

Unité d'évaluation des technologies et
des modes d'intervention en santé (UETMIS)

Centre hospitalier de l'Université de Montréal

EFFICIENCE DE L'ASSISTANCE PAR ECMO DANS LE SOUTIEN CARDIAQUE ET RESPIRATOIRE

Note de synthèse

Préparée par

Imane Hammana

Luigi Lepanto

Novembre 2016



Le contenu de cette publication a été rédigé et édité par l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM). Ce document est également offert en format PDF sur le site Web du CHUM.

Auteurs : Imane Hammana, Ph. D.
Luigi Lepanto, M.D., M. Sc., FRCP (C)

Pour se renseigner sur cette publication ou sur toute autre activité de l'UETMIS, s'adresser à :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS)
Centre hospitalier de l'Université de Montréal
Pavillon S, bureau S05-322A
850, rue Saint-Denis
Montréal (Québec) H2X 0A9
Téléphone : 514 890-8000, poste 36132
Télécopieur : 514 412-7460
Courriel : detmis.chum@ssss.gouv.qc.ca

Comment citer ce document :

« Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS). Centre hospitalier de l'Université de Montréal. *Efficiency de l'assistance par ECMO dans le soutien cardiaque et respiratoire*. Note de synthèse. Préparée par Imane Hammana et Luigi Lepanto. Novembre 2016 ».

ISBN 978-2-89528-114-6

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à condition que la source soit mentionnée.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	3
MISSION.....	5
REMERCIEMENTS	6
RÉSUMÉ	7
SUMMARY	8
ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	9
AVANT-PROPOS.....	10
1 INTRODUCTION.....	11
1.1 Description de la technologie et indications.....	11
1.1.1 VA-ECMO dans le cas d'affections cardiaques.....	11
1.1.2 VV- ou VA-ECMO en cas de syndrome de défaillance respiratoire aiguë (SDRA).....	12
1.1.3 ECPR.....	12
1.1.4 Quelques données statistiques [30].....	12
2 QUESTION DE RECHERCHE	13
3 MÉTHODOLOGIE	13
3.1 Recherche bibliographique.....	13
3.2 Critères d'inclusion et d'exclusion.....	14
3.3 Grille d'évaluation.....	14
3.4 Indicateurs.....	14
4 RÉSULTATS.....	15
4.1 Revues systématiques	15
4.1.1 Revue systématique de Tramm R. et coll., Cochrane 2015 [39].....	15
4.1.2 Méta-analyse de Cheng R. 2014 [44].....	17
4.1.3 Étude comparative prospective de Grunau B. et coll. 2016 [45].....	18
4.2 Rapports d'agences d'évaluation des technologies	18
4.2.1 National Institute for Health and Care Excellence (NICE).....	18
4.2.2 Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS), Canada	19
4.2.3 Comité d'évaluation des technologies de santé (CEDIT), France, 2015, [46].....	21
4.3 Données des organisations spécialisées.....	22
4.3.1 Extracorporeal Life Support Organization (ELSO).....	22
4.3.2 American Heart Association pour la réanimation cardiorespiratoire et soins d'urgence cardiovasculaire, 2015 [29] (Mise à jour des lignes directrices basées sur des données probantes).....	24
4.4 Coût-efficacité.....	25
4.4.1 Revue systématique de Harvey M.J. et coll. 2015 [65].....	25
4.4.2 Étude de St-Onge M. et coll. 2014 [66].....	25
5 DISCUSSION.....	26
6 AU CHUM	28
7 CONCLUSION	29

8	RECOMMANDATIONS.....	29
9	RÉFÉRENCES.....	30
	ANNEXE 1 - STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE.....	35
	ANNEXE 2 - RÉFÉRENCES DES ÉTUDES EN COURS.....	36
	ANNEXE 3 - DIAGRAMME DE SÉLECTION D'ARTICLES.....	37
	ANNEXE 4 - LISTE DES ÉTUDES INCLUSES	38
	ANNEXE 5 - RÉSULTATS RAPPORTÉS PAR L'ACMTS CONCERNANT L'ECMO RESPIRATOIRE ET CARDIAQUE.....	41
	ANNEXE 6 - PRINCIPALES COMPLICATIONS CITÉES DANS LA LITTÉRATURE RELATIVEMENT AUX DEUX MODALITÉS D'ECMO	42

Liste des tableaux

	Tableau 1 - Critères de sélection des publications.....	14
	Tableau 2 - Résultats des études incluses dans la revue systématique relativement à l'insuffisance respiratoire aiguë de Tramm R. et coll. 2015 [39].....	16
	Tableau 3 - Résultats de la revue systématique de Cheng R. et coll. 2014 [44].....	17
	Tableau 4 - Utilisation de l'ECMO par les centres enregistrés au registre de l'ELSO, Paden L. et coll. [63].....	23
	Tableau 5 - Affections traitées par ECMO chez les adultes entre 1986 et juin 2012 [63].....	24

MISSION

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) a pour mission de conseiller les décideurs du CHUM dans leurs choix de technologies et de modes d'intervention en santé, en basant sa méthodologie sur les données probantes, les pratiques les plus efficaces dans le domaine de la santé et l'état des connaissances actuelles. En outre, en conformité avec la mission universitaire du CHUM, elle travaille à diffuser les connaissances acquises au cours de ses évaluations, tant au sein de la communauté du CHUM qu'à l'extérieur, contribuant ainsi à l'implantation d'une culture d'évaluation et d'innovation.

En plus de s'associer aux médecins, aux pharmaciens, aux membres du personnel infirmier et aux autres professionnels du CHUM, l'UETMIS travaille de concert avec la communauté de pratique. Cette dernière est composée des unités d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé des autres centres hospitaliers universitaires, de l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) ainsi que du Réseau universitaire intégré de santé de l'Université de Montréal (RUIS de l'UdeM).

L'UETMIS participe également au processus permanent d'amélioration continue de la performance clinique. Elle travaille de concert avec l'équipe de la gestion de l'information à élaborer des tableaux de bord, permettant une évaluation critique et évolutive des secteurs d'activités cliniques. L'UETMIS propose des pistes de solution, contribuant à accroître la performance clinique par une analyse des données probantes et des lignes directrices cliniques, de même que des pratiques exemplaires. Cette démarche est réalisée en collaboration avec les gestionnaires (administratifs et cliniques).

Divulgence de conflit d'intérêts

Aucun conflit à signaler.

REMERCIEMENTS

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) souhaite remercier :

- Le D^r Dominique Lafrance, intensiviste, pour sa contribution et son expertise à l'égard de l'utilisation de la technologie.
- M^{me} Lise Pothier, cogestionnaire clinico-administrative et responsable du CEVARMU, pour toutes les données et renseignements fournis concernant les coûts et les procédures suivis.
- M^{me} Monica Lopez Rodriguez pour sa contribution à la collecte des données de la littérature présentées dans ce rapport.

RÉSUMÉ

Ce travail résume les données probantes sur l'efficacité clinique et la sécurité des dispositifs d'oxygénation extracorporelle par membrane (ECMO) comme technique d'assistance circulatoire chez les patients présentant une défaillance respiratoire aiguë ou un choc cardiogénique réfractaire, potentiellement réversibles. Les données sont difficiles à interpréter, car des stratégies de gestion différentes ont été appliquées dans les diverses études répertoriées. En ce qui concerne l'insuffisance respiratoire, les études publiées arrivent à des conclusions contradictoires sur l'amélioration de la survie. Toutefois, si seules les études ayant un faible risque de biais sont retenues, il y a une amélioration de la survie. Pour l'insuffisance cardiaque, l'absence d'études comparatives ainsi que l'incertitude concernant la classification des patients susceptibles de bénéficier de cette procédure empêchent la formulation de conclusions fermes.

Il est recommandé d'utiliser cette technique dans le cadre d'une gouvernance clinique bien établie avec des indications claires et une collecte de données continue afin d'apprécier les résultats cliniques. L'identification et la classification appropriées des patients sont essentielles afin de bien analyser les résultats cliniques. Les indications cliniques établies par l'équipe de soins devront être revues à la lumière des données recueillies. Il est important de prévoir une stratégie de gestion après l'ECMO et cela, avant d'envisager son utilisation chez le patient.

SUMMARY

This report is a summary of the evidence concerning the clinical efficacy and safety of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) as a means of circulatory assistance in patients with potentially reversible, acute respiratory failure or refractory cardiogenic shock. It is difficult to arrive at strong recommendations on the basis of the available evidence, because it is drawn from studies using different treatment protocols. There is a significant amount of heterogeneity in the published literature. With regards to respiratory failure, the results on survival are contradictory. However, if only the studies with a low risk of bias are retained, there is improved survival with the use of ECMO. With regards to cardiogenic shock, the absence of comparative studies, as well as inconsistencies in the classification of patients who might potentially benefit from the technology, limit the ability to formulate firm conclusions.

It is recommended that a clinical governance structure be established to oversee the use of the technology, with clear clinical indications and ongoing collection of data to appreciate clinical outcomes. The appropriate selection and classification of patients will be essential if the clinical results are to be properly interpreted. The clinical indications determined by the clinical team must be assessed in light of the outcomes observed. It is important to establish a post-ECMO strategy for the clinical management of patients, even before the decision to proceed with its use.

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

AV	Année de vie (<i>LY : life year</i>)
CO ₂	Dioxyde de carbone
CPB	Cœur-poumon artificiel (<i>cardiopulmonary bypass</i>)
ECCO ₂ R	Épuration extracorporelle de CO ₂ (<i>extracorporeal carbon dioxide removal</i>)
ECLS	Assistance cardiorespiratoire externe (<i>extracorporeal life support</i>)
ECMO	Oxygénation extracorporelle par membrane (<i>extracorporeal membrane oxygenation</i>)
ECPR	Réanimation cardiopulmonaire extracorporelle (<i>extracorporeal cardiopulmonary resuscitation</i>)
ECRA	Étude comparative à répartition aléatoire
ELSO	Extracorporeal Life Support Organization
FiO ₂	Fraction d'oxygène inspiré
ICER	Rapport coût-efficacité incrémentiel (<i>incremental cost-effectiveness ratio</i>)
O ₂	Oxygène
pCO ₂	Pression partielle de dioxyde de carbone
pO ₂	Pression partielle d'oxygène
SDRA	Syndrome de défaillance respiratoire aiguë
VV-ECMO	ECMO veino-veineuse
VA-ECMO	ECMO veino-artérielle

AVANT-PROPOS

Ce travail vise à déterminer, à travers la compilation de données probantes, l'efficacité et la sécurité de l'utilisation des dispositifs d'oxygénation extracorporelle par membrane (*extracorporeal membrane oxygenation* ou *ECMO*) dans le cas de patients présentant une défaillance respiratoire aiguë ou un choc cardiogénique réfractaire potentiellement réversibles, ainsi qu'un aperçu des indications, contre-indications, complications et recommandations régissant leur utilisation.

Cette synthèse analytique est présentée sous forme de compte rendu narratif des données publiées dont l'objectif est d'éclairer la prise de décision dans le contexte actuel du CHUM.

1 INTRODUCTION

Utilisée initialement en chirurgie cardiaque, l'ECMO (*Extracorporeal Membrane Oxygenation*) est une technique d'assistance circulatoire et respiratoire dérivée des circuits de circulation extracorporelle [1, 2]. C'est une assistance cardiaque, respiratoire ou encore cardiorespiratoire de courte durée (de quelques jours à quelques semaines) qui garantit l'oxygénation et la perfusion des organes, et le temps d'une restauration normale de leurs fonctions. Le dispositif peut être mis en place pour une assistance centrale ou périphérique permettant ainsi un soutien circulatoire partiel ou total [3-5].

La finalité de l'utilisation de l'ECMO n'est pas de soigner, mais de prendre en charge les fonctions respiratoires et/ou circulatoires pour donner du temps à l'organe endommagé (cœur ou poumons) de récupérer adéquatement.

1.1 Description de la technologie et indications

L'ECMO se compose d'une canule veineuse, d'une pompe centrifuge électrique qui assure un débit continu, d'un oxygénateur à membrane qui simule les échanges gazeux et d'une ligne de réinjection du sang oxygéné (Fig. 1). Le sang, qui doit circuler en continu, doit être hépariné afin d'empêcher la formation de caillots dans le circuit [6, 7].

L'ECMO peut être implantée exclusivement pour le remplacement de la fonction respiratoire en circuit veino-veineux (VV-ECMO) [8, 9], ou en remplacement de la fonction cardiaque ou cardiorespiratoire en circuit veino-artériel (VA-ECMO) [10-12].

1.1.1 VA-ECMO dans le cas d'affections cardiaques

La mise en place d'une VA-ECMO peut être envisagée dans les situations suivantes :

- Immédiatement à la suite d'une intervention chirurgicale cardiaque conventionnelle ou d'une transplantation cardiaque, lorsque la reprise de la fonction cardiaque normale n'est pas envisageable, la circulation extracorporelle est, dans ce cas, maintenue par la mise en place des canules le plus souvent intrathoracique [13, 14].
- Dans le cas de choc cardiogénique réfractaire, les canules sont implantées dans les vaisseaux fémoraux par voie périphérique, le plus souvent en percutané [3, 11, 15, 16, 17].

Les indications incluses dans cette catégorie sont les suivantes :

- Infarctus du myocarde.
- Myocardite fulminante.
- Rejet aigu de greffe cardiaque.
- Insuffisance cardiaque terminale sur cardiomyopathie dilatée idiopathique ou ischémique, arrêt cardiocirculatoire.
- Intoxications aiguës par substances cardiotoxiques.
- Exceptionnellement, embolie pulmonaire grave, hypothermies profondes et défaillance cardiaque grave.

Dans ses lignes directrices cliniques concernant l'insuffisance cardiaque chez un adulte, l'ELSO indique que les solutions de rechange à l'utilisation de l'ECMO dans ce cas sont : la contrepulsion à ballonnet intra-aortique, les dispositifs d'aide ventriculaire et la réanimation cardiopulmonaire traditionnelle [18].

1.1.2 VV- ou VA-ECMO en cas de syndrome de défaillance respiratoire aiguë (SDRA)

L'implantation d'une ECMO périphérique veino-veineuse est envisageable (en l'absence d'affection cardiaque associée) dans certains SDRA où l'hypoxémie profonde¹ ne répond pas aux stratégies de traitements habituels, à une augmentation importante des pressions inspiratoires dans les voies aériennes distales et/ou d'hypercapnie majeure (due à une surcharge du sang artériel en CO₂). Le dispositif n'assiste dans ces cas que les poumons, ce qui permet de rétablir les échanges gazeux. Dans le cas contraire (présence d'une défaillance cardiaque associée), le dispositif est proposé dans son mode veino-artériel [1, 19-21].

À noter que les solutions de rechange à la VV-ECMO sont les techniques conventionnelles suivantes [1, 6, 7, 22-24] :

- Ventilation à pression positive intermittente.
- Ventilation oscillatoire à haute fréquence.
- Ventilation à pression positive intermittente et ventilation oscillatoire à haute fréquence.
- Position ventrale du patient.
- Inhalation d'oxyde nitrique.
- Contrôle de l'infection.
- ECCO₂R chez les patients où le problème présent est l'hypercapnie.

1.1.3 ECPR

La technologie se définit comme la réanimation cardiopulmonaire extracorporelle (*Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation [ECPR]*). Les progrès importants dans le domaine de la réanimation par dispositifs extracorporels des dernières décennies permettent d'envisager l'utilisation de ces appareils dans le cadre de la prise en charge préhospitalière de patients en arrêt cardiaque.

Certains dispositifs tels que le *Cardiohelp*[®] présentent les fonctions classiques d'une ECMO et ont l'avantage d'avoir un poids relativement faible, d'être compacts, ce qui les rend portables. Ces caractéristiques permettent donc leur utilisation dans la prise en charge préhospitalière, pendant le transport du patient (d'un centre à un autre) ou encore dans la prise en charge à l'extérieur de l'hôpital (sur le lieu de l'accident) [25-28].

À noter que leur utilisation au cours des réanimations cardiopulmonaires (*Cardiopulmonary Resuscitation ou CPR*) se fait exclusivement dans leur modalité veino-artérielle (VA). L'objectif de l'utilisation de tels dispositifs est de raccourcir le plus possible le temps entre le moment de l'arrêt cardiaque et la mise en place de l'ECMO à la suite d'un échec de la réanimation cardiopulmonaire² classique [29].

1.1.4 Quelques données statistiques [30]

- Jusqu'à 40 000 arrêts cardiaques se produisent chaque année au Canada, soit 1 toutes les 13 minutes.
- Jusqu'à 85 % des arrêts cardiaques surviennent à l'extérieur de l'hôpital, soit dans un lieu public, soit au domicile de la victime.
- Le taux de survie actuel de l'arrêt cardiaque est très faible. On estime que seulement 5 % des gens au pays survivent à un arrêt cardiaque à l'extérieur de l'hôpital.
- Pour chaque minute de retard dans l'utilisation de la défibrillation lors d'un arrêt cardiaque, les chances de survie baissent de 7 à 10 %, et la réanimation est rarement réussie après 10 minutes.

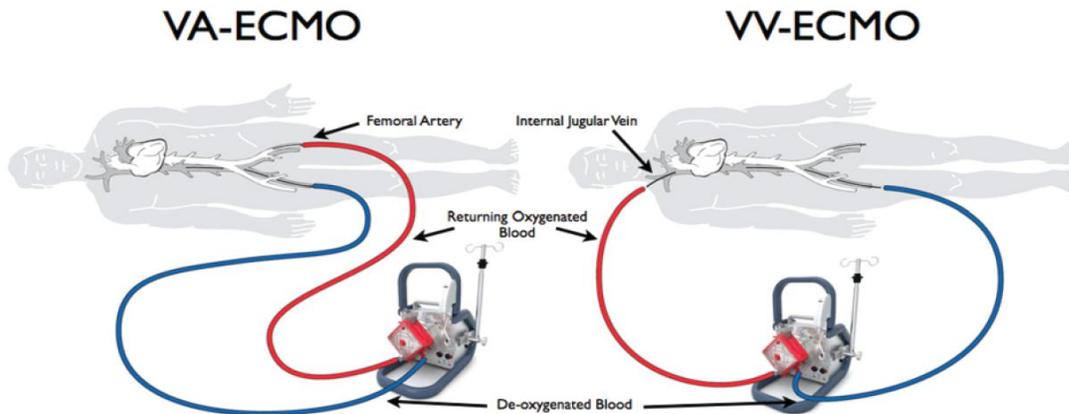
¹ État d'oxygénation insuffisante de certains tissus ou de l'organisme entier.

² L'arrêt cardiorespiratoire réfractaire est défini par l'absence de reprise d'activité circulatoire spontanée après 30 minutes de réanimation chez un patient normotherme et non intoxiqué. Ref 8 CEDIT.

- En combinant la réanimation cardiorespiratoire (RCR) à l'utilisation d'un défibrillateur externe automatisé (DEA), les chances de survivre à un arrêt cardiaque sont doublées.

Lorsque l'arrêt cardiaque arrive en dehors d'un établissement de santé, il est important, afin d'augmenter les chances de survie du patient, que la personne qui témoigne de l'accident compose le numéro d'urgence local et qu'elle suive les instructions jusqu'à l'arrivée d'un professionnel de la santé.

Figure 1 – Représentation simplifiée de la circulation périphérique veino-veineuse (VV-ECMO) et veino-artérielle (VA-ECMO)³



Prise en charge en réanimation d'un malade sous ECMO

Le circuit ECMO doit être surveillé de manière pluriquotidienne par une équipe spécialisée ainsi qu'une fois toutes les 48 heures par un perfusionniste [1, 19, 31-35]. Le but est de vérifier le fonctionnement adéquat du dispositif et le dépistage précoce de complications telles que les dépôts de fibrine ou les caillots sur la membrane de l'ECMO, la formation de caillots dans les canules ou la pompe, les saignements ou encore les signes d'inflammation ou d'infection cutanées au point d'insertion des canules [36].

2 QUESTION DE RECHERCHE

Quelles sont les données existantes concernant l'efficacité, l'innocuité et le coût-efficacité de l'ECMO pour la prise en charge des patients ayant une défaillance cardiaque ou pulmonaire aiguë ?

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 Recherche bibliographique

Une recherche de littérature a été effectuée dans *Medline* (via *PubMed*), *The Cochrane Library*, *University of York Centre for Reviews and Dissemination (CRD)*, dans des sites d'agences d'évaluation des technologies de la santé, telles que le Comité d'évaluation des technologies de santé (CEDIT), L'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS), la Haute autorité de santé (HAS), *Health Improvement Scotland (HIS)*, le *National Institute for Health and Care Excellence (NICE)* et dans les sites des organisations spécialisées. La recherche a été limitée à des revues systématiques, des méta-analyses, des essais contrôlés à

³ Adaptée de Cove ME, MacLaren G. Clinical review : mechanical circulatory support for cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. (Ref). *Crit Care*. 2010;14(5):235. doi: 10.1186/cc9229. Epub 2010 Oct 14. Avec la permission de Maquet GmbH & Co. KG (Rastatt, Allemagne).

répartition aléatoire et aux études comparatives non réparties au hasard, aux rapports d'évaluation et aux lignes directrices.

De plus, nous nous sommes intéressés aux évaluations économiques en rapport avec les coûts-efficacités de ces dispositifs. Les articles publiés entre le 1^{er} janvier 2005 et le 22 octobre 2015, en anglais ou en français, ont été considérés. Les stratégies de recherche utilisées sont présentées à l'annexe 1.

3.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

À la première étape du dépistage, les titres et les résumés ont été examinés, et des articles potentiellement pertinents ont été récupérés et évalués. La sélection finale des articles en texte intégral a été basée sur les critères d'inclusion présentés au tableau 1.

Tableau 1 – Critères de sélection des publications

P	Patients adultes ayant une affection cardiaque ou pulmonaire
I	Toute modalité d'ECMO
C	Techniques de traitement conventionnelles ou autres
O	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficacité : <ul style="list-style-type: none"> • Survie • Récupération • Pont pour l'intervention chirurgicale (si approprié) • Qualité de vie • Mortalité ▪ Innocuité

Des études ont été exclues lorsqu'elles ne répondaient pas aux critères de sélection, ni aux séries de cas, ni aux rapports de cas.

3.3 Grille d'évaluation

La qualité des études recensées a été appréciée en utilisant les grilles proposées par SIGN. Ainsi les revues systématiques ont été cotées en utilisant la grille Amstar adaptée par SIGN, tandis que les études rétrospectives non réparties au hasard ont été évaluées selon les caractéristiques disponibles des études, en s'appuyant sur les outils d'analyse appropriés proposés par SIGN pour les études de cohorte [37, 38].

3.4 Indicateurs

- Taux de survie.
- Évaluation de la fonction neurologique : le score le plus utilisé est le *Cerebral Performance Categories (CPC)* constitué de cinq niveaux :
 - Patient conscient ayant des fonctions supérieures normales ou faiblement altérées (niveau 1)
 - Patient conscient ayant des fonctions supérieures moyennement altérées (niveau 2)
 - Patient conscient ayant des fonctions supérieures très altérées (niveau 3)
 - Patient dans le coma ou dans un état végétatif (niveau 4)
 - Patient en mort encéphalique ou décédé (niveau 5)
- Indic.
- Temps avant la mise en place de l'ECMO.

- Saignements et taux de perfusion.
- Autres séquelles telles que les imputations dues à l'ischémie d'un membre.

4 RÉSULTATS

En se basant sur nos critères de sélections, on a pu retracer entre 2011 et 2015 cinq rapports d'agences, une revue systématique et une méta-analyse non incluses dans ces rapports, une étude comparative prospective ainsi que deux évaluations économiques.

4.1 Revues systématiques

4.1.1 *Revue systématique de Tramm R. et coll., Cochrane 2015 [39]*

L'objectif est de déterminer si le taux de survie à la suite de l'utilisation de l'ECMO en VV ou en VA est plus élevé par rapport aux modèles classiques de soutien cardiaque et respiratoire chez les adultes.

Quatre études à répartition au hasard incluant 389 participants ayant une insuffisance respiratoire aiguë ont été répertoriées. Le risque de biais était faible dans trois des études sélectionnées (Bein 2013 [40], Peek 2009 [41], Zapol 1979 [42]) et élevé dans l'une (Morris 1994 [43]).

La revue systématique n'incluait aucune étude comparative à répartition aléatoire (ECRA) de l'utilisation de l'ECMO dans le contexte de l'insuffisance ou de l'arrêt cardiaque. Pour cette revue systématique, l'auteur rapporte que, dans l'ensemble, la qualité de la preuve était de faible à modérée.

Les principaux résultats se présentent comme suit (tableau 2) :

- Il n'avait aucune différence statistiquement significative en ce qui concerne le taux de mortalité, toutes causes confondues, de l'admission jusqu'à six mois, entre les patients ayant reçu une ECMO et ceux qui ne l'ont pas reçu.
- Deux ECRA ont fourni des données sur le handicap (Peek 2009 [41], Zapol 1979 [42]). Dans une ECRA, la survie était faible dans les deux groupes et aucune limitation des activités quotidiennes n'a été rapportée à six mois suivant la sortie de l'hôpital. La deuxième ECRA a rapporté une meilleure survie sans incapacité importante dans le groupe d'intervention (transfert à un centre avec ECMO) à six mois après l'échantillonnage aléatoire, par contre, il n'avait aucune différence statistiquement significative en ce qui concerne la qualité de vie entre les deux groupes.
- Dans trois des études à répartition aléatoire, les participants du groupe ECMO avaient reçu un plus grand nombre de transfusions sanguines (Bein 2013 [38], Zapol 1979 [40], Morris 1994 [41]).

L'auteur conclut que, bien que l'ECMO se présente comme une thérapie de sauvetage au cours des quatre dernières décennies, seules quatre ECRA ont été publiées, comparant cette intervention au traitement classique dont l'hétérogénéité n'a pas permis le regroupement des données pour une méta-analyse.

L'auteur recommande de combiner les résultats des ECRA en cours avec les résultats des essais récents dans la mesure où il n'y aurait pas de changements majeurs sur le plan de la technologie ou des protocoles de prise en charge clinique. Jusqu'à ce que ces nouveaux résultats soient disponibles, les données sur l'utilisation de l'ECMO chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë ne sont actuellement pas concluantes. Dans les cas d'insuffisance ou d'arrêt cardiaque aigu, des études à répartition aléatoire pourraient aider les cliniciens à déterminer quel rôle l'ECMO et l'ECPR peuvent jouer dans les soins aux patients.

Tableau 2 – Résultats des études incluses dans la revue systématique relativement à l'insuffisance respiratoire aiguë de Tramm R. et coll. 2015 [39]

ÉTUDES	NB DE PATIENTS INTERVENTION VS CONTRÔLE	GROUPE INTERVENTION/ GROUPE CONTRÔLE	MORTALITÉ* INTERVENTION VS CONTRÔLE	DURÉE DE SÉJOUR INTERVENTION VS CONTRÔLE	SURVIE AU CONGÉ DE L'HÔPITAL INTERVENTION VS CONTRÔLE	SURVIE À SIX MOIS (NOMBRE (%)) INTERVENTION VS CONTRÔLE	INVALIDITÉ INTERVENTION VS CONTRÔLE
Zapol 1979 Étude multicentrique	42 vs 48	VA-ECMO / ventilation mécanique	91 % vs 92 % NS	NR	NR	NR	Fonction pulmonaire normale chez 7/8 pour les deux groupes Pas de limites des activités quotidiennes
Morris 1994	21 vs 19	ECCO ₂ R ⁴ / ventilation ⁵	66 % vs 57 % NS	26,9 vs 28,8 (NS)	33 vs 42 NS ⁽⁶⁾	NR	NR
Peek 2009 Étude multicentrique	90 vs 90	VV-ECMO / ventilation	37 % vs 50 % NS	35 (15,6-74) vs 17 (4,8-45,3) ⁶	NR	57 (63 %) vs 46 (51 %) NS	Pas d'invalidité importante à 6 mois : 63 % vs 47 % (p=0,03)
Bein 2013 Étude multicentrique	40 vs 39	AV ECCO ₂ R / ventilation	17,5 % vs 15,4 % NS	46,7 vs 35,1 (NS)	82,5 vs 84,6 NS	NR	NR

* toutes causes confondues

NS : non statistiquement significatif

NR : non rapporté

⁴ ECCO₂R : Épuration extracorporelle de CO₂ (*extracorporeal carbon dioxide removal*).

⁵ Ventilation basse fréquence en pression positive / élimination extracorporelle du dioxyde de carbone.

⁶ Intervalle interquartile.

4.1.2 Méta-analyse de Cheng R. 2014 [44]

Objectif : la complication et l'analyse des données des effets indésirables (incidents) liés à l'utilisation de l'ECMO dans le cas de l'insuffisance cardiaque.

Aucune étude à répartition aléatoire n'a été repérée de ce fait. Cette méta-analyse incluait essentiellement des études rétrospectives.

Lors de l'analyse des données répertoriées, selon les critères spécifiques d'inclusion et d'exclusion, les auteurs ont compilé les taux de complication liés à l'utilisation de l'ECMO sans procéder à une analyse comparative avec d'autres modalités de réanimation.

Vingt études (1866 patients) ont été sélectionnées parmi lesquelles 17 (1529 participants) rapportent le taux de survie à la sortie de l'hôpital pour 534 patients. Ce taux variait entre 20,8 % à 65,4 % selon l'étude.

L'auteur indique que, bien que l'ECMO puisse améliorer la survie des patients atteints d'une maladie cardiaque avancée, la morbidité associée à cette intervention reste importante. Parmi celles-ci : les complications neurologiques⁷, l'ischémie ou le syndrome de loge⁸, l'amputation du membre inférieur ainsi que des lésions rénales aiguës. Les résultats détaillés sont présentés au tableau 3.

L'auteur conclut que l'hétérogénéité des études et la non-uniformité des définitions des complications examinées limitent l'élaboration de conclusions fermes.

Tableau 3 – Résultats de la revue systématique de Cheng R. et coll. 2014 [44]

COMPLICATIONS	NOMBRE D'ÉTUDES	TAUX RAPPORTÉS MIN, MAX (%)	TAUX CUMULÉS DE COMPLICATIONS	HÉTÉROGÉNÉITÉ DE VALEUR P	TAUX COMBINÉS (%)	95 % INTERVALLE DE CONFIANCE (%)
Ischémie du membre canulé	13	3,7 37,5	112 de 677	0,004	16,9	12,5 - 22,6
Fasciotomie ou syndrome de loge du membre inférieur	5	5,4 20,7	33 de 335	0,350	10,3	7,3 - 14,5
Amputation du membre canulé	5	0 8,1	7 de 192	0,658	4,7	2,3 - 9,3
Accident vasculaire cérébral	3	3,9 9,7	36 de 630	0,346	5,9	4,2 - 8,3
Neurologique	9	5,9 22,1	151 de 1 019	0,018	13,3	9,9 - 17,7
Lésion rénale	6	29,9 86,7	197 de 380	<0,001	55,6	35,5 - 74
Hémorragie	5	14,8 63,6	120 de 260	<0,001	40,8	26,8 - 56,6
Infection	10	13,7 64,5	321 de 922	<0,001	30,4	19,5 - 44

⁷ Hémorragie et AVC ischémique, coma, mort cérébrale, lésion cérébrale, atteintes cérébrales.

⁸ Ischémie musculaire provoquée par une augmentation anormale de pression au sein d'une loge anatomique.

4.1.3 Étude comparative prospective de Grunau B. et coll. 2016 [45]

L'objectif était de sélectionner, à partir d'un registre hospitalier, les patients qui, selon un ensemble de critères préétablis, auraient pu bénéficier de la réanimation cardiorespiratoire extracorporelle (RCREC) à la suite d'un arrêt cardiaque extrahospitalier (ACEH) réfractaire.

Pour ce faire, les auteurs ont procédé à une modélisation et une projection du nombre de patients potentiellement admissibles au traitement par ECMO, calculées à partir d'un registre prospectif constitué de cas consécutifs d'ACEH non traumatique, survenus chez des adultes, sur une période de 52 mois, dans une seule région sanitaire urbaine d'un million de personnes au Canada.

Afin de déterminer la proportion de patients susceptibles d'être traités par la RCREC, une cohorte fictive a été compilée comprenant des adultes âgés entre 17 et 60 ans, ayant subi un arrêt cardiaque devant témoins, susceptibles d'être traités par la RCREC après avoir subi un ACEH devant témoins et ayant bénéficié de manœuvres de réanimation cardiorespiratoire par des témoins de l'accident ou avoir reçu des soins par des services médicaux d'urgence, et ce, en l'espace de cinq minutes.

Résultats : 168 (10,2 %) des 1644 patients traités pour un ACEH répondaient aux critères de la RCREC et dans 54 cas, soit 3,3 %, il s'agissait d'un arrêt cardiaque réfractaire. Parmi les patients identifiés, susceptibles d'être traités par la RCREC, 114/168 (68 %) ont survécu jusqu'au moment de l'hospitalisation en bénéficiant de la réanimation conventionnelle, et 70/168 (42 %) jusqu'à la sortie de l'hôpital. Lors de cette analyse, 10 % de cas d'ACEH traités répondaient aux critères de la RCREC et dans environ un tiers d'entre eux (soit 12 patients par année, en moyenne), l'arrêt cardiaque était réfractaire aux manœuvres habituelles de réanimation cardiorespiratoire. L'auteur conclut que l'intégration d'un programme de RCREC dans un système existant de soins à rendement élevé peut avoir un effet certes modeste, mais important sur le plan clinique chez ces patients.

4.2 Rapports d'agences d'évaluation des technologies

4.2.1 National Institute for Health and Care Excellence (NICE)

ECMO dans le cas de défaillance respiratoire aiguë (2010) [58]

Le rapport est basé sur approximativement 2505 patients impliquant une étude à répartition aléatoire, trois études comparatives non réparties au hasard, deux séries de cas et un rapport de cas.

L'efficacité a été déterminée comme suit : un sevrage réussi (par ECMO ou par un système de ventilation conventionnel), la survie et enfin la qualité de vie.

À la suite de l'analyse des données publiées, la preuve de l'efficacité de cette procédure est insuffisante pour tirer des conclusions définitives. Les données retrouvées étaient difficiles à interpréter, car des stratégies de gestion différentes ont été appliquées. Par conséquent, cette procédure ne doit être utilisée que dans le cadre de gouvernance clinique bien établi ou dans le cadre de la recherche.

Les données sur la sécurité de l'oxygénation extracorporelle (ECMO) pour une insuffisance respiratoire aiguë grave chez les adultes sont adéquates, mais montrent qu'il existe un risque d'effets secondaires graves (embolie gazeuse, événements thromboemboliques, septicémie, défaillance multiviscérale ou encore une défaillance mécanique).

Le rapport indique aussi que l'ECMO ne doit être effectuée par des équipes cliniques ayant une formation et une expertise spécifiques dans la procédure lors de la prise en charge de l'insuffisance respiratoire aiguë grave chez les adultes.

ECMO dans le cas d'insuffisance cardiaque aiguë [61]

Ce rapport inclut 4038 patients tirés de 11 études dont 10 séries de cas et 1 rapport de cas. Les marqueurs d'efficacité ont été déterminés comme suit : la survie (à la sortie de l'hôpital, à 28 jours, à 6 mois, à la thérapie définitive, et à long terme), le succès comme pont de la récupération après une intervention chirurgicale, la capacité fonctionnelle et la qualité de vie à long terme.

Le Comité a noté que l'interprétation des données dans le cas de l'insuffisance cardiaque était compliquée par les différentes indications cliniques présentes dans les études publiées. Selon le rapport, la preuve de l'efficacité de l'oxygénation extracorporelle (ECMO) pour insuffisance cardiaque aiguë chez l'adulte est adéquate, mais il y a une incertitude au sujet de la classification des patients susceptibles de bénéficier de cette procédure.

La preuve sur la sécurité montre une incidence élevée de complications graves (lésions neurologiques, complications neurologiques par anoxie, saignement intrathoracique, thrombus ventriculaire gauche et lésions pulmonaires aiguës). Par conséquent, cette procédure ne doit être utilisée qu'avec des indications claires en ce qui concerne la gouvernance clinique, le consentement ou dans le cadre de la recherche.

Le Comité reconnaît que l'ECMO fournit seulement un soutien à court terme. De ce fait, il est important d'avoir une stratégie de gestion après l'ECMO et cela, avant d'envisager son utilisation chez le patient. La sélection des patients est fondamentale à la réussite de l'ECMO, donc la procédure doit être utilisée chez les patients réfractaires à d'autres procédures de sauvetage, qui ont une insuffisance cardiaque aiguë et qui sont susceptibles de récupérer leur fonction cardiaque normale (par exemple, myocardite) ou pour lesquels cette procédure représente un plan clair (pont) pour une intervention ultérieure (par exemple, la transplantation cardiaque).

Il est à envisager que pour certaines situations, l'ECMO peut être retirée chez des patients dont l'état prédit l'absence de récupération de la fonction cardiaque normale ou chez qui un traitement ultérieur n'est pas envisageable.

4.2.2 Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS), Canada

ECMO dans le cas d'insuffisance respiratoire aiguë, décembre 2014 [53]

Le rapport avait pour objectif d'exposer les points suivants :

- L'efficacité clinique de l'oxygénation extracorporelle chez les patients aux soins intensifs ayant une insuffisance respiratoire aiguë.
- Les lignes directrices fondées sur des données probantes concernant l'utilisation de l'oxygénation extracorporelle chez les patients en soins intensifs présentant une insuffisance respiratoire aiguë.

Le rapport inclut six publications dont une revue systématique, trois études non réparties au hasard ainsi que deux guides de pratique. Les conclusions du rapport sont les suivantes.

- Les résultats des études sont contradictoires et il semble qu'il n'y a aucun avantage clair quant à l'utilisation de cette modalité par rapport à la ventilation mécanique ou « non-utilisation de l'ECMO » chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë, à la suite de l'analyse de l'ensemble des études répertoriées. Par contre, il semble y avoir une diminution de mortalité, statistiquement significative, avec VV-ECMO comparativement à la ventilation mécanique lorsque seule la revue systématique incluse est prise en considération [54]. Cette différence n'est mise en évidence que lors de l'inclusion des trois études de bonne qualité (faible risque de biais) comparant VV-ECMO avec ventilation mécanique [41, 55, 56].

Aussi, selon les données de trois études présentées dans cette revue systématique, il semble y avoir un bénéfice, sur le plan de la diminution du risque de mortalité hospitalière statistiquement significative à la

suite de l'utilisation de ce dispositif chez des patients atteints de H1N1 avec détresse respiratoire aiguë. Parmi ces trois études, deux avaient un faible risque de biais [55, 56] et une présentait un risque élevé de biais [57].

- Le saignement semble être statistiquement significativement plus élevé avec l'ECMO par rapport à la ventilation mécanique. Peu d'information était disponible relativement à d'autres événements et complications, par conséquent, il est difficile de juger du rapport risque/bénéfice de l'utilisation de l'ECMO.
- Un guide de pratique publié au Royaume-Uni (UK) en 2011, préparé par NICE en 2011 [58], fondé sur des preuves probantes, recommande que l'ECMO soit réalisée chez des adultes atteints d'une insuffisance respiratoire aiguë par des équipes cliniques ayant une formation et une expertise spécifiques dans la procédure. Aussi, la réalisation d'une ECMO doit être fondée sur une prise de décision multidisciplinaire, le sevrage doit être déterminé sur la base de vérification quotidienne de critères indicatifs de récupération en unité de soins intensifs dont l'équipe a acquis des compétences spécifiques à l'ECMO.
- L'analyse du registre d'utilisation de l'ECMO maintenu par l'Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) a montré que l'utilisation de l'ECMO a permis la survie (jusqu'au congé de l'hôpital) ou le transfert de 57 % et 56 % respectivement de patients pédiatriques et adultes souffrant d'insuffisance respiratoire aiguë.
- L'ECMO est une procédure effractive et, en tant que telle, est associée à des effets indésirables inhérents. C'est une procédure complexe. Il est donc recommandé qu'elle soit effectuée par une équipe multidisciplinaire ayant une formation et une expertise appropriées.
- Un essai contrôlé à répartition aléatoire en cours, Hôpital Pitié Salpêtrière, Paris, France⁹, qui vise la comparaison de l'ECMO par rapport à la ventilation mécanique conventionnelle chez les patients atteints de SDRA, pourrait être une nouvelle source d'information.

ECMO dans les cas d'insuffisance cardiaque, décembre 2014 [60]

Le rapport avait pour objectif de répondre aux points suivants :

- L'efficacité clinique de l'oxygénation extracorporelle chez les patients en soins intensifs souffrant d'insuffisance cardiaque.
- L'efficacité de l'oxygénation extracorporelle par rapport à un dispositif d'assistance ventriculaire percutané chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque grave.
- Les lignes directrices fondées sur des données probantes concernant l'utilisation de l'oxygénation extracorporelle chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque.

Le rapport incluait sept publications dont une revue systématique, quatre études non réparties au hasard (dont les données de deux d'entre elles provenaient de la même étude) et un guide de pratique.

Les conclusions du rapport sont les suivantes.

- Aucune donnée comparant l'ECMO avec un système de réanimation cardiopulmonaire classique (C-CPR) spécifique aux patients souffrant d'insuffisance cardiaque n'était retracée.

Des preuves limitées chez une population combinée avec une proportion de patients atteints d'insuffisance cardiaque suggèrent une meilleure survie avec l'ECMO par rapport à C-CPR, mais les différences ne sont pas toujours statistiquement significatives.

⁹ ClinicalTrials.gov 59. Almond CS, S.T., Gauvreau K, Piercey GE, Fynn-Thompson F, Rycus PT, et al. Circulation [Internet]. 2011 Jun 28 [cited 2014 Nov 18];123(25):2975-84., Extracorporeal membrane oxygenation for bridge to heart transplantation among children in the United States : Analysis of data from the Organ Procurement and Transplant Network and Extracorporeal Life Support Organization Registry. Bethesda (MD) : National Library of Medicine (US); 2000 - Identifier No. NCT01470703, Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome (EOLIA); 2013 Nov 12 [cited 2014 Dec 1]. Available from: <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01470703>.

Les résultats de la comparaison des ECMO avec le dispositif d'assistance ventriculaire (DAV) étaient peu nombreux et contradictoires. Dans ce cas, des conclusions définitives ne sont pas possibles.

Il y a un manque d'études comparatives. Cependant, une revue systématique compilant des données des registres a rapporté que la mortalité hospitalière était de l'ordre de 54 % (IC à 95 % : 47 % à 61 %) chez les patients cardiaques adultes recevant une ECMO [59].

- Un guide de pratique fondé sur des preuves probantes, publié par NICE en 2014 [61], recommande que, pour cette population, la procédure soit effectuée par des équipes cliniques ayant une formation et une expertise spécifiques. Des lignes directrices sur la conduite à suivre pour des ECMO, les contre-indications, les besoins en personnel et la gestion des patients ne sont actuellement pas disponibles.
- Dans son registre d'utilisation de l'ECMO, l'ELSO a montré qu'à la suite de cette procédure, la survie à la sortie ou le transfert étaient respectivement de 41% et 29 % chez les patients pédiatriques et adultes souffrant de maladies cardiopulmonaires, et de 50 % et 40 % chez les patients enfants et adultes atteints de maladies cardiaques [62].
- L'ECMO est une procédure efficace et, en tant que telle, est associée à des effets indésirables inhérents. Il est nécessaire qu'elle soit effectuée par une équipe multidisciplinaire dont la formation et l'expertise sont appropriées.

4.2.3 Comité d'évaluation des technologies de santé (CEDIT), France, 2015, [46]

Dans ce rapport, le CEDIT évalue l'intérêt de l'oxygénation extracorporelle par membrane (ECMO portatif). Dans ce cas, on parle d'ECPR dans le cadre de la prise en charge préhospitalière des arrêts cardiaques. L'appareil choisi est le dispositif *Cardiohelp*[®] (entreprise Maquet) pour sa forme compacte et son poids réduit qui en font, selon les utilisateurs, le dispositif le plus adapté à une utilisation extrahospitalière.

Le rapport indique que la littérature internationale concernant l'utilisation de ce type de dispositif dans les cas d'intervention à l'extérieur de l'hôpital est pauvre. En fait, seul un article et une étude pilote ont été retracés. Afin d'avoir un aperçu de son efficacité, le comité a combiné les résultats de ces études à celles utilisant l'ECPR pour les mêmes conditions, mais à l'intérieur de l'hôpital. Les conclusions du rapport se présentent comme suit :

Sur le plan technique : la mise en place extrahospitalière d'un système d'ECMO veino-artériel expose le patient à des risques infectieux, hémorragiques et ischémiques si le personnel intervenant n'est pas suffisamment formé et habitué à cette pratique sur le terrain, ce qui soulève des questions quant à l'utilisation du matériel, aux conditions et à l'environnement dans lesquels cette intervention doit se faire.

Sur le plan clinique : à la suite de l'analyse de la revue de la littérature, les auteurs concluent que si le temps de mise en place d'une ECMO reste inférieur à une heure (voire à 30 min), il serait possible d'accroître la survie avec un état neurologique favorable chez les patients présentant un arrêt cardiaque réfractaire [47-51]. Les études japonaises [52] montrent que le taux de survie avec un bon état neurologique pourrait, dans certains cas, être multiplié par trois.

Sur le plan économique : aucune étude médico-économique n'est disponible concernant l'utilisation de l'ECMO préhospitalier. Toutefois, on sait que la prise en charge hospitalière par l'ECMO classique est moins coûteuse que par le Cardiohelp[®].

Sur le plan organisationnel : la mise en place précoce d'une ECMO chez les patients en arrêt cardiaque réfractaire nécessite une politique stricte d'organisation et d'intégration des équipes d'interventions mobiles et hospitalières, combinant à la fois la sécurité (ex : maîtrise du risque septique) et la rapidité de la mise en place de l'ECMO.

Sur le plan éthique : le point critique de cette intervention est que le but premier étant de sauver la vie, une ECMO n'est posée que lorsque la réanimation cardiopulmonaire classique a échoué, malgré les efforts des équipes médicales. Le cas échéant, elle pourrait permettre de préserver les possibilités de prélèvements d'organes (Maastricht III). À la lumière de cette réflexion, il serait pertinent de s'interroger sur le cadre éthique ainsi que sur des difficultés techniques de la déconnexion de la victime lors de pratique réelle en milieu extrahospitalier.

Recommandations du CEDIT telles que publiées dans le rapport [46]

- Les quelques cas publiés plaident pour la faisabilité de l'ECMO veino-artérielle réalisée en préhospitalier, mais le niveau de preuve est faible et cette faisabilité reste à confirmer. Il n'y a pas actuellement d'élément probant d'efficacité et de sécurité cliniques.
- Les quelques éléments de présomption pourraient justifier une étude clinique comparant la prise en charge hospitalière et préhospitalière. L'étude doit montrer l'intérêt clinique de l'ECMO extrahospitalier et fournir des arguments médicaux manquants en termes de preuve médicale (ex : appréhender le risque septique et les conséquences ischémiques sur le membre canulé).
- Compte tenu des incertitudes médicales, médico-économiques et organisationnelles, le CEDIT recommande que toute utilisation de l'ECMO veino-artérielle préhospitalière à l'AP-HP soit faite uniquement dans le cadre d'une étude clinique faisant appel à une coopération interéquipes.
- Le CEDIT souhaite réévaluer l'utilisation préhospitalière de l'ECMO, à la lumière des résultats de cette étude.

L'importance du sujet pourrait justifier une évaluation nationale.

4.3 Données des organisations spécialisées

4.3.1 Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)

Dans les cas d'affections respiratoires (mode VV)

Les recommandations chez des patients adultes sont les suivantes [18].

- Lors d'une insuffisance respiratoire hypoxique causée par n'importe quelle affection, l'ECMO devrait être considérée quand le risque de mortalité est de 50 % et plus (associé à une relation entre la pression partielle artérielle d'oxygène et la fraction d'oxygène inspiré ($[pO_2/FiO_2] < 150$ avec $FiO_2 > 90\%$) et devrait être indiquée quand le risque de mortalité est de 80 % (associé à une relation entre la pression partielle artérielle d'oxygène et la fraction d'oxygène inspiré $[pO_2/FiO_2] < 100$ avec $FiO_2 > 90\%$, malgré des soins optimaux pendant au moins 6 heures).
- Lorsque la rétention de CO_2 sur ventilation mécanique.
- Lorsqu'il y a d'importantes fuites d'air dans la région pulmonaire.
- Lorsqu'il y a besoin d'intubation chez un patient sur une liste d'attente pour transplant de poumon.
- Lors d'un arrêt cardiaque ou respiratoire immédiat.

Un résumé des données (1986 et 2012) diffusé par l'ELSO publié en 2013 concerne l'utilisation de l'ECMO par les centres enregistrés au registre [63].

Selon les résultats obtenus chez des patients adultes, les affections suivantes sont identifiées comme étant les causes de l'insuffisance respiratoire pour lesquelles la VV-ECMO a été indiquée.

Tableau 4 – Utilisation de l'ECMO par les centres enregistrés au registre de l'ELSO, Paden L. et coll. [63]

DIAGNOSTICS	NOMBRE DE CAS	NOMBRE DE SURVIVANTS : CONGÉ DE L'HÔPITAL OU TRANSFERT	SURVIE %
Pneumonie bactérienne	574	352	61
Pneumonie virale	132	85	64
Pneumonie par aspiration	80	51	64
Syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA)	673	340	51
Insuffisance respiratoire aiguë, non SDRA	260	134	52
Autres	1 650	884	54

Le point le plus important à considérer est que l'ECMO soit envisagée uniquement chez patients dont l'issue de la maladie est jugée comme réversible. Ceci passe par un processus d'évaluation de la lésion pulmonaire, l'état général du patient (âge, degré de dysfonction d'organes et réversibilité potentielle, ainsi que l'état neurologique).

Les contre-indications :

- Ventilation mécanique à des conditions élevées pendant sept jours ou plus [58, 60].
- Immunosuppression pharmacologique majeure.
- Hémorragie dans le système nerveux central récente ou en expansion.
- Comorbidité sans possibilité de récupération telle que dommage majeur dans le système nerveux central ou maladie terminale.
- Risque considéré majeur à mesure que l'âge augmente, même s'il n'y a pas de contre-indication spécifique liée à l'âge.
- Ne pas être candidat aux traitements d'anticoagulation.
- Accès vasculaire limité.
- Sepsie systémique grave.

Dans le cas d'affections cardiaques et cardiorespiratoires

Dans ses « lignes directrices cliniques pour l'insuffisance cardiaque chez des patients adultes », l'ELSO recommande les critères suivants pour l'indication de VA-ECMO [64] :

- Considérée quand il y a 50 % de risques de mort et indiquée quand il y a 80 % de risques de mort du patient.
- Une perfusion inadéquate des tissus est manifestée dans la forme d'hypotension et d'un bas débit sanguin, malgré un volume intravasculaire adéquat.
- Le choc cardiogénique persiste, même après l'administration de volume, des inotropes, des vasoconstricteurs et contrepulsion par ballonnet intra-aortique, si approprié.

L'ELSO considère que des causes habituelles de l'insuffisance sont :

- L'infarctus aigu du myocarde.
- La cardiomyopathie périnatale.
- L'insuffisance cardiaque chronique décompensée.
- Le choc post-cardiotomie.
- Le choc septique étant une indication dans certains centres.

Les affections suivantes sont les causes principales de l'insuffisance cardiaque pour laquelle la VA-ECMO est indiquée chez des patients adultes (tableau 5).

Tableau 5 – Affections traitées par ECMO chez les adultes entre 1986 et juin 2012 [63]

DIAGNOSTICS	QUANTITÉ TOTALE DE CAS	QUANTITÉ DE SURVIVANTS AU CONGÉ DE L'HÔPITAL OU AU TRANSFERT	POURCENTAGE DE SURVIVANTS %
Défaut congénital	181	59	33
Choc cardiogénique	379	132	35
Cardiomyopathie	284	132	46
Myocardite	87	57	66
Autres	1508	577	38

Les contre-indications à l'ECMO pour cette population [64] sont :

- L'existence de comorbidités sans possibilité de récupération.
- Plus de cinq minutes entre l'occurrence de l'arrêt cardiaque et le premier essai de réanimation cardiorespiratoire.
- Aucune récupération possible du cœur et n'être pas candidat à une transplantation ou à un dispositif d'aide ventriculaire.
- La dysfonction chronique d'organes.
- La réanimation cardiopulmonaire prolongée sans perfusion des tissus adéquats.
- Des contre-indications relatives : ne pas pouvoir recevoir des traitements d'anticoagulation, l'obésité et l'âge avancé.

4.3.2 American Heart Association pour la réanimation cardiorespiratoire et soins d'urgence cardiovasculaire, 2015 [29] (Mise à jour des lignes directrices basées sur des données probantes)

- L'utilisation de l'ECMO veino-artérielle peut être envisagée chez les patients atteints de myocardite fulminante aiguë, qui sont à risque élevé d'arrêt cardiaque imminent (classe IIb, LOE C-EO).
- L'ECPR peut être envisagée dans le cas d'arrêt cardiaque à l'intérieur de l'hôpital (IHCA) chez les patients pédiatriques ayant reçu un diagnostic (pathologie) cardiaque, en suivant les protocoles existants de l'ECMO, l'expertise et l'équipement (classe IIb, LOE C-LD).

- Pendant l'arrêt cardiorespiratoire, il est raisonnable d'envisager une oxygénation extracorporelle (ECMO) chez les patients ayant un cœur univentriculaire¹⁰, qui ont subi une procédure chirurgicale (classe IIa, LOE B).
- Au cours de l'arrêt cardiorespiratoire, il est raisonnable de considérer l'oxygénation extracorporelle (ECMO) chez les patients qui ont subi l'intervention de Fontan¹¹ (classe IIa, LOE C).
- Dans le cas d'hypertension pulmonaire, l'ECMO peut être bénéfique si elle est introduite au début de la réanimation 2010 (classe IIa, LOE C).

4.4 Coût-efficacité

4.4.1 Revue systématique de Harvey M.J. et coll. 2015 [65]

L'évaluation des coûts liés à l'utilisation de l'ECMO a été réalisée dans un contexte d'hospitalisation aux États-Unis et en dehors des États-Unis pour tous les types d'affection. Les études retracées par les auteurs étaient réparties dans les populations suivantes : trois études chez des adultes, deux chez des adultes et des enfants, cinq en pédiatrie, une en pédiatrie et néonatal et sept en néonatal.

La taille des échantillons variait entre 8 et 8753 patients dépendamment de l'étude retracée. L'ECMO avait été le plus utilisée lors d'affections respiratoires, suivies par les hernies diaphragmatiques congénitales (CDH), et enfin, les affections cardiaques. La plupart des articles (n = 14) incluaient une évaluation rétrospective des coûts. Seules huit études avaient présenté une projection des coûts. Plus de 50 % des études incluses dans l'analyse venaient des États-Unis (10 des 18 retracées), le reste était réparti comme suit : trois du Royaume-Uni, deux de l'Europe continentale, une du Canada, une de Taiwan et une de l'Australie.

L'auteur rapporte que les résultats indiquent une grande variation du coût de l'ECMO, par exemple, aux États-Unis, les coûts étaient les plus élevés pour la CDH, suivie par les affections cardiaques, et les plus bas, pour les maladies liées aux voies respiratoires. En dehors des États-Unis, le coût était le plus élevé pour les affections cardiaques, suivi par les affections respiratoires, et était le plus bas pour la CDH. Par ailleurs, la littérature consultée montre une grande variation dans les estimations des coûts entre les hôpitaux.

Selon l'auteur, de plus amples recherches sont nécessaires pour comprendre sur quelles bases le diagnostic est fait, les conditions d'utilisation ainsi que les multiples ajustements des ressources, selon les cas présentés, afin de déterminer les facteurs liés à cette variation des coûts de cette technologie.

4.4.2 Étude de St-Onge M. et coll. 2014 [66]

Cette analyse, publiée en 2015, incluait des données appliquées au contexte canadien de l'utilisation de l'ECMO cardiaque lors de l'empoisonnement dû à des substances cardiotoxiques. L'objectif était d'estimer le ratio coût-efficacité incrémentiel (ICER)¹² de l'utilisation de VA-ECMO dans des hôpitaux canadiens comparativement à des thérapies conventionnelles.

L'étude rapporte que le coût par année de vie gagnée (LY) était de 145 931 \$/18 LY pour l'VA-ECMO comparativement à 88 450 \$/10 LY pour les thérapies conventionnelles. Ainsi l'ICER de VA-ECMO était de 7185 \$/LY (de 8748 \$/LY si le traitement impliquait seulement des patients en état de choc sévère, et de 5151 \$/LY si le traitement impliquait seulement des patients en arrêt cardiaque). Ce qui veut dire que cette

¹⁰ Malformation cardiaque caractérisée par la présence d'une seule cavité ventriculaire qui est, dans 80 % des cas, un ventricule gauche avec deux valves auriculo-ventriculaires, soit deux entrées ou une seule valve par atésie de l'autre valve.

¹¹ Intervention chirurgicale cardiaque pédiatrique consistant à connecter l'oreillette droite et l'artère pulmonaire par un tube valvulé ou pas, dans certaines cardiopathies congénitales.

¹² L'ICER est exprimé en unités monétaires par unité d'efficacité gagnée pour laquelle l'efficacité est exprimée en années de vie et le coût par patient (exprimé en unités monétaires).

modalité dans ce contexte était rentable. L'analyse de sensibilité à sens unique a démontré que l'ICER a été principalement influencée par la probabilité de survie.

Ce résultat était renforcé par le calcul de probabilité plus pessimiste (survie de 27 % pour arrêt cardiaque et de 39 % pour choc sévère) qui démontre que l'ICER VA-ECMO reste coût-efficace avec une valeur de 34 311 \$/LY.

L'auteur conclut que l'utilisation de VA-ECMO chez des patients adultes atteints d'un choc cardiaque ou d'un arrêt cardiaque provoqué par l'empoisonnement cardiotoxique peut être coût-efficace. Cependant, il mentionne que les limites de l'étude sont nombreuses :

- Les données de survie de patients empoisonnés par substances cardiotoxiques utilisées dans le modèle proviennent d'études européennes qui ont été appliquées à un contexte canadien.
- Les coûts ont été estimés à partir de sources diverses et ne représentent pas les vrais coûts pour les patients.
- Finalement, les estimations des probabilités du modèle ont été basées sur un essai non aléatoire de petite taille ainsi que sur des séries de cas de patients soigneusement sélectionnés.

Il conclut qu'il serait judicieux de dire que si les résultats démontrent un avantage lié à l'utilisation de cette modalité comparativement aux modèles de référence, le contexte dans lequel cette étude a été faite est très particulier et peut ne pas représenter les vrais coûts du traitement de tous les patients ayant recours à une ECMO pour cause d'arrêt cardiaque.

5 DISCUSSION

Malgré le nombre important de publications sur la technologie, on constate qu'il existe peu de données de haute qualité portant sur l'efficacité en ce qui concerne la mortalité. Parmi celles retracées, un nombre encore plus restreint est conçu de façon à rendre possible une comparaison objective, cela en raison des différences dans les processus cliniques suivis, les techniques de l'évaluation de l'efficacité ainsi que la difficulté d'effectuer des études comparatives en raison de la complexité des protocoles d'échantillonnage aléatoire des patients.

En ce qui concerne l'efficacité de l'ECMO chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë (SDRA), les différentes publications consultées rapportent que la qualité de la preuve est faible et que les résultats des études sont contradictoires. En effet, le rapport de NICE [58], dont le rapport est basé essentiellement sur des séries de cas, indique qu'il n'y a aucun avantage clair quant à la mortalité à la suite de l'utilisation de l'ECMO par rapport à la ventilation mécanique ou la « non-utilisation de l'ECMO ». Le rapport de l'ACMTS [60], basé sur une revue systématique (avec études à répartition aléatoire et études observationnelles), trois études observationnelles et un guide de pratique, invoque la contradiction des résultats publiés et le manque d'avantage clair sur la mortalité avec l'utilisation de l'ECMO par rapport à la ventilation mécanique ou par rapport aux soins standards. Pourtant, les auteurs affirment que si seulement les études évaluées comme étant de bonne qualité (essais hasardisés et quasi-hasardisés avec un faible risque de biais) étaient considérées, on noterait une baisse significative de la mortalité avec la VV-ECMO par rapport à la ventilation mécanique. Ce même rapport révèle que les saignements sont considérablement supérieurs avec l'ECMO par rapport à la ventilation mécanique et, qu'en plus, il existe peu d'information concernant les autres effets indésirables.

Tamm 2015 [39], dont l'objectif initial était de réaliser une méta-analyse des données disponibles au sujet de l'ECMO respiratoire et cardiaque, n'a réussi à retracer que quatre essais cliniques contrôlés aléatoires portant sur cette technologie dans le contexte de la prise en charge des affections respiratoires et aucun essai clinique contrôlé à répartition aléatoire dans le cadre des affections cardiaques dans les 40 dernières années.

Au final, l'hétérogénéité des données trouvées, due aux variations dans les procédures cliniques ainsi qu'aux changements dans la technologie à travers le temps, n'a pas permis de réaliser la méta-analyse. Ce qu'il en

sort est qu'un des quatre essais montre une amélioration du taux de survie à six mois, mais une mortalité, toutes causes confondues, non significative à ou avant six mois tandis que les trois essais restants sont peu concluants et n'ont pas trouvé une différence dans la mortalité, toutes causes confondues, entre le groupe contrôle et le groupe de l'intervention. Ils considèrent que jusqu'à la publication de nouvelles évidences qui permettraient une comparaison des données, l'utilisation de l'ECMO chez les patients adultes atteints d'une insuffisance respiratoire reste peu concluante.

Les guides de pratique fondé sur des preuves recommandent que, chez l'adulte, la procédure soit effectuée par des équipes cliniques ayant une formation et une expertise établies [58, 60]. La prise de décision doit être faite selon le cas qui se présente par une équipe multidisciplinaire. Le sevrage de l'ECMO doit être déterminé sur la base de vérification quotidienne de critères indicatifs de récupération, enfin, une unité de soins intensifs expérimentée doit étroitement surveiller et inspecter le dispositif en place afin d'intervenir en cas de complications.

Dans le cas de patients adultes présentant une insuffisance cardiaque aiguë, selon les publications retracées et malgré le fait qu'il n'existe à l'heure actuelle aucune étude comparative à répartition aléatoire, NICE, l'ACMTS et Cheng 2014 estiment, à la suite de l'analyse des données publiées, que la preuve de l'efficacité de l'ECMO est adéquate. De plus, une revue systématique avec des études utilisant les données des registres [59] a démontré que la mortalité hospitalière était de 54 % chez les patients cardiaques adultes recevant l'ECMO.

Par contre, bien que l'ECMO puisse améliorer la survie des patients atteints d'une maladie cardiaque avancée, la morbidité associée à cette intervention reste importante; parmi celles-ci, les complications neurologiques, l'ischémie ou le syndrome de loge, l'amputation du membre inférieur ainsi que des lésions rénales aiguës [44].

Par ailleurs, les publications s'accordent pour dire qu'il y a un manque d'études comparatives impliquant une comparaison directe entre ce type de dispositif et un dispositif d'assistance ventriculaire conventionnel, et qu'il existe une incertitude au sujet de la catégorie des patients susceptibles de bénéficier de cette procédure, due au fait que la preuve sur la sécurité montre une incidence élevée de complications graves [39, 44, 45, 53, 61].

Finalement, en ce qui concerne l'ECPR à l'intérieur de l'hôpital (à la suite du transport de la victime par le système d'urgence et la mise en place de l'ECLS dans un hôpital avoisinant le lieu de l'accident), dans son résumé de littérature scientifique disponible sur le sujet, le CEDIT conclut que la technique de l'ECPR est efficace dans la mesure où les premiers gestes de réanimation de la victime d'arrêt cardiaque sont entrepris immédiatement par le témoin de l'accident et que le patient est mis sous ECMO dans un laps de temps ne dépassant pas les 60 minutes [46]. Selon ce rapport, la diminution du temps de démarrage de l'ECMO est associée à des résultats plus favorables pour le patient. En effet, le CEDIT indique qu'une étude japonaise a démontré que les chances de survie avec état neurologique favorable chez les patients présentant un arrêt cardiaque réfractaire sont multipliées par trois si l'ECPR est introduite dans les 30 premières minutes [52].

Par contre, si l'ECLS est utilisée à l'extérieur de l'hôpital, donc sur le lieu de l'accident, les données ne sont pas, à l'heure actuelle, suffisantes pour émettre des conclusions claires. Il est à noter que, dans le cas des arrêts cardiaques préhospitaliers pour lesquels le patient a été transféré sur le lieu de référence, l'efficacité de l'intervention repose principalement sur le temps écoulé entre l'arrêt cardiaque, les premiers gestes de réanimation et l'utilisation du dispositif. Ce qui soulève, dans ce cas, le problème des différents obstacles organisationnels, techniques et surtout éthiques lors de l'utilisation de cette technologie en dehors de l'hôpital [25, 29, 45, 47, 49-51]. Le rapport mentionne aussi qu'un essai clinique contrôlé au hasard est actuellement en cours (France) avec la contribution du SAMU. Cet essai, d'une durée de trois ans, a pour objectif de démontrer les avantages du traitement des arrêts cardiaques par l'ECPR avec une intervention sur place (lieu de l'accident) en dehors de l'hôpital. Le résultat attendu par les spécialistes est une augmentation de 5 % et 20 % du taux de survie pour les arrêts cardiaques réfractaires (c'est-à-dire, l'absence de reprise d'activité circulatoire spontanée après 30 minutes) avec de bons pronostics neurologiques [46].

Dans une récente étude prospective incluant une population fictive de patients ayant subi un arrêt cardiaque non traumatique [45], dans le contexte canadien pour une région de 500 km² (Vancouver et ses alentours) avec une population d'un million d'habitants, dotée de quatre hôpitaux référents affiliés à l'Université de la

Colombie-Britannique (*The University of British Columbia*), l'auteur rapporte que l'analyse a révélé que, dans 10 % de cas d'arrêts cardiaques traités par les modalités conventionnelles répondant aux critères de sélection et dans environ un tiers d'entre eux (soit en moyenne 12 patients par année), l'arrêt cardiaque était réfractaire aux manœuvres habituelles de réanimation cardiorespiratoire. Il conclut que l'intégration d'un programme avec l'ECMO dans un système existant peut avoir un effet certes modeste, mais important sur le plan clinique chez cette catégorie de patients [25, 29, 45].

L'analyse coût-efficacité la plus récente a été faite par St-Onge et al. en 2015 [66]. C'est une analyse coût-efficacité avec une perspective sociétale, avec des données appliquées au contexte canadien. Cette analyse est spécifique à l'utilisation de l'ECMO cardiaque lors de l'empoisonnement dû à des substances cardiotoxiques.

L'analyse démontre que la VA-ECMO était rentable par rapport aux mesures de prise en charge conventionnelles pour cette population. Cependant, l'étude présente de nombreuses limites :

- Les données de survie de patients utilisés dans le modèle proviennent d'études européennes qui ont été appliquées à un contexte canadien.
- Les coûts ont été estimés à partir de sources diverses et ne représentent pas les vrais coûts pour les patients.
- Les estimations des probabilités du modèle ont été basées sur un essai non-hasardisé de petite taille ainsi que sur des séries de cas de patients soigneusement sélectionnés.

Dans ce cas, il serait approprié de dire que, si les résultats démontrent un avantage lié à l'utilisation de cette modalité comparativement aux modèles de référence, le contexte dans lequel l'analyse a été faite est très particulier et peut ne pas représenter les vrais coûts du traitement pour tous les patients ayant eu recours à une ECMO pour cause d'arrêt cardiaque.

6 AU CHUM

Le Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) offre ses services à environ un demi-million de patients adultes provenant principalement de l'agglomération montréalaise, mais accueille également des patients de partout au Québec. Membre du Réseau universitaire intégré de santé de l'Université de Montréal, avec ses partenaires, le CHUM offre des services de santé dans six régions du Québec qui englobent 41 % de la population de la province.

Le CHUM reçoit entre cinq et huit patients par an, traités par ECMO. De plus, à la suite de l'unification des services offerts dans les trois hôpitaux principaux du CHUM, les spécialistes du nouveau CHUM prévoient avoir entre 15 et 20 cas d'ECMO par an. L'objectif est de faire du nouveau CHUM le centre régional d'expertise en prise en charge de l'insuffisance respiratoire aiguë, ce qui implique :

- Des soins avancés, parmi lesquels on retrouve l'expertise en ECMO.
- Des services de transport, où l'idée est de déplacer l'équipe du CHUM vers le patient pour l'évaluer et le transporter, avec la possibilité d'installer l'ECMO sur place si nécessaire.
- De l'enseignement.
- De la recherche.

Bien que le CHUM soit déjà doté de deux appareils d'ECMO¹³, il est à noter que, dans la base de données de l'*Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)* - un organisme à but non lucratif dont la mission principale est de maintenir un registre de l'utilisation de l'ECMO dans les centres actifs enregistrés - il n'y a que quatre hôpitaux inscrits au Québec [ELSO, 2015 #87], dont trois à Montréal : le CHUM, l'Hôpital Sainte-Justine et

¹³ Selon les données fournies par les spécialistes du CHUM.

l'Hôpital de Montréal pour enfants, et un à Québec : le Centre Mère-Enfant du Centre hospitalier universitaire de Québec. Ce qui ferait du CHUM le seul centre de référence de l'ECMO pour les patients adultes.

7 CONCLUSION

En général, les auteurs s'entendent pour dire que les données scientifiques disponibles ne sont pas assez concluantes pour soutenir l'utilisation de l'ECMO dans les cas de défaillance respiratoire aiguë et restent modestes dans le cadre de l'arrêt cardiaque.

Les complications et les effets secondaires graves liés à l'utilisation de cette technologie justifient l'implication d'une équipe d'urgentistes, de cliniciens et de perfusionnistes ayant la formation et l'expertise nécessaires.

En ce qui concerne l'utilisation de l'ECPR préhospitalière ou extrahospitalière, les données ne sont pas, à l'heure actuelle, suffisantes pour émettre des conclusions claires. L'essai clinique contrôlé hasardisé en cours permettra d'avoir une vue plus claire concernant la place que pourrait occuper ces dispositifs dans le cadre de la prise en charge des arrêts cardiaques.

Enfin, les progrès que connaît la technologie ainsi que les études en cours pourraient permettre de clarifier la place que pourrait occuper cette technologie et dans quel contexte elle pourrait être la plus utile.

8 RECOMMANDATIONS

À la lumière des données actuelles, les conclusions de cette recherche sont les suivantes :

- Dans des situations d'urgence, l'ECMO pourrait représenter une assistance circulatoire de premier choix pour le choc cardiogénique réfractaire si les médecins urgentistes, cardiologues et intensivités réussissent à réagir rapidement.
- Il est indispensable de diriger le patient le plus rapidement possible vers un centre de référence dans le but de réduire la morbidité et la mortalité liées à la pathologie initiale.
- L'ECMO est une procédure effractive et en tant que telle est associée à des effets indésirables inhérents. Il est nécessaire qu'elle soit effectuée par une équipe multidisciplinaire dont la formation et l'expertise sont appropriées.
- En attendant les résultats de l'étude à répartition aléatoire en cours, les paramètres organisationnels, éthiques et économiques de l'utilisation d'une unité d'assistance mobile sur le lieu de l'accident restent à déterminer.
- L'utilisation d'une VV-ECMO dans le cadre de la SDRA doit être évaluée grâce à des études cliniques prospectives et réparties au hasard où une stratégie de ventilation mécanique optimisée serait utilisée.
- Des études coût-efficacité chez l'adulte sont nécessaires.

9 RÉFÉRENCES

1. Brindley, P.G., D. Cave, and L. Lequier, Best evidence in critical care medicine. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in severe adult respiratory distress syndrome. *Can J Anaesth*, 2010. 57(3): p. 273-5.
2. Butt, W. and G. MacLaren, Concepts from paediatric extracorporeal membrane oxygenation for adult intensivists. *Ann Intensive Care*, 2016. 6(1): p. 20.
3. Rastan, A.J., et al., Early and late outcomes of 517 consecutive adult patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postcardiotomy cardiogenic shock. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010. 139(2): p. 302-11, 311 e1.
4. Parhar, K., et al., Extracorporeal membrane oxygenation for the treatment of adult sickle cell acute chest syndrome. *Perfusion*, 2016. 31(3): p. 262-5.
5. Vaja, R., et al., Five-year experience with mobile adult extracorporeal membrane oxygenation in a tertiary referral center. *J Crit Care*, 2015. 30(6): p. 1195-8.
6. Allen, S., et al., A review of the fundamental principles and evidence base in the use of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in critically ill adult patients. *J Intensive Care Med*, 2011. 26(1): p. 13-26.
7. Barrett, C.S. and R.R. Thiagarajan, Teaching extracorporeal membrane oxygenation to adult intensive care providers. *Pediatr Crit Care Med*, 2011. 12(4): p. 476-7.
8. Park, P.K., L.M. Napolitano, and R.H. Bartlett, Extracorporeal membrane oxygenation in adult acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Clin*, 2011. 27(3): p. 627-46.
9. Terragni, P., C. Faggiano, and V.M. Ranieri, Extracorporeal membrane oxygenation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care*, 2014. 20(1): p. 86-91.
10. Pellegrino, V., L.E. Hockings, and A. Davies, Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation for adult cardiovascular failure. *Curr Opin Crit Care*, 2014. 20(5): p. 484-92.
11. Bakhtiary, F., et al., Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock: clinical experiences in 45 adult patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2008. 135(2): p. 382-8.
12. Li, J., et al., Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in adult patients: predictors of mortality. *Perfusion*, 2009. 24(4): p. 225-30.
13. Pagani, F.D., et al., The use of extracorporeal life support in adult patients with primary cardiac failure as a bridge to implantable left ventricular assist device. *Ann Thorac Surg*, 2001. 71(3 Suppl): p. S77-81; discussion S82-5.
14. Choi, N.K., et al., Intensive pulmonary support using extracorporeal membrane oxygenation in adult patients undergoing liver transplantation. *Hepatogastroenterology*, 2012. 59(116): p. 1189-93.
15. Hsu, P.S., et al., Extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock after cardiac surgery: predictors of early mortality and outcome from 51 adult patients. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010. 37(2): p. 328-33.
16. Wang, J., et al., Early and intermediate results of rescue extracorporeal membrane oxygenation in adult cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg*, 2009. 88(6): p. 1897-903.
17. Kim, H., et al., Efficacy of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in acute myocardial infarction with cardiogenic shock. *Resuscitation*, 2012. 83(8): p. 971-5.
18. ELSO, Guidelines for Adult Respiratory Failure. Version 1.3 ed: Extracorporeal Life Support Organization; 2013. p. 10.
19. Bharat, A., D.T. Pham, and S.M. Prasad, Ambulatory Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Surgical Innovation for Adult Respiratory Distress Syndrome. *JAMA Surg*, 2016.

- 20 Klinzing, S., et al., External validation of scores proposed for estimation of survival probability of patients with severe adult respiratory distress syndrome undergoing extracorporeal membrane oxygenation therapy: a retrospective study. *Crit Care*, 2015. 19: p. 142.
- 21 Rasheed, A., R. Leanage, and R.K. Firmin, Marked coronary artery dilation in a young adult requiring extracorporeal membrane oxygenation support for adult respiratory distress syndrome due to Kawasaki disease. *BMJ Case Rep*, 2009. 2009.
- 22 Chalwin, R.P., J.L. Moran, and P.L. Graham, The role of extracorporeal membrane oxygenation for treatment of the adult respiratory distress syndrome: review and quantitative analysis. *Anaesth Intensive Care*, 2008. 36(2): p. 152-61.
- 23 Chou, N.K., et al., Application of extracorporeal membrane oxygenation in adult burn patients. *Artif Organs*, 2001. 25(8): p. 622-6.
- 24 Hermans, G., et al., Extracorporeal membrane oxygenation: experience in an adult medical ICU. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2007. 55(4): p. 223-8.
- 25 Grunau, B., et al., Relationship between Time-to-ROSC and Survival in Out-of-hospital Cardiac Arrest EPCR Candidates: When is the Best Time to Consider Transport to Hospital? *Prehosp Emerg Care*, 2016: p. 1-8.
- 26 Prodhan, P., et al., Outcomes after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) following refractory pediatric cardiac arrest in the intensive care unit. *Resuscitation*, 2009. 80(10): p. 1124-9.
- 27 Teschendorf, P. and M. Bernhard, A bridge to life: ECPR who, when, where and why? *Resuscitation*, 2014. 85(6): p. 709-10.
- 28 Yagi, T., et al., Changes of cerebral oxygen metabolism and hemodynamics during ECPR with hypothermia measured by near-infrared spectroscopy: a pilot study. *Adv Exp Med Biol*, 2013. 789: p. 121-8.
- 29 Kleinman, M.E., et al., Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 2015. 132(18 Suppl 2): p. S414-35.
- 30 <http://www.fmcoeur.qc.ca/site/c.kplQKVOxFoG/b.3669917/k.9F47/Statistiques.htm>, F.d.m.d.c.
- 31 Muralidharan, R., et al., The challenges with brain death determination in adult patients on extracorporeal membrane oxygenation. *Neurocrit Care*, 2011. 14(3): p. 423-6.
- 32 MacLaren, G., A. Combes, and R.H. Bartlett, Contemporary extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory failure: life support in the new era. *Intensive Care Med*, 2012. 38(2): p. 210-20.
- 33 Esper, S.A., et al., Extracorporeal membrane oxygenation in the adult: a review of anticoagulation monitoring and transfusion. *Anesth Analg*, 2014. 118(4): p. 731-43.
- 34 Gabel, E., et al., Successful use of extracorporeal membrane oxygenation in an adult patient with toxic shock-induced heart failure. *J Intensive Care Med*, 2015. 30(2): p. 115-8.
- 35 Hastings, S.L., et al., Survey of adult extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) practice and attitudes among Australian and New Zealand intensivists. *Crit Care Resusc*, 2008. 10(1): p. 46.
- 36 Hahne, K., et al., Cannula-related infection in adult medical intensive care unit patients undergoing extracorporeal life support and extracorporeal membrane oxygenation. *J Hosp Infect*, 2015. 91(4): p. 372-4.
- 37 Shea, B.J., et al., External validation of a measurement tool to assess systematic reviews (AMSTAR). *PLoS One*, 2007. 2(12): p. e1350.
- 38 Shea, B.J., et al., Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol*, 2007. 7: p. 10.
- 39 Tramm, R., et al., Extracorporeal membrane oxygenation for critically ill adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015. 1: p. CD010381.

- 40 Bein, T., et al., Lower tidal volume strategy (approximately 3 ml/kg) combined with extracorporeal CO2 removal versus 'conventional' protective ventilation (6 ml/kg) in severe ARDS: the prospective randomized Xtravent-study. *Intensive Care Med*, 2013. 39(5): p. 847-56.
- 41 Peek, G.J., et al., Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, 2009. 374(9698): p. 1351-63.
- 42 Zapol, W.M., et al., Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure. A randomized prospective study. *JAMA*, 1979. 242(20): p. 2193-6.
- 43 Morris, A.H., et al., Randomized clinical trial of pressure-controlled inverse ratio ventilation and extracorporeal CO2 removal for adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994. 149(2 Pt 1): p. 295-305.
- 44 Cheng, R., et al., Complications of extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis of 1,866 adult patients. *Ann Thorac Surg*, 2014. 97(2): p. 610-6.
- 45 Grunau, B., et al., Potential Candidates for a Structured Canadian ECPR Program for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *CJEM*, 2016: p. 1-8.
- 46 Barna CA, C.E., Fahlgren B,Guillevin PL. , Intérêt des dispositifs d'oxygénation extracorporelle par membrane (ECMO) pour la prise en charge pré-hospitalière de l'arrêt cardiaque. Comité d'Evaluation et de Diffusion des Innovations Technologiques, 2015 June 2015.
- 47 Avalli, L., et al., Favourable survival of in-hospital compared to out-of-hospital refractory cardiac arrest patients treated with extracorporeal membrane oxygenation: an Italian tertiary care centre experience. *Resuscitation*, 2012. 83(5): p. 579-83.
- 48 Lamhaut, L., et al., Safety and feasibility of prehospital extra corporeal life support implementation by non-surgeons for out-of-hospital refractory cardiac arrest. *Resuscitation*, 2013. 84(11): p. 1525-9.
- 49 Leick, J., et al., Door-to-implantation time of extracorporeal life support systems predicts mortality in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Clin Res Cardiol*, 2013. 102(9): p. 661-9.
- 50 Stub, D., et al., Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial). *Resuscitation*, 2015. 86: p. 88-94.
- 51 Wang, C.H., et al., Improved outcome of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest--a comparison with that for extracorporeal rescue for in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2014. 85(9): p. 1219-24.
- 52 Maekawa, K., et al., Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin: a propensity-matched study and predictor analysis. *Crit Care Med*, 2013. 41(5): p. 1186-96.
- 53 CADTH, Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiac Failure: A Review of the Clinical Effectiveness and Guidelines. Canadian Center for Drugs and Technologies in Health, 2014 11 December 2014.
- 54 Munshi, L., et al., Extracorporeal life support for acute respiratory failure. A systematic review and metaanalysis. *Ann Am Thorac Soc*, 2014. 11(5): p. 802-10.
- 55 Noah, M.A., et al., Referral to an extracorporeal membrane oxygenation center and mortality among patients with severe 2009 influenza A(H1N1). *JAMA*, 2011. 306(15): p. 1659-68.
- 56 Pham, T., et al., Extracorporeal membrane oxygenation for pandemic influenza A(H1N1)-induced acute respiratory distress syndrome: a cohort study and propensity-matched analysis. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013. 187(3): p. 276-85.
- 57 Roch, A., et al., Extracorporeal membrane oxygenation for severe influenza A (H1N1) acute respiratory distress syndrome: a prospective observational comparative study. *Intensive Care Med*, 2010. 36(11): p. 1899-905.

- 58 NICE, Interventional procedure overview of extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory failure in adults: Treating severe acute respiratory failure using an artificial 'lung' to oxygenate the blood outside the body. National Institute for Health and Clinical Excellence, 2010 May 2010.
- 59 Almond CS, S.T., Gauvreau K, Piercey GE, Fynn-Thompson F, Rycus PT, et al. . *Circulation* [Internet]. 2011 Jun 28 [cited 2014 Nov 18];123(25):2975-84., Extracorporeal membrane oxygenation for bridge to heart transplantation among children in the United States: analysis of data from the Organ Procurement and Transplant Network and Extracorporeal Life Support Organization Registry.
- 60 CADTH, Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Failure: A Review of the Clinical Effectiveness and Guidelines. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health, 2014 15 December 2014.
- 61 NICE, Interventional procedure overview of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for acute heart failure in adults. National Institute For Health And Care Excellence, 2013 March 2013.
- 62 Organization, E.L.S., ECLS registry report. International summary [Internet]. Ann Arbor (MI): The Organization; 2014 Jan. [cited 2014 Dec 10]. Available from: <https://www.else.org/Registry/Statistics/InternationalSummary.aspx>.
- 63 Paden ML, C.S., Rycus PT, Thiagarajan RR, Extracorporeal life support organization registry report 2012. *ASAIO journal*. 2013;59(3):202-10.
- 64 ELSO, General Guidelines for all ECLS Cases. December 2013 ed 2013. p. 24.
- 65 Harvey, M.J., M.G. Gaies, and L.A. Prosser, U.S. and International In-Hospital Costs of Extracorporeal Membrane Oxygenation: a Systematic Review. *Appl Health Econ Health Policy*, 2015. 13(4): p. 341-57.
- 66 St-Onge, M., et al., Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for patients in shock or cardiac arrest secondary to cardiotoxicant poisoning: a cost-effectiveness analysis. *J Crit Care*, 2015. 30(2): p. 437 e7-14.

ANNEXES

ANNEXE 1 – STRATÉGIES DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE

SOURCES	STRATÉGIES DE RECHERCHE	FILTRES/LIMITES
Medline (via PubMed)	((ecmo or "extracorporeal membrane oxygenation" or "extracorporeal life support" or "extracorporeal cardiopulmonary resuscitation" or ecpr) and ("cardiac failure" or "heart failure" or "respiratory failure"))	<i>Types d'article</i> : comparative studies; evaluation studies; government publications; guideline; meta-analysis; practice guideline; systematic reviews <i>Date de publication</i> : 2005/01/01 – 2015/10/22 <i>Âge</i> : adult : 19+ years <i>Langues</i> : english, french, spanish
Cochrane Library	ecmo or "extracorporeal membrane oxygenation" or "extracorporeal life support" or "extracorporeal cardiopulmonary resuscitation" or ecpr or "e-cpr"	<i>Date de publication</i> : 2005-2015 <i>Dans</i> : Cochrane Reviews (reviews and protocols), reviews, technology assessments, economic evaluations
CRD	(extracorporeal membrane oxygenation OR extracorporeal life support or ecmo or extracorporeal cardiopulmonary resuscitation OR ecpr or e-cpr) NOT ((infant or infants or paediatric or paediatrics or pediatric or pediatrics or newborn or newborns or children or child or babies or baby or neonate or neonates)):TI	<i>Date de publication</i> : 2005/01/01 – 2015/10/22

SOURCES	STRATÉGIES DE RECHERCHE	FILTRES/LIMITES
ACMTS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extracorporeal membrane oxygenation ▪ Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation ▪ ECMO ▪ ECPR ▪ E-CPR 	<i>Date de publication</i> : 2005-2015
CEDIT	oxygénation extracorporelle par membrane	<i>Filtre</i> : évaluation des technologies de santé; avis et évaluations
NICE	ecmo/extracorporeal membrane oxygenation/extracorporeal life support/ecls	

ANNEXE 2 – RÉFÉRENCES DES ÉTUDES EN COURS

NCT01470703 {unpublished data only}

NCT01470703. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome (EOLIA). <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01470703> (accessed 18 August 2014). [NCT01470703]

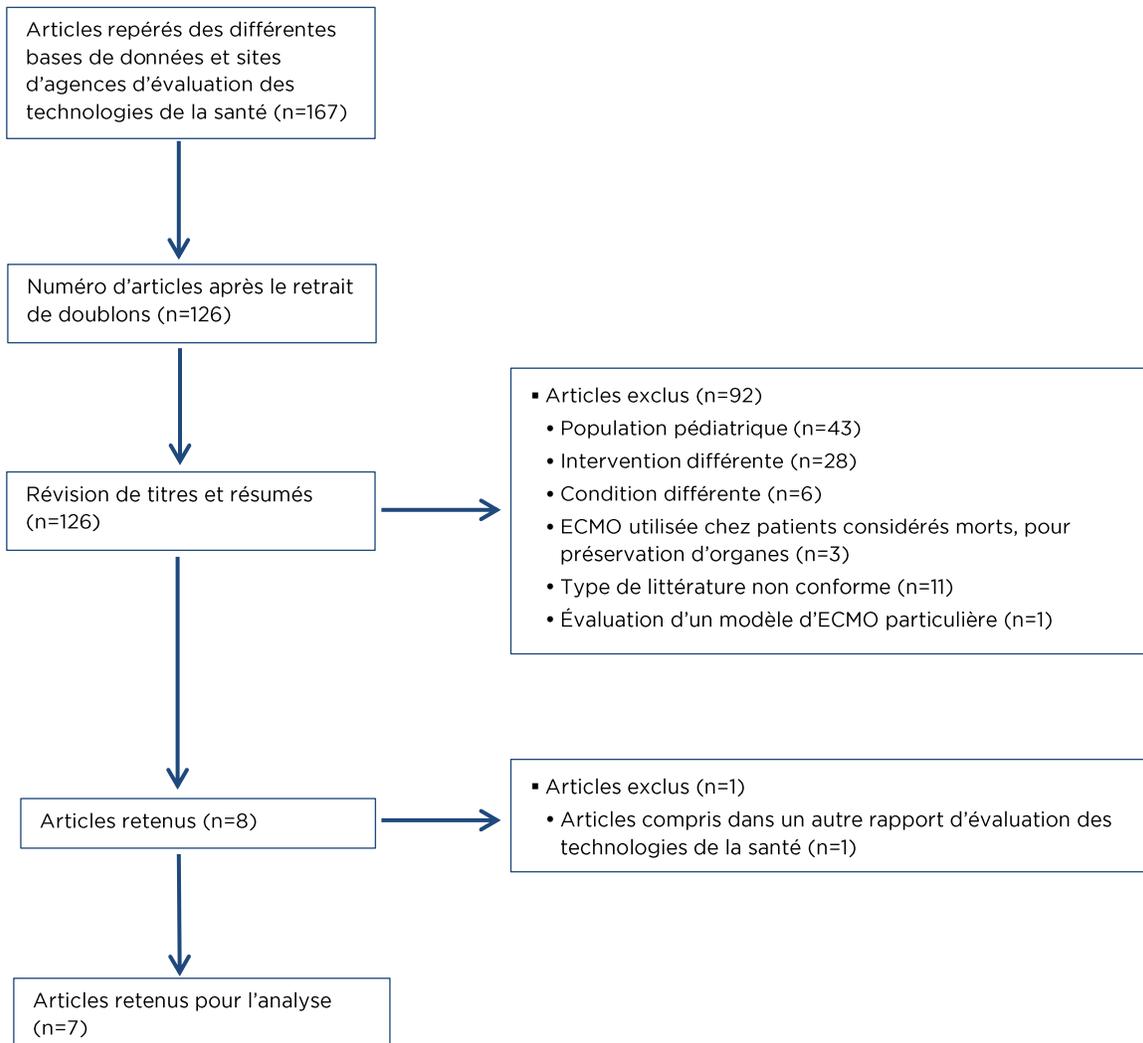
NCT01511666 {unpublished data only}

NCT01511666. Hyperinvasive approach in cardiac arrest. <http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01511666> (accessed 18 August 2014). [NCT01511666]

NCT01605409 {unpublished data only}

NCT01605409. Emergency cardiopulmonary bypass for cardiac arrest (ECPB4OHCA)
<http://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT01605409> (accessed 18 August 2014). [NCT01605409]

ANNEXE 3 – DIAGRAMME DE SÉLECTION D'ARTICLES



ANNEXE 4 – LISTE DES ÉTUDES INCLUSES

AUTEUR, DATE DE PUBLICATION, PAYS DE PUBLICATION, PÉRIODE COMPRISE	TOTAL D'ÉTUDES INCLUSES	TOTAL DE PATIENTS INCLUS	PATIENTS QUI ONT REÇU ECMO	MALADIE DIAGNOSTIQUÉE (NOMBRE ET % DE PATIENTS)	COMORBIDITÉS	ÂGES DES PATIENTS (MOYENNE, VARIATION)	SEXE DES PATIENTS	DURÉE D'ECMO	TEMPS AVANT DÉMARRAGE D'ECMO	DURÉE TOTALE DE SÉJOUR AUX SOINS INTENSIFS	DURÉE TOTALE DE SÉJOUR À L'HÔPITAL	SURVIE AU CONGÉ DE L'HÔPITAL	MORTALITÉ POUR PATIENTS SOUS ECMO	COMPLICATIONS LIÉES À L'ECMO
ECMO CARDIAQUE														
Cheng R., 2014 États-Unis Janvier 2000 - novembre 2012	20	1866	815 (43,68%)	CCPC=1182 (63,64%) IAM=27 (1,45%) AC=77 (4,13%) M=582 (31,19%)	NR	57,25 [47 - 66,6]	Ho=70,4%	114,03 heures	NR	NR	NR	534 patients d'un total de 1529, varie de 20,8% - 65,4%***	NR	IMC=16,9%, varie de 12,5% - 22,6% FSL=10,3%, varie de 7,3% - 14,5% AMC=4,7%, varie de 2,3% - 9,3% AVC=5,9%, varie de 4,2% - 8,3% CN=13,3%, varie de 9,9% - 17,7% LR=55,6%, varie de 35,5% - 74% H=40,8%, varie de 26,8% - 56,6% I=30,4%, varie de 19,5% - 44%
St-Onge M.* 2014 Canada ND	NR	1	NR	AC=22% ⁺ CS=78% ⁺	NR	NR	NR	NR	NR	20 jours pour patients sous ECMO 13 jours pour patients	27 jours pour patients sous ECMO 20 jours pour patients	100%	0%	DC=4% - 17% H=14% - 36% I=10% - 21% AMC=19% - 21% Th=1% - 22%

AUTEUR, DATE DE PUBLICATION, PAYS DE PUBLICATION, PÉRIODE COMPRISE	TOTAL D'ÉTUDES INCLUSES	TOTAL DE PATIENTS INCLUS	PATIENTS QUI ONT REÇU ECMO	MALADIE DIAGNOSTIQUÉE (NOMBRE ET % DE PATIENTS)	COMORBIDITÉS	ÂGES DES PATIENTS (MOYENNE, VARIATION)	SEXE DES PATIENTS	DURÉE D'ECMO	TEMPS AVANT DÉMARRAGE D'ECMO	DURÉE TOTALE DE SÉJOUR AUX SOINS INTENSIFS	DURÉE TOTALE DE SÉJOUR À L'HÔPITAL	SURVIE AU CONGÉ DE L'HÔPITAL	MORTALITÉ POUR PATIENTS SOUS ECMO	COMPLICATIONS LIÉES À L'ECMO
										sans ECMO	sans ECMO			
ECMO RESPIRATOIRE														
Zangrillo A., 2013 Italie jusqu'à janvier 2, 2012	8	1357	266 (19,6%)	IC=433 (31,91%) ICS=924 (68,09%)	O=39% DS=11% ABPCO=11% PP=20%**	36 [31-45]**	Ho=43%**	10 jours**	2 jours**	25 jours**	37 jours**	NR	30,25%**	NR

ND : non rapporté

Abréviations des maladies diagnostiquées

AC : arrêt cardiaque
CS : choc sévère
CCPC : choc cardiogène postcardiotomie
IC : influenza H1N1 confirmée
ICS : influenza confirmée ou suspectée
M : mélange
IAM : infarctus aigu du myocarde

Abréviations des complications

AMC : amputation du membre canulé
AVC : accident vasculaire cérébral
CN : complications neurologiques
DC : défaillance du circuit
FSL : fasciotomie ou syndrome de loge
H : hémorragie
I : infections
IMC : ischémie du membre canulé
LR : lésion rénale
Th : thrombose (embolie pulmonaire, thrombose veineuse profonde ou AVC)

Abréviations des comorbidités

ABPCO : asthme ou bronchopneumopathie chronique obstructive

DS : diabète sucré

O : obésité

PP : patiente périnatale

Abréviations de sexe des patients

Ho : homme

* Valeurs utilisées dans l'étude de St-Onge ont été des estimations, des suppositions ou de l'information obtenues de bases de données

** Médiane

*** Patients d'ECMO et non-ECMO

+ Probabilité d'occurrence

ANNEXE 5 – RÉSULTATS RAPPORTÉS PAR L'ACMTS CONCERNANT L'ECMO RESPIRATOIRE ET CARDIAQUE

L'ECMO pour les affections respiratoires

RÉSULTATS	MUNSHI 2014 (RS)	GUIRAND 2014 (ÉNR)	WEBER-CARSTENS 2013 (ÉNR)	GREEN 1996 (ÉNR)
Mortalité ECMO vs VM	RR 1,02 95 % IC 0,79 à 1,33	NR	54 % vs 20 % p<0,001	26,4 % vs 47,2 % p<0,01
Survie ECMO vs VM	NR	64,7 % vs 23,5 % p=0,01	NR	NR
Toute complication ECMO vs VM	NR	94 % vs 94 % p=1	NR	NR
Complications hémorragiques ECMO vs VM	RR 11,44 95 % IC 3,11 à 42,06	18 % vs 0 % p=0,227	NR	NR

L'ECMO pour les affections cardiaques

RÉSULTATS	MUNSHI 2014 (RS)	GUIRAND 2014 (ÉNR)	WEBER-CARSTENS 2013 (ÉNR)	GREEN 1996 (ÉNR)
Mortalité ECMO vs VM	RR 1,02 95 % IC 0,79 à 1,33	NR	54 % vs 20 % p<0,001	26,4 % vs 47,2 % p<0,01
Survie ECMO vs VM	NR	64,7 % vs 23,5 % p=0,01	NR	NR
Toute complication ECMO vs VM	NR	94 % vs 94 % p=1	NR	NR
Complications hémorragiques ECMO vs VM	RR 11,44 95 % IC 3,11 à 42,06	18 % vs 0 % p=0,227	NR	NR

IC : intervalle de confiance
 ÉNR : étude non hasardisée
 NR : non rapporté
 P : valeur P
 RR : risque relatif
 RS : revue systématique
 VM : ventilation mécanique

ANNEXE 6 – PRINCIPALES COMPLICATIONS CITÉES DANS LA LITTÉRATURE RELATIVEMENT AUX DEUX MODALITÉS D’ECMO

PRÉVALENCE %									
COMPLICATIONS	PADEN 2013	CADTH 2014 (R)	NICE 2010) (R)	CADTH 2014 [#49] (C)	NICE 2013 (C)	BRODIE 2011	ONTARIO HQ 2010	ELSO 2013	CHENG 2014 (C)
Saignement majeur/hémorragie (dans les sites de canulation, du champ opératoire, du tube digestif, hémorragie intracrânienne, hémorragie pulmonaire)	(c) 55,9 (r) 41,5	18 p=0,227	1: NR 2: 6,4 3: 54 4: 42 p<0,00 5: 41	PNR	1: 67 2: 10 3: 53 4: 32 5: 39 6: NR	53	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	PNR	41 p<0,001
Problèmes mécaniques avec le dispositif (panne de l’oxygénateur, déchirure des tubes, panne de pompe, problèmes avec les canules)	(c) 20,4 (r) 26,2	NR	1: NR 2: 4,8 3: NR 4: 35 p=0,00 5: 48	NR	1: 22 2: NR 3: 64 4: NR 5: NR 6: NR	33,8	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	NR	NR
Domages causés par la ventilation mécanique	NR	18 p=0,227	1: NR 2: NR 3: NR 4: 14 p=0,00 5: 22	NR	1: NR 2: NR 3: 3 4: 49 5: NR	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR	NR	NR
					6: NR		6: NR 7: NR		
Infections (dans le site de canulation, des voies respiratoires)	NR	NR	1: NR 2: 1,6 3: 62 4: NR 5: 38	PNR	1: 24 2: NR 3: 21 4: 17 5: 14 6: 17	21	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	PNR	30 p<0,001

PRÉVALENCE %

COMPLICATIONS	PADEN 2013	CADTH 2014 (R)	NICE 2010) (R)	CADTH 2014 [#49] (C)	NICE 2013 (C)	BRODIE 2011	ONTARIO HQ 2010	ELSO 2013	CHENG 2014 (C)
Insuffisance rénale	NR	94	1: NR 2: NR 3: NR 4: 78 p=0,00 5: 54	PNR	1: 58 2: NR 3: 38 p=0,00 4: 60 5: 8 6: 32	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	PNR	51 p<0,001
Formation de caillots dans le circuit	NR	NR	1: NR 2: 3,2 3: NR 4: 17 p=0,51 5: 21	NR	1: NR 2: 4 3: 19 4: NR 5: NR 6: NR	30	1: NR 2: 2 3: NR 4: 2 5: 0 6: NR 7: NR	PNR	NR
Difficultés lors de la canulation du patient	NR	NR	1: PNR 2: 8,1 3: NR 4: NR 5: 21	NR	1: NR 2: 1,5 3: NR 4: NR 5: NR 6: 4	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	NR	NR
Mort cérébrale	NR	NR	1: NR 2: 1,6 3: NR 4: 5 5: 3,5	NR	1: NR 2: NR 3: 21 p<0,00 4: NR 5: 4 6: 13	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	NR	NR
Air dans le circuit	NR	NR	1: NR 2: 1,6 3: NR 4: NR 5: 6,7	NR	1: NR 2: NR 3: 2 4: NR 5: NR 6: NR	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	PNR	NR

PRÉVALENCE %

COMPLICATIONS	PADEN 2013	CADTH 2014 (R)	NICE 2010) (R)	CADTH 2014 [#49] (C)	NICE 2013 (C)	BRODIE 2011	ONTARIO HQ 2010	ELSO 2013	CHENG 2014 (C)
Hémolyse	NR	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: 12	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: 14 6: NR	7	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	PNR	NR
Ischémie des membres inférieurs (quand les sites de canulation sont les membres inférieurs), syndrome de loges et amputation du membre canulé	NR	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR	NR	1: 13 2: 1,5 3: NR 4: NR 5: 18 6: 26	NR	1: NR 2: 8 3: NR 4: 11 5: 14 6: NR 7: NR	NR	11 p<0,7
Accident vasculaire cérébral (quand le site de retour sanguin est la carotide)	NR	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: 6,5 p=0,07 5: 5,5	NR	1: 5 2: NR 3: 11 4: 9 5: 4 6: NR	NR	1: NR 2: NR 3: NR 4: NR 5: NR 6: NR 7: NR	NR	6 p=0,346
Toute complication	-	(r) 94	-	-	-	-	-	-	-

NR : non rapporté

PNR : prévalence non rapportée

(c) : cardiaque

(r) : respiratoire

Valeur *p* spécifiée quand disponible