

ANNEE 2022

N°

**Évolution des pratiques de l'EER chez le patient avec
ECMO-VA en réanimation cardio-vasculaire de 2019 à 2021**

THESE
Présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le
30 septembre 2022

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine
Spécialité Anesthésie-Réanimation

Par DROUIN Hélène Georgette Marie-Josée

Née le 18/07/1993 à Leicester (Royaume-Uni)

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à la disposition de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur.

Ceci implique une obligation de citation et de référencement dans la rédaction de vos travaux.

D'autre part, toutes contrefaçons, plagiat, reproductions illicites encourrent une poursuite pénale.

De juridiction constante, en s'appropriant tout ou partie d'une œuvre pour l'intégrer dans son propre document, l'étudiant se rend coupable d'un délit de contrefaçon (au sens de l'article L.335.1 et suivants du code de la propriété intellectuelle). Ce délit est dès lors constitutif d'une fraude pouvant donner lieu à des poursuites pénales conformément à la loi du 23 décembre 1901 dite de répression des fraudes dans les examens et concours publics.

ANNEE 2022

N°

**Évolution des pratiques de l'EER chez le patient avec
ECMO-VA en réanimation cardio-vasculaire de 2019 à 2021**

THESE
Présentée

à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon
Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le
30 septembre 2022

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine
Spécialité Anesthésie-Réanimation

Par DROUIN Hélène Georgette Marie-Josée

Née le 18/07/1993 à Leicester (Royaume-Uni)

au 1^{er} Septembre 2021

Doyen :

Assesseurs :

M. Marc MAYNADIÉ

M. Pablo ORTEGA-DEBALLON

Mme Laurence DUVILLARD

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

			Discipline
M.	Jean-Louis	ALBERINI	Biophysiques et médecine nucléaire
M.	Sylvain	AUDIA	Médecine interne
M.	Marc	BARDOU	Pharmacologie clinique
M.	Jean-Noël	BASTIE	Hématologie - transfusion
M.	Emmanuel	BAULOT	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Christophe	BEDANE	Dermato-vénéréologie
M.	Yannick	BEJOT	Neurologie
Mme	Christine	BINQUET	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	Philippe	BONNIAUD	Pneumologie
M.	Alain	BONNIN	Parasitologie et mycologie
M.	Bernard	BONNOTTE	Immunologie
M.	Olivier	BOUCHOT	Chirurgie cardiovasculaire et thoracique
M.	Belaid	BOUEHAD	Anesthésiologie - réanimation chirurgicale
M.	Alexis	BOZORG-GRAYELI	Oto-Rhino-Laryngologie
Mme	Marie-Claude	BRINDISI	Nutrition
M.	Alain	BRON	Ophtalmologie
Mme	Mary	CALLANAN (WILSON)	Hématologie type biologique
M.	Patrick	CALLIER	Génétique
Mme	Catherine	CHAMARD-NEUWIRTH	Bactériologie - virologie; hygiène
M.	Pierre-Emmanuel	CHARLES	Réanimation
M.	Jean-Christophe	CHAUVEY-GELINIER	Psychiatrie d'adultes, Addictologie
M.	Nicolas	CHEYNEL	Anatomie
M.	Alexandre	COCHET	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Luc	CORMIER	Urologie
M.	Yves	COTTIN	Cardiologie
M.	Charles	COUTANT	Gynécologie-obstétrique
M.	Gilles	CREHANGE	Oncologie-radiothérapie
Mme	Catherine	CREUZOT-GARCHER	Ophtalmologie
M.	Frédéric	DALLE	Parasitologie et mycologie
M.	Alexis	DE ROUGEMONT	Bactériologie-virologie ; hygiène
M.	Hervé	DEVILLIERS	Médecine interne
Mme	Laurence	DUVILLARD	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Olivier	FACY	Chirurgie générale
Mme	Laurence	FAIVRE-OLIVIER	Génétique médicale
Mme	Patricia	FAUQUE	Biologie et Médecine du Développement
Mme	Irène	FRANCOIS-PURSSELL	Médecine légale et droit de la santé
Mme	Marjolaine	GEORGES	Pneumologie
M.	François	GHIRINGHELLI	Cancérologie
M.	Pierre Grégoire	GUINOT	Anesthésiologie – réanimation chirurgicale
M.	Frédéric	HUET	Pédiatrie
Mme	Agnès	JACQUIN	Physiologie
M.	Pierre	JOUANNY	Gériatrie
M.	Philippe	KADHEL	Gynécologie-obstétrique
M.	Sylvain	LADOIRE	Histologie
M.	Gabriel	LAURENT	Cardiologie
M.	Côme	LEPAGE	Hépatogastroentérologie
M.	Romaric	LOFFROY	Radiologie et imagerie médicale
M.	Luc	LORGIS	Cardiologie

M.	Jean-Francis	MAILLEFERT	Rhumatologie
M.	Cyriaque Patrick	MANCKOUNDIA	Gériatrie
M.	Sylvain	MANFREDI	Hépto-gastroentérologie
M.	Laurent	MARTIN	Anatomie et cytologie pathologiques
M.	David	MASSON	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Marc	MAYNADIÉ	Hématologie – transfusion
M.	Marco	MIDULLA	Radiologie et imagerie médicale
M.	Thibault	MOREAU	Neurologie
Mme	Christiane	MOUSSON	Néphrologie
M.	Paul	ORNETTI	Rhumatologie
M.	Pablo	ORTEGA-DEBALLON	Chirurgie Générale
M.	Pierre Benoît	PAGES	Chirurgie thoracique et vasculaire
M.	Jean-Michel	PETIT	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Christophe	PHILIPPE	Génétique
M.	Lionel	PIROTH	Maladies infectieuses
Mme	Catherine	QUANTIN	Biostatistiques, informatique médicale
M.	Jean-Pierre	QUENOT	Réanimation
M.	Patrick	RAY	Médecine d'urgence
M.	Patrick	RAT	Chirurgie générale
M.	Jean-Michel	REBIBOU	Néphrologie
M.	Frédéric	RICOLFI	Radiologie et imagerie médicale
M.	Paul	SAGOT	Gynécologie-obstétrique
M.	Maxime	SAMSON	Médecine interne
M.	Emmanuel	SAPIN	Chirurgie Infantile
M.	Emmanuel	SIMON	Gynécologie-obstétrique
M.	Éric	STEINMETZ	Chirurgie vasculaire
Mme	Christel	THAUVIN	Génétique
M.	Benoît	TROJAK	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
M.	Pierre	VABRES	Dermato-vénéréologie
(Mission temporaire à Londres du 01/09/2021 au 31/08/2023)			
M.	Bruno	VERGÈS	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Narcisse	ZWETYENGA	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES MEDICALES

			Discipline Universitaire
Mme	Lucie	AMOUREUX BOYER	Bactériologie
Mme	Louise	BASMACIYAN	Parasitologie-mycologie
Mme	Shaliha	BECHOUA	Biologie et médecine du développement
(Disponibilité du 16/11/2020 au 15/11/2021)			
M.	Mathieu	BLOT	Maladies infectieuses
M.	Benjamin	BOUILLET	Endocrinologie
Mme	Marie-Lorraine	CHRETIEN	Hématologie
Mme	Vanessa	COTTET	Nutrition
M.	Damien	DENIMAL	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Valentin	DERANGERE	Histologie
Mme	Ségolène	GAMBERT	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Françoise	GOIRAND	Pharmacologie fondamentale
M.	Charles	GUENANCIA	Physiologie
M.	Alain	LALANDE	Biophysique et médecine nucléaire
Mme	Stéphanie	LEMAIRE-EWING	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Pierre	MARTZ	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Alain	PUTOT	Gériatrie
Mme	Claire	TINEL	Néphrologie
M.	Antonio	VITOBELLO	Génétique
M.	Paul-Mickaël	WALKER	Biophysique et médecine nucléaire

PROFESSEURS EMERITES

M.	Jean-François	BESANCENOT	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	Bernard	BONIN	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	Laurent	BRONDEL	(01/09/2021 au 31/08/2024)
M.	François	BRUNOTTE	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	Philippe	CAMUS	(01/09/2019 au 31/08/2022)
M.	Jean-Marie	CASILLAS-GIL	(01/09/2020 au 31/08/2023)
M.	Pascal	CHAVANET	(01/09/2021 au 31/08/2024)
M.	Jean-Pierre	DIDIER	(01/11/2018 au 31/10/2021)
M.	Serge	DOUVIER	(15/12/2020 au 14/12/2023)
M.	Claude	GIRARD	(01/01/2019 au 31/12/2021)
M.	Maurice	GIROUD	(01/09/2019 au 31/12/2021)
M.	Patrick	HILLON	(01/09/2019 au 31/08/2022)
M.	Henri-Jacques	SMOLIK	(01/09/2019 au 31/08/2022)
M.	Pierre	TROUILLOUD	(01/09/2020 au 31/08/2023)

PROFESSEUR ASSOCIE DES DISCIPLINES MEDICALES

M.	Jacques	BEURAIN	Neurochirurgie
----	---------	----------------	----------------

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

Mme	Katia	MAZALOVIC	Médecine Générale
Mme	Claire	ZABAWA	Médecine Générale

PROFESSEURS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Didier	CANNET	Médecine Générale
M.	Clément	CHARRA	Médecine Générale
M.	Arnaud	GOUGET	Médecine Générale
M.	François	MORLON	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Jérôme	BEAUGRAND	Médecine Générale
Mme	Anne	COMBERNOUX -WALDNER	Médecine Générale
M.	Benoît	DAUTRICHE	Médecine Générale
M.	Alexandre	DELESVAUX	Médecine Générale
M.	Rémi	DURAND	Médecine Générale
M.	Olivier	MAIZIERES	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

M.	Didier	CARNET	Anglais
Mme	Catherine	LEJEUNE	Pôle Epidémiologie
M.	Gaëtan	JEGO	Biologie Cellulaire

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Marianne	ZELLER	Physiologie
-----	----------	---------------	-------------

PROFESSEURS AGREGES de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Mme	Marceline	EVARD	Anglais
Mme	Lucie	MAILLARD	Anglais

PROFESSEURS CERTIFIES

Mme	Anaïs	CARNET	Anglais
M.	Philippe	DE LA GRANGE	Anglais

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	Mathieu	BOULIN	Pharmacie clinique
M.	François	GIRODON	Sciences biologiques, fondamentales et cliniques
Mme	Evelyne	KOHLI	Immunologie

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES
PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES**

Mme	Amélie	CRANSAC	Pharmacie clinique
M.	Philippe	FAGNONI	Pharmacie clinique
M.	Marc	SAUTOIR	Botanique et cryptogamie
M.	Antonin	SCHMITT	Pharmacologie

L'UFR des Sciences de Santé de Dijon, Circonscription Médecine, déclare que les opinions émises dans les thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ne leur donner ni approbation, ni improbation.

COMPOSITION DU JURY

Président :
Professeur Pierre-Grégoire GUINOT

Membres :
Professeur Pierre-Emmanuel CHARLES
Dr Tiberiu CONSTANDACHE
Dr Mohamed RADHOUANI

SERMENT D'HIPPOCRATE

"Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque."

À mon Maître de thèse et Président du jury,

Monsieur le Professeur Pierre-Grégoire GUINOT

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier (Anesthésie-Réanimation)

Chef de service de Réanimation Cardio-Vasculaire au CHU de Dijon

Qui me fait l'honneur de présider mon jury de thèse.

Je suis ravie d'avoir travaillé sous sa supervision. Je le remercie vivement pour son accompagnement tout au long de cette thèse et durant ma formation au sein de son service.

Je souhaite lui exprimer ici toute ma reconnaissance.

REMERCIEMENTS

J'adresse ma gratitude aux membres du jury, le Professeur Pierre-Emmanuel Charles, le Docteur Tiberiu Constandache et le Dr Mohamed Radhouani, qui me font l'honneur de leur présence aujourd'hui.

Je tiens à remercier le Professeur Pierre-Emmanuel Charles pour son constant soutien et les nombreux encouragements qu'il m'a prodigués.

Je remercie les Docteurs Constandache et Radhouani pour les connaissances qu'ils m'ont transmises et leur accompagnement tout au long de ma formation.

Je suis reconnaissante au Docteur André Juniot de m'avoir communiqué son intérêt pour l'anesthésie et les sciences. Je le remercie pour nos échanges toujours intellectuellement stimulants et pour sa sympathie.

Je remercie tous les soignants bienveillants avec lesquels j'ai travaillé, qui ont su me transmettre leur savoir et ont participé à ma construction en tant que médecin.

Je ne pourrai oublier le Professeur Fabien Zoulim et mes amis scientifiques, qui depuis de nombreuses années partagent avec moi leur passion pour la recherche et m'ouvrent à leurs horizons.

Enfin, je remercie ma famille et mes amis proches, dont l'amitié et l'affection ne cessent de m'accompagner.

SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	11
Liste des tableaux.....	12
Liste des annexes.....	12
I . INTRODUCTION.....	13
II . REVUE DE LA LITTERATURE.....	14
II.1 Indications d'une ECMO VA.....	14
II.2 Étiologies de l'IRA et indication d'une EER.....	14
II.3 Pratiques de l'EER chez des patients porteurs d'ECMO.....	15
A. Type de circuit.....	15
B. Anticoagulation.....	17
III . MATERIELS ET METHODES.....	18
III.1 Population de l'étude.....	18
III.2 Procédure de l'étude.....	18
III.3 Analyses statistiques.....	20
IV . RESULTATS.....	21
IV.1 Caractéristiques cliniques de la population.....	21
IV.2 Données sur le séjour en réanimation.....	22
IV.3 Événements per ECMO et EER.....	25
V . DISCUSSION.....	27
V.1 Données cliniques.....	27
V.2 Limites.....	29
V.3 Perspectives.....	30
VI . CONCLUSION.....	31
VII . ANNEXES.....	33
VIII . BIBLIOGRAPHIE.....	38

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACR : Anticoagulation régionale

AOMI : Artériopathie oblitérante des membres inférieurs

ATCD : Antécédent

CEC : Circulation extra-corporelle

CGR : Concentré de globules rouges

CPA : Concentré plaquettaire

CRRT : Continuous renal replacement therapy

ECMO VA: Extra-corporelle membrane oxygénation veino-artérielle

EER : Épuration extra-rénale

ELSO : Extracorporeal Life Support Organization

HNF : Héparine non fractionnée

HTA : Hypertension artérielle

IGS II : Index de gravité simplifié II

IMC : Indice de masse corporelle

IRA : Insuffisance rénale aiguë

NA : Donnée manquante

PAP0 : Pression artérielle pulmonaire d'occlusion

PFC : Plasma frais congelé

TCA : Temps de céphaline activée

TIH : Thrombopénie induite par l'héparine

TP : Taux prothrombine

VG : Ventricule gauche

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Caractéristiques cliniques des deux groupes HNF et HNF+ citrate

Tableau II : Données sur le séjour en réanimation des deux groupes HNF et HNF+ citrate

Tableau III : Évolution des pratiques entre 2019-2021

Tableau IV : Événements des deux groupes HNF et HNF+ citrate

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Cahier d'observation de l'étude

I. INTRODUCTION

L'assistance circulatoire avec oxygénation par membrane extracorporelle (ECMO) est une technique d'assistance circulatoire et/ou respiratoire utilisée depuis les années 50. Selon le Extracorporeal Life Support Organisation (ELSO), le nombre de centres manipulant l'ECMO a triplé de 2008 à 2020 [1]. En 2021, 172 835 patients ont bénéficié d'une ECMO dans le monde dont 38 610 pour des défaillances adultes cardiaques et 11 761 en réanimation post arrêt cardiaque [1].

Cette augmentation du nombre de patients traités par ECMO permet de mieux décrire l'évolution des techniques et matériels utilisés. Les patients bénéficiant d'une ECMO font partie des malades les plus graves en réanimation et sont à risque de développer une défaillance multi-viscérale dont l'insuffisance rénale aiguë (IRA) et son corolaire : la surcharge liquidienne [2]. L'épuration extrarénale (EER) est la thérapeutique de choix dans cette indication. Les patients assistés par ECMO veino-artérielle (ECMO-VA) avec insuffisance rénale aiguë sont parmi les patients les plus graves avec une morbidité et mortalité élevées. La gestion de l'ECMO-VA et de l'épuration extra rénale sont deux techniques d'assistances extracorporelles qui ont des spécificités communes et d'autres opposées qui sont en « opposition ». Peu d'études ont décrit ces spécificités, les problématiques et les complications associées à la combinaison de ces deux techniques.

Cette étude s'intéresse à l'évolution des pratiques de l'EER chez les patients porteurs d'ECMO-VA dans notre unité sur une période de 2019 à 2021.

II. REVUE DE LA LITTÉRATURE

II.1 Indication d'une ECMO VA

L'ECMO peut être implantée à visée de suppléance respiratoire exclusive, en utilisant un circuit veino-veineux (ECMO-VV) ou de suppléance cardiaque ou cardio-respiratoire en utilisant un circuit veino-artériel (ECMO-VA) [3]. Cette dernière est la technique invasive la plus avancée pour la survie temporaire après une défaillance cardiaque en fournissant un soutien hémodynamique immédiat et complet ainsi qu'un échange de gaz concomitant [4].

La mise en place d'une ECMO-VA nécessite l'objectivation d'un choc cardiogénique. Le choc cardiogénique est défini par « l'incapacité structurale de la pompe ventriculaire à générer un débit suffisant permettant aux organes périphériques de subvenir à leurs besoins métaboliques » [5]. Les principaux critères d'un choc cardiogénique sont les suivants : bas débit cardiaque (index $< 2.2 \text{ L/min/m}^2$), pression artérielle systolique $< 90 \text{ mmHg}$ et /ou PAM $< 65 \text{ mmHg}$ pendant au moins 30 minutes et une pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO) $> 15 \text{ mmHg}$ [6].

II.2 Étiologies de l'IRA et indication d'une EER

Les patients porteurs de ECMO peuvent être à risque de développer une IRA avant même la cannulation en raison de la gravité de leur maladie ainsi que de l'étiologie et du traitement de leur maladie primaire (insuffisance respiratoire, insuffisance cardiaque, hypotension nécessitant un soutien vasopresseur, arrêt cardiaque, ischémie, expositions néphrotoxiques). [7,8].

D'autre part, la mise en place de l'ECMO peut provoquer l'apparition d'une nouvelle IRA. En effet, les changements hémodynamiques au moment de la

cannulation d'ECMO peuvent avoir un impact sur le flux sanguin rénal, entraînant des lésions ischémiques ou de reperfusion. D'autres facteurs associées à l'ECMO qui peuvent prédisposer à l'IRA comprennent l'inflammation systémique, [9,10]. l'hémolyse, [11,12]. le dysfonctionnement microcirculatoire et les anomalies plaquettaires ou de coagulation [13,14].

En 2010, le groupe d'étude Kidney Interventions during Membrane Oxygenation (KIDMO) a interrogé 65 centres membres de ELSO et a montré que les indications les plus courantes pour initier une EER sous ECMO étaient : l'IRA (35 %), la surcharge liquidienne (43 %) et la prévention de cette surcharge (16 %) [15].

II.3 Pratiques d'EER chez des patients porteurs d'ECMO

A. Type de circuit

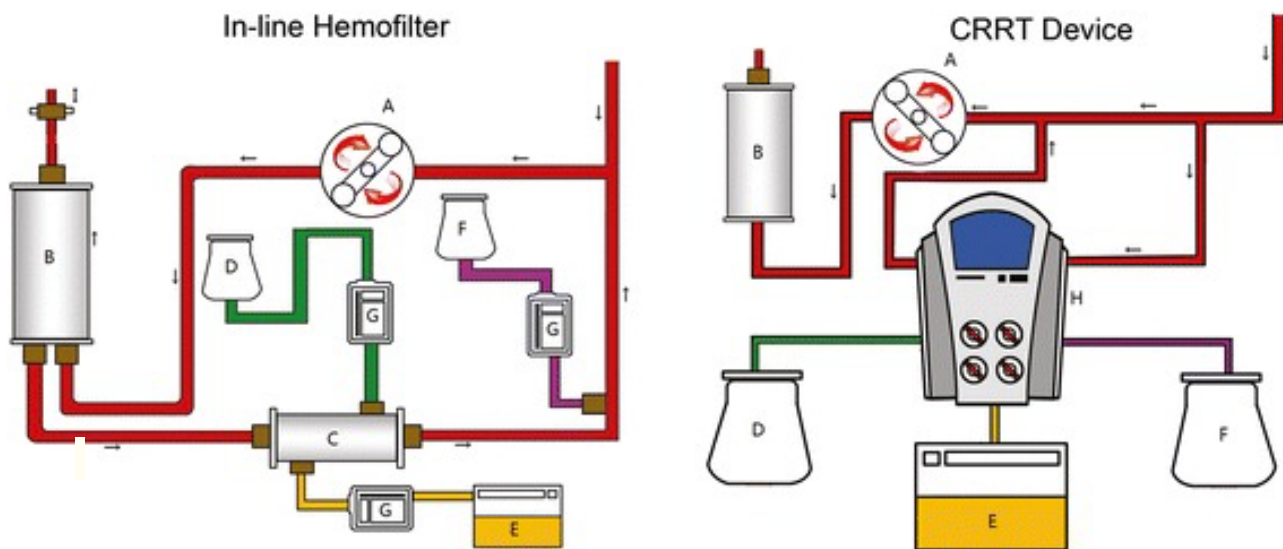
Il existe trois types de circuit. Le premier est un système indépendant où différentes voies vasculaires sont posées pour séparer l'EER de l'ECMO. L'avantage principal est la possibilité de régler les paramètres de chaque machine sans influencer directement sur l'autre. Le désavantage est un choix limité d'accès vasculaire pour l'EER, les principaux sites étant pris pour l'ECMO.

Le deuxième est un circuit d'hémodialyse qui se branche en dérivation sur le circuit de l'ECMO. La branche d'entrée (orifice d'accès) d'un hémofiltre peut être connectée avant ou après la pompe à sang, et la branche de sortie (orifice de retour) peut être connectée avant la pompe ou avant l'oxygénateur à

membrane. Les inconvénients sont un manque d'alarmes de pression et un mauvais contrôle de l'ultrafiltration nette [8].

Le troisième est un système qui intègre le filtre d'hémodialyse directement sur le circuit d'ECMO, « in-line Hemofilter ». Cette pratique a été introduite récemment.

Figure I: Deux méthodes pour combiner l'EER au circuit de l'ECMO [20]



A = pompe d'ECMO; B = Oxygénateur; C = Hémofiltre; D = Liquide de dialyse; E = Effluent; F = Dialysat G = Pompe intraveineuse; H = Machine de dialyse; CRRT, continuous renal replacement therapy ou EER; ECMO, extracorporeal membrane oxygenation. [20]

B. Anticoagulation

L'anticoagulation des circuits se distingue par deux méthodes : l'utilisation d'héparine non fractionnée seule (HNF), ou celle combinée avec une anticoagulation régionale au citrate (ACR) pour la machine d'hémodialyse. L'utilisation de l'ECMO sans anticoagulation a été rapportée mais cela n'a pas encore inclus les patients sous EER.

Giani et al [16] ont effectué une revue rétrospective de 48 patients adultes sous ECMO-VV avec une EER entre 2009 et 2018 en comparant ces deux méthodes d'anticoagulation, héparine seule ou héparine combinée avec une ACR au citrate. Les critères d'évaluation de l'étude comprenaient la durée de vie du filtre, l'apparition de la coagulation du circuit de l'hémodialyse, les paramètres de coagulation et toute complication liée au citrate. Ils ont trouvé moins d'événements de coagulation de l'EER dans le groupe ACR + HNF (11 % contre 38 %, $p < 0,001$) ainsi qu'une durée de vie plus longue du circuit.

III. MATÉRIEL ET MÉTHODES

III.1 Population de l'étude

Cette étude descriptive rétrospective monocentrique a été menée au Centre Hospitalier Universitaire de Dijon (CHU). Ont été inclus dans l'étude tous les patients admis en réanimation chirurgicale cardio-vasculaire sur la période du 1^{er} janvier 2019 au 31 décembre 2021 qui ont bénéficié d'une ECMO- VA ET d'une EER de manière concomitante.

Les critères de non-inclusion étaient les patients mineurs, les patients porteurs d'ECMO-VV et la non-concomitance de l'utilisation des deux techniques de circulation extracorporelle.

Ce protocole de recherche non interventionnel a reçu un avis favorable du comité éthique de la société Française d'anesthésie-réanimation.

III.2 Procédure de l'étude

Les données suivantes ont été collectées à partir des dossiers médicaux papiers et informatisés du CHU de Dijon pour chaque patient :

-Les caractéristiques démographiques et cliniques des patients : âge sexe, taille (cm), poids (kg), IMC (kg.m-2), les antécédents (HTA, insuffisance rénale chronique, dialysé chronique, insuffisance cardiaque chronique, ATCD de chirurgie cardiaque, diabète, artériopathie oblitérante des membres inférieurs, chirurgie cardiaque dont durée de CEC et de clampage aortique (minutes).

-Les données liées au séjour en réanimation : le score IGS II, durée d'hospitalisation (jours) et en réanimation (jours), décès.

-Les données liées à l'ECMO-VA : la durée de l'ECMO, le délai de pose, la réimplantation de l'ECMO, l'indication de l'ECMO, la décharge du VG et son type de décharge, les complications hémorragiques, thrombo-emboliques, infectieuses, neurologiques, la nécessité d'une reprise chirurgicale pour saignement, le nombre de CGR/concentrés plaquettaires/PFC transfusés, la durée de ventilation mécanique.

-Les données de l'EER : indication de l'EER, l'anticoagulation du circuit, la durée des séances d'EER, la cause d'arrêt de la séance d'EER, la dose de dialyse totale ($\text{ml kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), la dose d'ultrafiltration totale (ml h^{-1}), les taux minimum et maximum de plaquettes, TP, TCA, fibrinogène, AT III, natrémie, urémie, créatinémie, pH, HCO_3^- , calcémie ionisée, calcémie totale, ratios calciques, calcémie ionisée post-filtre.

-Les données des complications per dialyse : saignement et sa localisation, nécessité de reprise chirurgicale pour saignement, le nombre de transfusion CGR/concentrés plaquettaires/PFC, l'infection liée au cathéter, la fibrillation atriale de novo, la TIH avérée, l'hypothermie ($<36^\circ\text{C}$).

-Les données sur l'évolution de la fonction rénale : récupération rénale à J30, à la sortie de réanimation et à la sortie de l'hôpital.

Les données anonymisées ont été recueillies sur papier (Annexe I) puis colligées dans un fichier Excel.

III.3 Analyses statistiques

La normalité de la distribution des variables était évaluée par le test de Shapiro–Wilk. Les variables continues étaient exprimées en médiane (25-75^{ème} percentile) ou moyenne (écart type), selon la distribution normale ou non des valeurs mesurées. Les variables qualitatives ont été exprimées en nombre absolu. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de RStudio (Version 1.1.447 – © 2009-2018 RStudio, Inc.). Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour tester l'indépendance de deux groupes et le seuil de signification statistique a été fixé à $p < 0,05$.

IV. RESULTATS

IV.1 Caractéristiques cliniques de la population

74 patients ont été inclus dans l'étude sur la période de janvier 2019 à décembre 2021 pour lesquels nous distinguons deux groupes. Un premier groupe de 53 patients a reçu une anticoagulation par héparine seule (HNF). Le deuxième groupe de 21 patients a reçu une anticoagulation par héparine combinée à une anticoagulation régionale par citrate (HNF + citrate). Les groupes sont semblables dans leur constitution, ce que récapitule le tableau I ci-dessous.

Tableau I : Caractéristiques cliniques des deux groupes HNF et HNF + citrate

Données démographiques et ATCD principaux	Groupe HNF N=53	Groupe HNF + citrate N=21	Valeur de p
Âge	60 [54 ;65]	64 [54 ;70]	0.352
Sexe masculin	41 (77%)	15 (71%)	0.764
Poids (kg)	79 [69 ;95]	80 [71 ;93]	0.900
IGS II	70 [50 ;83]	77 [67 ;83]	0.302
Créatinine basale (ymol/L)	115 [81 ; 213]	90 [66 ; 132]	0.073
IRC	6 (11%)	0 (0%)	0.175
Dialysé chronique	2 (3.7%)	0 (0%)	1.000
HTA	29 (55%)	9 (43%)	0.442
Insuffisance cardiaque chronique	26 (49%)	10 (48%)	1.000

ATCD de chirurgie cardiaque	11 (21%)	5 (24%)	0.763
Diabétique	15 (28%)	4 (19%)	0.558
AOMI	3 (5.6%)	1 (4.8%)	1.000
Chirurgie de pontage	7 (13%)	3 (14%)	
Chirurgie de valve	6 (11%)	3 (14%)	
Chirurgie combinée (pontage et valve)	2 (3.8%)	0 (0%)	
Chirurgie de l'aorte	1 (1.8%)	0 (0%)	
Transplantation cardiaque	3 (5.7%)	1 (4.8%)	
Autre chirurgie cardiaque	3 (5.7%)	2 (9.5%)	

IV.2 Données sur le séjour en réanimation

Dans le premier groupe, la durée de séjour en réanimation était de 7 jours [3 ;13] avec une durée d'ECMO de 4 jours [2.5 ; 8] et une durée sous ventilation mécanique de 6 jours [2 ; 9]. Le décès en réanimation concernait 83% des patients. L'EER était paramétrée avec une dose de dialyse de 30ml/kg/h [27 ;34] et une dose d'ultrafiltration de 67 [18 ; 96]. Dans 40% des cas, l'EER était branchée sur le circuit de l'ECMO.

Dans le deuxième groupe, la durée de séjour en réanimation était de 9 jours [5.5 ;21.5] avec une durée d'ECMO de 7 jours [5 ; 9.5] et une durée sous ventilation mécanique de 6 jours [5 ; 13.5]. 71% des patients sont décédés. L'EER était paramétrée avec une dose d'ultrafiltration de 73 [29 ; 99]. 76% des patients ont eu une EER branchée sur le circuit de l'ECMO.

Ces données sont récapitulées dans le tableau II ci-dessous.

Tableau II : Données sur le séjour en réanimation des groupes HNF et HNF + citrate

ECMO et EER en réanimation	Groupe HNF N=53	Groupe HNF + citrate N=21	Valeur de p
Durée de séjour en réanimation (jours)	7 [3 ;13]	9 [5.5 ;21.5]	0.084
Durée de l'ECMO (jours)	4 [2.5 ; 8]	7 [5 ; 9.5]	0.023
Durée de la ventilation mécanique (jours)	6 [2 ; 9]	6 [5 ; 13.5]	0.178
Décès en réanimation	44 (83%)	15 (71%)	0.338
Décès à l'hôpital	44 (83%)	15 (71%)	0.338
Réimplantation d'ECMO	4 (7.5%)	2 (9.5%)	1.000
Séances d'EER >1	13 (25%)	4 (19%)	0.763
Dose de dialyse (ml/kg/h)	30 [27 ;34]	NA	NA
Dose d'ultrafiltration	67 [18 ; 96]	73 [29 ; 99]	0.959
EER en circuit sur l'ECMO	21 (40%)	16 (76%)	0.009

Nous constatons que le choix d'anticoagulation a évolué au cours des années vers un traitement par HNF et citrate. Cette technique est utilisée chez 14% des patients en 2019, 18% des patients en 2020 et enfin dans la moitié des cas en 2021. Nous retrouvons une significativité de l'évolution de cette pratique avec $p = 0.015$.

De même, la pratique a évolué vers un branchement direct de l'EER sur l'ECMO plutôt que sur un cathéter séparé. Cette technique concerne seulement 32% des patients en 2019 contre 83% des patients en 2021. Le tableau III ci-dessous récapitule ces tendances.

Tableau III : Évolution des pratiques entre 2019-2021

Année	Nombre de patients	Nombre de patients sous HNF + citrate	Nombre d'EER en circuit sur l'ECMO
2019	22	3 (14%)	7 (32%)
2020	22	4 (18%)	3 (14%)
2021	30	14 (47%)	25 (83%)

IV.3 Événements per ECMO et EER

La transfusion per-ECMO de concentrés de globules rouges (CGR) était moindre dans le groupe HNF seule soit de 9 CGR [5.5 ;20.5] contre 14 [7.5 ;23.5] pour le groupe avec HNF + citrate. La transfusion était identique dans les deux groupes pour le plasma frais congelé (PFC), 5 poches, et le concentré plaquettaire (CPA), soit une poche.

Le groupe avec HNF seule avait moins de complications hémorragiques (68% contre 90%) mais plus de reprise chirurgicale pour saignement (23% contre seulement 14% dans le groupe HNF + citrate). Les saignements per dialyse étaient identiques dans les deux groupes (57% des patients).

Les événements thromboemboliques étaient significativement moindre dans le deuxième groupe concernant 14% des patients contre 28% soit le double dans le groupe avec HNF seule.

Les complications neurologiques étaient moindres dans le premier groupe (7.5% contre 38%) .

Aucune infection liée au cathéter, aucune FA per-dialyse et aucune TIH n'a été rapportée dans cette population.

Il n'y avait aucun épisode de surdosage en citrate évalué par le rapport entre Ca^{2+} total/ Ca^{2+} ionisé

Les résultats figurent dans le tableau IV ci-dessous.

Tableau IV : Événements apparus au sein des deux groupes HNF et HNF + citrate

Événements per ECMO et EER	Groupe HNF N=53	Groupe HNF + citrate N=21	Valeur de p
Transfusion per-ECMO de CGR (nombre de poches)	9 [5.5 ;20.5]	14 [7.5 ;23.5]	0.263
Transfusion per-ECMO de CPA (nombre de poches)	1 [0 ; 3.5]	1 [0 ; 4.5]	0.176
Transfusion per-ECMO de PFC (nombre de poches)	5 [0 ; 9.5]	5 [0 ; 8.5]	0.697
Complications hémorragiques	36 (68%)	19 (90%)	0.074
Complications thromboemboliques	15 (28%)	3 (14%)	0.245
Complications infectieuses	38 (72%)	17 (81%)	0.558
Complications neurologiques	4 (7.5%)	8 (38%)	0.003
Nécessité de reprise chirurgicale pour saignement per ECMO	12 (23%)	7 (30%)	0.371
Saignement per-dialyse	30 (57%)	12 (57%)	1.000
Nécessité de reprise chirurgicale pour saignement per dialyse	12 (24%)	3 (14%)	0.528
Infection liée au cathéter	0 (0%)	0 (0%)	NA
FA per-dialyse	0 (0%)	0 (0%)	NA
TIH de novo	0 (0%)	0 (0%)	NA
TP min	31 [21 ; 42]	48 [27 ; 69.5]	0.09
Rapport TCA _{t/p} max	4.5 [3.2 ; 5.0]	3.2 [2.3 ; 5.0]	0.107
Plaquettes min (G/L)	39 [25 ; 66]	58 [39 ; 82]	0.041
Rapport Ca total/ Ca ionisé max	1.73 [1.66 ; 1.85]	1.99 [1.88 ; 2.1]	0.0001

V. DISCUSSION

V.1 Données cliniques

Cette étude rétrospective a permis d'analyser les événements apparus chez 74 patients en réanimation cardio-vasculaire traités avec une ECMO-VA et une EER.

La mortalité globale est de 81% (60 patients sur 74). Nous constatons une mortalité à 71% pour le groupe HNF + citrate et 83% pour le groupe HNF seule. Ceci concorde avec la recherche de Askenazi et al en 2017 [7] étudiant les patients développant une IRA sous ECMO (VV et VA). La mortalité était de 78% soit 4 fois plus comparée à une mortalité de 20% chez les patients avec ECMO et ne présentant pas d'IRA. Cette gravité des patients recevant de manière concomitante une ECMO-VA et une EER est en adéquation avec la mortalité prédite pré - admission par le IGS II. Nous trouvons un IGS II à 70 pour le groupe HNF, soit une mortalité prédite à 85%. Le groupe HNF + citrate avait une mortalité prédite plus importante à 90% pour un IGS II à 77.

Nous n'avons pas constaté de complications significatives liées à l'utilisation de l'anticoagulation au citrate sur les plans métabolique, infectieux, saignements per- dialyse ou de la transfusion. Ceci est cohérent avec l'étude rétrospective de Shum et al. de 2014 [18] qui ne retrouve pas de complications avec cette technique régionale d'anticoagulation. Par ailleurs le fait de ne pas retrouver d'épisode de surdosage en citrate réassure sur cette technique dans cette indication ou fréquemment une insuffisance hépatique est notée.

Nous avons trouvé significativement moins d'événements thrombotiques des patients dans le groupe HNF+ citrate (14%) que dans le groupe HNF seule (28%). Ceci est cohérent avec la revue rétrospective de Giani et al de 2020 [16] qui compare ces deux méthodes d'anticoagulation chez 48 patients adultes sous ECMO-VV avec une EER. Ils ont trouvé moins d'événements de coagulation de l'EER dans le groupe citrate + HNF (11 % contre 38 %, $p < 0,001$). Ils n'ont cependant pas évalué le nombre d'événements thrombotiques chez le patient, ce qui est le cas dans notre étude.

Cette différence d'événements thrombotiques peut s'expliquer par le fait que, contrairement aux circuits d'ECMO qui sont enduits d'agents antithrombotiques pour améliorer leur biocompatibilité, les circuits et filtres de l'EER n'ont pas de couche d'héparine et ainsi peuvent présenter un risque plus important de caillottage si traités par héparine seule [16]. À noter que hors ECMO, l'anticoagulation régionale par citrate est recommandée comme traitement le plus approprié pour l'anticoagulation du circuit d'EER [17].

Notre pratique a évolué vers une anticoagulation mixte HNF et citrate, triplant le nombre de patients la bénéficiant en 3 ans.

Concernant les événements hémorragiques, ceux-ci ne sont pas significativement différents entre les deux groupes. Le taux d'événements est de 68% pour le groupe héparine seule contre 90% dans le groupe HNF + citrate. Ces chiffres sont cohérents avec ceux d'une analyse de la base de données de 2010 à 2017 de l'organisation ELSO qui recense 11 984 patients sous ECMO -VA (pas nécessairement sous EER) [19]. 8457 événements ont été signalés dont 62.1% d'événements hémorragiques .

Dans notre étude, le nombre de patients bénéficiant d'un branchement de l'EER en dérivation sur l'ECMO plutôt que sur un cathéter séparé a triplé en

trois ans allant de 32% des patients en 2019 contre 83% des patients en 2021. Ceci permet de diminuer le nombre d'accès veineux centraux et d'éviter les problèmes de drainage et de re-filtration du sang sur un cathéter unique de dialyse. Par ailleurs nous n'avons retrouvés de complications mécaniques liées à cette pratique.

Cette pratique de dérivation est actuellement la plus couramment utilisée au niveau mondial. Les résultats d'une enquête transversale internationale réalisée en 2017 [15] montraient que 50,8 % (33/65) des centres utilisaient exclusivement le système de dérivation de l'EER sur le circuit de l'ECMO et que 21,5 % (14/65) des centres utilisaient exclusivement une hémodialyse « en ligne ». Cette dernière pratique n'était pas utilisée dans notre service de réanimation.

V.2 Limites

Notre étude est monocentrique, nos résultats ne s'appliquent donc qu'à la cohorte Dijonnaise et les spécificités locales de prise en charge. Néanmoins les pratiques et résultats sont cohérents avec ceux retrouvés dans la littérature. Cette étude purement descriptive porte sur des données rétrospectives ce qui correspond à un faible niveau de preuve scientifique. Les limites de ce travail sont également liées à la présence de quelques données manquantes dans l'analyse des dossiers patients, mais qui restent cependant minimales ici. Notre population étudiée en réanimation est dans un état particulièrement grave, ce qui est reflété par un IGS II élevé ainsi que d'une mortalité très importante. Ceci rend difficile la distinction précise des étiologies des événements, qui sont souvent multifactorielles et interdépendantes.

V.3 Perspectives

Une étude prospective sur un grand nombre de patients comparant les deux techniques héparine seule comparée à l'héparine avec une anticoagulation régionale au citrate pourrait permettre de conclure sur l'incidence des événements thrombotiques et hémorragiques chez les patients porteurs d'ECMO-VA et d'EER afin d'optimiser la stratégie d'anticoagulation.

VI. CONCLUSION

Cette étude rétrospective et monocentrique décrit l'évolution des pratiques de l'EER chez 74 patients de réanimation cardio-vasculaire porteurs d'une ECMO-VA sur la période 1^{er} janvier 2019 au 31 décembre 2021. Nous avons distingué deux groupes selon le choix d'anticoagulation : héparine seule ou héparine combinée avec une anticoagulation régionale de l'EER au citrate. Nous constatons une évolution de nos pratiques allant d'un choix d'anticoagulation par HNF seule vers une anticoagulation mixte par héparine et citrate (14% en 2019 vs 47% en 2021). Nous constatons également un changement de pratique concernant le branchement de l'EER, allant d'un système vasculaire indépendant vers un branchement direct sur le circuit machine de l'ECMO (32% en 2019 vs 83% en 2021). Nous ne constatons pas de complications significatives liées à l'administration de citrate et/ou le branchement de l'EER directement sur le circuit de l'ECMO-VA.

UNIVERSITE DE BOURGOGNE

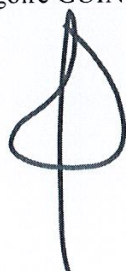
THESE SOUTENUE PAR Mme Hélène Drouin

CONCLUSIONS

Cette étude rétrospective et monocentrique décrit l'évolution des pratiques de l'EER chez 74 patients de réanimation cardio-vasculaire porteurs d'une ECMO-VA sur la période 1^{er} janvier 2019 au 31 décembre 2021. Nous avons distingué deux groupes selon le choix d'anticoagulation : héparine seule ou héparine combinée avec une anticoagulation régionale de l'EER au citrate. Nous constatons une évolution de nos pratiques allant d'un choix d'anticoagulation par HNF seule vers une anticoagulation mixte par héparine et citrate (14% en 2019 vs 47% en 2021). Nous constatons également un changement de pratique concernant le branchement de l'EER, allant d'un système vasculaire indépendant vers un branchement direct sur le circuit machine de l'ECMO (32% en 2019 vs 83% en 2021). Nous ne constatons pas de complications significatives liées à l'administration de citrate et/ou le branchement de l'EER directement sur le circuit de l'ECMO-VA.

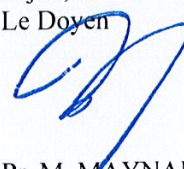
Le Président du jury,

Pr. Pierre-Grégoire GUINOT



Vu et permis d'imprimer
Dijon, le 26 Août 2022
Le Doyen

Pr. M. MAYNADIÉ



VII. ANNEXES

Annexe I : Cahier d'observation de l'étude pour chaque patient

CRITERES D'INCLUSION

- Âge > 18 ans : 0 = non / 1 = oui
- Traitement simultané par ECMO VA et CRRT : 0 = non / 1 = oui

Si une case est cochée non, le patient n'est pas inclus dans l'étude

CRITERES D'EXCLUSION

- Autres types d'EER

DONNEES À RECUEILLIR UNE FOIS PAR PATIENT

DONNEES Démographiques

Données démographiques

Nom (2 premières lettres)

Prénom (2 premières lettres)

Sexe

Age (années)

Poids (kg)

Taille (cm)

Antécédents

HTA	0 = non / 1 = oui
Insuffisance rénale chronique	0 = non / 1 = oui
Créatininémie basale (µM)	
Dialysé chronique	0 = non / 1 = oui
Insuffisance cardiaque chronique	0 = non / 1 = oui
Antécédent de chirurgie cardiaque	0 = non / 1 = oui
Diabète	0 = non / 1 = oui
AOMI	0 = non / 1 = oui
Chirurgie cardiaque	Pontage / Valve / Combinée / Aorte / Transplantation cardiaque / Autre
Durée CEC (en minutes)	
Durée CA (clampage aortique) (en minutes)	

DONNEES LIEES AU SEJOUR

Données hospitalisation

IGS II	
EUROSCORE	
SOFA à l'admission	
Date d'admission à l'hôpital	jj/mm/aaaa
Date d'admission en réanimation	jj/mm/aaaa
Date sortie de réanimation	jj/mm/aaaa
Date sortie de l'hôpital	jj/mm/aaaa
Décès en réanimation	0 = non / 1 = oui
Décès à l'hôpital	0 = non / 1 = oui
Date décès	jj/mm/aaaa ou NA
Décès en réanimation	

Données liées à l'ECMO VA

Date implantation ECMO	jj/mm/aaaa
Date sevrage ECMO	jj/mm/aaaa
Délai de pose	Pré-op / Per-op / Post-op < 48h / Post-op > 48h
Ré implantation ECMO	0 = non / 1 = oui
Date ré implantation ECMO	jj/mm/aaaa
Indication de l'ECMO	Choc cardiogénique post-cardiotomie / Dysfonction primaire du greffon / IDM / CMD/Autre
Décharge VG	0 = non / 1 = oui
Type de décharge VG	Impella / BCPIA / Rashkind
Complications hémorragiques	Cérébral / digestif / Scarpa / cathéter / site opératoire / tamponnade / autre / 0 = pas de saignement ou NA
Complications thrombo-emboliques	Ischémie aiguë de membre / thrombose de circuit / thrombose de membrane / TVP ? / 0 = pas de saignement ou NA
Complications infectieuses	PAVM / bactériémie / médiastinite / Scarpa / digestif / urinaire / 0 = pas d'infection ou NA
Complications neurologiques	AVC hémorragique / AVC ischémique / 0 = pas de complication neurologique ou NA
Nécessité de reprise chirurgicale pour saignement	0 = non / 1 = oui

Nombre et type de produits sanguins labiles transfusés pendant l'assistance par ECMO VA	
Nb de CGR	
Nb de concentrés plaquettaires	
Nombre de PFC	

Ventilation mécanique

Date début VM: jj/mm/aaaa

Date fin VM : jj/mm/aaaa

Date de début	jj/mm/aaaa
Date de fin	jj/mm/aaaa

DONNEES À RECUEILLIR POUR CHAQUE FILTRE

Données EER

Indication CRRT	Anurie / Hyperurémie / Hyperkaliémie / OAP réfractaire / Acidémie / autre
Anticoagulation du circuit	Citrate / HNF systémique / pas d'anticoag.
Date de début séance CRRT	jj/mm/aaaa –
Heure de début séance CRRT	hh :mm
Site CRRT	ECMO / KTD jugulaire / KTD fémoral / KT Canaud
Cause d'arrêt de la séance CRRT	Thrombose / programmé à H72 / Récupération rénale / Intervention patient ou acte diagnostique / Décès / PTM élevée
Date d'arrêt séance	jj/mm/aaaa –
Heure d'arrêt séance	hh :mm
Dose de dialyse totale (en ml/kg/h)	
Dose d'ultrafiltration totale (en ml/h)	
Plaquettes min (en G/L)	
Plaquettes max (en G/L)	
TP min (%)	
TP max (%)	
TCA min	
TCA max	
Fibrinogène min (g/L)	
Fibrinogène max (g/L)	
Activité Antithrombine III min (AT III, en %)	
Activité Antithrombine III max (AT III, en %)	
Natrémie min (mM)	
Natrémie max (mM)	
Urée min (mM)	
Urée max (mM)	
Créatininémie min (μM)	
Créatininémie max (μM)	
pH min	
pH max	
HCO ₃ ⁻ min (mM)	
HCO ₃ ⁻ max (mM)	
Calcémie ionisée min (mM)	
Calcémie ionisée max (mM)	
Calcémie totale min (mM)	
Calcémie totale min (mM)	

Ratio Ca ⁺⁺ /Ca total min	
Ratio Ca ⁺⁺ /Ca total max	
Calcémie ionisée post-filtre min (mM)	
Calcémie ionisée post-filtre max (mM)	

Complications per dialyse

Saignement per dialyse	0 = non / 1 = oui
Localisation du saignement	Cérébral / digestif / Scarpa / cathéter / site opératoire / tamponnade / autre
Nécessité de reprise chirurgicale pour saignement	0 = non / 1 = oui
Transfusion CGR per-EER	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / >4
Transfusion PFC per-EER	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / >4
Transfusion Plaquettes per-EER	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / >4
Infection liée au cathéter	0 / KTC / KTA / KTD
Fibrillation atriale de novo per-EER	0 = non / 1 = oui
TIH avérée	0 = non / 1 = oui
Hypothermie (t° < 36°)	0 = non / 1 = oui

EVOLUTION DE LA FONCTION RENALE

Récupération rénale sortie de réanimation	Delta créatininémie admission-sortie réa : - < 44 µM - > 44 µM - dialysé
Récupération rénale J30	Delta créatininémie admission-J30 : - < 44 µM - > 44 µM - dialysé
Récupération rénale sortie de l'hôpital	Delta créatininémie admission-sortie hospit - < 44 µM - > 44 µM - dialysé

VIII. BIBLIOGRAPHIE

1. <https://www.elsevier.com/registry/international-summary-and-reports/international-summary.aspx>
2. David T. Selewski and Keith M. Wille Continuous renal replacement therapy in patients treated with extracorporeal membrane oxygenation. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8250911/>
3. SFAR choc cardiogénique <https://sfar.org/download/choc-cardiogenique/>
4. Overview of Veno-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation (VA-ECMO) Support for the Management of Cardiogenic Shock. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8292640/>
5. Thiele H, Ohman EM, de Waha-Thiele S, Zeymer U, Desch S, (2019) Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: an update 2019. *Eur Heart J*
6. Van Diepen S, Katz JN, Albert NM, Henry TD, (2017) Contemporary Management of Cardiogenic Shock: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 136: e232-e268
7. Askenazi DJ, Selewski DT, Paden ML, et al. Renal replacement therapy in critically ill patients receiving extracorporeal membrane oxygenation. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2012;7(8):1328-1336. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Ostermann M, Connor M Jr, Kashani K. Continuous renal replacement therapy during extracorporeal membrane oxygenation: why, when and how? *Curr Opin Crit Care*. 2018;24(6):493-503. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Mildner RJ, Taub N, Vyas JR, et al. Cytokine imbalance in infants receiving extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure. *Biol Neonate*. 2005;88(4):321-327. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Al-Fares A, Pettenuzzo T, Del Sorbo L. Extracorporeal life support and systemic inflammation. *Intensive Care Med Exp*. 2019;7(Suppl 1):46. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Gbadegesin R, Zhao S, Charpie J, et al. Significance of hemolysis on extracorporeal life support after cardiac surgery in children. *Pediatr Nephrol*. 2009;24(3):589-595. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

12. Borasino S, et al. Impact of hemolysis on acute kidney injury and mortality in children supported with cardiac extracorporeal membrane oxygenation. *J Extra Corpor Technol*. 2018;50(4):217-224. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Cashen K, Meert K, Dalton HJ. Platelet count and function during pediatric extracorporeal membrane oxygenation. *Semin Thromb Hemost*. 2020;46(3):357-365. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Doyle AJ, Hunt BJ. Current understanding of how extracorporeal membrane oxygenators activate haemostasis and other blood components. *Front Med (Lausanne)*. 2018;5:352. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Fleming GM, Askenazi DJ, Bridges BC, et al. A multicenter international survey of renal supportive therapy during ECMO: the Kidney Intervention During Extracorporeal Membrane Oxygenation (KIDMO) group. *ASAIO J*. 2012;58(4):407-414. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
16. Giani M, Scaravilli V, Stefanini F, et al. Continuous renal replacement therapy in venovenous extracorporeal membrane oxygenation: a retrospective study on regional citrate anticoagulation. *ASAIO J*. 2020;66(3):332-338. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
17. KDIGO. Section 5: Dialysis interventions for treatment of AKI. *Kidney Int Suppl* 2012.2: 89–115.
18. Shum H, Kwan AM-C, Chan K-C, Yan W-W. The use of regional citrate anticoagulation continuous venovenous hemofiltration in extracorporeal membrane oxygenation. *ASAIO J* 2014.60: 413–418. [Cited Here](#) | [View Full Text](#) | [PubMed](#) | [CrossRef](#)
19. Chung M, Cabezas FR, Nunez JI, Kennedy KF, Rick K, Rycus P, Mehra MR, Garan AR, Kociol RD, Grandin EW (2020) Hemocompatibility-related adverse events and survival on venoarterial extracorporeal life support: an ELSO registry analysis. *JACC Heart Fail* 8:892–902 [Article](#) [Google Scholar](#)

Figure 1

20. Chen H, Yu R-G, Yin N-N, Zhou J-X. Combination of extracorporeal membrane oxygenation and continuous renal replacement therapy in critically ill patients: a systematic review. *Critical Care*. (2014) 18:675. 10.1186/s13054-014-0675-x [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

TITRE DE LA THESE : Évolution des pratiques de l'EER chez le patient avec ECMO-VA en réanimation cardio-vasculaire de 2019 à 2021

AUTEUR : HELENE GEORGETTE MARIE-JOSEE DROUIN
NEE LE 18/07/1993 A LEICESTER (ROYAUME-UNI)

RESUME : Cette étude rétrospective et monocentrique décrit l'évolution des pratiques de l'EER chez 74 patients de réanimation cardio-vasculaire porteurs d'une ECMO-VA sur la période 1^{er} janvier 2019 au 31 décembre 2021. Nous avons distingué deux groupes selon le choix d'anticoagulation : héparine seule ou héparine combinée avec une anticoagulation régionale de l'EER au citrate. Nous constatons une évolution de nos pratiques allant d'un choix d'anticoagulation par HNF seule vers une anticoagulation mixte par héparine et citrate (14% en 2019 vs 47% en 2021). Nous constatons également un changement de pratique concernant le branchement de l'EER, allant d'un système vasculaire indépendant vers un branchement direct sur le circuit machine de l'ECMO (32% en 2019 vs 83% en 2021). Nous ne constatons pas de complications significatives liées à l'administration de citrate et/ou le branchement de l'EER directement sur le circuit de l'ECMO-VA.

MOTS-CLES : ECMO-VA, EER, ANTICOAGULATION REGIONALE AU CITRATE, ANTICOAGULATION HEPARINE