



C·H·U
Hôpitaux de Bordeaux



ECMO

Principes, matériel

Pr Gérard JANVIER

Historique

- 1885- Von Frey et Gruber : oxygénation sanguine extra-corporelle
- 1937- Gibbon : cœur ouvert, barbotage O^2
- 1953- Clowes : membrane sang- O^2 , CEC, limitée dans le temps

Historique

- 1972- ECMO néo-nat
- 1974- *Zapol, JAMA,*
 - ECMO-SDRA
 - 90 % DC
- 1976- *Bartlet, ASAIO J,* suppléance cardiaque
- 1980- *Kolobow, anesthesiology,* 50 % DC
- 1986- *Gationi, JAMA, ECCO²-R*

Historique

- 1986- *Gationi, JAMA, ECCO²-R*
- 1990- *Yih-Sharng, The society of Thoracic Surgeons, ECMO, suppléance cardiaque*
- 1994- *Morris, Crit Care, ECMO-SDRA*
- 1996- 6000 ECMO USA

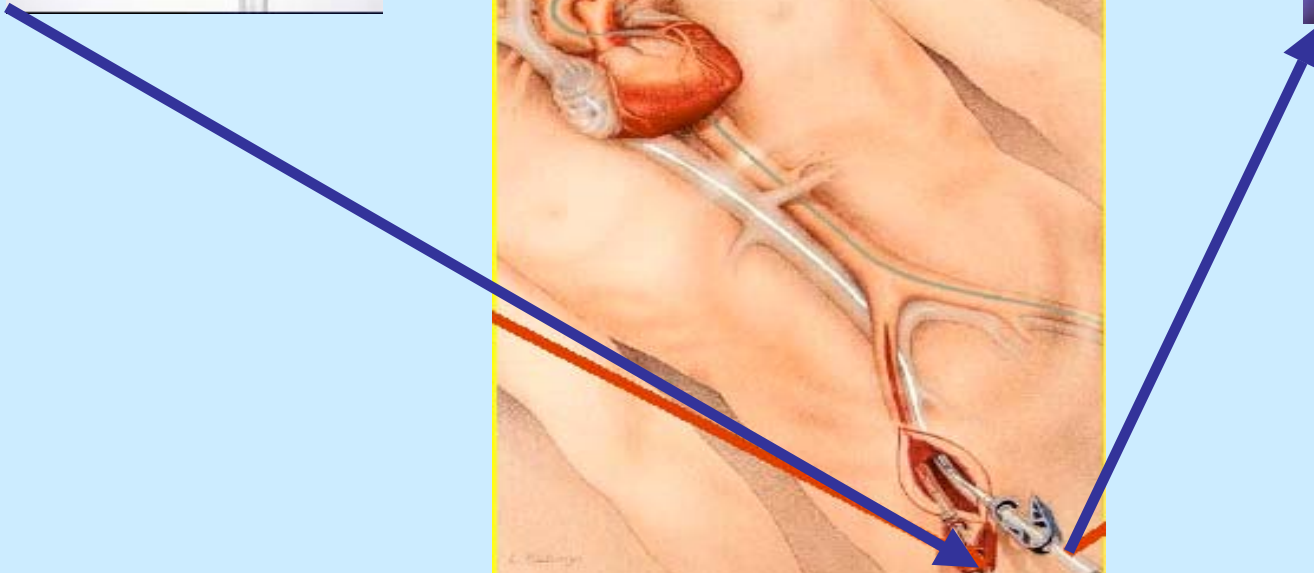
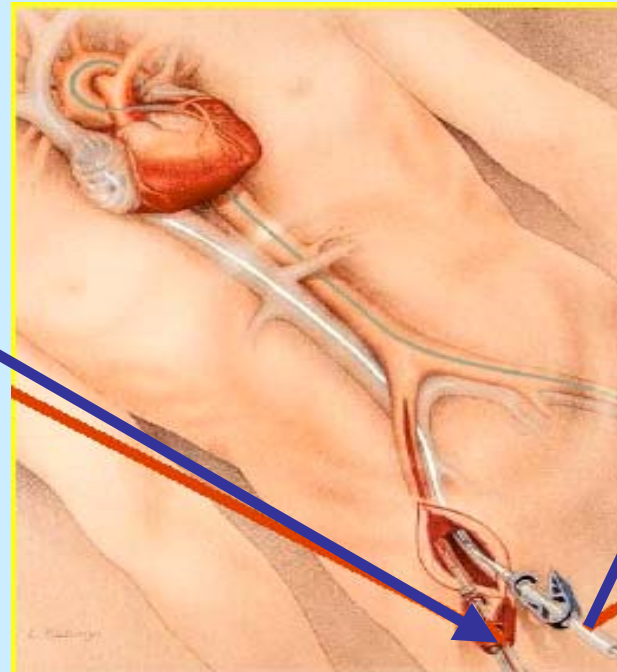
Terminologie

- ECMO : ExtraCorporeal Membrane Oxygenation
 - V-A,
 - Zapol
- ECMO low-flow, V-V, Kolobow
- PECOR : Partiel Extracorporeal Carbone Dioxide Removal,
 - Marcolin
- ECCO²-R: Extracorporeal CO² Removal
- ECLA : ExtraCorporeal Lung Assist, V-V
- ECLS : Extracorporeal Life Support, V-A

Terminologie

- 3 critères :
 - Accès vasculaire : V-V, V-A, A-V
 - % Débit cardiaque pompé
 - Mode et paramètres ventilatoires du poumon naturel

Technique



Circuit

- Canules (inflow, outflow)
- Pompe
- Oxygénateur
- Circuits

Pompes

- Pompe CEC conventionnelle



- Pompes Rotatives (centrifuges)



Pompes technologie

- Origine cœur artificiel
- Principe du vortex restreint
- Force centrifuge $\# \frac{\text{masse fluide} \cdot V^2}{r}$
- Débit dépend : débit pompe, pression d'entrée et de sortie et taille canules
- ▲ Débit \approx ▲ pression amont-aval

Débit continu, non pulsé

Pompes centrifuges



Oxygénateurs

- Polypropylène
- Silicone solide
- Polyméthylpentène



Oxygénateurs

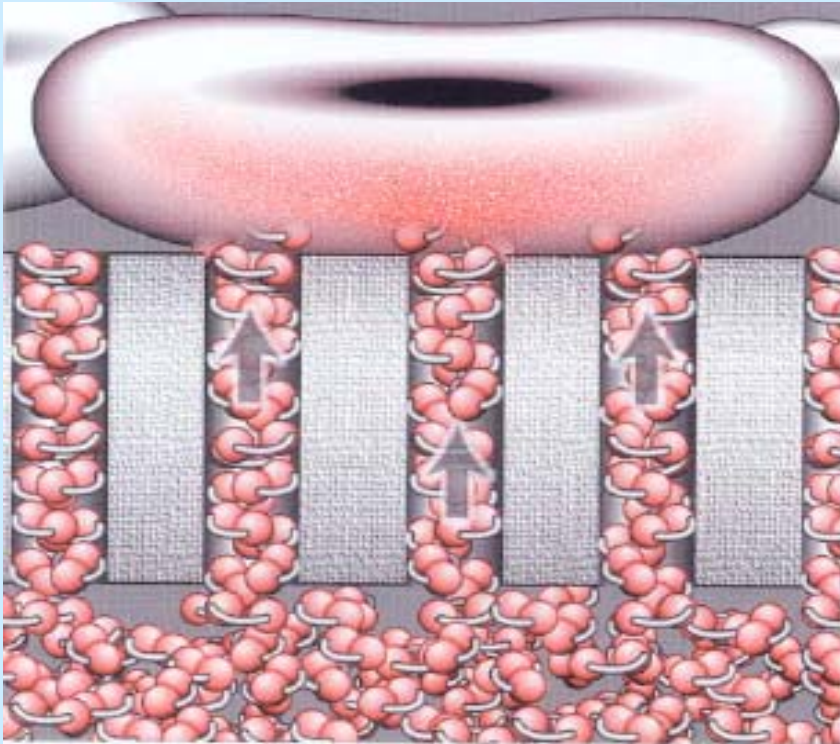


Figure 1: Typical hollow fiber design with a direct gas to blood interface through an open pore.

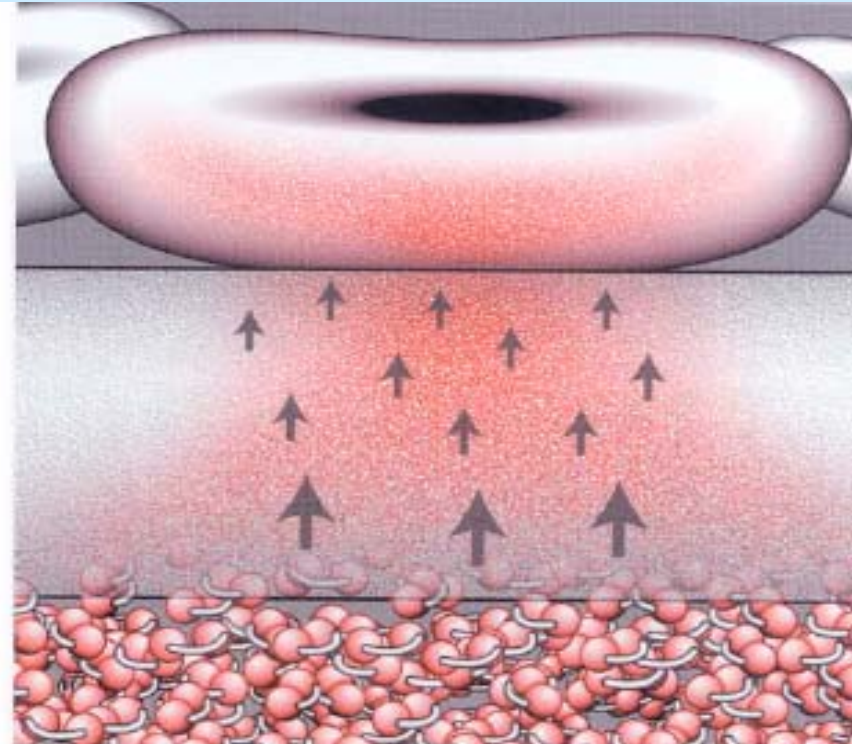


Figure 2: Gas exchange by diffusion through a semi-permeable membrane.

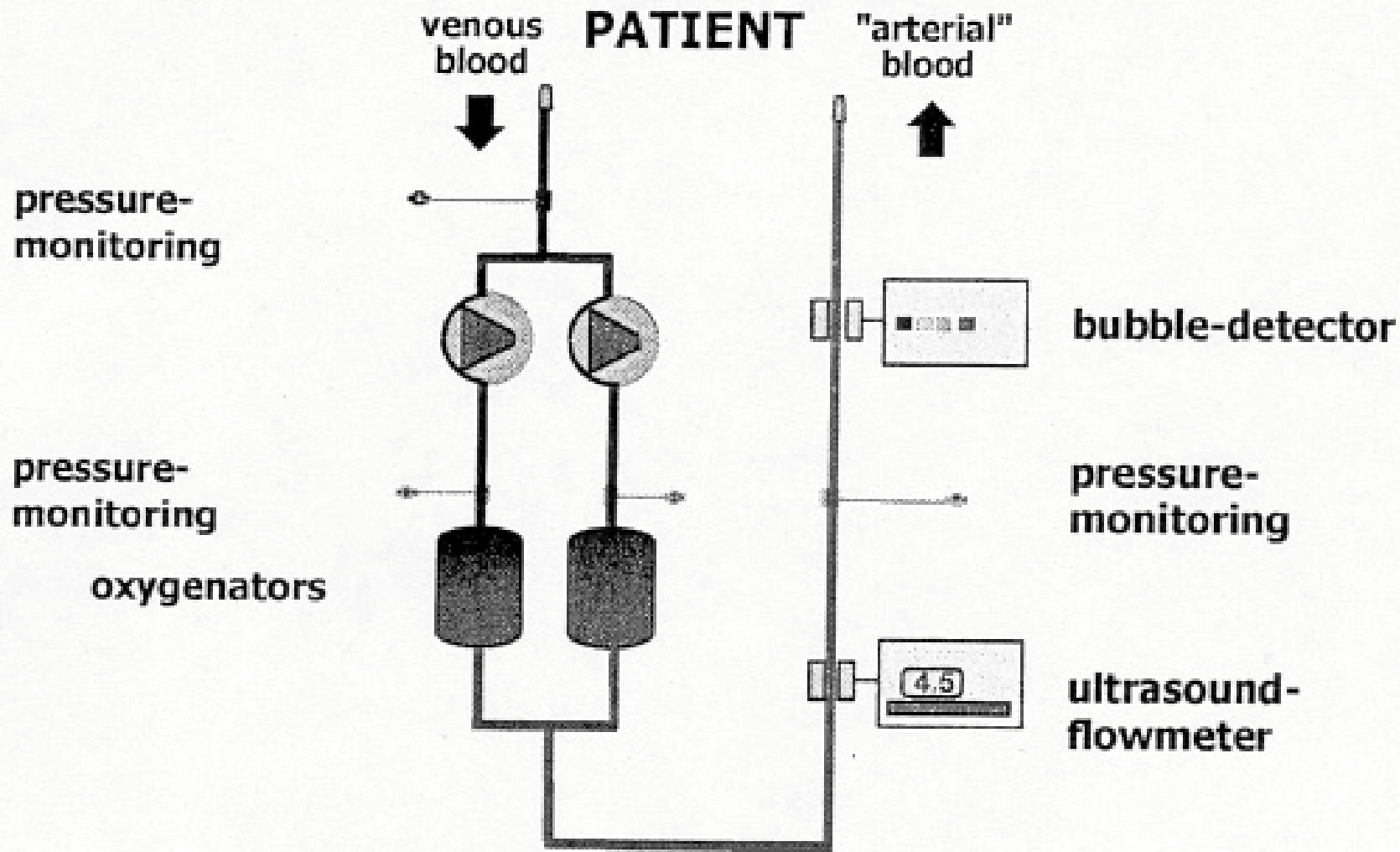
Polypropylène

Silicone

Circuits

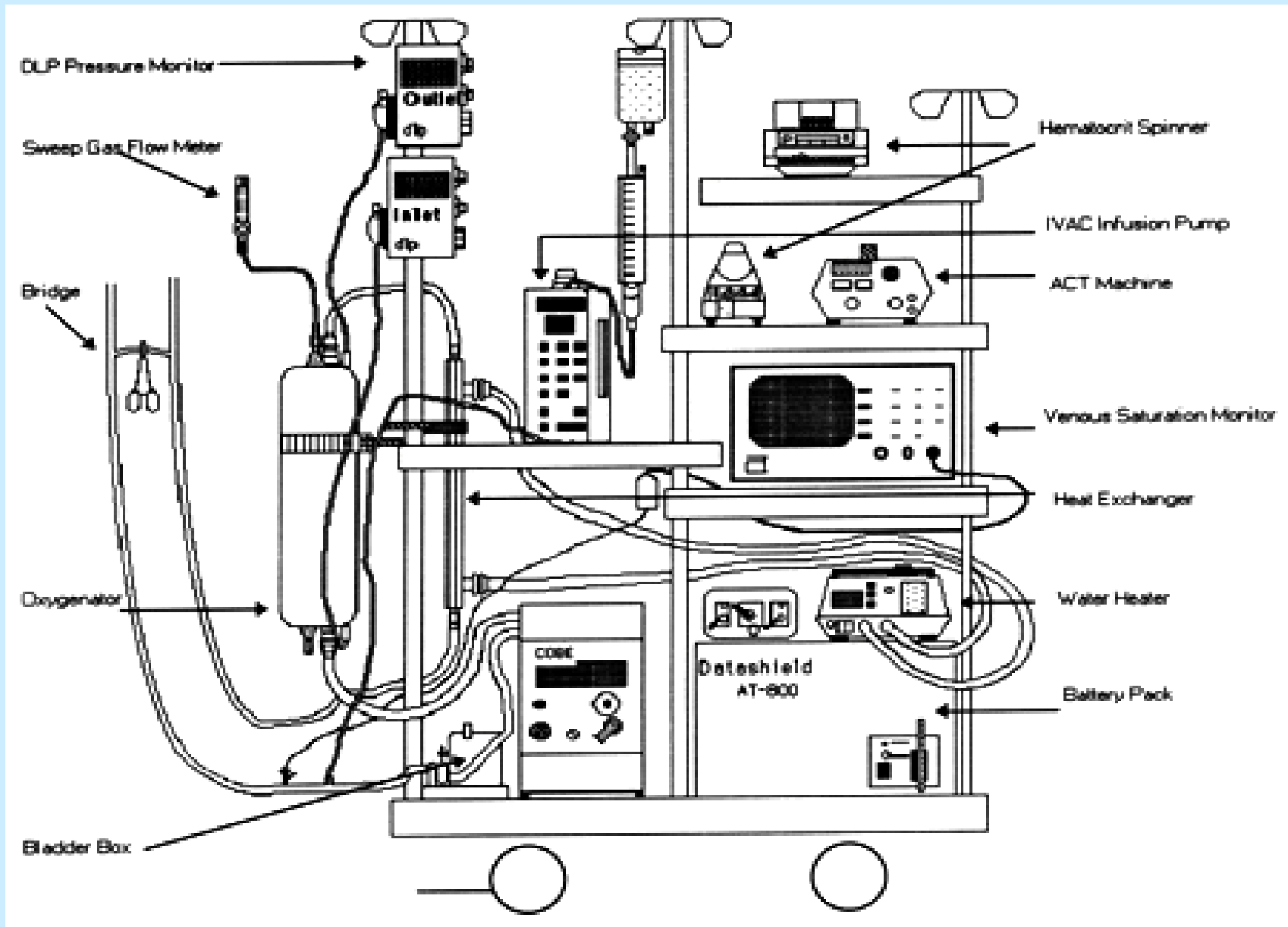
- Carmeda (Medtronic®)
- Bioline (Jostra®)
- Rheoparin (Medos®)

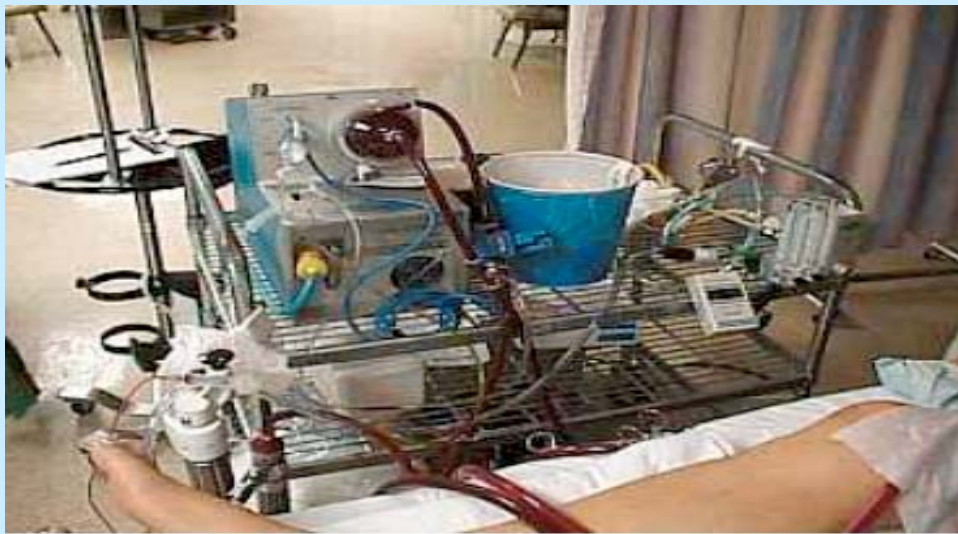
Set-up of an extracorporeal membrane oxygenation unit



Set up of an ECMO - unit

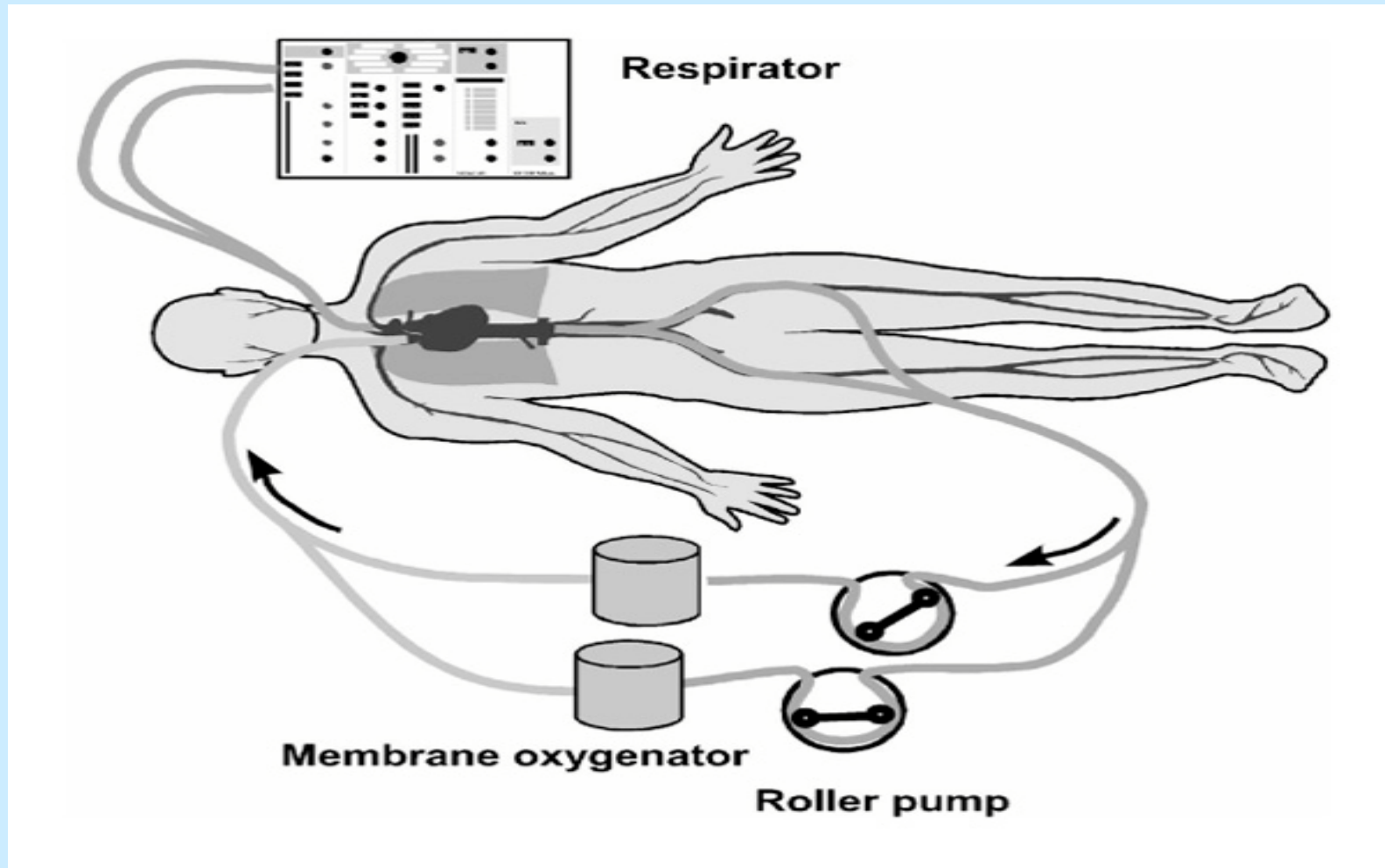
ECMO Equipment Cart



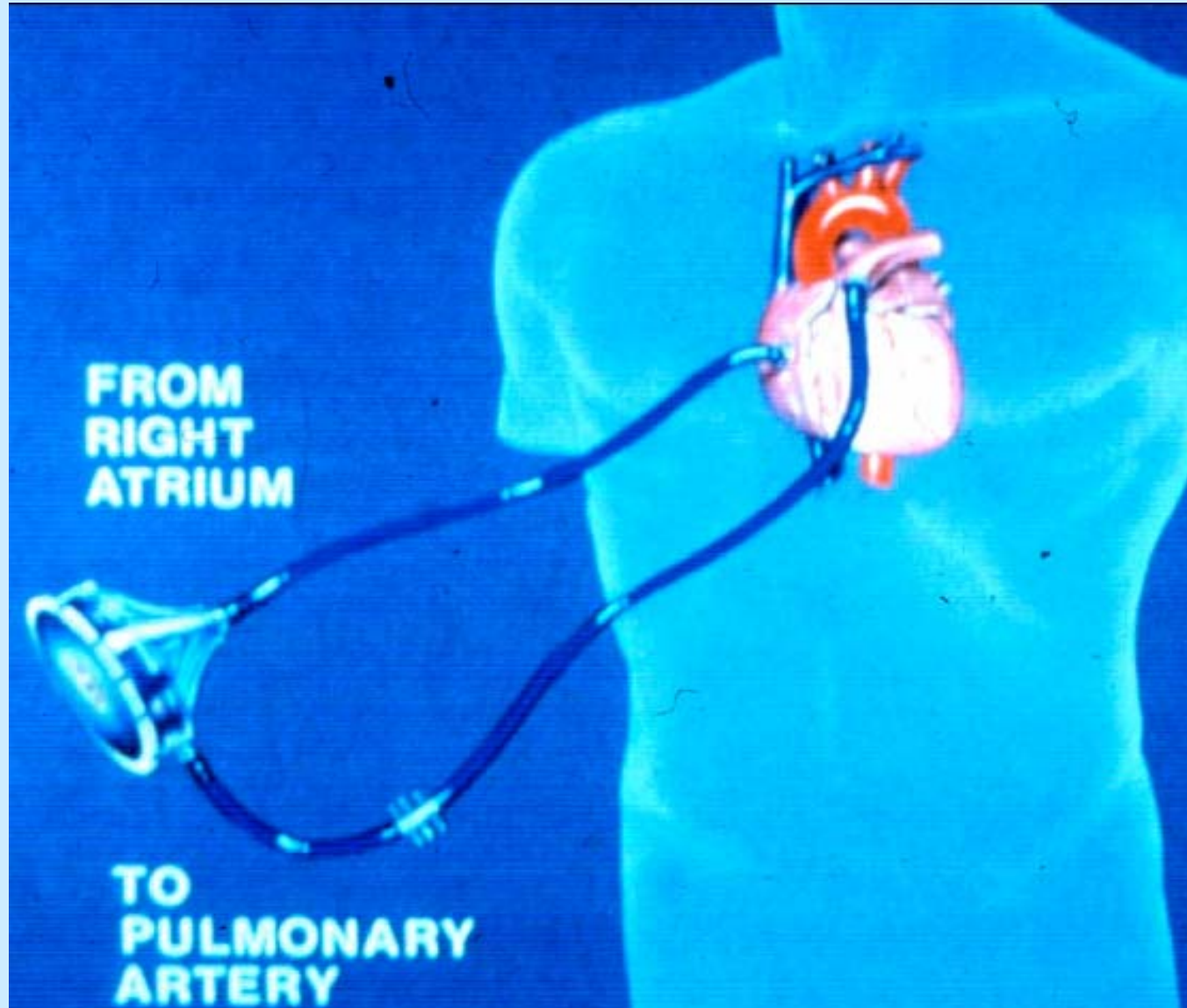


Canulation V-V

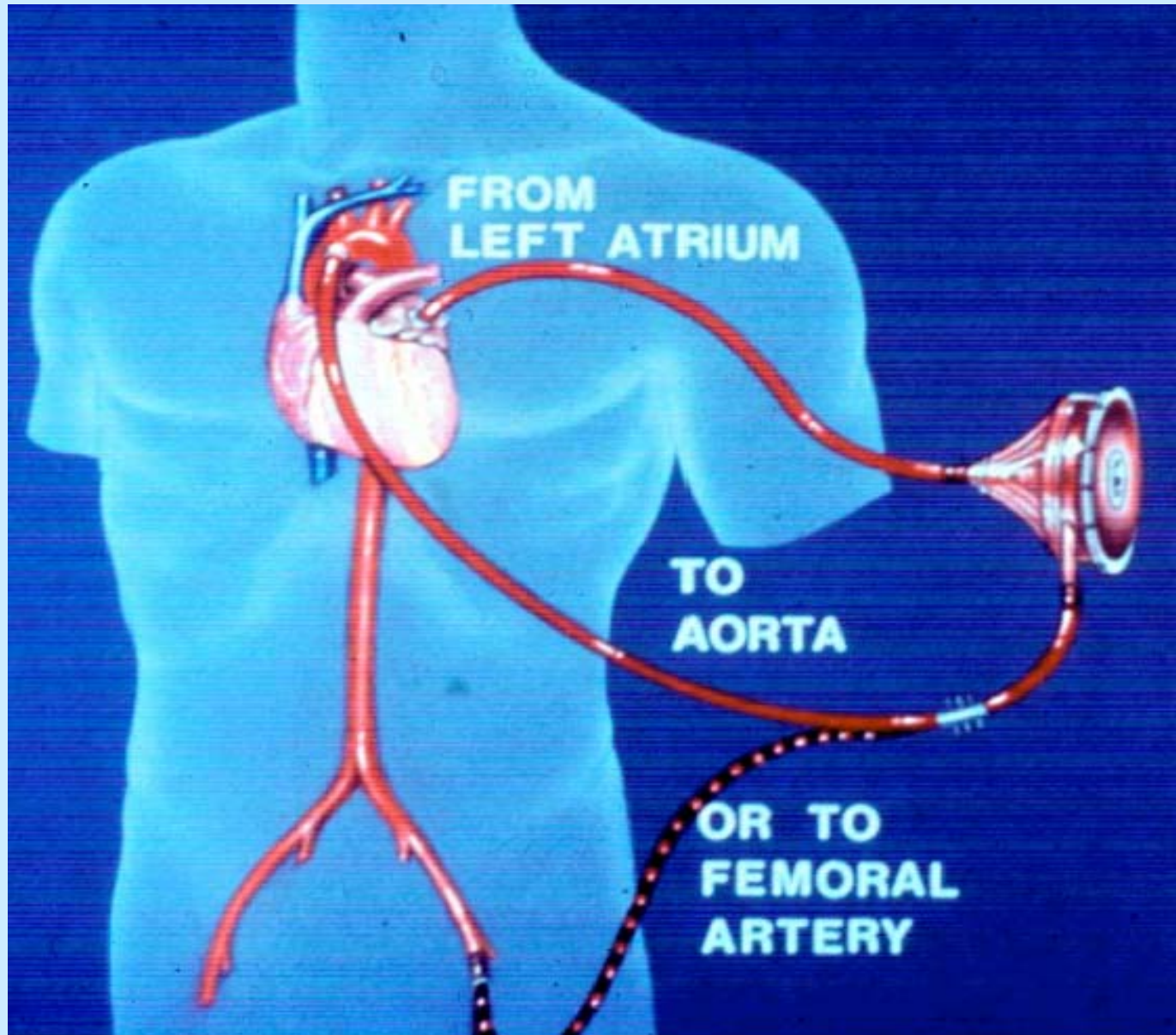
- Utilisée pour suppléance pulmonaire



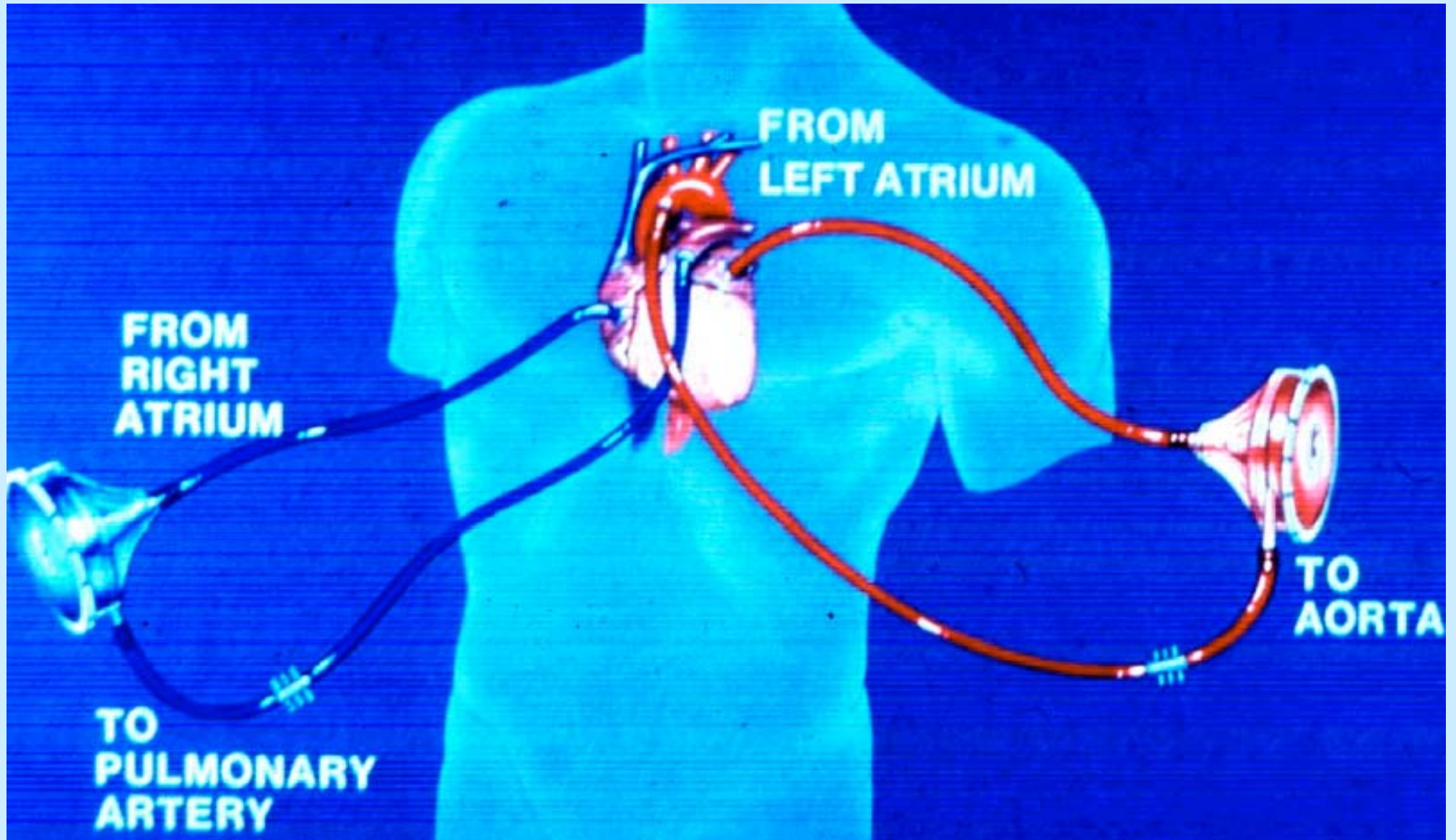
Assistance droite-droite



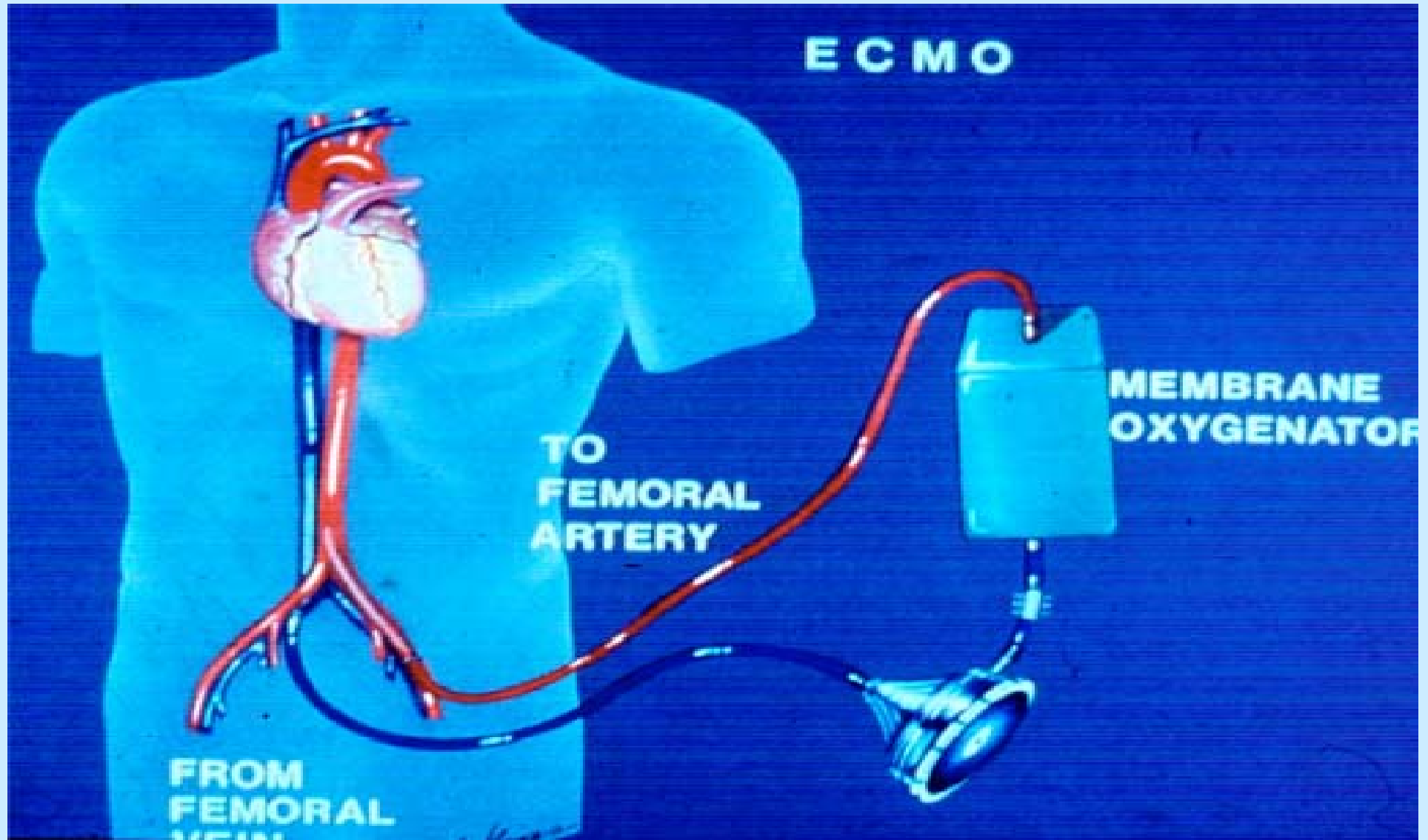
Assistance gauche-gauche



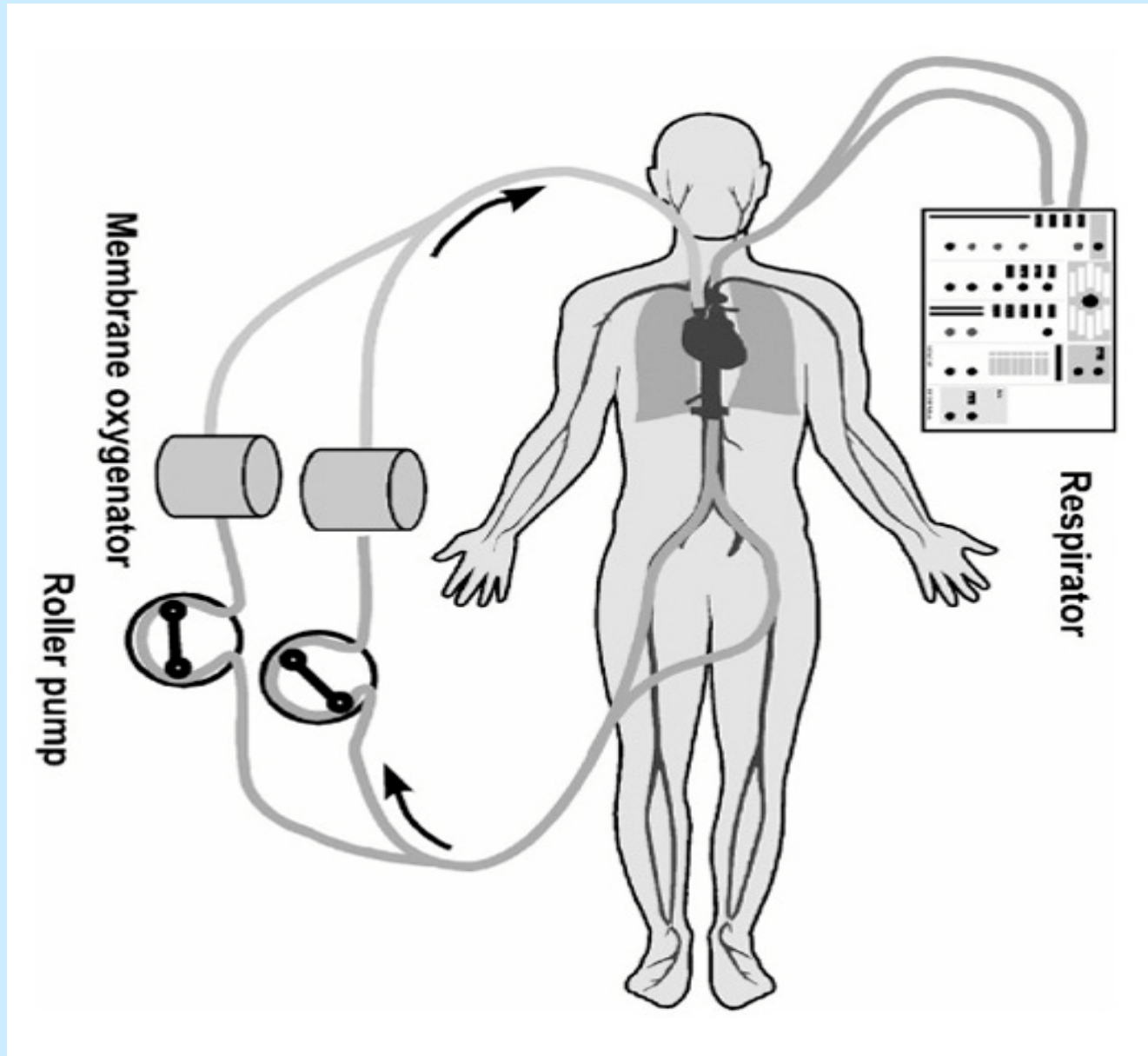
Assistance biventriculaire



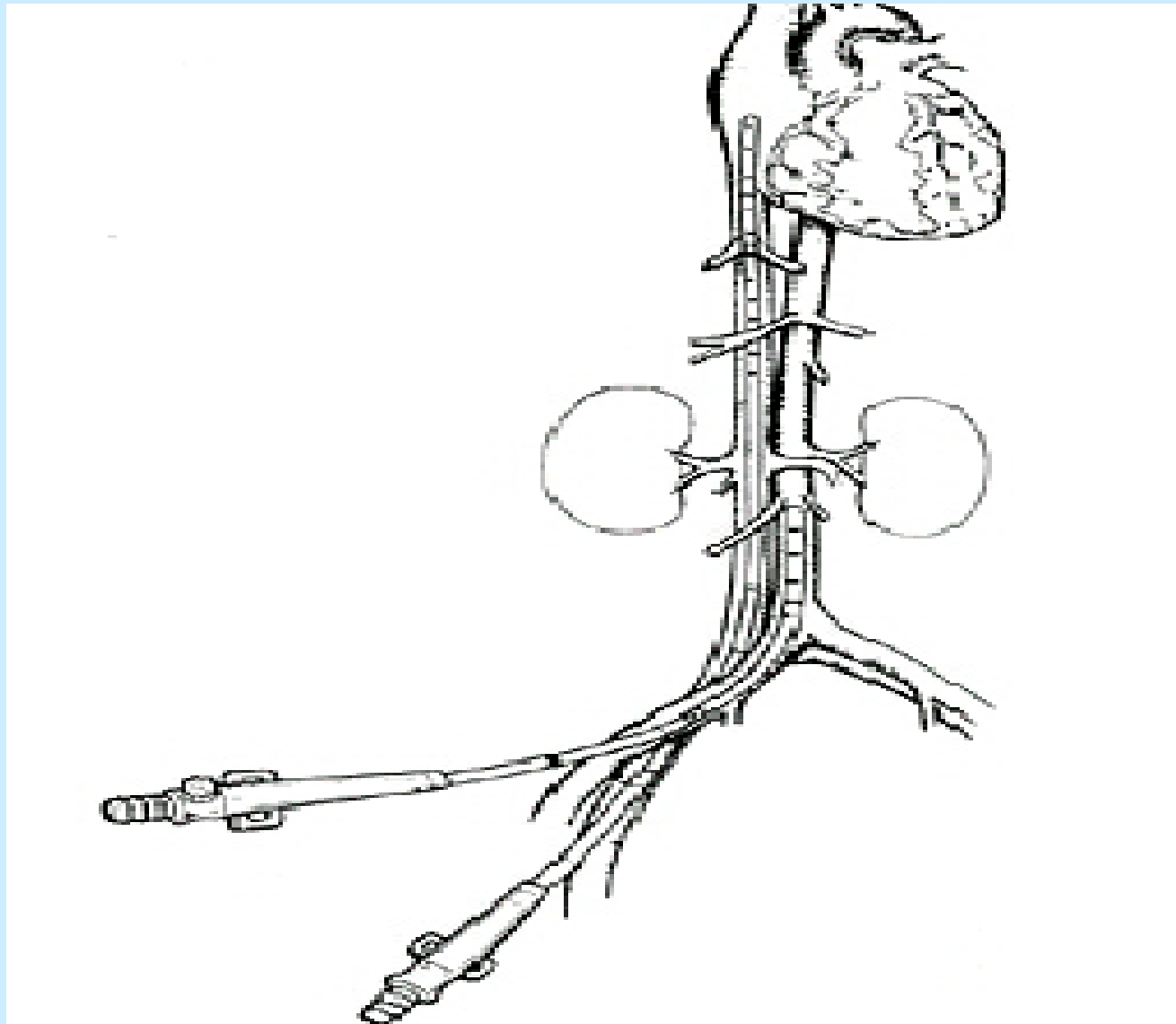
Fémorale veine (OD) ⇒ pompe
⇒ oxygénateur ⇒ fémorale artère



Pose canulation V-Veineuse

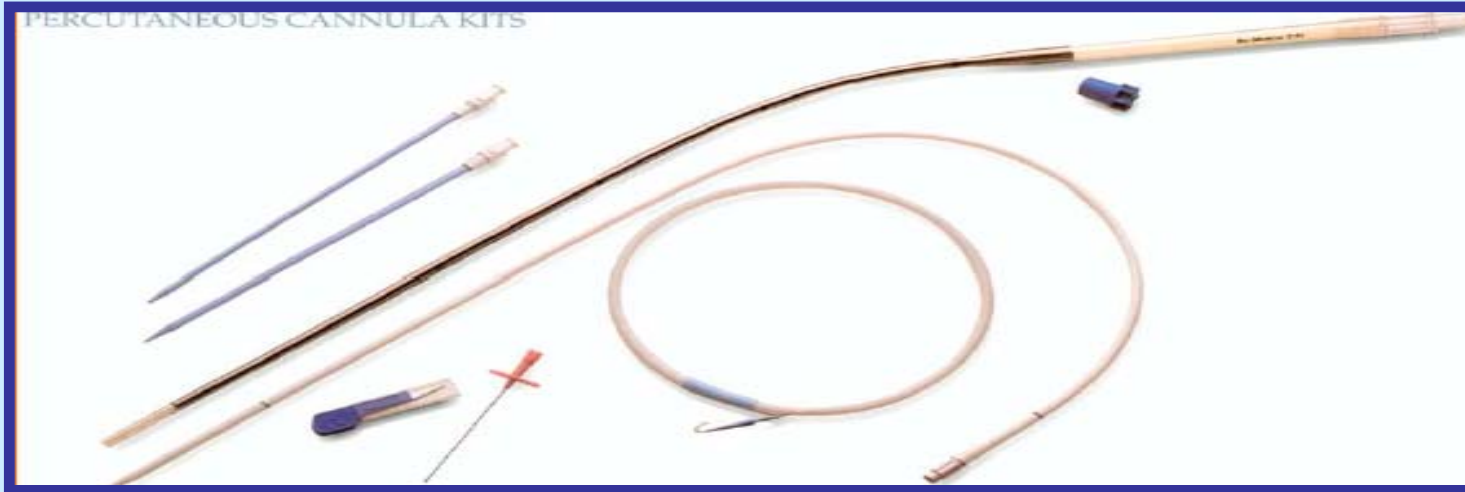


Pose Canulation V-A périphérique



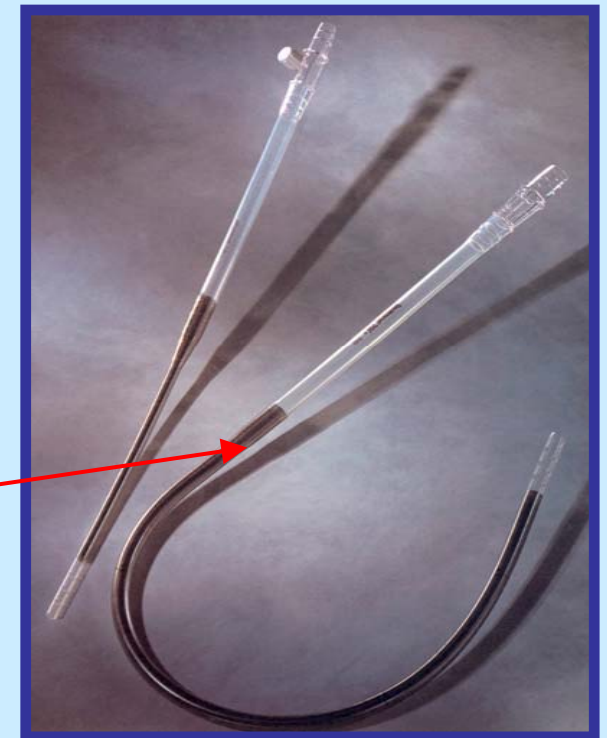
Systeme portable Biomedicus

Pose Canulation V-A

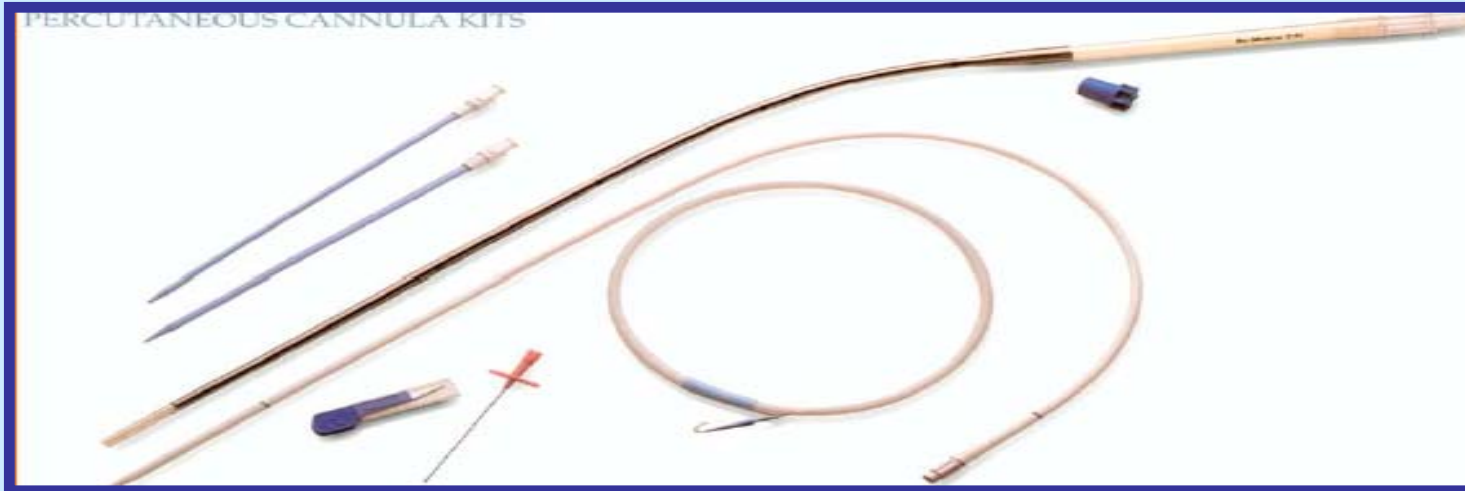


Canule veineuse 21/23 F

Canulation première de la veine fémorale

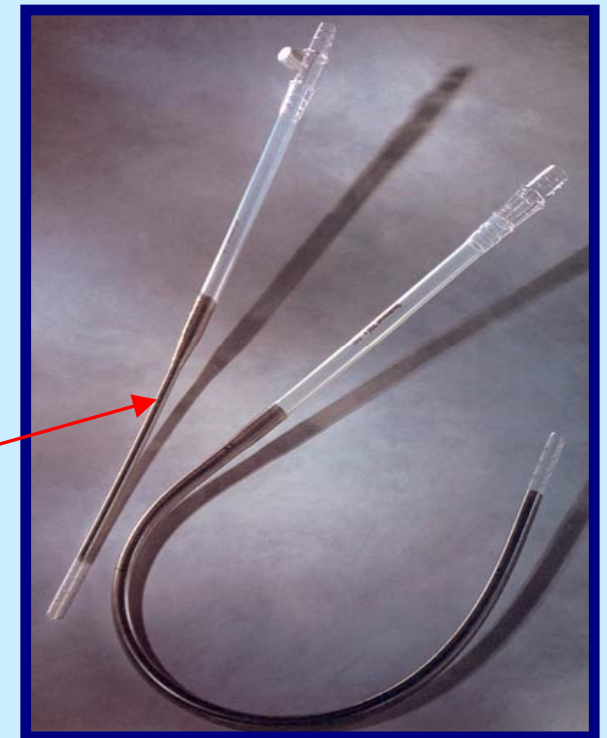


Pose Canulation V-A

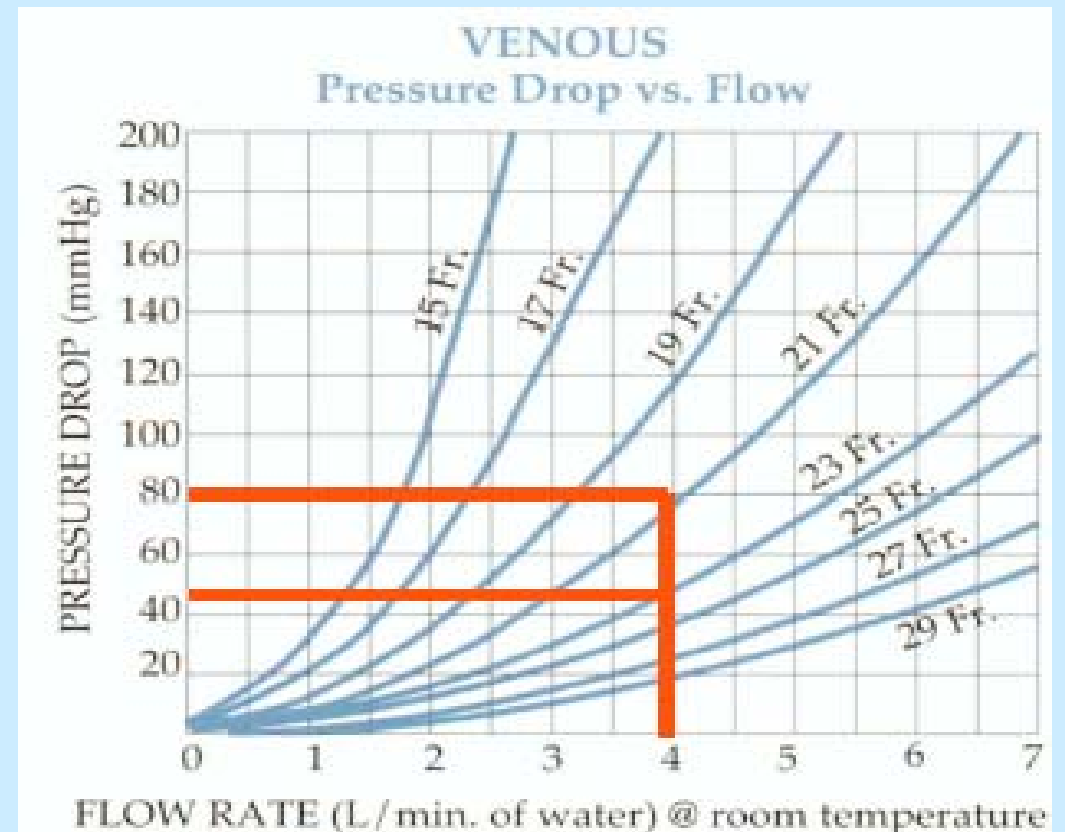
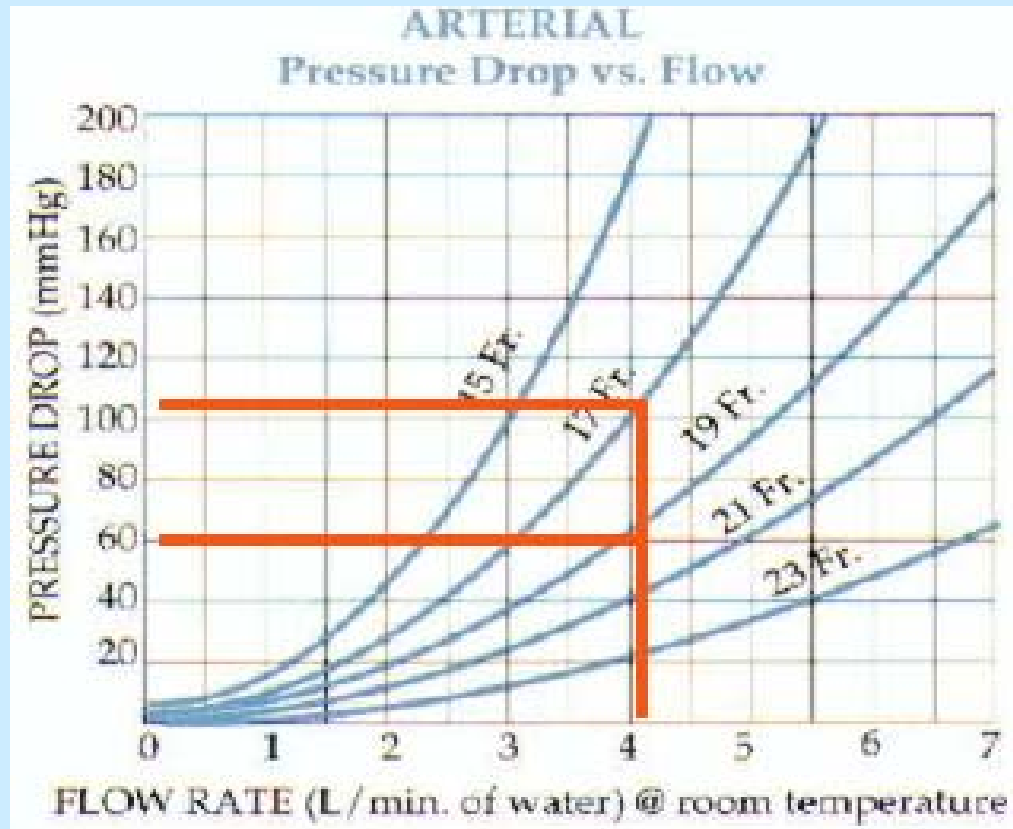


Canule artérielle 17/19 F

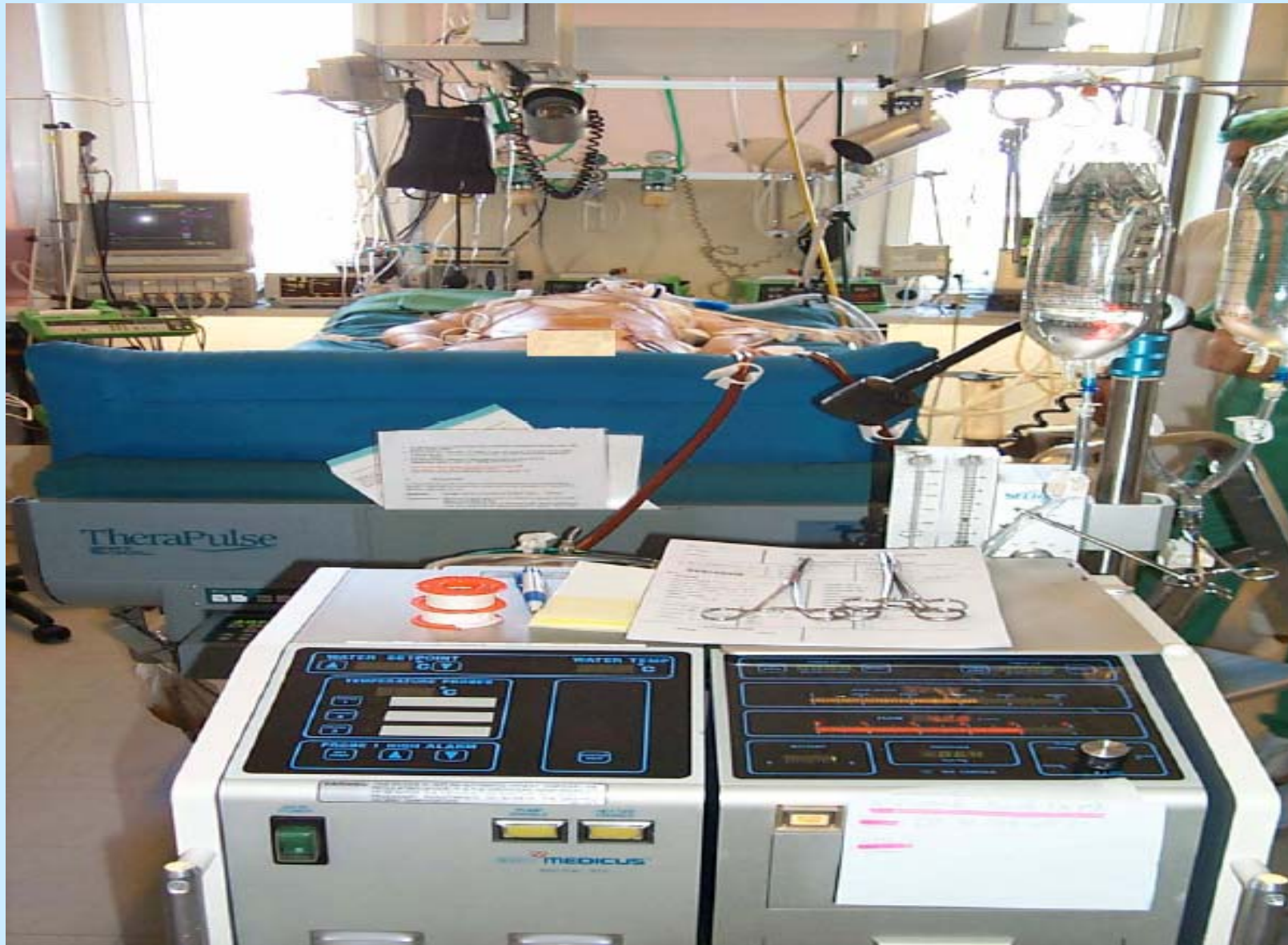
Canulation artère fémorale commune



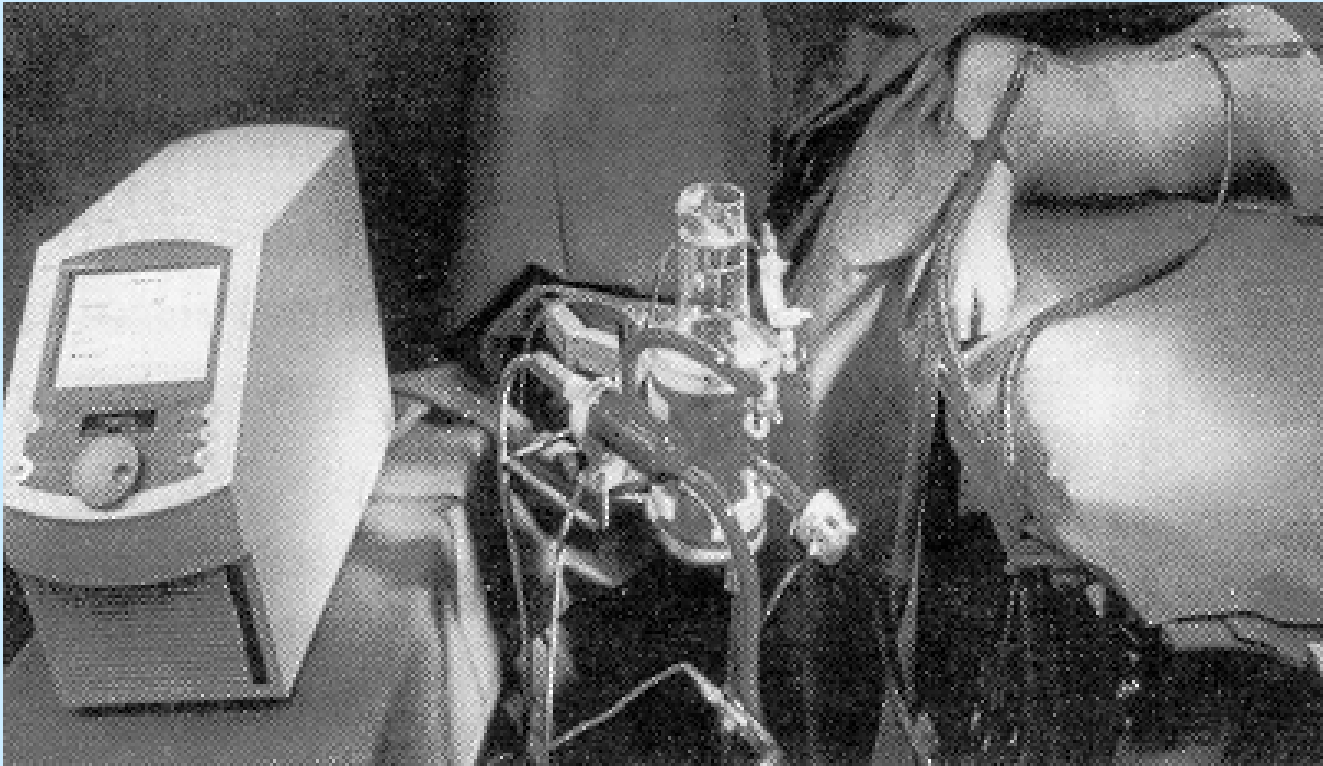
Pose Canulation V-A



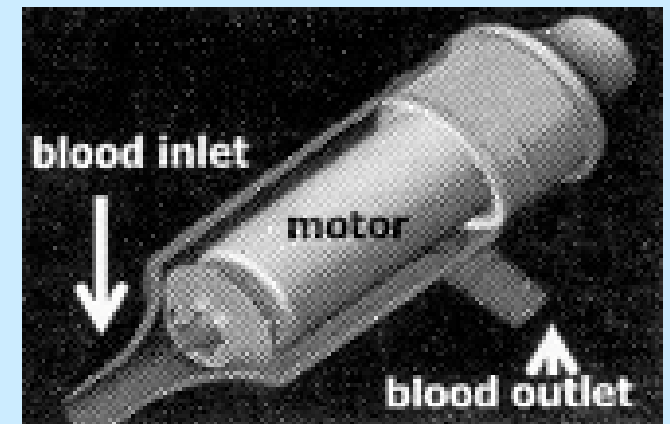
Management du patient en réanimation



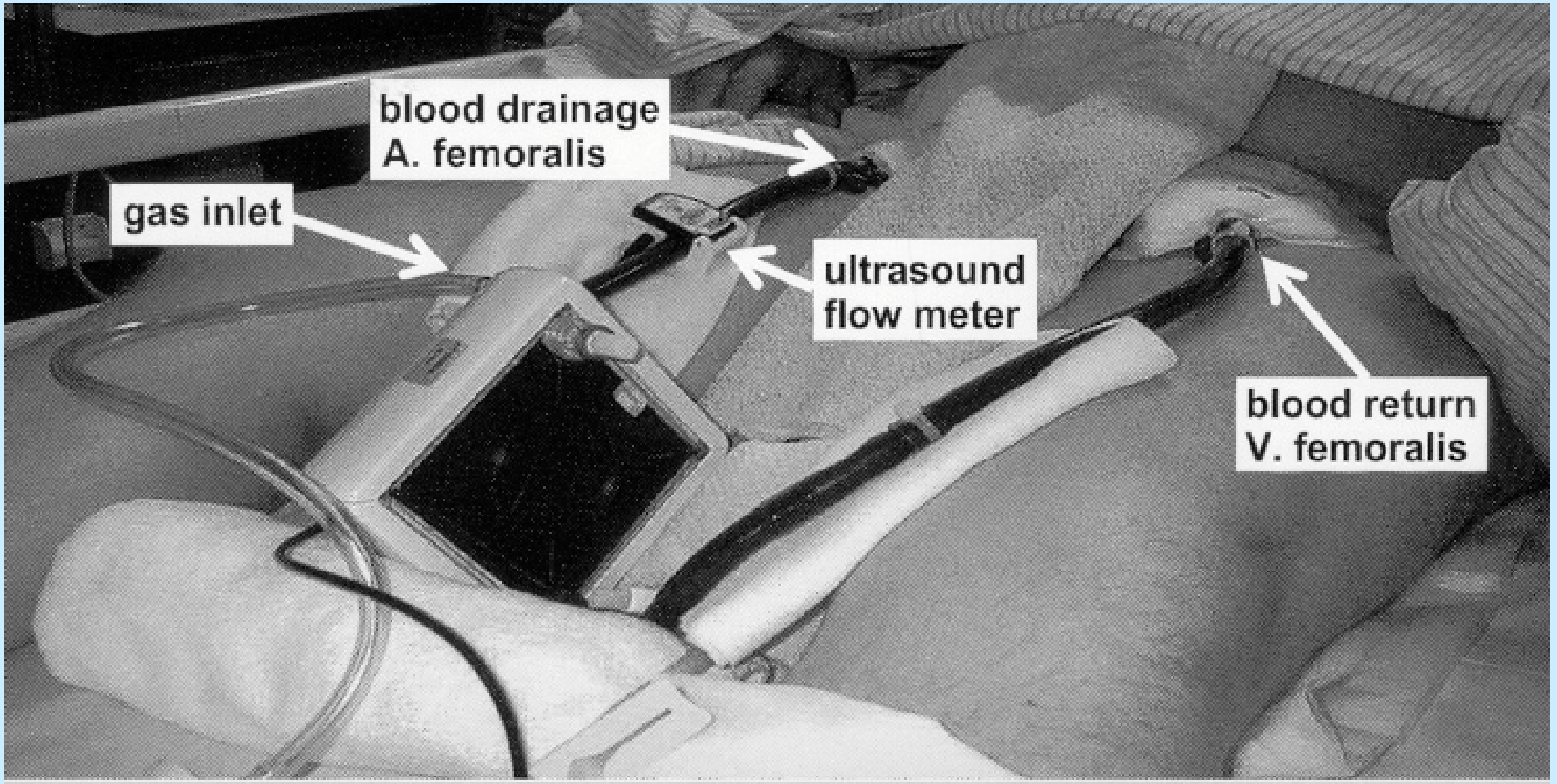
The DeltaSTREAM® pump



Supply cable



Interventional lung assist device in place



Management ECMO

Monitoring hémodynamique

- ECG

- Troubles du rythme : sevrage, thrombus intracavitaire/embolie
- Régression lésion ischémique
- Intoxication médicamenteuse : régression troubles de la conduction et ↘ QRS

Management ECMO

Monitorage hémodynamique

- PAS
 - Seule méthode disponible si incompetence persistante, flux linéaire de la pompe
 - Indispensable pour prélèvement



Management ECMO

Monitoring hémodynamique

- Swan Ganz

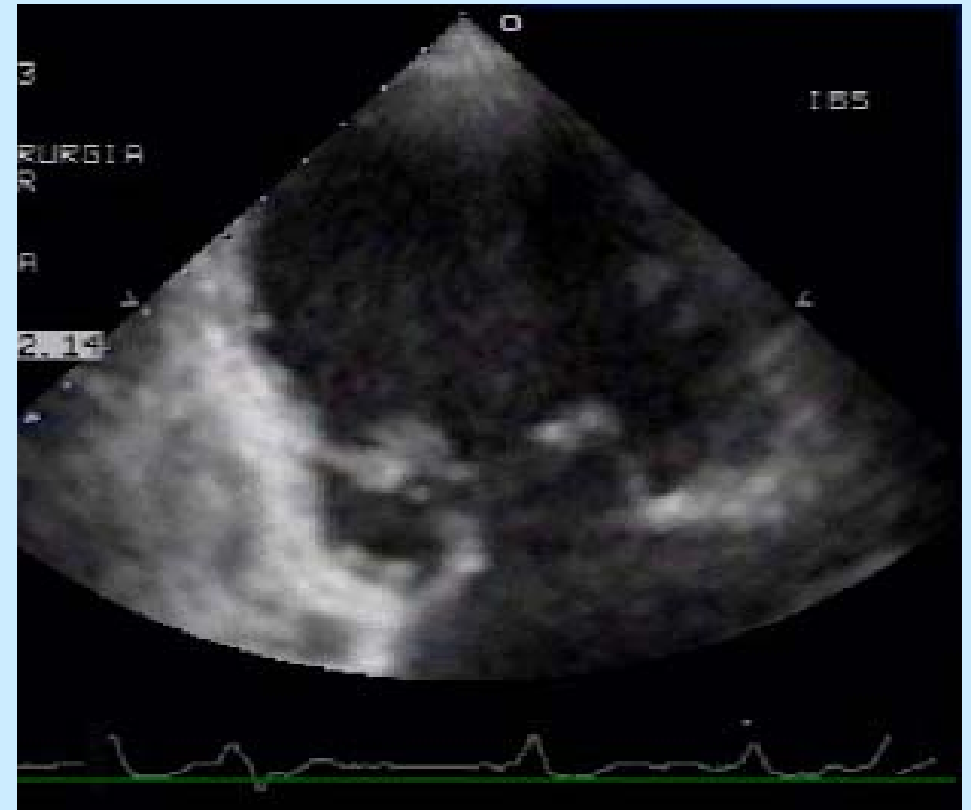
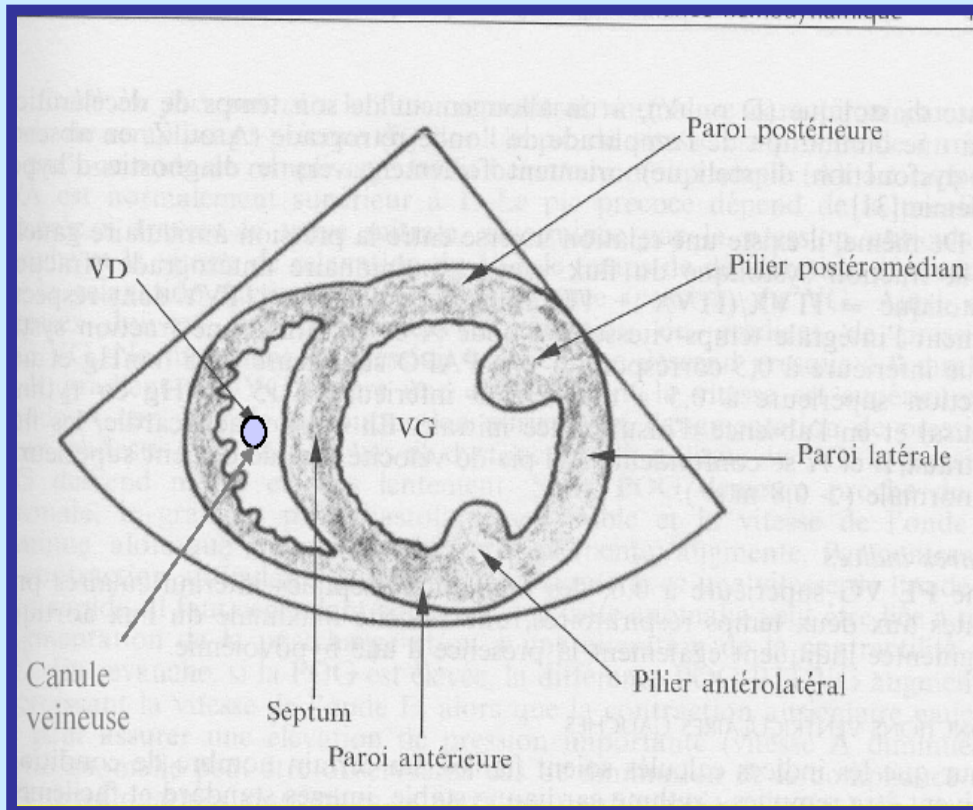
- SVO^2 : consommation O^2
- Débit cardiaque (thermodilution) NON

- Échographie

- Positionnement canule
- POD : volémie, insuffisance de drainage
- Distension du VG
- Recherche d'un épanchement péricardique/thrombus intracavitaire

Management ECMO

Monitorage hémodynamique



Management ECMO

Objectifs hémodynamiques

- $75 < PAM < 90$, idéalement 85
- PPC
- RVS : Permet un débit pompe sans augmentation nombre de tours/min \Rightarrow hémolyse, thrombopénie



Management ECMO Respiratoire

- Paramètres de ventilation
 - $FiO_2 < 100\%$, V-A $< 50\%$
 - FR 8-10 /min
 - VC 5-6 ml/kg
 - PEEP 5-8 cmH²O (assure RV pulmonaire, coro \Rightarrow VG)
 - Pression de plateau < 30 cmH²O
- Surveillance
 - GDS
 - SVO², SpO²
 - CXR

Management ECMO Rein

- Rétention hydrosodée : **FREQUENTE**
 - ↓ pression oncotique par dilution
 - Cascade inflammatoire → dysfonction endocrine (SIADH) et endothéliale
 - Tubulopathie par bas débit
- Traitement :
 - Diurétique PSE + compensation diurèse
 - ↗ débit ECMO
 - HF

Complications ECMO

Table 4 Complication Rates and Survival

Complication	Incidence	Survival
Hemorrhage	28/70 (40%)	10/28 (36%)
Cardiovascular	26/70 (37%)	10/26 (38%)
Central nervous system	22/70 (31%)	10/22 (45%)
Any severe infection	19/70 (27%)	7/19 (37%)
Mechanical	18/70 (26%)	5/18 (28%)
Gastrointestinal	17/70 (24%)	6/17 (35%)
Renal failure (dialysis or serum creatinine \geq 3.0)	15/70 (21%)	2/15 (13%)*
Pulmonary	15/70 (21%)	8/15 (53%)

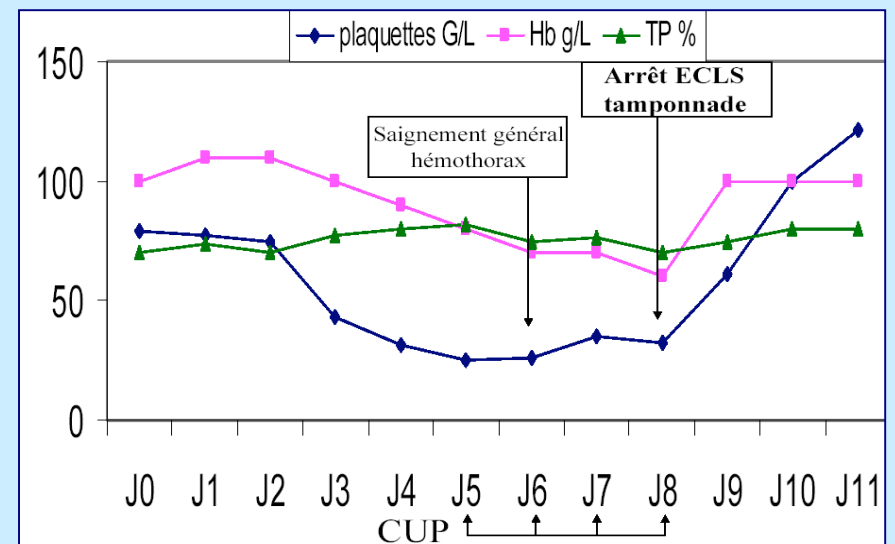
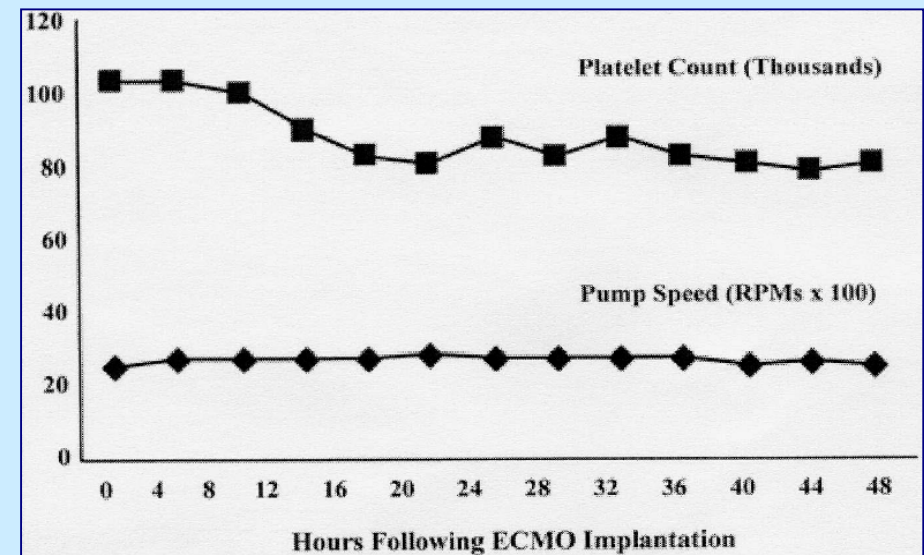
* $p = 0.03$ for renal complications impact on survival.

Complications hémorragiques

- Pose de canulation+++
 - Pose chirurgicale
 - Avec ou sans héparine

Complications hémorragiques

- Vitesse de pompe
- Hémodilution
- Réponses inflammatoires



Traitement complications hémorragiques

- Localisé

- ⤵ ACT 140-160 s
- Compression locale ± chirurgie

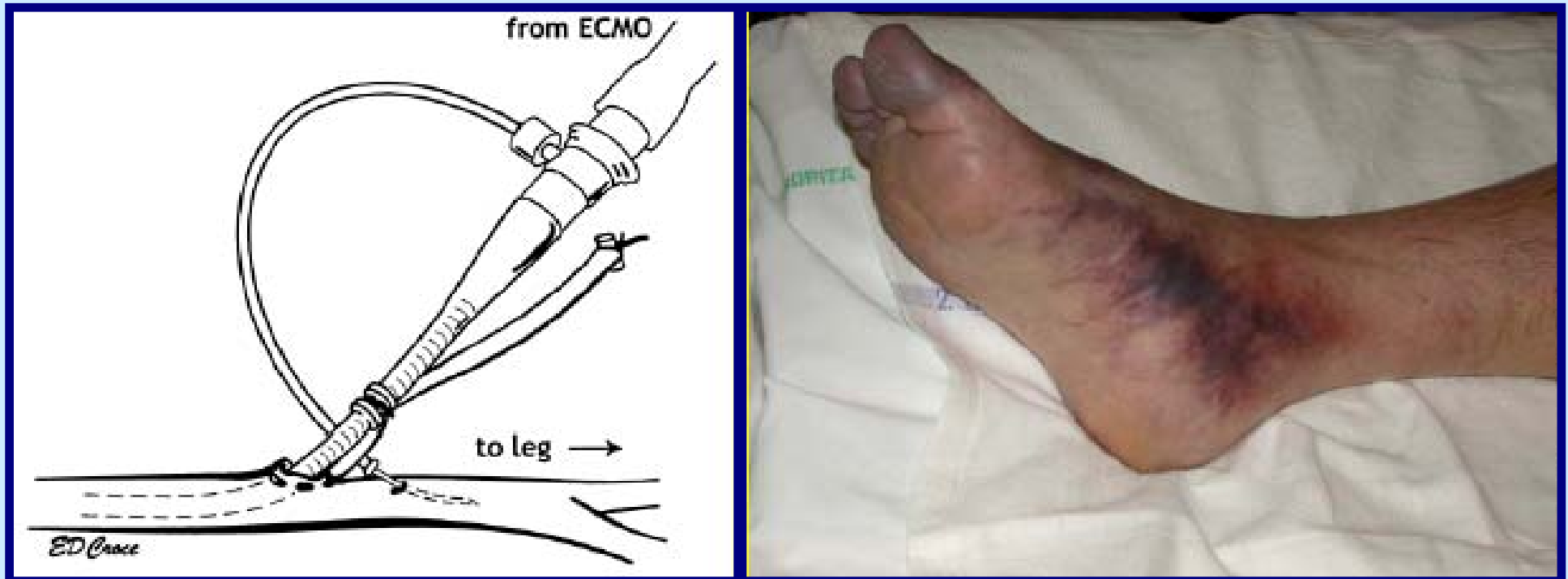
- Général

- ⤵ ACT 140-160 s
- Transfusion Ht > 24%, TP > 50%, plaq > 100000, fib > 1g
- Aprotinine +/- AT III



Complications dues à canulation

- Ischémiques : shunt dans fémorale
- Syndrome de loge

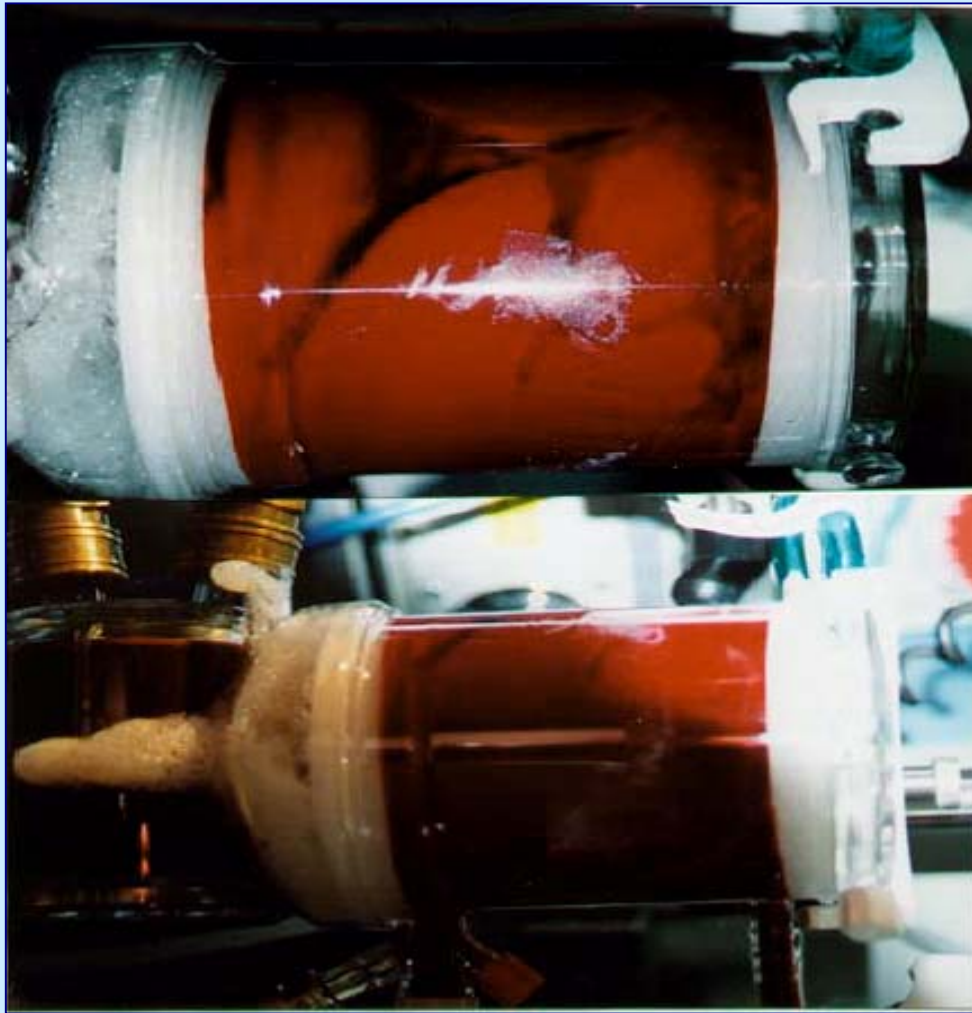


Complications : Thrombose du circuit

- Circuit préhépariné, surveillance ACT
 - Microthrombi
- Thrombus ↗ taille
 - Dysfonction de l'oxygénateur
 - Coagulopathie de consommation
- Thrombose du circuit

NB : changement oxygénateur quand $PaO^2/FiO^2 < 150$

Complications : Thrombose du circuit

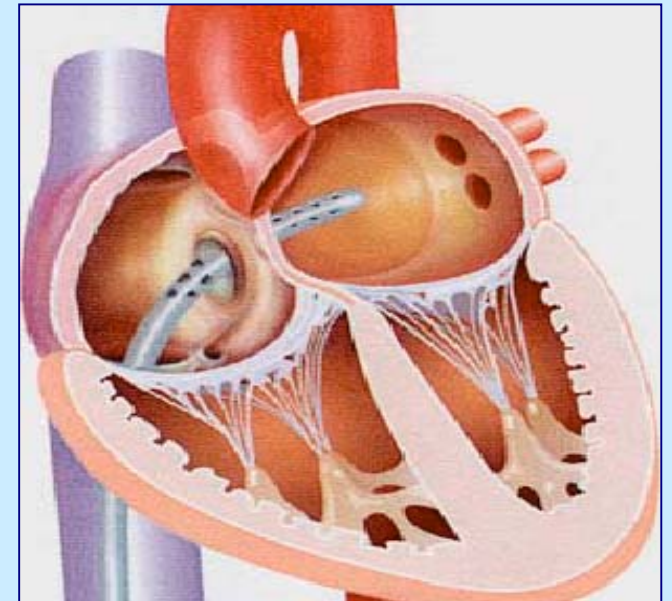


Complications : Embolie gazeuse

- Manipulation des circuits
- Clampage du circuit veineux
- Pression partielle O^2 (aval de l'oxygénateur)
> 600mmHg
- Déchirure de membrane : Sang dans l'oxygénateur → Caillot → Obstruction
→ ↗ Pression gaz → Passage gaz vers circuit

Surcharge du ventricule gauche

- **EVITER** distension du VG
 - ↘ chances de récupération du VG
 - ↗ risque OAP
 - ↗ lésion pulmonaire irréversible
- Intérêt de la dobutamine
- Intérêt canule trans-septale
- Intérêt septotomie atriale



Sevrage ECMO

- Choix thérapeutique sevrage ou double-bridges
- Sevrage dépend de l'étiologie
 - Respiratoire
 - Cardiologique
 - Intox médicamenteuse
 - Myocardite virale
 - ACR
 - Post-greffe

Protocole sevrage ECMO

- Sevrage progressif
- Baisse des débits ECMO de 25% / 12heures
- Surveillance échographique
 - IC $>2.5\text{l/min/m}^2$
- Augmenter l'anticoagulation dès débit pompe $< 2\text{l/min}$