



Chapitre 51

L'arrêt cardiaque réfractaire : où en est-on ?

M. RAUX¹, A. NICOLAS-ROBIN², B. RIOU³

Points essentiels

- L'absence de reprise d'une activité circulatoire spontanée au terme de 30 min de réanimation médicale réalisée chez un patient non hypotherme définit l'arrêt circulatoire réfractaire.
- Il est des circonstances justifiant la mise en œuvre d'une assistance circulatoire extracorporelle le temps d'initier le traitement étiologique de la pathologie responsable de l'arrêt circulatoire.
- Des recommandations françaises ont proposé un algorithme décisionnel pour l'indication et les contre-indications de l'assistance circulatoire au cours de l'arrêt circulatoire réfractaire.
- Les résultats sont encourageants lors des arrêts circulatoires intrahospitaliers, en raison de délais de *no-flow* et de *low-flow* courts. Ils sont en revanche décevants lors des arrêts circulatoires extrahospitaliers.

1. MCU-PH, Salle de surveillance postinterventionnelle et d'accueil des polytraumatisés, SAMU de Paris – SMUR Pitié, Département d'anesthésie réanimation, Hôpital universitaire Pitié-Salpêtrière, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, Paris, France.

2. PH, Salle de surveillance postinterventionnelle et d'accueil des polytraumatisés, Département d'anesthésie réanimation, Hôpital universitaire Pitié-Salpêtrière, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, Paris, France.

3. PU-PH, Service d'accueil des urgences et coordination des prélèvements d'organes et de tissus, Hôpital universitaire Pitié-Salpêtrière, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, Paris, France.

Correspondance : D' Mathieu Raux – Salle de surveillance postinterventionnelle et d'accueil des polytraumatisés – Département d'anesthésie réanimation – Hôpital universitaire Pitié Salpêtrière – 47-83, boulevard de l'Hôpital, 75651 Paris Cedex 13. Tél. : 01 42 17 7379. Fax : 01 42 17 73 88. E-mail : mathieu.raux@psl.aphp.fr

- Différents moyens doivent être mis en œuvre pour améliorer le devenir des patients : identifier les facteurs pronostiques, améliorer la qualité de la réanimation cardio-pulmonaire, raccourcir les délais entre l'effondrement et l'implantation de l'assistance circulatoire.
- L'intérêt de la mise en place préhospitalière de l'assistance circulatoire reste à démontrer.
- En l'absence d'indication thérapeutique à une assistance circulatoire, le décès est déclaré.
- Certains patients n'ayant pas témoigné de leur opposition de leur vivant peuvent alors faire l'objet d'un prélèvement d'organes (foie et rein) dans le cadre du programme « Donneur Décédé après Arrêt Cardiaque ».
- Les contre-indications sont nombreuses afin de ne pas aggraver les lésions d'ischémie reperfusion induites par l'arrêt circulatoire.
- Les résultats de cette activité de prélèvement d'organes sont satisfaisants.

1. Objectifs pédagogiques fixés par le CS de la SFMU

- Rappeler la définition de l'arrêt cardiaque réfractaire.
- Décrire l'épidémiologie de l'arrêt cardiaque réfractaire et les procédures thérapeutiques proposées.
- Donner une analyse critique de la littérature internationale sur l'AC réfractaire et l'assistance circulatoire et rappeler les critères de décision orientant vers une procédure d'assistance circulatoire.
- Décrire les résultats en termes de morbi-mortalité de cette procédure.
- Décrire la procédure de don d'organe sur donneur décédé et les résultats qui s'y rapportent.

2. Introduction

La mort subite touche 3 000 personnes par an en Île-de-France (1). Elle procède d'un arrêt circulatoire qui nécessite la mise en route immédiate de manœuvres de réanimation. L'inefficacité de celles-ci fait considérer l'arrêt circulatoire comme réfractaire, et conduit, le plus souvent, à la déclaration du décès.

Il est toutefois des circonstances pouvant conduire les équipes médicales à proposer la une assistance circulatoire extracorporelle (*Extra Corporel Life Support* ou *ECLS* dans la suite de ce document) afin de permettre la mise en œuvre du traitement étiologique de la pathologie responsable de l'arrêt circulatoire. En l'absence de recours à une *ECLS*, la procédure de prélèvements d'organes sur donneurs décédés après arrêt cardiaque (DDAC) doit être envisagée, en l'absence de contre-indication connue.

3. Arrêt circulatoire réfractaire : définition et épidémiologie

L'arrêt circulatoire survient chez 83 pour 100 000 habitants, soit environ 50 000 à 55 000 cas par an en France. Cet arrêt est d'origine cardiaque dans 72 % des cas. Il nécessite la mise en œuvre immédiate d'une réanimation cardio-pulmonaire, complétée par une prise en charge médicalisée aussi précoce que possible.

La réanimation permet la reprise d'une activité cardiaque spontanée (RACS) dans 29 % des cas, pour peu qu'elle soit initiée précocement (2). L'absence de RACS au terme de 30 min de réanimation médicale réalisée chez un patient non-hypotherme (*low-flow*¹) définit l'arrêt circulatoire réfractaire (3). Cette situation, jugée en général sans espoir de survie, conduit inéluctablement à l'arrêt des manœuvres de réanimation et à la déclaration du décès du patient.

Il est toutefois des circonstances très particulières, pour lesquelles la probabilité de survie n'est pas nulle pour peu que l'oxygénation et la circulation systémique soient maintenues jusqu'à la mise en œuvre de thérapeutiques visant à traiter la cause de l'arrêt circulatoire (par exemple, l'angioplastie coronaire dans l'infarctus du myocarde) ou en attendant l'évolution naturelle favorable de la maladie (intoxication, myocardite) ou pour maintenir en vie le patient dans l'éventualité d'une transplantation cardiaque. Ces circonstances, très rares, peuvent justifier la mise en œuvre d'une ECLS.

4. Encore un peu d'espoir : la circulation extracorporelle ou ECLS

L'ECLS permet d'assurer un débit circulatoire supérieur à celui créé par le massage cardiaque, des échanges gazeux de meilleure qualité, le tout pour une durée prolongée, le temps de la mise en œuvre de traitements curatifs. Cette ECLS nécessite du personnel formé à sa mise en œuvre et du matériel spécifique : matériel chirurgical, canules artérielle et veineuse, circuit de circulation extracorporelle, pompe centrifuge, oxygénateur/décarboxyleur et un débit d'oxygène. Sa mise en œuvre doit être la plus précoce possible, et se fait alors que le massage cardiaque et la ventilation artificielle sont poursuivis. À cette fin, l'utilisation d'un dispositif de massage automatisé, quoique controversée, permet d'assurer une régularité des manœuvres prolongées de réanimation pour un encombrement minimal.

L'ECLS impose la mise en place d'abords vasculaires de gros calibre (15 à 17 F pour la canule artérielle et 23 à 29 F pour la canule veineuse), le plus souvent au niveau fémoral (scarpa droit). Cet abord peut se faire par voie percutanée (technique de

1. Cette terminologie est utilisée pour signifier que le débit cardiaque généré par le massage cardiaque, quoique non-nul, reste inférieur au débit cardiaque résultant d'une activité spontanée de la pompe cardiaque. Le terme *low-flow* désigne habituellement la durée du massage cardiaque, de son initiation à la reprise d'une activité cardiaque spontanée ou à la mise en œuvre d'une ECLS.

Seldinger modifiée) ou par abord chirurgical direct, selon les équipes. Une fois en place, les canules sont connectées au circuit de circulation extracorporelle préalablement « débullé ». La vitesse de rotation de la pompe centrifuge est réglée pour obtenir un débit systémique d'environ $50 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. La concentration d'oxygène et le débit de gaz balayant la membrane de l'oxygénateur/décarboxyleur sont réglés en fonction des gaz du sang. Le débit circulatoire ainsi restauré diffère du débit cardiaque spontané en ceci qu'il n'est pas pulsatile. Le massage cardiaque peut être arrêté une fois l'ECLS fonctionnelle. La ventilation mécanique est en revanche maintenue. Elle doit faire l'objet d'une adaptation des réglages, de type « ventilation protectrice » (volume courant de $6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$, pression expiratoire positive, fraction inspirée d'oxygène $\leq 60\%$) afin de prévenir l'aggravation des lésions pulmonaires secondaires à l'arrêt circulatoire, au massage cardiaque, et à la ventilation. Les autres mesures de réanimation « post arrêt circulatoire » doivent être mises en œuvre, en particulier la sédation et l'hypothermie, toutes deux à des fins de neuroprotection.

La restauration d'un débit circulatoire qui résulte de la mise en route de l'ECLS s'accompagne très souvent d'un syndrome d'ischémie-reperfusion précoce (4), marqué par une vasoplégie très intense. Cette vasoplégie, combinée à l'hypovolémie liée à un troisième secteur digestif, peut être à l'origine d'une incapacité de l'ECLS à assurer un débit circulatoire. En effet, son fonctionnement est basé sur une pompe centrifuge « aspirante », dépendant de la précharge, c'est-à-dire du retour veineux. La combinaison hypovolémie et vasoplégie effondre ce dernier, et peut conduire à un effondrement du débit de la pompe, rendant l'ECLS non fonctionnelle. Il est fréquent d'avoir à procéder à une expansion volémique et/ou à administrer un vasopresseur, et de surveiller son effet sur la pression artérielle (moyenne, car non pulsatile), mesurée au moyen d'un cathéter artériel posé sous échographie.

La miniaturisation des dispositifs d'ECLS a grandement facilité la mise en œuvre de cette technique. De nombreuses équipes l'ont ainsi intégré à leur algorithme de prise en charge de l'arrêt cardiaque.

4.1. ECLS et arrêt cardiaque intrahospitalier

Le pronostic de l'arrêt circulatoire étant étroitement lié à la durée de *no-flow* et de *low-flow*, les premières études évaluant le bénéfice de l'ECLS au cours de l'arrêt circulatoire réfractaire ont été conduites chez des patients présentant un arrêt circulatoire intrahospitalier.

Les résultats sont très encourageants, avec des taux de survie rapportés de 11 à 72 % (tableau 1). Ces études excluent le plus souvent les arrêts circulatoires procédant d'une intoxication ou d'une hypothermie, dont le pronostic lors de la mise en route d'une ECLS, est jugé bon (5, 6). Notons que la grande majorité des arrêts circulatoires de ces études sont survenus en réanimation, au bloc opératoire ou en salle de cathétérisme cardiaque. Ceci signifie non seulement que la réanimation était mise en œuvre immédiatement et de manière optimale, mais aussi qu'une fraction significative de patients étaient déjà intubés lors de la

Tableau 1 – Publications rapportant les résultats de l’ECLS utilisé au cours d’arrêts circulatoires réfractaires intrahospitaliers

Auteur	Année	Nombre de patients	Durée du <i>no-flow</i> (min)	Durée du <i>low-flow</i> (min)	Taux de survie (%)
Chen <i>et al.</i>	2003	57	ND	57 ± 13	32 [20-45]
Masseti <i>et al.</i>	2005	35	ND	105 ± 44	12 [3-27]
Chen <i>et al.</i>	2008	135	ND	50 (16-150)	34 [26-43]
Vanzetto <i>et al.</i>	2009	38	0	49 ± 44	11 [3-25]
Thiagarajan <i>et al.</i>	2009	295	ND	ND	27 [22-32]
Daubin <i>et al.</i>	2009	7	0	101 ± 55	71 [29-96]
Kagawa <i>et al.</i>	2010	38	0 (0-1)	25 (21-43)	34 [20-51]
Mateen <i>et al.</i>	2011	14	ND	ND	29 [8-58]
Shin <i>et al.</i>	2011	60	ND	39 ± 21	32 [20-45]
Sakamoto <i>et al.</i>	2012	64	ND	26 ± 22	28 [18-41]
Haneva <i>et al.</i>	2012	59	ND	40 ± 28	42 [30-56]

min : minutes. ND : donnée non disponible. Variables exprimées sous la forme moyenne ± écart-type, médiane (interquartiles) ou pourcentages [intervalle de confiance à 95 %].

Tableau 2 – Publications rapportant les résultats de l’ECLS utilisé au cours d’arrêts circulatoires réfractaires extrahospitaliers

Auteur	Année	Nombre de patients	Durée du <i>no-flow</i> (min)	Durée du <i>low-flow</i> (min)	Taux de survie (%)
Masseti <i>et al.</i>	2005	5	ND	ND	20 [1-72]
Chen <i>et al.</i>	2008	7	ND	ND	14 [0-58]
Kagawa <i>et al.</i>	2010	39	1 (1-8)	59 (45-65)	13 [4-27]
Le Guen <i>et al.</i>	2011	51	3 (1-7)	120 (102-149)	4 [1-13]
Mégarbane <i>et al.</i>	2011	66	2 (0-6)	155 (120-180)	2 [0-8]
Hashiba <i>et al.</i>	2012	16	0	27 ± 12	13 [2-38]
Wu <i>et al.</i>	2012	28	ND	ND	18 [6-37]
Maj <i>et al.</i>	2012	20	ND	ND	15 [3-38]
Masson <i>et al.</i>	2012	3	ND	59 ± 11	100 [29-100]

min : minutes. ND : donnée non disponible. Variables exprimées sous la forme moyenne ± écart-type, médiane (interquartiles) ou pourcentages [intervalle de confiance à 95 %].

survenue de cet arrêt circulatoire. Enfin, la survenue en milieu intrahospitalier spécialisé dans la prise en charge de ce type de pathologie conduit logiquement à des délais de *low-flow* courts.

4.2. ECLS et arrêt cardiaque extrahospitalier

Les bons résultats de l’ECLS utilisée comme technique de sauvetage au cours de l’arrêt circulatoire intrahospitalier ont conduit les équipes soignantes à envisager l’utilisation de cette technique au cours des arrêts circulatoires extrahospitaliers.

Les résultats sont malheureusement moins bons ([tableau 2](#)). Sans surprise, les délais de *low-flow* sont bien supérieurs à ceux des études conduites sur les arrêts circulatoires intrahospitaliers, contribuant ainsi à obérer le pronostic de cette technique. Par ailleurs, la réanimation initiale est souvent retardée (délai de *no-flow* non nul) et pas forcément optimale. *Chen et al.* ont en effet montré qu'au-delà de 100 min de *low-flow*, le pronostic de survie était inférieur à 10 % ([7](#)). Notons par ailleurs que ces études sont majoritairement rétrospectives. Elles souffrent à ce titre d'un biais de sélection majeur. Notons enfin que certaines de ces études associent arrêts intra et extrahospitaliers et *ECLS* pour arrêt circulatoire et pour choc cardiogénique. Le pronostic étant singulièrement différent d'une indication à l'autre et d'un type d'arrêt à l'autre, cette hétérogénéité contribue à biaiser les résultats en tirant vers le haut les chiffres de survie.

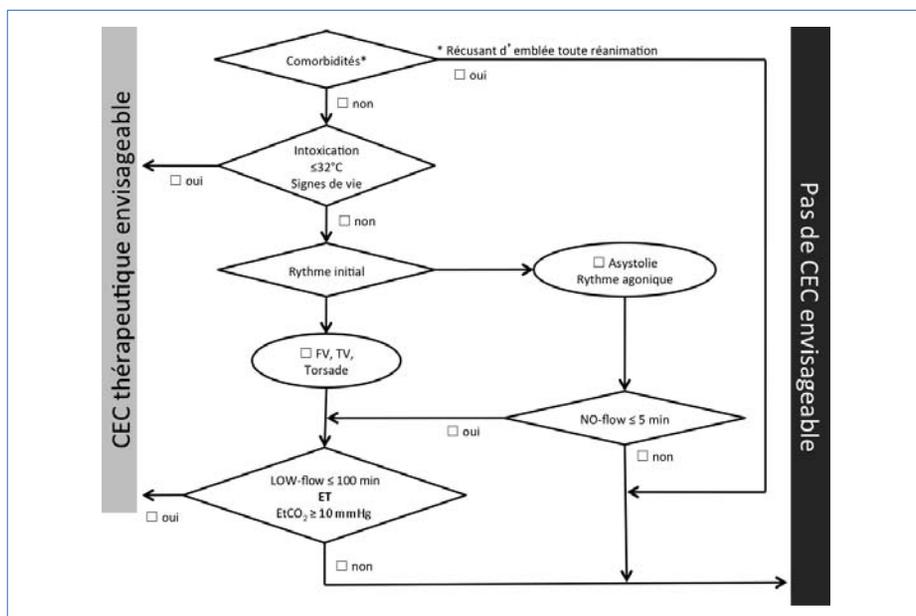
4.3. L'algorithme français

Devant la crainte de voir se développer des pratiques d'assistance circulatoire anarchiques nuisibles à l'essor de cette technique, et de favoriser la survie de patients sévèrement handicapés du fait de lésions cérébrales anoxiques, différentes sociétés médicales ont édité en 2009 des recommandations destinées aux médecins confrontés aux arrêts circulatoires réfractaires ([3](#)). Ces recommandations tiennent compte d'éléments anamnestiques indispensables au raisonnement : l'existence de circonstances particulières de survenue de l'arrêt circulatoire (hypothermie, intoxication), la présence de signes de vie au cours de la réanimation, la durée de *no-flow* et la durée de *low-flow*. Bien que de faible niveau de preuve, ces recommandations ont le mérite de distinguer les situations au cours desquelles l'*ECLS* est envisageable (ce qui ne veut pas dire qu'elle doit être mise en œuvre, le distinguo étant à l'appréciation des équipes soignantes) des situations au cours desquelles l'*ECLS* apparaît vaine. Leur adaptation graphique, telle que réalisée à l'Hôpital universitaire Pitié-Salpêtrière ([figure 1](#)), les rend utilisables « au lit du patient ».

Toutes les situations cliniques au cours desquelles une limitation à un traitement invasif apparaît légitime constituent des contre-indications à l'implantation d'une *ECLS*. L'existence d'une hypothermie à l'origine de l'arrêt circulatoire (et non une conséquence de ce dernier) justifie d'envisager l'*ECLS*, en raison du caractère neuroprotecteur de la baisse de température. L'arrêt circulatoire par intoxication par des médicaments cardiotropes fait partie des indications à une *ECLS*. Cette indication spécifique ne procède pas du caractère neuroprotecteur des substances ingérées, mais plutôt du fait que les arrêts circulatoires surviennent au cours de la prise en charge médicale, avec de faibles durées de *no-flow* et de *low-flow*. Le pronostic de l'*ECLS* rejoint alors dans ce cas celui des *ECLS* mises en œuvre pour arrêts circulatoires intrahospitaliers.

Les résultats de l'étude de *Le Guen et al.* laissent penser que ces recommandations sont trop étendues ([8](#)). En effet, ils sont mauvais, avec une survie de 4 % (intervalle de confiance à 95 %, 1 à 13 %). Bien que le *no-flow* soit de courte durée dans cette étude (médiane de 3 min, interquartiles 1 à 7), il reste probablement

Figure 1 – Algorithme de prise en charge de l'arrêt circulaire réfractaire en vue de l'implantation d'une assistance circulatoire extracorporelle (ECLS).



trop important et à ce titre, est à l'origine de lésions ischémiques irréversibles que l'ECLS ne fait qu'aggraver en induisant un syndrome de reperfusion. La durée de *low-flow* des patients (médiane de 120 min, interquartiles 102 à 149) pourrait être qualifiée « d'excessive » eu égard aux résultats de Chen *et al.* (7).

Pour autant, il est intéressant de constater que les durées de *low-flow* des deux survivants étaient respectivement de 132 et 170 min, c'est-à-dire supérieur au délai seuil fixé par les recommandations. Cette observation conduit à s'interroger sur le poids de ce critère et sur l'existence de phénomènes susceptibles de survenir en cours de réanimation initiale, mais passés inaperçus (RACS) en raison de leur courte durée.

4.4. Ce qu'on doit améliorer, les pistes à travailler

Les mauvais résultats présentés ne justifient pas pour autant une condamnation et un abandon de la technique. De nombreux éléments laissent à penser que les indications actuelles d'ECLS sont trop larges. Il importe donc de chercher à affiner les critères de triage proposés par les recommandations.

4.4.1. Identifier des facteurs pronostiques

Outre les éléments anamnestiques, les recommandations se fondent sur un élément non-clinique pour orienter les patients, l'EtCO₂ mesurée à 20 min du début de la réanimation. Une valeur d'EtCO₂ < 10 mmHg témoigne d'une incapacité du massage cardiaque à générer un débit cardiaque suffisant. Une telle

situation s'accompagne bien évidemment d'une aggravation du pronostic. De fait, les recommandations proposent de ne pas implanter d'ECLS aux patients dont l'EtCO₂ à 20 min est < 10 mmHg.

Les mauvais résultats des pratiques françaises ont conduit l'équipe de Mégarbane *et al.* à chercher à définir d'autres éléments de mauvais pronostic (9). L'objectif est d'identifier les patients dont la probabilité de survie est nulle, et chez lesquels l'ECLS ne doit pas être implantée. Parmi ces critères de mauvais pronostic figurent une saturation veineuse en oxygène < 8 %, une lactacidémie > 21mmol·l⁻¹, une fibrinogénémie < 0,8 g·l⁻¹ et un taux de prothrombine < 11 %. Ces deux derniers éléments traduisent la sévérité de la coagulopathie liée à l'hypoperfusion (10). Bien évidemment, les résultats des tests de coagulation ne sont pas immédiatement disponibles, rallongeant d'autant la durée de *low-flow* avant prise de décision. Il apparaît donc nécessaire de conduire de nouvelles études afin de définir les variables les plus pertinentes sur le plan pronostique.

4.4.2. Qualité de la réanimation préhospitalière

L'ECLS constitue une thérapeutique de sauvetage. À ce titre, son utilisation ne se conçoit que si réanimation cardio-pulmonaire préalable a été bien conduite. Faute de quoi, l'ECLS n'a aucune chance d'apporter un bénéfice en termes de survie. Malheureusement, différents éléments laissent à penser que la qualité de la réanimation cardio-pulmonaire peut être améliorée. Outre une initiation tardive par les témoins par méconnaissance des manœuvres de réanimation, la qualité des compressions thoraciques est insuffisante (11). Seules 28 % d'entre elles sont d'amplitude suffisante. Elles ne sont réalisées que 52 % du temps passé en arrêt circulatoire. Ceci veut dire que pendant 48 % du temps passé en arrêt, et malgré la présence d'une équipe médicale, le patient ne bénéficie pas de massage cardiaque. Enfin, la fréquence de compression est trop élevée. Parallèlement au développement de techniques nouvelles (ECLS), il apparaît indispensable d'améliorer les pratiques « de base ». Faute de quoi, ces nouvelles techniques risquent de péricliter.

4.4.3. Quand commence une réanimation bien conduite ?

Eu égard aux longues durées de *low-flow* (dont le lien direct avec la mortalité est établi), il apparaît raisonnable de chercher à réduire le délai entre le début du massage cardiaque et la mise en route de l'ECLS. À ce jour, aucune donnée n'autorise à modifier la définition de l'arrêt circulatoire réfractaire. Pour autant, lorsque l'arrêt circulatoire procède d'une cause irréversible (intoxication, choc cardiogénique préalable, infarctus étendu, ...), il n'apparaît pas souhaitable d'attendre 30 min avant d'initier le processus conduisant à l'ECLS. Le délai de réanimation bien conduite ne doit, en tout état de cause, pas être inférieur à 15 min.

Se pose néanmoins la question – non résolue – de la définition du début d'une réanimation bien conduite : dès les premières compressions par un témoin formé, ou à l'arrivée de l'équipe médicale préhospitalière ? Cette question n'est pas anodine, car le délai moyen d'arrivée d'une équipe médicalisée est de 16 min (2).

De récentes publications remettent en cause le bénéfice de la ventilation au cours de la réanimation standard (12), à telle enseigne que cette dernière a été exclue de l'algorithme de réanimation cardiaque de base par un témoin non-entraîné, afin de minimiser le temps passé sans compression thoracique (13). Parallèlement, les récents travaux de Oslavenguen et al. et Jacobs et al. conduisent à s'interroger sur le bénéfice de l'administration d'adrénaline chez les patients en arrêt circulatoire (14). Le probable sous-dimensionnement de l'une des deux études n'autorise pas pour autant à revenir sur les recommandations justifiant son administration. Quoiqu'il en soit, ces résultats interrogent sur les éléments composant une réanimation bien conduite (compressions thoraciques, défibrillation, ventilation, adrénaline), et de fait, sur son horaire de début. Peut-être ne faut-il pas attendre l'intubation et l'administration d'adrénaline pour déclencher le chronomètre. Ce dernier pourrait être déclenché au début de la réanimation cardio-pulmonaire débutée par une équipe entraînée équipée d'un défibrillateur. À ce jour, cette question n'est pas tranchée, et nécessite d'être débattue.

Une fois prise la décision d'initier le processus d'ECLS, tout doit être mis en œuvre pour accélérer son implantation. Le patient étant déjà « technique » (intubé, ventilé, perfusé), le dispositif de massage automatisé doit être mis en route, et le transport initié dans les plus brefs délais vers un centre en mesure d'implanter l'ECLS. Cette séquence « *stay and play* » initiale permettant d'initier la réanimation, suivie d'une séquence « *scoop and run* » afin de permettre la mise en œuvre de la thérapeutique de sauvetage est à l'image de ce qu'il convient de faire lors de la prise en charge d'un patient traumatisé sévère : une phase d'initiation de la réanimation par une équipe médicale, suivie d'une évacuation rapide vers un centre disposant des moyens d'assurer l'hémostase. Dans les deux cas, il convient de ne pas perdre de temps pour initier la thérapeutique salvatrice.

4.4.4. Place de l'assistance circulatoire préhospitalière

Un des moyens de diminuer la durée de *low-flow* et de se mettre dans des conditions proches de celles qui ont abouti à d'excellents résultats dans l'arrêt circulatoire intrahospitalier pourrait être d'envisager l'implantation préhospitalière d'une ECLS. Cette pratique est facilitée par la miniaturisation des dispositifs de circulation extracorporelle. Des premiers cas d'ECLS préhospitalières ont ainsi été rapportés (15-17) et l'équipe du SAMU 75 s'est lancée dans cette innovation à Paris.

L'étude de faisabilité de Lamhaut et al., présentée au dernier congrès de la SFAR montre que l'implantation préhospitalière d'une ECLS est réalisable et est associée à une réduction de la durée de *low-flow* (18). L'effectif est cependant insuffisant pour mettre en évidence un bénéfice en termes de mortalité. À ce stade, la pratique préhospitalière de l'ECLS appelle plusieurs commentaires. Seule une étude randomisée, dans laquelle l'allocation du bras de traitement (ECLS préhospitalière vs transfert immédiat vers un centre spécialisé muni d'un service de cardiologie interventionnelle), initiée au terme d'une réanimation médicale bien conduite, permettra de statuer sur le bénéfice d'une assistance circulatoire implantée hors des murs de l'hôpital. Cette étude devra par ailleurs évaluer les

complications liées à une mise en place préhospitalière, tels les échecs de pose, les complications infectieuses (il est possible que les conditions d'asepsie soient moins bien respectées conduisant à un risque de complications septiques parfois redoutables) et les ischémies de membre. Ce dernier point est redouté, car la mise en place préhospitalière de l'*ECLS* ne prévoit pas la mise en place d'un dispositif de perfusion artérielle du membre canulé de la phase initiale. Ceci s'associe à un risque d'ischémie qui est loin d'être négligeable. Enfin, implanter une *ECLS* préhospitalière nécessite à ce jour un grand nombre d'intervenants (11 soignants dans l'expérience parisienne). Elle engage de nombreux moyens de secours au sein d'une même zone de défense. À ce titre, elle conduit à s'interroger sur la juste répartition de ressources médicales préhospitalières rares (19).

L'implantation préhospitalière d'une *ECLS* constitue potentiellement une innovation importante dans la réanimation de l'arrêt circulatoire réfractaire. Il convient toutefois d'en établir le bénéfice, les risques, et la futilité éventuelle, comme cela a été fait pour les indications de l'*ECLS* hospitalière dans les arrêts circulatoires réfractaires intra ou extrahospitaliers.

5. Plus d'espoir : le prélèvement d'organes

L'absence d'indication à l'implantation d'une *ECLS* conduit inexorablement à déclarer le décès des patients en arrêt circulatoire réfractaire. Dans le but de répondre à l'augmentation du nombre de patients en attente de greffe d'organes, l'Agence de la Biomédecine a initié en 2005 un programme de prélèvement d'organes (foie et rein) sur des donneurs décédés d'un arrêt cardiaque réfractaire (DDAC). Le distinguo ici entre arrêts circulatoire et cardiaque traduit le fait que ce programme DDAC ne peut être initié que chez des patients dont le cœur ne présente plus aucune activité électrique (asystolie ou rythme agonique).

Ainsi, les patients en arrêt cardiaque réfractaire, dont le décès est déclaré, peuvent faire l'objet d'un prélèvement de foie et de reins, pour peu que les conditions de prélèvement soient réunies. Cette activité de prélèvement respecte les règles édictées par le législateur qui autorisent la mise en œuvre d'une technique de perfusion des organes (circulation régionale normothermique ou sonde de Gillot), pour peu que cette dernière soit interrompue si l'entretien avec les proches du défunt venait à faire état d'une opposition au prélèvement de ses organes exprimée de son vivant (Art. R1232-4-3). Elle n'est envisageable qu'au sein de centres hospitaliers ayant signé une convention avec l'Agence de la Biomédecine. Les donneurs sont soumis aux critères réglementaires prévus en matière de sélection biologique des donneurs d'organes.

5.1. Indications et contre-indications

En France, le programme ne peut être initié que chez des patients déclarés décédés, dont l'arrêt cardiaque correspond aux catégories I, II ou IV de la classification de Maastricht, c'est-à-dire survenant de manière inopinée. Ceci sous-

entend que les arrêts cardiaques attendus, survenant dans un contexte de limitation des thérapeutiques actives (catégorie III de la classification de Maastricht) sont exclus, à ce jour, de la procédure DDAC. Il ne concerne que les patients entre 18 et 54 ans ne présentant aucune indication thérapeutique à une ECLS et dont une réanimation bien conduite pendant au moins 30 min n'a pas permis la reprise d'une activité cardiaque spontanée.

Sont exclues l'ensemble des situations susceptibles d'aggraver les lésions d'ischémie reperfusion subies par les organes au cours des phases de *no-flow* et de réanimation cardiaque : les arrêts cardiaques traumatiques en particulier à haute cinétique, les antécédents de maladie rénale, hépatique, hypertensive, diabétique, de cancer ou un sepsis non-contrôlé. Les homicides constituent aussi une contre-indication. Dans la perspective de limiter la durée de l'ischémie chaude, la réanimation cardio-pulmonaire doit avoir été initiée dans les 30 min suivant l'arrêt circulatoire. Ce délai est réduit à 15 min pour envisager un prélèvement hépatique. Ceci sous-entend que l'horaire de l'arrêt circulatoire est connu. Enfin, la durée cumulée de *no-flow* et de *low-flow* (soit la durée avant que la reperfusion des organes ne soit effective au moyen d'une des deux techniques mentionnées ci-après) ne doit pas excéder 120 min. Ce délai peut être porté à 150 min si les compressions thoraciques ont été réalisées au moyen d'un dispositif de massage automatisé.

5.2. Procédure

La détection d'un potentiel donneur décédé après arrêt cardiaque conduit le médecin préhospitalier à maintenir la perfusion et l'oxygénation des organes par la poursuite du massage cardiaque et de la ventilation mécanique. Parallèlement, il va informer les proches de l'éventualité d'un prélèvement d'organes, conformément aux recommandations établies par l'Agence de la Biomédecine, en collaboration avec la SFMU, la SFAR et la SRLF (20). Il ne s'agit pas de recueillir auprès des proches présents le témoignage du patient de son vivant, mais simplement de les informer du motif de transfert du patient vers le centre hospitalier habilité. Le médecin régulateur du SAMU prend alors contact avec le centre hospitalier habilité par l'Agence de la Biomédecine. La coordination de prélèvement d'organes et de tissus, ainsi que les équipes médicales et chirurgicales du centre receveur sont ainsi mises en pré-alerte. Cette pré-alerte permet de vérifier l'indication et l'absence de contre-indication, puis la capacité à accueillir ce potentiel donneur et de mener à bien les différentes étapes de la procédure dans le temps imparti. Une fois l'accueil organisé, le patient est transféré dans les plus brefs délais vers ce centre receveur, tout en poursuivant le massage cardiaque (le plus souvent au moyen d'un dispositif de massage automatisé) et la ventilation mécanique.

À l'arrivée dans le centre receveur, le décès du patient est constaté. Pour ce faire, les conditions suivantes doivent être présentes : absence totale de conscience et d'activité motrice spontanée, abolition de tous les réflexes du tronc cérébral, absence totale de ventilation spontanée et asystolie ou rythme agonique (à

l'exclusion de tout autre rythme) pendant au moins 5 min en dehors de toute manœuvre de réanimation.

Une fois le procès-verbal indiquant les constatations cliniques ainsi que la date et l'heure du constat de décès rédigé, les vérifications concernant les indications et contre-indications sont initiées (en particulier concernant l'âge, la recherche d'antécédents et les horaires de prise en charge). L'absence de contre-indication conduit à la mise en place chirurgicale d'un dispositif de reperfusion régionale, tout en poursuivant le massage cardiaque et la ventilation mécanique.

Cette reperfusion peut être assurée par une sonde de Gillot introduite dans l'artère fémorale. Il s'agit d'une sonde à trois canaux. Deux d'entre eux permettent de gonfler des ballonnets dans l'artère afin de limiter la diffusion du liquide de cryo-préservation (20 litres) administré par le troisième chenal. Le ballonnet proximal est placé au niveau du carrefour aortique. Ce faisant, le ballonnet distal se place au-dessus des ostia rénaux. Le liquide de préservation est récupéré après perfusion des reins, au moyen d'une sonde de gouverneur assurant la décharge veineuse, mise en place au niveau de la veine fémorale. Cette sonde de Gillot permet la reperfusion des reins, mais n'est pas utilisable si un prélèvement hépatique est envisagé.

Idéalement, la reperfusion doit se faire au moyen d'une circulation régionale normothermique. Cette technique fait appel à du matériel de circulation extracorporelle classique, associé à un cathéter muni d'un ballonnet permettant d'exclure de la reperfusion les organes sus-diaphragmatiques. Pour ce faire, le ballonnet est mis en place au niveau de l'aorte sus-diaphragmatique via un abord artériel fémoral. Les canules de circulation extracorporelle sont introduites au niveau du scarpa controlatéral. Cette technique permet d'assurer la reperfusion du foie et des reins.

Une fois la reperfusion effective, quelle que soit la technique, les manœuvres de réanimation sont interrompues. Le registre national des refus de dons d'organe est consulté. L'entretien visant à recueillir le témoignage des proches est conduit en collaboration avec un membre de la coordination de prélèvement d'organes et de tissus. Une fois l'ensemble des examens biologiques réalisés, l'explantation doit avoir lieu dans les 180 min suivant le début de la reperfusion lorsque celle-ci est assurée par une sonde de Gillot, ou dans les 240 min si elle se fait au moyen d'une circulation régionale normothermique.

5.3. Résultats

En 2011, l'activité DDAC a concerné 122 donneurs potentiels recensés. Elle a conduit à l'aboutissement de 58 prélèvements d'organes (48 % des donneurs potentiels) et à la réalisation de 65 greffes rénales (27 % des greffons rénaux potentiels) et de 5 greffes hépatiques. Fin 2011, c'étaient plus de 300 greffes rénales qui avaient été réalisées depuis la reprise du programme DDAC.

Après transplantation rénale, l'incidence de reprise retardée de fonction du greffon est majorée si la technique de perfusion des organes utilisée est la sonde

Gillot comparée à la circulation régionale normothermique (21). Dans ce dernier cas de figure, elle est encore supérieure à celle des greffons issus de donneurs décédés en mort encéphalique âgés de moins de 60 ans. Cette différence ne perdure néanmoins pas, puisqu'à un mois posttransplantation, la fonction rénale est comparable quelle que soit la source du greffon.

6. Conclusion

La survenue d'un arrêt circulatoire réfractaire est d'extrêmement mauvais pronostic. Certaines situations de moins mauvais pronostic permettent d'envisager la mise en place d'une ECLS dans le but d'assurer la reperfusion et l'oxygénation des organes (en particulier le cerveau) le temps de traiter la cause de l'arrêt circulatoire. Malheureusement, les résultats sont mauvais, probablement en raison du retard à la mise en œuvre de cette technique. Cette dernière doit être initiée plus précocement pour pouvoir espérer améliorer le taux de survie actuel. De nombreux travaux sont à mener afin d'identifier les facteurs pronostiques de succès de l'ECLS chez ces patients. En l'absence d'indication à une ECLS de sauvetage, le décès est déclaré. Certains patients peuvent alors faire l'objet d'une procédure de prélèvement d'organes.

Références

1. Marijon E., Bougouin W., Cariou A. et al. Sudden death expertise centre: a multi disciplinary approach for sudden death. Arch Cardiovasc Dis 2011 ; 104 : 555-7.
2. Gueugniaud P.-Y., David J.-S., Chanzy E. et al. Vasopressin and epinephrine vs epinephrine alone in cardiopulmonary resuscitation. N Engl J Med 2008 ; 359 : 21-30.
3. Conseil français de réanimation cardiopulmonaire, Société française d'anesthésie et de réanimation, Société française de cardiologie, et al. Guidelines for indications for the use of extracorporeal life support in refractory cardiac arrest. French Ministry of Health. Ann Fr Anesth Reanim 2009 ; 28 : 182-90.
4. Negovsky V.A., Gurvitch A.M. Post-resuscitation disease – a new nosological entity. Its reality and significance. Resuscitation 1995 ; 30 : 23-7.
5. Megarbane B., Leprince P., Deye N. et al. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. Intensive Care Med 2007 ; 33 : 758-64.
6. Masson R., Colas V., Parienti J.-J. et al. A comparison of survival with and without extracorporeal life support treatment for severe poisoning due to drug intoxication. Resuscitation 2012 ; 83 : 1413-7.
7. Chen Y.-S., Yu H.-Y., Huang S.-C. et al. Extracorporeal membrane oxygenation support can extend the duration of cardiopulmonary resuscitation*. Crit Care Med 2008 ; 36 : 2529-35.
8. Le Guen M., Nicolas-Robin A., Carreira S. et al. Extracorporeal life support following out-of-hospital refractory cardiac arrest. Crit Care 2011 ; 15 : R29.
9. Megarbane B., Deye N., Aout M. et al. Usefulness of routine laboratory parameters in the decision to treat refractory cardiac arrest with extracorporeal life support. 2011 ; 1-23.

10. Le Saché F., Nicolas-Robin A., Raux M. et al. Anomalies de l'hémostase au cours de l'arrêt cardiaque réfractaire : apport du thromboélastogramme (TEG).
11. Wik L., Kramer-Johansen J., Myklebust H. et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005 ; 293 : 299-304.
12. Hüpfl M., Selig H.F., Nagele P. Chest-compression-only *versus* standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *The Lancet* 2010 ; 376 : 1552-7.
13. Nolan J.P., Hazinski M.F., Billi J.E. et al. 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. 2010. p. e1-25.
14. Olasveengen T.M., Sunde K., Brunborg C. et al. Intravenous drug administration during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *JAMA* 2009 ; 302 : 2222-9.
15. Arlt M., Philipp A., Voelkel S. et al. Out-of-hospital extracorporeal life support for cardiac arrest: A case report. *Resuscitation* 2011 ; 82 : 1243-5.
16. Lebreton G., Pozzi M., Luyt C.-E. et al. Out-of-hospital extra-corporeal life support implantation during refractory cardiac arrest in a half-marathon runner. *Resuscitation* 2011 ; 1-5.
17. Lamhaut L., Jouffroy R., Kalpodjian A. et al. Successful treatment of refractory cardiac arrest by emergency physicians using pre-hospital ECLS. *Resuscitation* 2012 ; 1-2.
18. Lamhaut L., Jouffroy R., Philippe P. et al. Comparaison de l'assistance circulatoire (ECMO) mise en place en préhospitalier vs à l'hôpital dans le cadre des arrêts cardiaques réfractaires.
19. Rawls J. Théorie de la justice distributive. 1971.
20. Thuong M. Recommandations sur l'information et l'abord des proches des donneurs potentiels d'organes et de tissus décédés après arrêt cardiaque (DDAC), dans l'optique d'un prélèvement. *Ann Fr Med Urgence* 2011 ; 1 : 438-41.
21. Barrou B., Billault C., Nicolas-Robin A. The use of Extra Corporeal Membranous Oxygenation (ECMO) in donors after cardiac death. *Current Opinion in Organ Transplant* In Press.