



HAL
open science

Traitement en urgence des lésions de la crosse aortique : comparaison des endoprothèses fenêtrées simples versus doubles

Sanaa Kamel

► To cite this version:

Sanaa Kamel. Traitement en urgence des lésions de la crosse aortique : comparaison des endoprothèses fenêtrées simples versus doubles. Médecine humaine et pathologie. 2024. <dumas-05006265>

HAL Id: dumas-05006265

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-05006265v1>

Submitted on 26 Mar 2025

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 CC BY-NC-SA 4.0 - Attribution - Non-commercial use - ShareAlike - International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE DE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement par

Sanaa KAMEL

Le 23 octobre 2024

Traitement en urgence des lésions de la crosse aortique : comparaison des
endoprothèses fenêtrées simples versus doubles

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Ludovic CANAUD

JURY

Président : Monsieur le Professeur Pierre ALRIC

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Ludovic CANAUD

Monsieur le Docteur Pascal BRANCHEREAU

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE DE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement par

Sanaa KAMEL

Le 23 octobre 2024

Traitement en urgence des lésions de la crosse aortique : comparaison des
endoprothèses fenêtrées simples versus doubles

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Ludovic CANAUD

JURY

Président : Monsieur le Professeur Pierre ALRIC

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Ludovic CANAUD

Monsieur le Docteur Pascal BRANCHEREAU

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2023-2024
PERSONNEL ENSEIGNANT

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALBAT Bernard	BRUNEL Michel	GUI TER Pierre	NAVRATIL Henri
ALLIEU Yves	CAMU William	HEDON Bernard	OTHONIEL Jacques
ALRIC Robert	CANAUD Bernard	HERTAULT Jean	PAGES Michel
ARNAUD Bernard	CHAPTAL Paul-André	HUMEAU Claude	PELISSIER Jacques
ASENCIO Gérard	CIURANA Albert-Jean	JAFFIOL Claude	PETIT Pierre
ASTRUC Jacques	CLOT Jacques	JARRY Daniel	POUGET Régis
AUSSILLOUX Charles	COSTA Pierre	KLEIN Bernard	PUJOL Henri
AVEROUS Michel	COTTALORDA Jérôme	LAFFARGUE François	RABISCHONG Pierre
AYRAL Guy	D'ATHIS Françoise	LAMARQUE Jean-Louis	REBOUL Jean
BALDET Pierre	DESCOMPS Bernard	LAPEYRIE Henri	RIEU Daniel
BALDY-MOULINIER Michel	DIMEGLIO Alain	LE ROUX Jean-Louis	ROCHFORD Henri
BANSARD Nicole	DOMERGUE Jacques	LESBROS Daniel	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BILLIARD Michel	DUBOIS Jean Bernard	LORIOT Jean	SAINT-AUBERT Bernard
BLAYAC Jean Pierre	DUJOLS Pierre	LOUBATIERES Marie Madeleine	SANCHO-GARNIER Hélène
BLOTMAN Francis	DUMAZER Romain	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SANY Jacques
BONNEL François	ECHENNE Bernard	MARTY ANE Charles	SEGNARBIEUX François
BOULOT Pierre	FABRE Serge	MATHIEU-DAUDE Pierre	SENAC Jean-Paul
BOURGEOIS Jean-Marie	FREREBEAU Philippe	MEYNADIER Jean	TOUITOU Isabelle
BOUSQUET Jean	GALIFER René Benoît	MICHEL François-Bernard	VIDAL Jacques
BRUEL Jean Michel	GODLEWSKI Guilhem	MION Charles	VISI ER Jean Pierre
BUREAU Jean-Paul	GUILHOU Jean-Jacques	NAVARRO Maurice	

Service de gestion des personnels
Professeurs Emérites



Docteurs Emerites

ARTUS Jean-Claude	DEDET Jean-Pierre	MESSNER Patrick	PUJOL Joseph
BASTIEN Patrick	DE LA COUSSAYE Jean-Emmanuel	MONNIER Louis	
BLANC François	GUILLOT Bernard	PREFAUT Christian	
BONAFE Alain	HERISSON Christian	PUJOL Rémy	
BOULENGER Jean-Philippe	JEANDEL Claude	REYNES Jacques	
BOURREL Gérard	JONQUET Olivier	RIBSTEIN Jean	
BRINGER Jacques	LANDAIS Paul	ROSSI Jean-François	
CANOVAS François	LARREY Dominique	SCHVED Jean-François	
CLAUSTRES Mireille	LE QUELLEC Alain	TOUCHON Jacques	
COMBE Bernard	MARES Pierre	VOISIN Michel	
DAURES Jean-Pierre	MAUDELONDE Thierry	ZANCA Michel	
DAUZAT Michel	MILLAT Bertrand		
DAVY Jean-Marc	MAURY Michèle		

PU-PH de classe exceptionnelle

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BAGHDADLI Amaria	Pédopsychiatrie ; addictologie
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
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
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DERUELLE Philippe	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DUFFAU Hugues	Neurochirurgie

Service de gestion des personnels

ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JORGENSEN Christian	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOENIG Michel	Génétique
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
LABAUGE Pierre	Neurologie
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LECLERCQ Florence	Cardiologie
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan	Physiologie
MERCIER Jacques	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale
TRAN Tu-Anh	Pédiatrie
VANDE PERRE Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
VERNHET Hélène	Radiologie et imagerie médicale

YCHOU Marc	Cancérologie ; radiothérapie
PU-PH de 1re classe	
ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOURDIN Arnaud	Pneumologie ; addictologie
BOURGIER Céline	Cancérologie; radiothérapie
CANAUD Ludovic	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
CAPDEVIELLE Delphine	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CHANQUES Gérald	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COSTALAT Vincent	Radiologie et imagerie médicale
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAIEN Vincent	Ophtalmologie
DORANDEU Anne	Médecine légale et droit de la santé
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
GAUJOUX Viala Cécile	Rhumatologie
GENEVIEVE David	Génétique
GUILLAUME Sébastien	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
GUILPAIN Philippe	Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
GUIU Boris	Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice	Physiologie
HOUEDE Nadine	Cancérologie ; radiothérapie
JACOT William	Cancérologie ; Radiothérapie
JUNG Boris	Médecine intensive-réanimation
KALFA Nicolas	Chirurgie infantile

Service de gestion des personnels

KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
MORANNE Olivier	Néphrologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
ROUBILLE François	Cardiologie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
STOEBNER Pierre	Dermato-vénéréologie
SULTAN Ariane	Nutrition
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie; hygiène hospitalière
VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VINCENT Thierry	Immunologie
<u>PU-PH de 2ème classe</u>	
AYRIGNAC Xavier	Neurologie
BELZEAUX Raoul	Psychiatrie d'adultes ; Addictologie
BERTRAND Martin	Anatomie
BOBBIA Xavier	Médecine d'urgence
BOMMART Sébastien	Radiologie et imagerie médicale

Service de gestion des personnels

CLARET Pierre-Géraud	Médecine d'urgence
COLOMBO Pierre-Emmanuel	Cancérologie ; radiothérapie
DAGNEAUX Louis	Chirurgie orthopédique et traumatologique
DAIEN Claire	Rhumatologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DONNADIEU Hélène	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
FAILLIE Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
FRANDON Julien	Radiologie et imagerie médicale
FUCHS Florent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
GANDET Thomas	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
GELIS Anthony	Médecine physique et de réadaptation
GODREUIL Sylvain	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
HERBAUX Charles	Hématologie, transfusion
HERLIN Christian	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlologie
HERRERO Astrid	Chirurgie viscérale et digestive
JEZIORSKI Eric	Pédiatrie
LACHERETZ-SZABLEWSKI Vanessa	Anatomie et cytologie pathologiques
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LATTUCA Benoît	Cardiologie
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOUBET Paul	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
PANABIERES Catherine	Biologie cellulaire
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PERS Yves-Marie	Thérapeutique ; addictologie
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIVIER François	Pédiatrie
ROGER Claire	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

Service de gestion des personnels

ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
STEPANIAN Alain	Hématologie ; transfusion
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
STOEBNER Pierre	Dermato-vénéréologie
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
VILLAIN Max	Ophtalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie

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)

2^{ème} classe :

CHAZAL Nathalie (Biologie cellulaire)

MOREAUX Jérôme (Sciences biologiques fondamentales et cliniques)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

AMOUYAL Michel

2^{ème} classe :

FOLCO-LOGNOS Béatrice

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

GARCIA Marc

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BAUCHET Luc (Neurochirurgie)

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

DEBIEN Blaise (Médecine d'urgence)

GAUDARD Philippe (Anesthésiologie-réanimation)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

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

NOUGARET Stéphanie (Radiologie et imagerie médicale)

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

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe - Echelon Exceptionnel

MARTRILLE Laurent Médecine palliative

RICHARD Bruno

MCU-PH Hors classe Biochimie et biologie moléculaire

BADIOU Stéphanie Biophysique et médecine nucléaire

BOUDOUSQ Vincent Biologie cellulaire

BOULLE Nathalie Génétique

CACHEUX-RATABOUL Valère Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

CARRIERE Christian Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

CHARACHON Sylvie Epidémiologie, économie de la santé et prévention

FABBRO-PERAY Pascale Hématologie ; transfusion

GIANSILY-BLAIZOT Muriel Parasitologie et mycologie

RAVEL Christophe

MCU-PH de 1re classe

BRET Caroline Hématologie biologique

BROUILLET Sophie Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale

CHIRIAC Anca Immunologie

Médecine légale et droit de la santé

Service de gestion des personnels

COSSEE Mireille	Génétique
DESHAYES Emmanuel	Biophysique et médecine nucléaire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénéréologie
FITENI Frédéric	Cancérologie ; radiothérapie
GATINOIS Vincent	Histologie, embryologie et cytogénétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
GOUZI Farès	Physiologie
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MARIA Alexandre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
PANTEL Alix	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
THEVENIN-RENE Céline	Immunologie
 MCU-PH de 2ème classe	
BARATEAU Lucie	Physiologie
BERGOUXNOUX Anne	Génétique
BOETTO Julien	Neurochirurgie
DEBOURDEAU Antoine	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
DUFLOS Claire	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
DUPONT Chloé	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
ENGELMANN Ilka	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FROUIN Eric	Anatomie et cytologie pathologiques
HUBERLANT Stéphanie	Gynécologie-obstétrique ; Gynécologie médicale
LEVEQUE Maude	Parasitologie et mycologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
RANISAVELJEVIC Noémie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; Gynécologie médicale
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

Maitres de Conférences des Universités

Maîtres de Conférences hors classe

BECAMEL Carine	Neurosciences
DELABY Constance	Biochimie et biologie moléculaire
MAIMOUN Laurent	Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

Maîtres de Conférences de classe normale

BERNEX Florence	Sciences du médicament et des autres produits de santé
CHAUMONT-DUBEL Séverine	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
GUGLIELMI Laurence	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent	Neurosciences
HERBET Guillaume	Maïeutique
HERVE ANDRE Emilie	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LADRET Véronique	Sciences du Médicament et autres produits de santé
LAINÉ Sébastien	Sciences du médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel	Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
LOZZA Catherine	Neurosciences
MORITZ-GASSER Sylvie	Philosophie
MOUTOT Gilles	Physiologie
PASSERIEUX Emilie	Histologie
RAMIREZ Jean-Marie	Sciences du Médicament et autres produits de santé
RAYNAUD Fabrice	Biologie Cellulaire
TAULAN Magali	

Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale

MCU-MG de 1re classe

COSTA David
OUDE ENGBERINK Agnès

MCU-MG de 2ème classe

CARBONNEL François
MILLION Elodie
Physiologie

Service de gestion des personnels

Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale

BADIN Mélanie

CAMPAGNAC Jérôme

LOPEZ Antonio

MINET Mathilde

SERAYET Philippe

URENA DORES Aurélie

Praticiens Hospitaliers Universitaires

CAZAUBON Yoann Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; a

DURAES Martha Anatomie

FAVIER Valentin Oto-Rhino-Laryngologie

GAVOTTO Arthur Pédiatrie

POULEN Gaetan Neurochirurgie

ROCH Benoît Pneumologie, addictologie

THERON Alexandre Pédiatrie

URSIC BEDOYA José Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

Service de gestion des personnels

AGUILHON Sylvain	CARTIER César	FILLOLS Mélanie	LE BIHAN Clément	PICOT Marie Christine
AKKARI Mohamed	CASPER Thierry	FLORI Nicolas	LE GUILLOU Cédric	POQUET Hélène
ALRIC Jérôme	CATHALA Philippe	FOURNIER Philippe	LE MOINE DONY Marie-Christine	PRIN Pauline
AMEDRO Pascal	CAZABAN Michel	FRANC Nathalie	LETERTRE Simon	PUJOL Sarah-Lise
AMOUROUX Cyril	CHALARD Kévin	GAILLARD Nicolas	LOPEZ Régis	QUANTIN Xavier
ANTOINE Valéry	CHARBIT Jonathan	GALMICHE Sophie	LUQUIENS Amandine	RAFFARD Laurence
ATTALIN Vincent	CHEVALLIER Thierry	GARNIER Sylvain	MAILLE Olivier	RAINGEARD Isabelle
BADR Maliha	COLIN Olivier	GENY Christian	MANDOUL Caroline	RAPIDO Francesca
BAIS Céline	CONEJERO Ismael	GERONIMI Laetitia	MANZANERA Cyril	RAY Valéry
BARBAR Saber Davide	CONSEIL Mathieu	GINIES Patrick	MARGUERITTE Emmanuel	RIBRAULT Alice
BASSET Didier	CORBEAU Catherine	GONON DEMOULIAN Raphael	MARTIN Lucille	RICHAUD-MOREL Brigitte
BATIFOL Dominique	COROIAN Flavia-Oana	GOULABCHAND Radjiv	MATTATIA Laurent	RIDOLFO Jérôme
BATTISTELLA Pascal	COUDRAY Sarah	GRECO Frédéric	MAZARD Thibault	RIPART Sylvie
BELL Ariane	COUTUREAU Juliette	GRIVET Benjamin	MEROUEH Fadi	ROBERT Pierre
BENENATI Syvain	CUNTZ Danielle	GROSSIN Delphine	MESTREGODIN Sandrine	RONGIERES Michel
BENNYS Karim	DAVID Aurore	GUEDJ Anne Marie	MEUNIER Lucie	ROULET Agnès
BERNARD Nathalie	DE BOUTRAY Marie	HEDON Christophe	MEYER Pierre	RUBENOVITCH Josh
BERNIER Maud	DE LA TRIBONNIÈRE Xavier	HENRY Vincent	MICHEL Moïse	SANTONI Fannie
BERTCHANSKY Ivan	DEBIEN Blaise	HIRECHE Kheira	MILESI Christophe	SASSO Milène
BIBOULET Philippe	DEGRAVI Lauriane	INGHILLERI Marie-Laure	MONET Clément	SCHMITT David
BIRON-ANDREANI Christine	DELPONT Marion	JAMMET Patrick	MORAU Estelle	SCHULDINER Sophie
BLANC Brigitte	DENIS Hélène	JEDRYKA François	MORQUIN David	SEGURET Fabienne
BLANCHET Catherine	DEVILLE de PERIERE Gilles	JREIGE Riad	MOSER Camille	SENESSE Pierre
BLATIERE Véronique	DI CASTRI Alberto	JULIER Ingrid	MOUSTY Eve	SERRE Jean-Emmanuel
BOGE Gudrun	DJANIKIAN Flora	KADERBAY Akil	MOUTERDE Gaël	SKALLI El Medhi
BOURRAIN Jean Luc	DUCROCQ Vincent	KINNE Mélanie	NOU HOWALDT Monira	SOLA Christelle
BOUYABRINE Hassan	DUNYACH-REMY Catherine	LABARIAS Coralie	ORY Jérôme	SOUKSI MEDIONI Isabelle
BRINGUIER BRANCHEREAU Clémentine	Sophie ESTRIC	LABORDE Caroline	PANTERA Eric	SOULLIER Camille
BRISOT Dominique	FAIDHERBE Jacques	LACAMBRE Mathieu	PERNIN Vincent	STEPHAN Robin
BRONER Jonathan	FATTON Brigitte	LARCHER Romaric	PERRIGAULT Pierre François	STOEBNER DELBARRE Anne
CAIMMI Davide Paolo	FAURE Elsa	LAURENT Jérémy	PEYRON Pierre-Antoine	SURCIN-TSEKOURAS Nicolas
CARR Julie	FILLERON Anne	LAZERGES Cyril	PICARD Eric	SZAFORS Paulina
TALEB ARRADA Ikram				

PH chargés d'enseignements

Service de gestion des personnels

TARUFFI Floriane

TEOT Luc

TER SCHIPHORST Adrien

THIRION Marina

TUNEZ Virginie

VACHIERY-LAHAYE Florence

VERNES Eric

VIALA Maurice

VINCENT Laure

WAGNER Laurent

WALTHER LOUVIER Ulrike

WILLEMS Marjolaine

ZERKOWSKI Laetitia

REMERCIEMENTS

Au Professeur Pierre ALRIC,

C'est avec beaucoup de gratitude que je tiens à vous remercier pour votre disponibilité constante et votre engagement envers notre formation. C'est un privilège pour moi que vous acceptiez de présider mon jury de thèse. Merci pour tout ce que vous nous transmettez chaque jour. Soyez assuré de mon profond respect et de ma reconnaissance.

Au Professeur Ludovic CANAUD,

Je tiens à vous exprimer toute ma reconnaissance pour l'opportunité d'apprendre auprès de vous. Votre génie et votre engagement dans la chirurgie m'ont profondément inspiré. Je m'efforce chaque jour d'être à la hauteur de la confiance que vous m'accordez. Je vous témoigne mon respect et ma gratitude les plus sincères.

Au Docteur Pascal BRANCHEREAU,

Sans t'avoir croisé au détour d'un stage d'externat, je ne serais pas là aujourd'hui. Merci de m'avoir enseigné les bases. J'espère être à la hauteur de l'exemple que tu es.

Au Docteur Kheira HIRECHE,

Merci pour la rigueur que vous nous imposez dans notre travail. Votre exigence nous pousse à donner le meilleur de nous-mêmes.

Au Docteur Laurence SOLOVEI,

Lolo, merci pour ta bienveillance et tout ce que tu m'apprends tant au bloc opératoire qu'au détour d'une séance de « fractionné en côte » ! Merci pour ton accompagnement.

A l'équipe Nîmoise,

Dr Eric PICARD, merci de m'avoir fait découvrir la chirurgie vasculaire et de m'avoir ouvert les portes de votre service dès mon jeune âge chirurgical. Merci pour vos visites incroyables et votre sens du dévouement.

Dr Elsa FAURE, merci pour tes encouragements et tout ce que tu m'as transmis.

Dr COSMA, merci pour tes enseignements.

A l'équipe cœur :

Pr DEMARIA, Pr Gandet, Dr ROUVIERE, Dr OUAZZANI, Dr BRUNET, Dr SOUIDENE et au **Dr NIGOLEAN** : merci pour toutes les connaissances accumulées pendant mon stage et encore en garde, et vive les dissections ! (Je rigole bien sûr ...)

Dr ROUVIERE merci pour vos petites anecdotes.

Pr GANDET merci de m'avoir montré comment jouer aux lego avec les TSAO.

Marie-Clotilde merci d'avoir toujours la petite blague au coin d'un couloir pour me faire sourire. Heureusement que les vidéos de chats existent ...

A mes chefs de clinique et co-internes :

Robin merci pour tout l'investissement que tu as mis dans mon travail, ton accompagnement et tes encouragements constants.

Léonore merci de m'avoir accompagné quand je n'étais qu'un poussin.

Mathieu merci pour la discipline que tu m'imposes. Peut-être qu'un jour j'arriverai enfin à faire un bon point fixe.... Merci pour ta confiance.

Ramla merci pour tes éclats de rire qui embellissent nos journées. Merci pour ta bienveillance et d'être notre maman.

Aude merci pour ton sourire et ton calme à toutes épreuves. J'espère avoir de nouveau l'occasion de travailler avec toi.

Amin merci pour tout ce que tu m'as appris.

Alexandre, nous n'avons pas encore eu l'occasion de travailler ensemble mais ça ne saurait tarder !!

Chris premier co interne. Merci d'être l'encyclopédie vivante du service. Merci de toujours être là pour nous. J'ai hâte d'être ta co-DJ !

Alexis merci pour ton énergie et ta motivation au bloc comme pour la salle !!

Eva et **Julien** nous aurons bientôt l'occasion de travailler ensemble. Ça va être chouette !!

Anya merci pour les moments de partage.

Adrien, Arthur, Soumaya merci de partager ce fabuleux tableau d'astreinte avec nous. Adrien merci pour tes vibes positives, Arthur merci de toujours avoir la bonne blague au bon moment !

Marinette merci pour ta gentillesse. J'ai adoré travailler avec toi.

Chloé merci pour ta douceur et ton authenticité.

Zouzi merci de m'avoir accompagné voir des stades 4 aucunement urgent à 22h lorsque j'étais premier semestre ! Merci pour ta bonne humeur permanente.

David merci d'avoir égayé mon semestre.

Merci à l'équipe de beu*, **Paulo, Christobaal, Rémini, Noisette, Nono, Simon** et **Jadou** pour ce semestre. Merci pour les blagues osées avant 8h00. Merci pour les cafés, le travail d'équipe et l'ambiance.

A l'équipe de chirurgie digestive,

Pr NAVARRO, Pr PANARO, Pr HERRERO, Dr BOUYABRINE, Dr HABIBEH merci pour votre accueil et vos enseignements.

Salah, merci pour notre incroyable Sassateam !! Je suis très contente d'avoir pu travailler avec toi.

Cyprien merci pour les cafés et les rigolades. **Bader** merci pour ton encadrement. **Dani, Ryad** le duo infernal, merci d'être les chauffeurs de salle de la chir B !

Aribo merci pour tes encouragements et tes blagues toujours plus trash.

Kiki ne change rien, merci de nous faire rire.

Mathou merci pour ton énergie incroyable et tes blagues...

Lauriane merci pour ton organisation militaire.

Merci à **Mustapha, Sorina et Momo** pour votre bonne humeur et de nous avoir fait rire parfois à vos dépens.

Karine merci de m'avoir accueilli dès mon premier jour. Merci pour ta gentillesse.

Anaïs j'espère rester ton makroud préféré (je sais que la concurrence est rude...) Merci pour ta bienveillance.

Jonathan merci pour ton sourire et ta bonne humeur à toutes épreuves. Quel bonheur de travailler avec toi !

Merci à toute **l'équipe IDE**, vous êtes géniales !!

A l'équipe de **l'hôpital Georges Pompidou** à Paris,

Pr JULIA, Pr El BATTI, Pr ALSAC, Dr HARIKA merci de m'avoir accueilli et enseigné vos techniques.

Merci à toute l'équipe du **bloc opératoire**. Merci à **Corinne, Camille, Laurie, Tatiana, Judith, Fabienne** pour votre bonne humeur et ces longues nuits sur le champ à garder le sourire.

Pioupiou merci pour tes blagues et ton petit sourire adooooorable. J'espère de nouveau bosser un jour avec toi !

Violette merci pour ta compagnie durant ce stage d'hiver et tes remarques piquantes. Tu vas briller je n'ai aucun doute.

Sarah merci pour ta force de caractère. Merci d'être aussi inspirante.

A **Nora** qui a l'art de gérer d'une main de maître le service. Merci de veiller à ce que tout se passe au mieux aussi bien pour les patients que pour tes chers internes. Merci pour ta bienveillance permanente.

Merci à nos secrétaires, **Emilie, Kheira, Noudia** et **Virginie** de rendre notre quotidien plus simple. Emilie merci de toujours être là pour rattraper nos oublis et nous aider. Un grand merci pour ton aide sur ma thèse.

A **toute l'équipe de la CTA**, quelle équipe ! Merci de m'avoir nourri durant mon premier semestre et de continuer à vérifier que je ne manque de rien. Merci pour le travail, l'accompagnement que vous réalisez auprès des patients. Ils ont de la chance. Des gros bisous à **Sissy, Nadège, Susan, Noémie, Audrey, Marine, Lucie, Touria, Fanny...**

A toute **l'équipe du bloc CTCV** quel plaisir de travailler avec vous. Merci pour votre bonne humeur et vos sourires. Merci de ponctuer nos journées/soirs/nuits/WE de blagues et de ragots en tout genre. Vous m'avez vu sortir de l'œuf. Merci du fond du cœur de m'accompagner sur le long chemin de l'apprentissage chirurgical.

A ma famille,

A mes parents,

Papa merci de m'avoir appris la rigueur. « Peu importe ce qu'il arrive dans la vie, l'essentiel c'est de faire attention à sa santé ! »

Maman merci de toujours penser à notre bien-être et de toujours m'avoir encouragé dans mon travail acharné.

A mes sœurs,

Anissa et Samia merci pour votre infailible soutien. Je n'ai pas les mots pour vous dire à quel point j'ai de la chance.

Anissa mon coach 24/7. Si tout le monde avait une mini toi dans sa vie, personne ne serait malheureux.

Samiou bebenou, personne exceptionnelle en devenir. Ne change rien.

A mes amis,

Elsa merci d'être là à chaque étape de ma vie.

Carina Tant de chemin parcouru depuis notre rencontre autant pour toi que pour moi ! j'ai hâte de voir la suite. Merci de toujours être présente même à l'autre bout de la France.

Divdiv merci de me supporter en toute circonstance. T'es le sang de la veine. Merci pour toutes nos aventures. Le Canada on y va quand ??

Lorène merci d'être

Axy et Ben merci d'être ma famille nîmoise. Axy, merci d'avoir toujours cru en moi. Ta sérénité à toute épreuve est un exemple. Ben, bientôt la maison secondaire, tiens bon... Merci pour ton soutien.

Marie merci pour ton grain de folie, ta fibre sentimentale et ton authenticité ! Je crois en toi.

Marion par où commencer... merci pour notre binôme de philosophie. J'aurais voulu faire des blagues mais non autorisées dans ce manuscrit. Tu sais transformer n'importe quel événement en sketch incroyable, peut être qu'un jour on se lancera dans le stand up !

Aude merci pour notre binôme durant notre externat, nos séances révisions/croques monsieur healthy et les « mais non ça va le faire ».

Amélie merci pour tes conseils précieux et de m'écouter comme une grande sœur qui veille.

Aurélia merci pour tous ces mois de colocs où tu m'as encouragé, sans jamais (presque...) critiquer ma bipolarité sudiste. Tu es un petit rayon de soleil !

Alexouille merci d'essayer de me faire comprendre la vie simplement. Oui, un jour je t'écouterai.

Didi petit sunshine, merci de briller 365 jours par an.

Maha merci pour ta bienveillance. Ton parcours est en exemple de pugnacité et d'acharnement.

A mes **copains de Doudou, Alexia, Lisa, Aurélia, Toto, Léa, Paupau, Mélina, Vico**, merci pour l'ambiance familiale. On était comme à la maison !!

Pauline indéniable star en devenir. Merci pour ton mental indestructible et l'exemple que tu es.

Merci à la **famille Dhivert** de m'accueillir tous les ans. Merci pour mes premiers cours de ski derrière le chalet !

Merci à **Training GO** et plus particulièrement **Fabrice, Ré** et **Clémence** pour des séances toujours plus incroyables, votre énergie est exceptionnelle. Merci.

Emily, merci de toujours me faire charger toujours plus sans aucune pitié.

Merci à **Thomas**, mon soleil d'Italie. Après avoir cherché la citation parfaite, aucune phrase ne sera assez belle pour t'exprimer ce que je ressens. J'espère avoir toute la vie pour trouver les bons mots.

TABLE DES MATIERES

PERSONNEL ENSEIGNANT	5
REMERCIEMENTS	19
ABREVIATIONS	28
INTRODUCTION	29
1. Histoire	29
2. Anatomie	30
3. Pathologies de la crosse aortique et leurs indications chirurgicales.....	32
4.1 La dissection aortique	32
4.2 Anévrisme.....	34
4.3 Traumatismes aortiques / rupture de l'isthme :	35
4.4 Ulcère de paroi.....	37
4.5 Thrombus aortique.....	38
4.6 Hématome intra-mural	39
4.7 Anévrisme septique	40
4. Traitement endovasculaire	40
4.1 Branchée.....	42
5.2 Parallel-graft.....	43
5.3 Fenêtre in situ	44
5.4 Endoprothèse homemade.....	45
5. Complications des techniques endovasculaires :	45
6.1 Dissection rétrograde.....	45
6.2 Accidents vasculaires cérébraux.....	46
6.3 Couverture accidentelle d'un TSAO.....	46
6.4 Ischémie médullaire.....	46
6.5 Collapsus.....	47
6.6 Endofuite.....	48
6.7 Migration	49
6.8 Voie d'abord.....	49
6.9 Infection	50
METHODE.....	51
1. Objectifs.....	51
2. Patients	51
3. Planification, dimensionnement et préparation du dispositif	52

4. Étapes techniques.....	53
5. Suivi.....	57
6. Analyse statistique	57
RESULTATS	58
1. Données démographiques et caractéristiques opératoires	58
2. Résultats précoces	61
3. Résultats à moyen terme et suivi.....	64
4. Score de propension	65
DISCUSSION.....	67
CONCLUSION	72
REFERENCES	73
1. Bibliographie	73
2. Figures	77
ARTICLE SOUMIS A PUBLICATION	78

ABREVIATIONS

ASC : artère sous-clavière (G : gauche / D : droite)

AVC : accident vasculaire cérébral / AIT : accident ischémique transitoire

DA : dissection aortique

PGs : parallel grafts

EA : endoprothèse aortique

EDP : endoprothèse

EF : endofuite

EVAR : endovascular aortic repair

HAS : Haute Autorité de Santé

IRM : imagerie par résonance magnétique

LCR : liquide céphalo-rachidien

MIP : maximum intensity projection

MPR : multiplanar reconstruction

OAG : oblique antérieur gauche

RA : rupture aortique

TABC : tronc artériel brachio-céphalique

TDM : tomodensitométrie

TEVAR : thoracic endovasculaire aortic repair

TSAO : troncs supra-aortiques

INTRODUCTION

1. Histoire

Le début de la chirurgie vasculaire démarre il y a bien longtemps, avec, dès le II^e siècle après J.-C, Claude Gallien, médecin romain, confronté aux blessures des gladiateurs à Pergame, qui introduit l'utilisation de ligatures artérielles. Il utilise alors des boyaux d'animaux torsadés, une technique qui deviendra l'ancêtre du fil chirurgical.¹

Le développement de matériels et techniques d'exploration adaptés permettra de faire évoluer la pratique chirurgicale. Ambroise Paré², en 1551 contre la cautérisation des plaies trop douloureuse, invente une technique pour lier les vaisseaux avec une pince angulée appelée « Bec de Corbin ». Plus tard, Jules Péan inventera les pinces hémostatiques à crémaillère qui deviendront les ancêtres des pinces et clamps vasculaires modernes. En 1929, Reynaldo Dos Santos, chirurgien portugais, franchit une nouvelle étape en réalisant la première aortographie, permettant de visualiser les lésions vasculaires.

En 1924 : René Leriche³ crée la première école de physiologie vasculaire et contribue à former de nombreux chirurgiens français (René Fontaine, Jean Kunlin...) et étrangers (Michael De Bakey, Jean Cid Dos Santos, ...). Les avancées chirurgicales se multiplient avec, en 1937 la première technique d'embolectomie par Jean Fiolle, dix ans plus tard la première endartériectomie fémorale par Jean Cid Dos Santos, puis carotidienne par DeBakey, qui deviendront des gestes quotidiens dans notre pratique.

Concernant la chirurgie aortique, Jacques Oudot remplace l'aorte d'une patiente par une greffe prélevée sur un cadavre en 1950. Confronté à la dégénérescence des greffes aortiques, Arthur Voorhes développe la première prothèse artérielle synthétique en 1952 qui se révèle prometteuse.

Au milieu des années 1980, plusieurs chirurgiens vasculaires curieux se sont demandé si la réparation des anévrismes aortiques pouvait être réalisée par voie intraluminale, sans nécessiter d'ouverture de l'abdomen. Ainsi, l'idée de remplacer la réparation chirurgicale ouverte par une "réparation endovasculaire de l'anévrisme" (EVAR) a commencé à être explorée dans plusieurs centres à travers le monde. En 1986, Balko et al. décrit une réparation endovasculaire des AAA chez des chiens, utilisant des endoprothèses à base de stents auto-

expansibles en nitinol et de polyuréthane. Deux ans plus tard, Lazarus a développé une technique utilisant une greffe en polyester, introduite par voie transfémorale et fixée à la paroi aortique grâce à des crochets déployés par un ballonnet gonflable.

Cette approche novatrice trouve ses racines dans les travaux de Charles Dotter, véritable pionnier dans le domaine de l'endovasculaire qui réalise en 1964, la première angioplastie transluminale sur une artère fémorale sténotique. En 1969, il a également décrit le premier stent vasculaire.

C'est en 1987 que Volodos et son équipe ont réalisé la toute première EVAR chez un patient atteint d'un anévrisme post-traumatique de l'aorte thoracique distale. Quelques années plus tard, en 1993, ils ont réitéré l'exploit en réussissant leur première EVAR pour un AAA.

Parallèlement, en 1976, Juan Parodi, jeune chirurgien vasculaire argentin, a imaginé son propre concept d'endoprothèse pour traiter les AAA après avoir constaté les conséquences fatales de certaines réparations aortiques ouvertes.⁴

Le traitement endovasculaire des anévrismes de la crosse aortique s'est développé suite aux succès obtenus avec les endoprothèses pour les anévrismes de l'aorte abdominale et thoraco-abdominale.

2. Anatomie

« La crosse aortique, ou arc de l'aorte (arcus aortae), correspond à la partie arciforme de l'aorte qui surcroise la bronche principale gauche. Elle fait suite à l'aorte ascendante et se prolonge par l'aorte thoracique descendante. Presque horizontale, elle est située à hauteur de la quatrième vertèbre dorsale et se dirige obliquement en arrière et à gauche. Elle présente une double concavité : l'une dirigée vers le bas et l'autre vers la droite. La face inférieure correspond à l'artère pulmonaire gauche, à la bronche principale gauche et aux ganglions cardiaques. Elle est reliée à l'artère pulmonaire gauche par le ligament artériel et contournée par le nerf laryngé récurrent gauche. La face supérieure donne naissance à trois gros troncs : le tronc artériel brachio-céphalique, l'artère carotide commune gauche et l'artère sous-clavière gauche. Il existe de nombreuses variations anatomiques de l'origine de ces vaisseaux.

La face antéro-latérale gauche est croisée par le nerf pneumogastrique gauche, les rameaux cardiaques cervicaux et le nerf phrénique gauche. Elle est recouverte par la plèvre médiastine gauche. La face postérolatérale droite croise d'avant en arrière la trachée, le nerf laryngé récurrent gauche, l'œsophage, le canal thoracique et de nombreux vaisseaux lymphatiques. Suivant la segmentation chirurgicale de l'aorte, la crosse correspond aux segments I et II, l'isthme aortique, zone jonctionnelle entre les segments II et III. »⁵

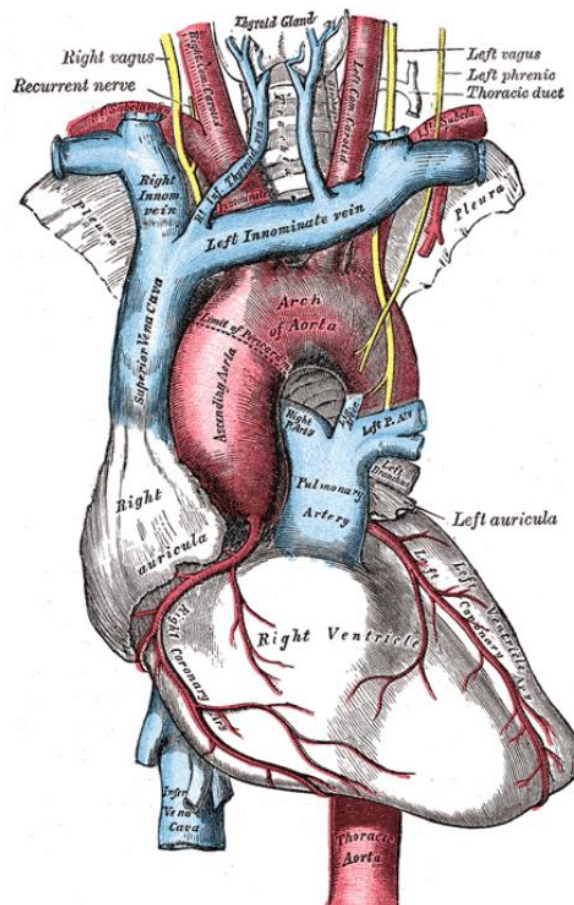


Figure 1, La crosse aortique et ses branches, Anatomy of the Human Body [Henry Gray \(1918\)](#)

3. Pathologies de la crosse aortique et leurs indications chirurgicales

4.1 La dissection aortique

La dissection aortique est une pathologie rare dont la fréquence annuelle est estimée entre 2,9 et 3,5 pour 100 000 personnes⁶ mais grave. La lésion caractéristique est la déchirure de l'intima de la paroi aortique, aussi appelée porte d'entrée. Cette ouverture permet au sang de quitter le vrai chenal pour s'infiltrer entre les couches interne et externe de la média, formant ainsi un faux chenal. La présence d'un flap intimal est la manifestation la plus typique d'une dissection aortique aiguë.

Il existe deux classifications anatomiques, basées sur la localisation de la porte d'entrée ou l'étendue de la dissection. Dans 65 % des cas, la déchirure intimale se trouve au niveau de l'aorte ascendante, dans 25 % au niveau de l'aorte thoracique descendante et dans 10 % au niveau de la crosse aortique ou de l'aorte abdominale. La classification de De Bakey, introduite en 1965, est la plus ancienne. En 1970, la classification de Stanford a simplifié ce système en ne prenant en compte que l'atteinte ou non de l'aorte ascendante, ce qui permet de déterminer rapidement la nécessité d'une intervention chirurgicale urgente.

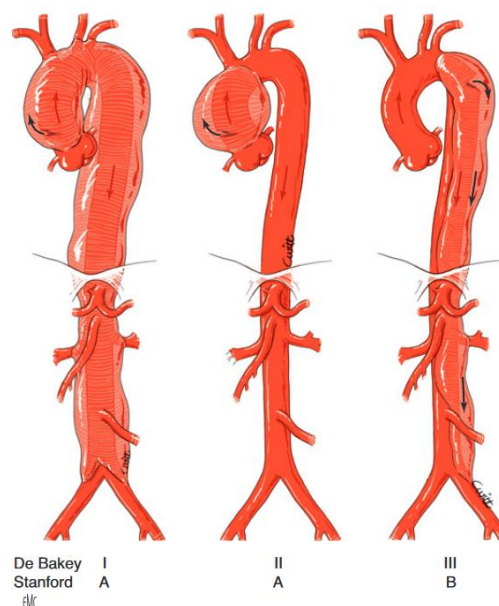


Figure 2, Classification des dissections aortiques selon De Bakey et Stanford⁶

La dissection aortique aiguë de type B survient le plus souvent entre 60 et 70 ans, touchant majoritairement les hommes. La poussée hypertensive constitue la cause la plus fréquemment identifiée. Chez les patients de moins de 40 ans, les principales causes incluent les maladies héréditaires du collagène et du tissu élastique, comme les syndromes de Marfan, d'Ehlers-Danlos et de Loeys-Dietz, ainsi que la grossesse compliquée de prééclampsie.

La dissection aortique est qualifiée de « compliquée » en présence de fissuration ou de rupture de l'aorte, de syndrome de malperfusion, d'un diamètre aortique supérieur ou égal à 40 mm, d'une augmentation rapide du diamètre aortique en moins de 48 heures, d'une hypertension artérielle (HTA) résistante (pression artérielle systolique [PAS] \geq 140 mmHg malgré l'utilisation d'au moins trois antihypertenseurs à la dose maximale tolérée), ou encore de douleurs thoraciques persistantes malgré un traitement médical optimal pendant 48 heures. En l'absence de ces critères, la dissection est considérée comme « non compliquée ».

Les recommandations de l'European Society of Cardiology (ESC)⁷, actualisées en 2014, conseillent un traitement médical pour les dissections aortiques de type B aiguës non compliquées (niveau I, grade C). Une surveillance étroite avec un angioscanner à 48 heures est recommandée pour détecter d'éventuelles complications. En cas de dissection compliquée, les dernières recommandations préconisent un traitement endovasculaire en première intention.

Le traitement de la dissection aortique de type B a deux objectifs principaux : traiter les complications à court terme, comme la malperfusion et la rupture, et prévenir l'évolution en anévrisme à long terme. La prise en charge doit se faire en unité de soins intensifs avec une surveillance étroite de la pression artérielle. En phase aiguë, un traitement médical est indispensable pour tous les patients, incluant un contrôle strict de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque, ainsi qu'une gestion efficace de la douleur.⁸



Figure 3, Patient présentant une dissection de type B aigue, avec porte d'entrée au pied de l'ASCG, traité en urgence devant un déficit moteur bilatérale des 2 membres inférieurs

4.2 Anévrisme

Un anévrisme isolé de la crosse aortique est rare. La plupart de ceux qui nécessitent une intervention chirurgicale sont causés par des anévrismes ou des dissections de l'aorte ascendante ou de l'aorte thoracique descendante, qui finissent par s'étendre à la crosse ou par des ulcères pénétrants de l'aorte. Les anévrismes de l'aorte thoracique sont principalement d'origine athéroscléreuse mais peuvent également être liés à des anomalies du tissu conjonctif (syndromes de Marfan, d'Ehlers-Danlos), des dissections aortiques chroniques, des traumatismes ou des maladies inflammatoires (Takayasu, Horton, Behçet, polyarthrite rhumatoïde, spondylarthrite ankylosante).

Les directives actuelles recommandent une intervention chirurgicale pour les anévrismes isolés de la crosse lorsque le diamètre atteint 55 mm. Les recommandations de l'American Heart Association (AHA)⁹ et de la Société Européenne de Cardiologie (ESC)⁷ reconnaissent que l'indication chirurgicale pour un anévrisme de la crosse est fortement influencée par la situation vasculaire globale, notamment le diamètre des segments aortiques ascendant et descendant adjacents. Dans la majorité des cas, cela déterminera le seuil d'intervention.

La classification d'Ishimaru pour la localisation des anévrismes de la crosse aortique permet d'ajuster la stratégie endovasculaire en fonction de la zone d'implantation proximale de l'endoprothèse. Elle aide également à anticiper la technique hybride de revascularisation des troncs supra-aortiques la plus adaptée.

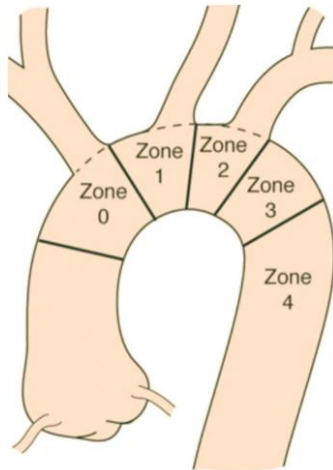


Figure 4 Classification Ishimaru¹⁰

4.3 Traumatismes aortiques / rupture de l'isthme :

Les ruptures traumatiques sont relativement rares mais représentent une cause fréquente de décès lors d'accidents de la route, représentant 10 à 20 % des cas observés lors d'autopsies. Les traumatismes aortiques sont en lien avec une brutale décélération. La localisation la plus fréquente est l'isthme (90 %) suivie des atteintes péri-diaphragmatiques, de l'aorte ascendante, de la crosse aortique et des troncs supra-aortiques (10 %) ¹¹. Dans de nombreuses séries publiées, le site de l'isthme aortique, sur la partie proximale de l'aorte thoracique descendante, en aval de l'artère sous-clavière gauche, est largement prédominant (90–98 %).

L'évolution naturelle des ruptures traumatiques de l'aorte se fait presque toujours vers la rupture, avec un délai variable, mais souvent bref ¹². Dans des rares formes (moins de 5 % des cas) qui échappent à la rupture initiale, l'évolution se fait vers la constitution d'un faux anévrisme chronique. Selon la classification de Vancouver, les lésions de grade I sont traitées

de manière conservatrice avec surveillance et contrôle de la pression artérielle. Les grades II et III nécessitent un traitement endovasculaire par endoprothèse en urgence, idéalement avant 24 heures, pour limiter les risques. Les lésions de grade IV, souvent fatales, peuvent justifier une tentative endovasculaire de dernier recours. Le problème de l'intervention précoce se pose en cas de lésion grave associée, tel qu'un traumatisme craniocérébral sévère, surtout si des lésions hémorragiques ou un œdème sévère sont retrouvés au scanner cérébral. Dans ces cas, et lorsque l'état hémodynamique du patient le permet, certaines équipes chirurgicales recommandent de différer l'intervention aortique. Les indications chirurgicales sont limitées aux contre-indications anatomiques du traitement endovasculaire : angulation sévère de la crosse aortique, extension de la rupture à la crosse aortique, et problèmes d'accès ilio-fémoraux.

La classification de Vancouver¹³ simplifiée est la plus utilisée, notamment du fait de sa facilité d'utilisation, sa faible variabilité inter-individuelle et sa corrélation avec le pronostic clinique :

- grade I : flap intimal, thrombus ou hématome intra-mural < 1 cm ;
- grade II : flap intimal, thrombus ou hématome intra-mural > 1 cm ;
- grade III : pseudo-anévrisme sans extravasation ;
- grade IV : rupture, fuite de produit de contraste (avec ou sans pseudo-anévrisme)

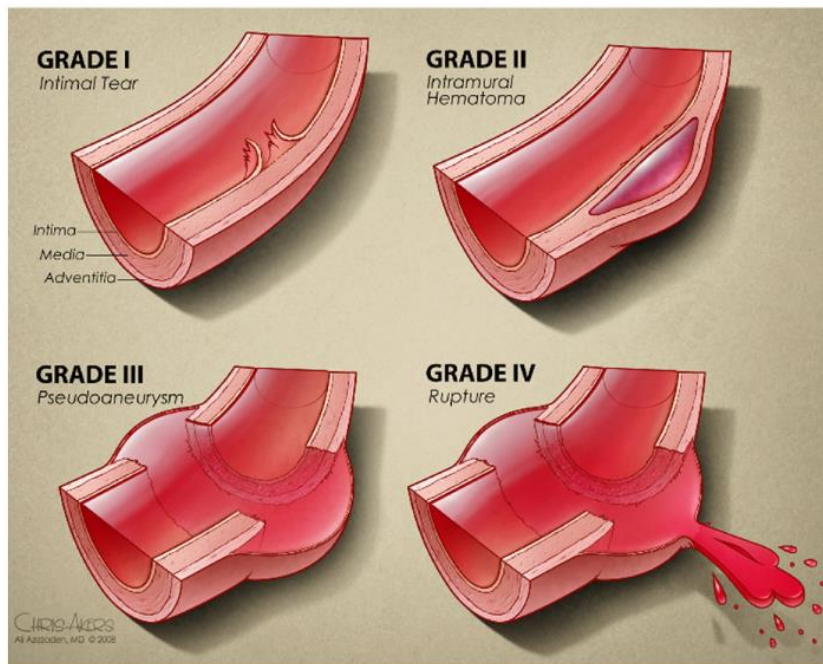


Figure 5 Azizzadeh A, Keyhani K, Miller CC III, Coogan SM, Safi HJ, Estrera

4.4 Ulcère de paroi

Ils se définissent par l'existence d'une ulcération aortique se développant au niveau d'une plaque d'athérome et pénétrant jusqu' à la média.¹⁴ Cette pathologie peut entraîner des complications telles que la formation d'un anévrisme, un hématome intra-mural ou encore une dissection aortique. Les principaux facteurs de risque comprennent l'âge avancé, le sexe masculin, le tabagisme, l'hypertension et les maladies coronariennes.

Les recherches montrent que l'ulcère pénétrant se situe fréquemment dans l'aorte thoracique descendante et la crosse aortique. Chez les patients asymptomatiques, un diamètre supérieur à 20 mm et un collet de plus de 10 mm augmentent le risque de progression de la maladie. Les critères pour envisager une intervention incluent des douleurs persistantes, une rupture contenue, une croissance rapide de la lésion, un hématome péri-aortique et un épanchement pleural. Dans les cas asymptomatiques avec ces caractéristiques, une intervention précoce est à envisager.¹⁵

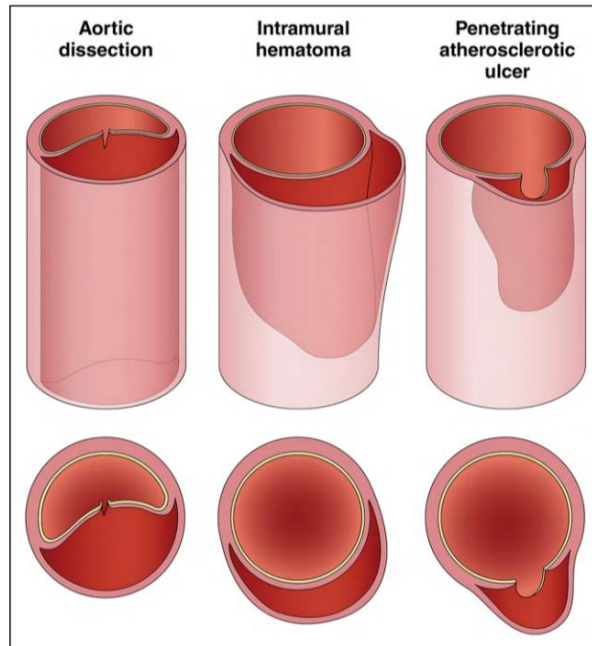


Figure 6, Adapted with permission from Springer Nature Customer Service Centre GmbH: Springer Nature, Clough et al 9



Figure 7, Rupture de plaque

4.5 Thrombus aortique

Le thrombus aortique est une entité rare, l'arc aortique et l'aorte thoracique descendante étant des sites privilégiés pour leur formation. Elles sont généralement associées à des lésions athéromateuses de la paroi aortique, bien que dans certains cas rares, elles

surviennent sur des artères saines et sont alors considérées comme isolées. La présence d'un thrombus dans l'arche aortique présente un risque élevé d'AVC potentiellement mortel ainsi que d'embolie périphérique. Les patients atteints de thrombi aortiques présentent fréquemment des troubles de la coagulation ou des affections hématologiques, notamment des cancers, ce qui doit être pris en compte dans la planification d'une stratégie de traitement individualisée.¹⁵

Chez les patients asymptomatiques, le diagnostic est souvent découvert par hasard lors d'examens d'imagerie réalisés pour d'autres motifs. Les patients présentant des symptômes d'ischémie dus à une embolie (AVC, ischémie des membres, viscérale ou rénale) nécessitent une intervention urgente. Avant tout traitement chirurgical chez les patients symptomatiques, il est essentiel d'exclure d'autres sources potentielles d'embolie. Le traitement endovasculaire, quant à lui, requiert une zone d'ancrage adéquate dans l'aorte ascendante et la dissection de type A. Cependant, la manipulation des dispositifs, tels que le guide et l'endoprothèse, dans une aorte thrombotique comporte un risque accru d'embolie.¹⁵

4.6 Hématome intra-mural

La société européenne de chirurgie vasculaire (ESVS)¹⁵ définit l'hématome intra-mural comme la présence de sang au sein de la paroi aortique, sans rupture de l'intima ni point d'entrée visible à l'imagerie. La société européenne de cardiologie¹⁶ le définit comme un épaississement circulaire ou en forme de croissant supérieur à 5 mm de la paroi aortique, sans membrane de dissection, rupture de l'intima, ni flux dans un faux chenal et recommande une prise en charge similaire à celle des dissections de type B. Il n'est pas toujours facile de la distinguer d'une dissection aortique en pratique clinique. Il existe une variabilité temporelle dans le diagnostic car des lésions intimes nouvelles peuvent apparaître chez les patients entre 24 et 48 heures après les premiers examens d'imagerie. Parmi les facteurs de risque de progression chez les patients présentant un hématome intra mural sans ulcère ou érosion intinale, on trouve l'atteinte de l'aorte ascendante, un diamètre aortique initial supérieur à 50 mm ainsi que des douleurs persistantes. Les données spécifiques à l'hématome intra-mural

dans la crosse aortique sont limitées. Un des principaux risques serait de présenter à court terme une dissection. L'indication chirurgicale est guidée par l'évolution des symptômes, la présence de signe de mauvaise perfusion et par l'évolutivité des lésions aux contrôles d'imagerie.

4.7 Anévrisme septique

L'infection de l'aorte native, ou plus souvent d'une prothèse aortique, entraîne une morbidité et une mortalité considérables. Le diagnostic repose sur un faisceau d'arguments cliniques, radiologiques et biologiques. Les options de traitement chirurgical incluent le retrait de la zone infectée, l'explantation de la prothèse aortique, le débridement local et la reconstruction aortique in situ. Un traitement conservateur peut être envisagé dans certains cas sélectionnés. Le TEVAR, utilisé comme thérapie d'urgence en cas d'infection aortique présumée, est réalisable et peut constituer une option de traitement définitif dans certains cas. Un traitement antibiotique et antimycotique spécifique, basé sur les analyses microbiologiques, doit être instauré chez tous les patients.¹⁷

4. Traitement endovasculaire

La chirurgie ouverte est la référence dans les lésions de la crosse aortique^{15 18}. Cependant, les taux de mortalité et d'accidents vasculaires cérébraux restent significatifs, en particulier chez les patients à haut risque.

Après une sternotomie médiane, une canule veineuse est insérée dans l'oreillette droite, tandis qu'une canulation axillaire droite est souvent utilisée pour assurer une perfusion cérébrale antérograde. Une hypothermie modérée ou profonde est induite. Sous arrêt circulatoire et perfusion cérébrale antérograde, la crosse aortique est ouverte jusqu'à l'isthme. Une canule peut également être insérée dans l'artère carotide gauche pour permettre une perfusion sélective. L'endoprothèse est ensuite introduite dans l'aorte thoracique descendante à l'aide d'un guide, et sa partie proximale est suturée à l'isthme aortique. Une prothèse tubulaire en Dacron® est utilisée pour remplacer la crosse aortique,

permettant aussi la réimplantation des TSAO.¹⁹(Fig 8) Selon les lésions présentes, l'aorte ascendante, et éventuellement la racine aortique, incluant la valve aortique et les artères coronaires, peuvent également être réparées. Des prothèses hybrides, telles que l'E-vita OPEN PLUS™ et le Thoraflex Hybrid™, ont été développées. Ces dispositifs comprennent une section proximale en polyester tissé imprégné de gélatine et une section distale dotée d'une endoprothèse recouverte d'anneaux de nitinol. (Fig 9)

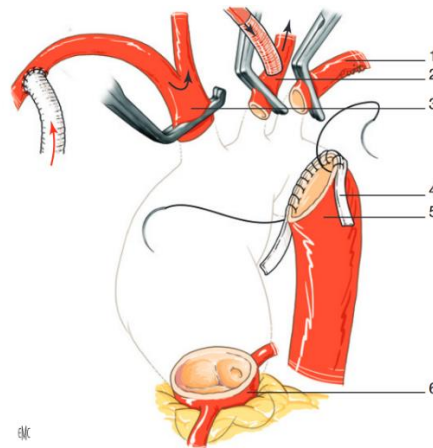


Figure 8, Traitement chirurgical des lésions de la crosse aortique, 1. ASCG ; 2. ACCG ; 3. TABC ; 4. attelle de feutre de renforcement ; 5. aorte thoracique descendante ; 6. racine aortique.²⁰

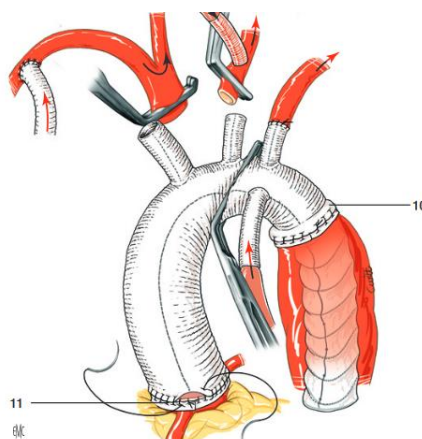


Figure 9, Remplacement de la crosse aortique par prothèse hybride, 10. anastomose distale ; 11. anastomose proximale²⁰

La technique hybride a été proposée comme une alternative pour les patients fragiles permettant d'éviter le clampage complet de l'aorte et l'arrêt circulatoire.

4.1 Branchée

Les modèles d'endoprothèse pour la crosse aortique incluent principalement des dispositifs à deux ou trois branches internes. Un modèle initial à trois branches externes, proposé par Inoue et al., ainsi que des EDP fenêtrées sur mesure, ont également été explorés. Cependant, la manœuvrabilité de ces modèles reste limitée une fois en place dans la crosse aortique, les rendant moins attractifs.²¹ Lorsque seul 2 stents peuvent être mis en place, un pontage est réalisé pour vasculariser l'artère restante. Ces stents sont surdimensionnés d'au moins 20 % par rapport au diamètre externe de l'aorte. Les stents de connexion utilisés sont sur mesure et auto-expansibles ou sur ballon, ils sont souvent renforcés par des stents nus auto-expansibles.

Le modèle à branches internes semble le plus adapté à l'anatomie et aux contraintes de la crosse aortique. Il nécessite simplement de positionner les ouvertures des branches en amont des TSAO pour permettre un cathétérisme rétrograde. Ce modèle comprend généralement deux branches : l'une destinée au TABC et l'autre à l'ACCG. Les branches distales s'élargissent pour accueillir et faciliter l'implantation des stents de connexion, et sont équipées de marqueurs radio-opaques pour un meilleur contrôle sous fluoroscopie.

Une troisième génération d'EDP avec trois branches internes (destinée également à l'ASCG) est maintenant disponible. Elle a une configuration et un déploiement similaires à ceux des modèles à deux branches, avec la troisième branche préchargée et un cathétérisme effectué via un accès fémoral.

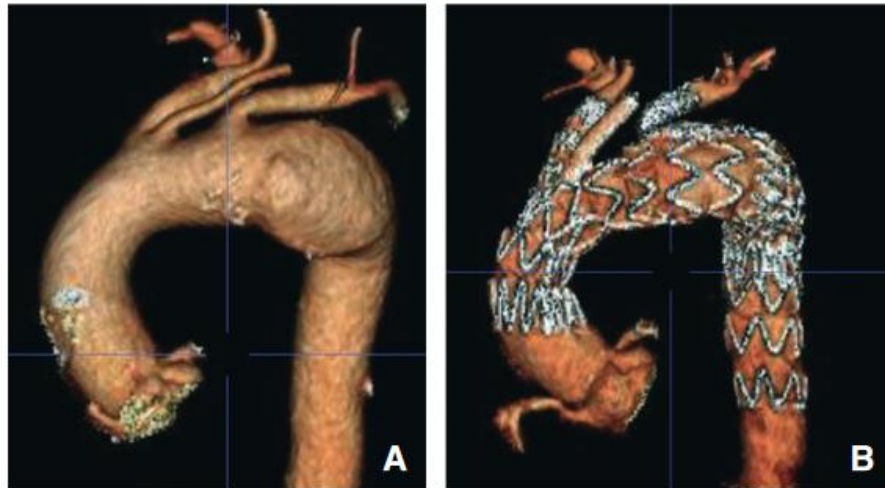


Figure 10, Reconstruction en 3D volume rendering (VR) préopératoire d'un patient présentant un anévrisme de la crosse aortique (A) traité par endoprothèse de la crosse aortique à trois branches (B).²¹

5.2 Parallel-graft

Les alternatives à la chirurgie ouverte incluent des techniques endovasculaires comme les « cheminées », la méthode du périscope et la technique sandwich, souvent regroupées sous l'appellation de parallel grafts (PGs), ainsi que la fenestration in situ. Les PGs sont des stents placés dans un ou plusieurs vaisseaux supra-aortiques, parallèlement à l'endoprothèse principale de la crosse. Cela permet d'allonger la zone d'étanchéité au-delà de l'origine du vaisseau supra-aortique concerné. La première utilisation des PGs dans le traitement de la crosse aortique a été documentée en 2005. Plusieurs variantes de la technologie des PGs existent. La méthode classique oriente le stent vers la zone proximale et permet un flux sanguin antérograde vers l'endoprothèse aortique. La version périscope est orientée distalement permettant un flux sanguin rétrograde. Dans la technique sandwich, une endoprothèse aortique est d'abord implantée pour créer une zone d'ancrage artificielle, après quoi les PGs sont mises en place. Une fois les stents implantés, une seconde endoprothèse aortique est déployée pour couvrir toute la pathologie, les PGs étant situées entre les deux endoprothèses. Elles servent aussi de solution de secours lorsque des vaisseaux cibles sont accidentellement couverts permettant ainsi l'utilisation de greffes dans des zones d'ancrage courtes, comme les zones 2 et 3. ¹⁵

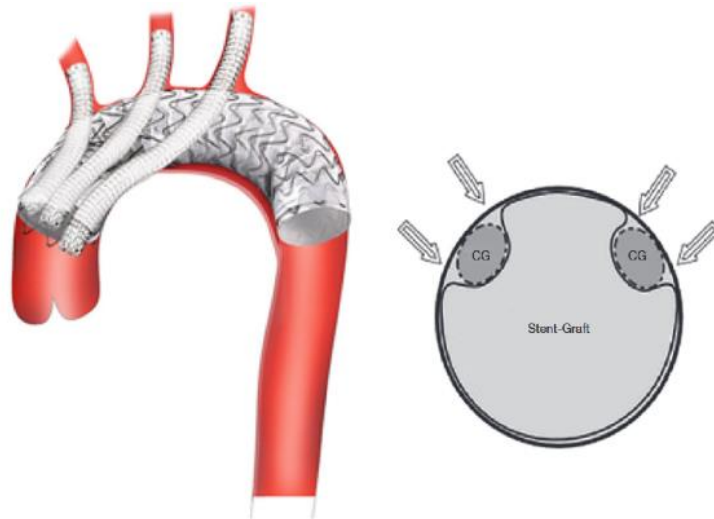


Figure 11, Technique de la cheminée²²

Cependant, l'utilisation des techniques PG comporte un risque d'endofuite de type I en raison des « gouttières », des espaces créés entre les stents et l'endoprothèse aortique principale. Elles sont inévitables et ne sont pas toujours détectables par angioscanner. Même des lésions thrombosées peuvent rester sous pression ce qui peut conduire à une endotension, définie comme une pression dans le sac anévrismal sans endofuite apparente, qui majore le risque de rupture.

5.3 Fenêtre in situ

La fenestration in situ des endoprothèses est une autre option pour étendre la zone de pose proximale en couvrant les troncs supra-aortiques. La création des fenestrations peut être effectuée par laser ou par des moyens mécaniques. Cette technique est relativement récente et il n'existe pas encore de données à long terme chez l'humain.

Le taux de morbi-mortalité associé reste élevé. Ces procédures présentent également un risque neurologique en raison de la navigation endovasculaire nécessaire dans la crosse aortique et les TSAO. La complexité de l'intervention réside dans l'angulation de l'aorte, l'origine des TSAO, la proximité de la racine aortique (valve aortique et artères coronaires), ainsi que les contraintes hémodynamiques (pulsatilité de l'aorte et débit artériel).¹⁵

5.4 Endoprothèse homemade

L'utilisation d'endoprothèse modifiées par le chirurgien évolue depuis plus de dix ans. La littérature rapporte des résultats efficaces^{23,24} dans le traitement des lésions de la crosse aortique en utilisant des endoprothèses homemade à doubles fenêtres ancrée en zone 0, comme dans les cas de dissection de la crosse aortique²⁵ et d'anévrismes dégénératifs²⁶, sans augmentation du risque de dissection rétrograde et avec des taux réduits de complications neurologiques.

Les dispositifs « prêts à l'emploi » ont une utilité indéniable dans les situations d'urgence. L'utilisation de prothèses endovasculaires modifiées par le chirurgien, à simple ou double fenêtres, pour les lésions de la crosse aortique dans un contexte d'urgence doit être évaluée.

5. Complications des techniques endovasculaires :

6.1 Dissection rétrograde

La dissection rétrograde est une complication qui peut survenir lors du traitement endovasculaire. Le temps qui s'écoule entre l'implantation et l'apparition d'une dissection rétrograde varie considérablement, jusqu'à trois ans après la procédure.²⁷ Le taux de mortalité associé est très élevé, pouvant atteindre 33,6 %. Une intervention chirurgicale d'urgence est alors nécessaire pour réaliser un remplacement de l'aorte ascendante et/ou de la crosse aortique sous circulation extra-corporelle. Pour tenter de réduire ce risque, un électroentraînement ventriculaire rapide peut être utilisé afin de diminuer la tension sur la paroi de l'aorte ascendante lors du clampage latéral.²⁸

L'incidence varie également selon l'indication thérapeutique. Les patients traités pour une dissection aortique, surtout en phase aiguë, présentent un risque relatif dix fois plus élevé que ceux ayant des anévrismes dégénératifs. La présence d'un anévrisme de l'aorte ascendante est également un facteur de risque. Il est donc recommandé de discuter d'un remplacement prophylactique chez les patients dont le diamètre de l'aorte ascendante dépasse 4 cm.²⁹

6.2 Accidents vasculaires cérébraux

La manipulation des artères à visée céphalique ainsi que celle des guides et de l'endoprothèse augmente le risque d'AVC.²⁷ Il est donc essentiel d'évaluer la perméabilité des TSAO et de vérifier la présence de plaques emboligènes au niveau de la crosse aortique. L'administration d'un traitement antiagrégant plaquettaire avant la chirurgie semble également recommandée. Enfin, il est crucial de réduire au maximum la durée de clampage et les manipulations des guides dans la crosse aortique.

6.3 Couverture accidentelle d'un TSAO

Malgré une préparation préopératoire complète, la couverture accidentelle d'une artère carotidienne lors du déploiement d'une endoprothèse est possible et est une complication grave. Il est crucial d'identifier/éliminer les autres causes d'occlusion telles que des thromboembolies ou des dissections traumatiques. L'artériographie peropératoire est l'examen de référence pour différencier ces causes. En cas de couverture d'un axe carotidien, l'abstention thérapeutique n'est généralement pas envisageable, sauf dans les cas de couverture partielle ou d'occlusions anciennes connues. La stratégie thérapeutique consiste d'abord en une traction prudente de l'endoprothèse. Si échec, la revascularisation par stenting de l'artère recouverte peut être tentée, notamment en accédant par voie rétrograde pour l'artère carotide commune gauche. Si ces approches ne fonctionnent pas, une revascularisation chirurgicale est nécessaire (pontage).²⁹

6.4 Ischémie médullaire

Le taux de paraplégie après pose d'une endoprothèse dans l'aorte thoracique descendante varie entre 2 % et 6,5 %, sans preuves solides que ce taux soit inférieur à celui de la chirurgie conventionnelle. Plusieurs facteurs expliquent ces taux avec la méthode endovasculaire : absence de clampage aortique, hypotension péri-opératoire limitée, tolérance de pressions artérielles élevées et réveil rapide permettant une évaluation neurologique précoce. Contrairement à la chirurgie ouverte, l'endovasculaire ne permet pas

de réimplanter les artères intercostales, augmentant ainsi le risque d'ischémie médullaire. Ce risque est particulièrement élevé lorsque plus de 10 artères intercostales sont couvertes ou qu'un segment aortique de plus de 20 cm est concerné. Il est recommandé de privilégier des endoprothèses courtes et d'éviter de sacrifier des artères importantes, comme la sous-clavière gauche, impliquées dans la vascularisation médullaire.²⁹

Des stratégies préventives incluent le drainage du liquide céphalorachidien pour réduire la pression intrathécale, surtout chez les patients à risque. Il est également crucial de maintenir une pression artérielle moyenne élevée (>70 mmHg) après l'intervention pour favoriser la perfusion médullaire. Enfin, la réparation aortique en plusieurs étapes, comme l'ont proposé les travaux de Griep, pourrait permettre de développer un réseau collatéral de revascularisation autour de la moelle épinière, réduisant ainsi le risque d'ischémie médullaire.

6.5 Collapsus

Depuis le premier rapport de Melissano, 29 cas de collapsus d'endoprothèses thoraciques ont été répertoriés, avec un taux de mortalité de 6,8 %.²⁹ Cette complication a été observée avec différentes marques d'endoprothèses (TAG®, ZENITH®, ENDOFIT®).²⁹ Les principaux facteurs favorisants sont une mauvaise apposition de l'endoprothèse, une angulation marquée de la crosse aortique, un petit diamètre de l'aorte et un surdimensionnement excessif de l'endoprothèse. Le collapsus survient généralement dans le premier mois post-opératoire, bien que des cas différés jusqu'à 11 mois aient été signalés, nécessitant un suivi prolongé. Lors de la prise en charge de patients présentant ces facteurs anatomiques, la prudence est de mise. Si un traitement endovasculaire est privilégié, il faut choisir une endoprothèse avec une forte force radiale pour mieux s'adapter à la courbure aortique. En cas de défaut d'apposition, un suivi rapproché par scanner est recommandé et des options telles que le déploiement d'une seconde endoprothèse ou d'un stent de Palmaz peuvent être envisagées. En cas de collapsus, deux options thérapeutiques sont possibles : une conversion chirurgicale pour retrait de l'endoprothèse ou une approche endovasculaire par implantation d'une nouvelle endoprothèse ou d'un stent dans celle collabée. La conversion chirurgicale est conseillée dans les cas où le risque de couvrir les troncs supra-aortiques est élevé.

6.6 Endofuite

Une endofuite correspond à la persistance d'un flux sanguin entre l'endoprothèse et l'anévrisme, maintenant une pression dans le sac anévrisimal, ce qui peut entraîner une rupture.^{9 13 29}

- **Endofuites de type I** : Proximales ou distales, elles sont les plus graves car la pression dans le sac reste systémique. Elles peuvent parfois se résorber spontanément mais nécessitent un traitement si le sac anévrisimal se dilate. La correction se fait par la pose d'une endoprothèse plus proximale ou distale, avec revascularisation si nécessaire. Sinon une chirurgie est requise.
- **Endofuites de type II** : Causées par un reflux des artères collatérales (ex. sous-clavière, intercostales). Elles sont souvent temporaires et nécessitent principalement une surveillance. Si la sous-clavière gauche est impliquée, une correction chirurgicale ou embolisation peut être nécessaire.
- **Endofuites de type III** : Liées à la déconnexion ou au mauvais recouvrement de deux endoprothèses, corrigées par la pose d'une nouvelle prothèse.
- **Endofuites de type IV** : Causées par des fuites au niveau des sutures ou des déchirures du polyester de la prothèse.
- **Endofuites de type V** : Résultent d'une porosité excessive de la prothèse, provoquant un sérome péri-prothétique.

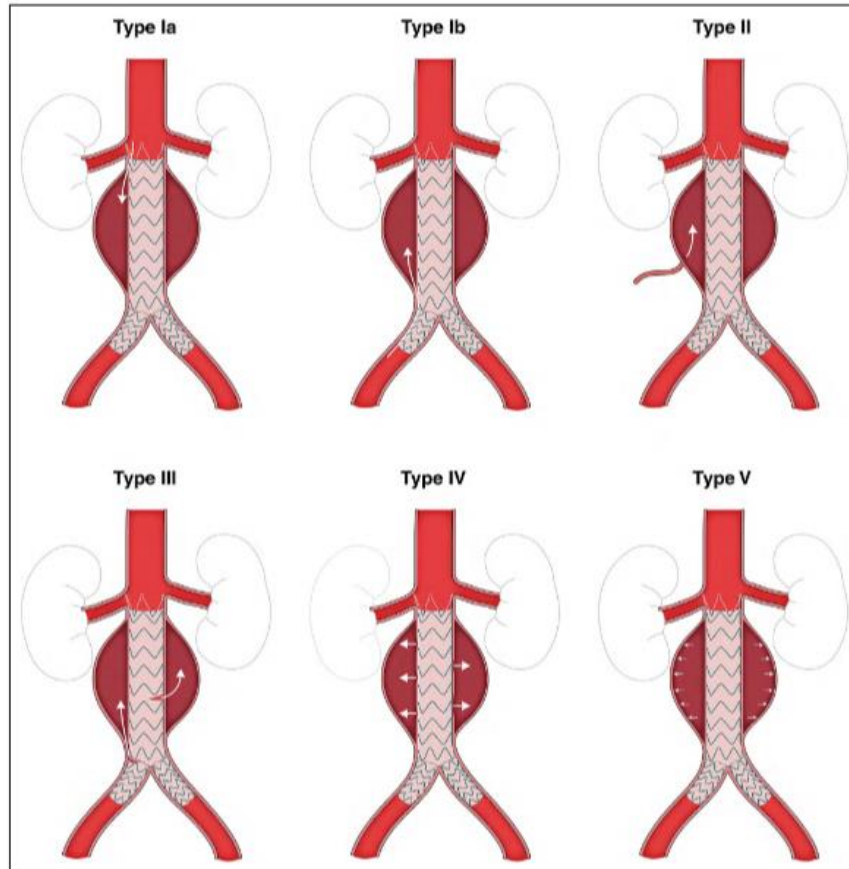


Figure 12, Classification des endofuites, Adapted from Rokosh et al.2 Copyright 2021, with permission from Elsevier, Inc., and the Society for Vascular

6.7 Migration

La migration distale de l'endoprothèse est moins courante au niveau thoracique qu'abdominal, mais elle est souvent due au remodelage de l'aorte, notamment à la dilatation du collet proximal. Cette migration est favorisée par une mauvaise apposition de l'endoprothèse au collet, souvent liée à un sous-dimensionnement de celle-ci. Une migration peut entraîner l'apparition d'endofuites de type I.²⁹

6.8 Voie d'abord

Les complications liées aux voies d'abord sont rares, mais peuvent entraîner des infections locales, des désunions ou des hématomes, susceptibles de nécessiter une réintervention chirurgicale, prolongeant ainsi la durée d'hospitalisation. L'utilisation généralisée de la ponction sous guidage échographique et le développement de dispositifs de fermeture percutanée ont favorisé l'approche percutanée.

6.9 Infection

Il existe peu de données dans la littérature. Il s'agit d'une complication rare, généralement associée à une infection survenant pendant l'intervention chirurgicale. Elle peut également résulter d'une infection située à distance ou par propagation directe. Le scanner peut révéler la présence de bulles d'air et de collections péri-prothétiques. Le traitement standard repose sur le retrait de l'endoprothèse, associé à une revascularisation in situ ou extra-anatomique.²⁹

METHODE

1. Objectifs

L'efficience et la fiabilité de la technique ont déjà été établies lors de précédentes investigations. L'objectif de cette étude est d'évaluer les résultats des endoprothèses homemade simple et double fenêtres dans un contexte d'urgence puis de les comparer sur les périodes de suivi précoce et intermédiaire.

2. Patients

Cette étude a été conduite en accord avec les principes de la déclaration d'Helsinki et le consentement éclairé a été obtenu de chacun des patients. Cette étude a été autorisée par le comité d'éthique indépendant (IRB #0001158).

Tous les patients inclus ont bénéficié d'un traitement endovasculaire de la crosse aortique en urgence. Les données ont été collectées de manière prospective dans le centre de chirurgie vasculaire et thoracique du CHU Arnaud de Villeneuve à Montpellier.

Les patients exclus comprenaient ceux avec des lésions de l'aorte ascendante notamment dissection ou anévrisme (nécessitant de facto une prise en charge chirurgicale) ou des lésions de la courbure externe de la crosse aortique.

Les patients présentant des lésions de la crosse aortique en zone 1 ou un anévrisme sacculaire en zone 0 sur la petite courbure de la crosse étaient adaptés à cette approche si la longueur du collet proximal et distal était d'au moins 20 mm et si le diamètre du collet proximal et distal était compris entre 20 mm et 40 mm.

Les lésions de la crosse aortique en zone 0, à l'exception des anévrismes sacculaires sur la petite courbure de la crosse, étaient jugées inadéquates à la technique en raison du risque d'endofuite : le collet distal ne serait probablement pas suffisant.

Les données démographiques, anatomiques, peropératoires et post-opératoires ont été collectées de manière prospective.

3. Planification, dimensionnement et préparation du dispositif

L'étude impliquait un angioscanner préopératoire pour tous les patients afin d'appréhender l'anatomie. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un logiciel de sizing (Endosize workstation, Herenva, Nanjing, France).

L'endoprothèse Valiant Captivia (Medtronic, Santa Rosa, Californie) a été utilisée pour toutes les procédures. Le surdimensionnement de l'endoprothèse était inférieur à 10 % dans les cas de dissection aortique aiguë et de 15 à 20 % pour les autres indications. Le choix du nombre de fenêtres s'adaptait aux lésions et était dépendant du collet : un minimum de 20 mm en zone saine était requis. Nous faisons preuve de plus de prudence avec les patients présentant une dilatation de l'aorte ascendante (>42mm). Par souci de sécurité, nous privilégions une couverture maximale de la crosse aortique, ce qui nous conduit à choisir des endoprothèses à double fenêtre (ancrage en zone 0).

La plus grande fenêtre, la proximale, intégrait le TABC et la CCG, et la plus petite, distale, l'ASCG. L'endoprothèse était d'abord déployée sur table pour permettre la création des fenêtres.

Les repères (en forme de 8) proximaux étaient détachés et la ligne d'arceau métallique la plus proximale était afin d'éviter un éventuel accrochage du guide lors du déploiement.

Un bistouri électrocautère était utilisé pour façonner la fenêtre de l'artère sous clavière gauche et une lame de bistouri de taille 11 pour la fenêtre proximale, selon les données anatomiques repérées sur le scanner. Une boucle en fil de nitinol, fixée par deux hémi-surjets de Prolène 5-0, permettait de marquer la fenêtre de l'ASCG (EV3 Amplatz goose neck snare, Medtronic, Santa Rosa, Californie, États-Unis). Depuis 2018, nous insérons systématiquement un guide dans la fenêtre de l'ASC afin de faciliter son positionnement lors de son déploiement.

Une ponction de la gaine du dispositif était faite à 15 cm de la poignée avec introduction d'un Terumo 0,035 stiff 260mm (Terumo Corporation, Japan) passant par la fenêtre distale puis extériorisé de l'endoprothèse. La ré introduction de la prothèse était réalisée à l'aide de lacs en tissus serrés par des tirettes. Enfin, l'opérateur réalisait un rinçage abondant de la gaine de l'endoprothèse avec du sérum hépariné afin d'éliminer l'air emprisonné à l'intérieur.

Ces étapes étaient réalisées sur une table pendant l'initiation de l'anesthésie.

4. Étapes techniques

La procédure de déploiement, désormais bien établie, a été perfectionnée au fil du temps pour devenir moins invasive, évoluant jusqu'à une approche entièrement percutanée, ce qui a permis de simplifier la procédure et de réduire la durée de l'intervention.

En situation d'urgence, les procédures étaient réalisées sous anesthésie générale. Le patient était installé en décubitus dorsal, les bras le long du corps, légèrement plus déclive que le tronc, le bras gauche en rotation externe. Le champage stérile s'étendait du cou aux scarpas en incluant le pli du coude gauche.

Le choix d'un des axes ilio-fémoraux pour la montée de l'endoprothèse était réalisé en fonction du scanner pré-opératoire en préférant le moins tortueux et moins sténosé ou non disséqué. Dans le cas d'artères saines bilatérales, le choix était porté préférentiellement sur l'artère fémorale droite. Les ponctions étaient réalisées sous échographie.

Ponction de l'artère humérale gauche au pli du coude et mise en place d'un introducteur 6F 45mm. Ponction fémorale et mise en place d'introducteurs de 6F 15mm. Mise en place au niveau fémoral de 2 dispositifs de préclosure ProGlide (Abbott Vascular, CA, USA).

Une anticoagulation systémique avec de l'héparine à 50 UI/kg était administrée et le temps de coagulation activé était surveillé.

Cathétérisme par voie fémorale sous contrôle scopique de l'aorte ascendante avec un guide Terumo 0,035. Échange du guide pour un guide extrastiff thoracique Lunderquist à l'aide d'un cathéter Pigtail. Mise en place dans l'aorte d'un guide Terumo 0,035 par voie humérale, introduction d'un lasso EN-Snare (Merit Medical System, Utah, USA) par voie fémorale, parallèlement au guide Lunderquist, puis récupération du guide Terumo provenant du bras pour établir un système de téléphérique huméro-fémoral. Introduction d'un ballon monté sur un porteur long (130 cm) via la voie humérale.

Le guide Terumo préalablement inséré dans la fenêtre de l'endoprothèse était introduit dans le ballon. Le guide était récupéré par le bras. Retrait du ballon. Parallèlement, l'endoprothèse était montée sur le Lunderquist sous contrôle scopique jusqu'à atteindre la crosse aortique.

Vérification de l'absence de torsion du guide Terumo préchargé autour du Lunderquist. Orientation de l'endoprothèse pour aligner la fenêtre avec l'ASC.

Avant largage, déploiement dans la crosse permettant une visualisation optimale de l'origine des TSAO grâce à l'orientation de l'appareil de scopie en oblique antérieur gauche (OAG), préalablement déterminée à partir de la reconstruction 3D du scanner. Injection de produit de contraste via l'introducteur huméral dont l'extrémité était positionnée dans l'artère sous-clavière. Repérage de l'origine de l'artère vertébrale ainsi que de l'origine de l'ASC. Déploiement progressif de l'endoprothèse en amont de l'ASCG sous traction du téléphérique, avec contrôle scopique, afin d'aligner progressivement la fenêtre de l'endoprothèse avec l'ostium de l'ASC à l'aide du marquage. Recul du dispositif dans l'aorte descendante et remise en place de la gaine. Retrait du dispositif et libération du guide Terumo.

Le stent sous clavier était monté par voie fémorale grâce à un introducteur 9F de 90cm positionné dans l'ASCG. Le choix du stent se portait sur un stent couvert de 12 mm, de type LifeStream (Bard Peripheral Vascular, AZ, USA) ou Advanta V12 (Atrium Medical Corporation, Merrimack, NH, USA). Le stent était largué dans l'ASC avec un dépassement dans l'aorte.

Un contrôle angiographique à l'aide d'un injecteur était systématiquement réalisé à l'aide d'une pigtail montée sur le lunderquist. Vérification de la perméabilité des TSAO et si endofuite. Si nécessité de prolonger la couverture aortique ou d'impaction des endoprothèses, un ballon était laissé inflaté dans le stent sous clavier lors du complément de geste.

Une fois le geste terminé, retrait du matériel, compression manuelle de la ponction humérale et utilisation des pro glide en fémoral posé en pré closing.

Surveillance clinique, vérification de l'absence de saignement et d'hématome. Examen neurologique réalisé au réveil du patient.

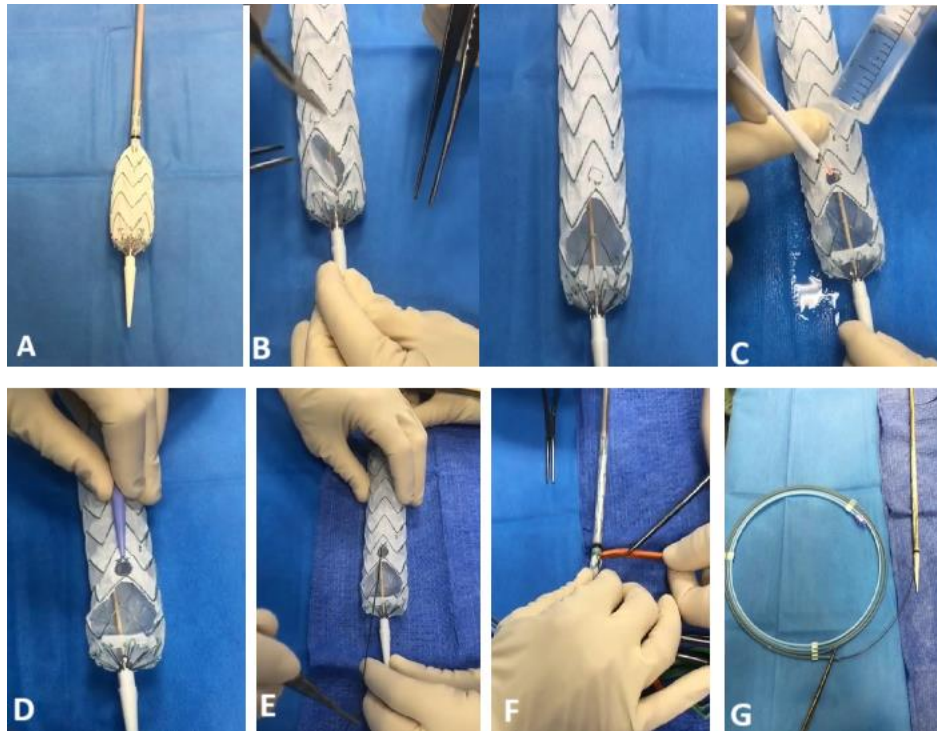


Figure 13, Les différentes étapes de modification de l'endoprothèse ; A : Déploiement de l'endoprothèse sur table, B : Création de la fenêtre proximale avec une lame de bistouri 11, C : Création de la fenêtre sous-clavière avec un thermocutteur, D : couture d'une partie d'un guide Landerquist autour de la fenêtre distale, E : Introduction d'un guide terumo stiff dans la gaine puis dans la fenêtre distale, F : Ré engainement de l'endoprothèse, G : endoprothèse prête à être utilisée.



Figure 14, Contrôle angiographique per opératoire, après largage d'une endoprothèse simple fenêtre

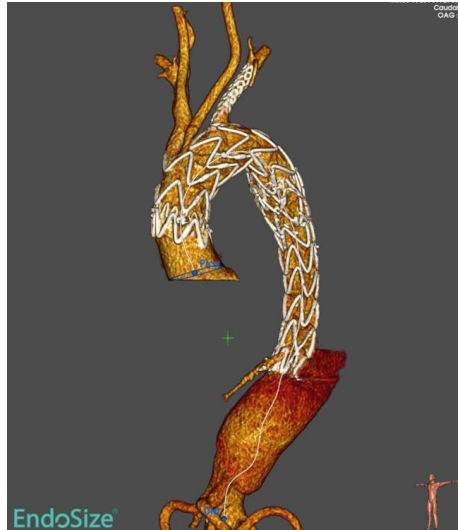


Figure 15, Reconstruction 3D, après pose d'une endoprothèse double fenêtre pour exclusion d'un anévrisme

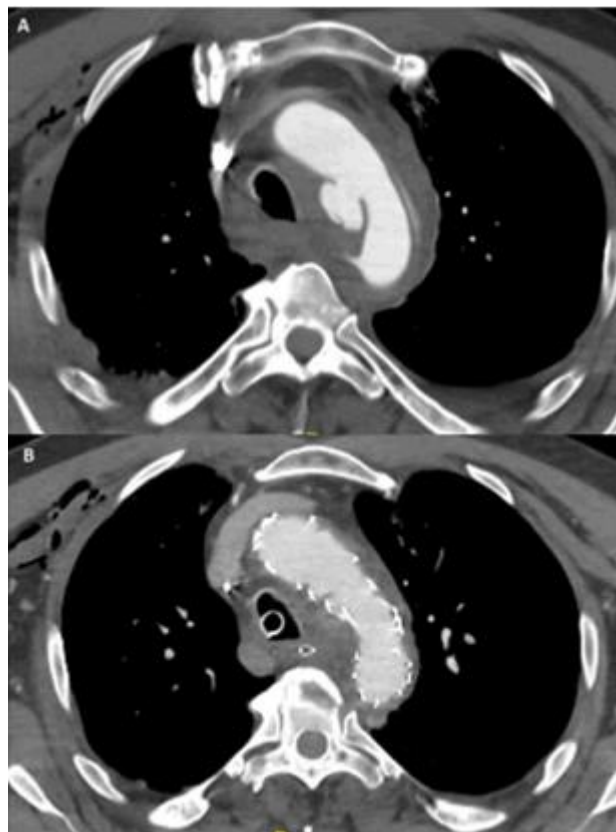


Figure 16, Rupture de l'isthme grade IV, angioTDM pré (A) et post opératoire (B)

5. Suivi

Le suivi était réalisé avec un scanner à 1 semaine, 6 et 12 mois, puis chaque année par la suite.

6. Analyse statistique

Les variables continues ont été comparées à l'aide du test t de Student non apparié, du test t de Welch ou du test de Mann-Whitney selon la distribution des données. Les variables discrètes ont été comparées à l'aide du test du chi-carré ou du test exact de Fisher selon le cas. Le risque alpha a été fixé à 5 % et les tests bilatéraux ont été utilisés. L'analyse statistique a été réalisée avec EasyMedStat (version 3.36).

RESULTATS

Entre juillet 2014 et mars 2023, 86 patients ont été traités en urgence pour une pathologie de la crosse aortique : 54 ont bénéficié d'une endoprothèse avec simple fenêtre et 32 avec double fenêtre.

1. Données démographiques et caractéristiques opératoires

74 % des patients étaient des hommes et l'âge moyen était de 69 ± 18 ans (de 18 à 94 ans). Les deux groupes étaient comparables pour toutes les caractéristiques démographiques. (Tableau I)

Les indications comprenaient les dissections aortiques de type B aiguë compliquées, les ruptures de l'isthme, les ulcères pénétrants aortiques, les anévrismes dégénératifs, les pseudoanévrismes, les thrombus flottants aortiques, les ruptures aortiques, les dissections chronique de type A, les hématomes intramuraux, les anévrismes post-dissection, les récives de dissection et les anévrismes septiques.

Dans un cas de dissection de type A anciennement traité chirurgicalement, l'apparition d'une nouvelle réentrée a été responsable d'un élargissement du faux chenal, comprimant ainsi le vrai.

Les dissections de type B nécessitant un traitement urgent étaient celles responsables d'un syndrome de malperfusion (ischémie mésentérique, ischémie rénale, ischémie aiguë d'un membre), de douleurs persistantes ou d'une hypertension réfractaire malgré un traitement médical optimal.

Les principales indications sont résumées pour chaque groupe dans le Tableau II.

TABLE I. Données démographiques et caractéristiques opératoires

	Cohorte entière (n = 86)	Simple fenêtre (n = 54)	Double fenêtre (n = 32)	p
Age (<i>années</i>), <i>moyenne</i>	69	64	70	-
Sexe (homme), <i>n (%)</i>	64 (74)	41 (76)	23 (72)	-
Comorbidités <i>n (%)</i>				
Tabagisme > 30PA	41 (48)	22 (40)	19 (19)	-
Hypertension	56 (65)	33 (61)	23 (72)	-
Dyslipidémie	12 (14)	6 (11)	6 (19)	-
Diabètes	8 (9)	6 (11)	2 (6)	-
BPCO	6 (7)	4 (7)	2 (6)	-
Cardiomyopathie ischémique	11 (13)	7 (13)	4 (12)	-
Insuffisance cardiaque	7 (8)	4 (7)	3 (9)	-
IRC	8 (9)	6 (11)	2 (6)	-
AOMI	6 (7)	4 (7)	2 (6)	-
Arythmie	12 (14)	5 (9)	7 (2)	-
ASA classification				
I	0	0	0	-
II	33 (38)	23 (43)	10 (31)	-
III	41 (48)	23 (43)	18 (56)	-
IV	9 (10)	7 (13)	2 (6)	-
Caractéristiques opératoires				
Temps opératoire, <i>minutes</i>	68	69	67	0.85
Temps médian de modification de l'endoprothèse, <i>minutes</i>	16	10	23	0.77
Chirurgie des troncs supra aortiques, <i>n (%)</i>	3 (3)	1 (2)	2 (6)	0.55
Complication des accès vasculaires, <i>n (%)</i>	5 (6)	1 (2)	4 (13)	0.06

PA : paquets-années, ASA : American Society of Anesthesiologists; BPCO, broncho-pneumopathie chronique obstructive; IRC: insuffisance rénale chronique, AOMI : artériopathie oblitérante des membres inférieurs, TEVAR, thoracic endovascular aortic repair.

TABLE II. Indications

Variable	Cohorte Entière (n = 86)	Simple fenêtre (n = 54)	Double fenêtre (n = 32)	p
Indications				
Dissection type B aiguë	46 (53.5)	25 (46.3)	21 (65.6)	0.13
Rupture de l'isthme	16 (18.6)	13 (24.1)	3 (9.4)	0.15
Ulcère de paroi	8 (9.2)	3 (5.6)	5 (15.6)	0.14
Anévrisme dégénératif	5 (5.7)	4 (7.4)	1 (3.1)	0.65
Pseudo-anévrisme	3 (3.5)	1 (1.9)	2 (6.0)	0.55
Thrombus flottant	2 (2.3)	2 (3.7)	0 (0)	0.53
Rupture	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	>0.99
Dissection type A chronique	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	>0.99
Hématome intra-mural	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	>0.99
Anévrisme post dissection	1 (1.2)	0 (0)	0 (0)	>0.99
Récurrence dissection type B	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	>0.99
Anévrisme septique	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	>0.99

La durée moyenne de la procédure était de 68 minutes : 69 ± 24 minutes pour la fenêtre unique et 67 ± 38 minutes pour les doubles fenêtres ($p=0,85$). La durée médiane des modifications de l'endoprothèse était de 10 ± 3 minutes pour les simples fenêtres et de 23 ± 5 minutes pour les doubles.

Le diamètre moyen des endoprothèses utilisées était de 34 mm (24 à 46 mm). Une endoprothèse supplémentaire a été ajoutée en per opératoire dans 48 % des cas pour garantir un ancrage en zone saine : 44 % pour les simples fenêtre et 53 % pour les doubles ($p=0,58$). Une angiographie finale a été réalisée pour chaque procédure.

Chez 3 patients, une chirurgie des troncs supra aortiques a été réalisée : un cas de dissection de type B aiguë s'étendant à l'artère humérale traitée par un pontage carotido-huméral, un

pontage carotido-axillaire bilatéral pour une rupture de l'isthme avec une artère lusoria et rupture de l'artère sous-clavière droite, et un pontage intercarotidien réalisé lors du traitement d'un anévrisme de la crosse aortique de 8 cm, avec occlusion préopératoire de la carotide commune gauche.

Quatre endartériectomies de l'artère fémorale commune avec plastie par patch ont été réalisées pour une sténose du trépied fémoral significative et trois pontages croisés pour une ischémie unilatérale de membre. Dans ces derniers cas, le déploiement de l'endoprothèse n'avait pas permis une réouverture suffisante du vrai chenal dans l'artère iliaque.

2. Résultats précoces

Deux décès sont survenus en per opératoire, avant déploiement de l'endoprothèse. Le succès technique a été défini par l'absence d'endofuite de type 1, de dissection rétrograde et l'absence de décès à la fin de la procédure. Le succès technique était de 91 %.

Un total de 7 décès péri-opératoires a été observé dont les causes étaient : 3 arrêts cardiaques, 2 ruptures aortiques et 2 dissections rétrogrades de type A. Les arrêts cardiaques se sont produits chez des patients présentant des comorbidités spécifiques dont un patient précédemment opéré pour une dissection de type A ayant bénéficié d'une hémi crosse avec arrêt cardiaque avant l'insertion de l'endoprothèse dans la crosse, un patient a présenté une tachycardie ventriculaire et un patient avec une crosse aortique droite et artère lusoria, ayant bénéficié d'un debranching des TSAO avec remplacement de l'aorte ascendante pour une dissection de type A plusieurs années auparavant qui présente une nouvelle indication opératoire devant un faux anévrisme de la crosse aortique.

Une rupture aortique est survenue après implantation d'un TAVI (Transcatheter Aortic Valve Implantation) et une autre dans le contexte d'un syndrome coronarien aigu.

Trois dissections rétrogrades de type A péri-opératoires se sont produites : une a été traitée par chirurgie ouverte avec succès et 2 sont décédées. Deux autres ont eu lieu dans la première semaine, enregistrées lors du scanner de suivi post-opératoire. L'une a été traitée par chirurgie ouverte sans explantation de l'endoprothèse. Après intervention (remplacement de

l'aorte ascendante), l'endoprothèse est restée perméable sans plicature ou thrombus significatif ni endofuite. Pour le second patient, l'équipe multidisciplinaire a décidé de récuser devant des comorbidités trop importantes.

Des événements neurologiques post-opératoires ont été observés chez 2 patients (3 %). Chacun a bénéficié d'une IRM cérébrale et d'une évaluation par un neurologue. L'un a présenté une hémiplégié gauche complète sans lésions retrouvées lors des diverses investigations et l'autre a présenté des symptômes visuels complètement régressifs.

Cinq cas de paraplégie ont été observés : deux étaient post-traumatiques avec fracture vertébrale, une était due à l'occlusion de la terminaison aortique (la vraie lumière étant comprimée par le faux chenal), amélioré par la rééducation, un patient était paraplégique à son arrivée en raison d'une ischémie médullaire, partiellement amélioré par l'intervention, et un autre devenu paraplégique en post-opératoire amélioré par le drainage de liquide cébrospinal.

Une endofuite de type 1a est survenue le troisième jour post-opératoire, patient ayant anciennement bénéficié d'un remplacement de l'aorte ascendante, devant apparition d'un faux anévrisme sur l'anastomose distale, décision de double fenêtré, cuff ajouté devant EF 1a.

Une endofuite de type 3, repéré sur un angioscanner à J9, a été traitée par un stent sous-clavier supplémentaire.

La durée médiane de séjour à l'hôpital était de 12 jours.

Au total, 3 patients (3 %) ont subi une ré intervention précoce : une dissection rétrograde, une endofuite de type 1 et une endofuite de type 3.

La mortalité globale à 30 jours était de 19 % (n=16). 9 décès sont survenus dans les 30 jours : 2 insuffisances multiviscérales, 2 cas de polytraumatismes, 2 fistules aorto-digestives dans un contexte d'anévrismes thoraco-abdominaux complexes, 2 endoprothèses posées dans un contexte septique (un patient cirrhotique décompensé, contre-indiqué à la chirurgie ouverte, avec un anévrisme mycotique de la crosse aortique et de l'aorte abdominale pré-fissuraire, et un patient présentant un pseudo-anévrisme dans un contexte de médiastinite contre-indiqué pour la chirurgie ouverte) et un œdème cérébral inexpliqué (Tableau III).

TABLE III. Résultats à 30 jours

Variable, n (%)	Cohorte	Simple	Double	p
	Entière (n = 86)	Fenêtre (n = 54)	Fenêtre (n = 32)	
Succès technique	78 (90.7)	50 (93)	28 (87.5)	0.463
Conversion en chirurgie ouverte	2 (2.3)	1 (1.9)	1 (3.1)	>0.99
Dissection per opératoire	3 (3.5)	1 (1.9)	2 (6.5)	0.553
Dissection post opératoire	2 (2.3)	2 (3.7)	0 (0)	0.531
Décès per opératoire	7 (8)	4 (7.4)	3 (9.4)	>0.99
Décès post opératoire				
Lié à l'aorte	2 (2.3)	1 (1.9)	1 (3.1)	>0.99
Non lié à l'aorte	7 (8.1)	5 (9.3)	2 (6.3)	>0.99
Evènements neurologiques				
AIT	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
AVC sans séquelle	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	>0.99
AVC avec séquelle	1 (1.2)	0 (0)	1 (3.1)	0.37
Lésion médullaire post opératoire	1 (1.2)	0 (0)	1 (3.1)	>0.99
Perméabilité des tronc supra aortiques	86 (100)	54 (100)	32 (100)	
Endofuite				
Type 1	1 (1.2)	0 (0)	1 (3.1)	0.37
Type 2 ayant requis une intervention	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Type 3	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	> 0.99
Mortalité post opératoire durant l'hospitalisation , n (%)	16 (18.6)	10 (18.5)	6 (18.8)	>0.99
Durée d'hospitalisation, <i>médiane</i>	12.5	11.2	13.2	0.17

AIT : accident ischémique transitoire, AVC : accident vasculaire cérébrale

3. Résultats à moyen terme et suivi

Au cours d'un suivi moyen de 36 ± 25 mois pour le groupe simple fenêtre et 17 ± 15 mois pour le groupe double fenêtre, aucun cas supplémentaire d'accident vasculaire cérébral, de dissection rétrograde ou de paraplégie n'a été relevé.

Lors du suivi, 6 patients sont décédés : un suite à une fracture inopérable (fractures du pelvis, de la colonne vertébrale et des membres inférieurs), un par suicide, un en raison d'une insuffisance cardiaque, un à cause d'un cancer du poumon métastatique, et 2 pour des causes inconnues, perdus de vue puis découvert dans le registre des décès nationaux.

Trois endofuites de type 1 ont été objectivées : deux de type 1b, l'une corrigée par l'ajout d'un stent distal, une autre traitée par une endoprothèse distale fenêtrée sur l'artère mésentérique supérieure et un pontage sur le tronc coélique pour un anévrisme thoraco-abdominal. La troisième a été corrigée 6 ans après la première endoprothèse simple fenêtre par une nouvelle endoprothèse, double fenêtre.

Aucune endofuite de type 2 nécessitant une nouvelle intervention n'est survenue.

Une endofuite de type 3 a été repérée 14 mois plus tard et a été traitée par l'ajout d'un stent sous-clavier.

Quatre patients (5 %) ont été réopérés pendant le suivi : 3 endofuites de type 1, une endofuite de type 3. Aucune migration d'endoprothèse, d'infection ou de conversion en chirurgie ouverte n'a été observée.

Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes concernant les endofuites de type 1, 2 et 3, les événements neurologiques, les complications liées aux accès, les dissections rétrogrades, le succès technique, la durée de séjour, la mortalité opératoire, la mortalité à 30 jours et la mortalité liée à la pathologie aortique. (Tableau IV)

TABLE IV. Résultats à moyen terme et suivi

Variable, n (%)	Cohorte	Simple	Double	<i>p</i>
	Entière (n = 86)	Fenêtre (n = 54)	Fenêtre (n = 32)	
Suivi, mois	27.6	36.2	16.6	0.01
Endofuite				
Type 1	3 (3.5)	1 (1.9)	2 (6.2)	0.37
Type 2 ayant requis une intervention	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Type 3	1 (1.2)	1 (1.9)	0 (0)	>0.99
Rupture aortique	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Dissection rétrograde	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Evènement neurologique	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Complication des accès vasculaires	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Décès lié à l'aorte	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Décès non lié à l'aorte	6 (7.0)	5 (9.2)	1 (3.1)	0.41

4. Score de propension

Afin de corriger les biais potentiels liés aux indications, un appariement par score de propension en 1:1 sans remplacement a été réalisé. Les patients ont été appariés en fonction de l'indication opératoires. Les scores de propension ont été calculés à l'aide d'un modèle de régression logistique incluant une covariable standardisée : il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes (Tableau V).

TABLE V. Score de propension

Variable	Simple fenêtre (n = 32)	Double fenêtre (n = 32)	p
Succès technique	31 (96.8)	28 (87.5)	0.355
Conversion en chirurgie ouverte	1 (3.1)	1 (3.1)	>0.999
Complication des accès vasculaires	4 (12.9)	1 (3.1)	0.2
Dissection retrograde	2 (6.3)	2 (6.3)	>0.999
Décès précoce lié à l'aorte	0 (0)	1 (3.1)	>0.999
Décès précoce non lié à l'aorte	1 (3.1)	2 (6.3)	>0.999
Décès lié à l'aorte à moyen terme	0 (0)	0 (0)	
Décès non lié à l'aorte à moyen terme	2 (6.3)	1 (3.1)	>0.999
Evènement neurologique précoce			
AIT	0 (0)	0 (0)	
AVC sans séquelle	1 (3.1)	0 (0)	>0.99
AVC avec séquelle	0 (0)	1 (3.1)	>0.99
EndoFuite			
Type 1	1 (3.1)	3 (9.4)	0.355
Type 2	0 (0)	0 (0)	
Type 3	2 (6.3)	0 (0)	0.492

AIT : accident ischémique transitoire, AVC : accident vasculaire cérébrale

DISCUSSION

Conformément aux recommandations les plus récentes³⁰, la réparation ouverte de la crosse aortique selon la technique « Frozen Elephant Trunk » reste la référence en matière de traitement. Depuis la première procédure de remplacement de la crosse aortique réalisée par Cooley et DeBakey en 1955, des avancées considérables tant sur les techniques chirurgicales et la protection cérébrale ont permis de réduire significativement la mortalité péri-opératoire et les taux de lésions neurologiques. Autrefois objectivés à des taux importants atteignant les 25 % chacun, ils ont été réduits à moins de 5 % dans les séries chirurgicales modernes. Ces résultats dépendent de plusieurs facteurs, notamment les comorbidités du patient, l'indication chirurgicale et l'urgence de la présentation clinique. Patel et al. a rapporté, dans une étude portant sur 721 patients ayant bénéficié d'une reconstruction de la crosse aortique, un taux de morbidité à 30 jours de 5 %, de décès de 4 % et d'AVC de 4,7 %. Les facteurs prédictifs de mortalité précoce comprenaient l'âge avancé, les temps prolongés de circulation extra-corporelle et la fraction d'éjection altérée³¹. Dans la présente étude, l'âge médian était de 69 ans et 24 % des patients avaient des antécédents cardiaques (insuffisance cardiaque congestive ou maladie coronarienne).

La chirurgie ouverte reste plus risquée, particulièrement en situation d'urgence. Une revue systématique³² a rapporté des résultats sur une période de 10 ans concernant la chirurgie de la crosse aortique total avec des taux de mortalité opératoire significativement différents : 2,9 % pour les cas électifs contre 8,8 % pour les cas en situation d'urgence. De même, une analyse en sous-groupe a montré des taux d'événement neurologique post-opératoire significativement différents : 2,2 % pour les cas électifs contre 6,5 % pour les cas d'urgence. La situation d'urgence reste un défi pour la réparation de la crosse aortique.

Le traitement endovasculaire est envisagé pour les patients jugés inéligibles à la chirurgie conventionnelle en raison de leurs comorbidités. Backmann et al.³³ a souligné qu'après 70 ans l'indication du remplacement total de l'arche aortique en utilisant la technique « Frozen Elephant Trunk » nécessite une sélection rigoureuse des patients et que l'âge constituait un facteur de risque indépendant et statistiquement significatif de mortalité intra-hospitalière. Dans la présente étude, l'âge médian de 69 ans renforce l'approche endovasculaire.

La manipulation des troncs supra-aortiques reste un défi dans le traitement de la crosse aortique. Une revue systématique et une méta-analyse portant sur le remplacement hybride de la crosse aortique a étudié les complications neurologiques ainsi que la mortalité à 30 jours³⁴. Les études éligibles ont été réparties en deux groupes : l'un incluant les procédures avec debranching et l'autre utilisant la technique de la trompe d'éléphant. La majorité des patients ont été traités en programmé. En combinant les deux groupes, une mortalité à 30 jours et en milieu hospitalier de 12 % et 9,5 % a été observée. Le taux d'événements cérébrovasculaires de toute gravité était de 8 % et 6 %, tandis que des symptômes irréversibles de lésions médullaires étaient présents chez 4 % et 5 % des patients. Une dissection rétrograde a été signalée chez 4,5 % des patients.

De Rango et al.³⁵ a comparé la chirurgie ouverte au traitement endovasculaire. Les résultats étaient similaires en termes de mortalité, d'incidence d'AVC, de lésions médullaires, de dissection rétrograde et d'endofuite de type 1 dans les deux groupes, malgré un groupe plus jeune dans le groupe de la chirurgie ouverte. Les techniques endovasculaires incluaient plusieurs techniques notamment les branchées et avec cheminée.

Une étude a décrit la survenue d'AVC après réparation endovasculaire associée à un debranching³⁶. La survenue d'un AVC montrait une corrélation positive avec l'étendue proximale du déploiement de l'endoprothèse, probablement due à la présence accrue d'athérome et à la manipulation au sein de la crosse aortique. La manipulation des guides et sondes entraîne souvent la mobilisation de débris athéroemboliques, susceptibles de provoquer des embolies. Dans la présente étude, la survenue d'événements neurologiques a été étudiée en fonction de la zone de déploiement, sans différence significative observée.

Dueppers et al.³⁷ a rapporté les résultats de plusieurs techniques endovasculaires dont la technique de la cheminée, périscope et sandwich, pour la réparation de la crosse aortique chez 33 patients. Les angioscanners post-opératoires immédiats ont révélé 28 endofuites : 12 persistent lors du suivi, une nouvelle apparaît. Les taux de succès technique, de succès clinique et de réintervention liés aux PG-TEVAR étaient respectivement de 37%, 30% et 33%. Un taux élevé d'endofuites de type 1 a été observé avec les PG TEVAR. Une méta-analyse³⁸ sur l'utilisation de la technique de la cheminée pour le traitement de la crosse aortique a trouvé des résultats similaires. Parmi les 387 cheminées implantées, la proportion globale estimée

d'endofuites précoces de type 1a était de 9,4%. Le taux de succès technique était de 91%, tandis que 2% des patients ont présenté des dissections rétrogrades et 10% ont nécessité une réintervention en raison d'un AVC.

Pour diminuer les endofuites de type I et limiter la manipulation des TSAO, des endoprothèses fenêtrées sur mesure ont été développées. Le modèle branché de la crosse produite par Cook (Medical, Bloomington, Ind) est faite sur mesure, destinée à être déployée en zone 0³⁹. Elle comprend une à trois branches pour les TSAO. Cinq endoprothèses de ce type ont été conçues pour s'adapter à la plupart des anatomies. Il s'agit d'endoprothèses avec deux branches : une pour le TABC et une pour la CCG. Il a été suggéré que les endoprothèses à trois branches compliqueraient l'adéquation anatomique. De plus, le délai pour obtenir l'endoprothèse en cas d'urgence reste un défi majeur. Leur applicabilité avec un design prêt à l'emploi a été étudiée mais des analyses dans des conditions réelles sont encore nécessaires⁴⁰. La technique que nous décrivons dans cette étude propose un traitement approprié en cas d'urgence avec un seul type d'endoprothèse.

La fenestration laser in situ est une approche peu invasive qui réduit les risques de revascularisation ouverte des TSAO. Une revue systématique de la littérature ⁴¹ a été réalisée sur 440 patients pour évaluer cette technique dans les pathologies de la crosse. La fenestration unique a été réalisée le plus souvent (68 %). Le temps opératoire médian était de 162 minutes (intervalle de 53 à 252 minutes). Le succès technique a été atteint chez 93 % des patients et des endofuites ont été observées chez 5 %. Une autre revue systématique ⁴² a rapporté un taux de succès technique de 97 %. La mortalité à 30 jours variait entre 0 % et 10 %, les taux d'AVC variaient de 0 % à 5,5 % et le taux d'endofuite rapporté était de 0 % à 22 %. Des facteurs anatomiques peuvent rendre la fenestration laser in situ plus difficile, en particulier en fonction du type de crosse aortique et des caractéristiques des TSAO. La fenestration laser in situ rétrograde de l'ASCG ou de la CCG en urgence⁴³ a rapporté une mortalité hospitalière de 8,3 %, 3,3 % d'AVC et 3 patients avec paraplégie permanente. Un taux de réintervention de 5,5 % lié à la fenestration a été observé (coiling ou restenting). Les résultats de notre étude sont également corrects, excepté pour la mortalité à 30 jours qui peut être expliquée par un pourcentage significatif de patients arrivant dans un état instable. La

fenestration laser est une alternative à la chirurgie ouverte, avec un temps d'intervention long et une priorité donnée à l'artère sous-subclavière pour la fenestration.

Peu d'articles dans la littérature décrivent le traitement endovasculaire de la crosse aortique dans le cadre de l'urgence. Valdivia et al⁴⁴ a réalisé une revue systématique des endoprothèses modifiées par le chirurgien dans le traitement des maladies de la crosse aortique, incluant un total de 239 patients. 67 % des patients ont bénéficié d'un traitement urgent, principalement pour une dissection aiguë ou subaiguë, et le taux de succès technique a atteint 93,7 %. Dans les 30 jours, les taux de mortalité, d'AVC et d'endofuite étaient respectivement de 2,9 %, 2,1 % et 0,4 %.

Le déploiement en zone 0 est un défi en raison du risque de dissection rétrograde. Une étude n'a rapporté aucune dissection rétrograde et 4 % d'AVC avec une récupération complète en utilisant des endoprothèses modifiées par le chirurgien avec double fenêtre pour la réparation totale de la crosse aortique.⁴⁵ Aucune différence significative n'a été observée en fonction de la zone d'ancrage concernant la survenue d'AVC et de dissection rétrograde.

Les facteurs prédisposants aux dissections rétrogrades après un traitement endovasculaire de la crosse aortique incluent le sexe féminin, un surdimensionnement >10 %, un diamètre de l'endoprothèse >42 mm, la morphologie de la racine aortique (spécifiquement la perte de la jonction sinotubulaire) et la présence d'une malformation de l'arc aortique⁴⁶. 6 % de dissections rétrogrades ont été décrites dans notre étude. Les facteurs limitant leur survenue sont : un dimensionnement systématique préopératoire, une sélection prudente des patients, des efforts pour minimiser la manipulation traumatique et des connaissances acquises grâce aux expériences avec la TEVAR standard.

Une étude récente portant sur les endoprothèses modifiées par le chirurgien appliquées au traitement des lésions de l'aorte thoracique incorporant la crosse aortique, montre des résultats prometteurs. Cette technique utilise une à trois fenêtres⁴⁷. Les complications péri-opératoires comprenaient des AVC (2 %), des dissections rétrogrades (2 %) et peu d'endofuite.

Le maintien de la perméabilité de l'artère sous-clavière a été choisi dans cette étude, conformément aux recommandations européennes³⁰. La revascularisation prophylactique de

l'ASCG avant une TEVAR est recommandée pour maintenir la perfusion cérébelleuse postérieure ainsi que l'apport vers l'artère spinale antérieure et ainsi préserver la moelle épinière. La combinaison de l'occlusion de l'ASCG et de la couverture extensive des artères segmentaires thoraciques avec la TEVAR est associée à un risque accru de lésion de la moelle épinière. Trois stents couverts pour l'artère sous-clavière ont été ajoutés pour des endofuites de type 3. Aucun AVC dans le territoire postérieur n'a été observé. Garder la perméabilité de l'artère sous-clavière grâce à la création des fenêtres prolonge le temps opératoire de manière acceptable compte tenu des bénéfices attendus.

Il n'y a pas de différence significative entre les 2 techniques (simple ou double fenêtres), en ce qui concerne le succès technique, le temps opératoire, les endofuites, la mortalité, le taux d'événements neurologiques et les dissections rétrogrades. Le temps nécessaire pour modifier l'endoprothèse n'est pas significativement plus long pour les doubles fenêtres. La différence concerne la durée de suivi des patients, expliquée par une utilisation plus récente des doubles. Aucune étude comparative similaire n'a encore été décrite dans la littérature.

Peu de rapports ont été menés sur les coûts à court, moyen et long terme consécutifs au traitement endovasculaire des lésions de la crosse aortique comparativement à la chirurgie ouverte. Pour les dissections de type B⁴⁸ et les anévrismes de l'aorte thoracique⁴⁹, la TEVAR serait associée à des coûts plus bas au cours de la première année. Une étude a cependant rapporté des résultats contradictoires en raison du coût des stents endovasculaires et soulève la question du coût à long terme avec le risque de réinterventions⁴⁹. En effet, la TEVAR présente une morbidité et une mortalité satisfaisantes à court et moyen terme, avec peu de complications et de réinterventions, mais les données à long terme font encore défaut.

CONCLUSION

Le traitement des pathologies de la crosse aortique est complexe en raison des contraintes anatomiques, des défis techniques et des risques associés, en particulier dans l'urgence. Les avancées des techniques endovasculaires ont permis de proposer des solutions fiables applicables aux patients à haut risque chirurgical.

Dans ce contexte, l'endoprothèse homemade se développe, offrant une alternative moins invasive. Notre étude récente avec près de dix ans de recul a permis d'évaluer l'efficacité de cette technique dans le cadre du traitement en urgence des pathologies de la crosse. Avec 86 patients inclus, cette étude constitue la plus large cohorte rapportée dans la littérature à ce jour sur le sujet.

Les résultats montrent qu'elle est au moins aussi efficace que les autres options endovasculaires disponibles actuellement. On objective : un succès technique de 91%, un taux de dissection rétrograde de 6%, un taux d'évènement neurologique à 3%, une mortalité à 30 jours de 19% et 7% d'endofuite toutes confondues.

Il n'existe actuellement aucune recommandation spécifique concernant l'approche endovasculaire à adopter. La technique utilisée dans cette étude est standardisée et ne nécessite pas de sizing complexe²⁴. De plus, une étude récente sur les variations de l'anatomie de la crosse aortique a rapporté l'existence de deux régions au sein de l'arche aortique d'où proviennent toutes les branches supra-aortiques chez 97 % des patients. Les avantages des endoprothèses homemade résident dans leur reproductibilité, la rapidité de la procédure et la manipulation limitée des troncs supra-aortiques. Ainsi, les endoprothèses homemade à simple ou double fenêtre ont démontré leur efficacité pour les réparations d'urgence.

Une étude prospective avec un échantillon plus large et un suivi plus long serait intéressant.

REFERENCES

1. Bibliographie

1. Didier Mellière. *Petite Histoire Du Traitement Des Maladies Artérielles et de Ses Pionniers*.
2. Jean Pierre, Poirier. *Ambroise Paré, Un Urgentiste Au XVIème Siècle*.
3. Michel Germain. *René Leriche, Pionnier de La Chirurgie Vasculaire*.
4. Ivancev K, Vogelzang R. A 35 Year History of Stent Grafting, and How EVAR Conquered the World. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2020;59(5):685-694. doi:10.1016/j.ejvs.2020.03.017
5. Alain Branchereau, Pierre-Edouard M A G N A N & Eugenio ROSSE. *Voies d'abord Des Vaisseaux : La Chirurgie Vasculaire Actuelle, 1995*. Arnette.
6. Boitet A. Prise en charge chirurgicale par voie ouverte et endovasculaire des dissections aiguës de type B.
7. Delahaye_maladie_aorte.pdf. Accessed September 30, 2024. https://www.realites-cardiologiques.com/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/Delahaye_maladie_aorte.pdf
8. Mark F Conrad , Emel A Ergul, Virendra I Patel, Vikram Paruchuri, Christopher J Kwolek, Richard P Cambria. Management of diseases of the descending thoracic aorta in the endovascular era: a Medicare population study. *Ann Surg* . 2010 Oct;252(4):603-10. doi: 10.1097/SLA.0b013e3181f4eaef.
9. Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J, et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022;146(24). doi:10.1161/CIR.0000000000001106
10. J.-B. Ricco, J. Sobocinski. Innovation in vascular surgery: How aortic endografts have revolutionized the treatment of aortic aneurysms. *oi.org/10.1016/j.banm.2019.06.012*.
11. Cerna M, Kocher M, Thomas RP. Acute aorta, overview of acute CT findings and endovascular treatment options. *Biomedical Papers*. 2017;161(1):14-23. doi:10.5507/bp.2016.060
12. Nonpenetrating Traumatic Injury of the Aorta | Circulation. Accessed October 1, 2024. https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.cir.17.6.1086?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed
13. Alexandre Sadate, , Julien Frandon, , Jean Goupil, et al. Pathologie aortique thoracique aiguë et chronique : du diagnostic au traitement. *oi.org/10.1016/j.lpm.2019.05.003 © 2019 Elsevier Masson SAS*.
14. Cochennec F, Marzelle J. Les syndromes aortiques aigus. *La Presse Médicale*. 2018;47(2):140-152. doi:10.1016/j.lpm.2018.02.001

15. Martin Czerny a,* , , Jürg Schmidli a , , Sabine Adler a , et al. Current Options and Recommendations for the Treatment of Thoracic Aortic Pathologies Involving the Aortic Arch: An Expert Consensus Document of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) & the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg* (2019) 57, 165e198.
16. Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases. *European Heart Journal*. 2024;45(36):3538-3700. doi:10.1093/eurheartj/ehae179
17. Endovascular Treatment of Mycotic Aortic Aneurysms | Circulation. Accessed October 1, 2024.
https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.009481?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed
18. Loren F Hiratzka, George L Bakris, Joshua A Beckman, Robert M Bersin, Vincent F Carr, Donald E Casey Jr,. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with Thoracic Aortic Disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine.
19. Guihaire J. Chirurgie des dissections aiguës de l'aorte de type A.
20. Gaillard M, Van SD, Guihaire J. Traitement chirurgical des lésions de la crosse aortique.
21. Mesnard T, Pruvot L, Azzaoui R, Haulon S, Sobocinski J. Traitement endovasculaire des anévrismes de la crosse aortique.
22. Atkins MD, Lumsden AB. Parallel grafts and physician modified endografts for endovascular repair of the aortic arch. *Ann Cardiothorac Surg*. 2022;11(1):16-25. doi:10.21037/acs-2021-taes-171
23. Gandet T, Ozdemir BA, Trubert LC, Alric P, Albat B, Canaud L. Physician-Modified Thoracic Stent Grafts for the Arch After Surgical Treatment of Type A Dissection. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2019;108(2):491-498. doi:10.1016/j.athoracsur.2019.02.026
24. Canonge J, Jayet J, Heim F, et al. Comprehensive Review of Physician Modified Aortic Stent Grafts: Technical and Clinical Outcomes. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2021;61(4):560-569. doi:10.1016/j.ejvs.2021.01.019
25. Canaud L, Baba T, Gandet T, et al. Physician-Modified Thoracic Stent-Grafts for the Treatment of Aortic Arch Lesions. *J Endovasc Ther*. 2017;24(4):542-548. doi:10.1177/1526602817714206

26. Chastant R, Belarbi A, Ozdemir BA, Alric P, Gandet T, Canaud L. Homemade fenestrated physician-modified stent grafts for arch aortic degenerative aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. 2022;76(5):1133-1140.e2. doi:10.1016/j.jvs.2022.04.041
27. Canaud L, Alric P. Chirurgie hybride des lésions de la crosse aortique.
28. Chassin-Trubert L, Ozdemir BA, Roussel A, et al. Prevention of Retrograde Ascending Aortic Dissection by Cardiac Pacing During Hybrid Surgery for Zone 0 Aortic Arch Repair. *Annals of Vascular Surgery*. 2021;71:48-55. doi:10.1016/j.avsg.2020.08.136
29. Canaud L. Traitement endovasculaire des anévrismes de l'aorte thoracique descendante.
30. Rimbau V, Böckler D, Brunkwall J, et al. Editor's Choice – Management of Descending Thoracic Aorta Diseases. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2017;53(1):4-52. doi:10.1016/j.ejvs.2016.06.005
31. Patel HJ, Nguyen C, Diener AC, Passow MC, Salata D, Deeb GM. Open arch reconstruction in the endovascular era: Analysis of 721 patients over 17 years. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2011;141(6):1417-1423. doi:10.1016/j.jtcvs.2011.02.020
32. Settepani F, Cappai A, Basciu A, Barbone A, Tarelli G. Outcome of open total arch replacement in the modern era. *Journal of Vascular Surgery*. 2016;63(2):537-545. doi:10.1016/j.jvs.2015.10.061
33. Beckmann E, Martens A, Kaufeld T, et al. Is total aortic arch replacement with the frozen elephant trunk procedure reasonable in elderly patients? *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2021;60(1):131-137. doi:10.1093/ejcts/ezab063
34. Moulakakis KG, Mylonas SN, Markatis F, Kotsis T, Kakisis J, Liapis CD. A systematic review and meta-analysis of hybrid aortic arch replacement. *Annals of cardiothoracic surgery*. 2013;2(3).
35. De Rango P, Cao P, Ferrer C, et al. Aortic arch debranching and thoracic endovascular repair. *Journal of Vascular Surgery*. 2014;59(1):107-114. doi:10.1016/j.jvs.2013.07.010
36. Yoshitake A, Hachiya T, Okamoto K, et al. Postoperative Stroke after Debranching with Thoracic Endovascular Aortic Repair. *Annals of Vascular Surgery*. 2016;36:132-138. doi:10.1016/j.avsg.2016.02.039
37. Philip Dueppers , Benedikt Reutersberg, Zoran Rancic , Florian Messmer, Anna-Leonie Menges, Lorenz Meuli , Miriam Rychla , Alexander Zimmermann. Long-term results of total endovascular repair of arch-involving aortic pathologies using parallel grafts for supra-aortic debranching *J Vasc Surg* . 2022 Mar;75(3):813-823.e1. doi: 10.1016/j.jvs.2021.09.020.
38. Ahmad W, Mylonas S, Majd P, Brunkwall JS. A current systematic evaluation and meta-analysis of chimney graft technology in aortic arch diseases. *Journal of Vascular Surgery*. 2017;66(5):1602-1610.e2. doi:10.1016/j.jvs.2017.06.100

39. Bosse C, Kölbel T, Mougin J, Kratzberg J, Fabre D, Haulon S. Off-the-shelf multibranched endograft for total endovascular repair of the aortic arch. *Journal of Vascular Surgery*. 2020;72(3):805-811. doi:10.1016/j.jvs.2019.11.046
40. Gouveia E Melo R, Fernández Prendes C, Khanafer A, et al. Common Designs of Custom-Made Fenestrated Arch Devices and Applicability of an Off-the-Shelf Design. *J Endovasc Ther*. Published online June 9, 2023;152660282311795. doi:10.1177/15266028231179593
41. Tish S, Chase JA, Scoville C, Vogel TR, Cheung S, Bath J. A Systematic Review of Contemporary Outcomes from Aortic Arch In Situ Laser Fenestration During Thoracic Endovascular Aortic Repair. *Annals of Vascular Surgery*. 2023;91:266-274. doi:10.1016/j.avsg.2023.01.009
42. McKinley H, El Sayed H, Panneton J. Laser Fenestration in TEVAR: Perspectives and Future Directions. *Annals of Vascular Surgery*. 2023;94:119-28.
43. Jean M. Panneton, MD, Maggie J. Lin, MD. In Situ Laser Fenestration for Arch Branch Revascularization During Emergent Thoracic Endovascular Aortic Repair: Effective and Durable.
44. Reyes Valdivia A, Pitoulias G, Pitoulias A, El Amrani M, Gandarias Zúñiga C. Systematic Review on the Use of Physician-Modified Endografts for the Treatment of Aortic Arch Diseases. *Annals of Vascular Surgery*. 2020;69:418-425. doi:10.1016/j.avsg.2020.07.040
45. Chassin-Trubert L, Gandet T, Lounes Y, Ozdemir BA, Alric P, Canaud L. Double fenestrated physician-modified stent-grafts for total aortic arch repair in 50 patients. *Journal of Vascular Surgery*. 2021;73(6):1898-1905.e1. doi:10.1016/j.jvs.2020.09.041
46. Gandet T, Canaud L, Ozdemir BA, et al. Factors favoring retrograde aortic dissection after endovascular aortic arch repair. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2015;150(1):136-142. doi:10.1016/j.jtcvs.2015.03.042
47. Qinshu Wen 1 , Guangyan Wu 2 , Ye Ji 3 , Guangmin Yang 1 , Yepeng Zhang 1 , Wendong Li 1 , Xiaolong Du 1 , Xiaoqiang Li 1 , Min Zhou 1 2 3. Physician-Modified Endografts for the Treatment of Thoracic Aortic Pathologies Involving the Aortic Arch.
48. Thomas Luebke, MD, PhD, and Jan Brunkwall, MD, PhD, Cologne, Germany. Cost-effectiveness of endovascular versus open repair of acute complicated type B aortic dissections.
49. Narayan P, Wong A, Davies I, Angelini GD, Bryan AJ, Wilde P, et al. Thoracic endovascular repair versus open surgical repair which is the more cost-effective intervention for descending thoracic aortic pathologies.

2. Figures

Figure 1, La crosse aortique et ses branches, Anatomy of the Human Body [Henry Gray](#) (1918)

Figure 2, Classification des dissections aortiques selon De Bakey et Stanford⁶

Figure 3, Patient présentant une dissection de type B aigue, avec porte d'entrée au pied de l'ASCG, traité en urgence devant un déficit moteur bilatérale des 2 membres inferieurs

Figure 4 Classification Ishimaru¹⁰

Figure 5 Azizzadeh A, Keyhani K, Miller CC III, Coogan SM, Safi HJ, Estrera

Figure 6, Adapted with permission from Springer Nature Customer Service Centre GmbH: Springer Nature, Clough et al 9

Figure 7, Rupture de plaque

Figure 8, Remplacement chirurgicale de la crosse aortique

Figure 9, Remplacement de la crosse aortique par prothèse hybride

*Figure 10, Reconstruction en 3D volume rendering (VR) préopératoire d'un patient présentant un anévrisme de la crosse aortique (A) traité par endoprothèse de la crosse aortique à trois branches (B).*²¹

*Figure 11, Technique de la cheminée*²²

Figure 12, Classification des endofuites, Adapted from Rokosh et al.

Figure 13, Les différentes étapes de modification de l'endoprothèse

Figure 14, Contrôle angiographique per opératoire, après largage d'une endoprothèse simple fenêtre

Figure 15, Reconstruction 3D, après pose d'une endoprothèse double fenêtre pour exclusion d'un anévrysme

Figure 16, Rupture de l'isthme grade IV, angioTDM pré (A) et post opératoire (B)

ARTICLE SOUMIS A PUBLICATION

MANUSCRIT

Open surgery remains the gold standard in aortic arch lesions ^(1,2), but mortality and stroke rates are still significant particularly in high-risk patients.

Chimney, in-situ fenestrated, custom-modified and physician-modified TEVAR offer alternative to open surgery. The use of physician-modified endovascular grafts (PMEGs) has been evolving for over ten years. Literature reports effective results ^(3,4) in the treatment of aortic arch lesions using double fenestrated PMEG in zone 0 such as dissecting aortic arch ⁽⁵⁾ and degenerative aneurysms ⁽⁶⁾, with no increasing risk of retrograde dissection and lower rates of neurological complications.

Off-the-shelf devices have an undeniable utility in emergent situations. The use of single and double physician-modified endovascular grafts for aortic arch lesions in an emergency setting has to be assessed by larger series with a longer follow-up and to provide a literature review.

The aim of this study was to evaluate the outcomes of single and double fenestrated PMEGs in an emergent setting and to compare them in early and midterm follow up period.

METHODS

Patients

The institutional review board approved the protocol. All the patients had provided written informed consent and the local authorities approved the present study. (IRB#0001158)

This monocentric retrospective analysis of prospectively collected data included 86 patients who underwent homemade fenestrated TEVAR for emergent aortic arch lesions.

From July 2014 through March 2023, all patients presenting with aortic arch lesion required emergent repair with suitable anatomy for a single or double fenestrated PMEG were enrolled

and treated at one tertiary referral center. During the same period, 36 aortic arch open repairs in emergent setting had been performed in the institution.

Decisions were made by multidisciplinary teams, including a cardiovascular surgeon.

Indications were acute complicated type B aortic dissection, traumatic transection of the aorta, penetrating aortic ulcer, degenerative aneurysm, pseudoaneurysm, aortic floating thrombus, aortic rupture, chronic type A dissection, intra-mural hematoma, post dissection aneurysm, recurrence of dissection, septic aneurysm.

A re-entry tear has occurred in a previously treated type B dissection, and in a patient already treated for type A the false lumen evolved and compressed the true lumen.

Type B dissections requiring urgent treatment were those responsible for malperfusion syndrome (mesenteric ischemia, renal ischemia, acute limb ischemia), persistent pain or refractory hypertension despite optimal medical treatment.

Patients with zone 1 aortic arch lesions or zone 0 saccular aneurysm on the lesser curvature of the arch were appropriate for this approach if the length of the proximal and distal neck (length from distal end of aneurysm to celiac artery) was at least 20 mm and if proximal and distal neck diameter was between 20mm to 40 mm⁽⁷⁾.

Zone 0 aortic arch lesions except saccular aneurysm on the lesser curvature of the arch were deemed unsuitable because the size of the proximal fenestration was proximally and laterally larger than that of the BT and LCCA orifice, increasing the risk of endoleak.

The demographic, anatomic, intraoperative and postoperative data were prospectively recorded.

Planning sizing and device preparation.

The study involved preoperative computed tomography angiography for all patients to assess anatomy. Measurements were conducted using a vascular imaging workstation (Endosize workstation, Herenva, Nanjing, France).

The Valiant Captivia stent graft (Medtronic, Santa Rosa, Calif) was used for all PMEGs.

The stent graft oversizing was less than 10% in acute aortic dissection and 15 to 20% for other indications. Initially, single fenestrated PMEGs were utilized, with subsequent adoption of double fenestrated PMEGs based on experience.

The proximal larger fenestration incorporated the BT and the LCCA, and the distal smaller the left subclavian artery (LSA). The endograft must be totally unsheathed and fenestrations fashioned. Preloaded guidewires were introduced for LSA fenestration since 2018.

A cautery device was used to fashion the LSA fenestration, and a size 11 blade for the proximal fenestration. A nitinol wire loop reinforced the LSA fenestration seal (EV3 Amplatz goose neck snare, Medtronic, Santa Rosa, Calif, USA). A 260-cm stiff angled guidewire (Radifocus Guide Wire M; Terumo Interventional Systems, Tokyo, Japan) was inserted through the needle hole in the introducer sheath, passing through the LSA fenestration and exiting externally from the endograft. The device was re-sheathed as previously described in earlier series⁽⁶⁾. These steps were performed on a back table during the initiation of anesthesia.

Technical steps

In emergencies the procedures were performed under general anesthesia with a percutaneous approach: always attempt except in cases of stenotic lesions of femoral artery bifurcation. Systemic heparin therapy of 100 U/kg was administered and the activated clotting time was monitored.

An 18F to 24F introducer sheath DrySeal Flex (W. L. Gore & Associates, Flagstaff, AZ) was positioned retrogradely in the common femoral artery. A short 7F introducer was used in the brachial artery to the ostium of the LSA.

An extra-stiff Lunderquist (Extra Stiff DC Wire Guide; Cook Medical Inc, Bloomington,

IN) was placed in the aortic arch against the aortic valve. The proximal side of the preloaded guidewire was advanced through the femoral access sheath, delivered to the LSA, and exteriorized using a 6F 25-mm snare loop Amplatz (Goose Neck Snare Kit; Medtronic, Minneapolis, MN). The stent graft was inserted on the Lunderquist wire, and the preloaded guidewire was progressively pulled by the second operator from the left brachial access for orientation of the fenestrations superiorly to face the supra-aortic trunks originating off the superior arch. Angiography was performed perpendicular to the LSA through the left brachial sheath. All double PMEGs were landed in zone 0 and single PMEGs in zone 2.

The brachial sheath was advanced through the LSA fenestration over the preloaded guidewire, and an 8 to 12 mm diameter, 29 to 41mm long balloon-expandable covered stent, as Lifestream (Bard, Tempe, USA) or Advanta (Atrium/Getinge, Wayne, USA), was deployed, with 5 mm of protrusion into the aortic stent graft lumen.

The subclavian stent was flared with a standard 14-mm balloon, concomitantly with aortic stent graft inflation (Coda LP balloon catheter; Cook Medical Inc).

Completion angiography using a pigtail catheter, advanced over the Lunderquist guidewire, was used to check the position of the PMEG and patency of all supra-aortic vessel trunks. Throughout the procedure, the blood flow was closely monitored using a right radial artery pressure arterial catheter. Cerebral perfusion was consistently assessed with near-infrared spectroscopy. (Fig 1)

Follow up

Follow-up was performed with CT at 1 week, 6 and 12 months, and annually thereafter. (Fig 2)

Statistical analysis

Categorical data are presented as frequencies and continuous variables as the median and range or mean +/- standard deviation. Comparisons were performed using the Chi² test or student test. P value < 0.05 was considered statistically significant. All statistical analyses were performed using EasyMedStat.

RESULTS

From July 2014 through March 2023, 86 patients were treated in emergency: 54 patients received single fenestrated and 32 double fenestrated PMEGs.

Demographic data and operative characteristics (Table I).

74% were men and the mean age was 69 +/- 18 years (range 18-94). The 2 groups were comparable in all demographic characteristics. All the patients were judged to be unsuitable for open surgical repair because of high surgical risk.

The main indications for total endovascular arch repair are summarized for each group in **Table II.**

The average procedure time was 68 minutes: 69 +/- 24 for single fenestration and 67 +/- 38 for double fenestration (p=0.85). The median duration of stent graft modifications was 10 +/- 3 minutes for single and 23 +/- 5 minutes for the double PMEGs.

The mean diameter of the graft used was 34 mm (range 24-46). An additional stent graft was added peroperatively in 48% of cases to ensure proper distal covering, 44% for the single and 53% in the double PMEGs (p=0.58). A final angiographic was performed for each procedure.

3 patients underwent supra-aortic trunks surgery: one acute type B dissection extended to humeral artery treated by a carotid-humeral bypass, one bilateral carotid-axillary bypass for a traumatic rupture of aorta with an arteria lusoria and right subclavian artery rupture, one intercarotid bypass performed in an 8 cm arch aortic aneurysm treatment with preoperative occlusion of the left common carotid.

4 common femoral artery endarterectomies with patch angioplasty were performed for significant occlusive disease and 3 femoral-femoral bypasses for unilateral limb ischemia. In these latter patients, stent endograft deployment had failed to restore satisfactory blood flow and the iliac conduit was still occluded.

Early outcomes (Table III).

2 deaths occurred perioperatively, before stent graft implantation. Technical success is defined by the absence of type 1 endoleak, retrograde dissection, and no deaths at the end of the procedure. Technical success was 91%.

A total of 7 perioperative deaths occurred, whose causes were 3 cardiac arrests, 2 aortic ruptures and 2 RTAD. Cardiac arrests occurred in patients with specific comorbidities, including hemiarch aortic replacement for type A dissection with cardiac arrest before the endoprosthesis was inserted into the arch, ventricular tachycardia, and patient with a right aortic arch with lusoria, who underwent supra-aortic trunk debranching associated with a PMEG, replacement of the ascending aorta for type A dissection many years ago and reintervention here for a false aneurysm of the aortic arch.

One aortic rupture occurred after transcatheter aortic valve implantation, and one in the context of acute coronary syndrome.

3 perioperative retrograde type A dissections (RTADs) occurred: one was treated by open surgery with success and 2 died. 2 other RTADs occurred within the first week, recorded in the postoperative follow-up CT scan. One was treated by open surgery without stent graft explantation. Following ascending aorta replacement, the stent graft was still permeable without kinking or significant thrombus and no endoleak. For the other one, the multidisciplinary team decided not to operate considering patient comorbidities.

Neurological postoperative events occurred in 2 patients (3%). Each patient with a clinical cerebrovascular event underwent a brain MRI and assessment by a neurologist. One presented a complete left hemiplegia with no lesions found on various investigation and one presented completely regressive visual symptoms.

5 cases of paraplegia have been observed: two were post-traumatic with spinal fracture, one was due to occlusion of the aortic termination (true lumen was compressed by the false lumen) improved with rehabilitation, one patient paraplegic upon arrival due to spinal cord ischemia, partially improved by the intervention and one post-operative regressive with cerebrospinal drainage.

One type 1a endoleak occurred on the third day postoperatively: patient had undergone an ascending aorta replacement with a false aneurysm, a cuff was added upstream of the brachiocephalic trunk via the left carotid.

One type 3 endoleaks occurred at the subclavian fenestration at day 9, which was treated with an additional subclavian stent.

The median length of hospital stay was 12 days.

In total, 3 patients (3%) underwent early re-intervention: one RTAD, one type 1 endoleak and one type 3 endoleak.

The overall mortality at 30 days was 19% (n=16). 9 deaths occurred postoperatively within 30 days: 2 multi-organ failures, 2 polytrauma cases, 2 aorto-digestive fistulas in complex thoracoabdominal aneurysms, 2 stent graft placed in a septic context (one with decompensated cirrhotic patient, contraindicated for open surgery, with two mycotic aneurysms of the aortic arch and the abdominal aorta in a pre-fissural state, and another patient with pseudoaneurysm linked to mediastinitis contraindicated for open surgery) and an unexplained cerebral oedema.

Midterm outcomes and follow up (Table IV).

During a mean follow up of 36 +/-25 months in the single fenestration group and 17 +/- 15 in the double fenestration group, no additional case of stroke, retrograde dissection or paraplegia was recorded.

In the follow-up, 6 patients died: one following an inoperable fracture (pelvis, spine and lower limb fracture), one by suicide, one due to heart failure, one due to metastatic lung cancer, and 2 with unknown causes, lost to follow-up then rediscovered in the death registry.

3 type 1 endoleaks occurred: two type 1b, one corrected by the addition of a distal stent, another one treated with a fenestrated distal endoprosthesis for superior mesenteric artery

and bypass on the coeliac trunk for a thoracoabdominal aortic aneurysm. The third was corrected 6 years after first single fenestrated PMEG by a double fenestrated PMEG.

No type 2 endoleak requiring reintervention occurred.

One type 3 happened 14 months later and was treated adding a subclavian stent.

4 patients (5%) were re-operated during follow-up: 3 type 1, 1 type 3 endoleaks.

No graft migration, graft collapse, infection, or conversion to open surgical repair occurred.

There was no significant difference between the two groups regarding type 1, 2 and 3 endoleaks, neurological events, access-related complications, retrograde dissection, technical success, length of day, operative mortality, 30-day mortality, and mortality related to aortic pathology.

To address potential bias in baseline characteristics between the groups, 1:1 propensity score matching without replacement was performed. Patients were matched on the indication. Propensity scores were calculated using a logistic regression model including standardized covariate: there was no significant difference between the 2 groups (**Table V**).

DISCUSSION

According to current guidelines⁽⁸⁾ open aortic arch repair using an elephant trunk is still the gold standard. Since the pioneering aortic arch replacement procedure performed by Cooley and DeBakey in 1955, significant advancements in surgical techniques and cerebral protection have significantly decreased perioperative mortality and neurological injury rates. Initially reported as high as 25% for each, these rates have now been reduced to less than 5% in modern surgical series⁽⁹⁾. Patel et al. reported in 721 patients who underwent open arch reconstruction 5% thirty-day morbidity, 4% death and 5% stroke⁽¹⁰⁾. In this present study, the median age was 69 years and 21% had a history of cardiac issues (congestive heart failure or coronary artery disease).

The open surgery remains more at risk but even more so in emergent situations. A systematic review ⁽¹¹⁾ reported results of open total aortic arch surgery in 10 years with significantly different rates of operative mortality: 2.9% for elective cases versus 8.8% for emergency surgery cases. Similarly, pooled analysis showed significantly different rates of postoperative permanent neurologic deficit: 2.2% for elective vs 6.5% for emergent cases.

Endovascular treatment is considered for the treatment of patients deemed ineligible for conventional surgery due to their comorbidities. Backmann et al. ⁽¹²⁾ emphasized age as a significant risk factor for mortality after 70 years in open surgery. Given a median age of 69 in this study, exclusive endovascular approaches are warranted.

Supra-aortic trunks manipulation remains a challenge in the treatment of aortic arch. A systematic review analyzed hybrid aortic arch replacement's neurological complications and mortality ⁽¹³⁾. Studies categorizing debranching and elephant trunk groups showed 30-day and in-hospital mortality rates of 12% and 9.5% respectively. Cerebrovascular events occurred in 8% and 6% of cases, while irreversible spinal cord injury symptoms were observed in 4% and 5% of patients. Retrograde dissection affected 4.5% of patients.

Open surgery versus endovascular treatment for aortic arch lesions yielded similar outcomes in mortality, stroke, spinal cord injury, retrograde dissection, and type 1 endoleaks despite a younger cohort in open surgery⁽¹⁴⁾. Another study linked postoperative stroke after debranching with thoracic endovascular aortic repair to the proximity of stent-graft deployment. In this study, neurological events were analyzed by landing zone with no significant difference found ⁽¹⁵⁾.

Dueppers ⁽¹⁶⁾ et al. reported outcomes of parallel grafts (PG-TEVAR; chimney, periscope, and sandwich) for arch aortic repair. Direct postoperative computed tomography revealed 28 endoleaks, and the latest radiologic follow-up demonstrated 12 remaining and a new one. The technical, clinical success rates and overall PG-TEVAR-related reintervention rate were 37%, 30% and 33% respectively. A high rate of type 1 endoleaks resulted with parallel grafts TEVAR. A meta-analysis ⁽¹⁷⁾ on the use of chimneys for the treatment of the aortic arch found similar results.

Custom-fenestrated endografts reduce type 1 endoleaks and supra-aortic trunk manipulation. Branched aortic arch endograft for aortic zone 0 offers five standardized configurations adaptable to various arch anatomies⁽¹⁸⁾. Inner branch endografts include innominate and left

common carotid artery branches. However, three-branch endografts may complicate anatomical matching.

Moreover, time to obtain the endograft in emergency remains a major challenge. Their applicability with an off-the-shelf design was studied ⁽¹⁹⁾ but analyses under real-world conditions are still necessary. The technique described in the current study proposes an emergency-appropriate treatment with a single type of stent graft.

In situ laser fenestration is a minimally invasive approach which reduces the risks of supra-aortic trunk open revascularization.

A systematic literature review ⁽²⁰⁾ were conducted to evaluate in situ laser fenestrated endovascular repair in aortic arch pathologies. Single fenestrations were most commonly performed (68%). Median operative time was 162 min (range 53-252). Technical success was achieved in 93% patients and an endoleak was seen in 5%.

Another systematic review ⁽²¹⁾ reported a 97% technical success rate. Thirty-day mortality varied between 0% and 10%, stroke rates ranged 0% to 5.5% and endoleak rate reported 0.22%. Anatomic factors can make in situ laser fenestration more challenging particularly according to the aortic arch type and branch vessel characteristics.

Retrograde in situ laser fenestration of the LSA or common carotid artery during emergent thoracic endovascular aortic repair ⁽²²⁾ reported 8.3% in-hospital mortality and 3.3% of stroke. 5.5% major reintervention rate related to fenestration was observed, either coiling or restenting.

The results obtained in the current study are equally good, except for the 30-day mortality, which can be explained by a significant percentage of patients coming in an unstable condition.

Few articles in the literature describe endovascular repair of aortic arch in the emergency setting. Valdivia et al. ⁽²³⁾ performed a systematic review of PMEGs in the treatment of aortic arch disease. 67% of patients underwent urgent treatment, primarily for acute or subacute dissection and the technical success rate reached 93.7%. Within 30 days, the rate of mortality, stroke and endoleaks were 2.9%, 2.1% and 0.4% respectively.

Landing in zone 0 is challenging due to the RTAD risk. A study reported no retrograde dissection and 4% of stroke with full recovery using double fenestrated physician-modified stent-grafts for total aortic arch repair ⁽²⁴⁾.

No significant difference was found according to the landing zone, about the occurrence of stroke and retrograde dissection. The predisposing factors to RTAD after endovascular aortic arch repair include female gender, oversizing >10%, diameter of the stent graft > 42 mm, indexed aortic diameter > 20 mm/m², aortic root morphology, and the presence of an aortic arch malformation ⁽²⁵⁾. 6% of RTAD was described in the current series. Explanations include preoperative systematic sizing, prudent patient selection, efforts to minimize traumatic manipulation, and insights gained from the experiences with standard TEVAR.

PMEGs outcomes for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch in 173 patients ⁽²⁶⁾ were similar to this series comparable in terms of complications with 2% perioperative stroke, 2% RTAD, 3% type 1a endoleaks, 1% type 3 endoleaks originating from the innominate artery and 2% from the left subclavian arteries.

Maintaining patency of the subclavian artery with double fenestration was chosen in this current study, according to the European guidelines ^(8,27). Prophylactic LSA revascularization prior to TEVAR is recommended to secure posterior cerebellar perfusion. 3 subclavian covered stents were added for type 3 endoleaks. No stroke within the posterior territory was observed. Not to cover the left subclavian artery, the necessary operative time to create the fenestrations and deploying the stent is acceptable relative to the benefit. In this present PMEGs report, the measurement of arterial diameter and detection of anatomical variants were identified from reconstructions. Then a single model with standardized fenestrations is used, suitable for almost every patient.

There is no significant difference between single and double fenestrated PMEGs about technical success, operative time, endoleaks, mortality, rate of neurological events and retrograde dissections. Time required to modify the endoprosthesis is not significantly longer for double fenestrated PMEGs. Difference concerns the duration of patients' follow-up, explained by a more recent use of double fenestrations. No similar comparative study is yet described in the literature.

Few reports have been conducted about early, medium and long-term costs consecutive to endovascular treatment of aortic arch lesion compared to open surgery. For type B dissections ⁽²⁷⁾ and thoracic aortic aneurysms ⁽²⁸⁾, TEVAR would be associated with lower costs in the first year. A study reported contradictory results due to the cost of

endovascular stents and raises the question in the long term with the risk of secondary procedure (29). Indeed TEVAR has satisfactory early and midterm morbidity and mortality with few complications and reinterventions, but long-term data are still missing.

Endovascular treatment of pathologies involving the aortic arch is reliable and reproducible. Therefore, there is no current recommendation regarding the approach to adopt.

The technique used in this study is standardized and does not require complex sizing ⁽⁴⁾.

Furthermore, a recent study about variations of the aortic arch anatomy reported the establishment of two areas within the aortic arch from which all the supra-aortic branches originate in 97% of patients. Benefits of PMEGs are reproducibility, speed of procedure, and limited manipulation of the trunks. A prospective study with a larger sample size and a longer follow-up will be interesting to closely monitor the PMEGs.

CONCLUSION

The treatment of aortic arch pathologies is complex due to anatomical constraints, technical challenges, and associated risks particularly in emergency cases. Advances in endovascular techniques have made it possible to offer reliable solutions applicable to high surgical risk patients. Single and double PMEGs are a safe and reproducible treatment for emergent aortic arch lesions with a high technical success and suitable rates of complications and reinterventions. The aortic landing zone and number of fenestrations have no impact on postoperative outcomes.

FIGURES

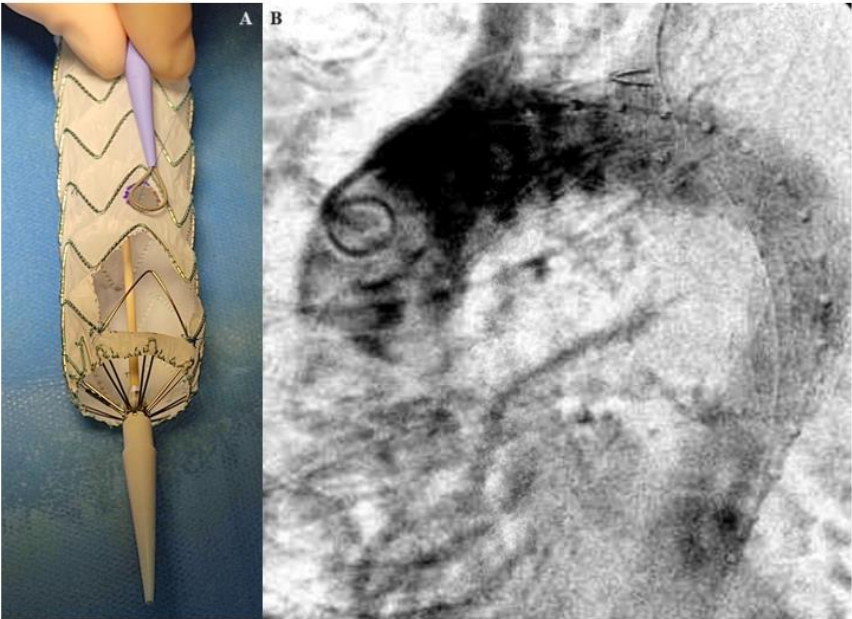


Fig 1. A-B, Stent graft modification for a double physician-modified endovascular graft (PMEG) and peroperative angiography. Case of traumatic transection of aorta, grade IV, treated by PMEG deployed in zone 0.

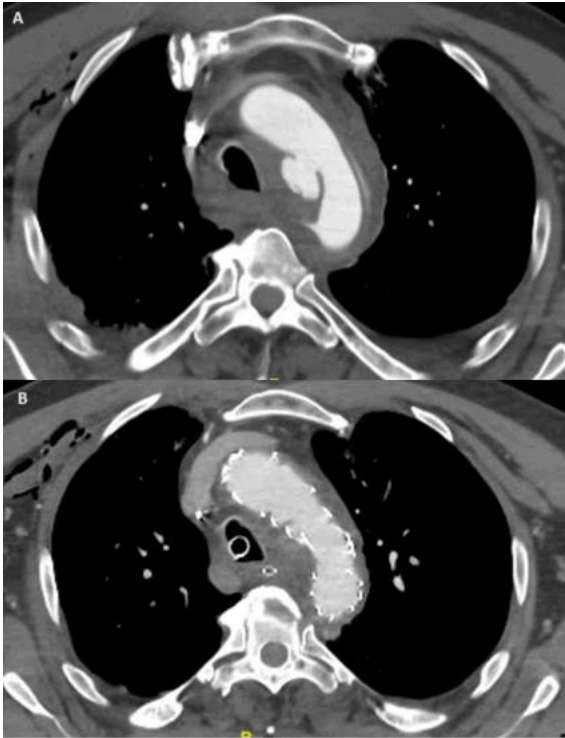


Fig 2. Follow-up surveillance computed tomography angiography. Peroperative (A) and postoperative (B) imaging studies after endovascular exclusion.

BIBLIOGRAPHIE

1. Martin Czerny, Jürg Schmidli a, , Sabine Adler a, , Jos C. van den Berg a, , Luca Bertoglio a, , Thierry Carrel a, et al. Current Options and Recommendations for the Treatment of Thoracic Aortic Pathologies Involving the Aortic Arch: An Expert Consensus Document of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) & the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg* (2019) 57, 165e198.
2. Loren F Hiratzka, George L Bakris, Joshua A Beckman, Robert M Bersin, Vincent F Carr, Donald E Casey Jr., 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with Thoracic Aortic Disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine.
3. Gandet T, Ozdemir BA, Trubert LC, Alric P, Albat B, Canaud L. Physician-Modified Thoracic Stent Grafts for the Arch After Surgical Treatment of Type A Dissection. *The Annals of Thoracic Surgery*. août 2019;108(2):491-8.
4. Canonge J, Jayet J, Heim F, Chakfé N, Coggia M, Coscas R, et al. Comprehensive Review of Physician Modified Aortic Stent Grafts: Technical and Clinical Outcomes. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. avr 2021;61(4):560-9.
5. Canaud L, Baba T, Gandet T, Narayama K, Ozdemir BA, Shibata T, et al. PhysicianModified Thoracic Stent-Grafts for the Treatment of Aortic Arch Lesions. *J Endovasc Ther*. août 2017;24(4):542-8.
6. Chastant R, Belarbi A, Ozdemir BA, Alric P, Gandet T, Canaud L. Homemade fenestrated physician-modified stent grafts for arch aortic degenerative aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. nov 2022;76(5):1133-1140.e2.
7. Yoon WJ, Mell MW. Outcome comparison of thoracic endovascular aortic repair performed outside versus inside proximal landing zone length recommendation. *Journal of Vascular Surgery*. déc 2020;72(6):1883-90.
8. Rimbau V, Böckler D, Brunkwall J, Cao P, Chiesa R, Coppi G, et al. Editor's Choice – Management of Descending Thoracic Aorta Diseases. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. janv 2017;53(1):4-52.
9. Ouzounian M, LeMaire SA, Coselli JS. Open Aortic Arch Repair: State-of-the-Art and Future Perspectives. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. juin 2013;25(2):107-15.

10. Patel HJ, Nguyen C, Diener AC, Passow MC, Salata D, Deeb GM. Open arch reconstruction in the endovascular era: Analysis of 721 patients over 17 years. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. juin 2011;141(6):1417-23.
11. Settepani F, Cappai A, Basciu A, Barbone A, Tarelli G. Outcome of open total arch replacement in the modern era. *Journal of Vascular Surgery*. févr 2016;63(2):537-45.
12. Beckmann E, Martens A, Kaufeld T, Natanov R, Krueger H, Haverich A, et al. Is total aortic arch replacement with the frozen elephant trunk procedure reasonable in elderly patients? *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 14 juill 2021;60(1):131-7.
13. Moulakakis KG, Mylonas SN, Markatis F, Kotsis T, Kakisis J, Liapis CD. A systematic review and meta-analysis of hybrid aortic arch replacement. *Annals of cardiothoracic surgery*. 2013;2(3).
14. De Rango P, Cao P, Ferrer C, Simonte G, Coscarella C, Cieri E, et al. Aortic arch debranching and thoracic endovascular repair. *Journal of Vascular Surgery*. janv 2014;59(1):107-14.
15. Yoshitake A, Hachiya T, Okamoto K, Kitahara H, Kawaguchi S, Nakatsuka S, et al. Postoperative Stroke after Debranching with Thoracic Endovascular Aortic Repair. *Annals of Vascular Surgery*. oct 2016;36:132-8.
16. Philip Dueppers , Benedikt Reutersberg, Zoran Rancic , Florian Messmer, AnnaLeonie Menges, Lorenz Meuli , Miriam Rychla , Alexander Zimmermann. Long-term results of total endovascular repair of arch-involving aortic pathologies using parallel grafts for supra-aortic debranching *J Vasc Surg* . 2022 Mar;75(3):813-823.e1. doi: 10.1016/j.jvs.2021.09.020.
17. Ahmad W, Mylonas S, Majd P, Brunkwall JS. A current systematic evaluation and meta-analysis of chimney graft technology in aortic arch diseases. *Journal of Vascular Surgery*. nov 2017;66(5):1602-1610.e2.
18. Bosse C, Kölbel T, Mougin J, Kratzberg J, Fabre D, Haulon S. Off-the-shelf multibranchendograft for total endovascular repair of the aortic arch. *Journal of Vascular Surgery*. sept 2020;72(3):805-11.
19. Gouveia E Melo R, Fernández Prendes C, Khanafer A, Wanhainen A, Mani K, Rouhani G, et al. Common Designs of Custom-Made Fenestrated Arch Devices and Applicability of an Off-the-Shelf Design. *J Endovasc Ther*. 9 juin 2023;152660282311795.
20. Tish S, Chase JA, Scoville C, Vogel TR, Cheung S, Bath J. A Systematic Review of Contemporary Outcomes from Aortic Arch In Situ Laser Fenestration During Thoracic Endovascular Aortic Repair. *Annals of Vascular Surgery*. avr 2023;91:266-74.

21. McKinley H, El Sayed H, Panneton J. Laser Fenestration in TEVAR: Perspectives and Future Directions. *Annals of Vascular Surgery*. août 2023;94:119-28.
22. Jean M. Panneton, MD, Maggie J. Lin, MD. In Situ Laser Fenestration for Arch Branch Revascularization During Emergent Thoracic Endovascular Aortic Repair: Effective and Durable.
23. Reyes Valdivia A, Pitoulias G, Pitoulias A, El Amrani M, Gandarias Zúñiga C. Systematic Review on the Use of Physician-Modified Endografts for the Treatment of Aortic Arch Diseases. *Annals of Vascular Surgery*. nov 2020;69:418-25.
24. Chassin-Trubert L, Gandet T, Lounes Y, Ozdemir BA, Alric P, Canaud L. Double fenestrated physician-modified stent-grafts for total aortic arch repair in 50 patients. *Journal of Vascular Surgery*. juin 2021;73(6):1898-1905.e1.
25. Gandet T, Canaud L, Ozdemir BA, Ziza V, Demaria R, Albat B, et al. Factors favoring retrograde aortic dissection after endovascular aortic arch repair. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. juill 2015;150(1):136-42.
26. Qinshu Wen 1 , Guangyan Wu 2 , Ye Ji 3 , Guangmin Yang 1 , Yepeng Zhang 1 , Wendong Li 1 , Xiaolong Du 1 , Xiaoqiang Li 1 , Min Zhou 1 2 3. Physician Modified Endografts for the Treatment of Thoracic Aortic Pathologies Involving the Aortic Arch.
27. Thomas Luebke, MD, PhD, and Jan Brunkwall, MD, PhD, Cologne, Germany. Costeffectiveness of endovascular versus open repair of acute complicated type B aortic dissections.
28. Schuster I, Dorfmeister M, Scheuter-Mlaker S, Gottardi R, Hoebartner M, Roedler S, et al. Endovascular and conventional treatment of thoracic aortic aneurysms: a comparison of costs.
29. Narayan P, Wong A, Davies I, Angelini GD, Bryan AJ, Wilde P, et al. Thoracic endovascular repair versus open surgical repair which is the more cost-effective intervention for descending thoracic aortic pathologies.
30. Cost-effectiveness of endovascular versus open repair of acute complicated type B aortic dissections Thomas Luebke, MD, .

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.*

RESUME

Objectif : Évaluer et comparer les résultats des endoprothèses simples et doubles fenêtres pour les lésions de la crosse aortique traitées en urgence.

Méthodes : Cette analyse rétrospective monocentrique a inclus tous les patients présentant une indication de traitement en urgence de la crosse aortique entre juillet 2014 et mars 2023. Dans chaque cas, la fenêtre la plus distale était placée en regard de l'artère sous-clavière gauche, la seule à être stentée. Pour les doubles fenêtres, une grande fenêtre proximale intégrant à la fois le tronc artériel brachio-céphalique et l'artère carotide commune gauche a été ajoutée.

Résultats : 86 patients ont été traités. 74 % étaient des hommes, et l'âge moyen était de 69 ans. 63 % ont bénéficié d'une endoprothèse avec simple fenêtre et 37% avec double fenêtre.

Les principales indications de traitement étaient : 54 % de dissection aortique de type B aiguë compliquée, 19 % de rupture de l'isthme, 9 % d'ulcère pénétrant, 6 % d'anévrisme dégénératif, 4 % de faux anévrisme, et 2 % de thrombus flottant aortique.

Le succès technique était de 91 %. Le temps médian nécessaire pour la modification de l'endoprothèse était de 10 ± 3 minutes pour les endoprothèses simple fenêtre et de 23 ± 5 minutes pour les doubles ($P=0.77$).

La mortalité à 30 jours était de 19 %, sans différence selon la technique (simple ou double) ($p > 0.99$). Trois patients (3 %) ont présenté un événement neurologique, incluant un AVC et une paraplégie. Une dissection rétrograde peropératoire est survenue chez 3 patients (3%). 5% ont développé une endofuite de type 1 et 2 % une endofuite de type 3. Aucune endofuite de type 2 n'a été objectivée. 8 patients (9 %) ont nécessité une réintervention. Tous les troncs supra-aortiques sont restés perméables. Durant un suivi de 27 ± 6 mois, aucun patient n'a présenté de rupture aortique, ou de nouvel événement neurologique.

Conclusion : Les endoprothèses homemade simples et doubles fenêtres, constituent un traitement adapté et reproductible pour les lésions urgentes de la crosse aortique, avec des résultats comparables, quelle que soit la zone d'ancrage aortique et le nombre de fenêtre.

MOTS CLES : crosse aortique, endoprothèse homemade, endoprothèse fenêtrée, urgence