



HAL
open science

Prédictibilité de la réponse au remplissage en chirurgie cardiaque avec CEC. Comparaison du Δ VCS, du mini-fluid challenge 100 ml et du mini-fluid challenge 250 ml

Boris Chekroud

► To cite this version:

Boris Chekroud. Prédictibilité de la réponse au remplissage en chirurgie cardiaque avec CEC. Comparaison du Δ VCS, du mini-fluid challenge 100 ml et du mini-fluid challenge 250 ml. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03509866

HAL Id: dumas-03509866

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03509866>

Submitted on 4 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

CHEKROUD Boris

Le 28 septembre 2021

**Prédictibilité de la réponse au remplissage en chirurgie
cardiaque avec CEC.
Comparaison du Δ VCS, du mini-fluid challenge 100 ml et du
mini-fluid challenge 250ml.**

Directeur de thèse : **Docteur BURTIN Philippe**

JURY

Président : **Professeur LEFRANT Jean Yves**

Assesseurs :

Professeur MULLER Laurent

Docteur BURTIN Philippe

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

CHEKROUD Boris

Le 28 septembre 2021

**Prédictibilité de la réponse au remplissage en chirurgie
cardiaque avec CEC.
Comparaison du Δ VCS, du mini-fluid challenge 100 ml et du
mini-fluid challenge 250ml.**

Directeur de thèse : **Docteur BURTIN Philippe**

JURY

Président : **Professeur LEFRANT Jean Yves**

Asseseurs :

Professeur MULLER Laurent

Docteur BURTIN Philippe

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALBAT Bernard	BRUNEL Michel	HUMEAU Claude	MIRO Luis
ALLIEU Yves	CANAUD Bernard	JAFFIOL Claude	NAVARRO Maurice
ALRIC Robert	CHAPTAL Paul-André	JANBON Charles	NAVRATIL Henri
ARNAUD Bernard	CIURANA Albert-Jean	JANBON François	OTHONIEL Jacques
ASENCIO Gérard	CLOT Jacques	JARRY Daniel	PAGES Michel
ASTRUC Jacques	COSTA Pierre	JOURDAN Jacques	PEGURET Claude
AUSSILLOUX Charles	D'ATHIS Françoise	KLEIN Bernard	PELISSIER Jacques
AVEROUS Michel	DEMAILLE Jacques	LAFFARGUE François	PETIT Pierre
AYRAL Guy	DESCOMPS Bernard	LALLEMANT Jean Gabriel	POUGET Régis
BAILLAT Xavier	DIMEGLIO Alain	LAMARQUE Jean-Louis	PUJOL Henri
BALDET Pierre	DUBOIS Jean Bernard	LAPEYRIE Henri	RABISCHONG Pierre
BALDY-MOULINIER Michel	DUJOLS Pierre	LEROUX Jean-Louis	RAMUZ Michel
BALMES Jean-Louis	DUMAS Robert	LESBROS Daniel	REBOUL Jean
BANSARD Nicole	DUMAZER Romain	LOPEZ François Michel	RIEU Daniel
BAYLET René	ECHENNE Bernard	LORIOT Jean	ROCHEFORT Henri
BILLIARD Michel	FABRE Serge	LOUBATIERES Marie Madeleine	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BLARD Jean-Marie	FREREBEAU Philippe	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SAINT AUBERT Bernard
BLAYAC Jean Pierre	GALIFER René Benoît	MARTY ANE Charles	SANCHO-GARNIER Hélène
BLOTMAN Francis	GODLEWSKI Guilhem	MARY Henri	SANY Jacques
BONNEL François	GRASSET Daniel	MATHIEU-DAUDE Pierre	SEGNARBIEUX François
BOURGEOIS Jean-Marie	GUILHOU Jean- Jacques	MEYNADIER Jean	SENAC Jean-Paul
BOUSQUET Jean	GUITER Pierre	MICHEL François-Bernard	SERRE Arlette
BRUEL Jean Michel	HEDON berbard	MION Charles	SOLASSOL Claude
BUREAU Jean-Paul	HERTAULT Jean	MION Henri	VIDAL Jacques
			VISIER Jean Pierre

Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude	LE QUELLEC Alain
BLANC François	MARES Pierre
BONAFE Alain	MAUDELONDE Thierry
BOULENGER Jean-Philippe	MAURY Michèle
BOURREL Gérard	MESSNER Patrick
BRINGER Jacques	MILLAT Bertrand
CLAUSTRES Mireille	MONNIER Louis
DAURES Jean-Pierre	MOURAD Georges
DAUZAT Michel	PREFAUT Christian
DAVY Jean-Marc	PUJOL Rémy
DEDET Jean-Pierre	RIBSTEIN Jean
ELEDJAM Jean-Jacques	SCHVED Jean-François
GROLLEAU RAOUX Robert	SULTAN Charles
GUERRIER Bernard	TOUCHON Jacques
GUILLOT Bernard	UZIEL Alain
JONQUET Olivuer	VOISIN Michel
LANDAIS Paul	ZANCA Michel
LARREY Dominique	

Docteurs Emérites

PRAT Dominique
PUJOL Joseph

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-PH de classe exceptionnelle

ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick	Parasitologie et mycologie
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COMBE Bernard	Rhumatologie
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COTTALORDA Jérôme	Chirurgie infantile
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel	Médecine d'urgence
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive

DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
FRAPIER Jean-Marc	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HERISSON Christian	Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JEANDEL Claude	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JORGENSEN Christian	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
LABAUGE Pierre	Neurologie
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MERCIER Jacques	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques	Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale

TOUITOU Isabelle

Génétique

VANDE PERRE Philippe

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

YCHOU Marc

Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{re} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia

Hématologie ; transfusion

ASSENAT Éric

Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

AVIGNON Antoine

Nutrition

AZRIA David

Cancérologie ; radiothérapie

BAGHDADLI Amaria

Pédopsychiatrie ; addictologie

BLANC Pierre

Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

BORIE Frédéric

Chirurgie viscérale et digestive

BOURDIN Arnaud

Pneumologie ; addictologie

CAMBONIE Gilles

Pédiatrie

CAMU William

Neurologie

CANOVAS François

Anatomie

CAPTIER Guillaume

Anatomie

CARTRON Guillaume

Hématologie ; transfusion

CAYLA Guillaume

Cardiologie

CHANQUES Gérald

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

CORBEAU Pierre

Immunologie

COULET Bertrand

Chirurgie orthopédique et traumatologique

CUVILLON Philippe

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DADURE Christophe

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DAUVILLIERS Yves

Physiologie

DE TAYRAC Renaud

Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale

DE VOS John

Histologie, embryologie et cytogénétique

TOUITOU Isabelle

Génétique

VANDE PERRE Philippe

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

YCHOU Marc

Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{re} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia

Hématologie ; transfusion

ASSENAT Éric

Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

AVIGNON Antoine

Nutrition

AZRIA David

Cancérologie ; radiothérapie

BAGHDADLI Amaria

Pédopsychiatrie ; addictologie

BLANC Pierre

Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

BORIE Frédéric

Chirurgie viscérale et digestive

BOURDIN Arnaud

Pneumologie ; addictologie

CAMBONIE Gilles

Pédiatrie

CAMU William

Neurologie

CANOVAS François

Anatomie

CAPTIER Guillaume

Anatomie

CARTRON Guillaume

Hématologie ; transfusion

CAYLA Guillaume

Cardiologie

CHANQUES Gérald

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

CORBEAU Pierre

Immunologie

COULET Bertrand

Chirurgie orthopédique et traumatologique

CUVILLON Philippe

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DADURE Christophe

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DAUVILLIERS Yves

Physiologie

DE TAYRAC Renaud

Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale

DE VOS John

Histologie, embryologie et cytogénétique

DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Arnaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
GUILLAUME Sébastien	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
GUIU Boris	Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice	Physiologie
HOUEDE Nadine	Cancérologie ; radiothérapie
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOENIG Michel	Génétique
KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LECLERCQ Florence	Cardiologie
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan	Physiologie
MORANNE Olivier	Néphrologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie

PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
TRAN Tu-Anh	Pédiatrie
VERNHET Hélène	Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

BOURGIER Céline	Cancérologie; radiothérapie
CANAUD Ludovic	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
CAPDEVIELLE Delphine	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CLARET Pierre-Géraud	Médecine d'urgence
COLOMBO Pierre-Emmanuel	Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent	Radiologie et imagerie médicale
DAIEN Vincent	Ophtalmologie
DORANDEU Anne	Médecine légale et droit de la santé
FAILLIE Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
FUCHS Florent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
GABELLE DELOUSTAL Audrey	Neurologie
GAUJOUX Viala Cécile	Rhumatologie
GODREUIL Sylvain	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILPAIN Philippe	Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
HERLIN Christian	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brulologie
IMMEDIATO DAIEN Claire	Rhumatologie
JACOT William	Cancérologie ; Radiothérapie
JEZIORSKI Eric	Pédiatrie

JUNG Boris	Médecine intensive-réanimation
KALFA Nicolas	Chirurgie infantile
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes; addictologie
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François	Pédiatrie
ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François	Cardiologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire
STOEBNER Pierre	Dermato-vénérologie

SULTAN Ariane	Nutrition
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie; hygiène hospitalière
VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max	Ophtalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry	Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne	Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

GARCIA Marc

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe - Echelon Exceptionnel

RICHARD Bruno	Médecine palliative
SEGONDY Michel	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

MCU-PH Hors classe

BADIOU Stéphanie	Biochimie et biologie moléculaire
BOULLE Nathalie	Biologie cellulaire
CACHEUX-RATABOUL Valère	Génétique
CARRIERE Christian	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
CHARACHON Sylvie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FABBRO-PERAY Pascale	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GIANSILY-BLAIZOT Muriel	Hématologie ; transfusion

MCU-PH de 1^{re} classe

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BRET Caroline	Hématologie biologique
BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
COSSEE Mireille	Génétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MARTRILLE Laurent	Médecine légale et droit de la santé
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

MOUZAT Kévin

Biochimie et biologie moléculaire

PANABIÈRES Catherine

Biologie cellulaire

RAVEL Christophe

Parasitologie et mycologie

SCHUSTER-BECK Iris

Physiologie

STERKERS Yvon

Parasitologie et mycologie

THEVENIN-RENE Céline

Immunologie

MCU-PH de 2^{ème} classe

BERGOUGNOUX Anne

Génétique

CHIRIAC Anca

Immunologie

DE JONG Audrey

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DU THANH Aurélie

Dermato-vénéréologie

FITENI Frédéric

Cancérologie ; radiothérapie

GOUZI Farès

Physiologie

HERRERO Astrid

Chirurgie viscérale et digestive

HUBERLANT Stéphanie

Gynécologie-obstétrique ; Gynécologie médicale

KUSTER Nils

Biochimie et biologie moléculaire

MAKINSON Alain

Maladies infectieuses, Maladies tropicales

PANTEL Alix

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

PERS Yves-Marie

Thérapeutique; addictologie

ROUBILLE Camille

Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ;
addictologie

SZABLEWSKY

Anatomie et cytologie pathologiques

Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale

MCU-MG de 1^{re} classe

COSTA David

OUDE ENGBERINK Agnès

MCU-MG de 2^{ème} classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice

CARBONNEL François

Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale

CAMPAGNAC Jérôme

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

ANNEE UNIVERSITAIRE
2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Maitres de Conférences des
Universités

Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
CHAZAL Nathalie	Biologie cellulaire

Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine	Neurosciences
BERNEX Florence	Physiologie
CHAUMONT-DUBEL Séverine	Sciences du médicament et des autres produits de santé
DELABY Constance	Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HERBET Guillaume	Neurosciences
LADRET Véronique	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINÉ Sébastien	Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel	Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine	Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent	Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme	Science biologiques, fondamentales et cliniques
MORITZ-GASSER Sylvie	Neurosciences
MOUTOT Gilles	Philosophie
PASSERIEUX Emilie	Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie	Histologie
RAYNAUD Fabrice	Sciences du Médicament et autres produits de santé
TAULAN Magali	Biologie Cellulaire

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Praticiens Hospitaliers Universitaires

BARATEAU Lucie	Physiologie
BASTIDE Sophie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
CAZAUBON Yoann	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
DAGNEAUX Louis	Chirurgie orthopédique et traumatologique
DUFLOS Claire	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
GOULABCHAND Radjiv	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
LATTUCA Benoit	Cardiologie
MARIA Alexandre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SARRABAY Guillaume	Génétique
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

**ANNEE UNIVERSITAIRE
 2020 - 2021**

PERSONNEL ENSEIGNANT

PH chargés d'enseignements

ABOUKRAT Patrick	BLANCHET Catherine	COROIAN Flavia-Oana	GINIES Patrick
AKKARI Mohamed	BLATIERE Véronique	COUDRAY Sarah	GRECO Frédéric
ALRIC Jérôme	BOBBIA Xavier	CRANSAC Frédéric	GUEDJ Anne Marie
AMEDRO Pascal	BOGE Gudrun	CUNTZ Danielle	GUYON Gaël
AMOUREUX Cyril	BOURRAIN Jean Luc	DARDALHON Brigitte	HENRY Vincent
ANTOINE Valéry	BOUYABRINE Hassan	DAVID Aurore	JAMMET Patrick
ARQUIZAN Caroline	BRINGER-DEUTSCH Sophie	DE BOUTRAY Marie	JEDRYKA François
ATTALIN Vincent	BRINGUIER BRANCHEREAU Sophie	DE LA TRIBONNIÈRE Xavier	JREIGE Riad
AYRIGNAC Xavier	BRISOT Dominique	DEBIEN Blaise	KINNE Mélanie
BADR Maliha	BRONER Jonathan	DELPONT Marion	LABARIAS Coralie
BAIS Céline	CADE Stéphane	DENIS Hélène	LACAMBRE Mathieu
BARBAR Saber Davide	CAIMMI Davide Paolo	DEVILLE de PERIERE Gilles	LANG Philippe
BASSET Didier	CARR Julie	DJANIKIAN Flora	LAZERGES Cyril
BATIFOL Dominique	CARTIER César	DONNADIEU-RIGOLE Hélène	LE GUILLOU Cédric
BATTISTELLA Pascal	CASPER Thierry	FAIDHERBE Jacques	LEGLISE Marie Suzanne
BAUCHET Luc	CASSINOTTO Christophe	FATTON Brigitte	LOPEZ Régis
BENEZECH Jean-Pierre	CATHALA Philippe	FAUCHERRE Vincent	LUQUIENS Amandine
BENNYS Karim	CAZABAN Michel	FILLERON Anne	MANZANERA Cyril
BERNARD Nathalie	CHARBIT Jonathan	FITENI Frédéric	MARGUERITTE Emmanuel
BERTCHANSKY Ivan	CHEVALLIER Thierry	FOURNIER Philippe	MARTIN Lucille
BIBOULET Philippe	CHEVALLIER-MICHAUD Josyane	GAILLARD Nicolas	MATTATIA Laurent
BIRON-ANDREANI Christine	COLIN Olivier	GALMICHE Sophie	MEROUEH Fadi
BLANC Brigitte	CONSEIL Mathieu	GENY Christian	MEYER Pierre
BLANCHARD Sylvie	CORBEAU Catherine	GERONIMI Laetitia	MILESI Christophe

MORAU Estelle	SEGURET Fabienne
MOSER Camille	SENESSE Pierre
MOUSTY Eve	SKALLI EI Medhi
MOUTERDE Gaël	SOLA Christelle
PANSARD Nicole	SOULLIER Camille
PERNIN Vincent	STOEBNER DELBARRE Anne
PERRIGAULT Pierre François	TEOT Luc
PEYRON Pierre-Antoine	THIRION Marina
PICARD Eric	VACHIERY-LAHAYE Florence
PICOT Marie Christine	VERNES Eric
PIERONI Laurence	VINCENT Laure
POQUET Hélène	WAGNER Laurent
PUJOL Sarah-Lise	ZERKOWSKI Laetitia
PUPIER Florence	
QUANTIN Xavier	
RAFFARD Laurence	
RAPIDO Francesca	
RIBRAULT Alice	
RICHAUD-MOREL Brigitte	
RIDOLFO Jérôme	
RIPART Sylvie	
RONGIERES Michel	
ROULET Agnès	
RUBENOVITCH Josh	
SANTONI Fannie	
SASSO Milène	
SCHULDINER Sophie	

Remerciements

À notre Maître et Président du Jury,

Monsieur le Professeur LEFRANT

Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'anesthésie-réanimation

Vous me faites l'honneur de présider cette thèse.

Veillez recevoir, Monsieur et cher Maître, l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

Merci pour le temps que vous m'avez accordé et pour votre implication.

À notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur MULLER

Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'anesthésie-réanimation

Je suis honoré de votre présence.

Je vous remercie d'avoir accepté cette invitation.

Veillez recevoir, Monsieur et cher Maître, l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

À notre Maître et Directeur de Thèse,

Monsieur le Docteur BURTIN

Anesthésiste-réanimateur

Veillez recevoir, Monsieur et cher Maître, l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

Merci pour tout ce que tu as fait pour moi et pour ta patience.

À ma famille,

Merci à ma mère, mon père, mes beaux-parents, mon frère et ma sœur pour m'avoir toujours soutenu et pour avoir toujours été là pour moi.

À mes amis,

Merci à Emilie, Thomas et Clémence qui ont vécu l'internat avec moi. Merci pour toutes ces années et tous ces bons souvenirs.

Merci à Marion et Marwan pour nos plus de dix ans d'amitiés. Vous qui avez toujours été là quoi qu'il arrive.

Merci à Camille, Diane, Jane, Maurane, Marilou, Pauline et Romain pour nos années d'externat et pour tous les souvenirs que je partage avec vous.

Merci à Charlène pour nos années passées ensemble, merci pour ton soutien et pour tout ce que tu m'as apporté.

Merci à tous mes co-internes sans qui mon internat n'aurait pas été le même.

À mes collègues,

Merci à l'équipe du bloc et de la réanimation du DAR B avec qui j'ai fait mes premiers pas en anesthésie et qui m'ont permis de n'avoir aucun regret.

Merci à l'équipe de la réanimation de Narbonne, au docteur Cocquet, au docteur Bataille, au docteur Perry et à Nathalie. J'ai énormément appris à vos côtés.

Merci à l'équipe du bloc et de la réanimation de GDC. Merci au professeur Perrigault pour sa confiance.

Merci à toute l'équipe d'AKOME, à l'équipe de la réanimation et du bloc. Ce fut un immense plaisir à travailler avec vous.

Merci à toute l'équipe du bloc Lapeyronie, à l'équipe d'orthopédie et de pédiatrie qui ont tant apporté à ma formation.

Merci à Bertille et Jennifer pour leur bonne humeur.

Merci à Marianne pour sa bienveillance et pour tout ce qu'elle fait pour les internes.

Table des matières

Liste du corps enseignants de l'année universitaire 2020-2021.....	3
Remerciements	21
I. Introduction.....	24
II. Méthode.....	26
III. Résultats.....	31
IV. Discussion.....	37
V. Conclusion	41
VI. Bibliographie	42
VII. Serment.....	44

I. Introduction :

Le remplissage vasculaire est un traitement de première ligne des patients en état de choc et en période péri-opératoire de chirurgie lourde¹. L'hypovolémie entraîne une baisse du débit cardiaque et une ischémie cellulaire associées à une altération du pronostic pour le patient². La surcharge volémique peut être à l'origine de complications morbides liées à l'œdème tissulaire induit³. Les recommandations actuelles préconisent des thérapies hémodynamiques ciblées (Goal Directed Fluid Therapy ou GDFT) pour optimiser la prise en charge hémodynamique des patients et réduire le taux de complications post opératoires ainsi que la durée de séjour à l'hôpital^{4,5}.

L'évaluation de la réponse au remplissage vasculaire par l'utilisation d'indices prédictifs est également une recommandation permettant de limiter la survenue d'un remplissage excessif⁵. Les indices dynamiques basés sur les interactions cardiopulmonaires (variation du volume d'éjection (VVE), variation respiratoire des veines caves inférieure et supérieure)⁶ ou non (lever de jambe passif ou mini fluid challenge 100ml) se sont avérés plus efficaces pour prédire la réponse au remplissage que les indices statiques (pression veineuse centrale (PVC), mesures des diamètres et volumes cavités cardiaques).

Le « mini-fluid challenge » (perfusion de 100 ml en une minute) permet de prédire la réponse au remplissage avec une sensibilité (Se) de 95% et une spécificité (Sp) de 78%⁷. Cette performance a aussi été reproduite au bloc opératoire sur une cohorte de patients de neurochirurgie⁸.

La variation respiratoire du diamètre de la veine cave supérieure (Δ VCS) mesurée par échocardiographie trans-oesophagienne (ETO), a par ailleurs été identifiée comme l'indice le plus performant (Se: 61% ; Sp : 84%) dans une étude multicentrique incluant des patients en état de choc d'étiologie variée⁹.

La performance prédictive de la réponse au remplissage est faiblement étudiée en chirurgie cardiaque avec circulation extra-corporelle (CEC) de l'adulte. Ce domaine présente de nombreuses spécificités liées tant aux patients qu'aux techniques utilisées. Les patients de chirurgie cardiaque sont très fréquemment traités par des diurétiques ou des médicaments vasodilatateurs (IEC) modifiant leur précharge. La dysfonction ventriculaire droite ou gauche, très souvent présente chez ces patients, les rend particulièrement sensibles aux conséquences d'un apport excessif de fluides. Les techniques utilisées et notamment la circulation extra-corporelle

(CEC) peuvent entraîner un syndrome de réponse inflammatoire systémique (SIRS) en post opératoire, responsable d'une activation de la coagulation et de la réponse inflammatoire ainsi que d'une altération du fonctionnement de l'immunité cellulaire et humorale¹⁰. Le SIRS va se surajouter au traumatisme chirurgical et peut devenir un facteur déterminant de la morbidité et de la mortalité postopératoires^{11,12}. Il va se manifester par des dysfonctionnements cardiaques, pulmonaires, rénaux, cognitifs et de la coagulation¹³. La CEC conduit également à l'activation de l'hémostase et induit des réponses immunologiques qui conduisent à une vasoplégie. L'incidence du syndrome vasoplégique en chirurgie cardiaque avec CEC est d'environ 9 %. La mortalité due au syndrome vasoplégique varie généralement de 5 à 15 %, mais peut atteindre 29 % lorsqu'il dure plus de 48 heures¹⁴. La fin de la CEC s'accompagne également d'une injection de protamine qui va entraîner une libération non spécifique d'histamine pouvant conduire à une vasodilatation importante avec une baisse de la pré-charge et de la post-charge. Enfin, la transfusion systématique du volume résiduel du circuit de CEC en fin de procédure constitue un remplissage vasculaire parfois brutal dont la sécurité n'a quasiment jamais été investiguée.

Ces spécificités de la chirurgie cardiaque font que le remplissage vasculaire est très largement utilisé alors même que les patients de chirurgie cardiaque présentent une sensibilité particulière à ces traitements. La chirurgie cardiaque sous CEC est donc une activité dont la sécurité pourrait être améliorée par l'usage d'un indice dynamique performant dans ce contexte.

L'objectif de la présente étude est de comparer les performances des indices dynamiques suivant ΔVCS , mini-fluid challenge et VVE pour prédire l'effet d'un remplissage vasculaire en chirurgie cardiaque avec CEC.

II. Méthodes :

Cette étude rétrospective monocentrique a été réalisée entre le 30/12/2019 et le 29/05/2020 à la Clinique du Millénaire à Montpellier (600 interventions de chirurgie cardiaque par an, 22 lits de soins intensifs). Elle a utilisé rétrospectivement les données des patients qui ont été enregistrées prospectivement. L'étude a été approuvée par l'Institutional Review Board du CHU de Nîmes (IRB #21.05.06)¹⁵. Par ailleurs, tous les patients ou leur représentant ont été informés de cette analyse rétrospective et n'ont pas refusé que leurs données soient utilisées.

Patients :

L'étude concernait tous les patients programmés de chirurgie cardiaque (remplacement valvulaire et pontage aorto-coronarien (PAC)).

Critères d'inclusion :

- Patient(e) \geq 18 ans.
- Patients en rythme sinusal et chez qui un examen échocardiographique transthoracique (ETT) préopératoire a été effectué.
- Patients chez qui le volume du cell-saver était $>$ 500 ml après la fin de la CEC.

Critères de non-inclusion :

- Les patients qui ont refusé de participer
- Patients nécessitant une chirurgie cardiaque en urgence
- Patients présentant une arythmie cardiaque (au départ ou à la fin de la CEC)
- Patients pour lesquels une maladie de l'œsophage contre-indiquait l'utilisation de l'échocardiographie transœsophagienne (ETO).
- Patients chez qui l'ETO n'a pas pu être réalisée
- Les patients chez qui le volume du cell-saver était $<$ 500 ml après la fin de la CEC.
- Les patients présentant une instabilité hémodynamique. Celle-ci étant définie comme une pression artérielle systolique $<$ 90 mmHg et/ ou la nécessité d'introduire un support

vasopresseur par noradrénaline ou de la dobutamine pour maintenir la pression artérielle systolique > 90 mmHg.

Critères d'exclusion :

- Données échographiques ou hémodynamiques incomplètes.
- Patients en arythmie post CEC.
- Anomalies du monitoring hémodynamique

Procédure anesthésique :

Les patients avaient respecté un jeun d'au moins 6 heures et étaient prémédiqués à leur arrivée au bloc opératoire avec du Midazolam et de la Kétamine.

L'anesthésie a été induite par du propofol et du rémifentanil en perfusion contrôlée par cible (TCI) et est maintenue par du propofol ou du sévoflurane en combinaison avec du rémifentanil en TCI. La profondeur de l'anesthésie a été ajustée pour maintenir l'indice d'état du patient (PSi) de Masimo (SedLine®) entre 25 et 50. Le cisatracurium a été utilisé pour faciliter l'intubation trachéale et a été maintenu à une dose de 0,10 mg/kg/heure. Une ventilation protectrice a été appliquée avec un volume courant (Vt) de 7 ml/kg (poids corporel idéal) et une pression expiratoire positive comprise entre 5 et 8 cmH₂O. La fraction inspirée d'oxygène a été ajustée pour un objectif de saturation > 95 %.

Monitoring et équipement du patient :

La surveillance des patients comprenait un tracé ECG, une surveillance de la saturation artérielle en oxygène, une mesure invasive de la pression artérielle à l'aide d'un cathéter artériel radial couplé à un FloTrac (FloTrac EDWARDS Life science, IRVINE ; USA) et un cathéter veineux central. La sonde d'ETO (General Electric Vivid S7 ; GE Healthcare, Chicago, USA) a été insérée après l'induction anesthésique et l'intubation trachéale.

L'ETO permet de mesurer :

- Les ondes E et A du flux mitral ont été mesurées en Doppler pulsé sur la coupe 4 cavités au milieu de l'œsophage.

- L'onde E' latérale et l'onde S' latérale ont été mesurées en Doppler tissulaire sur la coupe 4 cavités au niveau de l'œsophage moyen.

- L'intégrale vitesse-temps du flux aortique (ITV Ao) en Doppler pulsé a été déterminée au niveau de l'anneau aortique en utilisant une coupe trans-gastrique à 0° ou 120°.

- La veine cave supérieure (VCS) a été mesurée à partir d'une coupe long axe, en utilisant le mode bidimensionnel pour diriger le mode M. A partir de cette vue, le diamètre de la VCS à l'inspiration et à l'expiration au moment de l'onde T et du QRS a été mesuré. L'indice de variabilité de la VCS, ou variabilité de la VCS (ΔVCS), c'est-à-dire la diminution inspiratoire du diamètre de la VCS, a été déterminé selon le quotient suivant exprimé en pourcentage :

$$\Delta VCS = \frac{\text{diamètre maximal à l'expiration} - \text{diamètre minimal à l'inspiration}}{\text{diamètre maximal à l'expiration}} * 100$$

Paramètres cardio-respiratoires : la saturation artérielle en oxygène, la fraction expirée de CO₂, la fréquence cardiaque, la pression artérielle (systolique, diastolique et moyenne) ont été mesurées à la fin de la CEC après la fermeture du sternum (ligne de base =T0) et après la fin de la provocation liquidienne (T500).

Le débit cardiaque (Qc), le volume d'éjection (VE) et sa variation en fonction du cycle respiratoire (VVE) ont été enregistrés via un système FloTrac/Vigileo (Edwards Lifesciences) à T0, et après une perfusion de 100 (T100), 250 (T250) et 500 (T500) ml.

La variation du volume d'éjection (ΔVE) a été déterminé selon la formule suivante exprimé en pourcentage :

$$\Delta VE = \frac{VE_{fc} - VE_{baseline}}{Ve_{baseline}} * 100$$

Procédure chirurgicale :

Tous les patients ont été opérés par sternotomie. La CEC a été conduite après canulation cavo-aortique sur une console GETINGUE HL 20 (Getingue – Goteborg, Suède) en normothermie et hémodilution. La cardioplégie a été induite et entretenue par perfusion coronaire sélective d'un mélange sang / Potassium / Magnésium en normothermie.

Protocole :

A la fin de la CEC, une ETO est classiquement réalisée pour une évaluation globale de la fonction cardiaque. La réponse au remplissage est classiquement évaluée en réinjectant le liquide du volume résiduel du circuit CEC après traitement par un cell-saver (Medtronic - Minneapolis - USA). Au cours de la période concernée, le volume résiduel du circuit de CEC a été administré de manière séquentielle : 100 ml, puis 150 ml et enfin 250 ml, avec des mesures hémodynamiques et échographiques à chaque étape. Cette administration séquentielle a ainsi permis l'analyse rétrospective des données recueillies dans notre étude.

Paramètres mesurés :

Les caractéristiques des patients, notamment l'âge, le sexe, la taille, le poids, l'Euroscore et les comorbidités ont été enregistrées au départ.

Le score inotrope¹⁶ a été calculé de la manière suivante :

$$\text{Inotrope score} = \text{dopamine dose } [\mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}] + \text{dobutamine } [\mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}] + 100 \times \text{adrénaline dose } [\mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}] + 50 \times \text{levosimendan dose } [\mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}] + 10 \times \text{milrinone dose } [\mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}] + 10\,000 \times \text{vasopressin } [\text{units kg}^{-1} \text{ min}^{-1}] + 100 \times \text{noradrénaline dose } [\mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}]$$

en utilisant la dose maximale de perfusion au cours des 24 premières heures post-opératoires.

Objectifs de l'étude :

L'objectif principal de l'étude était de comparer les performances diagnostiques des indices dynamiques en chirurgie cardiaque avec CEC.

Le critère de jugement principal était le caractère répondeur ou Non-répondeur défini par une augmentation du volume d'éjection systolique mesuré par FloTrac > 15% après l'administration des 500 ml de sang du Cell-Saver. Les patients ne remplissant pas ce critère étaient classés comme Non – répondeurs (NREP).

Analyse statistique :

Les analyses ont été menées au moyen de licences commerciales du logiciel MedCalc (MedCalc Software bv, Ostende, Belgique) et du logiciel Statsdirect 3 (Statsdirect, Merseyside, Royaume Uni).

Deux groupes ont été constitués : patients répondeurs (REP) ou Non-répondeurs (NREP) en fonction de la réponse au remplissage vasculaire par le FloTrac.

Nombre de sujets nécessaires :

L'hypothèse initiale est que l'analyse du contour de l'onde de pouls avec le Flow Trac permet de diagnostiquer une augmentation du débit cardiaque $> 15\%$ avec une courbe ROC (et son intervalle de confiance $> 0,75$)^{7,17}. Si 50 % des patients répondent à la provocation liquidienne initiale, 39 patients étaient nécessaires. En tenant compte des patients avec des données inexploitable, nous avons décidé d'inclure 48 patients.

Les paramètres quantitatifs sont exprimés en valeur moyenne \pm écart-type (ET) ou en valeur médiane avec interquartile [IQ]. Les paramètres qualitatifs sont exprimés en nombre absolu et avec pourcentages.

Les groupes REP et NREP sont comparés par :

- ❖ Test de KHI2 et Fisher Exact test pour les variables catégorielles.
- ❖ Test t de Student pour les variables numériques.
- ❖ Des courbes ROC (Receiver Observer Chart) sont construites pour chaque indice dynamique étudié et comparées.
- ❖ Pour chaque indice dynamique étudié la sensibilité (Se), la spécificité (Sp), la valeur prédictive positive (VPP), la valeur prédictive négative (VPN), l'aire sous la courbe ROC (ASC) sont calculées.

Une valeur $p < 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative.

III. Résultats :

48 patients ont été inclus (39 hommes). Un patient (2%) est décédé au cours de l'hospitalisation. 18 patients ont été classés « Répondeurs » (38%) au terme du remplissage vasculaire (Figure 1).

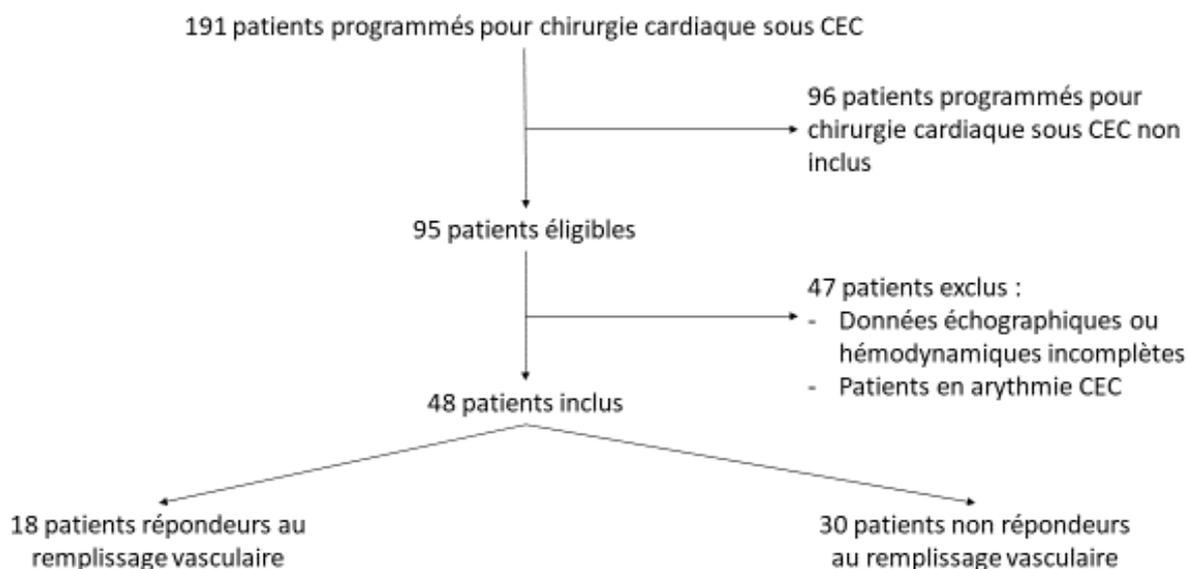


Figure 1 Flow chart

Caractéristiques pré et per opératoires des patients (tableau 1) :

En pré opératoire, les deux groupes différaient pour la fréquence des ARA – II (antagoniste des récepteurs à l'angiotensine 2) ($p=0,0013$) et l'Euroscore ($p=0,0008$).

En per opératoire, il y avait une proportion plus importante d'anesthésie avec des halogénés dans le groupe non répondeur ($p = 0,009$).

	Série Complète N=48			Répondeurs N=18			Non Répondeurs N=30			p	IC 95%
	n	Moyenne	+/- DS	n	Moyenne	+/- DS	n	Moyenne	+/- DS		
Age	48	68,2	8,13	18	69,5	7,76	30	67,4	8,37	0,38	
Sexe (Homme/femme)	48	39/9		18	15/ 3		30	24/6			
Taille (cm)	48	171,0	7,39	18	170,1	6,58	30	171,6	7,89	0,49	
Poids (kg)	48	79,8	13,87	18	79,3	15,92	30	80,1	12,76	0,84	
EUROSCORE	48	3,5	2,2	18	4,8	2,09	30	2,7	1,89	0,0008	[-3,28 à -0,92]
Euroscore %	48	3,2	2,58	18	4,7	3,42	30	2,3	1,3	0,0092	[-4,17 à -0,67]
FEVG	48	54,7	9,79	18	51,2	11,66	29	56,8	7,97	0,054	
DFG	47	79,3	19,01	18	75,7	23,64	30	81,6	15,52	0,35	
Durée de la CEC (min)	48	69,6	18,74	18	71,2	13,89	30	68,6	21,3	0,64	
Temps de clampage (min)	48	55,4	14,3	18	56,9	12,16	26	54,5	15,57	0,56	
Hématocrite per-CEC	44	29,5	4,33	18	29,6	4,87	29	29,4	4,02	0,85	
Acide Lactique FC 500	41	1,9	0,74	14	1,5	0,51	27	2,1	0,79	0,0332	[0,04 à 0,98]
Dobutrex µg/kg/min	48	0,4	1,7	18	0,5	2,12	30	0,3	1,46	0,34	
Noradrenaline µg/kg/min	48	1,5	2,42	18	1,2	2,14	30	1,7	2,59	0,25	
Inotrope score	48	5,6	9,7	18	5,1	9,89	30	5,9	9,78	0,4	
Durée de séjour (j)	46	12,4	6,4	17	11,5	3,39	29	13,0	7,72	0,23	
	n	Pourcentage		n	Pourcentage		n	Pourcentage			
Anesthésie (sévoflurane/ propofol)	25/23	52%/48%		5/13	27,7%/72,3%		20/10	66,7%/33,3%		0,009	
CHIRURGIE	48			18			30			NS	
remplacement valvulaire	17	35,4%		7	38,9%		10	33,3%			
pontage coronarien	25	52,1%		10	55,6%		15	50,0%			
chirurgie combiné	6	12,5%		1	5,6%		5	16,7%			
COMORBIDITES											
Cardiomyopathie ischémique	21	43,8%		10	55,6%		11	37%		NS	
Cardiopathie non ischémique	8	16,5%		4	22,2%		4	13%		NS	
BPCO / SAS	4	8,5%		2	11,1%		2	7%		NS	
IRC	2	4,3%		2	11,1%		0	0%		NS	
Diabète	13	27,0%		7	38,9%		6	20%		NS	
TRAITEMENT											
B Bloquant	24	49,0%		9	50,0%		15	50,0%		NS	
IEC	11	22,4%		2	11,1%		9	30,0%		NS	
ARA II	14	28,6%		10	55,6%		4	13,3%		0,0013	
Statine	29	59,2%		12	66,7%		17	56,7%		NS	
Anti-agrégant plaquettaire	33	67,3%		14	77,8%		19	63,3%		NS	
Anti diabétique	12	24,5%		7	38,9%		5	16,7%		NS	
Anticoagulant oraux	1	2,0%		0	0		1	3,4%		NS	

Tableau 1 : Caractéristiques de la population et comparaison entre les répondeurs et les non répondeurs.

FEVG = fraction d'éjection systolique ; DFG = débit de filtration glomérulaire ; CEC = circulation extracorporelle ; BPCO = broncopneumopathie obstructive ; SAS = syndrome d'apnée du sommeil ; IRC = insuffisance rénale chronique ; IEC = inhibiteur de l'enzyme de conversion ; ARA II = antagoniste des récepteur à l'angiotensine 2

Remplissage vasculaire

À l'état de base, les seules différences statistiques entre les deux groupes étaient sur le VE et le Qc qui étaient inférieurs dans le groupe répondeur.

❖ Données de remplissage séquentiel.

Le ΔVE est significativement plus élevé dans le groupe répondeur aux 2 points de mesure après FC 100 et FC 250 (Tableau 2).

❖ Données de fin de remplissage (FC 500).

Il n'y a pas de différence entre le groupe répondeur et le groupe non répondeur pour : le Qc, le VE, le rapport E/A, le rapport E/e' et l'ITV sous aortique.

Les caractéristiques hémodynamiques sont résumées dans le tableau 2.

	Série Complète			Répondeurs			Non Répondeurs			p	IC 95%
	n	Moyenne	+/- DS	n	Moyenne	+/- DS	n	Moyenne	+/- DS		
T0											
Fréquence cardiaque	47	83,6	17,3	17	86,0	18,7	30	82,3	16,6	0,48	
Pression systolique	47	91,8	12,4	17	92,8	12,6	30	91,2	12,5	0,68	
Pression diastolique	47	53,0	9,3	17	53,8	9,5	30	52,6	7,7	0,65	
pression moyenne	47	65,5	8,3	17	65,4	10,8	30	65,6	8,5	0,95	
capnie	46	32,2	3,8	16	31,8	4,2	30	32,3	3,6	0,66	
Saturation	48	98,9	1,7	18	99,1	1,2	30	98,8	1,9	0,52	
Qc	47	4,3	0,9	17	3,9	0,8	30	4,5	0,9	0,045	[0,01 - 1,04]
ITV Ao	45	17,1	4,3	16	16,7	1,3	30	17,3	1,4	0,63	
E/A	39	1,3	0,7	12	1,5	1,1	27	1,2	0,4	0,39	
E/e'	31	8,4	3,3	8	7,9	2,9	23	8,5	3,4	0,62	
VVE Baseline	46	14,3	5,4	17	14,5	5,5	29	14,2	1,4	0,86	
VE	48	54,0	12,0	18	47,6	8,8	30	57,9	12,1	0,0031	[3,64 - 6,87]
VCS Ins QRS	47	16,5	5,1	17	15,1	5,9	30	17,2	4,4	0,15	
VCS Ins T	42	16,9	5,3	12	16,4	7,0	30	17,1	4,6	0,58	
VCS Exp QRS	47	18,1	4,8	17	17,2	5,1	30	18,7	4,6	0,27	
VCS Exp T	42	18,8	5,0	12	18,6	6,2	30	18,9	4,6	0,65	
Δ (Ins/Exp) VCS QRS	42	10%	1,35	12	14%	0,14	30	80%	0,08	0,04	[0,002 - 0,12]
Δ (Ins/Exp) VCS T	42	11%	0,12	12	14%	0,13	30	10%	0,11	0,27	
Δ (Ins/Exp) VCS absolue	47	16%	0,1	17	18%	0,11	30	15%	0,1	0,41	
T100											
ITV Ao	45	17,2	4,0	16	16,9	4,4	29	17,4	3,9	0,69	
VE FC 100	46	56,0	13,2	18	54,4	11,4	28	57,0	14,3	0,52	
Δ VE FC100	46	3%	0,14	18	11%	0,13	28	-3%	0,13	0,0009	[0,06 - 0,21]
T250											
ITV FC 250	45	16,3	5,7	16	18,4	5,2	29	15,1	5,6	0,065	
VE FC 250	46	56,8	12,8	18	56,6	10,8	28	56,9	14,1	0,94	
Δ VE FC250	46	7%	0,15	18	19%	0,11	28	-1%	0,11	0,0001	[0,14 - 0,27]
T500											
Fréquence cardiaque	43	82,3	20,6	14	84,4	24,0	29	81,3	19,2	0,65	
Pression systolique	43	107,1	11,6	14	110,1	13,9	29	105,7	10,3	0,24	
Pression diastolique	43	61,7	7,8	14	62,4	9,0	29	61,3	7,3	0,66	
pression moyenne	43	75,0	8,4	14	74,9	8,9	29	75,1	8,3	0,92	
capnie	42	32,4	3,7	13	32,0	4,5	29	32,5	3,4	0,68	
Saturation	43	99,3	1,3	14	99,1	1,5	29	99,3	1,2	0,52	
Qc FC 500	32	4,4	1,1	7	4,6	1,0	25	4,4	1,2	0,65	
ITV Ao FC 500	45	17,5	4,0	16	18,7	4,1	29	16,8	3,8	0,12	
E/A FC 500	36	1,3	0,5	10	1,0	0,5	26	1,4	0,5	0,09	
E/e' FC 500	29	8,6	2,5	6	7,8	2,3	23	8,9	2,6	0,34	
VE FC 500	48	59,5	13,6	18	61,4	11,4	30	58,4	14,8	0,47	
Δ VE FC 500 %	48	11%	0,19	18	30%	0,15	30	0,25%	0,1	0,0001	[0,22 - 0,37]

Tableau 2 : Caractéristiques hémodynamiques et comparaison entre les répondeurs et les non répondeurs

Qc = débit cardiaque ; ITV = intégral temp vitesse sous aortique ; VCS = veine cave supérieur ; Ins = inspiratoire ; Exp = expiratoire ; VVE = variation du volume d'éjection ; VE= volume d'éjection ; FC = fluid challenge

Données post-procédurales:

La dose de Dobutamine (DOBUTREX^R) ou de Noradrenaline^R à l'arrivée en réanimation, le score inotrope, la durée de séjour hospitalier et la mortalité hospitalière étaient similaires entre les groupes. Le taux d'acide lactique à l'arrivée en réanimation était plus élevé dans le groupe non répondeur (REP 1,5+/-0,5 mmol/l vs NREP 2,1+/-0,79 ; p=0,0332 ; IC 95% [0,04 ; 0,98]) (tableau 1).

Prédiction de l'effet du remplissage vasculaire :

La variation du VE (Δ VE) après remplissage séquentiel FC 100 et FC 250 offrent une performance significativement supérieure par rapport à la variation respiratoire de la VCS ou le VVE (figure 3 et tableau 3). La meilleure performance est atteinte pour le FC250 avec une aire sous la courbe à 0,96 avec une sensibilité à 94,4% et une spécificité à 92,8% (p<0,0001 ; IC95% [0,85 ; 0,95]) (figure 3 et tableau 3).

	ASC	IC 95 %	Valeur seuil	Sensibilité	Spécificité	Valeur prédictive positive	Valeur prédictive négative	p
FC 100 (n=46)	0,83	[0,69 ; 0,91]	6%	77,7%	89,3%	82,3%	86,2%	<0,0001
FC 250 (n=46)	0,96	[0,85 ; 0,99]	10%	94,4%	92,8%	89,4%	96,2%	<0,0001
Δ VCS Absolue (n=47)	0,59	[0,44 ; 0,73]	10%	82,3%	43,3%	45,1%	81,2%	0,3145
VVE (n=46)	0,52	[0,36 ; 0,67]	14%	64,7%	48,3%	42,3%	12,9%	0,8587

Tableau 3 : Comparaison des différents paramètres pour prédire la réponse au remplissage.

FC = Fluid challenge ; VCS = veine cave supérieur ; VVE = variation du volume d'éjection ; ASC : aire sous la courbe

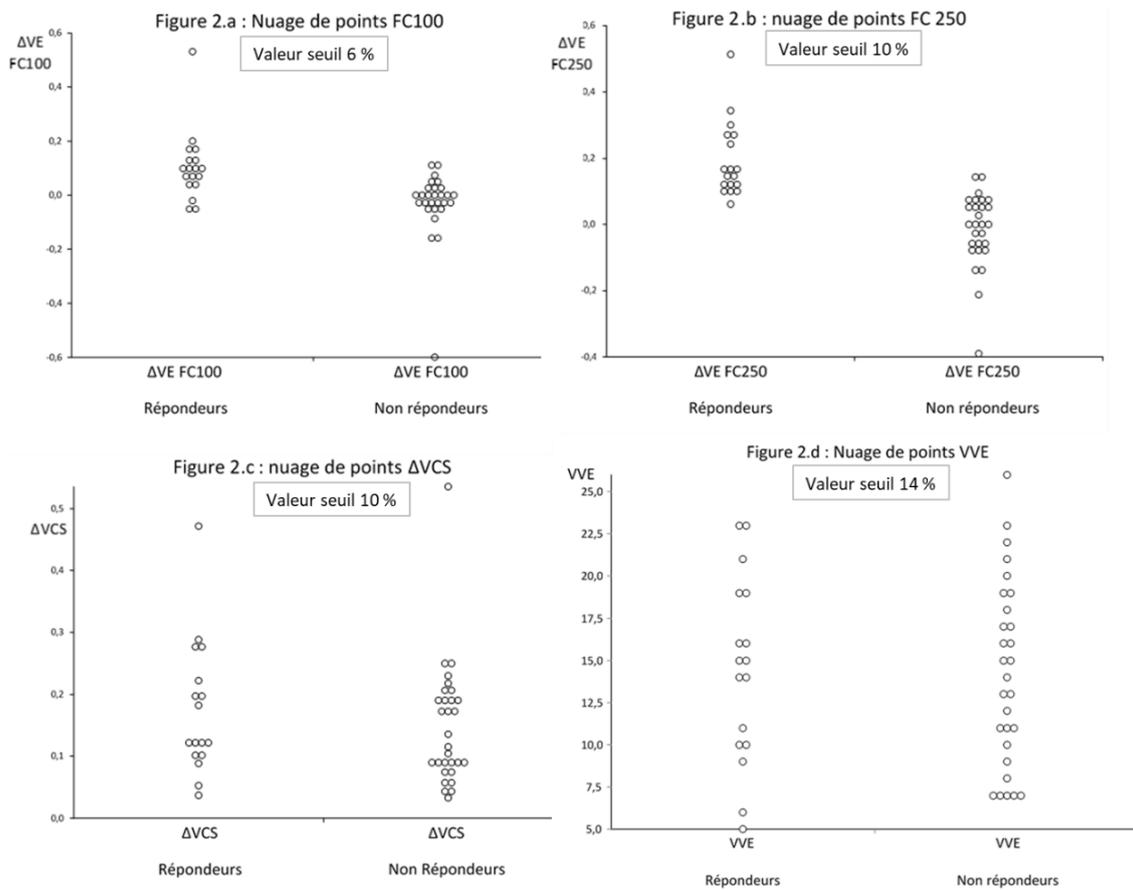


Figure 2 : les variations individuelles entre répondeurs et non répondeurs pour le ΔVE après FC 100 (figure 2.a), pour le ΔVE après FC 250 (figure 2.b), pour le ΔVCS (figure 2.c) et pour le VVE (figure 2.d).

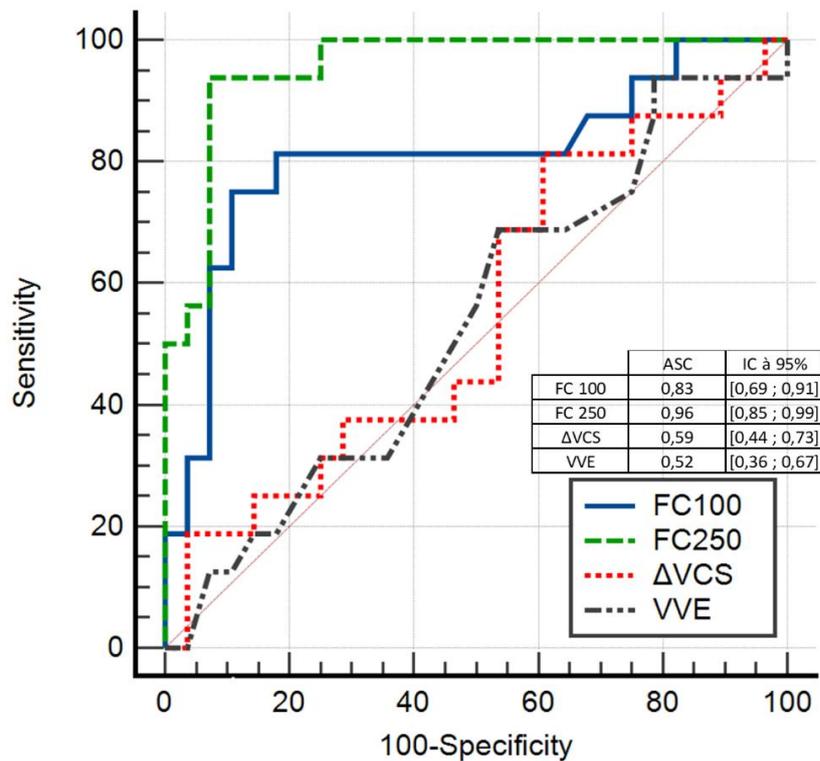


Figure 3 : Comparaison des courbes ROC pour le FC100, le FC250, le ΔVCS et le VVE.

Le tableau 4 montre la comparaison par paires des ASC pour chaque paramètre étudié. Il existe une différence significative pour les ASC entre le FC100 et le FC250 ($p=0,049$; IC95% [0,0006-0,292]) (tableau 4). Les mini fluid challenge 100ml et 250ml ont des ASC significativement meilleures que celle du VVE et du Δ VCS. Il n'y a pas de différence significative pour le ASC entre le Δ VCS et le VVE ($p=0,92$; IC95% [-0,24 ; 0,27]).

	IC95%	p
Δ VE FC250 vs Δ VE FC100	[0,0006 ; 0,29]	0,049
Δ VE FC250 vs Δ VCS	[0,22;0,59]	0,0001
Δ VE FC250 vs VVE	[0,23 ; 0,61]	0,0001
Δ VE FC100 vs Δ VCS	[0,02 ; 0,5]	0,033
Δ VE FC100 vs VVE	[0,004 ; 0,54]	0,047
Δ VCS vs VVE	[-0,24 ; 0,27]	0,9182

Tableau 4 : Comparaison par paires des différentes courbes ROC.

VE : volume d'éjection ; FC= fluid challenge ; Δ VCS= variation de la veine cave supérieure , VVE= variation du volume d'éjection

IV. DISCUSSION :

Dans cette étude évaluant le remplissage vasculaire post CEC chez 48 patients adultes programmés pour une chirurgie valvulaire ou coronaire, 38 % des patients étaient répondeurs à une expansion volémique de 500 ml. Pour prédire l'effet du remplissage vasculaire, le FC 100 et le FC 250 étaient plus fiables que le Δ VCS et le VVE.

Concernant le VVE, Reuter et coll¹⁸ ont montré dans une étude prospective sur 20 patients ventilés de chirurgie cardiaque que le VVE pouvait prédire la réponse au remplissage et améliorer la prise en charge hémodynamique. Des résultats similaires avaient été rapportés par la même équipe chez 15 patients avec une fonction cardiaque altérée sous ventilation mécanique¹⁹.

Concernant le Δ VCS, Vieillard-Baron et al²⁰ ont montré que la variabilité respiratoire de la veine cave supérieure était le reflet d'un remplissage vasculaire insuffisant et pouvait être corrigée par le remplissage vasculaire. De plus dans une autre étude, Vieillard baron et al²¹ ont montré qu'une variabilité respiratoire de la veine cave supérieure > 36% était prédictive d'une augmentation de volume d'éjection de 11% avec une sensibilité de 90% et une spécificité de 100% chez des patients en choc septique. Vignon et al⁹ ont montré que le Δ VCS a une plus grande spécificité pour identifier la réponse au remplissage chez des patients souffrant d'insuffisance circulatoire aiguë. Le Δ VCS a une plus grande précision diagnostique que le Δ VCI et le Δ PP. Mais dans cette étude la valeur seuil de variation est de 21%. Dans notre étude, le Δ VCS est moins performant que dans les études précédentes. Le type de patient (réanimation versus la période post CEC immédiate), l'utilisation d'un volume courant de ventilation protectrice (7 ml/kg) et un effet post CEC immédiat pourraient expliquer ces différences.

L'utilisation du mini-fluid challenge en chirurgie cardiaque après CEC est assez nouvelle. Muller et al⁷ ont montré qu'une augmentation de l'ITV de 10% mesuré en ETT après un mini fluid challenge de 100ml de colloïde est un facteur prédictif d'une réponse au remplissage chez des patients de réanimation en ventilation mécanique souffrant d'insuffisance circulatoire aiguë.

Biais et al⁸ ont montré dans une étude prospective chez 44 patients que l'administration de 100ml de cristalloïde pouvait prédire l'effet de l'administration de 250 ml de cristalloïde chez des patients sous ventilation mécanique et sous anesthésie générale pour une intervention neurochirurgicale.

Toutefois le mini fluid challenge reste peu étudié au bloc opératoire et notamment en chirurgie cardiaque. Evgenia V. Fot et al ²² dans une étude observationnelle prospective chez 32 patients ont montré que le mini fluid challenge permettrait de prédire la réponse au remplissage après un pontage coronarien sans pompe. Dans cette étude une variation de plus de 2% du volume d'éjection systolique était prédictive d'une réponse au remplissage. Smorenberg et al ²³ ont montré, chez 21 patients de réanimation, qu'une augmentation du débit cardiaque de 5% mesuré par contour de l'onde de pouls pouvait prédire une réponse au remplissage en chirurgie cardiaque. De façon similaire, Hollmann Aya et al²⁴ ont montré que la dose de fluides utilisée pour une épreuve de remplissage vasculaire pouvait modifier la proportion entre répondeurs et non répondeurs dans une cohorte de patients en postopératoire. Ainsi, un remplissage d'au moins 4 mL/Kg augmente la pression systémique moyenne et permettait de détecter de manière fiable les répondeurs et les non-répondeurs. Ces résultats étaient toutefois acquis en différenciant les répondeurs des non-répondeurs par des indices statiques.

Ces études concordent avec nos résultats et semblent suggérer que le mini fluid challenge avec 100 ml pourrait permettre de prédire la réponse au remplissage chirurgie cardiaque avec CEC. L'utilisation d'un mini fluid challenge de 250 ml pourrait mieux discriminer les répondeurs et non répondeurs. Cependant, le risque de surcharge est plus important notamment dans une population où quasiment 2/3 des patients de chirurgie cardiaque ne sont pas répondeurs au remplissage vasculaire.

Portée clinique

La recherche d'un outil pour prédire la réponse au remplissage est nécessaire en chirurgie cardiaque car :

- Un grand nombre de patients sont non répondeurs. Or la surcharge hydrique est un déterminant du pronostic en chirurgie cardiaque (défaillance VG, complications respiratoires) ^{2,3}.
- La performance du FC 100 montrée ici pour la première fois permet d'envisager une détection des non répondeurs au prix d'un remplissage plus faible et ainsi de diminuer les risques de complications liées à un remplissage excessif. En effet la réalisation de mini fluid challenge permet de réduire l'administration de fluide en limitant le remplissage vasculaire inutile.

- La performance médiocre du ΔVCS montre qu'il est nécessaire de rechercher d'autres indices échographiques pour prédire la réponse au remplissage et optimiser la prise en charge hémodynamique des patients en post opératoire de chirurgie cardiaque. Et ce d'autant plus que le syndrome vasoplégique induit par la CEC est fréquent et à l'origine d'une morbi-mortalité importante.
- La phase post CEC de la chirurgie cardiaque est une situation unique au cours de laquelle les modifications hémodynamiques sont nombreuses et plurifactorielles. Ainsi, la transposition des résultats obtenus dans des situations de réanimation doit être vérifiée dans ce contexte spécifique. Il ressort de nos résultats que le mini-fluid challenge est une technique utilisable en chirurgie cardiaque alors que la variation respiratoire de la VCS n'offre pas d'intérêt.
- Nos résultats montrent que la transfusion sans contrôle hémodynamique précis du résidu centrifugé de CEC pourrait potentiellement être une pratique à risque au regard de la proportion de taux de non-répondeurs. Néanmoins, aucun événement de surcharge volémique n'a été identifié dans notre cohorte et il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes sur les pressions de remplissage. Il est cependant important de souligner que certaines de ces mesures ne sont pas validées car elles concernent des remplacements valvulaires. Une explication possible de ces résultats pourrait être liée à la nature du soluté de remplissage. Le sang du cell-saver peut ne pas avoir les mêmes propriétés que les cristalloïdes. Cependant, il a l'avantage de fournir de l'oxygène aux tissus et il ne représente qu'une partie de la perte sanguine du patient.

Un des intérêts majeurs du mini-fluid challenge est qu'il est réalisable en ventilation spontanée contrairement aux autres indices dynamiques. Il pourrait donc être également utilisé en post opératoire après l'extubation des patients et ce d'autant plus qu'une échographie transthoracique est difficilement réalisable chez ces patients. De plus, notre variation du volume d'éjection a été mesurée grâce à une analyse du contour de l'onde pouls, ce qui est facilement applicable en réanimation.

Limites

Les principales limites de cette étude sont :

- Le caractère monocentrique, en effet tous les patients ont été pris en charge par la même équipe et les pratiques peuvent varier d'un centre à l'autre. Ainsi le type d'anesthésie pourrait influencer les résultats. Dans notre étude, la proportion d'anesthésie par sévoflurane était plus importante dans le groupe non répondeur. Le nombre de sujets inclus dans notre étude ne permet pas de conclure à un effet de l'anesthésie sur la proportion entre répondeurs et non répondeurs. Les propriétés inotropes négatives des halogénés pourraient modifier les résultats.
- le caractère « rétrospectif » qui limite la puissance de notre étude. Cependant, la collecte des données est réalisée classiquement pour ce type d'intervention et le nombre de données manquantes est très faible.
- Notre étude incluait différents types de chirurgie avec CEC avec des caractéristiques péri-opératoires différentes. Le remplacement valvulaire va entraîner une modification des conditions de charge du cœur de manière brutale tandis qu'un pontage coronarien, en améliorant la fraction d'éjection peut permettre une plus grande souplesse au changement de condition de charge.
- Le monitoring du débit cardiaque par mesure du contour de l'onde de pouls sans calibrage. Cette technologie peut être défaillante en cas de vasoplégie et/ou de grands changements dans les résistances vasculaires systémiques, mais elle permet tout de même d'estimer les changements du débit cardiaque induits par l'expansion volémique^{25,26}. Le gold standard est la mesure par thermo-dilution par cathéter artériel pulmonaire. Cette technique peut être à l'origine de complication et nécessite un temps d'insertion assez long. Son utilisation systématique en chirurgie coronaire n'a pas fait la preuve de son efficacité²⁷.
- L'utilisation du sang récupéré par le cell-saver plutôt qu'un cristalloïde comme la plupart des études sur la réponse au remplissage. Le sang du cell-saver n'est pas un soluté de remplissage à proprement parler. Ces propriétés peuvent différer des solutés de remplissage conventionnels. Plusieurs études suggèrent que les colloïdes et les cristalloïdes ne sont pas interchangeables en termes d'expansion volémique^{28,29}, il en va certainement de même avec le sang du cell-saver. De plus, le sang du cell-saver est du sang lavé qui peut contenir des cytokines pro inflammatoire favorisant la vasoplégie et pouvant donc par conséquent limiter son pouvoir d'expansion. Il n'existe pas de définition consensuelle concernant la nature du liquide pour le

mini fluid challenge, ainsi les études sont très hétérogènes. De plus, il n'existe pas non plus d'études sur la réponse au remplissage avec du sang récupéré par cell-saver.

- L'absence de quantification des solutés reçus par le patient durant l'intervention. En per opératoire l'administration de fluide se faisait en fonction de l'anesthésiste, il n'y avait pas de stratégie protocolisée. Ainsi, les patients pouvaient recevoir des solutés selon une stratégie plutôt restrictive ou alors libérale.

- Le recueil des données commencé après la fermeture du sternum, sélectionne des patients stables sur le plan hémodynamique.

- Enfin, il existe un couplage mathématique entre la réponse au remplissage et le mini fluid challenge et ce d'autant que l'évaluation est toujours faite avec le même matériel. Les chances d'être répondeur au remplissage sont d'autant plus grandes que le volume du fluid challenge est important. Cependant, la technique FloTrac permet grâce à ces indices de surveiller en direct l'effet du remplissage vasculaire avec possibilité de l'interrompre à tout moment.

V. Conclusion :

Le mini fluid challenge permet de prédire la réponse au remplissage en sortie de CEC en chirurgie cardiaque contrairement aux indices dynamiques basés sur les interactions cœur poumon comme le ΔVCS .

Références

1. Vincent J-L, De Backer D: Circulatory Shock. Finfer SR, Vincent J-L, eds. (ed): *N. Engl. J. Med.* 369:1726–34, 2013
2. Benes J, Kirov M, Kuzkov V, et al: Fluid Therapy: Double-Edged Sword during Critical Care? *BioMed Res. Int.*:15,
3. Silva JM, de Oliveira AMR, Nogueira FAM, et al: The effect of excess fluid balance on the mortality rate of surgical patients: a multicenter prospective study. *Crit. Care* 17:R288, 2013
4. Donati A, Loggi S, Preiser J-C, et al: Goal-Directed Intraoperative Therapy Reduces Morbidity and Length of Hospital Stay in High-Risk Surgical Patients. *Chest* 132:1817–24, 2007
5. Bendjelid K: Fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a review of indices used in intensive care. :10,
6. Marik PE, Lemson J: Fluid responsiveness: an evolution of our understanding. *Br. J. Anaesth.* 112:617–20, 2014
7. Muller L, Toumi M, Bousquet P-J, et al: An Increase in Aortic Blood Flow after an Infusion of 100 ml Colloid over 1 Minute Can Predict Fluid Responsiveness: The Mini-fluid Challenge Study. *Anesthesiology* 115:541–7, 2011
8. Biais M, de Courson H, Lanchon R, et al: Mini-fluid Challenge of 100 ml of Crystalloid Predicts Fluid Responsiveness in the Operating Room. *Anesthesiology* 127:450–6, 2017
9. Vignon P, Repessé X, Bégot E, et al: Comparison of Echocardiographic Indices Used to Predict Fluid Responsiveness in Ventilated Patients. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 195:1022–32, 2017
10. Kress HG, Gehrsitz P, Elert O: Predictive value of skin testing, neutrophil migration and C-reactive protein for postoperative infections in cardiopulmonary bypass patients. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 31:397–404, 1987
11. Paparella D, Yau TM, Young E: Cardiopulmonary bypass induced inflammation: pathophysiology and treatment. An update. *Thorac. Surg.*:13, 2002
12. Levy JH, Tanaka KA: Inflammatory Response to Cardiopulmonary Bypass. *Ann Thorac Surg*:6,
13. Laffey JG, Cheng DCH: The Systemic Inflammatory Response to Cardiac Surgery. 97:38, 2002
14. Liu H, Yu L, Yang L, et al: Vasoplegic syndrome: An update on perioperative considerations. *J. Clin. Anesth.*:9, 2017
15. Toulouse E, Lafont B, Granier S, et al: French legal approach to patient consent in clinical research. *Anaesth. Crit. Care Pain Med.* 39:883–5, 2020
16. Koponen T, Karttunen J, Musialowicz T, et al: Vasoactive-inotropic score and the prediction of morbidity and mortality after cardiac surgery. *Br. J. Anaesth.* 122:428–36, 2019
17. Ray P, Manach YL, Riou B, et al: Statistical Evaluation of a Biomarker. *Anesthesiology* 112:1023–40, 2010
18. Reuter DA, Felbinger TW, Schmidt C, et al: Stroke volume variations for assessment of cardiac responsiveness to volume loading in mechanically ventilated patients after cardiac surgery. *Intensive Care Med.* 28:392–8, 2002

19. Reuter DA, Kirchner A, Felbinger TW, et al: Usefulness of left ventricular stroke volume variation to assess fluid responsiveness in patients with reduced cardiac function: *Crit. Care Med.* 31:1399–404, 2003
20. Vieillard-Baron A, Augarde R, Prin S, et al: Influence of Superior Vena Caval Zone Condition on Cyclic Changes in Right Ventricular Outflow during Respiratory Support. *Anesthesiology* 95:1083–8, 2001
21. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, et al: Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med.* 2004
22. Fot EV, Izotova NN, Smetkin AA, et al: Dynamic Tests to Predict Fluid Responsiveness After Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 34:926–31, 2020
23. Smorenberg A, Cherpanath TGV, Geerts BF, et al: A mini-fluid challenge of 150 mL predicts fluid responsiveness using Modelflow R pulse contour cardiac output directly after cardiac surgery. *J. Clin. Anesth.* 46:17–22, 2018
24. Aya HD, Rhodes A, Chis Ster I, et al: Hemodynamic Effect of Different Doses of Fluids for a Fluid Challenge: A Quasi-Randomized Controlled Study. *Crit. Care Med.* 45:e161–8, 2017
25. Monnet X, Anguel N, Naudin B, et al: Arterial pressure-based cardiac output in septic patients: different accuracy of pulse contour and uncalibrated pressure waveform devices. *Crit. Care* 14:R109, 2010
26. Monnet X, Vaquer S, Anguel N, et al: Comparison of pulse contour analysis by Pulsioflex and Vigileo to measure and track changes of cardiac output in critically ill patients. *Br. J. Anaesth.* 114:235–43, 2015
27. Tuman KJ, McCarthy RJ, Spiess BD, et al: Effect of Pulmonary Artery Catheterization on Outcome in Patients Undergoing Coronary Artery Surgery. *Anesthesiology* 70:199–206, 1989
28. Orbegozo Cortés D, Gamarano Barros T, Njimi H, et al: Crystalloids Versus Colloids: Exploring Differences in Fluid Requirements by Systematic Review and Meta-Regression. *Anesth. Analg.* 120:389–402, 2015
29. Verheij J, van Lingen A, Beishuizen A, et al: Cardiac response is greater for colloid than saline fluid loading after cardiac or vascular surgery. *Intensive Care Med.* 32:1030–8, 2006

SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

Titre de la thèse :

**Prédictibilité de la réponse au remplissage
en chirurgie cardiaque avec CEC :
Comparaison de la
variation du diamètre de la veine cave supérieure (Δ VCS)
et des épreuves de remplissage rapide par 100 ml et 250ml.**

Introduction :

Le remplissage vasculaire monitoré et ciblé est recommandé en chirurgie majeure pour diminuer les risques péri-opératoires d'une insuffisance ou d'un excès de remplissage. Ce remplissage est préférentiellement sous contrôle d'indices dynamiques basés sur les interactions cœur poumon plutôt que d'indices statiques. Cependant, ces indices ont été très peu étudiés en chirurgie cardiaque à la sortie de CEC. L'objectif de cette étude était de comparer les performances de la variation du diamètre de la veine cave supérieure (Δ VCS) et d'un remplissage rapide par 100ml et 250ml (mini-fluid challenge : FC100 et FC 250) pour prédire la réponse au remplissage vasculaire en chirurgie cardiaque en sortie de CEC.

Matériel et méthode :

Dans cette étude monocentrique rétrospective, les patients programmés pour une chirurgie cardiaque avec CEC étaient éligibles pour participer. Les différentes mesures ont été réalisées après la fermeture (T0) de la sternotomie. Le sang du cell-saver a été administré de manière séquentielle afin de réaliser FC100 et FC250. Le Δ VCS était mesuré par Échographie Trans-œsophagienne (ETO). La réponse au remplissage était définie comme une augmentation du volume d'éjection (Δ VE) \geq à 15 % mesuré par Flow Trac après la perfusion de 500 ml du sang du cell-saver.

Résultats :

18/48 patients inclus étaient répondeurs au remplissage (38%). Les courbes ROC de FC 100 et FC250 étaient supérieures aux Δ VCS ou VVE. Les aires sous courbes (ASC) pour le FC100 et FC250 étaient respectivement de 0,83 ($p < 0,0001$; IC95% [0,69-0,91]) et de 0,96 ($p < 0,0001$; IC95% [0,85-0,99]). Il existe une différence significative pour les ASC entre le FC100 et le FC250 ($p = 0,049$; IC95% [0,0006-0,292]). Les ASC pour le Δ VCS et le VVE étaient respectivement de 0,59 ($p < 0,31$; IC95% [0,44-0,73]) et de 0,52 ($p < 0,86$; IC95% [0,36-0,67]).

Conclusion :

FC100 et FC250 permettent de mieux prédire la réponse au remplissage en sortie de CEC de chirurgie cardiaque par rapport au Δ VCS et au VVE.

Mots-clés

Remplissage vasculaire, Chirurgie cardiaque avec CEC, mini-fluid challenge, variabilité respiratoire de la veine cave supérieure, volume d'éjection systolique, FloTrac.