

Cours de collège

Assistance respiratoire extracorporelle: ECMO et ECCO2-R

Pr.Ag AYED. S

Dr RACHDI. E

Service de réanimation médicale l'Ariana

I. ECMO

C'est quoi?

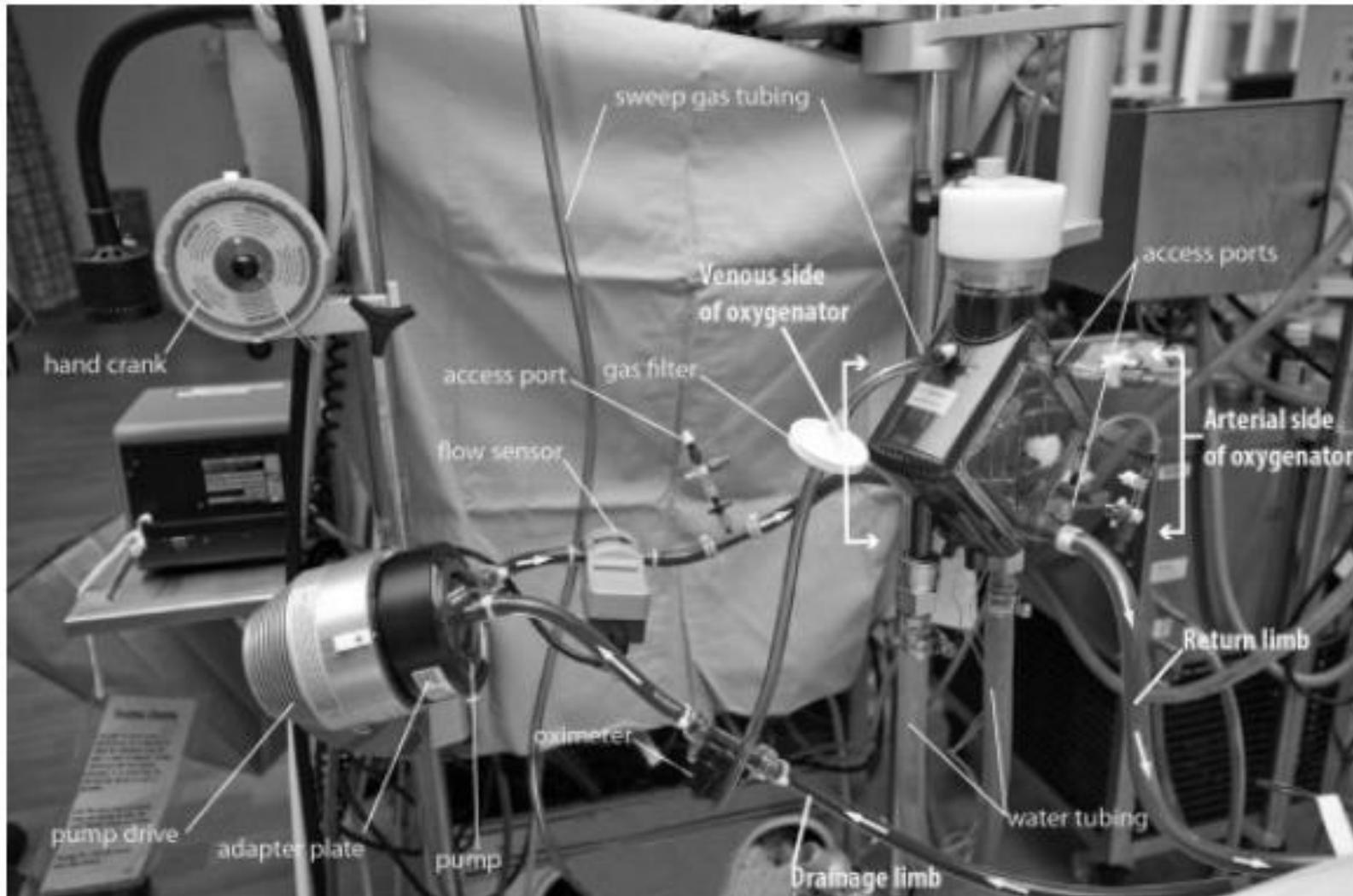
- L'extracorporel membrane oxygenation (ECMO) : technique d'assistance circulatoire et respiratoire à **haut débit**
- 2 types :
 - **ECMO Veino Veineuse** : suppléance respiratoire exclusive
 - **ECMO Veino Artérielle** : suppléance cardiaque ou cardiorespiratoire

I. ECMO

HISTORIQUE

- 1958 : première ECMO pour un adulte en EDC cardiogénique
- Années 70 :
 - Démocratisation
 - Résultats obtenus étaient particulièrement décevants (nombreuses complications et faible durée de vie des circuits)
- Dernière décennie : Regain d'intérêt

I. ECMO Comment ça marche?



Sidebotham D et al. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 2012

I. ECMO Comment ça marche?

Le circuit comprend:

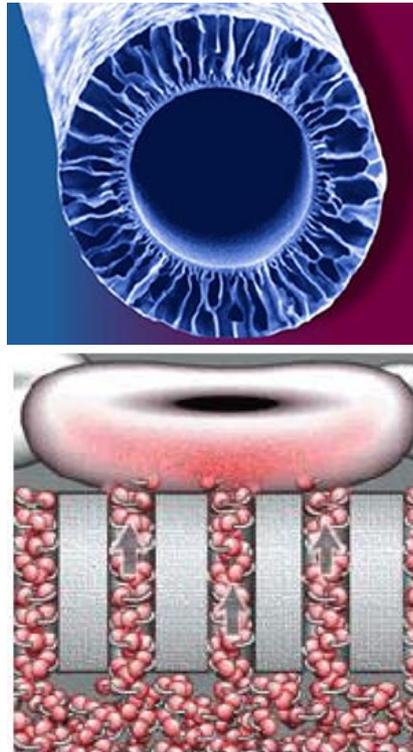
1/Une pompe centrifugeuse



- Électrique
- Centrifuge : 0->4000 RPM
- Assurant un débit continu
- Peut délivrer jusqu'à 8 L/min
- Très fiable Jusqu'à 21 jours

I. ECMO Comment ça marche?

2/ Oxygénateur



- à membrane (échange par diffusion)
- Polyméthylpentène
- Héparin-coated
- Haute performance
 - Élimine CO₂
 - Oxygénation du sang
 - membrane alvéolocapillaire pulmonaire artificielle
- Longue durée 15-21 j

I. ECMO Comment ça marche?

- *3/ Consoles*



I. ECMO Comment ça marche?

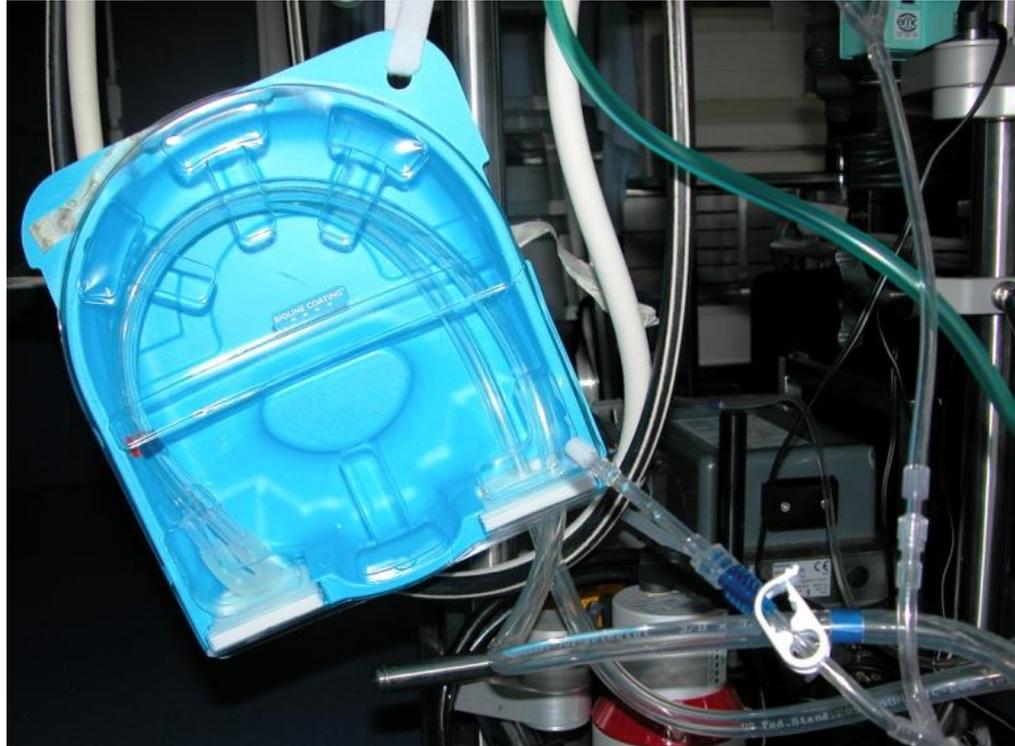
- 4/Circuit:
 - Canules:



- Insetion percutanée de la canule (Seldinger)
 - Cannule de drainage :
 - Veine Femorale
 - Longueur de la cannule: jusqu'à 60 cm
 - Cannule de retour:
 - Oxygenated blood
 - Cannule plus courte: 20-25 cm
- Diamètre des Cannules+++
 - 22 – 30 Fr for drainage
 - 15 – 23 Fr for return

I. ECMO Comment ça marche?

- 4/Circuit:
 - Circuit préalablement hépariné

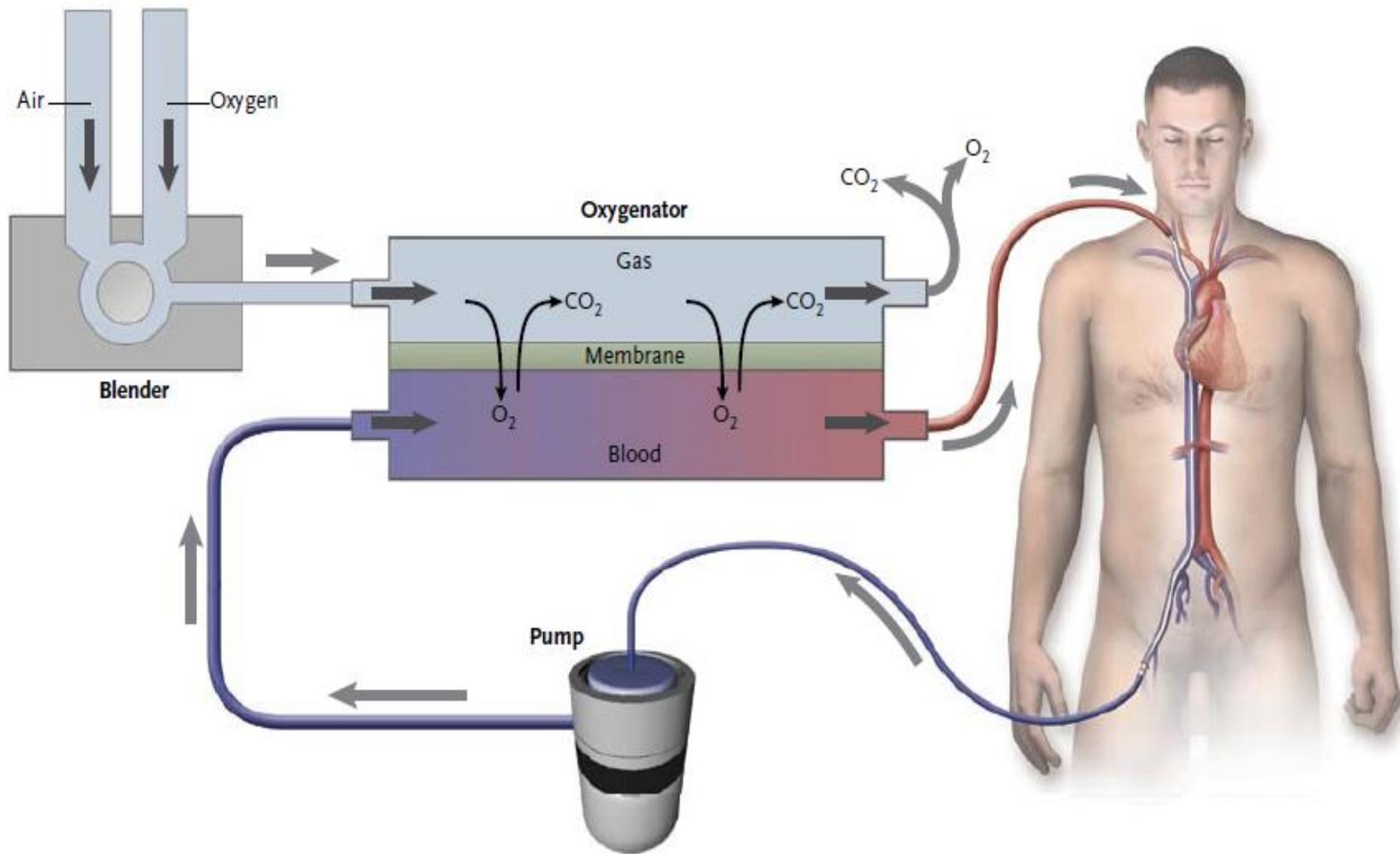


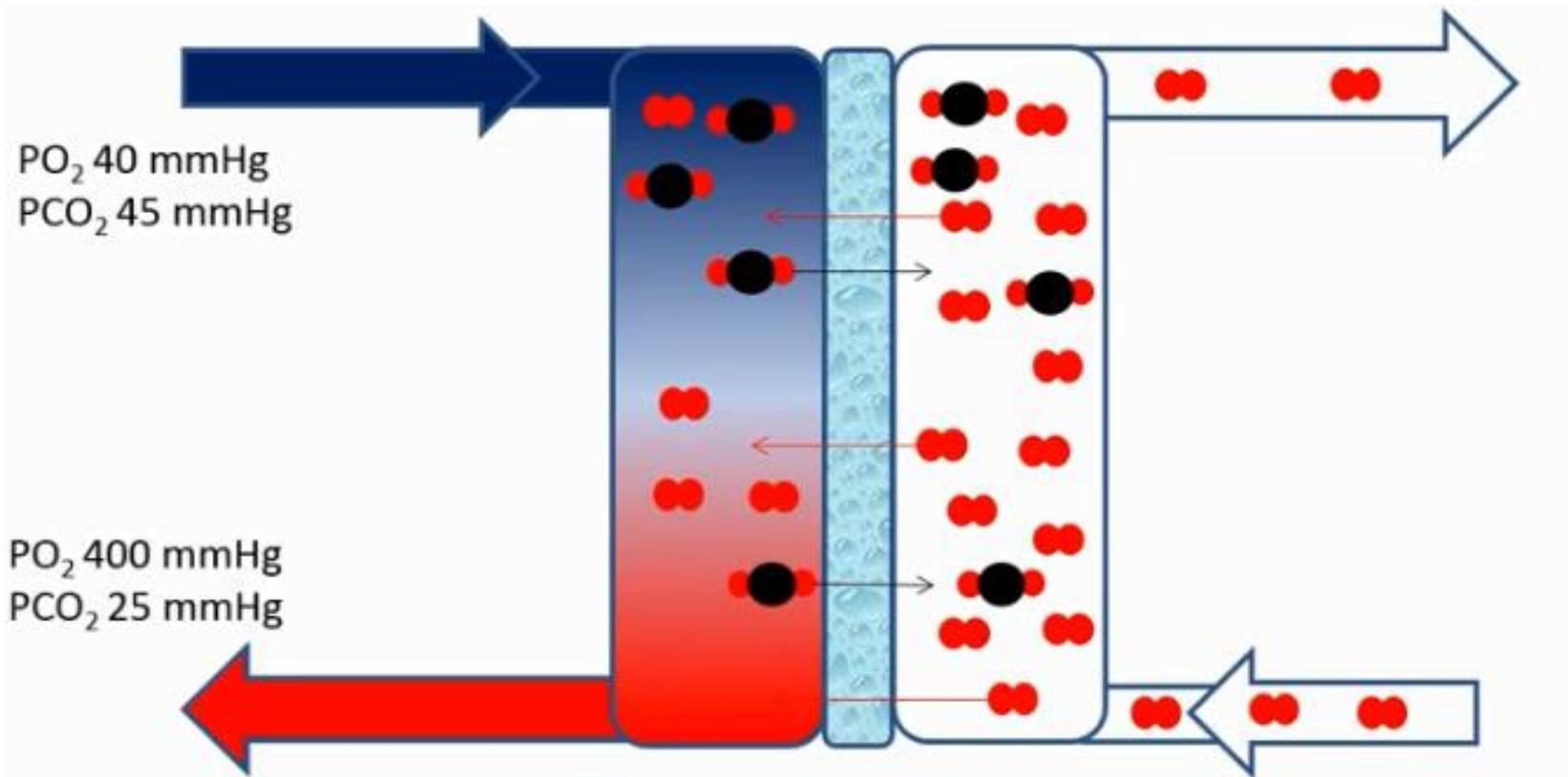
I. ECMO Comment ça marche?

- 5/ Echangeur thermique



- Peut être intégré sur le circuit pour moduler la température
- Echanges thermiques par conduction à partir des gradients entre le milieu sanguin et le réseau d'eau thermostatée.





I. ECMO : Règles générales

- **Présence d'un personnel médico- soignant formé** au montage du circuit est recommandée (RC)
- Le montage, la pose et la gestion quotidienne de l'ECMO doivent être formalisés.

I. ECMO : implantation

- 1. Choix du site d'implantation périphérique
- 2. Choix du type d'abord: percutané ou chirurgical
- 3. Réalisation d'un shunt
- 4. Anticoagulation
- 5. Contrôle de la canule veineuse

I. ECMO : implantation

1. Choix du site d'implantation périphérique

– En artério-veineux

- Fémoro-fémorale+++

- Facilité d'accès en urgence,

- Permet la poursuite d'une éventuelle RCP

- Préférer l'abord fémoral droit pour la canule veineuse chez les grands ($> 1,8$ m), pour être certains que l'extrémité de la canule soit à l'abouchement VCI-OD

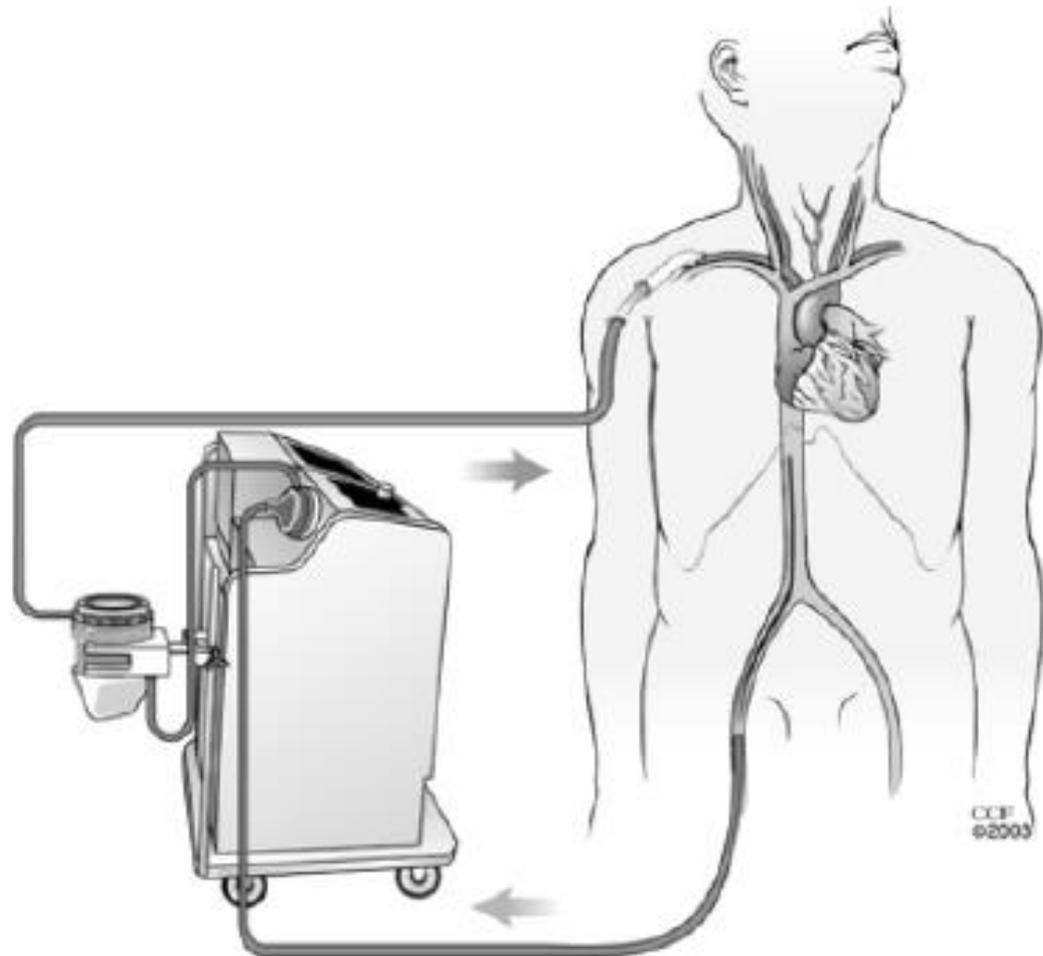
- Attention risque ischémie MI (cf shunt)



I. ECMO : implantation

– En artério-veineux

- Fémoro-axillaire (canule artérielle sur artère axillaire)
 - Pas de risque d'ischémie de membre (nombreuses collatérales)
 - Sang oxygéné arrivant directement dans le TABC (d'où oxygénation du cerveau et des coronaires)
 - Mais pose plus longue et impérativement par abord chirurgical



CCF
©2003

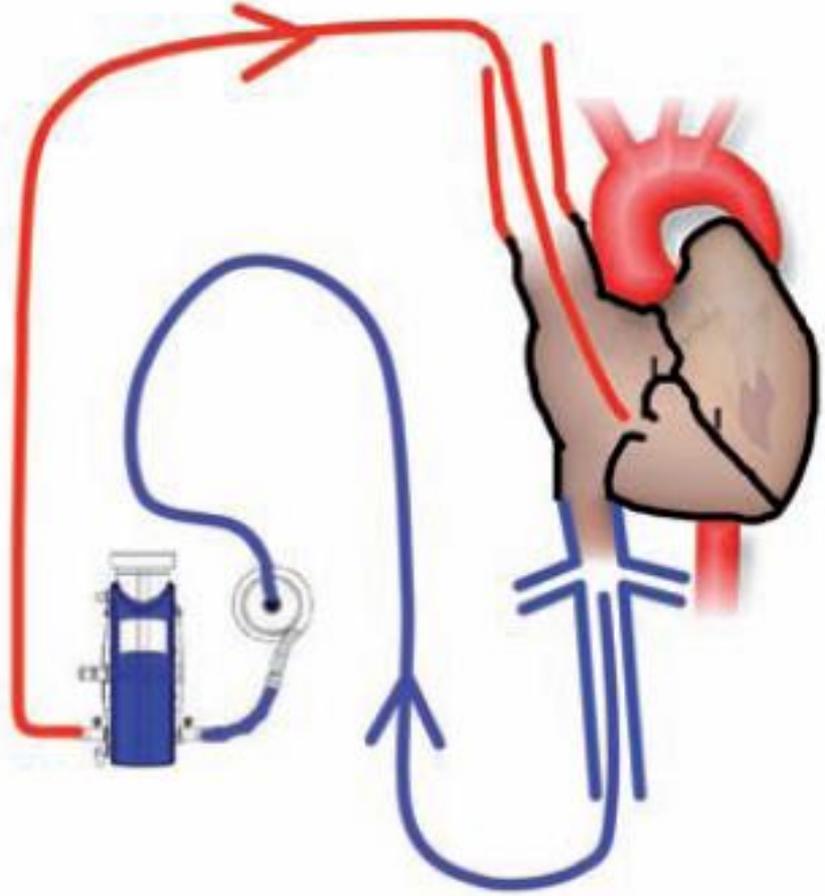
I. ECMO : implantation

1. Choix du site d'implantation périphérique

– En veino-veineux :

- Fémoro-jugulaire (injection par la jugulaire):
- La première canule, placée dans la veine fémorale, draine le sang en provenance de la veine cave inférieure.
- deuxième canule : retour, placée dans l'oreillette droite par voie jugulaire (en regard de la valve tricuspide)

B



I. ECMO : implantation

2. Choix du type d'abord

– Percutané:

- Peut être posée par un cardiologue interventionnel, un réanimateur...
- Risque de ponction difficile (ACR), de dilacération des vaisseaux, d'hémorragie...

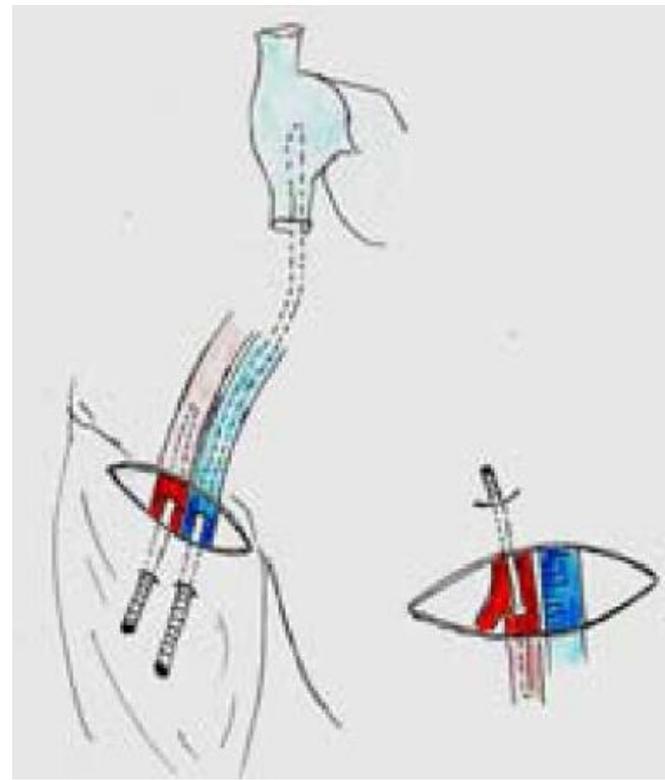
I. ECMO : implantation

2. Choix du type d'abord

- **Chirurgical :**
- Limite les risques hémorragique et les risques d'échec de ponction
- Permet la mise en place d'un Shunt
- Problème de disponibilité

Dissection à minima

- Introduction percutanée
- Puis introduction vasculaire sous contrôle de la vue



I. ECMO : implantation

3. Shunt

- Risque d'ischémie du membre inférieur (canule au niveau de l' A fémorale > 15 F)

➡ mise en place d'une perfusion distale dans l'artère fémorale superficielle (ex: VVC mono lumière 14 G).



I. ECMO : implantation

4. Anticoagulation

- Justificatif : La CEC induit la formation de microthrombi
 - Une activation de la coagulation
 - Une activation de la fibrinolyse
 - Une thrombopénie (constante, chute de 20% à 48h)
 - Un syndrome inflammatoire
- Modalités :
 - Bolus au démarrage de l'ECMO (50 UI/kg)
 - Puis une anticoagulation efficace (TCA à 2-2,5 fois le témoin)

I. ECMO : implantation

4. Anticoagulation

- ATTENTION pas d'anticoagulation si :
 - ACR réfractaire car trouble de la coagulation +++ (à la phase initiale)
 - Contexte de polytraumatisme

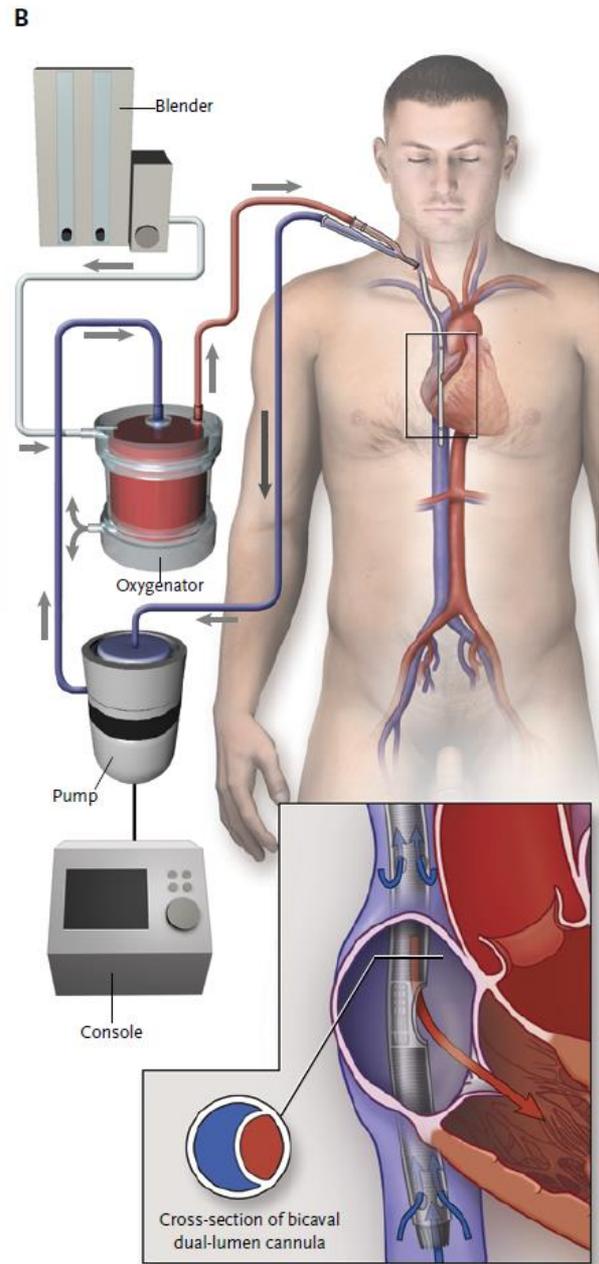
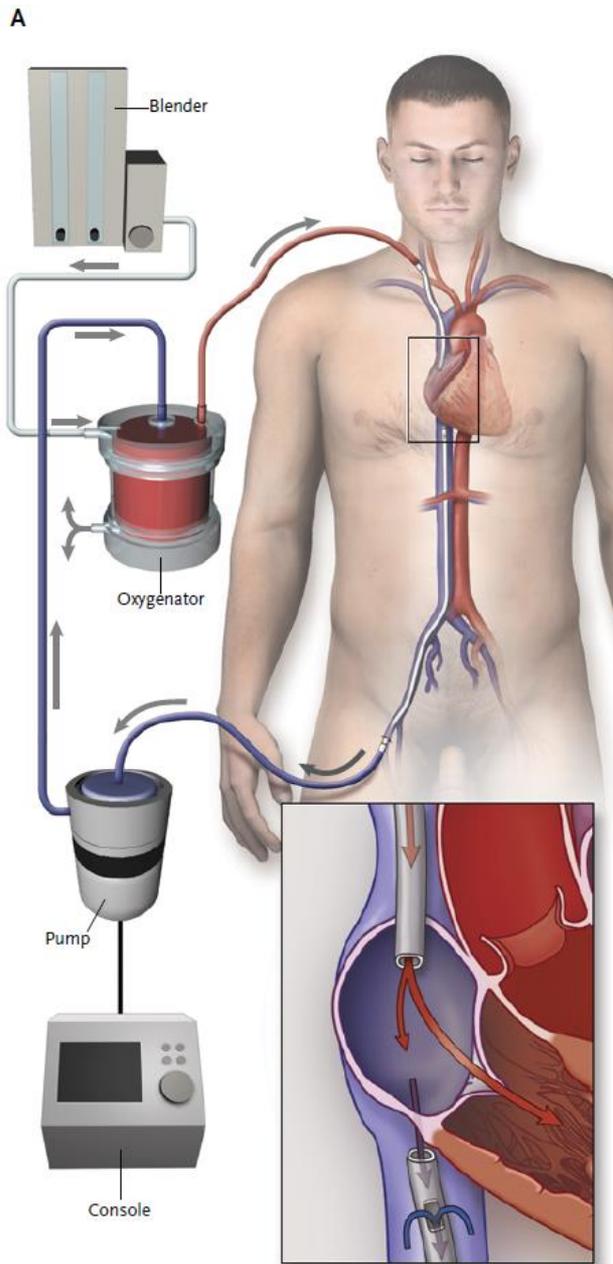
Objectif coagulation

- TCA : 2 à 2,5 x témoin
- Héparinémie $> 0,3$ ou $> 0,15$ si $Q > 2,5$ l/min
- TP $> 50\%$, fibrinogène > 1 g/l
- ATIII $> 80\%$ (ou 50%)
- PQ > 50 G/l

I. ECMO : implantation

5. Contrôle de la canule veineuse

- Par échocardiographie avant la fixation de la canule
- Puis par une Rx thorax
- Repères :
 - L'extrémité de la canule veineuse à l'abouchement de la VCI dans l'OD
 - À distance du SIA et de la VCS pour éviter d'avoir une gêne sur le drainage par obstruction de l'extrémité
 - Si canule dans la VCI: risque de succion de la veine par aspiration



I. ECMO : Indications

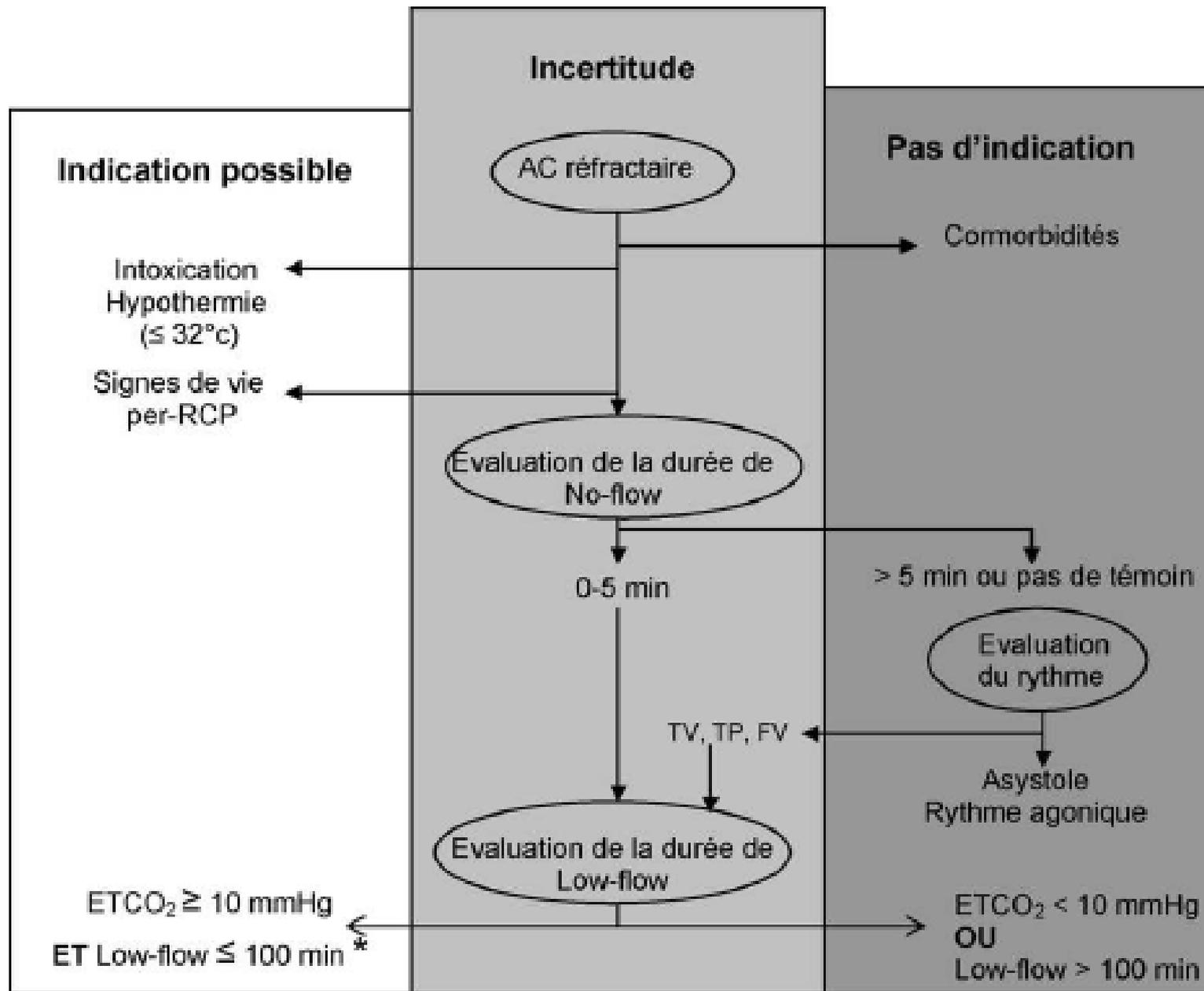
1/ AV: une assistance à visée hémodynamique.

▪ **Choc cardiogénique**

- Post CEC
- IDM
- Dysfonction primaire du greffon
- Intoxications cardiotropes
- Cardiomyopathies chroniques
- Cardiopathies peri-partum

▪ **Contusion myocardique**

- **Arrêt cardiaque :**
Etiologies diverses
- **Myocardites virales**
- **Embolie pulmonaire**
- **Hypothermie**



I. ECMO : indications

- 2/ VV:

Permet une suppléance respiratoire

**l'ECMO veino- veineuse est la
technique de référence au
cours du SDRA sévère**

Assistance extracorporelle au cours du syndrome de détresse respiratoire aiguë (chez l'adulte et l'enfant, à l'exclusion du nouveau-né). Conférence de consensus organisée par la Société de réanimation de langue française

Extracorporeal Life Support for Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome (Adult and Paediatric). Consensus Conference Organized by the French Intensive Care Society

Richard *et al.* *Annals of Intensive Care* 2014, **4**:15
<http://www.annalsofintensivecare.com/content/4/1/15>

 **Annals of Intensive Care**
a SpringerOpen Journal

REVIEW

Open Access

Extracorporeal life support for patients with acute respiratory distress syndrome: report of a Consensus Conference

Christian Richard^{1*}, Laurent Argaud², Alice Blet³, Thierry Boulain⁴, Laetitia Contentin⁵, Agnès Dechartres⁶, Jean-Marc Dejode⁷, Laurence Donetti⁸, Muriel Fartoukh⁹, Dominique Fletcher¹⁰, Khaldoun Kuteifan¹¹, Sigismond Lasocki¹², Jean-Michel Liet⁷, Anne-Claire Lukaszewicz¹³, Hervé Mal¹⁴, Eric Maury¹⁵, David Osman¹⁶, Hervé Outin¹⁷, Jean-Christophe Richard¹⁸, Francis Schneider¹⁹ and Fabienne Tamion²⁰

I. ECMO : indications

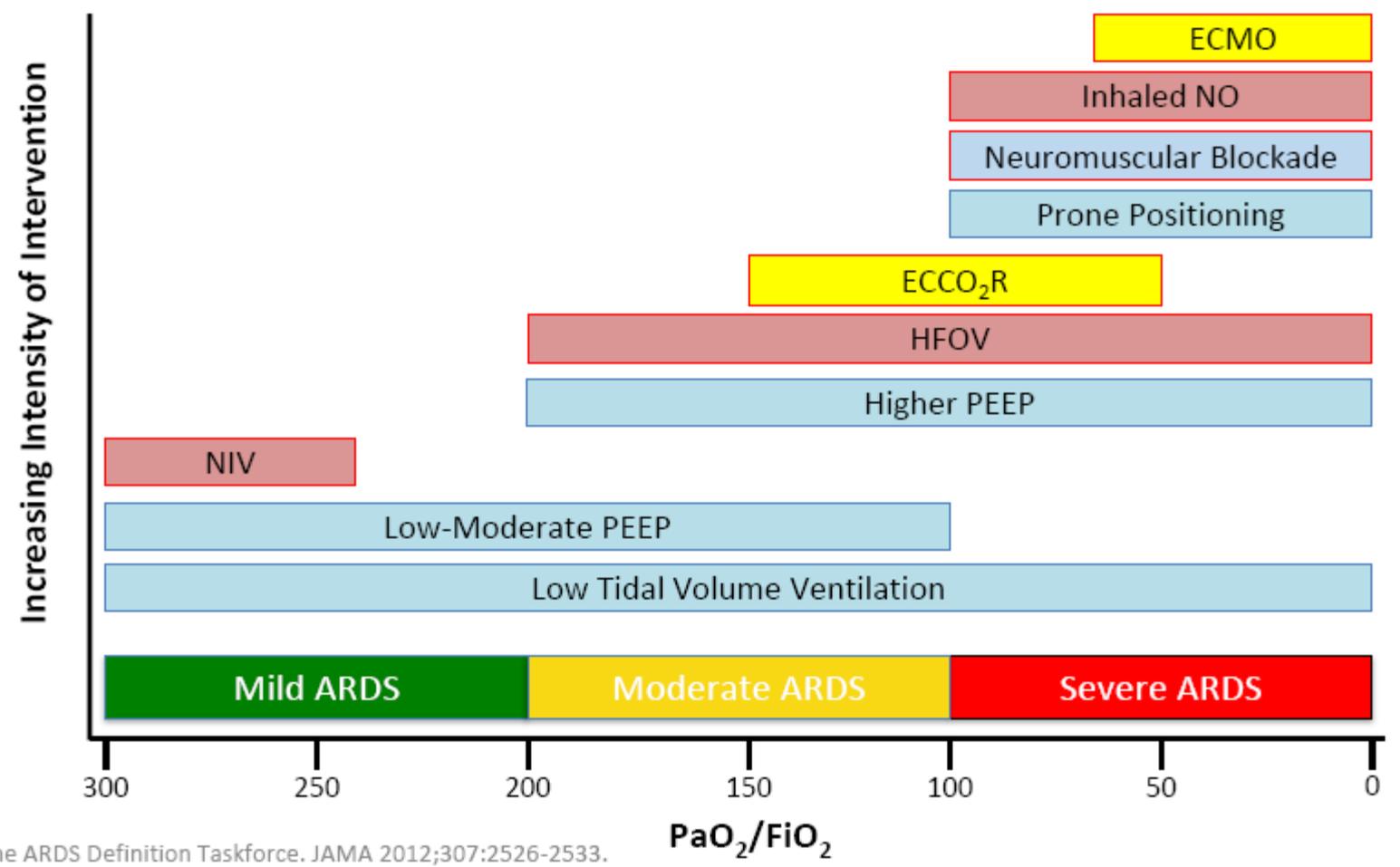
- Les indications de l'ECMO doivent reposer sur une **décision collégiale** et multidisciplinaire, renseignée dans le **dossier médical**. (RC)
- Au cours du SDRA, il faut discuter les indications d'ECMO **au cas par cas**, en prenant en compte la balance **bénéfice/risque**.
- **L'information et la recherche du consentement du patient**, à défaut de la personne de confiance, sont des préalables obligatoires à la mise en œuvre de l'ECMO au cours du SDRA.
- **La réversibilité prévisible des lésions pulmonaires** et l'absence de toute autre limitation thérapeutique constitue un prérequis indispensable à l'utilisation de l'ECMO. (RC)
- Devant une forme sévère de SDRA, il ne faut pas recourir à l'ECMO tant qu'une **stratégie de ventilation protectrice** comportant, lorsqu'il est possible, le recours au **décubitus ventral** n'a pas été mise en place.

I. ECMO : indications

- Il faut envisager le recours à l'ECMO VV si le **rapport PaO₂/FiO₂ est inférieur à 50 mmHg sous une FiO₂=1, pendant au moins 3 heures** en dépit d'une stratégie de ventilation protectrice (comportant le recours au décubitus ventral) (RC)
- Il faut engager une réflexion sur le recours à l'ECMO VV si le **rapport PaO₂/FiO₂ est inférieur à 80 mmHg sous une FiO₂=1, pendant plus de 6 heures** en dépit d'une stratégie de ventilation protectrice (comportant le recours au décubitus ventral) (RC)
- Il faut engager une réflexion sur le recours à l'ECMO VV si, associé à une stratégie de ventilation protectrice (comportant le recours au décubitus ventral), **il existe une acidose respiratoire avec un pH < 7,20 pendant plus de 6 heures** (RC)
- Il n'existe pas d'indication de **l'ECMO VA au cours du SDRA lorsque la défaillance respiratoire est isolée**. La présence d'un choc cardiogénique associé peut la faire discuter (RC)
- Lorsque qu'elle fait décider de l'ECMO, **la présence d'un cœur pulmonaire aigu au cours du SDRA n'est pas une indication obligatoire à l'ECMO VA** (RC)

Acute Respiratory Distress Syndrome

The Berlin Definition



The ARDS Definition Taskforce. JAMA 2012;307:2526-2533.

I. ECMO : Réglage

- Pour une efficacité optimale de l'oxygénation par ECMO VV, le débit de la pompe à sang doit être $\geq 60\%$ du débit cardiaque théorique
- La fraction en oxygène délivrée par le circuit extra-corporel (F_{ecO_2}) doit permettre d'obtenir d'une $SaO_2 \geq 88\%$
- Le débit de balayage doit permettre d'obtenir une $PaCO_2$ comprise entre **30 et 40 mmHg**



ECMO

Paramètres régulant O₂

- FiO₂
- Débit du sang à travers l'ECMO
 - Il faut $Q_{\text{ECMO}} > 60\% Q_{\text{cardiaque}}$ pour SaO₂ < 90%
 - Ex: Si $Q_{\text{cardiaque}} = 9 \text{ l/min}$, il faut $Q_{\text{ECMO}} = 5,4 \text{ l/min}$

Paramètre régulant CO₂

- Débit des gaz à travers la membrane (balayage)
 - Plus le débit est élevé, plus l'extraction du CO₂ va être élevée

I. ECMO : Surveillance

- **Présence d'un personnel médico- soignant formé** au montage du circuit est recommandée (RC)
- La gestion quotidienne de l'ECMO doivent être formalisés. Dans ce but l'utilisation de « **check-lists** » est recommandée. (RC)

Branchement sur prise ondulée

Alarmes : débits

Vitesse de rotation de la pompe > 1500 tr/min

Débit pompe > 2 L/min

Pompe manuelle et clamps

Branchement mural des prises air et O2

Bouteille O2 et air

Personnes ressources

■ Pâte ultrasonique

I. ECMO : Surveillance

Clinique:

- FC
 - PA sanglante (radial droite +++)
 - PVC ± Swann Ganz
 - Extrémités: marbrures, coloration, température
- Spo2

I. ECMO : Surveillance

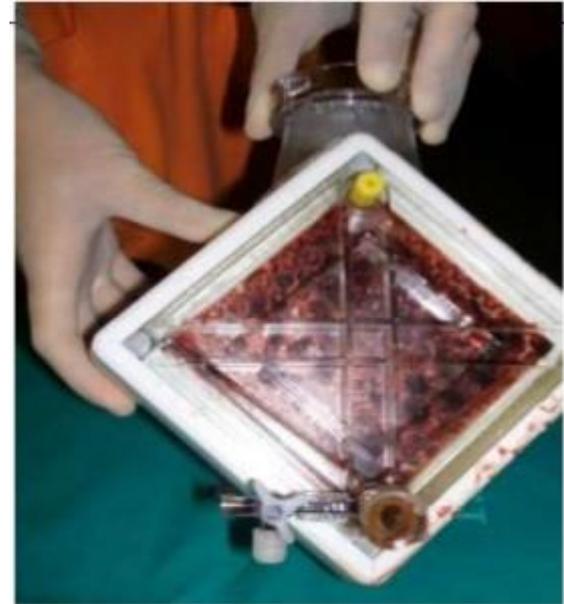
Paraclinique

- ETT/TO
- Lactates
- GDS 2x/j
- Héparinémie et/ou TCA /12 à 24 h

I. ECMO : Surveillance

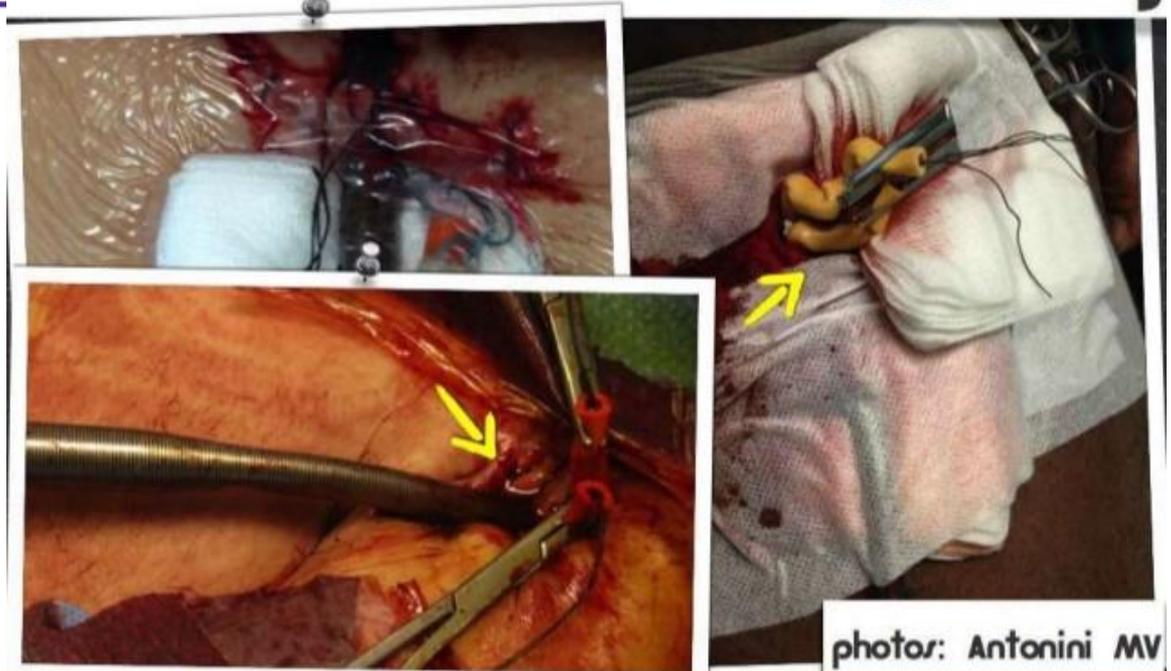
ECMO: paramètres

- /8H
- FIO2
- Vitesse de pompe
- Débit de pompe
- débit de Gaz
- thrombus sur l'oxygénateur



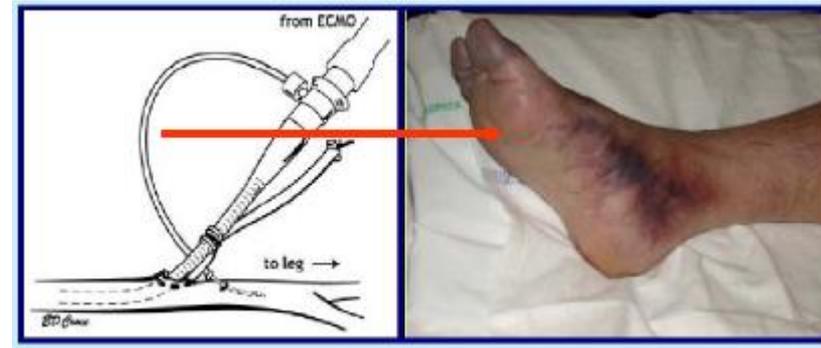


Catastrophic circuit clotting



I. ECMO : Complications

- Hémorragie au point d'insertion des canules au niveau des vaisseaux fémoraux 30 %
- Thrombo-embolique: AVC ischémique, embolies périphériques, embolies pulmonaires
- Thrombose partielle ou complète des cavités cardiaques
- Ischémie du membre inférieur où est placé l'ECMO: 10-20%
- Complications infectieuses 15-20 % des cas (cellulite autour du site d'implantation des canules)
- Neurologique 10 à 20 % (AVC ischémique/hémorragique)
- Œdème pulmonaire hydrostatique
- Hémolyse intravasculaire
- Embolie gazeuse
- Dysfonction mécanique de la pompe.

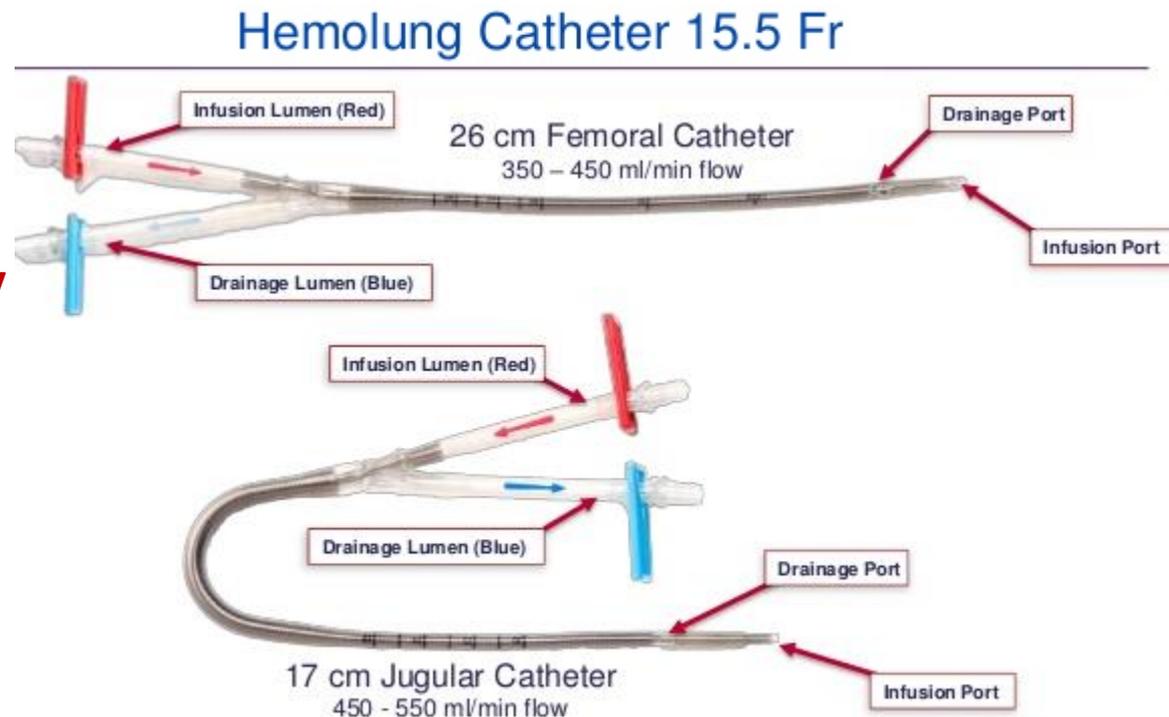


II. ECCO2-R (Extra Corporeal CO2 Removal)

- Techniques d'épuration du CO2 à **faible débit** <1 500 mL/min
- Objectif : corriger l'hypercapnie et l'acidose respiratoire grave.
- Ne permet qu'une oxygénation minimale du sang.

II. ECOOR

- Utilisée sous forme d'une circulation extracorporelle **AV** (sans pompe) ou **VV**.
- Matériel requis:
 - Moniteur
 - D'un échangeur
 - Une pompe si VV
 - Canule



Novalung



Passive arterio-venous System



Active veno-venous System

Maquet PALP

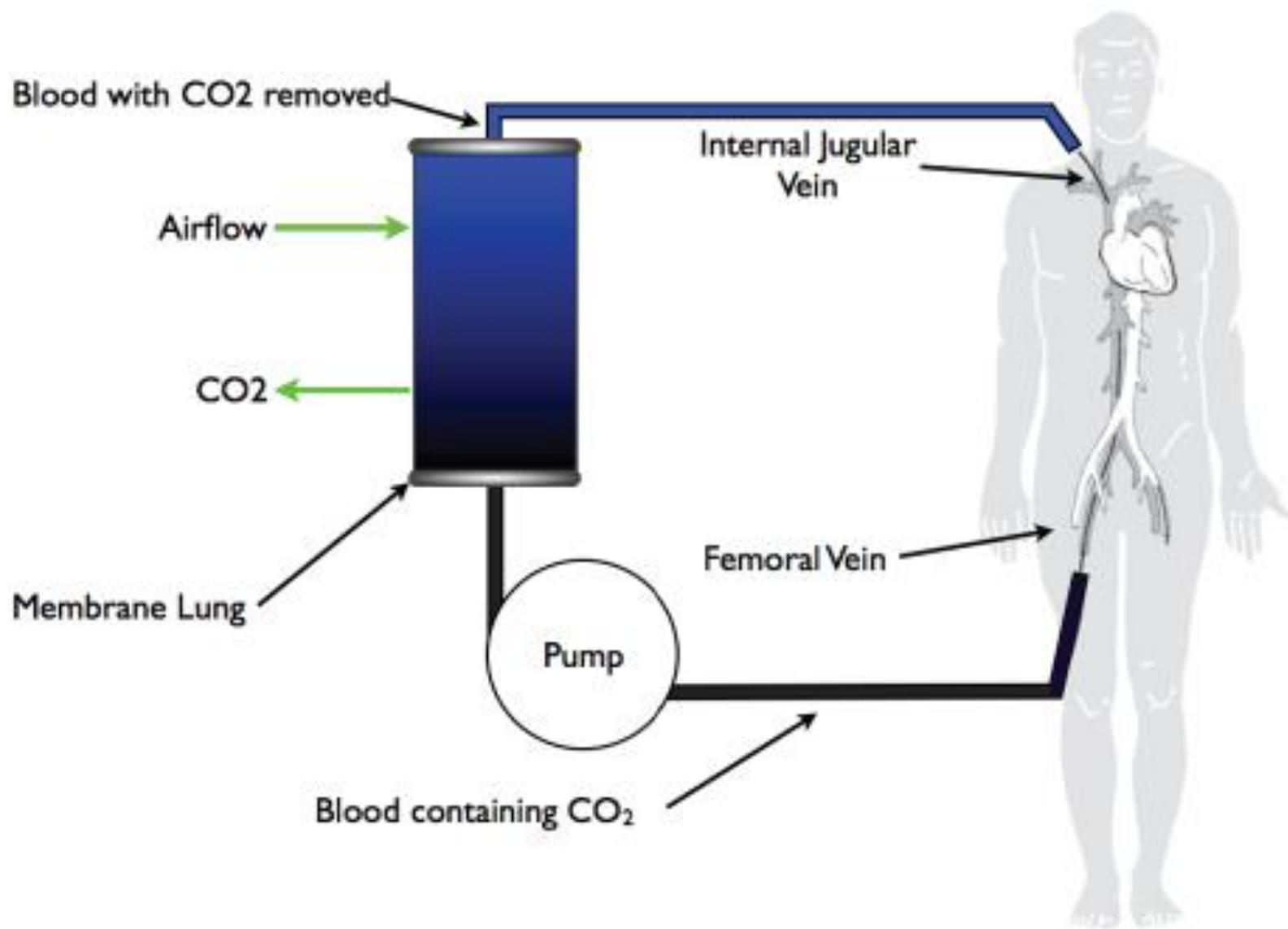


Hemolung RAS



PrismaLung...





II. ECOOR: Indications

- Exacerbation de BPCO
- Faciliter l'extubation
- Exacerbation sévère d'asthme
- Bridge to lung transplant

- **N'est pas indiquée: traitement des IRA**

II. ECOOR: Indications

Morales-Quinteros et al. *Ann. Intensive Care* (2019) 9:79
<https://doi.org/10.1186/s13613-019-0551-6>

 Annals of Intensive Care

REVIEW

Open Access

Extracorporeal carbon dioxide removal for acute hypercapnic respiratory failure



Luis Morales-Quinteros^{1*} , Lorenzo Del Sorbo² and Antonio Artigas^{1,3,4}

II. ECOOR: Indications

1/ COPD exacerbation

Table 1 Relevant clinical studies of ECCO₂R in COPD

References	No. of patients	ECCO ₂ R characteristics			Time on ECCO ₂ R	Major results	
		Configuration	Blood flow (mL/min)	Sweep flow (L/min)			Membrane (material); surface in m ²
ECCO ₂ R to avoid mechanical ventilation							
Kluge et al. [5]	21	Femoral AV with 13- to 15-Fr arterial cannula and 13- to 17-Fr venous cannula	1100	Not reported	PMP; 1.3 (iLA [®])	9 days	19 (90%) PECLA patients did not require intubation Two major and seven minor bleeding complications during PECLA No significant difference in 28-day (24 vs. 19%, <i>p</i> = 0.85), 6-month mortality (33 vs. 33%), or hospital length of stay (23 vs. 42 days, <i>p</i> = 0.06) Significantly fewer tracheostomies in PECLA group (10 vs. 67%, <i>p</i> = 0.004)
DeI Sorbo et al. [4]	25	Modified continuous VV hemofiltration system with membrane lung via 14-Fr single dual-lumen cannula (femoral)	255	8	PLP; 1.35 (Hemodec DecapSmart [®])	1–2 days	Significantly higher risk of intubation in NIV-only group (HR 0.27; 95% CI 0.07–0.98) 13 patients experienced adverse events: three had bleeding, one had vein perforation, and nine had device malfunction
Braune et al. [43]	25	VV configuration via a 22 or 24-Fr single dual-lumen cannula (femoral or jugular)	1300	Not reported	PMP; 1.3 (Novalung iLA Active)	8.5 days	Intubation was avoided in 14 out of all 25 ECCO ₂ R patients (56%) Seven ECCO ₂ R patients were intubated because of progressive hypoxemia and four due to ventilatory failure despite ECCO ₂ R and NIV Nine ECCO ₂ R patients (36%) suffered from major bleeding complications 90-day mortality rates were 28 vs. 28%

II. ECOOR: Indications

- Permet une mobilisation et de réhabilitation précoce



II. ECOOR: Indications

2/Faciliter l'extubation

- Les BPCO ayant recouru à la VM développent une faiblesse musculaire → sevrage difficile
- VM prolongée: sur-risque de
 - VILI
 - PAVM
 - Dysfonction diaphragmatique
 - Complications du décubitus

II. ECCO₂R: Indications

Table 1 (continued)

Study	No. of patients	ECCO ₂ R characteristics			Time on ECCO ₂ R	Major results	
		Configuration	Blood flow (mL/min)	Sweep flow (mL/min)			Membrane surface (m ²)
ECCO ₂ R to facilitate liberation from mechanical ventilation							
Abrams et al. [3]	5	VV configuration via a 20- to 24-Fr single dual-lumen jugular catheter using lower flow on ECMO system	1700	1–7	PMP; 0.98 (Maquet PALP CardioHelp)	8 days	Mean (SD) time to ambulation after ECCO ₂ R initiation was 29.4 ± 12.6 h Four patients were discharged home, and one underwent planned lung transplantation Only two minor bleeding complications
Cardenas et al. [46]	1	VV configuration with pediatric dual-lumen jugular cannula	800	10	PMP; 1.8 (Quadrox-d, Maquet)	3.6 days	Patient extubated 48 h after decannulation. No complications reported
ECCO ₂ R with mixed indications							
Burki [42]	20	VV configuration via a 15.5-Fr single dual-lumen catheter (femoral or jugular)	430	Not reported	PLP with a base of siloxane layer; 0.59 (ALung Hemolung RAS)	2–192 h	20 hypercapnic COPD patients received ECCO ₂ R in three distinct groups: group 1 (<i>n</i> = 7) NIV patients with high risk of IMV; group 2 (<i>n</i> = 2) could not be weaned from NIV; and group 3 (<i>n</i> = 11) on IMV and failed to wean IMV avoided in all patients in group 1 Both patients in group 2 weaned from NIV In group 3, three patients weaned, and IMV was reduced in two patients One patient died due to a retroperitoneal hemorrhage (during cannulation)

II. ECOOR: Indications

3/ ESA

- Le traitement standard :
 - agonistes β_2
 - Anticholinergiques
 - Sulfate de Mg
- 4% des patients admis pour ESA auront recours à l'IOT
- la ventilation mécanique peut aggraver hyperinflation alvéolaire
- → ECCO2R appliqué comme thérapie de sauvetage.

Table 3 Case series of ECCO₂R for near fatal asthma

References	ECCO ₂ R technique	Major findings
Sakai et al. [52]	Extracorporeal lung assist (ECLA); 22 Fr drainage and 18 Fr return femoro-femoral cannula with a median blood flow rate of 1.7–2 L/min	23 year old Gas exchange with IMV before ECCO ₂ R: pH 7.02, paCO ₂ 100 mmHg, PaO ₂ 50 mmHg (FiO ₂ 100%) Weaning achieved after 20 h of ECLA was commenced Extubation 2 days after ECLA No complications reported
Elliot et al. [53]	Femoral AV pumpless extracorporeal lung assist (PECLA) 15-Fr arterial cannula and 17-Fr venous cannula with a mean extracorporeal blood flow of 1.5 L/min	Case 1: 74 year old. Gas exchange with IMV before ECCO ₂ R: pH 6.87, paCO ₂ 147 mmHg. Extubation after 48 h of ECLA. Complications: Coagulation of membrane that needed changing. Bleeding through femoral artery Case 2: 52 year old. Gas exchange with IMV before ECCO ₂ R: pH 7.2, paCO ₂ 130 mmHg. ECCO ₂ R duration: 5 days Extubated on intensive care day 11. No complications reported
Jung et al. [54]	Femoral AV pumpless extracorporeal lung assist (PECLA) 15-Fr arterial cannula and 17-Fr venous cannula with a mean extracorporeal blood flow of > 1.5 L/min	42 year old No gas exchange before IMV reported. Patient successfully extubated and transferred from the ICU on day 14 of admission No complications reported
Brenner et al. [51]	Dual-lumen catheter 20–23 Fr bicaval, inserted into the right internal jugular vein with blood flow of 1.3 to 1.8 L/min	Case 1: 48 years old. Gas exchange with IMV before ECCO ₂ R: pH 6.94, paCO ₂ 147 mmHg, PaO ₂ 416 mmHg (FiO ₂ 100%). Successfully extubated while on ECCO ₂ R and discharged from ICU. No complications reported Case 2: 59 years old. Gas exchange with IMV before ECCO ₂ R: pH 7.12, paCO ₂ 78 mmHg, PaO ₂ 112 mmHg (FiO ₂ 100%). ECCO ₂ R duration: 9 days. Ventilator support discontinued on day 28 due to critical illness neuromyopathy
Schneider et al. [55]	Awake dual-lumen catheter 22 Fr bicaval, inserted into the right internal jugular vein with blood flow of 0.6–1.5 L/min	67 years old Gas exchange before ECCO ₂ R (on NIV): pH 7.24, paCO ₂ 61 mmHg, PaO ₂ 289 mmHg (FiO ₂ 100%) Thirty-four hours after initiating ECCO ₂ R, the patient was weaned entirely from NIV, and the cannula could be removed without any complication. On day 4, the patient was discharged from the ICU without the need for supplemental oxygen and 6 days later, discharged from hospital without any impairment

**“In God we trust;
all others must
bring data...”**

**W. Edwards Deming
(1900-1993)**

II. ECOOR: complications

- risque de lésion vasculaire, artérielle ou veineuse, principalement lors du cathétérisme ;
- complication hémorragique sous traitement anticoagulant efficace.
Et de façon moins fréquente :
- risques infectieux en rapport avec le cathétérisme veineux central ;
- pneumothorax en rapport avec un cathétérisme jugulaire interne droit ;
- hémolyse intravasculaire, allant de simples critères biologiques d'hémolyse modérée, sans retentissement clinique, jusqu'à un syndrome hémolytique clinique sévère ;
- thrombose de circuit, avec risque d'embolie pulmonaire ;
- dysfonction technique du dispositif.

MERCI