

ECMO veinoartérielle au cours du choc cardiogénique et sa place dans le syndrome de détresse respiratoire aiguë : rationnel et objectifs cliniques

Veno-Arterial ECMO in Cardiogenic Shock and Acute Respiratory Distress Syndrome: Rationale and Clinical Objectives

O. Bastien · C. Flamens · B. Delannoy

© SRLF et Springer-Verlag France 2014

Résumé Les indications de l'assistance circulatoire de type *extracorporeal membrane oxygenation* vénoartériel (ECMO V-A), en dehors de la période postopératoire de chirurgie cardiaque et du choc postinfarctus, sont hétérogènes regroupant des situations avec ou sans sepsis grave. Deux situations se distinguent : l'une assez rare, composée des syndromes de détresse respiratoire aiguë avec composante cardiogénique soit du fait des antécédents du patient, soit liée à une myocardite et l'autre, plus fréquente, composée des multiples étiologies des chocs cardiogéniques d'origine médicale. Dans cette dernière situation et en l'absence de réversibilité d'emblée rapide comme les intoxications médicamenteuses ou l'embolie pulmonaire, l'ECMO dont la technique est de durée courte doit être intégrée dans un processus de réanimation complexe des défaillances d'organes et considérée comme un pont permettant une décision multidisciplinaire vers un projet à plus long terme pouvant nécessiter des techniques d'assistance plus lourde. L'ensemble de l'équipe doit être formé aux différentes techniques de suppléance posant le problème de la formation, mais aussi celui du coût/bénéfice. Les progrès rapides de la technique laissent néanmoins apparaître des résultats prometteurs.

Mots clés ECMO · Choc cardiogénique · Syndrome de détresse respiratoire aiguë

Abstract Several indications for veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (V-A ECMO) have been proposed including the acute respiratory distress syndrome in case of associated cardiogenic failure and heterogeneous cardiac pathology with symptoms of shock. Among these indications, some are rapidly reversible like poisonings or pulmonary embolism, while others may need longer time to recover, like peripartum myocardopathy. In some situations, V-A ECMO represents a bridge to decision because neurological evaluation is impossible or recovery not warranted. For these reasons, V-A ECMO is often integrated in a more global decision process, going from bridge-to-recovery to bridge-to-transplantation with more aggressive assist devices.

Keywords ECMO · Cardiogenic shock · Acute respiratory distress syndrome

Rationnel

Définition

Le choc cardiogénique est un choc à part entière, à la différence d'une insuffisance cardiaque même sévère. La physiopathologie du choc cardiogénique a évolué ces dernières années, notamment dans la découverte de sa composante vasoplégique associée à une réaction systémique inflammatoire [1] dont le pronostic est moins bon, puisque la mortalité dépasse souvent 60 %. La prise en charge de l'insuffisance cardiaque sévère systolique a elle-même évolué en intégrant un algorithme systématique d'escalade thérapeutique intégrant inhibiteur de l'enzyme de conversion, spironolactone et bêtabloquant. La prise en charge de

O. Bastien (✉) · C. Flamens · B. Delannoy
Hôpital cardiopneumologique L.-Pradel, hospices civils de Lyon,
université Claude-Bernard, Lyon-I, 28, avenue Doyen-Lepine,
F-69677 Bron, France
e-mail : olivier.bastien@chu-lyon.fr

l'insuffisance cardiaque diastolique a surtout bénéficié de moyens diagnostiques échographiques et de l'optimisation de la notion de précharge-dépendance.

Le vieillissement de la population prise en charge en réanimation, et donc des valvulopathies en particulier aortiques, fréquentes à cet âge, fait que le débit cardiaque est parfois suffisant au repos, mais potentiellement insuffisant en cas de tachycardie ou de besoin métabolique augmenté. Du fait de ces champs élargis, la définition peut s'entendre comme une inadaptation circulatoire de cause cardiaque aux besoins métaboliques tissulaires. Cette définition sous-entend un diagnostic qui ne peut être qu'une association de signes cliniques, hémodynamiques et échographiques. Les signes cliniques peuvent être une hypotension le plus souvent, rarement une hypertension sévère, une oligurie, des troubles de conscience et des signes d'hypoperfusion périphérique cutanée ou splanchnique. Les signes hémodynamiques peuvent être une tachycardie, cause ou conséquence du choc, une inadaptation du débit cardiaque se traduisant par une baisse significative de la saturation veineuse en oxygène (SvO₂), une précharge-dépendance puis rapidement une intolérance. Un bilan systématique échographique élimine d'abord une valvulopathie ou un épanchement péricardique. Les signes d'insuffisance myocardique peuvent être des témoins de bas débit gauche (intégrale temps-vitesse [ITV] sous-aortique bas ou fraction d'éjection ventriculaire < 40 %), une dilatation gauche ou droite après optimisation volémique ou une dyskinésie ventriculaire. La recherche de signes d'insuffisance ventriculaire droite aiguë, en dehors de la dilation et du rapport ventricule droit/ventricule gauche supérieur à 1, associe en urgence une diminution de l'avancement systolique du plan de l'anneau tricuspide (TAPSE) ou une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP).

Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support (INTERMACS)

La complexité des tableaux d'insuffisance cardiaque et la différence d'approche entre cardiologue clinicien et réanimateur ou spécialiste d'assistance circulatoire ont fait proposer par les autorités de tutelle américaines un score, l'INTERMACS [2], prenant en compte l'évolution multiparamétrique de l'insuffisance cardiaque selon sept profils de patients intégrant leur propre risque évolutif (notion de *frequent flyer*). Ce score initialement proposé pour sélectionner les bons candidats à une assistance circulatoire lourde implantable se révèle utile dans la stratification du risque chez tout insuffisant cardiaque et fait l'objet d'un suivi régulier annuel [3].

Mise en œuvre

Une *extracorporeal membrane oxygenation* vénoartérielle (ECMO V-A) est en fait une circulation extracorporelle

(CEC) de type *extracorporeal life support* (ECLS) comme pour les arrêts cardiaques (ACR) et fonctionne en circulation V-A, nécessitant donc un drainage veineux de gros débit, situé idéalement le plus près de l'oreillette droite, et une canule de réinjection artérielle fémorale remontant en iliaque ou axillaire. Techniquement, la ponction échoguidée permet le repérage vasculaire chez un patient sans pulsations [4]. La pratique du massage cardiaque externe avec un appareil de massage automatique semble entraîner plus de difficulté de ponction en raison des mouvements brutaux. Les équipes médicochirurgicales profitent de la possibilité d'abord vasculaire par un chirurgien, souvent en méthode semi-invasive, les vaisseaux étant simplement laqués. La mise en place d'une reperfusion distale du membre par une canule de petit diamètre branchée en Y diminue significativement les ischémies et le risque de rhabdomyolyse. La montée des guides veineux, puis le positionnement de la canule veineuse, est idéalement suivie en échocardiographie. La vasoconstriction et la dissection artérielle soit à l'origine du problème cardiaque, soit iatrogène sont une source de perte de temps ou d'échec technique. La préparation d'une ECMO purgée prête à l'emploi est proposée pour les équipes ayant une activité importante, de façon à réduire la durée du *low-flow*. Chez le nourrisson, l'abord cervical jugulocarotidien est couramment pratiqué [5].

Si certains centres américains utilisent encore des pompes de CEC occlusives à galet, la totalité des centres français utilisent des pompes de type centrifuge non occlusives [6]. De nombreux dispositifs sont actuellement proposés en configuration hospitalière (Biomedicus Medtronic®, Maquet®, Levitronix® ou Sorin®). Une configuration extra-hospitalière (Cardiohelp Maquet®, Sorin®) est aussi disponible réduisant l'encombrement, en particulier en transport aéroporté au prix d'une mise en œuvre parfois captive ou sans échangeur thermique. Elles entraînent moins d'hémolyse, ont une durée d'utilisation supérieure avec moins de risque technique, en particulier de rupture du tubing ou du stator. Les débits engendrés de 4 à 5 l/min sont suffisants pour assurer un transport en oxygène dans des conditions de débit non pulsatile, mais très dépendant de la volémie.

Le nombre de centres (61) pratiquant ce type d'assistance paraît élevé par rapport à la concentration observée en Scandinavie ou en Grande-Bretagne comme l'a montré indirectement l'étude CESAR qui a relancé l'intérêt de la communauté médicale pour l'ECMO. Ces centres sont néanmoins hétérogènes, entre des centres pratiquant beaucoup et utilisant toutes les techniques (V-A et veinoveineuse [V-V]) et des centres plus petits sans chirurgie cardiaque et ne pratiquant que des abord veineux. Cette évolution a donné lieu lors du dernier congrès de la Société française d'anesthésie-réanimation (Sfar) à un débat de type pro/con sur la diffusion de cette technique à des centres non

spécialisés. L'évolution rapide des techniques et des biomatériaux permettra peut-être une simplification des soins et une diminution des risques iatrogènes, mais l'expérience reste actuellement un facteur de survie dans une étude ajustée sur les facteurs de risque [7]. Une enquête française [6] révèle que 50 % des centres ont réalisé des ECMO en dehors de la chirurgie cardiaque. Une augmentation de 70 % a été observée en trois ans. En France, néanmoins, la majorité des ECMO, toutes indications confondues, reste pratiquée avec une canulation V-A. De ce fait, une équipe spécialisée est souvent nécessaire soit en intervention primaire, soit en recours. Un maillage du territoire par le service d'aide médicale urgente (Samu), adossé à des unités mobiles d'assistance circulatoire (UMAC) reposant sur huit centres de chirurgie cardiaque, a permis de répondre aux demandes extérieures à ces centres. Ces travaux confirment aussi la faisabilité déjà démontrée dans d'autres pays soit dans des centres très structurés comme au Karolinska Hospital [8], soit aux États-Unis. Les bons résultats et la maîtrise des équipes françaises sont ainsi décrits, mais aussi la lourdeur de la logistique. Si des moyens techniques ont été accordés lors de l'épidémie de grippe H1N1 par les agences régionales de santé, l'importance du temps médical et paramédical consacré et bien décrit dans ces travaux n'est actuellement pas prise en compte, probablement par une absence d'évaluation précise des coûts comme l'ont fait les équipes anglaises [9].

Étiologies

Les principales indications restent essentiellement les syndromes de détresse respiratoire aiguë (SDRA) de l'adulte réfractaires au traitement optimal, et les chocs cardiogéniques avec ou sans arrêt circulatoire initial. Paradoxalement, les indications pédiatriques, qui sont les plus fréquentes aux États-Unis [10], sont anecdotiques en France. Les indications en pont à la greffe pulmonaire ou en traumatologie (barotraumatisme, plaie de trachée), qui commencent à être largement proposées en Allemagne, sont encore très limitées dans notre pays [11].

Myocardites

Pratiquement, tous les agents infectieux peuvent être responsables de myocardites. Celle-ci peut être isolée ou associée à un tableau diffus, en particulier un SDRA. Les virus (cytomégalovirus, parvovirus B19, entérovirus, grippe...), les mycoplasmes et chlamydia, les bactéries (streptocoques, *Staphylococcus aureus*, pneumocoque...) sont plus fréquemment retrouvés [12]. Le *gold standard* reste la biopsie myocardique (conférence de consensus de Dallas) rarement pratiquée en dehors des centres spécialisés du fait du risque/bénéfice. Les signes de surhaussement épicaudique en imagerie par résonance magnétique (IRM) sont

intéressants pour leur spécificité, mais l'examen est parfois difficile à réaliser en urgence chez un patient instable. La réversibilité nécessite parfois des assistances longues, et parfois des traitements immunosuppresseurs, voire une réorientation vers la transplantation. La fréquence d'utilisation de l'ECMO en particulier chez l'enfant semble augmenter, atteignant actuellement 18 % [13]. La survie est actuellement bonne, de 68 % dans une expérience française [14] et de 64 à 70 % dans la littérature [15]. Les facteurs de risque habituellement retrouvés étant le niveau de tropnine, la répllication virale et la sévérité initiale.

Intoxications médicamenteuses

Les ACR lors des intoxications par substances cardiotropes ont une potentialité de réversibilité en fonction des caractéristiques pharmacocinétiques, toujours de quelques jours au maximum en l'absence de iatrogénie. Les techniques d'ECLS sont parfaitement adaptées. L'expérience parisienne a permis de bien définir les doses létales et les meilleures indications [16].

Troubles métaboliques

Les hypothermies graves inférieures à 28 °C engendrant un ACR font partie des objectifs de prise en charge thérapeutique depuis le début de la chirurgie cardiaque. Ce n'est pas tant l'hypothermie qui va poser problème, que les conséquences de celle-ci sur l'hémostase ou les défenses immunitaires.

Plusieurs cas de choc cardiogénique lié à la révélation d'un phéochromocytome ont été rapportés. Le problème est d'y penser devant des formes sévères avec hypokinésie et à distance de l'hypertension initiale, et de faire le diagnostic pendant l'ECMO, permettant alors un traitement curatif y compris sous ECMO.

Les ACR survenant lors de traumatismes graves sont rarement directement liés à une lésion cardiaque, mais plus souvent la conséquence d'une lésion vertébrale cervicale ou d'une hémorragie interne qui ne pourront être prises en charge par l'ECMO.

Choc septique et SDRA

Lors de la grippe H1N1, l'utilisation des techniques d'ECMO a pu être comparée d'un pays à l'autre et renseigner sur la fréquence des indications V-A. Environ 3 % des indications initiales semblaient liées à une atteinte myocardique authentique, mais les indications V-A ont dépassé 10 % en France soit en raison d'une implantation tardive, soit d'une sélection des cas les plus sévères. Néanmoins, de nombreux centres ont dû avoir recours à des changements de stratégie dans les deux sens en cours de traitement. Les recommandations du groupe REVA n'intègrent pas les antécédents du

patient en particulier coronarien ou l'HTAP difficile à évaluer à la phase initiale. Si une septicémie initiale est souvent considérée comme une contre-indication à l'ECMO, il commence à être décrit des succès chez des patients ayant une atteinte respiratoire, mais aussi un état de choc septique en particulier toxinique [17,18], avec une survie à long terme de 70 %. Par ailleurs, de nombreux patients développent une infection nosocomiale sous ECMO et peuvent être traités sous ECMO malgré un moins bon pronostic avec un odds ratio de 1,93 en cas de sepsis [19].

Myocardiopathie du post-partum

Les mécanismes physiopathologiques de la myocardiopathie du post-partum semblent montrer une prévention possible et une meilleure prise en charge initiale par la bromocriptine. Il ne faut pas éliminer une myocardiopathie méconnue décompensée lors de la grossesse, car il existerait même des gènes favorisants. De ce fait, les cas nécessitant actuellement une indication d'assistance par ECMO sont devenus rares dans nos pays [20] ; mais il reste des indications d'assistances longues par Left Ventricular Assist Device (LVAD). La récupération est en effet parfois longue, nécessitant donc un système permettant un support de plusieurs semaines [21], parfois en biventriculaire. Il est donc important d'envisager initialement un bilan complet et une alternative en cas de non-récupération, pouvant aller jusqu'à la transplantation incluant donc les précautions nécessaires à une allo-immunisation.

Embolies pulmonaires

L'embolie pulmonaire grave est une indication théorique parfaite d'ECMO puisqu'elle conjugue le traitement symptomatique de l'insuffisance ventriculaire droite aiguë au traitement curatif anticoagulant. Les nombreux cas publiés (environ 90 sur Pubmed), y compris en cas de thrombopénie induite par l'héparine [22], trouvent d'excellents résultats ; mais il n'existe pas de série prospective randomisée. Il faut également se souvenir du risque de développement de thrombus sur la canule cave d'une ECMO et donc du risque d'embolie pulmonaire lors de la mobilisation de cette canule.

Pathologies congénitales adultes

L'ECMO V-A est la seule possibilité en cas de shunt intracardiaque ou de ventricule unique d'assurer une survie et une oxygénation en cas de décompensation aiguë mettant en jeu le pronostic vital, tant sur le plan cardiaque que pulmonaire. Le risque d'embolie paradoxale doit toujours être présent chez toute personne participant aux soins. La diminution des pressions intrathoraciques est souvent un objectif dans la prise en charge des patients opérés par des

techniques de dérivations cavopulmonaires de type Fontan. La présence d'une HTAP fixée est aussi une raison d'éviter une ECMO V-V. Néanmoins, en dehors des myocardites où le niveau de preuve est de classe I, les autres indications sont encore en évaluation et de niveau de preuve plus bas [23]. L'ECMO reste dans 50 % des cas une étape dans une prise en charge complexe [24].

Principes généraux de traitement

L'ECMO étant un traitement symptomatique, le traitement curatif éventuel doit être mis en œuvre le plus rapidement possible, en particulier le traitement antibiotique prenant en compte une éventuelle toxine bactérienne. Une insuffisance coronarienne sous-jacente doit être recherchée selon le contexte, puisqu'une angioplastie est un élément clé de récupération d'une insuffisance ventriculaire gauche sévère associée. La technique de CEC, en particulier en cas d'abord V-A, doit être le moins iatrogène possible. Des chiffres de 14 % d'amputation ont été rapportés en cas de thrombopénie induite par l'héparine, fréquente dans ce contexte d'héparinothérapie longue, et reflètent probablement une courbe d'apprentissage.

Objectifs

Définir l'urgence

Des techniques d'assistance circulatoire plus lourde ont pu être utilisées lorsqu'un patient est déjà hospitalisé en service de réanimation cardiochirurgicale ou lors d'un ACR en fin d'intervention cardiaque. En particulier, une assistance biventriculaire peut être proposée par double assistance centrifuge droite/droite et gauche/gauche sans oxygénateur avec des pompes de longue durée de type Centrimag[®], en cas de myocardiopathie biventriculaire connue ou avec HTAP. La canulation peut être centrale intrathoracique, permettant une meilleure décharge du ventricule gauche. Une assistance pneumatique paracorporelle de type Percutaneous Ventricular Assist Device (PVAD, Thoratec[®]) a pu aussi parfois être mise en place sous CEC et offre le double avantage physiologique d'une circulation pulsatile et d'une possibilité de très longue durée permettant d'envisager d'emblée un pont à la transplantation, une fois le bilan neurologique validé. Le coût et la lourdeur du geste chirurgical en urgence font de plus en plus poser cette thérapeutique dans un deuxième temps, réalisant ce qui est appelé un *bridge to bridge* par nos collègues anglo-saxons. La supériorité de cette stratégie n'est pas validée, et expose lorsque l'absence de souffrance neurologique anoxique est vérifiée à un retard de prise en charge, source de complications iatrogènes de l'ECMO : œdème pulmonaire par décharge insuffisante

du ventricule gauche, accident vasculaire cérébral par embolie d'un thrombus intracavitaire, sepsis du scarpia, amputation de membre...

Restaurer une situation hémodynamique stable

Les ECMO V-A proposées soit dans les SDRA, soit dans des situations de choc cardiogénique sont associées à un tableau de dette sévère en oxygène et d'acidose lactique. Si on peut distinguer sur le plan expérimental les situations d'hypoxie ischémique des situations d'hypoxie hypoxique, l'ECMO V-A permet de rompre un cercle vicieux en assurant un débit circulatoire suffisant et une oxygénation hormis les situations où le métabolisme cellulaire lui-même est compromis comme le choc septique. C'est la raison pour laquelle certaines études retrouvent dans les situations d'étiologie septique grave un moins bon résultat [25], malgré de nombreux cas isolés de succès. La notion de débit optimal, étudié en CEC, n'a pas été validée dans les situations prolongées d'ECMO non pulsatile où les conséquences tissulaires microcirculatoires sont d'analyse difficile en pratique clinique. La stabilisation hémodynamique nécessite très souvent, passée la phase initiale, un contrôle volémique, le plus souvent réalisé par une hémofiltration continue associée. La fréquence de cette association et le bénéfice clinique [26] ne doivent pas masquer la lourdeur de la thérapeutique et la formation de toute l'équipe y compris paramédicale.

Permettre une récupération myocardique

Une récupération myocardique est possible (*bridge to recovery*) non seulement en quelques jours comme dans les intoxications ou certaines myocardites, mais aussi à plus long terme. Cette notion récente a surtout été étudiée avec des assistances lourdes sur des durées prolongées de plusieurs mois, associée à une prise en charge active de protection myocardique et de reconditionnement des récepteurs bêta-adrénergiques. Les données histologiques et biochimiques sont en faveur de l'effet de la décharge ventriculaire sur le remodelage [27]. L'ECMO n'assurant pas de décharge réelle ventriculaire du fait de la réinjection à contre-courant doit être contrôlée par une décharge réelle soit chirurgicale des cavités gauches, soit percutanée par un système de type Impella® [28].

Prévenir ou corriger une défaillance multiviscérale

L'hypothermie thérapeutique a été validée depuis 2002 dans l'ACR par des essais randomisés [29], puis plusieurs revues ou conférences de consensus, et méta-analyses [30], sous réserve d'une mise en place précoce pour une durée d'au moins 24 heures avec une stabilité et un réchauffement contrôlé. Les échangeurs thermiques incorporés dans les

oxygénateurs actuels permettent une mise en œuvre rapide appropriée, et peuvent donc paraître utiles lorsqu'un bref ACR hypoxique a eu lieu avant la prise en charge. L'interprétation des valeurs des gaz du sang en hypothermie selon une stratégie pH- ou alpha-stat, bien connue en CEC, n'est pas validée en ECMO.

Le deuxième volet de la protection cérébrale est le contrôle de la capnie, élément majeur de la vasomotricité cérébrale, en prévenant en particulier toute hypocapnie par un balayage gazeux excessif de la membrane. Seul un monitoring sanguin ou tissulaire est adapté, la mesure du CO₂ expiré étant faussée par la diffusivité des gaz par l'ECMO.

Un monitoring de la perfusion cérébrale est proposé soit par doppler transcrânien si la pulsatilité le permet, soit par spectroscopie de type Near-Infrared Spectroscopy (NIRS), soit par électroencéphalographie au lit de type BIS. L'impact de ces monitorages est en cours d'évaluation.

L'ECMO V-A réalise un exemple expérimental d'ischémie reperfusion majeure, passant d'un hypodébit sous massage cardiaque à une possibilité d'hyperdébit avec hyperoxygénation. Si le préconditionnement ne paraît plus avoir sa place, car trop tardif, le postconditionnement et toutes les voies de recherche sur la manipulation du pore de transition membranaire doivent être étudiés.

Cliniquement un syndrome de reperfusion est décrit, associant troubles de l'hémostase, atteinte endothéliale et fuite capillaire, responsable d'hémorragie et d'hypovolémie durant les premières heures. L'entrée massive de calcium intracellulaire est associée à une sidération myocardique, voire à des anomalies musculaires.

Les systèmes actuels utilisés éventuellement en biventriculaire peuvent permettre d'inverser un syndrome de défaillance multiviscérale [31] et ne doivent pas conduire à un essai de transplantation en sauvetage dont les résultats sont mauvais. Cette période de réanimation lourde en attente de récupération éventuelle d'organes, tout en assurant un transport en oxygène couvrant les besoins métaboliques alors même que la récupération myocardique est incertaine, représente la notion de *bridge to decision*. Néanmoins, cette notion de délai favorable en termes de survie est démontrée avec les assistances lourdes, mais reste plus incertaine en ECMO où les conséquences sur l'hémostase et l'iatrogénie vasculaire sont problématiques après dix jours. Une réflexion multidisciplinaire de changement de système d'assistance est donc souvent souhaitable.

Dans certains cas, l'évolution neurologique liée à l'anoxie initiale entraîne une mort encéphalique, dont les critères actuels peuvent donner lieu à un prélèvement d'organe (rein, éventuellement foie ou poumon) et sont encadrés par la législation et l'Agence de biomédecine. Ils sont très clairs et ne doivent pas culpabiliser les équipes. Ce n'est pas un échec. Le centre hospitalier universitaire

de Lyon qui a été le premier en France à organiser ce type de prélèvement après ACR a vu cette activité baisser sans raisons objectives. Les critères n'autorisant pas un prélèvement alors que la fonction rénale est stabilisée sont :

- l'exclusion actuelle de la classe III de Maastricht (arrêt de soins), bien que de nombreux pays (États-Unis, Royaume-Uni, Pays-Bas) fassent surtout appel à cette catégorie III ;
- les ACR associés à une hypothermie et ceux d'origine médicamenteuse (cardiotropes) sont exclus, car pouvant bénéficier d'une assistance ventriculaire même après une réanimation cardiopulmonaire prolongée.

Barcelone, utilisant une CEC régionale de l'hémicorps inférieur, normothermique, observe une quasi-disparition des non-fonctions primaires du greffon, montrant l'excellence des résultats [32].

Conclusion

Les indications des ECMO V-A, en dehors de la période postopératoire de chirurgie cardiaque et du choc postinfarctus, sont hétérogènes regroupant des situations avec ou sans sepsis grave. Deux situations se distinguent : l'une assez rare, composée des SDRA avec composante cardiogénique soit du fait des antécédents du patient, soit liée à une myocardite et l'autre, plus fréquente, composée des multiples étiologies des chocs cardiogéniques d'origine médicale. Dans cette dernière situation, en l'absence de réversibilité d'emblée rapide comme les intoxications médicamenteuses, l'ECMO de durée courte doit être intégrée dans un processus de réanimation complexe des défaillances d'organes et considérée comme un pont permettant une décision multidisciplinaire [33] vers un projet à plus long terme pouvant nécessiter des techniques d'assistance plus lourde. L'ensemble de l'équipe doit être formé aux différentes techniques de suppléance [34], s'ajoutant les unes aux autres.

Conflits d'intérêt : O. Bastien est co-investigateur dans RCT EOLIA avec partenariat Maquet pour fourniture des équipements. C. Flamens et B. Delannoy déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Références

1. Kohsaka S, Menon V, Lowe AM, et al (2005) Systemic inflammatory response syndrome after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Arch Intern Med* 165:1643–50
2. Stevenson LW, Pagani FD, Young JB, et al (2009) INTERMACS profiles of advanced heart failure: the current picture. *J Heart Lung Transplant* 28:535–41
3. Kirklin JK, Naftel DC, Kormos RL, et al (2013) Fifth INTERMACS annual report: risk factor analysis from more than 6,000 mechanical circulatory support patients. *J Heart Lung Transplant* 32:141–56
4. Vanzetto G, Akret C, Bach V, et al (2009) Assistance circulatoire extracorporelle percutanée dans les défaillances hémodynamiques aiguës graves : expérience monocentrique chez 100 patients consécutifs. *Can J Cardiol* 25:e179–e86
5. Huang SC, Wu ET, Chen YS, et al (2008) Extracorporeal membrane oxygenation rescue for cardiopulmonary resuscitation in pediatric patients. *Crit Care Med* 36:1607–13
6. Beaufreton C, Brochet A, Darriou H, et al (2013) Enquête nationale sur l'assistance circulatoire et respiratoire de courte durée en 2009. *Ann Fr Anesth Reanim* 32:220–4
7. Karamlou T, Vafaezadeh M, Parrish AM, et al (2013) Increased extracorporeal membrane oxygenation center case volume is associated with improved extracorporeal membrane oxygenation survival among pediatric patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 145:470–5
8. Lindén V, Palmér K, Reinhard J, et al (2001) Inter-hospital transportation of patients with severe acute respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation: national and international experience. *Intensive Care Med* 27:1643–8
9. Peek GJ, Elbourne D, Mugford M, et al (2010) Randomised controlled trial and parallel economic evaluation of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR). *Health Technol Assess* 14:1–46
10. Mugford M, Elbourne D, Field D (2008) Extracorporeal membrane oxygenation for severe respiratory failure in newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 3:CD001340
11. Incagnoli P, Blaise H, Mathey C, et al (2012) Pulmonary resection and ECMO: a salvage therapy for penetrating lung trauma. *Ann Fr Anesth Reanim* 31:641–3
12. Combes A (2013) Acute myocarditis. *Rev Prat* 63:611–6
13. Ghelani SJ, Spaeder MC, Pastor W, et al (2012) Demographics, trends, and outcomes in pediatric acute myocarditis in the United States, 2006 to 2011. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 5:622–7
14. Mirabel M, Luyt CE, Leprince P, et al (2011) Outcomes, long-term quality of life, and psychologic assessment of fulminant myocarditis patients rescued by mechanical circulatory support. *Crit Care Med* 39:1029–35
15. Hsu KH, Chi NH, Yu HY, et al (2011) Extracorporeal membranous oxygenation support for acute fulminant myocarditis: analysis of a single center's experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 40:682–8
16. Baud FJ, Megarbane B, Deye N, Leprince P (2007) Clinical review: aggressive management and extracorporeal support for drug-induced cardiotoxicity. *Crit Care* 11:207
17. Carre AC, David JS, Mahr A, et al (2011) Use of ECMO as a salvage therapy for refractory hypoxia secondary to a Lemierre's syndrome. *Ann Fr Anesth Reanim* 30:512–5
18. Bréchet N, Luyt CE, Schmidt M, et al (2013) Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support for refractory cardiovascular dysfunction during severe bacterial septic shock. *Crit Care Med* 41:1616–26
19. Schmidt M, Bréchet N, Hariri S, et al (2012) Nosocomial infections in adult cardiogenic shock patients supported by venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Infect Dis* 55:1633–7
20. Gevaert S, Van Belleghem Y, Bouchez S, et al (2011) Acute and critically ill peripartum cardiomyopathy and 'bridge to' therapeutic options: a single center experience with intra-aortic balloon pump, extra corporeal membrane oxygenation and continuous-flow left ventricular assist devices. *Crit Care* 15:R93
21. Bhattacharyya A, Basra SS, Sen P, Kar B (2012) Peripartum cardiomyopathy: a review. *Tex Heart Inst J* 39:8–16
22. Bauer C, Vichova Z, Ffrench P, et al (2008) Extracorporeal membrane oxygenation with danaparoid sodium after massive pulmonary embolism. *Anesth Analg* 106:1101–3

23. Ben Sivarajan V, Almodovar MC, Rodefeld MD, Laussen PC (2013) Pediatric extracorporeal life support in specialized situations. *Pediatr Crit Care Med* 14:S51–S61
24. Hoskote A, Bohn D, Gruenwald C, et al (2006) Extracorporeal life support after staged palliation of a functional single ventricle: subsequent morbidity and survival. *J Thorac Cardiovasc Surg* 131:1114–21
25. Cheng A, Sun HY, Lee CW, et al (2013) Survival of septic adults compared with nonseptic adults receiving extracorporeal membrane oxygenation for cardiopulmonary failure: a propensity-matched analysis. *J Crit Care* 28:532.e1–e10
26. Foland JA, Fortenberry JD, Warshaw BL, et al (2004) Fluid overload before continuous hemofiltration and survival in critically ill children: a retrospective analysis. *Crit Care Med* 32:1771–6
27. Birks EJ, Hall JL, Barton PJ, et al (2005) Gene profiling changes in cytoskeletal proteins during clinical recovery after left ventricular-assist device support. *Circulation* 112:157–164
28. Chaparro SV, Badheka A, Marzouka GR, et al (2012) Combined use of Impella left ventricular assist device and extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to recovery in fulminant myocarditis. *ASAIO J* 58:285–7
29. Holzer M, Bernard SA, Hachimi-Idrissi S, et al (2005) Hypothermia for neuroprotection after cardiac arrest: systematic review and individual patient data meta-analysis. *Crit Care Med* 33:414–8
30. Arrich J, Holzer M, Havel C, et al (2012) Hypothermia for neuroprotection in adults after cardiopulmonary resuscitation. *Cochrane Database Syst Rev* 9:CD004128
31. Haj-Yahia S, Birks EJ, Amrani M, et al (2009) Bridging patients after salvage from bridge to decision directly to transplant by means of prolonged support with the CentriMag short-term centrifugal pump. *J Thorac Cardiovasc Surg* 138:227–30
32. Sanchez-Fructoso AI, Marques M, Prats D, et al (2006) Victims of cardiac arrest occurring outside the hospital: a source of transplantable kidneys. *Ann Intern Med* 145:157–64
33. John R, Liao K, Lietz K, et al (2007) Experience with the Levitronix CentriMag circulatory support system as a bridge to decision in patients with refractory acute cardiogenic shock and multisystem organ failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 134:351–8
34. Shaheen IS, Harvey B, Watson AR, et al (2007) Continuous venovenous hemofiltration with or without extracorporeal membrane oxygenation in children. *Pediatr Crit Care Med* 8:362–5