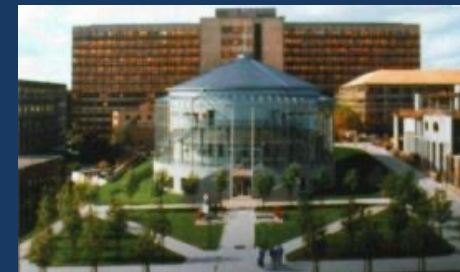


Anesthésie cardiovasculaire

EIU Anesthésie réanimation
master spécialisé AR
février 2023

L. Perrin, MD

Département d'anesthésie CVT
Hôpital Universitaire Erasme ULB





OLA >>> Morgan nécessaire et suffisant

Chapter 22: Anesthesia for Cardiovascular Surgery

50 pages



- OLA = Morgan nécessaire et suffisant

Chapter 22: Anesthesia for Cardiovascular Surgery

Libre accès de 6 ème Ed (2018) chez l'éditeur McGill
sur [accessanesthesiology](https://accessanesthesiology.mhmedical.com)

"Access anesthesiology Morgan 6e Chapter 22"

<https://accessanesthesiology.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2444§ionid=193559787>

Anesthésie cardiovasculaire :

Références



- OLA = Morgan nécessaire et suffisant
- Pratique clinique :
 - EACTA-IC European association of cardiothoracic anesthesia & intensiv care. www.EACTAIC.org
 - >> Journal of CTV anesthesia + Fellowship EU
 - Society of Cardiovascular Anesthesia (US)
 - >> www.SCAHQ.org & Anesthesia-Analgesia
 - Arcothova (www.arcothova.com accès libre videos congrès)
 - Web > Pac5.org (Pr Chassot) 3000 p
 - Textbook > Kaplan

Chirurgie cardiaque = discipline en pleine mutation

Evolution des techniques chirurgicales étend les indications opératoires aux patients + âgés + fragiles

Chirurgie cardiaque = discipline en pleine mutation

Evolution des techniques chir étend les indications opératoires aux patients + agés + fragiles

>> Spécificités :

- Compréhension physiopathologie hémodynamique
- Maitrise pharmacologie et monitoring (Swan Echo)
- Gestion de la CEC

Chirurgie cardiaque = discipline en pleine mutation
patients + agés + fragiles
+ spécificités (Gestion de la CEC)

1 ère "sub-speciality" US

June 2021 American Board of Medical Specialties (ABMS)
certification for Cardiac Anesthesiology

Fellowship 2 ans ou 200 CEC

PLAN

- Evaluation préopératoire
- Prise en charge peropératoire
- CEC
- Spécificité de certaines cardiopathies
- Postopératoire
- Conclusion

PLAN

- Evaluation préopératoire
- Prise en charge peropératoire
- CEC
- Spécificité de certaines cardiopathies
- Postopératoire
- Conclusion

La consultation d'anesthésie avant une chirurgie cardiaque est **primordiale à l'évaluation du risque opératoire.**

Moment privilégié pour informer le patient :

- Information est claire et loyale vis-à-vis du risque opératoire
- rassurer les patients anxieux car intervention lourde.

- Histoire de la maladie :
 - Symptômes ayant conduit au diagnostic de la cardiopathie.
 - Statut fonctionnel du patient : l'échelle New York Heart Association(NYHA)

Permettent d'évaluer la gravité de la cardiopathie et le degré d'urgence de l'intervention.

Evaluation préanesthésique = HDM exemple

Valvulopathie aortique :

Découverte RAo hyperserré sur syncope / OPH / NSTEMI

<> RAo serré suivi NYHA II proposé à chirurgie car BNP augmente

Coronaropathie :

stable <> NSTEMI récent

NSTEMI récent sur occlusion distale faisant découvrir une pathologie tritronculaire non critique

<> NSTEMI sur sténose tronc commun

Chirurgie mitrale :

Insuffisance sur prolapsus myxoïde (patient jeune, capacité effort conservée) <> RM serré avec HTAP et dysfonction droite

Interrogatoire suite

- Antécédents de chirurgie cardiaque : le contexte de réintervention complique la prise en charge.
- Antécédents de coagulopathie ou d'événements thrombotiques (notamment neurologiques).
- Antécédents respiratoires en quantifiant un éventuel tabagisme et en recherchant des signes de syndrome obstructif ou de syndrome d'apnées du sommeil.
- Antécédents infectieux récents et/ou chroniques : les complications infectieuses en chirurgie cardiaque, en particulier valvulaire, menacent le pronostic vital.
- Antécédents néphrologiques, en particulier si le patient est pris en charge par hémodialyse.
- Antécédents allergiques : en insistant sur la recherche de thrombopénie induite par l'héparine.
- Évaluation nutritionnelle : perte de poids récente ou au contraire obésité.

Électrocardiogramme

- troubles de la conduction ou du rythme troubles de la repolarisation ventriculaire. Systématique, il constitue un examen de référence préop.

Échocardiographie

- L'échocardiographie [ETT] et/ou [ETO] doit fournir une évaluation
 - des fonctions systoliques des ventricules droit et gauche,
 - analyse morphologique des différentes cavités (dilatation, hypertrophie, anévrisme),
 - quantification d'éventuelles valvulopathies + leurs répercussions sur fct cardiaque
 - estimation de la pression artérielle pulmonaire.
- + Aorte, Thrombus, Shunts, Plèvres

Coronarographie

Une évaluation coronarographique est quasi systématique chez des patients pouvant présenter une coronaropathie concomitante qui modifie la prise en charge préopératoire (angioplastie) ou peropératoire (pontage aortocoronarien).

Chez le sujet jeune sans facteur de risque cardiovasculaire, le coroscanner est un examen qui permet d'exclure une coronaropathie significative

Evaluation fct cardiaque (suite)

Cathétérisme des cavités droites

- La réalisation de cet examen se limite aux situations à risque d'hypertension pulmonaire (HTAP) qui peuvent être suspectées par l'histoire de la maladie, l'examen clinique ou l'évaluation échocardiographique.
- Il s'agit du gold standard pour la quantification préopératoire des pressions artérielles pulmonaires et des résistances artérielles pulmonaires.
- Détermine la cause PRE ou POST capillaire ? Ou mixte

Dosage du « Btype natriuretic peptide » (BNP)

- Le dosage du BNP en préopératoire de chirurgie cardiaque permet d'apprécier la sévérité de la cardiopathie et constitue un outil pronostique.

Imagerie de l'aorte thoracique et des troncs supra-aortiques

La réalisation d'une tomodensitométrie thoracique avec injection de produit de contraste permet d'évaluer la morphologie + calcifications aortiques.

L'évaluation des troncs supraaortiques par échographie doppler ou tomodensitométrie permet le dépistage de lésions carotidiennes concomitantes pouvant modifier la prise en charge (chirurgie préalable, monitoring de l'oxygénation cérébrale).

La réalisation d'une radiographie thoracique est systématique

Épreuves fonctionnelles respiratoires et gazométrie artérielle

Non systématiques, elles doivent être guidées par la clinique et rester d'indication large compte tenu du risque respiratoire inhérent à la chirurgie cardiaque.

Examens biologiques

Une évaluation hématologique est indispensable pour préparer la stratégie transfusionnelle avec numération des éléments figurés du sang et tests de coagulation. L'évaluation de la fonction rénale avec azotémie et créatininémie est également réalisée.

Un bilan hépatique de référence est utile.

Synthèse du risque opératoire

EuroSCORE II (2012). (III à venir)
prédit le risque de mortalité à 1 mois.
Réduction mortalité 50% entre euroscore I et II
www.euroscore.org. hébergé Papworth

STS score

issue de la base de données de la *Society of Thoracic Surgeons*

Plus complexe prédit morbidité et mortalité

Cirrhose : Mayo clinic

Post-operative Mortality Risk in Patients with Cirrhosis

Euroscore II – RAO 80 ans

EuroSCORE II

EuroSCORE I (additive) ⓘ

EuroSCORE I (logistic) ⓘ

Important: EuroSCORE II is the current EuroSCORE calculator which should be used to calculate risk for current patients. If you need to calculate the older EuroSCORE I (additive or logistic), please select the appropriate tag above. ✕

Patient-related factors

age ⓘ	<input type="text" value="80"/>
gender	<input type="text" value="Male"/>
chronic pulmonary disease ⓘ	<input type="checkbox"/> no
extracardiac arteriopathy ⓘ	<input type="checkbox"/> no
poor mobility ⓘ	<input checked="" type="checkbox"/> yes
previous cardiac surgery ⓘ	<input type="checkbox"/> no
active endocarditis ⓘ	<input type="checkbox"/> no
critical preoperative state ⓘ	<input type="checkbox"/> no
renal impairment ⓘ	<input type="text" value="moderate (CC 50-85 ml/min)"/>
<input type="checkbox"/> creatinine clearance ⓘ	
diabetes on insulin	<input type="checkbox"/> no

Cardiac-related factors

CCS angina class 4 ⓘ	<input checked="" type="checkbox"/> yes
LV function	<input type="text" value="good (LVEF > 50%)"/>
recent MI ⓘ	<input type="checkbox"/> no
pulmonary hypertension ⓘ	<input type="text" value="No"/>
NYHA	<input type="text" value="III"/>

Operation-related factors

surgery on thoracic aorta ⓘ	<input type="checkbox"/> no
urgency ⓘ	<input type="text" value="elective"/>
weight of the operation ⓘ	<input type="text" value="single non CABG"/>

EuroSCORE II

2.52 %

Based on the information you have provided... if 100 people with a similar condition had a similar operation, 2 to 3 may be expect to die, whereas 97 to 98 would be expected to survive. Your EuroSCORE is 2.52.

reset



Indication chirurgicale ?

- Décision collégiale = HEART TEAM
 - Cardiologues / Chirurgiens cardiaques
 - Anesthésistes / Réanimateurs
-
- PCI versus Chir (hors STEMI)
 - Procédure interventionnelle (TAVI) versus Chir
 - Validation bénéfique / risque

Médicaments cardiovasculaires

Les **Beta-bloquants** prescrits au long cours sont poursuivis en préopératoire (le matin de l'intervention) pour la cardioprotection du patient coronarien et la prévention du risque de fibrillation atriale postopératoire.

Les **inhibiteurs calciques et les digitaliques** (sauf surdosage) sont également poursuivis.

Les **diurétiques** sont interrompus le matin de l'intervention compte tenu du risque d'hypokaliémie et d'hypovolémie.

Les **inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone** exposent au risque d'hypotension artérielle peropératoire et de dégradation de la fonction rénale. Leur interruption est recommandée au moins 12 heures avant la chirurgie, en particulier si le motif de prescription est une hypertension artérielle. Le maintien d'un traitement prescrit dans le cadre d'une insuffisance cardiaque sévère est possible mais le risque d'hypotension doit être pris en compte.

Les **antiarythmiques de classe Ic** (flécaïne, propafénone) doivent être interrompus 24 heures avant l'intervention en raison de leur propriété inotrope négative.

En revanche, l'**amiodarone et le sotalol** sont poursuivis le matin de l'intervention.

Un traitement par **statines** doit être poursuivi jusqu'à la veille de l'intervention (le soir) s'il est prescrit de façon chronique.

Médicaments cardiovasculaires (suite)

L'**aspirine** est dans la majorité des cas poursuivie chez le patient porteur de stents coronariens (faible surrisque hémorragique).

Le **clopidogrel** (5 j), le **prasugrel** (7 j) et le **ticagrélor** (5 j) sont interrompus sauf si le maintien est rendu indispensable par l'implantation récente d'un stent coronarien actif.

Les **antivitamines K** sont interrompues cinq jours avant la chirurgie et un relais par héparine est souvent indiqué.

Une administration de vitamine K peut être nécessaire en fonction de l'*international normalized ratio* (INR) préopératoire.

L'**héparine non fractionnée** est interrompue quatre heures avant l'incision alors que les héparines de bas poids moléculaire sont interrompues 12 heures avant (prophylactique) ou 24 heures avant (curatif).

Le **fondaparinux** est interrompu 48 heures si la fonction rénale est normale.

AOD

Aucun relais n'est nécessaire, sauf cas exceptionnel à très haut risque thrombotique :

- Prothèse valvulaire mitrale
- Prothèses valvulaires multiples
- Prothèses valvulaires aortiques + FdR (ATCD thrombose, FA, Insuf cardiaque, thrombus intracavitaire)
- FA et ATCD d'AIT ou AVC, thrombus intracavitaire.
- TV/EP > 3 mois

Le dabigatran (pradaxa) doit être interrompu 4 à 5 jours avant la chirurgie (selon la fonction rénale).

L'apixaban (eliquis) et le rivaroxaban (xarelto) doivent être interrompus 72 heures avant la chirurgie.

En situation d'urgence, une antagonisation par complexe prothrombinique activé est nécessaire. (FEBA)

L'utilisation de l'idarucizumab, antagoniste du dabigatran, est désormais possible.

Induction de l'anesthésie générale

Il s'agit d'une phase à risque.

La présence d'un chirurgien et d'un circuit de circulation extracorporelle (CEC) à proximité est indispensable.

La titration des agents anesthésiques doit être systématique.

Une surveillance rapprochée de l'hémodynamique et de la profondeur d'anesthésie (réponse à des stimuli progressivement croissants, index bispectral) est mise en place.

Le monitoring invasif de la pression artérielle pré-induction est nécessaire chez tous les patients +/- VVC chez les patients présentant une défaillance systolique ventriculaire ou une HTAP sévère, un rétrécissement aortique à très haut gradient ou une tamponnade péricardique.

Agents anesthésiques : Morphiniques

- Leur avantage réside dans l'absence d'effet dépressur de l'inotropisme myocardique bien qu'une bradycardie et une hypotension puissent survenir en cas de surdosage. Les techniques d'induction utilisant de très fortes doses de morphiniques tendent à être remplacées par des techniques utilisant des posologies moindres en association avec un hypnotique.
Cette **anesthésie équilibrée** permet une meilleure amnésie et un réveil plus rapide (concept **fast-track**) .
- L'utilisation de **sufentanil** permet d'obtenir une stabilité hémodynamique satisfaisante et de bénéficier d'une analgésie durant les premières heures postopératoires sans prolonger les durées de ventilation postopératoire (à la différence du fentanyl dont le temps d'élimination est plus long).
- Le **remifentanyl** possède une durée d'action très courte et doit être utilisé en perfusion continue. L'existence d'un modèle pharmacocinétique validé (modèle de Minto) permet l'administration de l'anesthésie par voie intraveineuse avec objectif de concentration (AIVOC).
En raison de la courte durée d'action, l'arrêt de la perfusion nécessite une administration précoce de morphine. L'intérêt du remifentanyl dans la réduction des durées de ventilation postopératoire n'est pas clairement démontré

L'induction anesthésique fait le plus souvent appel aux hypnotiques intraveineux. L'administration doit être **titrée** et adaptée au poids, à l'âge et au débit cardiaque du patient.

Propofol

Le propofol est l'agent de choix chez le patient stable. Il induit peu d'effet inotrope négatif mais est responsable d'une importante vasodilatation veino-artérielle. La titration est la clé de son utilisation.

L'entretien anesthésique par propofol peut être utilisé pré per et post CEC.

L'existence de modèles pharmacocinétiques permet son administration en anesthésie intraveineuse à objectif de concentration (**AIVOC**), pertinente si elle est associée à un **monitorage de la profondeur d'anesthésie**.

Halogénés

Les halogénés sont les agents de choix pour l'entretien de l'anesthésie en chirurgie cardiaque. Leur administration peut être réalisée en pré, per et/ ou post-CEC.

Leurs propriétés cardioprotectrices expérimentales non retrouvées en pratique clinique.

MYRIAD

NEJM 2019

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

Volatile Anesthetics versus Total Intravenous Anesthesia for Cardiac Surgery

G. Landoni, V.V. Lomivorotov, C. Nigro Neto, F. Monaco, V.V. Pasyuga, N. Bradic, R. Lembo, G. Gazivoda, V.V. Likhvantsev, C. Lei, A. Lozovskiy, N. Di Tomasso, N.A.R. Bukamal, F.S. Silva, A.E. Bautin, J. Ma, M. Crivellari, A.M.G.A. Farag, N.S. Uvaliev, C. Carollo, M. Pieri, J. Kunstýř, C.Y. Wang, A. Belletti, L.A. Hajjar, E.V. Grigoryev, F.E. Agrò, H. Riha, M.R. El-Tahan, A.M. Scandroglio, A.M. Elnakera, M. Baiocchi, P. Navalesi, V.A. Shmyrev, L. Severi, M.A. Hegazy, G. Crescenzi, D.N. Ponomarev, L. Brazzi, R. Arnoni, D.G. Tarasov, M. Jovic, M.G. Calabrò, T. Bove, R. Bellomo, and A. Zangrillo, for the MYRIAD Study Group*

MYRIAD NEJM 2019

ORIGINAL ARTICLE

N ENGL J MED 380;13 NEJM.ORG MARCH 28, 2019

Volatile Anesthetics versus Total Intravenous Anesthesia for Cardiac Surgery

RESULTS

A total of 5400 patients were randomly assigned:

CONCLUSIONS

Among patients undergoing elective CABG, anesthesia with a volatile agent did not result in significantly fewer deaths at 1 year than total intravenous anesthesia. (Funded by the Italian Ministry of Health; MYRIAD ClinicalTrials.gov number, NCT02105610.)

PROPOFOL = SEVO

Agents hypnotiques (autres)

L'**étomidate** peut être utile à l'induction des détresses hémodynamiques ou des patients à fort risque de défaillance hémodynamique.

La **kétamine** est un sympathomimétique pouvant entraîner une augmentation des résistances vasculaires et une tachycardie. Son utilisation exclusive pour l'induction anesthésique est ainsi déconseillée chez le coronarien. Son utilisation à faible posologie dans le cadre de l'analgésie multimodale et/ou d'agent anesthésique d'appoint semble dépourvue d'effet hémodynamique.

Le **midazolam** peut être utilisé comme agent anesthésique d'appoint pour ses propriétés amnésiantes et sa courte durée d'action. Attention risque de dysfonction cognitive chez le sujet âgé.

Les effets dépresseurs de la fonction cardiocirculatoire du **thiopental** n'en font pas un médicament de choix.

Curares

Curares

L'utilisation d'une curarisation est essentielle lors de l'induction anesthésique si des posologies faibles et titrées d'hypnotiques et de morphiniques sont utilisées.

L'utilisation d'un curare de durée d'action intermédiaire (atracurium, cisatracurium, rocuronium) doit être préférée à l'utilisation de pancuronium.

L'utilisation des curares lors de l'entretien de l'anesthésie offre l'**assurance de l'absence de mouvement diaphragmatique du patient dans des situations à risque** (canulation des gros vaisseaux, anastomose coronaire).

Son utilisation doit s'associer à un monitoring continu de la profondeur d'anesthésie et de la curarisation.

L'hémodilution brutale en début de CEC conduit à une diminution de la concentration libre des agents anesthésiques.

Cette phase expose donc au risque de réveil et de décurarisation.

La dilution de l'albumine peut également aboutir à une augmentation de la concentration libre des agents fortement liés à cette protéine (midazolam, fentanyl).

Les modifications du volume de distribution vont préférentiellement toucher les molécules hydrophiles (curares) avec une **dilution** plus importante que pour les agents lipophiles.

Une modification des concentrations et un allongement de la demi-vie sont également secondaires à la **séquestration** des agents anesthésiques par le circuit de CEC (agents liposolubles tels que le propofol ou le sufentanil).

Secondairement, une augmentation des durées d'action peut survenir en raison de la **diminution du métabolisme et de la clairance** des agents induite par la CEC.

L'hypothermie peut également modifier la pharmacologie des agents anesthésiques avec une diminution des besoins en hypnotiques et en curares.

Accès veineux

Une chirurgie cardiaque sous CEC nécessite une voie veineuse périphérique de gros calibre (16 G) pour assurer une expansion volémique en urgence.

Une deuxième voie périphérique est mise en place si un risque de transfusion massive existe (chirurgie redux, coagulopathie préexistante).

Une **voie veineuse centrale est placée dans le territoire cave supérieur** sous guidage échographique de façon à s'assurer de sa bonne position.

- Support catécholaminergique (potentiellement nécessaire)
- Drainage veineux cérébral
- Monito hémodynamique (aspect courbe +++)

Électrocardiogramme

L'analyse des dérivations DII et V5 avec **monitorage du segment ST** est nécessaire afin de dépister une complication coronarienne ou rythmologique.

Pression artérielle invasive

Indispensable.

Le site dépend du site de canulation chirurgicale

- si canulation artérielle fémorale alors radiale droite.
- si canulation axillaire droite alors radiale gauche.
- si canulation centrale, le gradient de pression habituel entre l'artère radiale et l'aorte peut inciter à positionner le KT en position fémoral (certains centres placent les 2).
- pas de ponction radiale gauche si un prélèvement radial est envisageable lors d'un pontage aortocoronarien ou chirurgie de l'aorte.

Si kt radial non fiable, possible KT fémoral ou aiguille dans l'aorte (par chir)
+ cathéter est positionné au niveau fémoral en fin d'intervention pour le suivi étroit postop.

Monitoring peropératoire

Pression veineuse centrale

Sa valeur dépend de plusieurs facteurs interdépendants (volémie, pression intrathoracique, fuite tricuspide, position du cathéter, etc.).

Elle est utile pour le diagnostic d'une élévation de la pression veineuse cave lors d'une défaillance cardiaque droite, d'une tamponnade ou d'une .

Son utilisation pour évaluer une précharge dépendance est clairement déconseillée.

Température

La température est monitorée le plus souvent par l'intermédiaire d'une sonde vésicale (température périphérique)

Une sonde thermique nasopharyngée ou oesophagienne est nécessaire en cas d'hypothermie peropératoire car plus représentative de la température cérébrale.

Monitoring neurologique

- L'index bispectral permet de limiter les posologies d'hypnotiques dans les situations à risque hémodynamique et d'éviter le risque de mémorisation peropératoire.
- Le Doppler transcrânien, l'électroencéphalogramme (EEG) continu et l'oxymétrie cérébrale présentent de potentielles applications en chirurgie cardiaque
- L'oxymétrie cérébrale (*nearinfrared spectroscopy* [NIRS]) est la technique la plus prometteuse pour prévenir les complications neurologiques et adapter la pression artérielle durant la CEC.
- Son utilisation est impérative lors d'une chirurgie de l'aorte thoracique et des troncs supra-aortiques.

- Outil de monitoring primordial en chirurgie cardiaque.
- Informations morphologiques et fonctionnelles **indispensables** à la résolution de problématiques hémodynamiques.
- Formation spécifique théorique et pratique est aujourd'hui bien codifiée et un nombre minimal de coupes à maîtriser est défini.
- Répéter l'examen compte tenu des modifications fréquentes et significatives des conditions de charge lors de la phase critique du sevrage de la CEC.

Informations

- Pré anesthésie (ETT)
- Pré CEC : bilan anatomique
- Per CEC : canules, cardioplégie, air
- Post CEC : résultat chirurgical (valves, contractilité, shunts thrombus, plèvre, hémodynamique)

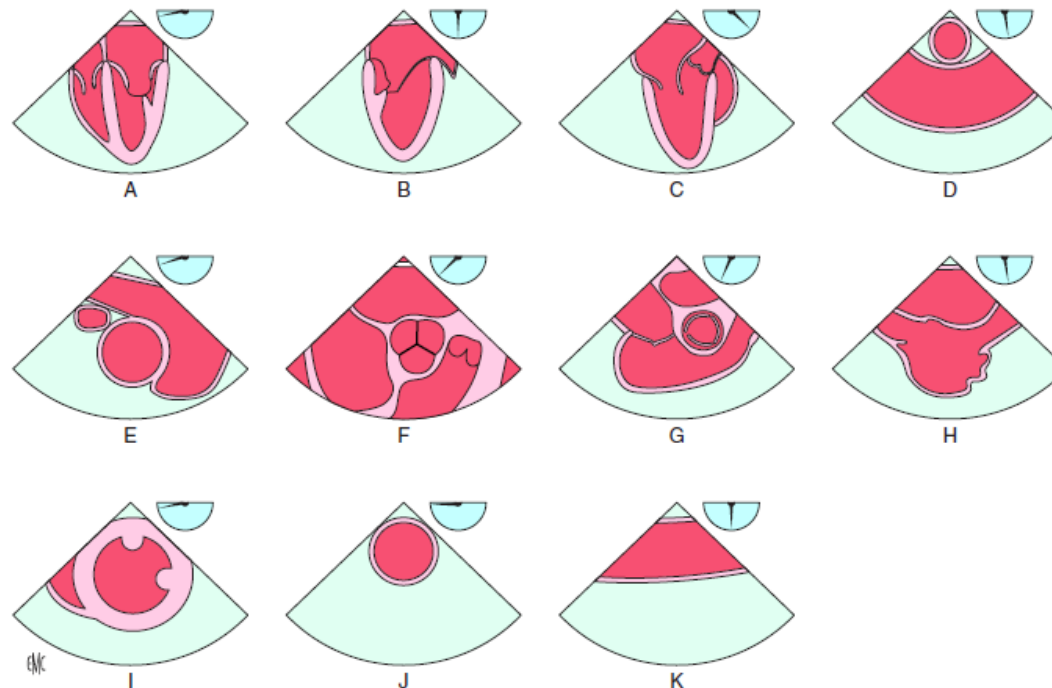
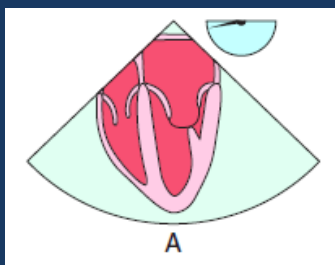


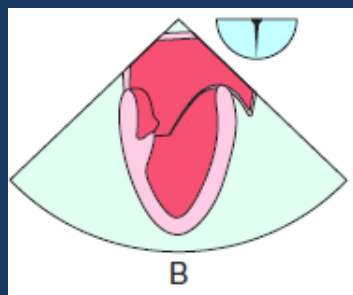
Figure 1. Principales coupes en échocardiographie transœsophagienne (ETO) périopératoire (d'après [15]).

- A.** Coupe œsophagienne moyenne quatre cavités.
- B.** Coupe œsophagienne moyenne deux cavités.
- C.** Coupe œsophagienne moyenne long axe.
- D, E.** Coupe œsophagienne moyenne de l'aorte ascendante.
- F.** Coupe œsophagienne moyenne de la valve aortique.
- G.** Coupe œsophagienne moyenne du ventricule droit.
- H.** Coupe œsophagienne moyenne bicavale.
- I.** Coupes transgastriques.
- J, K.** Coupes de l'aorte thoracique descendante.

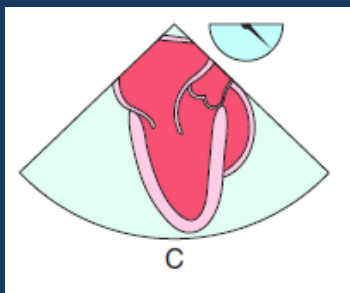
Les principales coupes à connaître sont les suivantes.



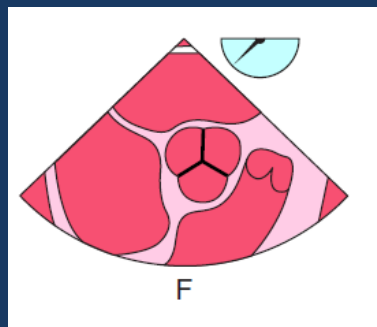
A



B



C



F

Coupe œsophagienne moyenne quatre cavités (Fig. 1A)

Elle permet une analyse ventriculaire morphologique et fonctionnelle, avec évaluation de la cinétique globale et segmentaire (segments latéraux, septaux et apicaux) du ventricule gauche. Une mesure de la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) est possible (méthode de Simpson monoplan ou biplan). Le Doppler couleur recherche une insuffisance mitrale et le doppler pulsé transmitral associé au doppler tissulaire à l'anneau mitral permet d'évaluer la fonction diastolique et les pressions de remplissage du ventricule gauche.

Coupe œsophagienne moyenne deux cavités (Fig. 1B)

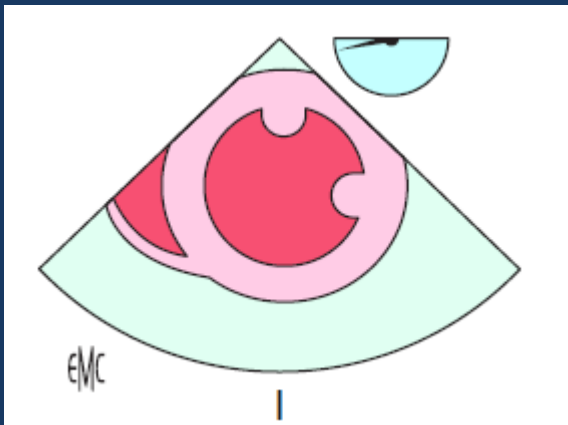
À 90°, on observe les segments inférieurs et antérieurs du ventricule gauche. L'analyse de l'auricule gauche est souvent accessible.

Coupe œsophagienne moyenne long axe (Fig. 1C)

À 120°, on réalise une analyse morphologique et fonctionnelle des valves mitrales et aortiques. Le Doppler couleur permet la recherche d'une fuite. La cinétique des segments inférolatéraux, antéroseptaux et apicaux est accessible.

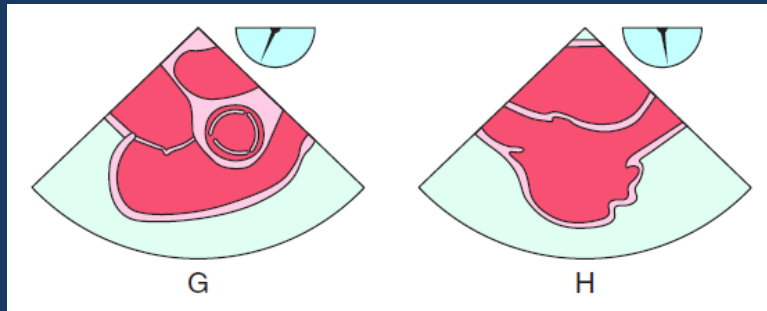
Coupe œsophagienne moyenne de la valve aortique (Fig. 1F)

À 30°, on examine la morphologie des *cusps* et de l'anneau de la valve aortique. Un Doppler couleur peut être réalisé.



Coupes transgastriques (Fig. 11)

En petit axe (0°), la coupe est simple à obtenir et riche en informations. L'analyse du volume télédiastolique et de la cinétique globale ou segmentaire du ventriculaire gauche est rapidement accessible. Le volume du ventricule droit et l'aspect du septum interventriculaire peut indiquer une défaillance ventriculaire droite. Enfin un épanchement péricardique abondant est visible. En long axe (120°), il est possible d'effectuer un tir Doppler pulsé dans la chambre de chasse aortique, d'accéder au débit cardiaque par une mesure de l'intégrale temps-vitesse et d'évaluer une réserve de précharge par des épreuves dynamiques.

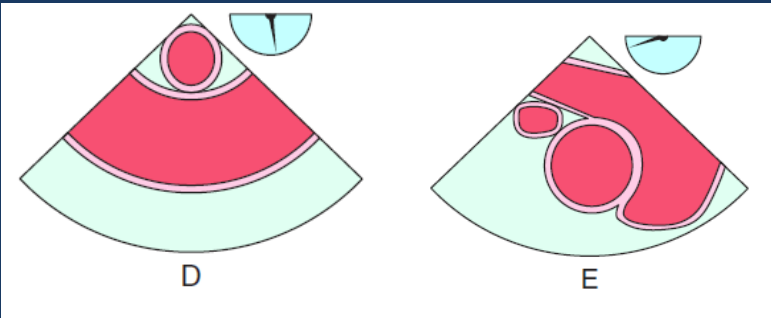


Coupe œsophagienne moyenne du ventricule droit (Fig. 1G)

À 70°, on visualise la valve tricuspide, la paroi libre et l'infundibulum du ventricule droit. L'outil Doppler (couleur et continu) permet une estimation de la pression artérielle pulmonaire systolique si une fuite tricuspide est observée. Il s'agit de la coupe de choix pour vérifier le trajet d'un cathéter artériel pulmonaire.

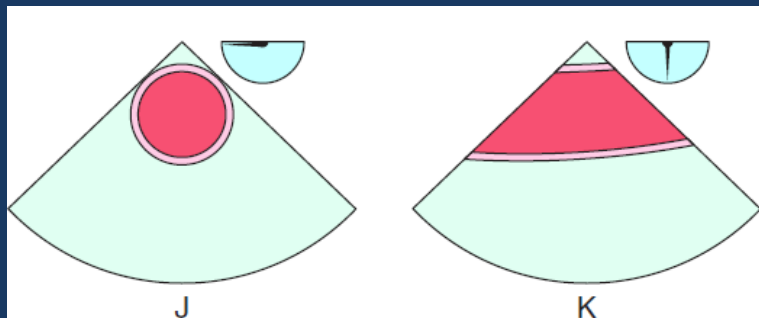
Coupe œsophagienne moyenne bicavale (Fig. 1H)

À 90°, on observe les deux veines caves et l'oreillette droite. On vérifie la position d'un cathéter ou d'une canule veineuse. On visualise le septum interatrial et on recherche un foramen ovale perméable par une épreuve de contraste.



Coupe œsophagienne moyenne de l'aorte ascendante (Fig. 1D, E)

Ces coupes réalisables en long (90°) ou petit axe (0°) permettent une analyse morphologique de l'aorte thoracique ascendante (anévrisme, dissection, calcification) et de la veine cave supérieure (cathéter, collapsibilité).



Coupes de l'aorte thoracique descendante (Fig. 1J, K)

On réalise une analyse morphologique en petit (0°) et long axe (90°) à la recherche d'une dissection aortique en particulier.

Indications ETO niveau Ia pour la chirurgie valvulaire
IIa pour la chirurgie non valvulaire

Recommandations dédiés

FOCUS TOPIC: PERI-OPERATIVE ECHOCARDIOGRAPHY GUIDELINES AND STANDARDS

Guidelines for the Use of Transesophageal
Echocardiography to Assist with Surgical
Decision-Making in the Operating Room:
A Surgery-Based Approach



From the American Society of Echocardiography in Collaboration
with the Society of Cardiovascular Anesthesiologists and the
Society of Thoracic Surgeons

ASE GUIDELINES AND STANDARDS

Guidelines for the Use of Echocardiography as a
Monitor for Therapeutic Intervention in Adults: A
Report from the American Society of
Echocardiography

Monitoring : cathéter de Swan Ganz

Il permet un **monitorage continu** du débit cardiaque, de la saturation en O₂ du sang veineux mêlé (SvO₂), de la pression artérielle pulmonaire ou de la pression artérielle pulmonaire occluse reflet des pressions gauches.

L'utilisation systématique de ce monitoring n'a pas fait la preuve de son efficacité sur le pronostic des patients.

De plus, l'essor de l'échocardiographie et les complications potentiellement sévères de la technique (troubles du rythme et de la conduction, plaie artérielle pulmonaire, lésion tricuspidiennne, boucles intraventriculaires) ont largement restreint son utilisation diminuant ainsi le niveau d'expérience des cliniciens dans l'interprétation des résultats.

Le cathétérisme artériel pulmonaire possède néanmoins des indications formelles chez les patients les plus complexes. Ainsi la mise en place préventive d'un cathéter de SwanGanz au bloc opératoire semble justifiée si une HTAP sévère existe (pression artérielle pulmonaire systolique > 50 mmHg) ou si la FEVG est très altérée (< 30 %).

L'ablation postopératoire doit être précoce afin de diminuer la survenue de complications.

Un *activated clotting time* [ACT] test global de coagulation est mesuré avant et après héparinisation ainsi qu'après l'injection de protamine.

Un objectif de **ACT supérieur à 400 secondes** est visé durant la CEC.

Les troubles de l'hémostase secondaires à un syndrome hémorragique grave doivent faire l'objet d'un monitoring rapproché et guider l'administration de plaquettes, de facteurs de coagulation et/ou de fibrinogène.

>> la rapidité d'obtention des résultats est déterminante

>> thromboélastométrie (ROTEM®) ou de la thromboélastographie (TEG®)

Le suivi de l'hématocrite est déterminant, notamment après la phase d'hémodilution induite par le *priming* de CEC.

Préparation au risque hémorragique

Le taux d'hémoglobine, le bilan d'hémostase préopératoire et la mise à jour du **groupage sanguin doivent être vérifiés avant l'induction.**

Une réserve immédiatement mobilisable d'**unités de concentrés de globules** rouges doit être prévue.

En cas de thrombopénie, d'hypothermie programmée ou de traitement par antiagrégants plaquettaires, une réserve d'un **concentré plaquettaire** est considérée.

Un système de récupération de sang autologue (**Cell Saver®**) préalablement monté et fonctionnel est systématique.

Antifibrinolytiques

- La chirurgie cardiaque avec CEC est à l'origine d'une hyperfibrinolyse d'intensité variable secondaire à une activation de la plasmine. L'utilisation d'**antifibrinolytiques** est donc recommandée pour les situations à risque de saignement majeur ou de façon systématique.
- L'**acide tranexamique**, en se fixant à la lysine du plasminogène, inhibe l'activation de la plasmine. En général, un **bolus est administré avant la CEC (10 à 30 mg kg⁻¹) suivi d'une perfusion continue durant la CEC (1 à 16 mg kg⁻¹ h⁻¹)**.
- La posologie optimale d'acide tranexamique fait encore débat mais une limitation des doses est indispensable chez l'insuffisant rénal.
En effet, un surdosage en acide tranexamique peut être à l'origine de complications neurologiques postopératoires à type de convulsions (antagoniste des récepteurs acide gammaaminobutyrique [GABA]).
- L'aprotinine, inhibiteur direct de la plasmine issu du poumon de boeuf, constitue l'antifibrinolytique historique en chirurgie cardiaque. Son utilisation a été interdite en 2007 après la publication de travaux indiquant une surincidence de complications rénales et cardiovasculaires ainsi qu'une surmortalité à 5 ans.

Monitoring gazométrique

Mesure de référence avant induction et avant CEC

Il est indispensable pour vérifier le bon fonctionnement de l'oxygénateur et évaluer la perfusion tissulaire (SvO₂, lactatémie) durant la CEC.

Après le sevrage de la CEC, la fonction pulmonaire doit être évaluée par une gazométrie artérielle.

L'hypothermie modifie les mesures gazométriques (hypocapnie secondaire).

Prévention du risque infectieux

La chirurgie cardiaque est une chirurgie propre mais les complications infectieuses peuvent rapidement mettre en jeu le pronostic vital (endocardite, médiastinite).

L'antibioprophylaxie

fait appel à une céphalosporine de deuxième génération type céfuroxime (1500 mg à l'induction, puis 750 mg dans la CEC, puis 1,5 g / 12 h pendant 48h).

En cas d'allergie, une injection unique de vancomycine (15 mg kg⁻¹) est réalisée. (SFAR)

(Erasme vanco 15mg/kg x 2 + Aztréonam 2 g x 3)

L'objectif de la CEC est d'assurer

- Fonctions cardiocirculatoire
- Fonction respiratoire
- Permet le geste chirurgical par la décharge myocardique
- Modulation thermique

CEC : Canules

La canulation veineuse :

- soit par une canule **atriocave**,
- soit par une canulation **bicavale**.

Le calibre de la canule doit permettre un retour veineux suffisant, garant du débit de pompe.

La canulation artérielle est réalisée

- au niveau de l'aorte thoracique ascendante dans
une zone dépourvue d'athérome
sous contrôle tensionnel strict (PA systolique < 100 mmHg).

La canulation **axillaire droite** permet une perfusion cérébrale antérograde protectrice en chirurgie de l'aorte thoracique avec arrêt circulatoire en hypothermie.

Le site **fémoral** permet une canulation en urgence.

- constitue la réserve de précharge veineuse utilisable par la pompe.
- le retour veineux se fait par gravité ou aspiration (VAD).
- dépend de la taille et de la bonne position des canules, de la volémie du patient, du produit de la décharge cardiopulmonaire (contrôlée par un clamp sur la ligne veineuse) et du débit de pompe.
- Un détecteur de niveau évite le passage d'air dans le circuit.
.e embolie gazeuse.

CEC : Pompes

Sa fonction est de prélever le sang du réservoir veineux et de l'injecter dans un oxygénateur.

Un débit théorique à atteindre est calculé en fonction de la surface corporelle du patient (2 à 2,4 l min⁻¹ m⁻²).

Ce débit dépend du nombre de tours / minute effectué par la pompe et du diamètre de *tubing*.

Des pompes annexes permettent

- d'administrer la cardioplégie,
- de compléter la décharge ventriculaire gauche (*venting*) ou
- d'aspirer du sang anticoagulé directement dans le réservoir veineux

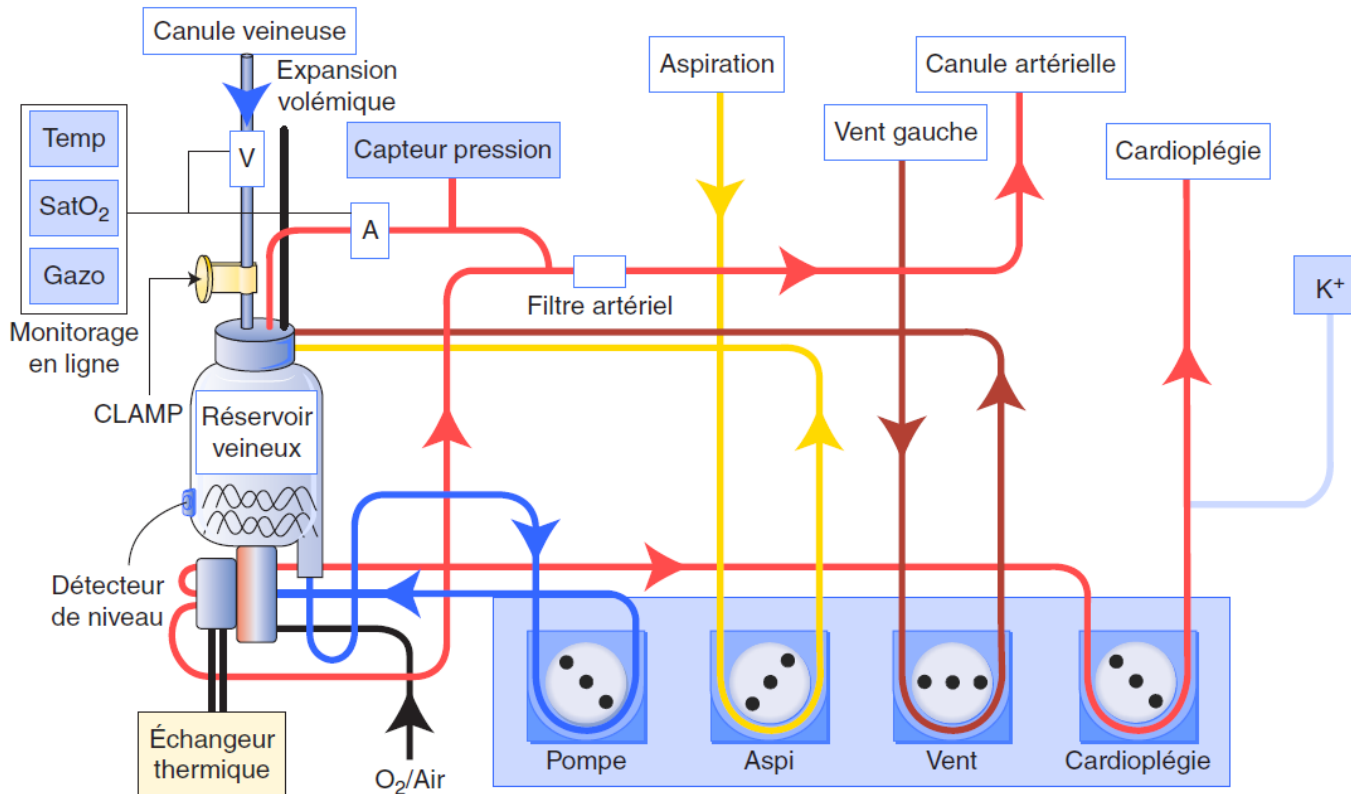


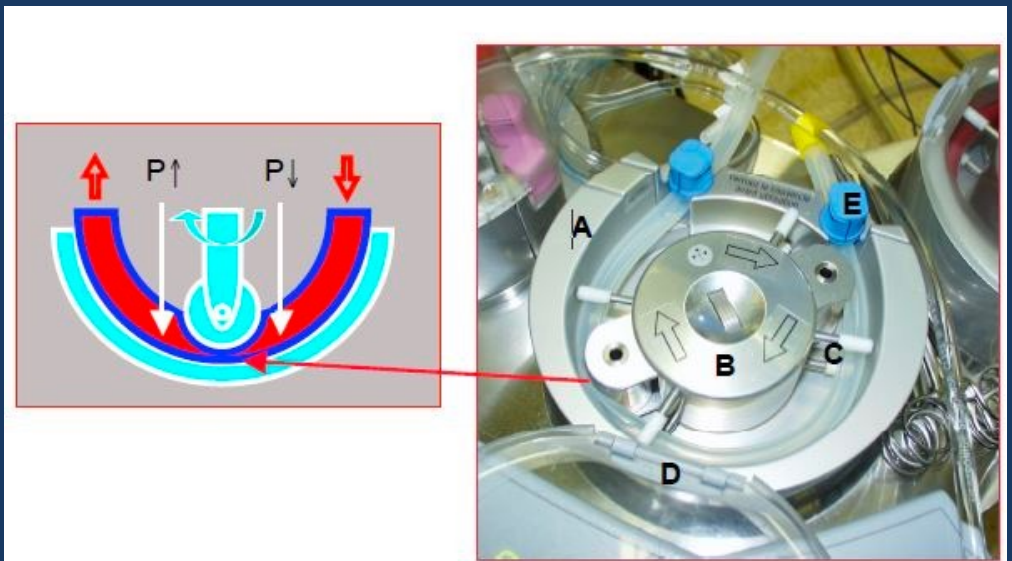
Figure 2. Circuit de circulation extracorporelle. ASPI (en jaune) : aspiration dans le champ opératoire. VENT (en marron) : aspiration intracardiaque. Temp : température ; Gazo : gazométrie ; SatO₂ : saturation en O₂.

CEC : Pompe centrifuge ou à galet

Pompe à galet

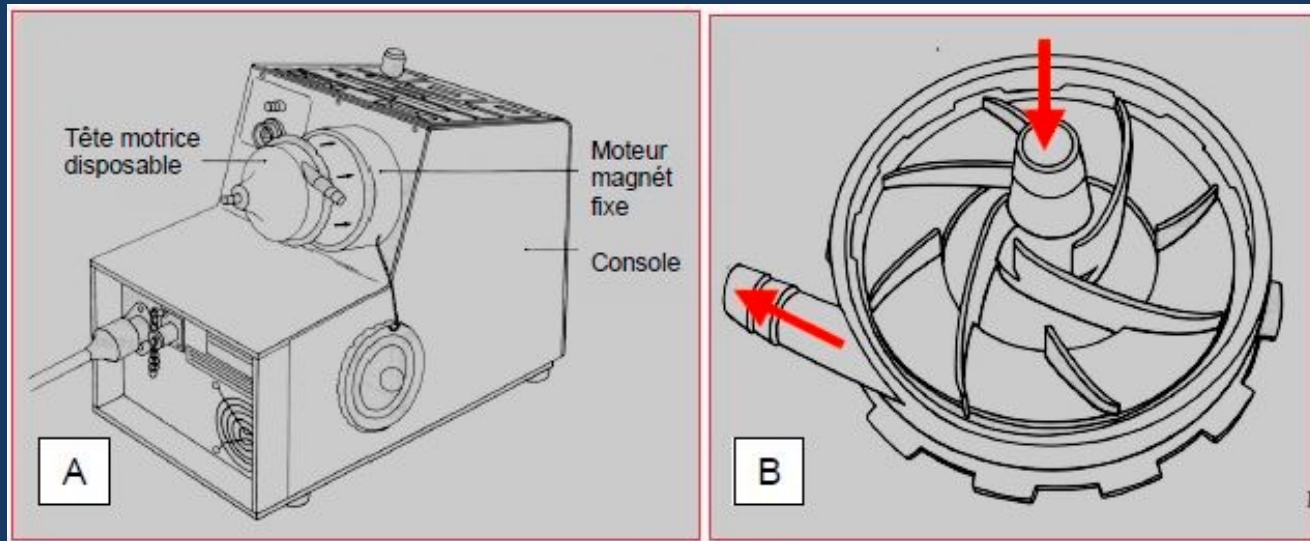
C'est une pompe occlusive

- indépendante de la précharge et de la postcharge
- peut être à l'origine d'une hémolyse
- protège du risque de flux rétrograde (*backflow*) en situation d'arrêt de la pompe



CEC : pompe centrifuge (idem ECMO)

- Pompe centrifuge
 - Est non occlusive > dépend de pré et post charge
 - Moins inflammatoire moins d'hémolyse
 - Risque de back flow



CEC : Oxygénateur

Systèmes à membranes semiperméables permettant les échanges gazeux.

Le débit de gaz est assuré par un mélangeur réglant la fraction inspirée d'oxygène (FiO_2) et le débit de gaz (« balayage »).

Le gaz riche en CO_2 sort par l'évent de l'oxygénateur.

Un monitoring en ligne (*on line*) des données gazométriques (pression artérielle et veineuse, en O_2 et en CO_2) permet de rapidement détecter une dysfonction de l'oxygénateur.

CEC : Echangeur thermique

- Les échanges thermiques sont assurés au niveau de l'oxygénateur par une circulation d'eau (entre 12 et 38 °C) à contrecourant du sang.
- La **différence de température maximale eau/sang de 10 °C est respectée** afin d'éviter une embolie gazeuse.

CEC : priming et amorçage

La solution d'amorçage du circuit de CEC est assurée par un volume de cristalloïdes et/ou de colloïdes (environ 1500 ml pour un circuit adulte).

Aucun mélange n'a montré sa supériorité mais les données obtenues en réanimation ont progressivement abouti à l'abandon des hydroxyéthylamidons (HEA), voire des colloïdes en général.

À l'inverse, l'utilisation exclusive de cristalloïdes conduit à un apport volémique supérieur et à une prise de poids peropératoire.

Le débat reste donc ouvert concernant le meilleur soluté de *priming* et d'expansion volémique en chirurgie cardiaque.

L'écueil principal du *priming* est l'hémodilution qui ne doit pas aboutir à un hématoците inférieur à 23 %.

CEC : déroulement

Une fois que le débit théorique est atteint, on vérifie l'état hémodynamique (la pression artérielle est encore légèrement pulsatile) et respiratoire (saturation pulsée en oxygène) confirmant l'efficacité de la CEC.

Le CO₂ de fin d'expiration (EtCO₂) s'effondre par épuration extracorporelle du CO₂. La ventilation mécanique est interrompue ou une ventilation ultraprotectrice (volume courant 3 ml kg⁻¹ avec pression expiratoire positive) est débutée.

Après clampage aortique, la pression artérielle devient non pulsatile.

CEC : Cardioplégie

La cardioplégie permet d'assurer l'immobilité cardiaque et protège le myocarde face à l'ischémie en réduisant massivement ses besoins en O₂.

Elle est composée de solutions de sang ou de cristalloïdes riches en potassium plus ou moins froides.

Elle est répétée toutes les 20 à 30 minutes.

L'activité électrique cardiaque cesse et l'essentiel du monitoring réside alors dans les

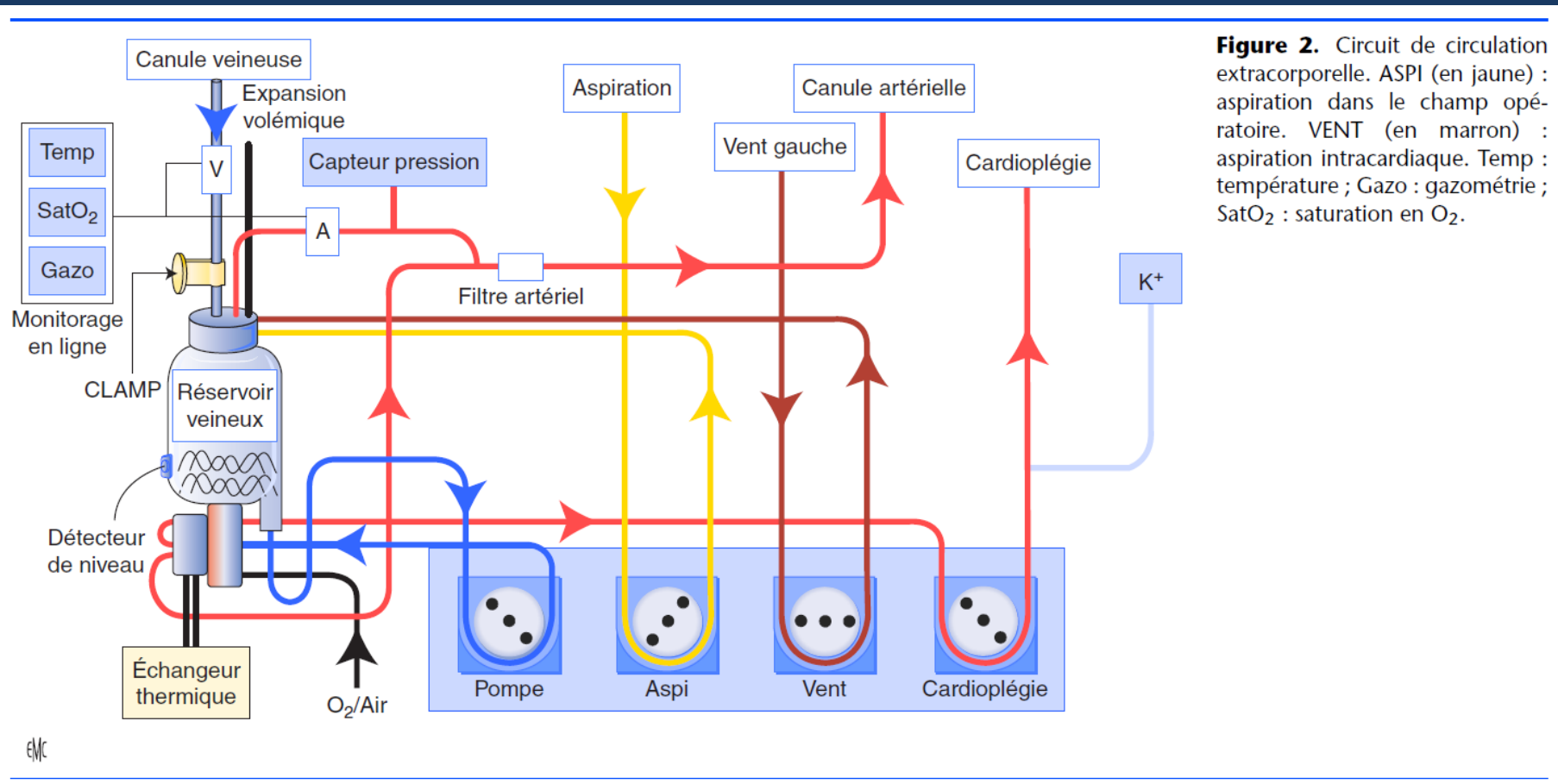
CEC : conduite

Monitorage des paramètres de la CEC : débit de pompe, hématokrite, SvO₂, gazométrie artérielle et veineuse en ligne, pression de ligne artérielle, niveau du réservoir veineux.

Sur le plan hémodynamique, le maintien d'une pression artérielle moyenne et d'une profondeur d'anesthésie optimale (PAM 65 mmHg index bispectral entre 45 et 60) est nécessaire.

L'utilisation de vasoconstricteur ou vasodilatateur est envisagée après avoir éliminé les autres causes d'hypo ou d'hypertension artérielle.

Anesthésie pour chirurgie cardiaque





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



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

Authors/Task Force Members: Alexander Wahba ^{a,b,*†} (Chairperson) (Norway), Milan Milojevic ^{c,d,*†} (Serbia, Netherlands), Christa Boer  ^e (Netherlands), Filip M.J.J. De Somer  ^f (Belgium), Tomas Gudbjartsson ^g (Iceland), Jenny van den Goor  ^h (Netherlands), Timothy J. Jones  ⁱ (UK), Vladimir Lomivorotov ^j (Russia), Frank Merkle  ^k (Germany), Marco Ranucci  ^l (Italy), Gudrun Kunst ^{m,*†} (Chairperson) (UK) and Luc Puis  ^{n,*†} (Chairperson) (Belgium)

Sevrage de la CEC (1)

Une fois que les cavités cardiaques sont fermées, les manoeuvres de débullage débutent par la remise en charge cardiopulmonaire et la reprise manuelle de la ventilation.

Après un contrôle ETO de l'absence de bulles d'air intracardiaques, l'aorte est déclampée, rétablissant ainsi la perfusion coronaire.

Après analyse du rythme cardiaque, une défibrillation par choc électrique interne (5 à 10 j) peut être nécessaire.

En cas de troubles du rythme, on recherche un trouble métabolique, un défaut de réchauffement ou une protection myocardique insuffisante.

Sevrage CEC (2)

En cas de troubles de la conduction, des électrodes épiscopardiques permettent de réaliser un électroentraînement atrial, ventriculaire ou atrioventriculaire.

On recherche alors une hyperkaliémie ou une hypothermie.

Enfin, la repolarisation est contrôlée à la recherche d'une ischémie myocardique (embolie gazeuse, échec de pontage coronarien)..

Sevrage CEC (3)

Le sevrage de la CEC consiste ensuite à la remise en charge des cavités cardiaques par diminution du débit de pompe et transfert du volume restant dans le réservoir veineux vers le patient (clampage progressif de la ligne veineuse).

Un volume d'éjection systolique réapparaît. Ce sevrage doit être progressif et réalisé sous inspection du ventricule droit dans le champ opératoire et du ventricule gauche en ETO.

La prise en charge hémodynamique est réalisée en temps réel avec l'adjonction ou le retrait de volume intracardiaque, l'introduction d'inotropes, de vasoconstricteurs et/ou de monoxyde d'azote.

Sevrage CEC (4)

La durée du sevrage dépend de la fonction ventriculaire préalable, du niveau de pression artérielle pulmonaire, de la qualité de l'hématose pulmonaire, de la durée du clampage aortique et de la qualité de la cardioplégie.

Il est souvent préférable de prolonger cette phase d'assistance intermédiaire dans les situations à risque.

L'injection de protamine n'est réalisée qu'une fois le risque de reprise de l'assistance écarté.

Elle doit être administrée lentement en raison du risque de réaction anaphylactique ou de poussée d'HTAP.

CEC : sevrage (5)

En cas de dysfonction ventriculaire sévère rendant le sevrage de la CEC impossible

une assistance circulatoire extracorporelle de type *extracorporeal life support* (ECLS) est indiquée

Phase post CEC : hémostase

Malgré l'antagonisation de l'héparine, une coagulopathie résiduelle est fréquente.

La prise en charge hématologique est guidée par les tests de laboratoire et le contrôle du ACT et Rotem.

L'administration de produits sanguins labiles, de facteurs de la coagulation (prothrombine proconvertine [facteur] Stuart [facteur antihémophilique] B [PPSB], fibrinogène), d'une nouvelle dose de protamine ou d'acide tranexamique peut être nécessaire en fonction du profil de la coagulopathie.

Une attention particulière doit aussi être accordée à la normalisation de la calcémie ionisée.

Phase post CEC : hémodynamique

- La fermeture péricardique et sternale peut s'accompagner d'une décompensation hémodynamique généralement secondaire à une baisse du retour veineux.
- Une expansion volémique avec le sang autologue obtenu par le système de récupération peropératoire suffit généralement à la stabilisation.
- Les drains médiastinaux sont placés en aspiration et le patient est transféré en réanimation après s'être assuré de l'absence de saignement pathologique.

Spécificités en fonction de la cardiopathie

- Coronaropathie
- Valvulopathies (mitrale aortique ..)

Complications post opératoires

- Hémodynamiques
- Hématologiques
- Respiratoires
- Septiques
- Rénales

Post opératoire = FAST TRACK

En postopératoire immédiat, le patient est maintenu intubé sous sédation légère. Il s'agit d'un sas de sécurité permettant de s'assurer de la stabilité hémodynamique et de l'absence de saignement.

Le concept de *fast-track surgery* conduisant à une extubation précoce (4 à 6 h postopératoires) pourrait améliorer le pronostic des patients et réduire les durées de séjour en réanimation.

Une surveillance en milieu de réanimation ou de soins intensifs est nécessaire durant 24 à 48 heures.

FAST TRACK



RECOMMANDATIONS FORMALISEES D'EXPERTS

Réhabilitation Améliorée Après Chirurgie Cardiaque adulte sous CEC ou à cœur battant

ENHANCED RECOVERY AFTER CARDIAC SURGERY UNDER CPB OR OFF-PUMP

2021

RFE commune SFAR - SFCTCV

Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR)
Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (SFCTCV)

Anesthésie pour chirurgie cardiaque

Conclusion

L'anesthésie en chirurgie cardiaque présente des spécificités majeures.

Cette chirurgie lourde patients complexes morbi-mortalité est réelle.

La prévention des complications postopératoires nécessite la compréhension, le monitoring et l'optimisation de l'état hémodynamique du patient en fonction de sa cardiopathie.

L'utilisation de l'échocardiographie a révolutionné la prise en charge de l'opéré de chirurgie cardiaque. (formation théorique et pratique primordiale).

Les techniques d'assistance circulatoire extracorporelle font appel à des connaissances spécifiques. Leur implantation s'intègre dans un projet thérapeutique qui peut aller de la récupération à la transplantation cardiaque.

Anesthésie pour chirurgie cardiovasculaire



**CALM YOU
SHALL KEEP
AND
CARRY ON
YOU MUST
YES, HMMMM**

Anesthésie pour chirurgie cardiaque



RECOMMANDATIONS FORMALISEES D'EXPERTS

Réhabilitation Améliorée Après Chirurgie Cardiaque adulte sous CEC ou à cœur battant

ENHANCED RECOVERY AFTER CARDIAC SURGERY UNDER CPB OR OFF-PUMP

2021

RFE commune SFAR - SFCTCV

Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR)
Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (SFCTCV)

RAACC

- R1.1 – Il est probablement recommandé d'inclure les patients dans un programme de RAACC afin de réduire les durées de ventilation mécanique, les durées d'hospitalisation en réanimation et à l'hôpital.
- R1.2 – Il est probablement recommandé de délivrer une information et une éducation de qualité à l'aide de plusieurs supports avant une chirurgie cardiaque pour diminuer l'incidence des complications postopératoires. GRADE 2+ (accord FORT)

RAACC

- R1.3 – Il est probablement recommandé d'admettre les patients en **unité de soins critiques** (réanimation et/ou surveillance continue) de chirurgie cardiaque en postopératoire afin de réduire la survenue de complications postopératoires. GRADE 2+ (accord FORT)
- R2.1 – Il est probablement recommandé de **dépister la dénutrition** avant une chirurgie cardiaque dans le but de la corriger pour diminuer la survenue de complications postopératoires.

RAACC

- R2.2 – Il est recommandé d'obtenir le **sevrage tabagique** le plus tôt possible avant une chirurgie cardiaque afin de réduire les complications postopératoires notamment respiratoires.
- R2.3 – Il est probablement recommandé de disposer d'un dosage d'**hémoglobine glyquée de moins de 3 mois en préopératoire chez les patients diabétiques** ou présentant un syndrome métabolique, et de prendre un avis diabétologique pour améliorer le contrôle glycémique le plus en amont possible de la chirurgie (et au besoin en la reportant en fonction du degré d'urgence) en cas de valeur >8% afin de diminuer la survenue de complications postopératoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2+ (accord FORT)

RAACC

- R2.4 - Il est probablement recommandé de proposer un programme de **préhabilitation cardiorespiratoire et musculaire** avant une chirurgie cardiaque pour diminuer la survenue de complications postopératoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2+ (accord FORT)
- R2.5 - Il est recommandé de procéder, sans dépistage microbiologique, à une **décolonisation nasale** du portage de *Staphylococcus aureus* (SA) par de la mupirocine 2% dans chaque narine, associée à une **décontamination oropharyngée** systématique par bain de bouche biquotidien à la chlorhexidine, en les débutant au moins 48h avant la chirurgie et pour une durée totale de 5-7 jours, afin de diminuer la survenue des infections postopératoires GRADE 1+ (accord FORT)

RAACC

- R2.6 - Il est recommandé de mettre en place une stratégie péri-opératoire de **prévention de la fibrillation atriale postopératoire** par le maintien péri-opératoire ou l'introduction précoce postopératoire d'anti-arythmiques pour diminuer le risque d'AVC postopératoire et la durée d'hospitalisation. En l'absence de contre-indication, les bêtabloquants seront utilisés en première intention. GRADE 1+ (accord FORT)
- R2.7 - Il n'est probablement **pas recommandé d'initier un traitement par statine** en l'absence de traitement préalable avant une procédure de chirurgie cardiaque pour réduire la survenue de complications postopératoires et diminuer la durée d'hospitalisation. GRADE 2- (accord FORT)

RAACC

- R2.8 – Il est probablement recommandé de **limiter le jeûne** préopératoire à 6 heures pour les solides et 2 heures pour les liquides clairs, en prenant une solution carbohydratée en préopératoire, pour réduire les complications postopératoires et la durée d'hospitalisation en réanimation. GRADE 2+ (accord FORT)
- R3.1 – Il n'est probablement **pas recommandé de privilégier des agents halogénés plutôt qu'intraveineux** pour diminuer l'incidence des complications postopératoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2- (accord FORT)

RAACC

- R3.2.1- Il est probablement recommandé d'appliquer une stratégie de **ventilation protectrice hors CEC**, associant un volume courant compris entre 6-8 mL/kg de poids idéal théorique, une pression expiratoire positive et des manœuvres de recrutement pour diminuer l'incidence des complications respiratoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2+ (accord FORT)
- R3.2.2- Il n'est probablement pas recommandé d'appliquer une ventilation pendant la CEC pour diminuer l'incidence des complications respiratoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2- (accord FORT)

RAACC

- R3.3 - Il est probablement recommandé d'utiliser une stratégie d'**optimisation hémodynamique per et postopératoire**, notamment par le monitoring systématique du volume d'éjection systolique et de prendre en compte les bilans entrées-sorties per et postopératoires des patients, pour diminuer la survenue de complications postopératoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2+ (accord FORT)

RAACC

- R3.4.1 – Il est probablement recommandé de réaliser une **analgésie locorégionale en privilégiant les blocs échoguidés** de la paroi thoracique (en injection unique ou continue) pour améliorer la prise en charge analgésique, diminuer la survenue de complications postopératoires et la durée d'hospitalisation en réanimation. GRADE 2+ (accord FORT)
- R3.4.2 – Il n'est **pas recommandé de réaliser une infiltration pré-sternale** et/ou d'utiliser une analgésie par cathéter pré-sternal pour diminuer la survenue de complications postopératoires. GRADE 1- (accord FORT)

RAACC

- R3.5.1 – Il est probablement recommandé d'utiliser une **analgésie multimodale systémique avec épargne morphinique**, sans qu'une classe thérapeutique n'ait fait la preuve de sa supériorité en dehors du paracétamol, pour le contrôle de la douleur postopératoire en chirurgie cardiaque. GRADE 2+ (accord FORT)
- R3.5.2 – Il n'est **pas recommandé d'utiliser la gabapentine** dans le cadre d'une analgésie multimodale en chirurgie cardiaque pour diminuer la survenue de complications postopératoires. GRADE 1- (accord FORT)

RAACC

- ABSENCE DE RECOMMANDATION - En chirurgie valvulaire aortique, l'utilisation des voies mini-invasives ne peut pas faire l'objet de recommandations dans l'état actuel de la littérature.
- R4.1 - Les experts suggèrent de favoriser la chirurgie mitrale vidéo-assistée pour diminuer le taux de transfusion et la durée d'hospitalisation sous réserve de l'expertise de l'équipe dans la technique. Avis d'experts
- ABSENCE DE RECOMMANDATION - En chirurgie coronaire, l'utilisation des voies miniinvasives ne peut pas faire l'objet de recommandations dans l'état actuel de la littérature.

RAACC

- R4.2 – Il est recommandé de réaliser la chirurgie sous CEC en normothermie pour diminuer le risque de transfusion postopératoire. GRADE 1+ (accord FORT)
- R4.3.1 – Il n'est pas recommandé de réaliser les pontages à cœur battant de façon systématique, même chez les sujets âgés de plus de 75 ans, dans le but de réduire la mortalité et les complications postopératoires. GRADE 1- (accord FORT)
- R4.3.2 – Les experts suggèrent de considérer la technique des pontages à cœur battant chez les patients dont l'aorte est très athéromateuse ou calcifiée pour limiter le risque d'accident vasculaire cérébral lié au clampage aortique. Avis d'experts

RAACC

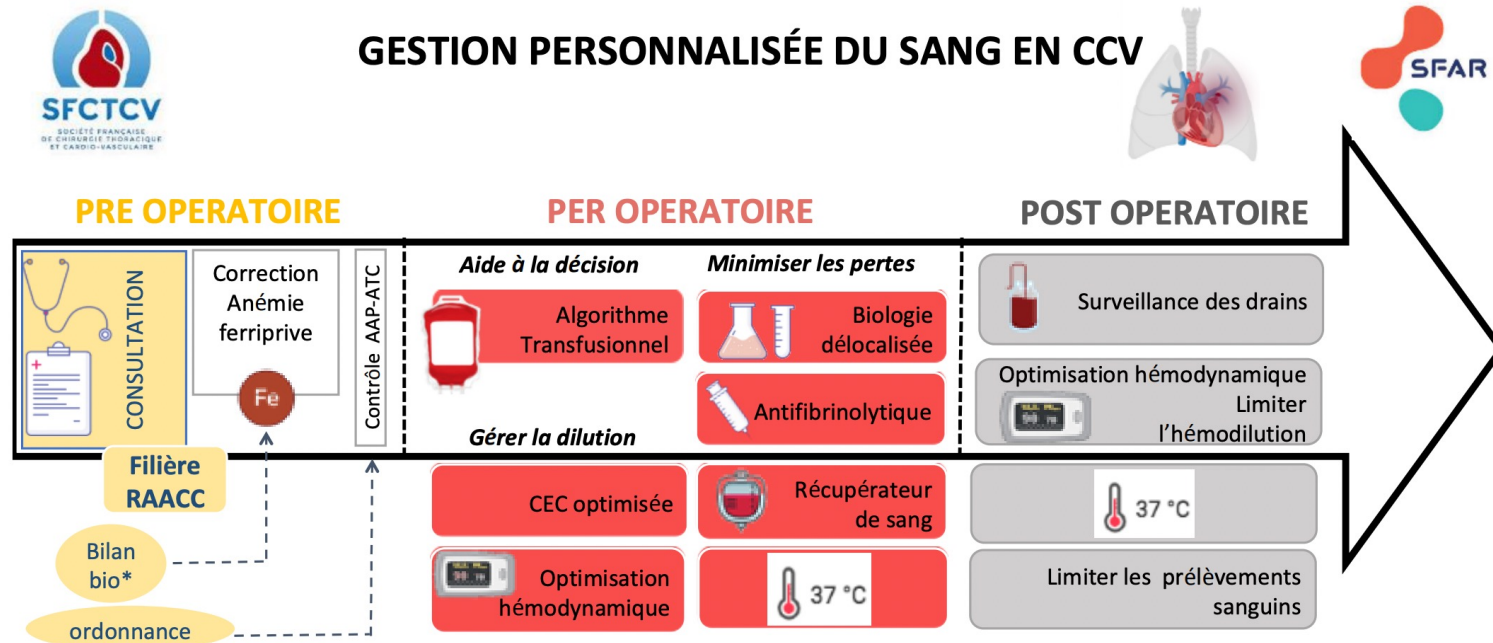
- R4.4 – Il est recommandé de privilégier une technique de « CEC optimisée » afin de réduire la survenue de complications postopératoires et la mortalité hospitalière. GRADE 1+ (accord FORT)
- R4.5 – Il n'est probablement pas recommandé de considérer une méthode de cardioplégie plutôt qu'une autre pour réduire la survenue de complications postopératoires ou diminuer la durée d'hospitalisation. GRADE 2- (accord FORT)

RAACC

- R5.1.1 – Il est recommandé d'implémenter un programme de PBM en chirurgie cardiaque et notamment de rechercher et corriger une anémie ferriprive, pour réduire le recours aux transfusions per et postopératoire. GRADE 1+ (accord FORT)
- R5.1.2 – Il est probablement recommandé d'implémenter un **programme de PBM** en chirurgie cardiaque et notamment de rechercher et corriger une anémie ferriprive pour diminuer la survenue de complications postopératoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2+ (accord FORT)

RAACC

Figure 3 : Gestion personnalisée du capital sanguin (PBM) en chirurgie cardiaque. (Accord FORT)



*Bilan bio : NFS, ferritinémie, Coef sat transferrine (CST)

** AAP : anti agrégants plaquettaire ; ATC : anti coagulants oraux (AVK ou AOD)

RAACC

- R5.2 – Il est probablement recommandé d'utiliser un système de récupération sanguine peropératoire pour limiter la transfusion érythrocytaire en chirurgie cardiaque. GRADE 2+ (accord FORT)
- ABSENCE DE RECOMMANDATION – Les données actuelles de la littérature **ne permettent pas de recommander une stratégie transfusionnelle** (restrictive ou libérale) en chirurgie cardiaque pour diminuer la survenue de complications postopératoires et la durée d'hospitalisation.
- R5.3 - Les experts suggèrent de considérer individuellement l'état clinique du patient, le risque chirurgical et la balance entre les apports en oxygène et l'extraction tissulaire, plutôt qu'une valeur systématique de seuil transfusionnel. Avis d'experts

RAACC

- R6.1 – Il est recommandé de réaliser une extubation précoce (dans les 6 heures qui suivent la fin de la chirurgie) afin de diminuer l'incidence des complications postopératoires et les durées de séjour en réanimation et à l'hôpital chez le patient opéré de chirurgie cardiaque. GRADE 1+ (accord FORT)
- R6.2.1 – Il est probablement recommandé de mobiliser précocement les patients afin de réduire la morbidité postopératoire et les durées d'hospitalisation. GRADE 2+ (accord FORT)
- R6.2.2 - Les experts suggèrent l'ablation précoce des drains thoraciques, de la sonde vésicale et des cathéters artériel et veineux central afin de permettre la mobilisation précoce des patients. Avis d'experts

RAACC

R6.3 – Il est probablement recommandé d'associer au programme de préhabilitation un programme de réhabilitation postopératoire débuté dans les 2 premières semaines postopératoires (cardiovasculaire, kinésithérapie respiratoire et mobilisatrice) afin de réduire la survenue des complications postopératoires et la durée d'hospitalisation. GRADE 2 + (Accord FORT)

Prise en charge postopératoire

Postopératoire standard de chirurgie cardiaque sous circulation extracorporelle

En postopératoire immédiat, le patient est maintenu intubé sous sédation légère. Il s'agit d'un sas de sécurité permettant de s'assurer de la stabilité hémodynamique et de l'absence de saignement.

Le concept de *fasttrack surgery* conduisant à une extubation

précoce (4 à 6 h postopératoires) pourrait améliorer le pronostic des patients et réduire les durées de séjour en réanimation [4].

Une surveillance en milieu de réanimation ou de soins intensifs est nécessaire durant 24 à 48 heures. L'alimentation per os, l'ablation des drains et la mobilisation au fauteuil sont débutées dès le lendemain de l'intervention hors complications.

Si une anticoagulation curative est indiquée (prothèse mécanique), celle-ci

est débutée à faible dose par héparine non fractionnée intraveineuse à la seringue électrique dès la troisième heure postopératoire et rapidement équilibrée par un monitoring rapproché de l'héparinémie (activité antiXa) et du TCA.

Analgésie postopératoire

Elle est assurée par une analgésie multimodale faisant appel au paracétamol, au néfopam et à un antalgique de palier II (type nalbuphine, codéine ou tramadol). Si l'anesthésie est réalisée avec du rémifentanyl, une titration morphinique est indispensable en postopératoire. Malgré leur remarquable efficacité, l'utilisation des anti-inflammatoires

non stéroïdiens doit être réfléchi car les contre-indications

en rapport avec l'âge, le risque rénal ou une coronaropathie évoluée sont fréquentes.

L'analgésie par péridurale thoracique a été largement étudiée pour son potentiel impact sur la survenue de complications pulmonaires et d'arythmies postopératoires (effet antihyperadrénergique) [29]. Malgré des résultats intéressants, cette approche se confronte aux potentiels risques d'hématome épidural dans le

contexte d'anticoagulation par héparine à forte dose et à la relative bonne gestion des douleurs postopératoires avec les analgésiques usuels.

L'infiltration cicatricielle continue d'anesthésiques locaux par un cathéter multiperforé a suscité un grand intérêt pour la prise en charge de la douleur poststernotomie.

Des résultats

encourageants ont été obtenus dans des études initiales de faible puissance [30]. Le résultat d'une large étude multicentrique française est en attente (NCT01648777)

Complications postopératoires

Complications hémodynamiques

La réalisation précoce d'objectifs hémodynamiques prédéfinis et accessibles par un monitoring adapté (pression artérielle moyenne, index cardiaque, diurèse horaire, lactatémie) correspond à l'approche *Early Goal Directed Therapy*. L'efficacité de cette approche sur le pronostic des patients en postopératoire de chirurgie cardiaque est bien démontrée [31].

Hypovolémie

Il s'agit de la principale cause de défaillance hémodynamique postcardiotomie.

Il existe en effet, lors d'une chirurgie cardiaque sous CEC, une fuite capillaire, une vasoplégie et des pertes par le champ opératoire. L'hémorragie peut aggraver l'hypovolémie. Le profil hémodynamique est celui d'un bas débit cardiaque et d'une pression veineuse basse. Avant la réalisation d'une expansion volémique, la préchargépendance ventriculaire doit toujours être évaluée par une épreuve dynamique (levée de jambe, *minifluid challenge*) et une évaluation du débit cardiaque (intégrale tempsvitesse sousaortique en échographie par exemple).

Le type de soluté de remplissage à utiliser après une chirurgie cardiaque n'est pas clairement déterminé. On utilise :

- soit une solution cristalloïde balancée dont le pouvoir d'expansion est faible, exposant au risque de surcharge interstitielle, mais dont la tolérance rénale est bonne ;
- soit une solution colloïde qui offre l'avantage d'un bon pouvoir expansif et donc d'une réduction des apports volémiques absolus mais dont la tolérance rénale limite l'utilisation (HEA contreindiqués et gélatines suspectées [32]). Les effets sur la coagulopathie semblent négligeables avec les solutions modernes, en revanche l'hémodilution existe [25]. L'albumine, malgré son prix élevé, pourrait être un bon compromis pour l'expansion volémique de l'insuffisant cardiaque.

Choc cardiogénique

Définition. Il se caractérise par une chute du débit cardiaque hors hypovolémie (inférieur à $2,2 \text{ l/min/m}^2$), une augmentation des pressions veineuses gauche et/ou droite, une augmentation des résistances vasculaires périphériques et une diminution de la SvO₂. Il est le plus souvent secondaire à une dysfonction systolique ventriculaire droite ou gauche.

Étiologies. Les étiologies dans le contexte postcardiotomie sont multiples. La plus fréquente reste la décompensation d'une dysfonction systolique préopératoire par l'ischémie-reperfusion myocardique peropératoire. L'atteinte myocardique est d'autant plus sévère que le temps de clampage aortique est long et que la qualité de la cardioplégie est mauvaise. La sidération myocardique postCEC

(*stunning*) par défaut de cardioplégie a néanmoins un bon potentiel de récupération.

La recherche d'une complication coronarienne doit également être systématique en cas de coronaropathie connue ou de chirurgie coronarienne (thrombose de pontage). Les anomalies électrocardiographiques (ECG) et une élévation pathologique de la troponinémie doivent motiver la réalisation d'une coronarographie. L'embolie coronarienne (gazeuse, thrombotique, calcaire) est une complication possible dans tout type de chirurgie avec CEC.

Le choc cardiogénique peut être d'origine valvulaire (insuffisance mitrale ou aortique sévère). La cause est souvent une complication chirurgicale (fuite paraprothétique par lâchage de points, échec de plastie, thrombose de prothèse mécanique, endocardite). La place de l'échocardiographie est alors déterminante.

Anesthésie pour chirurgie cardiaque

repose sur des inodilatateurs. Il existe des indications théoriquement préférentielles mais la supériorité de l'un par rapport à l'autre n'est pas établie [33] :

- la dobutamine ($3 \text{ à } 20 \text{ mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) est une catécholamine de synthèse, agoniste des récepteurs β adrénergiques. Son effet est

inotrope et chronotrope positif (β_1), et vasodilatateur (β_2). Les effets indésirables sont la tachyphylaxie, l'augmentation de la consommation du myocarde en O_2 et les arythmies ;

- l'adrénaline ($0,01 \text{ à } 0,3 \text{ mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) est une catécholamine endogène, agoniste α et β . Son effet est donc inotrope positif et vasoconstricteur. Son utilisation se limite aux états de choc réfractaires à la dobutamine compte tenu de ses effets indésirables (vasoconstriction excessive et hypoperfusion périphérique, arythmogénicité) ;

- l'isoprénaline ($0,02 \text{ à } 0,5 \text{ mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) est une catécholamine de synthèse, agoniste β , inodilatatrice, dromotrope positive et cinq fois plus chronotrope que la dobutamine. L'indication de choix est la bradycardie par trouble de la conduction ;

- la milrinone ($0,375 \text{ à } 0,750 \text{ mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) est un inhibiteur de la phosphodiesterase III. C'est un inodilatateur puissant utile dans le traitement des défaillances ventriculaires droites avec hypertension artérielle pulmonaire. Les effets indésirables sont proches de ceux de la dobutamine avec un effet vasoplégiant systémique plus marqué ;

- le lévosimendan est un sensibilisateur du calcium : il augmente l'affinité des protéines contractiles myocardiques au calcium et « préserve » ainsi la consommation en oxygène du myocarde. C'est un inodilatateur à durée d'action prolongée (10 à 14 j). Les indications sont amenées à se développer : échec de sevrage de la dobutamine, préconditionnement préopératoire ou traitement des patients sous bbloquants.

Une attention doit être accordée aux arythmies et à la vasoplégie.

En association au traitement inotrope, l'optimisation de la volémie et des résistances vasculaires (noradrénaline, monoxyde d'azote, sildénafil) est nécessaire. La défaillance droite bénéficie souvent d'une déplétion hydrosodée par diurétiques ou hémofiltration. Si le traitement médical échoue, une assistance circulatoire extracorporelle peut être nécessaire. L'implantation de cette assistance doit nécessairement s'intégrer dans un projet thérapeutique : récupération myocardique, assistance circulatoire longue durée ou transplantation cardiaque.

L'ECLS est une technique efficace d'assistance circulatoire veinoartérielle pour les syndromes de bas débit cardiaque postCEC. Les complications de la technique sont les hémorragies, l'hémolyse, les embolies, les ischémies de membres et la surcharge ventriculaire gauche avec OAP. Le maintien d'une pulsatilité, rendu difficile par le flux rétrograde aortique, est nécessaire au drainage des cavités gauches et peut être obtenu avec des inotropes. En cas de surcharge majeure, différentes techniques de décharge gauche ont été avancées : pompe transaortique Impella® ,

Tamponnade péricardique

Étiologie à part entière de choc cardiogène, la tamponnade péricardique postopératoire est une complication fréquente dont le diagnostic peut être difficile en cas de faible échogénicité ou de caillottage péricardique compressif localisé. Celui-ci est confirmé par l'échocardiographie. Il ne faut pas hésiter à réaliser une ETO dans les situations litigieuses, voire une exploration chirurgicale de principe si un doute persiste. Le profil hémodynamique est celui d'un état de choc avec hyperpression veineuse, tachycardie et oligurie. Le retentissement hémodynamique dépend de l'impact du caillottage sur les cavités droites (basses pressions) et donc de sa localisation.

Syndrome de réponse inflammatoire systémique

La CEC induit une libération de médiateurs de l'inflammation pouvant être à l'origine d'un syndrome hyperkinétique caractérisé par une vasoplégie intense, un débit cardiaque augmenté et des pressions veineuses basses. Le traitement fait appel à l'expansion volémique et aux vasoconstricteurs. La noradrénaline est utilisée en première intention. Dans les situations de vasoplégie réfractaire, la terlipressine ou le bleu de méthylène sont les seuls

traitements efficaces. Le syndrome de réponse inflammatoire systémique (SIRS) est en général spontanément résolutif. Si son apparition est décalée par rapport à l'intervention, il ne faut pas passer à côté d'un sepsis dont la présentation hémodynamique est identique.

Troubles du rythme

Les arythmies perturbent le bon fonctionnement de la pompe cardiaque (perte de la systole auriculaire lors d'une atteinte supraventriculaire), voire mettent en péril l'activité circulatoire (troubles du rythme ventriculaire).

La fibrillation atriale postopératoire est une complication rencontrée chez 30 % des patients de chirurgie cardiaque [34]. Le

pic de fréquence se rencontre entre j2 et j4. Elle expose aux complications hémodynamiques et emboliques. La prévention de la fibrillation atriale en postopératoire de chirurgie cardiaque a fait l'objet de nombreux travaux. Il semble que la poursuite périopératoire des bloqueurs

ou de l'amiodarone soit, si elle est possible, la stratégie la plus efficace [35]. L'impact de la supplémentation en magnésium, très répandue, pourrait être efficace dans la prévention de la fibrillation atriale postopératoire [36, 37].

La prise en charge consiste au contrôle du rythme si la tolérance hémodynamique est mauvaise. Si la tolérance est bonne, le contrôle du rythme n'offre aucun avantage vis-à-vis du contrôle

de la fréquence [38] puisque la plupart des fibrillations atriales se réduisent seules en 24 heures. Dans ce cas, la demivie courte

de l'esmolol (9 min) est un avantage. Si la fibrillation atriale dure plus de 48 heures, une anticoagulation curative doit être mise en place. Il faut également toujours rechercher un facteur déclenchant (anémie, hypokaliémie, hypovolémie, caillottage péricardique, hypoxémie, iatrogénie).

Anesthésie pour chirurgie cardiaque

Troubles de la conduction

Devant une bradycardie, un diagnostic ECG (bloc atrioventriculaire, bloc sinoauriculaire, bradycardie sinusale) doit être posé et un avis de cardiologie rythmologique doit être pris. Un délai de 7 à 10 jours est respecté avant la décision d'implantation définitive d'un stimulateur puisque ces troubles postopératoires sont souvent transitoires. L'électroentraînement par le pacemaker épicardique externe ou l'administration d'isoprénaline permettent d'assurer un traitement symptomatique.

Poussées hypertensives

Fréquentes s'il existe une HTA préopératoire, elles exposent aux risques de complications chirurgicales (saignements postopératoires) et d'insuffisance cardiaque gauche par augmentation de la postcharge gauche (OAP). Le traitement fait appel aux antihypertenseurs non dépresseurs myocardiques tels que les inhibiteurs calciques ou l'urapidil. Si un bbloquant est prescrit, on préfère l'esmolol.

Complications respiratoires

L'hypoxémie est une complication fréquente en postopératoire de chirurgie cardiaque [39]. Elle est d'intensité variable allant rarement jusqu'au SDRA. Elle est secondaire à l'atteinte de la membrane alvéolocapillaire par l'ischémie reperfusion et

l'inflammation pulmonaire. La constitution d'atélectasies [40], potentiellement favorisée par l'interruption de la ventilation durant la CEC ou une paralysie diaphragmatique postopératoire, aggrave l'effet shunt et précipite l'apparition de pneumopathies infectieuses [41]. Une étude multicentrique française est actuellement en cours pour évaluer l'impact de l'*openlung ventilation* et du maintien de la ventilation ultraprotectrice perCEC sur l'évolution respiratoire postopératoire (NCT02866578).

La prise en charge de l'hypoxémie postopératoire fait appel à l'oxygénothérapie nasale haut débit (Optiflow™) et à la ventilation non invasive [42]. Ces techniques permettent d'éviter la réintubation dans la très grande majorité des cas. Si la réintubation est nécessaire, la mise en décubitus ventral permet un excellent recrutement alvéolaire dans les SDRA focaux avec atélectasies basales et postérieures [43] mais expose au risque de complications sternales (désunion).

Enfin les complications pleurales à type de pleurésie réactionnelle, hémithorax et pneumothorax sont très fréquentes comme pour toutes chirurgies thoraciques. Elles peuvent indiquer un drainage pleural ou une reprise chirurgicale.

Complications hématologiques

Syndrome hémorragique grave

Il est défini par un saignement supérieur à 1,5 ml kg⁻¹ h⁻¹ durant six heures ou par la nécessité d'une reprise chirurgicale [44].

Une cause chirurgicale est toujours suspectée, d'autant plus si le saignement est majeur et d'apparition brutale. Un trouble de l'hémostase doit être recherché par des tests biologiques qui sont réalisés en urgence. En cas de thrombopénie inférieure à 50 G l⁻¹ ou de traitement antiagrégant, une transfusion de concentrés plaquettaires est nécessaire. Si une héparinémie (TCA allongé, activité antiXa)

résiduelle est présente, un complément de protamine (5000 UI) est administré. Si le taux de prothrombine est inférieur à 40 % ou si une augmentation du TCA à 1,5 × le

témoin est observée, on discute l'administration de plasma frais congelé ou de facteurs de la coagulation type complexe prothrombinique (PPSB). Enfin les concentrés de fibrinogène sont utilisés pour maintenir une fibrinogénémie supérieure à 1,5, voire 2 g l⁻¹. Une injection d'acide tranexamique est proposée en cas d'hyperfibrinolyse résiduelle. La normalisation de la calcémie ionisée est essentielle. L'utilisation du facteur VII activé est à réserver aux situations d'hémorragies extrêmes car le risque thrombotique est réel [45].

Anémie

Le seuil transfusionnel après une chirurgie cardiaque est particulièrement discuté entre une stratégie restrictive (7 g dl⁻¹) et une stratégie libérale (9–10 g dl⁻¹) [46, 47]. Les risques liés à la transfusion sont bien décrits, notamment sur le plan immunitaire et infectieux [48]. D'un autre côté, l'anémie peut décompenser une cardiopathie souvent évoluée (sujets âgés, coronariens). Ainsi, il semble prudent d'adapter les indications transfusionnelles aux terrains des patients ainsi qu'à la tolérance hémodynamique de l'anémie. Le seuil de 7 g dl⁻¹ est largement admis pour les sujets jeunes sans cardiopathie évoluée. Un seuil de 8 g dl⁻¹ est visé pour les autres patients de chirurgie cardiaque [49].

Thrombopénie induite à l'héparine de type 2

Il s'agit d'une complication redoutée dans le contexte de chirurgie cardiaque où l'exposition à l'héparine est quasi constante et où le risque thrombotique est élevé (pontage coronarien, prothèse valvulaire mécanique, assistances circulatoires). Le diagnostic est rendu difficile par la fréquence des faux positifs aux anticorps antiPF4 après une CEC [50]. Un faisceau d'arguments cliniques (thromboses) et biologiques (cinétique et profondeur de la thrombopénie) doit faire suspecter le diagnostic et interrompre l'héparine. La confirmation est apportée par des tests fonctionnels plaquettaires (agrégométrie, libération de la sérotonine marquée)

et par la remontée de la numération plaquettaire à l'arrêt de l'héparine. Le traitement curatif fait appel au danaparoïde ou à l'argatroban.

Complications rénales

L'insuffisance rénale aiguë est une complication fréquente après une chirurgie cardiaque. Elle est en partie secondaire à l'inflammation systémique et l'ischémie rénale peropératoire. L'impact de la fonction cardiaque a également un rôle majeur dans le développement d'un « syndrome cardiorénal ». Celui-ci peut être secondaire à une hypoperfusion rénale par hypodébit cardiaque mais aussi à une congestion veineuse par défaillance cardiaque droite [51].

Le diagnostic repose toujours sur un critère clinique (oligurie de moins de 0,5 ml kg⁻¹ h⁻¹ durant 6 h) plus ou moins associé à une augmentation de la créatininémie (1,5

×

créatinine préopératoire

ou + 27 mmol l⁻¹) selon la définition Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) qui fait référence [52]. Le développement des biomarqueurs rénaux suscite un grand enthousiasme et la perspective d'un diagnostic précoce de l'atteinte rénale permettant la mise en place anticipée de mesures néphroprotectrices est séduisante. Certains biomarqueurs tels que le *tissue inhibitor of metalloproteinases2*

(TIMP2)

et l'*insulinlike*

growth factorbinding

protein7

(IGFBP7)

[53] semblent être d'un grand intérêt théorique mais l'impact médicoéconomique de leur utilisation n'est pas encore évalué. Les mesures préventives permettant de ralentir l'évolution d'une insuffisance rénale aiguë sont limitées et reposent principalement sur l'optimisation hémodynamique et l'éviction des néphrotoxiques. En cas de surcharge volémique avec hyperpression veineuse, une déplétion hydrosodée est nécessaire. L'impact respectif des diurétiques ou de l'hémofiltration continue sur l'évolution de la fonction rénale dans un contexte de surcharge veineuse reste encore indéterminé [54].

Complications infectieuses

Elles sont particulièrement redoutées concernant la médiastinite et les endocardites postopératoires. Elles sont généralement secondaires à un épisode bactériémique et les staphylocoques (blancs ou dorés, souvent résistants à l'oxacilline) sont particulièrement retrouvés. La prévention passe par le dépistage du portage chez le patient, le respect des règles d'asepsie, l'antibioprophylaxie peropératoire, le contrôle glycémique périopératoire [55] et la prévention des infections urinaires ou de cathéter.

Complications neurologiques

Les complications de type I correspondent aux lésions focales par accidents vasculaires cérébraux ischémiques secondaires à un bas débit ou à une embolie. Elles sont rares entre 1 et 2 % [56]. Les complications de type II correspondent aux lésions non focales s'exprimant par des symptômes d'ordre neuropsychologique tels que le delirium ou la dysfonction cognitive postopératoire. La cause de ces complications n'est pas clairement déterminée (microembolies ou inflammation cérébrale, etc.). Elles sont beaucoup plus fréquentes même si leur incidence précise dépend du type de test neuropsychologique utilisé (de 10 à 70 %) [56].

Les rôles préventifs de l'hypothermie modérée perCEC ou du monitoring systématique par NIRS [12] restent encore à prouver. La sédation postopératoire par dexmédétomidine semble prévenir la survenue postopératoire de delirium [57].

Spécificités en fonction de la cardiopathie

Coronaropathie

Techniques chirurgicales

Les indications de revascularisation chirurgicale persistent malgré les progrès des techniques de cardiologie interventionnelle. Cette revascularisation peut être réalisée en chirurgie programmée ou en urgence. Le pontage coronarien ou aortocoronarien peut être réalisé avec un greffon veineux ou, de préférence en raison d'une meilleure perméabilité à long terme, avec un greffon artériel (artère mammaire interne, artère radiale). Il existe également une technique à coeur battant sans CEC (*offpump*). Cette technique expose à l'instabilité hémodynamique liée aux manipulations cardiaques et sa supériorité n'est pas clairement établie.

Anesthésie

Le terrain est celui du patient athéromateux. La recherche d'autres complications vasculaires est indispensable. L'élément pronostique majeur est la FEVG préopératoire. Si celle-ci est inférieure à 40 %, un monitoring par ETO est indispensable. L'anesthésiste doit optimiser le rapport entre apport et

consommation d'oxygène myocardique. Ainsi, on évite la tachycardie, l'hypotension artérielle et l'hypoxémie.

En cas de complication mécanique secondaire à l'infarctus telle qu'une communication interventriculaire ou une insuffisance mitrale, la prise en charge est conditionnée par l'état préopératoire. Un état de choc cardiogénique ou un oedème aigu du poumon (OAP) préopératoire expose à un sevrage de CEC complexe. Si l'état du patient le permet, l'intervention est programmée après une stabilisation initiale. Il s'agit de potentielles indications à la mise en place d'un ballon de contreimpulsion intraaortique

[26].

Anesthésie pour chirurgie cardiaque

Valvulopathie

La chirurgie valvulaire consiste au remplacement par une prothèse mécanique ou biologique ou à la réparation (plastie) d'une valve pathologique. Le choix d'une technique dépend de nombreux facteurs (réparabilité de la valve, taille de l'anneau valvulaire, âge, habitus et préférence du patient). L'implantation valvulaire aortique par voie transartérielle (TAVI) révolutionne la prise en charge des rétrécissements aortiques serrés [27].

Rétrécissement aortique

Majoritairement d'origine dégénérative, il est souvent accompagné d'une hypertrophie ventriculaire gauche compensatrice diminuant sévèrement la compliance dudit ventricule.

L'échocardiographie préopératoire doit renseigner les dimensions et la fonction systolique du ventricule gauche ainsi que les valeurs de surface et de gradient de pression transvalvulaire aortique.

Un gradient « normal » (inférieur à 40 mmHg) témoigne d'une atteinte évoluée avec dégradation de la fonction systolique du ventricule gauche qui peut alors être dilaté. La prise en charge hémodynamique avant correction chirurgicale doit se concentrer sur la préservation des conditions de charge. Ainsi, une baisse brutale de la précharge (hypovolémie, perte de systole atriale, tachycardie) ou de la postcharge (vasodilatation) aboutit à une

détresse hémodynamique. D'où l'adage « plein, régulier, fermé ».

Après correction chirurgicale, l'instabilité hémodynamique est souvent en rapport avec une hypovolémie. Un inotrope positif risque d'aggraver la dysfonction diastolique et de créer une obstruction dynamique de la chambre de chasse ou une insuffisance mitrale par effet *systolic anterior motion* (SAM). La survenue d'un bloc atrioventriculaire est classique dans les suites d'un remplacement valvulaire aortique. Sa persistance au-delà de sept jours

postopératoires signe l'atteinte lésionnelle du faisceau de His et peut indiquer un électroentraînement permanent.

L'anesthésie des TAVI obéit aux mêmes problématiques auxquelles s'ajoutent celles liées au terrain (âge, comorbidité). La

prise en charge anesthésique dépend en grande partie de la voie d'abord. Pour les implantations par voie fémorale percutanée,

l'anesthésie locale ou locorégionale (blocs ilioinguinal et iliohypogastrique,

bloc iliofascial, bloc de la branche fémorale du nerf génitofémoral) offre des résultats satisfaisants avec une moindre survenue d'hypothermie peropératoire et une meilleure tolérance hémodynamique [28]. En cas d'abord chirurgical (fémoral, transcarotidien, transapical, etc.), l'anesthésie générale expose au risque

de décompensation hémodynamique et un monitoring de la pression artérielle invasive est nécessaire. Les complications des TAVI sont les troubles de la conduction de haut degré, l'embolie cérébrale, l'hémorragie sur la voie d'abord, l'insuffisance aortique et la tamponnade péricardique. Le contrôle échocardiographique en fin de procédure est systématique.

Insuffisance aortique

Elle est secondaire à une atteinte valvulaire (bicuspidie, rhumatisme articulaire aigu [RAA]) ou supra- valvulaire (maladie annuloectasiant). Elle peut également se rencontrer lors d'une atteinte aortique aiguë (endocardite, dissection aortique). La régurgitation aortique évoluée va être à l'origine d'une dilatation et d'une dysfonction systolique ventriculaire gauche. Si elle est aiguë et massive, le tableau clinique est celui d'un OAP et d'un état de choc (ventricule gauche non dilaté). Il faut maintenir une

normovolémie, diminuer la postcharge (vasodilatateurs ou inodilatateurs) et éviter la bradycardie au risque d'aggraver le volume régurgité d'où l'adage « rapide, tonique et ouvert ». L'utilisation d'inotropes après correction chirurgicale est souvent nécessaire en cas d'atteinte ventriculaire gauche préopératoire.

Insuffisance mitrale

Le plus souvent organique (maladie de Barlow, dégénérative, endocardite ou RAA), elle peut aussi être fonctionnelle par dilatation du ventricule gauche. Des formes aiguës sont visibles après endocardite, rupture dégénérative de cordage ou infarctus du myocarde. La régurgitation est à l'origine d'une insuffisance cardiaque congestive gauche pouvant évoluer à droite par HTAP. En aigu, un OAP massif mimant un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) ou une pneumopathie infectieuse sont classiques. Parallèlement, l'augmentation du volume télédiastolique du ventricule gauche conduit à la dilatation et dysfonction systolique. La dilatation de l'oreillette gauche et les antécédents de fibrillation atriale sont également fréquents. La recherche d'une HTAP préopératoire est systématique (avec ou sans cathétérisme pulmonaire) car elle conditionne le sevrage de la CEC. Il faut maintenir une précharge normale, éviter l'augmentation de la postcharge et soutenir l'inotropisme, en particulier après la CEC (inodilatateurs). D'où l'adage « tonique et ouvert ». L'existence d'une HTAP peut conduire à l'ajout de monoxyde d'azote ou de milrinone. La plastie mitrale, lorsqu'elle est réalisable, est la technique de choix. L'ETO peropératoire est alors indispensable au contrôle du montage chirurgical. La prescription d'inodilatateurs et de diurétiques en postopératoire permet d'éviter une surcharge gauche (respiratoire) ou droite (hépatorénale).

Rétrécissement mitral

Le plus souvent secondaire à un RAA ou à la prise d'anorexigène, il est à l'origine d'une élévation de la pression atriale gauche et d'une HTAP pouvant dégrader la fonction ventriculaire droite. Le maintien d'une normovolémie et du rythme sinusal est essentiel au maintien du débit cardiaque. Les passages en fibrillation atriale doivent être traités agressivement. La ventilation mécanique veille à ne pas trop augmenter les pressions intrathoraciques. L'utilisation de vasodilatateurs pulmonaires et d'inodilatateurs peut être nécessaire en fin d'intervention.

Insuffisance tricuspidiennne

Elle est soit fonctionnelle, soit organique (endocardite, posttraumatique). Une défaillance cardiaque droite et une HTAP sousjacentes augmentent le risque de défaillance ventriculaire droite postopératoire dont la prise en charge est particulièrement complexe. Les fonctions rénale et hépatique doivent être monitorées.

Pathologie aortique

Deux contextes prédominant : l'anévrisme de l'aorte thoracique en chirurgie réglée ou la dissection aortique de type A en chirurgie urgente. La prise en charge chirurgicale consiste au remplacement isolé du segment I ou, en cas d'atteinte du segment 0, à une intervention type Bentall (remplacement valvulaire aortique et des segments 0 et 1 de l'aorte avec réimplantation coronaire) ou TironeDavid (remplacement des segments 0 et 1 de l'aorte avec réimplantation coronaire et conservation de la valve aortique native). La chirurgie de la crosse nécessite en revanche une canulation périphérique et un arrêt circulatoire hypothermique devant l'impossibilité de clampage aortique conventionnel. La prise en charge anesthésique doit éviter les pics hypertensifs. L'esmolol a une place de choix dans ce contexte. Le monitoring de la pression artérielle sur différents sites (artère radiale droite systématique avec artère radiale gauche ou fémorale), du NIRS cérébral et de la température oesophagienne ou nasopharyngée est nécessaire. L'ETO initiale décrit l'extension proximale de la dissection et recherche un épanchement péricardique ou une insuffisance aortique. En cas d'arrêt circulatoire hypothermique, la prise en charge de la coagulopathie doit être anticipée par la mise en réserve de

produits sanguins. L'utilisation d'un antifibrinolytique est indispensable. L'arrêt circulatoire peut être total avec une hypothermie thérapeutique à 18 °C, ou accompagné d'une circulation cérébrale protectrice à bas débit par canulation axillaire droite permettant le maintien d'une hypothermie à 28–30 °C. Le risque de l'arrêt circulatoire en dehors de l'ischémie cérébrale est la souffrance médullaire et splanchnique. Le principal facteur pronostique est donc la durée de l'arrêt circulatoire. Le réchauffement doit être lent et homogène pour éviter l'hyperthermie cérébrale et la constitution d'embolie gazeuse.

Pathologie péricardique

Tamponnade liquidienne

Le liquide intrapéricardique constitue un obstacle au retour veineux à l'origine d'un hypodébit cardiaque et d'une hyperpression veineuse (choc obstructif). Initialement, l'expansion volémique est efficace. Lorsque l'augmentation du retour veineux induit une compression du ventricule gauche, l'expansion volémique doit être interrompue au profit d'un vasoconstricteur. S'il existe un pouls paradoxal, une intolérance au décubitus dorsal ou une hypotension lors de la manoeuvre de Valsalva, l'urgence chirurgicale est caractérisée.

La ventilation mécanique en pression positive et l'induction anesthésique peuvent précipiter une dissociation électromécanique. La mise en place d'une pression artérielle sanglante avant induction est d'une aide précieuse. Le patient est placé en position demiassise, il est maintenu conscient durant la phase de préparation du champ opératoire.

Si le drainage est réalisable par voie sousxiphoidienne et que

le patient est à jeun, on peut maintenir une ventilation spontanée et éviter les effets indésirables de la ventilation mécanique en pression positive. L'anesthésie par inhalation de sévoflurane est particulièrement maniable dans cette situation. L'autre possibilité est l'utilisation de kétamine avec du midazolam. L'analgésie est réalisée par une anesthésie locale de la voie d'abord avec ou sans morphinique systémique (alfentanil, rémifentanil).

Si le patient est à estomac plein ou qu'une sternotomie est nécessaire (contexte postopératoire), une induction à séquence rapide est réalisée avec de l'étomidate et un curare d'action rapide. Une fois le patient intubé, une apnée peut être respectée, si elle est tolérée sur le plan de l'oxygénation (saturation « pulsée » en oxygène [SpO₂]), jusqu'à l'évacuation du contenu péricardique. Dans cette situation à haut risque, l'adrénaline, diluée à 0,1 mg ml⁻¹, doit être à disposition

Péricardite chronique constrictive

Les risques de cette chirurgie réalisée en général sans CEC sont : l'hémorragie, la plaie ventriculaire droite, les troubles du rythme peropératoire (patch de défibrillation en place) et la défaillance droite aiguë à la levée de l'obstacle péricardique par augmentation du retour veineux. En effet, l'évaluation échocardiographique préopératoire de la fonction ventriculaire droite est difficile dans ce

Endocardite infectieuse

Le traitement chirurgical d'une endocardite permet de traiter une insuffisance cardiaque sévère, d'éviter la constitution de lésions cardiaques irréversibles ou d'embolies graves et de réduire l'inoculum bactérien. Le *timing* de la chirurgie dépend de la gravité de la lésion et de l'existence ou non de complications en particulier neurologiques (accidents vasculaires cérébraux ischémiques emboliques ou hémorragiques). Il doit s'envisager au sein d'une équipe pluridisciplinaire spécifique (*endocarditis team*). La réalisation du geste à froid après la fin de l'antibiothérapie s'envisage pour les lésions les moins sévères. Une imagerie cérébrale (imagerie par résonance magnétique) ainsi qu'un « bilan embolique » (*body scanner*) sont indispensables avant de réaliser l'anticoagulation de la CEC. L'antibiothérapie, si elle est en cours, doit être poursuivie en per et postopératoire. Le contexte septique et la prolongation des durées de CEC, compte tenu

de la complexité des gestes de reconstruction, exposent à un risque de réaction inflammatoire sévère (vasoplégie, insuffisance rénale). Le risque hémorragique est également augmenté s'il existe une atteinte hématologique inflammatoire ou en cas de chirurgie redux (endocardite sur valve prothétique). Le risque respiratoire en sortie de CEC est majeur si un OAP est présent avant l'intervention.

Transplantation cardiaque

L'induction de l'anesthésie pour transplantation cardiaque est réalisée chez un patient dont la cardiopathie est terminale. Elle doit donc répondre à toutes les mesures de prévention liées à ce contexte : pression artérielle invasive première, titration des anesthésiques et monitoring de la profondeur d'anesthésie. Enfin, il est fréquent que le patient soit à estomac plein. Les cathéters préexistants sont changés. Le monitoring par ETO est indispensable à l'évaluation de la reprise d'activité du greffon.

Le greffon est sélectionné sur des critères immunologiques (ABO, anticorps antileucoplaquettaires [ACAL]), morphologiques et hémodynamiques (résistances vasculaires pulmonaires). La reprise de fonction du greffon dépend du temps d'ischémie froide et de la dénervation de l'organe. Le risque de bradycardie et de défaillance ventriculaire (en particulier droite) est permanent. Ainsi, l'introduction d'inotropes et de monoxyde d'azote est systématique. Un objectif de fréquence cardiaque élevée est obtenu pharmacologiquement (isoprénaline) ou par un électroentraînement épicardique. L'assistance circulatoire par la CEC est prolongée et le sevrage se fait très progressivement en évitant l'hypervolémie, source de dilatation ventriculaire droite. Une assistance circulatoire extracorporelle peut être nécessaire en cas de dysfonction aiguë de greffon dans l'attente d'une récupération. L'immunosuppression (corticothérapie) est débutée au bloc opératoire dès le déclampage aortique. Les transfusions doivent être limitées en raison du risque immunologique.