

Éléments constitutifs du circuit de circulation extra corporelle & variabilité de montage

Rougier Nicolas, Sorbier Christelle
Perfusionniste
Bloc de Chirurgie cardiaque
Hôpital Haut-Lévêque, CHU de Bordeaux



1

Plan

I) La circulation extra corporelle

1. Définition
2. Objectifs

II) Les éléments constitutifs du circuit

1. Les consoles
2. Les circuits
3. Les canules

III) Le monitoring

(IV) Variabilité de montage

2

I. La circulation extra corporelle

1) Définition

- Circulation extra corporelle → dériver le sang et le faire passer dans un circuit dont le but est de suppléer un organe.
- Suppléance rénales (hémodiltration), suppléance hépatique (système MARS), suppléance cardio pulmonaire
- Pompe à sang = suppléance cardiaque, force motrice (à galet ou centrifuge)
- Oxygénateur = suppléance pulmonaire

3

2. Objectifs

- Ouverture des cavités cardiaques
- Luxation du cœur
- Champ chirurgical dépourvu de sang (ou presque)
- Immobilisation du cœur



Possible si suppléance coeur poumon

Matériel:

Console (pompe à galet ou centrifuge)
Générateur thermique
Débitmètre – mélangeur type Sechrist
Appareil monitoring SVO2-GDS
Circuit CEC (jetable)
Canules veineuses et artérielles

4

II. Eléments constitutifs du circuit

1. Les consoles



5



Rotaflow



Xenios



Euroset



Cardiohelp

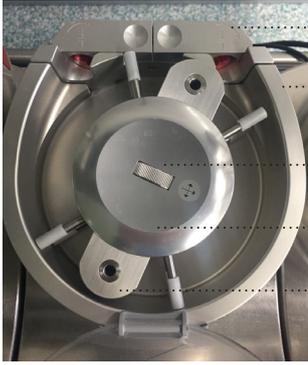


Rotaflow 2

6

Pompe à galets

- Compression par 2 galets opposés (pompe occlusive ou sub-occlusive)
- Compression continue du tuyau (réglage occlusion)
- Mouvement de rotation (continu ou pulsatil)
- Adaptation de la taille de la pompe et du diamètre du tuyau en fonction de la surface corporelle du patient
- Insensible aux conditions de charge
- Débit calculé



Inser
Stator
Vis micrométrique
Rotor
Galet

7

Complications possibles

- Hypertension: déconnection, rupture
- Embolies de particules (silicone)
- Dépression excessive générant microbulles
- Embolie gazeuse
- Hémolyse (occlusion trop importante)
- Débit erroné (occlusion trop faible)

Pulsatilité ?

- Résultats expérimentaux montrent une amélioration
- Ce n'est pas le cas cliniquement
- Pas ou peu de recommandation favorable ou défavorable à son utilisation
- Aggravation hémolyse +++

8

Pompe centrifuge

- Pompes non occlusives (risque de débit rétrograde quand pompe à l'arrêt ou vitesse de rotation insuffisante)
- Débit mesuré par ultrason
- Cône avec ou sans aubes dans structure en PVC
- Mobilisation du liquide par mouvement de rotation d'une turbine, entraîné par électroaimant
- Orifice d'entrée dans l'axe de rotation, orifice de sortie perpendiculaire



9



10

Pré et post charge dépendantes

Le débit dépend donc:

- Vitesse rotation de la pompe
- Volémie
- Des freins à l'aspiration: taille et longueur de la canule et de la ligne veineuse
- Des freins à l'éjection: taille et longueur de la canule / ligne artérielle, pression artérielle du patient

Avantages

- Pas de rupture ou déconnection en cas de suppression sur la ligne artérielle
- Moins d'hémolyse = adapter assistance longue durée
- Moins de risque d'embolie gazeuse massive → désamorçage de la pompe

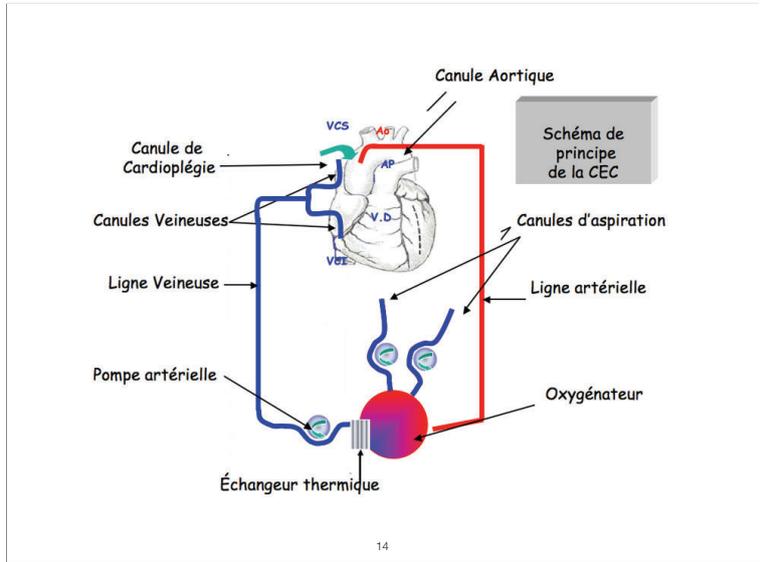
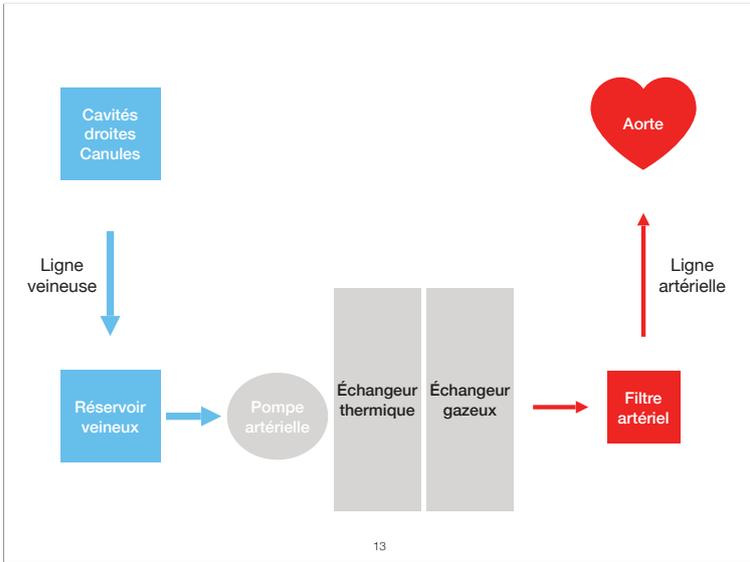
11

2. Les circuits

- Circuit CEC jetable
- Rampes de prélèvements, « purges »
- Circuit cardioplogie (+PSE)
- Diverses aspirations (décharge gauche ...)
- Perfusions multiples (pompe perfusion sélective)
- Hémofiltration



12



Silicone **PVC**

- Matériaux polymères synthétiques
- Tubing: lignes veineuse et artérielle, corps de pompe, lignes cardioplégie ...
- Tubing: PVC (transparent, rigide)
- Tubing: Silicone (élastique, translucide)
- Taille: mesure en pouce ou inch (1/2, 3/8, 1/4, 3/16)

15

- Réservoir de cardiectomie
- Zone « tampon » entre retour veineux et pompe artérielle
- Récupération des aspi. chirurgicales
- Taille adapter à la surface corporelle
- Filtres micropores de différentes tailles
- Ouvert à la pression atmosphérique (possibilité drainage veineux actif)

16

Bloc oxygénateur / filtre artériel/ échangeur thermique

Echangeur thermique: pas de contact sang et eau

Coupler à l'oxygénateur
Echangeur thermique déporter pour cardioplégie

17

- Oxygénateur remplacer fonction alvéole pulmonaire
- Oxygénation + décarboxylation
- Membrane microporeuse tubulaire ou semi perméable (utilisation courte)
- Surface d'échange 1,8-2,5 m²
- FIO₂ règle la PaO₂ et débit gaz frais règle la PaCO₂

- Filtre artériel
- Sur ligne artérielle (entre oxy et canule artérielle)
- Filtre = 40 μm
- Intégrer au bloc oxygénateur ou non

18

Comment choisir son circuit?



19

En pratique:

- Calcul de la surface corporelle, formule de Dubois

$$BSA = 0.007184 * Taille^{0.725} * Poids^{0.425}$$

- Débit max: 3L/min/m²
- Patient 70kg pour 178cm

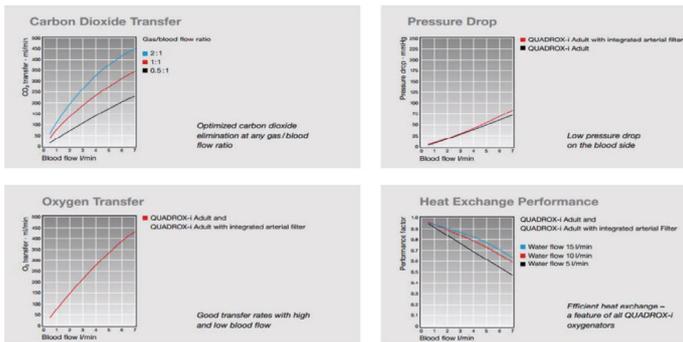
Surface corporelle: 1.87m²



Débit à 3L d'index = 5.61 L/min

20

Courbe de transfert O2 CO2 Courbe de pression



21

- Capacité de l'oxygénateur avec débit max
- Volume du priming

Oxygenator	RXDS, RXSR Baby RX	RX1S, RX1SR	RX2S, RX2SR
Housing material	Polycarbonate	Polycarbonate	Polycarbonate
Fibers material surface area	Micro porous polypropylene	Micro porous polypropylene	Micro porous polypropylene
Fibers bundle surface area	Approx. 0.5 m ²	Approx. 1.5 m ²	Approx. 2.5 m ²
Heat exchanger material	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel
Heat exchanger surface materials	Approx. 0.025 m ²	Approx. 0.14 m ²	Approx. 0.2 m ²
Blood flow range	Min. 0.1 L/min Max. 1.5 L/min	0.5 - 5.0 L/min 0.5 - 4.0 L/min when using R30 handbell reservoir	Min. 0.5 L/min Max. 7.0 L/min
Reference blood flow	2.5 L/min	7 L/min	
Priming volume (static)	43 mL	135 mL	250 mL
Blood Inlet Port (from pump)	1/4" (6.4 mm)	3/8" (9.5 mm)	1/2" (12.7 mm)
Blood Outlet Port	1/4" (6.4 mm)	3/8" (9.5 mm)	1/2" (12.7 mm)
Cardioplegia Port	Luer port	1/4" (6.4 mm)	1/4" (6.4 mm)
Luer port (for heparin or blood cardioplegia)	One bar lock on blood outlet port	One bar lock on blood outlet port	One bar lock on blood outlet port
Gas Inlet Port	1/4" (6.4 mm)	1/4" (6.4 mm)	1/4" (6.4 mm)
Gas Outlet Port	5/16" (7.9 mm)	1/4" (6.4 mm)	1/4" (6.4 mm)
Water Ports	1/2" (12.7 mm) Heparin Quick Connect Fittings	1/2" (12.7 mm) Heparin Quick Connect Fi	1/2" (12.7 mm) Heparin Quick Connect Fi

	QUADROX-i Small Adult	QUADROX-i Small Adult (with integrated arterial filter)
Max. blood flow	8 L/min	8 L/min
Static priming volume	430 ml	430 ml
Oxygenator module + heat exchanger + arterial filter	2.0 m ²	2.0 m ²
Membrane surface area	0.14 m ²	0.14 m ²
Heat exchanger surface area	4300 ml	4300 ml
Hard shell reservoir capacity	30 µm	30 µm
Cardioplegic filter pore size	polyester, 40 µm	polyester, 40 µm
Arterial filter screens	0.04 m ²	0.04 m ²
Arterial surface area		

22

3. Les canules

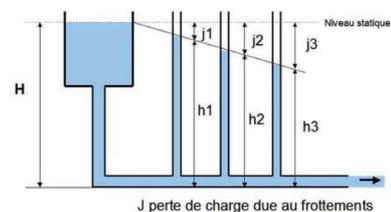


23

Rappel de physique

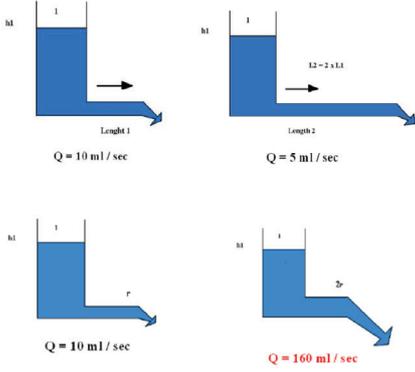
La perte de charge

Dissipation par frottement de l'énergie mécanique d'un fluide en mouvement



24

Loi de Poiseuille



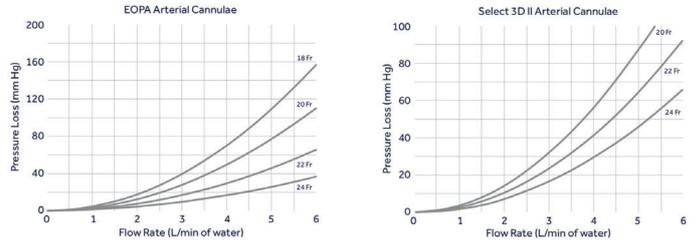
En doublant la longueur du tuyau, le débit est divisé par 2 pour un même temps donné

En doublant le rayon du tuyau le débit est multiplié par 16

- Taille canule en « French » = diamètre extérieur donc la diamètre correspondant à l'incision que doit faire le chirurgien.
- 3 French = 1 mm

Même constructeur

Taille canule identique

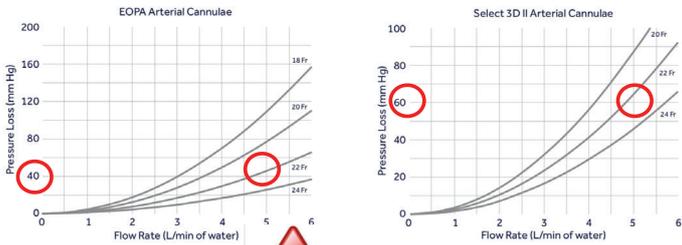


- Taille canule en « French » = diamètre extérieur donc la diamètre correspondant à l'incision que doit faire le chirurgien.

3 French = 1 mm

Même constructeur

Taille canule identique



Un 22 Fr n'est jamais un 22 Fr !



Pourquoi des différences de pression?



Pourquoi des différences de pression?

- Embout droit ou coudé



Pourquoi des différences de pression?

- Embout droit ou coudé
- Forme





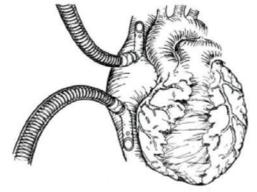
- Embolies artérielles: athrome aorte ascendante
- Dans la canule, la surface diminue donc la vitesse augmente ==> Attention à l'effet karcher/Jet/ Sablage
- Hémolyse
- Accident: Malposition de la canule (pression post oxygénateur)
- Accident: Déchirures / Dissection

31

Canulation atrio-cave

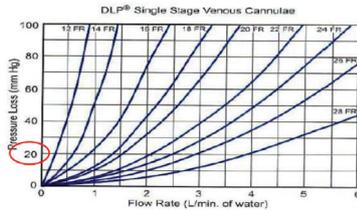


Canulation bicave

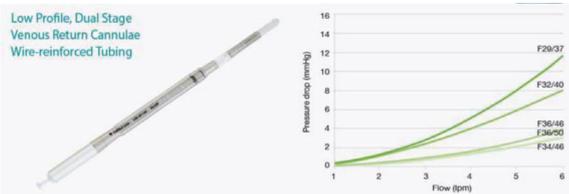


32

- Ce qui est important c'est le volume drainé !
- Double canulation, 1/3 VCS et 2/3 VCI

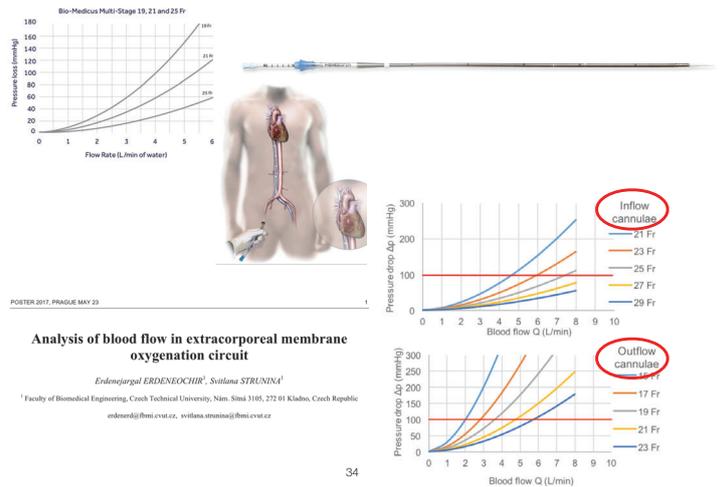


Pour les canules atrio-cave, la perte de charge est négligeable



33

Canules d'assistance

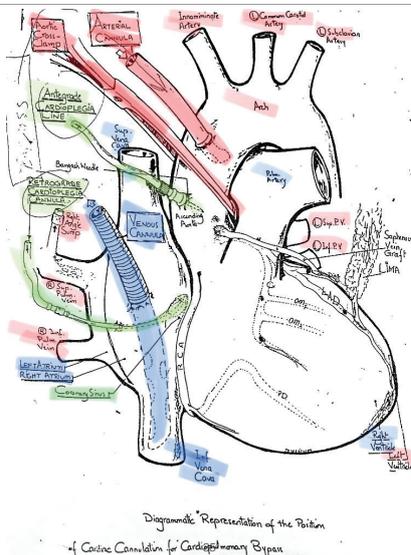


POSTER 2017, PRAGUE, MAY 23

Analysis of blood flow in extracorporeal membrane oxygenation circuit

Endoanergal ERDENOCHUR¹, Svoboda STRUNKA¹
¹ Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University, Nam. Štáta 3105, 272 01 Kladno, Czech Republic
 endoanergal@bmei.cvut.cz, svoboda.strunka@bmei.cvut.cz

34

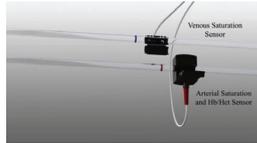


Comment choisir son circuit?



35

• Spectrum
Medtronic



43

• Quantum
Medtronic



Indicateurs de mesures

Minuteurs

Fonctionnalités CEC automatiques possibles

Gestion de l'acardioplégie

Système principal de commande des pompes

Onglets du système

44

• LivaNova
Système Connect
Dossier patient +++



• LivaNova
GDP (Goal directed Perfusion)



45

Que disent les recommandations?



European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 00 (2019) 1-42
doi:10.1093/ejcts/ezz267



2019 EACTS/EACTA/EBCC guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery

- 2019 EACTS/EACTA/EBCC guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery
- Dans l'European Journal of Cardio - Thoracic Surgery 2019
- Plus de 100 recommandations
- Il n'y a pas de cadre légal pour l'utilisation des divers dispositifs de surveillance. Il y a seulement ces recommandations.
- Jurisprudence

46

IV. Variabilité de montage

Dissection aortique

- Canulation sous clavnière droite

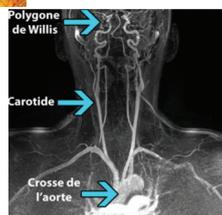


- Canulation TABC

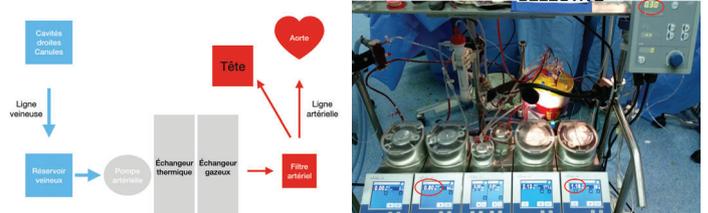
- Canulation carotide droite

- Canulation des 2 carotides

Objectif: Perfusion cérébrale sélective durant l'arrêt circulatoire.



47



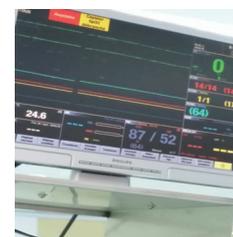
Pompe annexe, dérivation sang en sorti de l'oxygénateur.

Débit en fonction surface corporelle

A adapter en fonction de NIRS

Arrêt circulatoire +/- complet

Hypothermie



48

Objectif:



Greffe pulmonaire

Protéger le premier greffon implanté des lésions d'œdème pulmonaire créées par l'hyperdébit et l'hyperpression liés à l'explantation du second poumon.

Attention à l'hypoperfusion du greffon (ischémie chaude)

Débit de la CEC en fonction du CO₂ expiré 15 mmHg < EtCO₂ > 20 mmHg

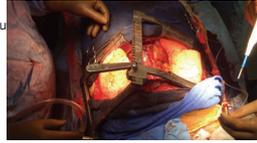


En pratique:

Freiner le retour veineux pour mettre en charge le poumon, tout en gardant u

Supérieur à 20mmHg: frein trop important

Inférieur à 15mmHg: frein pas assez important



Procédure hybride



**MERCI DE
VOTRE
ATTENTION**

