

Unité mobile d'assistance circulatoire et respiratoire de l'enfant et du nouveau-né : une revue narrative

Pediatric and Neonatal Extracorporeal Membrane Oxygenation Mobile Unit: a Narrative Review

J. Starck · M. Genuini · E. Hervieux · S. Irtan · P.L. Leger · J. Rambaud

Reçu le 20 juillet 2021 ; accepté le 6 octobre 2021
© SFMU et Lavoisier SAS 2021

Résumé Les unités mobiles d'assistance circulatoire et respiratoire de l'enfant et du nouveau-né se sont développées au cours des dix dernières années. En effet, la mise en place d'une suppléance extracorporelle respiratoire ou circulatoire nécessite une équipe expérimentée et n'est pas disponible dans tous les centres hospitaliers pédiatriques. Or, les enfants atteints d'une défaillance circulatoire ou respiratoire réfractaire ne sont, pour la plupart, pas déplaçables vers une unité délivrant ce type de traitement de sauvetage. Les unités mobiles ont donc pour objectif de mettre à disposition ces technologies d'exception sur l'ensemble du territoire afin de garantir une égalité d'accès aux soins. Cependant, la haute technicité de ces thérapeutiques nécessite une équipe entraînée sachant poser et régler une assistance extracorporelle, prendre en charge un patient en défaillance respiratoire et/ou hémodynamique réfractaire et aguerrie à ces transports à haut risque. Le territoire français était jusqu'en 2014 très mal couvert par les unités mobiles pédiatriques et néonata-

les. Depuis, la création de plusieurs unités a permis une couverture totale du territoire. L'objectif de cette revue narrative sur les unités mobiles pédiatriques et néonatales est de résumer les différentes modalités de suppléance respiratoire et hémodynamique extracorporelle, d'en illustrer leurs différentes missions et leurs modalités de fonctionnement. Nous finirons par une description de leur efficacité en termes de survie et de survenue d'incidents en cours de transport.

Mots clés ECMO · Unité mobile · Enfant · Nouveau-né · Transport

Abstract Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) mobile units for children and newborns have been developed over the last ten years. Indeed, the implementation of extracorporeal respiratory or circulatory support requires an experienced team and is not available in all pediatric hospitals. However, most children with refractory circulatory or respiratory failure cannot be moved to a unit providing this type of life-saving treatment. The aim of the mobile units is therefore to make these lifesaving technologies available throughout the country to guarantee equal access to care. However, the high technicality of these therapeutics requires a trained team able to place and set extracorporeal assistance, to take care of a patient suffering from respiratory and/or hemodynamic refractory failure, and to be experienced in high-risk transport. Until 2014, the French territory was very poorly covered by mobile pediatric and neonatal units. Since then, the creation of several units has allowed a total coverage of the territory. The objective of this narrative review on pediatric and neonatal mobile units is to summarize the different modalities of extracorporeal respiratory and hemodynamic support, to illustrate their different missions and their modalities of operation. We will finish with a description of their efficiency in terms of survival and occurrence of incidents during transport.

Keywords ECMO · Mobile unit · Infant · Children · Neonates · Transport

J. Starck · P.L. Leger · J. Rambaud (✉)
Réanimation pédiatrique et néonatale,
hôpital Armand-Trousseau,
Assistance Publique-Hôpitaux de Paris,
26, avenue du Docteur-Arnold-Netter,
F-75012 Paris, France
e-mail : jerome.rambaud@aphp.fr

S. Irtan · P.L. Leger · J. Rambaud
Sorbonne Université,
91-105, boulevard de l'Hôpital,
F-75013 Paris, France

M. Genuini
SMUR pédiatrique Robert-Debré (Samu 75),
hôpital Robert-Debré (AP-HP),
boulevard Sérurier, F-75019 Paris, France

E. Hervieux · S. Irtan
Service de chirurgie pédiatrique viscérale et néonatale,
hôpital Armand-Trousseau (AP-HP),
26, avenue du Docteur-Arnold-Netter,
F-75012 Paris, France

Introduction

Les assistances circulatoires et respiratoires extracorporelles sont des techniques de prise en charge de dernier recours lors d'une défaillance hémodynamique, cardiaque ou respiratoire réfractaire aux traitements conventionnels habituels. La première assistance extracorporelle a été mise en place chez un nouveau-né en 1975 au cours d'un tableau d'inhalation méconiale avec choc septique [1]. Par la suite, plusieurs études ont été réalisées afin de préciser la place de ces techniques dans la prise en charge d'un patient en défaillance vitale réfractaire [2–6]. La complexité de mise en place et de surveillance de ces technologies implique qu'elles ne peuvent être réalisées que dans des centres référents en assistance extracorporelle. Cela nécessite donc le transport d'un patient instable jusqu'au centre référent le plus proche. Ces transports sont à haut risque de décès ou d'aggravation du patient [7,8]. C'est dans ce contexte qu'ont été développées les unités mobiles d'assistance extracorporelles (UMAC). La création de ces unités remonte à l'année 1993 où une équipe américaine a rapporté le premier cas de déplacement d'une UMAC auprès d'un patient et de son transfert sous assistance circulatoire extracorporelle vers le centre référent [9]. Depuis, de nombreuses équipes ont vu le jour afin de permettre une large couverture des territoires nationaux. Plus récemment, la pandémie liée au SARS-CoV-2 a mis en exergue la nécessité de mettre à disposition cette technique de sauvetage sur l'ensemble des territoires [10].

Au cours de cette revue narrative, nous aborderons les principes des assistances extracorporelles, leurs spécificités pédiatriques et néonatales, puis nous détaillerons l'histoire de la création des UMAC, leurs modes de fonctionnement, les résultats, les risques de ces transports et les perspectives liées à ces technologies.

Méthodologie

L'identification des articles cités dans cette revue narrative a été réalisée à l'aide du moteur de recherche scientifique PubMed NCBI en utilisant les mots clés suivants (*ECMO, ECLS, extracorporeal support, mobile unit, neonates, newborn, outcomes, adverse events*). Les auteurs ont ensuite sélectionné les articles leur semblant les plus pertinents pour illustrer leur propos. Nous avons décidé de ne pas aborder les assistances cardiaques centrales dans cette revue compte tenu du caractère anecdotique de leur utilisation en transport.

Assistances extracorporelles

Les assistances extracorporelles sont divisées en deux groupes : les supports hémodynamiques et les supports respira-

toires. Le principe de ces assistances extracorporelles est de donner du temps à l'organe défaillant pour récupérer, en assurant transitoirement sa fonction. On dit classiquement que l'assistance extracorporelle est un « pont » vers la guérison, la transition vers un support extracorporel de longue durée (Berlin Heart par exemple), vers la greffe ou vers une prise en charge palliative.

Assistances circulatoires

Les assistances circulatoires périphériques veinoartérielles sont à différencier des assistances cardiaques centrales qui ne seront pas traitées dans cette revue. Les assistances extracorporelles veinoartérielles sont utilisées en cas de défaillance circulatoire réfractaire (Tableau 1) aux traitements conventionnels (remplissage vasculaire, support vasoactif et inotrope, ouverture du canal artériel chez les nouveau-nés atteints d'une hypertension artérielle pulmonaire avec défaillance ventriculaire droite). Les critères de mise en place d'une assistance circulatoire périphérique veinoartérielle dans le cadre d'un choc cardiogénique réfractaire (myocardite aiguë, myocardiopathie septique, myocardiopathie rythmique) ne sont pas consensuels ; tout comme dans le cas du choc septique réfractaire hyperkinétique. Il existe cependant plusieurs propositions de définition d'une défaillance circulatoire réfractaire reposant sur une association de signes clinicobiologiques (acidose lactique, oligurie < 1 cc/kg par heure, saturation veineuse centrale < 40 %, cytolyse hépatique, trouble de conscience, débit cardiaque indexé < 2 l/min par mètre carré) [11], un score inotrope moyen supérieur à 223 µg/kg par minute [12,13] ou l'association d'une lactatémie supérieure à 8 mmol/l et d'un score inotrope supérieur à 200 µg/kg par minute. La pose d'une assistance circulatoire périphérique veinoartérielle peut aussi être indiquée dans le cas d'un arrêt cardiaque réfractaire ou récidivant, cette technique est aussi appelée *extracorporeal cardiopulmonary resuscitation* (E-CPR). Les critères d'implantation sont précis et prennent en compte les antécédents du patient, l'existence d'un *no-flow* nul ou inférieur à 5 minutes et une durée maximale de *low-flow* de 60 minutes (délai entre l'arrêt cardiaque et le début de l'assistance circulatoire) [14,15].

Il existe deux modalités principales de mise en place d'une assistance circulatoire périphérique veinoartérielle dont le choix est dicté par le poids du patient. Chez les enfants de plus de 20 kg, une canulation fémorofémorale est réalisée (drainage veineux fémoral et réinjection dans l'artère fémorale homo- ou controlatérale). Dans tous les cas, un pont de reperfusion sera mis en place du même côté que la canulation artérielle. Il permet, à l'aide d'une canule insérée dans l'artère fémorale profonde, de limiter le risque d'ischémie aiguë de membre. Chez les nouveau-nés et les enfants dont le poids est inférieur à 15–20 kg, une canulation jugulocarotidienne droite sera la règle (drainage veineux

Tableau 1 Principales indications des assistances extracorporelles			
Indications hémodynamiques		Indications respiratoires	
Pédiatrique	Néonatale	Pédiatrique	Néonatale
Myocardite aiguë	HTAP sans défaillance VD	Asthme aigu grave	HTAP sans défaillance VD
Myocardiopathie septique	Choc septique	SDRA	Inhalation méconiale
Troubles de rythme réfractaire	Cardiopathie congénitale		
Cardiomyopathie dilatée	Cardiomyopathie hypertrophique		
Cardiomyopathie hypertrophique	Arrêt cardiaque réfractaire		
Arrêt cardiaque réfractaire			

HTAP : hypertension artérielle pulmonaire ; SDRA : syndrome de détresse respiratoire aiguë ; VD : ventricule droit

jugulaire interne droit et réinjection carotidienne droite) afin de limiter le risque d'échec de canulation et d'ischémie de membre en rapport avec la petite taille de l'artère fémorale.

Assistances respiratoires

Les assistances respiratoires sont utilisées lors du développement d'une défaillance respiratoire réfractaire aux traitements dits conventionnels (ventilation mécanique invasive protectrice, utilisation du décubitus ventral, mise en place d'une sédation-analgésie efficace associée à une curarisation, utilisation de surfactant exogène chez le nouveau-né, monoxyde d'azote inhalé en cas d'hypertension artérielle pulmonaire, ventilation haute fréquence dans certains cas particuliers). Les principales indications sont résumées dans le tableau 1. Il existe deux critères indiquant la nécessité d'implanter une assistance extracorporelle veino veineuse :

- un critère d'hypoxémie réfractaire ;

- un critère d'hypercapnie réfractaire (Tableau 2).

Il existe deux modalités techniques permettant d'implanter une assistance extracorporelle veino veineuse. Le choix dépendra essentiellement du poids du patient. Chez les nourrissons ou nouveau-nés entre 2 et 3 kg, il est possible d'implanter une canule bicave double lumière (Avalon[®], Maquet) et de réaliser une assistance respiratoire continue avec des débits sanguins proches du débit cardiaque théorique du patient. Cependant, la pose de cette canule reste à haut risque chez l'enfant de moins de 3 kg avec plusieurs descriptions de mobilisation de cette canule dans l'oreillette droite pouvant se compliquer d'une perforation du plancher de l'oreillette. En cas d'impossibilité (diamètre de la veine jugulaire insuffisant) ou d'échec de pose d'une canule bicave, la seule alternative est la pose d'une assistance extracorporelle veino artérielle afin de mettre en place une assistance circulatoire et respiratoire.

À partir de 3 kg, il est possible de mettre en place une assistance extracorporelle veino veineuse jugulofémorale en

Tableau 2 Classification pédiatrique du syndrome de détresse respiratoire aiguë selon le PALICC				
Définition pédiatrique du syndrome de détresse respiratoire aiguë selon le PALICC				
Âge et antécédents	Exclusion des pathologies pulmonaires de début néonatale			
Délai d'apparition	Apparition des symptômes depuis moins de 7 jours			
Origine	Détresse respiratoire non totalement expliquée par une cause cardiaque ou une surcharge hydrosodée			
Radiographie thoracique	Nouvelles opacités radiologiques compatibles avec une atteinte parenchymateuse			
Paramètre d'oxygénation	Ventilation non invasive	Ventilation invasive		
	Pas de classification de sévérité	Mineur	Modéré	Sévère
	• Ventilation à deux niveaux de pression en masque facial	4 < IO < 8	8 < IO < 16	IO > 16
	• PEPc > 5 cmH2O	5 < IOS < 7,5	7,5 < IOS < 12,3	IOS > 12,3
	Ratio PaO ₂ /FiO ₂ < 300			
Ratio SatO ₂ /FiO ₂ < 264				

FiO₂ : fraction inspirée en oxygène ; IO : index d'oxygénation ; IOS : index d'oxygénation et de saturation ; PALICC : Pediatric Acute Lung Injury Conference Consensus ; PaO₂ : pression artérielle partielle en oxygène ; PEPc : pression expiratoire continue ; SatO₂ : saturation pulsée en oxygène ; SDRA : syndrome de détresse respiratoire aiguë

implantant une canule de drainage veineux dans la veine jugulaire interne droite et une canule de réinjection dans une des veines fémorales [16]. Il s'agit de la technique d'assistance respiratoire la plus répandue, car elle permet d'obtenir un débit d'assistance égale au débit cardiaque du patient et donc une assistance respiratoire totale. Il existe du matériel permettant théoriquement de poser des canules veineuses en percutané dès la taille de 8 Fr.

Unités mobiles pédiatriques et néonatales

Les UMAC ont deux missions principales [17]. La première est de mettre à disposition ces techniques d'assistance extracorporelle sur l'ensemble du territoire français (implantation d'une assistance extracorporelle chez un patient hospitalisé dans un centre ne disposant pas de cette technologie puis transfert vers le centre de référence) et de centraliser la prise en charge de ces patients graves dans des centres référents [18]. La seconde mission est de transporter un patient déjà sous assistance extracorporelle vers un centre permettant de prendre en charge la cause de la défaillance réfractaire (exemples : transfert vers un centre de greffe pulmonaire/cardiaque, transfert vers un centre de chirurgie cardiaque pour corriger une cardiopathie congénitale, transfert d'un patient en mort encéphalique vers un centre préleveur) [10].

État des lieux en France

Jusqu'en 2014, une seule équipe mobile d'assistance extracorporelle pédiatrique et néonatale était déclarée. Il s'agissait de l'équipe de Marseille, basée à la Timone. Cette unité avait comme terrain d'intervention la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Corse [19,20]. Depuis 2014, trois autres équipes ont été développées afin de mieux couvrir l'ensemble du territoire français : Nantes, Bordeaux et Paris (Armand-Trousseau). L'équipe de Nantes couvre l'ouest de la France, l'équipe de Bordeaux est capable de couvrir la région Sud-Ouest et l'équipe du CHU Armand-Trousseau couvre l'Île-de-France et un rayon de 500 km autour de Paris (cette équipe est cependant capable de se déplacer dans tout l'Hexagone et à l'étranger en cas de demande exceptionnelle) [21]. Le volume d'activité de ces unités reste variable avec entre 5 [20] et 20 interventions par an (UMAC de l'hôpital Armand-Trousseau).

Modes de fonctionnement

Le déclenchement d'une unité mobile doit suivre un processus précis afin de ne pas déclencher une équipe trop tard et implanter l'assistance extracorporelle de façon futile dans une situation déjà dépassée. Il ne faut pas non plus envoyer

l'équipe trop tôt, au risque de la mobiliser longtemps pour finalement ne pas implanter d'assistance extracorporelle. Pour éviter ces situations, des algorithmes de prise de décision ont été développés dans chaque unité [22,23] afin de permettre une décision rapide sur le caractère réfractaire de la défaillance, l'absence de contre-indication à l'assistance extracorporelle et de statuer sur le caractère transportable ou non du patient. La composition d'une équipe mobile varie elle aussi en fonction des centres, en termes de nombre et de qualification des personnes formant l'équipe. Les premiers cas rapportés dans la littérature décrivaient des équipes de 10 à 15 personnes [24]. La dynamique actuelle est de réduire le nombre de personnes mobilisées afin que chacune d'entre elles ait un rôle précis [20,25]. Sur un plan organisationnel aussi, chaque unité mobile a son propre mode de fonctionnement : seules quelques-unes d'entre elles ont une liste d'astreinte dédiée, alors que d'autres fonctionnent sur le mode du volontariat au jour le jour.

La gestion du patient avant l'implantation d'une assistance extracorporelle est aussi variable en fonction de l'équipe d'UMAC sollicitée. Certaines équipes ont pris le parti de laisser le patient instable dans le centre demandeur le plus longtemps possible et de ne se déplacer que pour poser l'assistance extracorporelle. D'autres équipes d'UMAC ont décidé de rapprocher systématiquement le patient dans leur centre, au risque de ne pas implanter d'assistance extracorporelle ou de déstabiliser le patient lors du transfert.

Le mode de déplacement de ces unités est fonction de plusieurs paramètres : la vitesse pour arriver auprès du patient, la distance à parcourir, l'expérience de l'équipe et le coût engendré. Il en résulte que le transport aller-retour est souvent multimodal (aller en hélicoptère et retour par la route par exemple) :

- le transport terrestre est rapidement mobilisable et permet de se déplacer sur une distance moyenne de 100 km sous réserve de la disponibilité des véhicules et des équipes. Il se fait majoritairement à l'aide des unités du Samu (service d'aide médical urgent) et dans certains cas, à l'aide d'ambulances privées ;
- le transport hélicoptère a pour avantage d'être rapidement mobilisable et de se déplacer dans un rayon d'environ 300 km. Il a pour principaux inconvénients de ne pas être disponible dans tous les centres, d'être dépendant des conditions météorologiques et de nécessiter une expertise en transport aérien. Il reste cependant plus simple que le transport aéroporté ;
- le transport aéroporté est celui permettant de se déplacer sans réelle limite de distance. Il est cependant long à mobiliser, très coûteux et plus complexe sur un plan administratif s'il s'agit d'un transport international. Il nécessite une expertise avancée en transport aérien.

Résultats et complications

Peu d'études randomisées ont pu être menées pour mettre en évidence de façon solide l'apport des techniques d'assistance extracorporelle. Ces difficultés sont liées au faible nombre de patients pris en charge ainsi qu'à des obstacles éthiques. Cependant, plusieurs publications ont mis en évidence un intérêt à utiliser ces technologies en sauvetage par exemple chez l'adulte dans le SDRA réfractaire [2,26], la cardiomyopathie septique [27,28] et le choc cardiogénique [29]. La base de données internationale de l'Extracorporeal Life Support Organisation (ELSO) rapporte une survie pour les assistances respiratoires de 73 % chez le nouveau-né et de 60 % chez l'enfant. Pour les assistances hémodynamiques, la survie est de 43 % chez le nouveau-né et de 53 % chez l'enfant. Ces résultats sont encourageants au vu de la sévérité des patients implantés.

Par leur technicité, les transports de patients sous assistance extracorporelle nécessitent la présence d'une équipe expérimentée afin de limiter la survenue d'événements indésirables et de savoir les prendre en charge. Le premier critère pour évaluer l'utilité de ces UMAC a été de comparer la survie des patients implantés par une équipe d'UMAC puis transportés vers un centre référent avec la survie des patients implantés directement dans un centre référent en assistance extracorporelle. L'ensemble des publications s'accordent à dire que la probabilité de survie d'un patient ayant nécessité l'implantation d'une assistance extracorporelle par une UMAC est la même que celle des patients directement implantés dans un centre référent [19]. La survenue de décès en cours de transport a aussi largement été étudiée, et le taux de décès en cours de transport décrit est faible [22,30–32].

Plus récemment, plusieurs publications ont analysé plus précisément la tolérance du transport par le patient et la survenue d'événements indésirables lors de ces transports d'exception. Dans la majorité des cas, le transport est bien toléré avec une diminution du support hémodynamique et ventilatoire associé à une amélioration des paramètres biologiques étudiés (pH, lactate, et PaCO₂) [22,33]. Ericsson et al. a relevé l'ensemble des événements indésirables étant survenus au cours de leurs transports en les classant en quatre groupes (événements liés au patient, liés à l'équipement, liés au transport/à l'environnement et liés à la communication) [34]. Sur les 514 transports UMAC étudiés, un événement indésirable est survenu dans 163 transports (31,7 %). La majorité de ces événements étaient liés au patient (instabilité circulatoire, perte de volume courant, ischémie, dysglycémie, etc.). Ces résultats sont similaires à ceux décrits plus récemment par Soreze et al. [22]. La fréquence de survenue de ces incidents n'est pas dépendante de la distance [22]. En revanche, il semblerait que les transports aériens soient plus à risque d'incident [34].

Arrêt cardiaque réfractaire et UMAC

Le pronostic des arrêts cardiorespiratoires (ACR) pédiatriques reste sombre avec 32 à 50,6 % de survie à la sortie d'hospitalisation selon les études. Pour les ACR extrahospitaliers, le taux de survie se situe entre 0 et 29 %. Il y a une relation directe entre la durée de retour à une activité spontanée efficace et la survie [35–37]. Au-delà de dix minutes de réanimation cardiopulmonaire médicalisée (RCP), la probabilité de survie est inférieure à 30 % ; elle est proche de 0 % au-delà d'une heure [38].

C'est pour permettre une perfusion adéquate plus précoce et dans l'espoir d'améliorer non seulement la survie, mais aussi le pronostic neurologique que l'E-CPR (implantation d'une assistance extracorporelle au cours de la réanimation d'un ACR réfractaire à une RCP conventionnelle) a vu le jour. En pédiatrie, la quasi-totalité des articles sur l'E-CPR concerne des ACR intrahospitaliers [39]. La durée de RCP avant l'implantation d'une assistance extracorporelle est un facteur de risque statistiquement significatif dans la très grande majorité des articles, avec une meilleure survie à la sortie d'hospitalisation pour des délais de canulation de 30–45 versus 45–60 minutes [40–42]. L'E-CPR est donc une véritable course contre la montre où chaque minute compte. Dans les arrêts cardiaques extrahospitaliers ou intrahospitaliers, mais hors centre d'assistance extracorporelle, la mobilisation d'une équipe d'UMAC pour réduire au maximum le délai de canulation tout en assurant une RCP de haute qualité est une idée séduisante. Il n'existe à ce jour aucune littérature pédiatrique sur l'UMAC dans l'arrêt cardiaque, et à notre connaissance, aucune équipe d'UMAC pédiatrique ne prend actuellement en charge les arrêts cardiaques réfractaires de l'enfant. Certaines équipes adultes ont monté des UMAC dédiées à la prise en charge des arrêts cardiaques extrahospitaliers de l'adulte avec des résultats variables et encore controversés [43,44].

Si chez l'adulte, la canulation peut être réalisée rapidement par un opérateur entraîné grâce à la technique de Seldinger sous contrôle de la vue, cette technique n'est réalisable que chez les enfants de plus de 25–30 kg. Chez les enfants de moins de 25–30 kg, compte tenu de la taille des vaisseaux fémoraux trop petits par rapport aux vaisseaux des troncs supérieurs aortiques, seule une canulation jugulocarotidienne et chirurgicale peut être réalisée. Le délai de canulation est de ce fait plus long avec en cas d'ACR concomitant, une RCP de haute qualité plus difficile à poursuivre. C'est en tenant compte de ces éléments que nous avons réfléchi à un programme francilien d'E-CPR pour les arrêts cardiaques pédiatriques d'Île-de-France. Ce programme a été récemment développé et comprend deux types de prise en charge en fonction de l'âge :

- pour les enfants de moins de 15 ans, une prise en charge de type *scoop and run* : en l'absence de contre-indication

(no-flow de 0 minute, absence de pathologie neurologique sévère ou évolutive, une fraction expirée en CO₂ supérieur à 10 mmHg pendant la RCP) et si le patient peut arriver dans un centre d'assistance extracorporelle dans les 60 minutes suivant le début de l'ACR avec un début d'assistance extracorporelle dans les 90 minutes suivant l'ACR ;

- pour les enfants de plus de 15 ans : mobilisation d'une équipe d'UMAC si disponible. En l'absence d'équipe d'UMAC pédiatrique pour le moment disponible pour ces situations, c'est l'équipe d'UMAC adulte du Samu de Paris qui va être sollicitée, selon le même protocole et les mêmes critères que ceux utilisés pour les adultes.

Une évaluation régulière de ces deux types de prise en charge (délai de canulation, de survie à la sortie de réanimation, de pronostic neurologique et de devenir à moyen et long termes) est prévue et fera peut-être évoluer nos pratiques dans les années à venir.

Conclusion

Le développement des UMAC pédiatriques en France au cours des dix dernières années a permis de mettre à disposition sur l'ensemble du territoire les techniques d'assistances circulatoires et respiratoires extracorporelles. Cependant, cette thérapeutique d'exception nécessite une expertise importante des équipes les pratiquant afin de limiter les incidents en cours de transport et de les prendre en charge si besoin. Enfin, l'absence de valorisation financière spécifique de ce type de transport dans la T2A pourrait, à terme, fragiliser cette activité.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- Bartlett RH (2017) Esperanza: the first neonatal ECMO patient. *ASAIO J* 63:832–43
- Combes A, Hajage D, Capellier G, et al (2018) Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 378:1965–75
- Bartlett RH, Roloff DW, Cornell RG, et al (1985) Extracorporeal circulation in neonatal respiratory failure: a prospective randomized study. *Pediatrics* 76:479–87
- Bartlett RH, Gazzaniga AB, Toomasian J, et al (1986) Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in neonatal respiratory failure. 100 cases. *Ann Surg* 204:236–45
- Zapol WM, Snider MT, Hill JD, et al (1979) Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure. A randomized prospective study. *JAMA* 242:2193–6
- Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al (2009) Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomized controlled trial. *Lancet* 374:1351–63
- Jones P, Dauger S, Leger PL et al (2015) Mortality in children with respiratory failure transported using high-frequency oscillatory ventilation. *Intensive Care Med* 41:1363–4
- Piloquet JE, Genuini M, Kessous K, et al (2021) A twelve-year neonatal and pediatric high-frequency oscillatory ventilation transport experience. *Pediatr Pulmonol* 56:1230–6
- Faulkner SC (1995) Mobile extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Nurs Clin North Am* 7:259–66
- Lebreton G, Schmidt M, Ponnaiah M, et al (2021) Extracorporeal membrane oxygenation network organization and clinical outcomes during the Covid-19 pandemic in Greater Paris, France: a multicentre cohort study. *Lancet Respir Med* 2021:S2213-2600(21)00096-5
- Gournay V, Hauet Q (2014) Mechanical circulatory support for infants and small children. *Arch Cardiovasc Dis* 107:398–405
- McIntosh AM, Tong S, Deakyn SJ, et al (2017) Validation of the vasoactive-inotropic score in pediatric sepsis. *Pediatr Crit Care Med* 18:750–7
- Maclaren G, Butt W, Best D, et al (2007) Extracorporeal membrane oxygenation for refractory septic shock in children: one institution's experience. *Pediatr Crit Care Med* 8:447–51
- Hutin A, Ricard-Hibon A, Briole N, et al (2021) First description of a helicopter-borne ECPR team for remote refractory out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 25:in press
- Bougouin W, Dumas F, Lamhaut L, et al (2020) Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a registry study. *Eur Heart J* 41:1961–71
- Lillie J, Pienaar A, Budd J, et al (2021) Multisite venovenous cannulation for neonates and non-ambulatory children. *Pediatr Crit Care Med* 22:692–700
- Broman LM, Dirnberger DR, Malfertheiner MV, et al (2020) International survey on extracorporeal membrane oxygenation transport. *ASAIO J* 66:214–25
- Barbaro RP, Odetola FO, Kidwell KM, et al (2015) Association of hospital-level volume of extracorporeal membrane oxygenation cases and mortality. Analysis of the extracorporeal life support organization registry. *Am J Respir Crit Care Med* 191:894–901
- D'Aranda E, Pastene B, Ughetto F, et al (2016) Outcome comparison in children undergoing extracorporeal life support initiated at a local hospital by a mobile cardiorespiratory assistance unit or at a referral center. *Pediatr Crit Care Med* 17:992–7
- Fouilloux V, Gran C, Ghez O, et al (2019) Mobile extracorporeal membrane oxygenation for children: single-center 10 years' experience. *Perfusion* 34:384–91
- Rambaud J, Léger PL, Porlier L, et al (2017) International aircraft ECMO transportation: first French pediatric experience. *Perfusion* 32:253–5
- Soreze Y, Smagghue G, Hervieux E, et al (2020) Mobile extracorporeal membrane oxygenation: 5-year experience of a French pediatric and neonatal center. *Pediatr Crit Care Med* 21:e723–e730
- Di Nardo M, Lonero M, Pasotti E, et al (2018) The first five years of neonatal and pediatric transports on extracorporeal membrane oxygenation in the Center and South of Italy: the pediatric branch of the Italian « Rete Respira » network. *Perfusion* 33:24–30
- Coppola CP, Tyree M, Larry K, DiGeronimo R (2008) A 22-year experience in global transport extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr Surg* 43:46–52
- Hong TH, Lee H, Jung JJ, et al (2017) Inter-facility transport on extracorporeal life support: clinical outcomes and comparative analysis with in-house patients. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 50:363–70
- Schmidt M, Hajage D, Lebreton G, et al (2020) Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome associated with Covid-19: a retrospective cohort study. *Lancet Respir Med* 8:1121–31

27. Ling RR, Ramanathan K, Poon WH, et al (2021) Venous extracorporeal membrane oxygenation as mechanical circulatory support in adult septic shock: a systematic review and meta-analysis with individual participant data meta-regression analysis. *Crit Care* 25:246
28. Bréchet N, Hajage D, Kimmoun A, et al (2020) Venous extracorporeal membrane oxygenation to rescue sepsis-induced cardiogenic shock: a retrospective, multicenter, international cohort study. *Lancet* 396:545–52
29. Pineton de Chambrun M, Bréchet N, Combes A (2020) The place of extracorporeal life support in cardiogenic shock. *Curr Opin Crit Care* 26:424–31
30. Clement KC, Fiser RT, Fiser WP, et al (2010) Single-institution experience with interhospital extracorporeal membrane oxygenation transport: a descriptive study. *Pediatr Crit Care Med* 11:509–13
31. Broman LM, Holzgraefe B, Palmér K, Frenckner B (2015) The Stockholm experience: interhospital transports on extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care* 19:278
32. Bryner B, Cooley E, Copenhaver W, et al (2014) Two decades' experience with interfacility transport on extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Thorac Surg* 98:1363–70
33. Rambaud J, Léger PL, Larroquet M, et al (2016) Transportation of children on extracorporeal membrane oxygenation: one-year experience of the first neonatal and paediatric mobile ECMO team in the North of France. *Intensive Care Med* 42:940–1
34. Ericsson A, Frenckner B, Broman LM (2017) Adverse events during interhospital transports on extracorporeal membrane oxygenation. *Prehosp Emerg Care* 21:448–55
35. Alten JA, Klugman D, Raymond TT, et al (2017) Epidemiology and outcomes of cardiac arrest in pediatric cardiac ICUs. *Pediatr Crit Care Med* 18:935–43
36. Berg RA, Nadkarni VM, Clark AE, et al (2016) Incidence and outcomes of cardiopulmonary resuscitation in PICUs. *Crit Care Med* 44:798–808
37. de Mos N, van Litsenburg RRL, McCrindle B, et al (2006) Pediatric in-intensive-care-unit cardiac arrest: incidence, survival, and predictive factors. *Crit Care Med* 34:1209–15
38. Lopez-Herce J, Del Castillo J, Carrillo A (2014) Cardiac arrest prognostic factors in children. *Resuscitation* 85:e35
39. Tsukahara K, Toida C, Muguruma T (2014) Current experience and limitations of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest in children: a single-center retrospective study. *J Intensive Care* 2:68
40. Torres-Andres F, Fink EL, Bell MJ, et al (2018) Survival and long-term functional outcomes for children with cardiac arrest treated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Pediatr Crit Care Med* 19:451–8
41. Huang SC, Wu ET, Wang CC, et al (2012) Eleven years of experience with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for paediatric patients with in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 83:710–4
42. Delmo Walter EM, Alexi-Meskishvili V, Huebler M, et al (2011) Rescue extracorporeal membrane oxygenation in children with refractory cardiac arrest. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 12:929–34
43. Lamhaut L, Hutin A, Puymirat E, et al (2017) A prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Resuscitation* 117:109–17
44. Lamhaut L, Jouffroy R, Soldan M, et al (2013) Safety and feasibility of prehospital extracorporeal life support implementation by non-surgeons for out-of-hospital refractory cardiac arrest. *Resuscitation* 84:1525–9