératoire, examen complémentaire, coronarographie...) d'un patient sous assistance est possible, mais il faut avoir conscience qu'il est potentiellement pourvoyeur de nombreux incidents aux conséquences diverses (décès, décanulation, dégâts matériels...). Ces déplacements doivent donc être nécessaires et non superflus et doivent respecter un certain nombre de règles et de précautions. Tout d'abord, ils doivent faire l'objet d'un accompagnement médical spécialisé. L'équipe accompagnante doit selon nous comporter un perfusionniste et un médecin formé à l'assistance circulatoire. En effet, durant ces transferts, toujours plus longs que prévu, toute sorte d'incident peut survenir, et les mobilisations itératives du patient le déstabilisent et peuvent modifier les paramètres d'assistance.

Par ailleurs, lors de transferts, il faut selon nous adopter une configuration de transport, en s'efforçant au maximum de solidariser le patient de son assistance (transfert monobloc). Certaines pompes dédiées au transport facilitent cela. Qu'il s'agisse d'un transfert vers une salle d'examen au même étage ou d'un transfert dans un autre hôpital, les mêmes principes et les mêmes précautions doivent être pris (autonomie électrique, autonomie oxygène, clamps à tuyaux, monitoring...). L'usage d'une *check-list* est recommandable.

### **Conduite de l'assistance**

#### *Pluridisciplinarité*

La prise en charge d'un patient sous ECMO veinoartérielle ne se conçoit que de manière pluridisciplinaire. Elle implique de nombreux intervenants médicaux et paramédicaux qui concourent tous au succès de la technique et à la sécurité des patients. Les décisions thérapeutiques concernant ces patients ne peuvent être prises sans concertation. Les principaux acteurs médicaux de cette prise en charge sont les médecins réanimateurs et anesthésistes-réanimateurs, les chirurgiens cardiothoraciques et les cardiologues. Des expertises dans l'hémodynamique, l'échocardiographie, la circulation extracorporelle et l'assistance, la rythmologie, la cardiologie interventionnelle et la chirurgie thoracique et cardiovasculaire sont requises pour un gage indispensable de sécurité pour la prise en charge de ces patients.

#### *Stratégie thérapeutique*

Il convient de réévaluer quotidiennement la récupération ou les chances de récupération myocardique (échocardiographie, gazométrie...) afin d'orienter la prise en charge vers le sevrage ou vers la transplantation ou l'assistance. Cette orientation est évolutive dans le temps, intègre de nombreux paramètres et doit faire l'objet d'une discussion collégiale. La conduite de l'assistance doit se faire dans la cohérence avec des objectifs clairement définis et réfléchis qui ne peuvent et ne doivent être modifiés de manière intempestive. Il est recommandé à cet égard d'avoir recours à des feuilles de prescription dédiées, fixant les paramètres de l'ECMO et identifiant le prescripteur. Ces paramètres (vitesse de rotation, balayage, FiO<sub>2</sub>) doivent être réévalués de manière pluriquotidienne, et la réanimation (inotropes, paramètres ventilatoires...) du patient adaptée en conséquence, pour atteindre des objectifs thérapeutiques définis. La décision d'intervenir, même pour un geste a priori simple (drainage thoracique, biopsies...), doit faire l'objet d'une discussion mesurant le rapport bénéfice/risque de ce geste pour le patient. Il en est de même concernant la réalisation d'examen complémentaires impliquant la mobilisation du patient.

#### *Place du perfusionniste*

La place du perfusionniste dans un programme d'ECMO est, selon nous, centrale. Il ne faut pas la considérer comme un simple rôle de surveillance qui dans les faits est délégué aux équipes soignantes de réanimation, mais plutôt comme une expertise de l'assistance et de la circulation extracorporelle.

L'expérience et les compétences du perfusionniste permettent en situation d'urgence d'identifier rapidement les problèmes et d'y apporter la solution adéquate. Une surveillance régulière des patients assistés par ECMO par un perfusionniste permet d'apporter un regard extérieur et expert sur la prise en charge de ce patient et ainsi de dépister des situations ou des événements porteurs de risques et ainsi d'éviter la survenue de complications. De plus, sa proximité avec l'équipe soignante permet un véritable encadrement des équipes et une transversalité (équipes médicales et paramédicales, réanimation et chirurgie) contribuant à la pluridisciplinarité de la prise en charge du patient. Ses compétences et son expertise dans le domaine de l'assistance en font un intervenant privilégié pour accompagner et former les équipes à la prise en charge de ces patients.

### **Complications**

Les complications liées à une assistance cardiorespiratoire temporaire par ECMO veinoartérielle sont nombreuses,

parfois fatales dans un délai extrêmement bref, ce qui justifie une prise en charge par des équipes médicochirurgicales expérimentées et rompues aux techniques d'implantation et de conduite de ces assistances, mais également à la gestion de leurs complications [5–8]. Cela implique la possibilité d'avoir recours en urgence à une équipe de chirurgie cardiaque, gage indispensable de sécurité pour la conduite d'un programme d'ECMO.

### Complications hémorragiques

Une complication hémorragique classique est l'hémorragie au niveau du site de canulation des vaisseaux fémoraux (ECMO périphérique). Sa survenue est plus rare en cas de canulation chirurgicale des vaisseaux (bourses sur les vaisseaux, hémostase satisfaisante...). Une complication plus grave survenant au site de canulation est la décanulation, qui impose une réponse adaptée en urgence. Il convient tout d'abord de clamber les lignes d'ECMO, de contrôler l'hémorragie et d'assurer un remplissage et une réanimation (parfois massage cardiaque externe) dans l'attente d'un repositionnement chirurgical en extrême urgence. Dans des équipes entraînées, bien que de survenue rare, ces accidents, lorsqu'ils surviennent, peuvent être « rattrapés » grâce à une réponse adaptée en urgence de chacun des intervenants (infirmiers, réanimateur, perfusionniste et chirurgien).

Dans certaines situations, les complications hémorragiques résultent de troubles biologiques de la coagulation induits par l'assistance. L'oxygénateur peut en effet être responsable d'une consommation plaquettaire et de facteurs de coagulation, aboutissant à un véritable tableau de coagulation intravasculaire disséminée [9]. Dans ces situations, il convient de procéder au remplacement du circuit d'assistance et de réintroduire une anticoagulation à dose efficace. Devant un tableau d'hémorragie significative, il faut bien sûr suspendre immédiatement tout traitement anticoagulant et antiagrégant. Il est possible de suspendre toute anticoagulation plus de 24 heures, dans un contexte d'hémorragie non contrôlable, tous les produits de l'hémostase étant alors utilisables, y compris le Novoseven® (facteur VII recombinant) [10].

Un patient sous ECMO est à risque de saignement, parfois majeur où le recours au Novoseven® n'est pas anecdotique. Même si dans la majorité des cas cette utilisation permet de contrôler le saignement sans thrombose, plusieurs cas de thrombose du circuit secondaire au Novoseven® ont été rapportés [10]. Dans ce cas, le changement de circuit s'impose en urgence.

### Complications thromboemboliques

Les complications thromboemboliques sont également fréquentes : accidents vasculaires cérébraux ischémiques

parfois se transformant secondairement en accidents hémorragiques, embolies vasculaires périphériques, embolies dans la circulation pulmonaire. Il est parfois observé en cas de dysfonction systolique terminale et d'asystolie une thrombose partielle ou complète des cavités cardiaques, nécessitant un geste rapide de centralisation et de décaillotage des cavités cardiaques [9]. Dans ces situations, le pronostic est redoutable, notamment en cas de thrombose des veines pulmonaires. Afin d'éviter la survenue de cette complication, il est impératif de veiller (contrôle échocardiographique, courbe de pression artérielle) à maintenir une éjection ventriculaire gauche (limiter le débit, inotropes) ou de mettre en place un dispositif de décharge des cavités.

### Complications ischémiques

Les complications ischémiques au niveau du membre où a été mise en place l'ECMO périphérique surviennent dans 10–20 % des cas, malgré la mise en place d'une ligne de reperfusion artérielle [9]. En effet, un accident embolique, un débit de reperfusion insuffisant, une artériopathie sous-jacente, un dispositif de reperfusion mal positionné (ligne de reperfusion dans l'artère fémorale profonde...), plicaturé (le cathéter peut être plicaturé dans la cicatrice sans être thrombosé en raison d'un flux minime persistant), ou thrombosé, sont autant de causes d'ischémie de membre. Cette complication doit être systématiquement dépistée dans les heures suivant la mise en place du dispositif par un examen clinique régulier et la vérification de la perméabilité de la ligne de reperfusion. Au moindre doute (ou à titre systématique si possible), nous procédons au contrôle du bon positionnement de la reperfusion (doppler, angiotomodensitométrie, artériographie sur table en injectant du contraste dans le cathéter de reperfusion).

La survenue d'une complication ischémique impose une reprise chirurgicale rapide pour assurer soit un positionnement et une fonctionnalité corrects de la reperfusion, soit procéder à la recanulation artérielle sur un autre site, notamment l'artère axillaire.

### Complications infectieuses

Les complications infectieuses sont fréquemment observées : cellulite au site de canulation (10 %), septicémie (18 %), pneumopathie liée à la ventilation (55 %), médiastinite (11 %)... [11]. Le traitement fait appel à une antibiothérapie à large spectre après prélèvements multiples à visée bactériologique, et au changement du site de canulation. Les germes le plus souvent impliqués dans ces infections sont les staphylocoques, en particulier *Staphylococcus epidermidis*, les *Candida*, les entérocoques et les bacilles Gram négatifs nosocomiaux (*Pseudomonas aeruginosa*) [9].

Ces complications sont d'autant plus fréquentes que la durée d'assistance se prolonge (la probabilité de ne pas être infecté à 15 jours d'assistance est d'environ 30 % [11]) et posent de réels problèmes, notamment lorsque le sevrage de l'ECMO n'est pas possible et qu'une transplantation ou une assistance doivent être envisagées.

### **Œdème pulmonaire**

Une complication redoutable après la mise en place d'une ECMO périphérique est l'apparition d'un œdème pulmonaire hydrostatique lié à l'augmentation de la pression télédiastolique du ventricule gauche [9]. Plusieurs facteurs participent à la survenue de cet œdème pulmonaire : l'augmentation de la postcharge ventriculaire gauche liée au caractère rétrograde de la réinjection de l'ECMO, la présence d'une insuffisance aortique (systématiquement dépistée avant et après la mise en place du dispositif) ou d'une insuffisance mitrale. Dans notre expérience, dans ces situations, il faut dans un premier temps optimiser la vidange des cavités cardiaques par support inotrope positif et discuter la mise en place d'un ballon de contre-pulsion aortique pour diminuer la postcharge ventriculaire gauche [12]. Dans notre expérience, nous associons à titre systématique un ballon de contre-pulsion aux ECMO veinoartérielles dans un contexte ischémique ou d'insuffisance cardiaque décompensée. Si malgré ces mesures la décharge ventriculaire gauche reste insuffisante ou si survient une surcharge pulmonaire, nous avons recours à la mise en place d'une assistance percutanée gauche par cathéter type Impella® [13].

Il est parfois nécessaire d'avoir recours à une transformation de l'ECMO périphérique en ECMO centrale, avec mise en place d'une canule de décharge dans l'oreillette droite et d'une deuxième canule de décharge des cavités gauches soit directe au niveau de l'apex ventriculaire gauche, soit indirecte par canulation du tronc de l'artère pulmonaire. Cependant, dans notre expérience, les complications nombreuses survenant dans cette configuration nous ont amenés à reconsidérer cette attitude. Actuellement, nous privilégions une double assistance centrale centrifuge (ECMO droite/droite-gauche/gauche : oreillette droite/artère pulmonaire-apex ventriculaire gauche/aorte) afin de maintenir un flux transpulmonaire et éviter ainsi la survenue d'une thrombose des veines pulmonaires.

### **Syndrome inflammatoire et hémolyse**

L'ECMO est responsable d'une importante réponse inflammatoire. Une hémolyse intravasculaire majeure peut également survenir lorsqu'une importante vitesse de rotation est imposée, notamment sur des canules de faible calibre, en cas d'hypovolémie marquée ou de thrombose partielle des canules (la forte dépression créée par la pompe entraînant des phénomènes

de succion à haute énergie), malposition de canule, couture, ou en cas de dépôt de fibrine ou de caillot sur la membrane. Il faut rechercher cette complication en cas d'émission d'urines « porto » et surveiller de manière régulière l'hémoglobine libre plasmatique (quotidiennement ou un jour sur deux chez tous les malades sous ECMO). Une valeur supérieure à 150 mg/l nous fait considérer un changement de membrane.

### **Thrombose de circuit**

Une complication rare mais non exceptionnelle est la thrombose aiguë du circuit. Cette complication le plus souvent d'apparition progressive sur plusieurs heures se traduit par une diminution progressive du débit d'assistance pour une vitesse de rotation constante, qui impose de progressivement augmenter la vitesse de rotation et le remplissage vasculaire pour maintenir un débit d'assistance. Cette chute progressive du débit passe parfois inaperçue pendant plusieurs heures avant que ne survienne plus brutalement une chute du débit avec arrêt de la pompe (thrombose du circuit). Dans cette situation, il convient de procéder en urgence (parfois sous massage cardiaque externe) au remplacement du circuit et à la purge des canules, voire à une recanulation. Dans certaines situations, il convient de mettre en place en urgence une assistance centrale en raison d'une thrombose vasculaire ou cavitaire massive. Cette complication redoutable peut survenir en cas d'allergie à l'héparine, d'arrêt de l'anticoagulation et d'usage de produits prothrombotiques dans un contexte hémorragique, de faible débit d'assistance...

### **Dysfonction du matériel, désamorçage et back flow**

Tout incident ou dysfonction survenant sur la pompe ou le circuit engage directement le pronostic vital du patient, et les manœuvres à mettre en œuvre doivent faire l'objet de procédures préétablies connues et maîtrisées de l'ensemble des personnels médicaux et paramédicaux prenant en charge ces patients.

Tout bruit suspect sur la pompe doit attirer l'attention et faire rechercher une thrombose de circuit ou de tête de pompe, une dysfonction du moteur, un désamorçage ou un *back flow*. Le perfusionniste et les médecins en charge doivent être immédiatement alertés. Le retentissement sur le débit d'assistance et l'hémodynamique du patient doivent être recherchés. S'il apparaît qu'il s'agit d'une défaillance de la pompe, il convient, après clampage des lignes, de désadapter la pompe pour passer sur pompe manuelle. Cette procédure simple, si elle n'a pas été anticipée et répétée en dehors du contexte de l'urgence, peut dans le contexte ne pas être efficace (perte de temps, incapacité à mettre en place la pompe manuelle, etc.). Une fois sur pompe manuelle, il convient d'attendre que le problème soit résolu ou qu'une solution alternative soit trouvée (changement de console d'ECMO).

Si la pompe s'est désamorçée, il faut clamber les lignes d'ECMO et chasser l'air du circuit. Il est nécessaire d'identifier la cause de ce désamorçage. Les sites de canulation et le circuit d'ECMO doivent être vérifiés, de même que les cathéters (cathéter de dialyse et voies veineuses centrales), fortement pourvoyeurs de prise d'air. Une fois la cause identifiée et corrigée, la pompe peut être redémarrée et le circuit déclamber.

Lorsque le cœur conserve une systole efficace, et notamment lorsque l'on envisage le sevrage de l'assistance et que le débit d'ECMO est réduit, il existe un risque de *back flow*. Le cœur a en effet retrouvé une éjection systolique et un débit qui vient s'opposer au débit d'assistance de l'ECMO, qui est abaissé. Dans cette situation, la pression artérielle peut être telle qu'elle entraîne un afflux de sang dans la canule artérielle venant bloquer la pompe puis la découpler de l'électroaimant et entraîner un shunt artérioveineux de l'artère du patient vers sa veine, très rapidement mal toléré hémodynamiquement. Dans cette situation, augmenter la vitesse de rotation de la pompe restera sans effet sur cette complication, car la pompe centrifuge et l'électroaimant sont « découplés ». Il faut donc clamber les lignes, abaisser la vitesse de rotation, recoupler la pompe et l'électroaimant, augmenter alors la vitesse de rotation et déclamber progressivement la ligne veineuse puis artérielle. Pour éviter la survenue de cette complication potentiellement mortelle, il faut veiller à ne pas réduire la vitesse de rotation en dessous de 1 500 tr/min ou les débits en dessous de 1,5 l/min, et régler les seuils d'alarme en conséquence.

### Conduite du sevrage de l'ECMO

Quand la ligne de pression artérielle redevient pulsatile, avec une pression artérielle moyenne supérieure à 60 mmHg sous faible support inotrope, que l'évaluation échocardiographique met en évidence une récupération de la fonction cardiaque systolique, que les constantes biologiques ne montrent plus de signe de bas débit (bilans hépatique et rénal, gazométrie et lactates) et que l'hématose pulmonaire n'est pas compromise, une tentative de sevrage de l'ECMO doit être entreprise en réduisant progressivement (par palier de 0,5 l/min) le débit de pompe à 1,5 l/min [14]. Si la fraction d'éjection du ventricule gauche est supérieure à 25 %, que l'intégrale temps vitesse (ITV) du flux aortique est supérieure à 10 cm [9], que l'index cardiaque est supérieur à 2,2 l/min par mètre carré et que le patient conserve un état hémodynamique stable pendant au moins 24 heures, on procède à l'ablation de l'ECMO. Lors de l'ablation, une épreuve de clampage (30 minutes), sous contrôle d'une échocardiographie transœsophagienne, permet parfois de démasquer une défaillance ventriculaire droite qui impose de poursuivre l'assistance.

Dans notre expérience [9,14], deux paramètres (ITV aortique  $\geq 12$  cm, vitesse systolique à l'anneau mitral externe en doppler tissulaire  $\geq 5,8$  cm/s) sont considérés comme fortement prédictifs du succès du sevrage de l'ECMO, s'ils sont observés chez un patient stable et ayant toléré la réduction maximale du débit de l'ECMO [9,14].

Selon nous, la prise de décision d'un sevrage d'ECMO doit se faire de façon collégiale et sans précipitation, en présence de tous les paramètres prédictifs de son succès. Il faut l'entourer d'un maximum de précaution, d'abord en termes de surveillance (contrôle échocardiographique, monitoring hémodynamique...), mais également en préparant une éventuelle recanulation. Il est important de préciser qu'une recanulation en urgence sur des vaisseaux préalablement abordés est techniquement délicate. Dans notre expérience, les sevrages d'ECMO ne sont pas réalisés en fin de journée ou en cas d'indisponibilité d'une équipe chirurgicale dans les heures suivant l'ablation, dans l'hypothèse d'une dégradation hémodynamique secondaire.

Quand le sevrage de l'ECMO n'est pas envisageable, en absence de contre-indications, une transplantation cardiaque et/ou la conversion vers un dispositif d'assistance ventriculaire de longue durée (*bridge to bridge*) doivent alors être considérées.

### Conclusion

La conduite d'une assistance circulatoire temporaire par ECMO veinoartérielle reste délicate et expose le patient à de nombreuses complications pouvant engager le pronostic vital, parfois très brutalement. La gestion de ces complications impose une accessibilité en urgence à un plateau médicoteknique lourd et à des compétences pluridisciplinaires (réanimation, chirurgien cardiothoracique, perfusionniste). De plus, l'ECMO n'assure qu'une assistance temporaire en attente de récupération ou d'une alternative thérapeutique. En absence de récupération, une stratégie thérapeutique faisant discuter la transplantation cardiaque et/ou l'assistance circulatoire de longue durée doit être rapidement définie et réévaluée quotidiennement en fonction de l'évolution du patient.

Une prise en charge par des équipes médicochirurgicales expérimentées et rompues aux techniques d'implantation et de conduite de ces assistances, mais également à la gestion de leurs complications (y compris en extrême urgence), apparaît comme une condition nécessaire à la prise en charge de ces patients dans des conditions satisfaisantes de sécurité.

**Conflits d'intérêts :** G. Lebreton, S. Hariri, T. Schoell, C. Mastroianni, P. Fenouillère, P. Leprince déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

## Références

1. Bowen FW, Carboni AF, O'Hara ML, et al (2001) Application of "double bridge mechanical" resuscitation for profound cardiogenic shock leading to cardiac transplantation. *Ann Thorac Surg* 72:86–90
2. Pagani FD, Lynch W, Swaniker F, et al (1999) Extracorporeal life support to left ventricular assist device bridge to heart transplant: a strategy to optimize survival and resource utilization. *Circulation* 100:II206–II10
3. Wang SS, Ko WJ, Chen YS, et al (2001) Mechanical bridge with extracorporeal membrane oxygenation and ventricular assist device to heart transplantation. *Artif Organs* 25:599–602
4. Hoefer D, Ruttman E, Poelzl G, et al (2006) Outcome evaluation of the bridge-to-bridge concept in patients with cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg* 82:28–33
5. Bartlett RH, Roloff DW, Custer JR, et al (2000) Extracorporeal life support: the University of Michigan experience. *JAMA* 283:904–8
6. Chen YS, Yu HY, Huang SC, et al (2008) Extracorporeal membrane oxygenation support can extend the duration of cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 36:2529–35
7. Schwarz B, Mair P, Margreiter J, et al (2003) Experience with percutaneous venoarterial cardiopulmonary bypass for emergency circulatory support. *Crit Care Med* 31:758–64
8. Magovern GJ Jr, Magovern JA, Benckart DH, et al (1994) Extracorporeal membrane oxygenation: preliminary results in patients with postcardiotomy cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg* 57:1462–8; discussion 9–71
9. Combes A, Leprince P, Luyt C-E, et al (2009) Assistance cardio-respiratoire par extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). *Réanimation* 18:420–7
10. Repesse X, Au SM, Brechot N, et al (2013) Recombinant factor VIIa for uncontrollable bleeding in patients with extracorporeal membrane oxygenation: report on 15 cases and literature review. *Crit Care* 17:R55
11. Schmidt M, Brechot N, Hariri S, et al (2012) Nosocomial infections in adult cardiogenic shock patients supported by venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Infect Dis* 55:1633–41
12. Sauren LD, Reesink KD, Selder JL, et al (2007) The acute effect of intra-aortic balloon counterpulsation during extracorporeal life support: an experimental study. *Artif Organs* 31:31–8
13. Vlasselaers D, Desmet M, Desmet L, et al (2006) Ventricular unloading with a miniature axial flow pump in combination with extracorporeal membrane oxygenation. *Intensive Care Med* 32:329–33
14. Aissaoui N, Luyt CE, Leprince P, et al (2011) Predictors of successful extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) weaning after assistance for refractory cardiogenic shock. *Intensive Care Med* 37:1738–45