

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2021

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Comparaison des résultats du traitement endovasculaire et de la chirurgie
directe des anévrismes aortiques juxta/pararénaux et thoraco-
abdominaux de type IV**

Présentée et soutenue publiquement le 10 décembre 2021 à 18h00

Pôle Formation

Par Zoé RIBREAU

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Jonathan SOBOCINSKI

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Marc LAMBERT

Madame la Professeure Blandine MAUREL-DESANLIS

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Thomas MESNARD

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses :
celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Liste des abréviations

AAA	Anévrisme de l'Aorte Abdominale
AAI	Anévrisme Aortique Infra-rénal
AJPSR	Anévrisme Juxta- Para- Supra-rénal
AMS	Artère Mésentérique Supérieure
AR	Artère Rénale
ATA	Anévrisme Thoraco-Abdominal
CBCT	Tomographie volumique numérisée à faisceau conique
CEUS	Échographie de contraste
CO	Chirurgie Ouverte
CTA	Angioscanner aortique
DFG	Débit de Filtration Glomérulaire
EDP	Endoprothèse
EI	Écart Interquartile
F/B-EVAR	Endoprothèse fenêtrée ou branchée
IC	Intervalle de Confiance
IRA	Insuffisance Rénale Aigue
PCI	Produits de Contraste Iodés
PSD	Produit Dose-Surface
TC	Tronc Cœliaque

Table des matières

INTRODUCTION	5
MATERIELS ET METHODES	12
PATIENTS	12
PROCEDURE CHIRURGICALE	13
CHIRURGIE OUVERTE	13
F/B-EVAR	13
SUIVI	15
CHIRURGIE OUVERTE	16
F/B-EVAR	16
CRITERES DE JUGEMENT	16
ANALYSE STATISTIQUE	18
RESULTATS	21
CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION	21
DONNEES INTRA-OPERATOIRES	23
RESULTATS PRECOCES (A 30 JOURS ET INTRA-HOSPITALIERS)	25
RESULTATS TARDIFS	27
DISCUSSION	35
CONCLUSION	41
REFERENCES	42
LISTE DES TABLEAUX	46
LISTE DES FIGURES	47

Introduction

Les anévrismes aortiques abdominaux (AAA) (**Figure 1**) sont définis par une perte du parallélisme des bords du vaisseau de manière localisée et permanente et un diamètre aortique supérieur ou égal à 3,0 cm dans le plan antéro-postérieur ou transversal (1). La principale cause de la maladie anévrismale est l'athérosclérose. La prévalence des anévrismes augmente avec l'âge, le sexe masculin, l'hypertension artérielle et le tabagisme. Des maladies du tissu conjonctifs (maladies de Marfan, syndromes d'Ehler Danlos et Loeys-Diez notamment) ainsi que des causes inflammatoires et infectieuses sont également décrites mais plus rares (2).

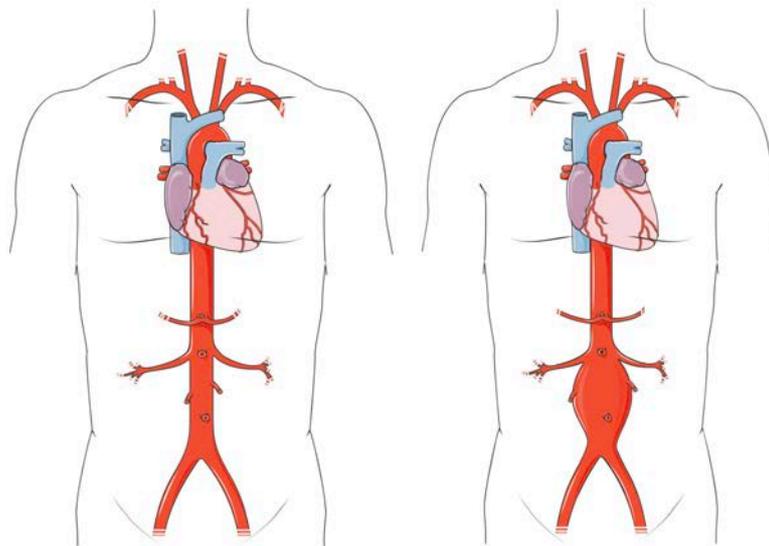


Figure 1. Aorte normale et anévrisme de l'aorte abdominale d'après Servier Medical Art.

Asymptomatiques dans la plupart des cas, les AAA sont diagnostiqués le plus souvent de manière fortuite au décours d'un examen d'imagerie ou dans le cadre du dépistage ciblé mis en place en 2013 en France (2). Les AAA ont une tendance à l'accroissement progressif et cette augmentation semble d'autant plus rapide que diamètre anévrisimal augmente (3). Leur principale complication est la rupture spontanée dont le risque de survenue est corrélé au diamètre aortique maximal : le risque de rupture des anévrismes de 45 à 59 mm est de 4 à 10% par an, tandis qu'il est de 6,5 à 30 % par an pour les anévrismes de plus de 70 mm de diamètre (4–6).

Les anévrismes juxtarénaux, pararénaux et les anévrismes thoraco-abdominaux (ATA) entrent dans la définition des anévrismes complexes par opposition aux anévrismes aortiques infrarénaux (AAI) (**Figure 2**) (7). Ils soulèvent des problématiques thérapeutiques identiques en raison des rapports étroits entre l'origine des artères rénales et viscérales et l'anévrisme. Par définition, l'anévrisme juxtarénal n'implique pas les artères rénales mais s'étend de façon proximale jusqu'à leur origine. Une ou les deux artères rénales naissent de l'anévrisme pararénal. L'ATA de type IV selon Crawford, lui, intègre les deux artères rénales puisqu'il intéresse toute l'aorte abdominale, de sa portion diaphragmatique à sa bifurcation (8).

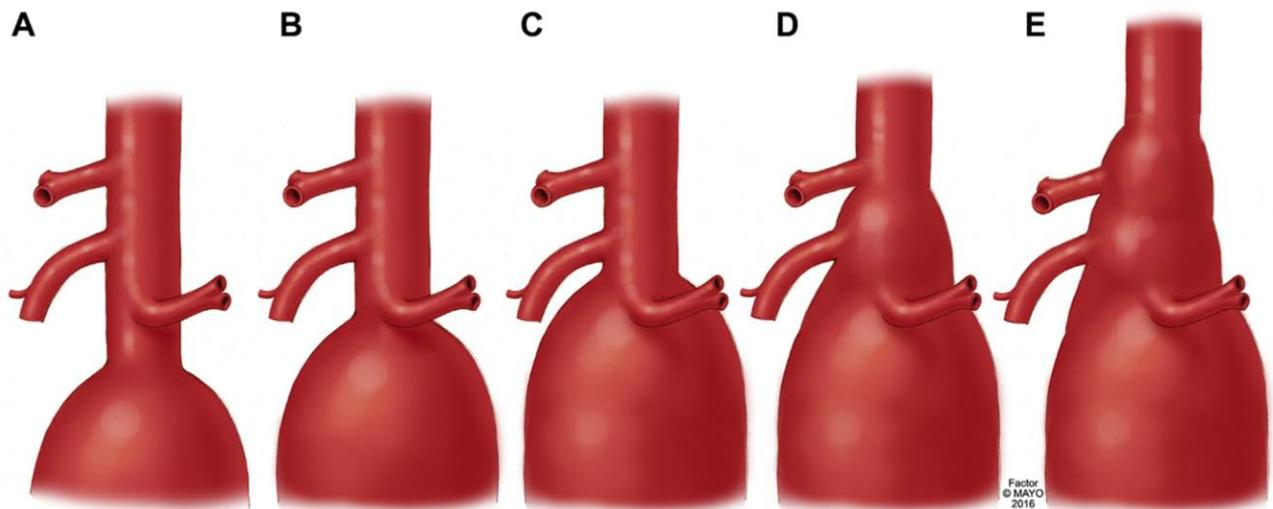


Figure 2. Classification des différents anévrismes abdominaux par Oderich et al. A : anévrismes infrarénaux, B : anévrisme juxtarénal, C : anévrisme pararénal, D et E : anévrisme paraviscéral / thoraco-abdominal de type IV selon Crawford.

Les anévrismes juxta/pararénaux et les anévrismes thoraco-abdominaux de type IV (AJPSR) sont les anévrismes aortiques complexes les plus fréquents. Ils représentent 10 à 15 % des anévrismes de l'aorte abdominale. Ces anévrismes justifient d'une prise en charge chirurgicale dès lors que le diamètre maximal aortique est de 55 mm et sans limite de taille en cas de progression rapide (> 10 mm en 1 an) ou d'anévrisme symptomatique (1,9).

La chirurgie préventive des AJPSR est réalisée par voie ouverte (technique de référence) ou par voie endovasculaire dans des centres experts.

La chirurgie ouverte consiste en une mise à plat greffe, avec interruption de la circulation dans l'anévrisme par clampage aortique, ouverture du sac anévrisimal et interposition d'un substitut vasculaire, généralement synthétique. Les voies d'abord et le niveau de clampage diffèrent selon le type d'anévrisme. Pour les anévrismes para et juxtarénaux, la voie d'abord peut être rétropéritonéale par lombotomie gauche centrée sur les 9^{ème}, 10^{ème} ou 11^{ème} espaces intercostaux ou transpéritonéale par laparotomie médiane. L'approche rétropéritonéale est souvent mieux tolérée sur le plan respiratoire et pariétal et permet une reprise rapide du transit tandis que l'approche transpéritonéale présente l'avantage d'une meilleure exposition de l'artère rénale (AR) droite et de l'axe iliaque droit (10,11). Le principal inconvénient du traitement chirurgical réside dans la nécessité de réaliser un clampage aortique. Bien qu'un clampage sous-rénal soit parfois possible pour les anévrismes juxtarénaux, un clampage sus-rénal ou inter-rénal est toujours nécessaire pour les anévrismes pararénaux. De plus en raison de la proximité de l'artère mésentérique supérieure (AMS) avec les AR, un clampage intercoelio-mésentérique peut être justifié. Pour les anévrismes thoraco-abdominaux de type IV, une lombotomie gauche sur le 8^{ème} espace intercostal ou une thoraco-lombotomie sont préférables pour une meilleure exposition de l'aorte thoracique terminale et supracœliaque. La reconstruction vasculaire implique de réimplanter ou ponter les artères digestives et rénales.

Afin de minimiser l'ischémie rénale avant réimplantation ou pontage, plusieurs méthodes de protection rénale ont été développées. La technique principale repose sur la réduction du temps de clampage supra-rénal (12). Aux débuts de la chirurgie des anévrismes complexes, Crawford a décrit la technique du « clamp-and-sew » pour limiter l'ischémie viscérale. Toutefois cette approche augmente potentiellement le risque d'ischémie des organes alimentés par le segment aortique clampé (8). Des techniques de shunt pour les ATA IV notamment ont été décrites mais abandonnées par la plupart des équipes car compliquées à mettre en œuvre pour un bénéfice limité (12,13). De nos jours, la perfusion rénale (déjà décrite par Crawford *et al.*) au moyen de sondes à ballonnet est réalisée en première intention.

Plusieurs solutions de cristalloïdes ont été proposées : solution de chlorure de sodium à 0,9%, mannitol ou ringer lactate. Il n'y a pas de preuve convaincante dans la littérature, mais plusieurs études suggèrent la supériorité d'une hypothermie rénale à l'aide d'une perfusion de ringer lactate à 4°C par rapport à la perfusion de la même solution non refroidie ou la perfusion sanguine iso ou hypotherme. Ainsi la société européenne de chirurgie vasculaire recommande la perfusion de cristalloïdes froids dès lors qu'une chirurgie ouverte est envisagée pour les AJPSR (1,12).

Ces mesures de protection rénale permettent la réduction du taux d'insuffisance rénale aigue (IRA) post-opératoire qui reste cependant compris entre 17 et 30% (14–17). Les taux de complications cardiaques et pulmonaires (dans 15% à 20% des cas), digestives (1 à 2%) et neurologiques (ischémie médullaire dans 1% des cas) limitent l'applicabilité de la chirurgie ouverte à des patients sans lourdes comorbidités (14,16,18).

Dans le but de proposer une prise en charge aux patients fragiles, la réparation endovasculaire des anévrismes aortiques a été développée dans les années 1990 (19). Elle est basée sur l'exclusion du sac anévrysmal de la circulation systémique par une endoprothèse (EDP, stent couvert d'une membrane étanche). Le principe du traitement repose sur l'obtention d'une étanchéité au niveau d'une portion artérielle saine (non dilatée, sans thrombus ou calcification majeure) en amont et en aval de l'anévrysm. La zone d'étanchéité proximale doit avoir une longueur d'au moins 20-25 mm. Le maintien de la perfusion sélective dans les artères rénales et viscérales couvertes par l'EDP est permis grâce à des fenêtres ou des branches conçues sur mesure (**Figure 3**). L'étanchéité au niveau de la fenêtre ou branche est permise par la mise en place d'un stent couvert entre la fenêtre et l'artère cible (« bridging stent »). Les endoprothèses fenêtrées ou branchées (F/B-EVAR : Fenestrated and/ or Branched Endovascular Aneurysm Repair) sont élaborées sur mesure à partir de l'angioscanner préopératoire et nécessitent un délai de fabrication de l'ordre de 4 à 8 semaines (20).

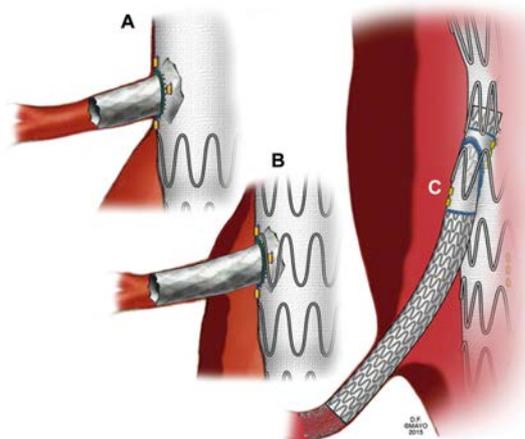


Figure 3. Endoprothèses aortiques fenêtrées et branchées. A et B fenêtres d'endoprothèse et stents couverts avec ou sans contact avec le mur aortique ; C branche d'endoprothèse et stent couvert. D'après Oderich et al.

Les F/B-EVAR ont été utilisées pour la première fois avec succès par Anderson *et al.* en 1998 pour le traitement d'anévrismes juxtarénaux inéligibles à une chirurgie ouverte (21). Les premiers dispositifs disponibles sur le marché pour les anévrismes juxtarénaux comportaient généralement deux fenêtres pour les artères rénales et une échancrure pour l'AMS (22). Les indications des F/B-EVAR se sont élargies aux anévrismes aortiques plus complexes comme les ATA IV et leur design s'est adapté pour incorporer des fenêtres pour l'AMS et le tronc coélique (TC). Bien que l'augmentation de la couverture aortique concourt à l'augmentation du risque d'ischémie médullaire, une meilleure compréhension des facteurs de risque a permis de minimiser son incidence. Parallèlement, les salles hybrides ont fait leur apparition dans les centres experts dans les années 2010, permettant de guider ces procédures endovasculaires complexes (23).

Dès leurs débuts, les F/B-EVAR se sont imposées comme une alternative pour les anévrismes juxtarénaux en raison d'un faible taux de mortalité périopératoire chez des patients récusés à une chirurgie ouverte. Les grandes séries de patients ont des taux de mortalité à 30 jours acceptables allant de 2% à 5% accompagnés d'un faible taux de complications ischémiques médullaires (moins de 1% des cas) et digestives (2% des cas) (24–27). Les complications rénales peropératoires liées à la navigation endovasculaire restent rares (24,28).

La néphrotoxicité des produits de contraste iodés (PCI) utilisés pendant la procédure est une autre source de complications rénales et le risque d'IRA post-opératoire augmente avec la quantité de PCI utilisée (29).

Quel que soit le type de traitement de ces AJPSR, des complications rénales peuvent survenir sur le long terme. En effet, dans la série Hostalrich *et al.* sur 159 gestes sur les artères rénales pour un anévrisme pararénal ou ATA IV, 4% des artères rénales traitées se sont occluses et 5% ont nécessité un stenting rénal au cours du suivi à 4 ans (30). Concernant le traitement endovasculaire par F/B-EVAR le taux de réintervention est de 5% à 22% des patients traités pour AJPSR à 2 ans dont près de 30% à 50% sont liées aux fenêtrures/branches (25,28,31) (**Figure 4**). Ce risque impose une surveillance scannographique à vie nécessitant des injections de PCI itératives.

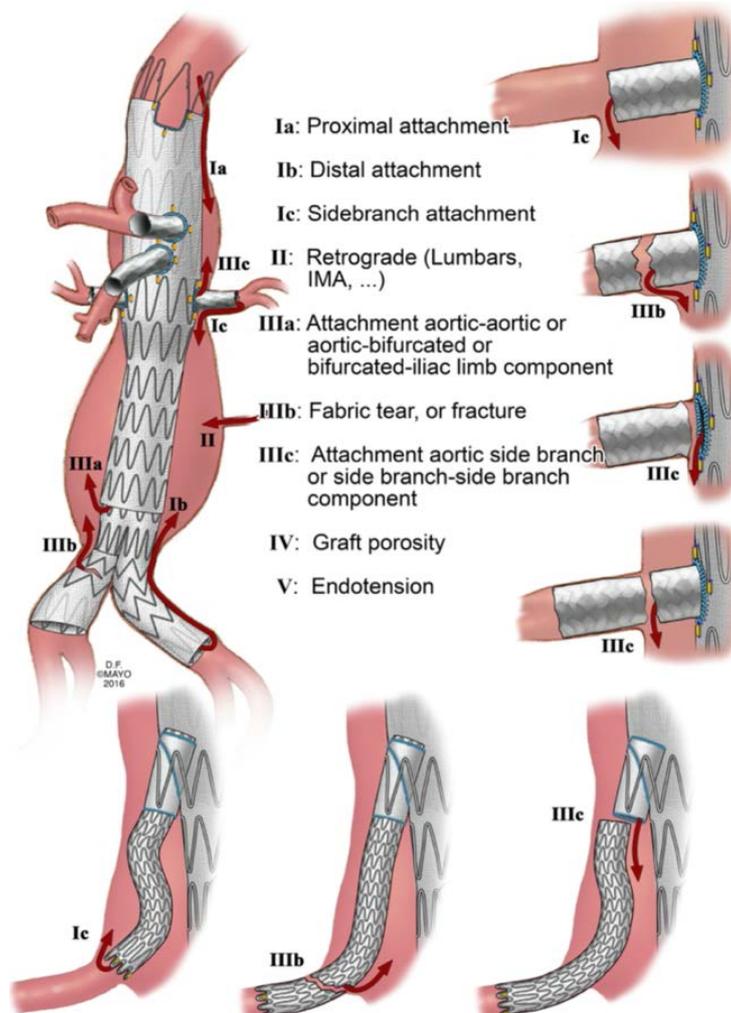


Figure 4. Classification des endofuites. IMA : artère mésentérique inférieure. D'après Oderich *et al.*

L'impact de ces deux types de chirurgie et de leurs modalités de surveillance sur la fonction rénale est peu étudié. Les études qui se sont intéressées spécifiquement à la fonction rénale des patients traités pour AJPSR sont pour la plupart basées sur des cohortes sans contrôle et limitées par un suivi court, des définitions variables du déclin rénal et l'utilisation du taux de créatinine sérique au lieu du débit de filtration glomérulaire (DFG), ce qui rend leur comparaison difficile (14,29,32).

L'objectif de l'étude est de comparer les résultats à long terme et l'impact sur la fonction rénale de la prise en charge endovasculaire et de la chirurgie ouverte conventionnelle pour les anévrismes aortiques juxta- et pararénaux, paraviscéraux et thoraco-abdominaux de type IV dans deux centres expérimentés. Tinelli *et al.* ont publié les résultats précoces de cette même cohorte qui seront réexposés afin de faciliter la compréhension (33).

Matériels et Méthodes

Patients

Tous les patients de plus de 18 ans opérés d'un anévrisme juxtarénal, pararénal ou thoraco-abdominal de type IV (définis selon Oderich *et al.*) entre janvier 2010 et juin 2016 par chirurgie ouverte au centre hospitalier universitaire Gemelli à Rome (groupe CO) et par chirurgie endovasculaire au centre hospitalier universitaire de Lille (groupe F/B-EVAR) ont été inclus de manière rétrospective. Toutes les procédures ont été réalisées par le même opérateur expérimenté dans chacun des deux centres. Les patients qui présentaient un anévrisme iliaque associé et ceux opérés d'un anévrisme thoraco-abdominal de type I à III, d'un anévrisme rompu ou symptomatique, d'une dissection aortique chronique, d'un anévrisme inflammatoire ou lié à une maladie du tissu conjonctif ont été exclus. Tous les patients du groupe F/B-EVAR ont été jugés inéligibles à une réparation chirurgicale ouverte après une évaluation multidisciplinaire.

Les critères démographiques préopératoires répertoriés étaient l'âge, le sexe, le poids, la taille, les antécédents de chirurgie aortique et la présence ou non d'une maladie coronarienne, d'une maladie rénale chronique, d'une atteinte pulmonaire obstructive chronique, d'un diabète ou d'une intoxication tabagique.

L'angioscanner aortique préopératoire analysé sur une console de reconstruction 3D (Aquarius iNtuition, TeraRecon) a permis de recueillir les données suivantes : l'extension de l'anévrisme aortique, le diamètre aortique externe maximal, le diamètre aortique 50 mm au-dessus de l'ostium de la première artère cible et le site de clampage prédictif pour le groupe F/B-EVAR.

Procédure chirurgicale

Toutes les interventions ont été réalisées sous anesthésie générale. Pour permettre la comparaison entre les 2 groupes de patients, le site de clampage théorique des patients F/B-EVAR a été prédit grâce à l'angioscanner préopératoire. Le niveau de clampage aortique dans le groupe CO était déterminé en peropératoire.

Chirurgie ouverte

L'exposition aortique était réalisée le plus souvent par voie rétropéritonéale selon Williams *et al.* ou par une approche transpéritonéale (34). L'abord rétropéritonéal était réalisé par thoracolombotomie avec une incision oblique allant de la pointe de la onzième côte au bord latéral du muscle grand droit au niveau paraombilical. La voie était soit rétrorénale soit prérénale selon le niveau de clampage aortique requis et l'anatomie de la veine rénale gauche. L'abord de l'aorte coéliquaie a été obtenu par section du pilier diaphragmatique gauche. Le clampage suprarénal ou supraviscéral était réduit au strict minimum et le clamp aortique était remplacé en position sous-rénale ou prothétique dès que possible. La mise à plat-greffe était réalisée à l'aide d'un tube prothétique en polyesther. Les anastomoses aortiques étaient de type termino-terminales. Lorsque cela était nécessaire, une réimplantation directe de ou des artères rénales ou un pontage avec interposition d'une prothèse en Dacron de 8 mm était réalisé. Dans ce cas, les mesures de néphroprotection peropératoire comprenaient la perfusion sélective rénale (solution froide de ringer lactate et mannitol)

F/B-EVAR

Les patients ont bénéficié de la pose d'une endoprothèse aortique fenêtrée ou branchée sur-mesure (Zenith® Fenestrated, Cook medical, Bloomington, États-Unis) conçues sur-mesure à partir de l'angioscanner préopératoire. Les endoprothèses comportaient une à six fenêtrés pour l'incorporation du TC, de l'AMS, des artères rénales et des artères rénales accessoires si nécessaire. L'opérateur définissait le nombre et la taille des fenêtrés, la zone d'étanchéité

proximale et la nécessité ou non de modules supplémentaires (thoracique, rallonge de jambage) ou d'embolisation de branches collatérales. Des stents couverts sur ballon (Advanta V12 [Atrium Medical Corporation, Hudson, États-Unis] ou BeGrafts [Bentley InnoMed, Hechingen, Allemagne]) permettaient la jonction entre le module fenêtré et les artères cibles. Un stent autoexpansible nu (Luminex ; Bard, Murray Hill, NJ) était ajouté dans les artères cibles en cas de plicature, dissection ou afin de sécuriser la jonction stent-artère. Des branches directionnelles ont été utilisées si le diamètre aortique était supérieur à 45 mm en regard des artères cibles. Les procédures ont nécessité un accès fémoral bilatéral par un abord chirurgical ou un accès percutané. Un amplificateur de brillance mobile (OEC 9900, GE Healthcare, Chicago, États-Unis) été utilisé de janvier 2010 à mi-décembre 2012 puis toutes les procédures de mi-décembre 2012 à juin 2016 ont été réalisées en salle hybride (Discovery IGS 730 ; GE Healthcare, Chicago, États-Unis). Une tomographie volumique numérisée à faisceau conique (CBCT) était réalisée de manière systématique en fin de procédure dès octobre 2013. Le succès technique était défini en fin de procédure par le déploiement complet de l'EDP et de toutes les branches prévues, l'absence d'endofuite de type I et/ou de type III et la perméabilité des artères cibles.

Les données liées à la procédure recueillies comprenaient :

- Pour le groupe F/B-EVAR : le nombre de fenêtres/branches pour les artères cibles pour le groupe F/B-EVAR, la durée de la procédure, le volume de produit de contraste utilisé, les données d'irradiation (temps de fluoroscopie et produit dose surface ou PDS).
- Pour le groupe CO : la durée de l'intervention, la voie d'abord, le type et le temps de clampage suprarénal ou supraviscéral et les gestes associés sur les artères rénales et viscérales.

Les données post-opératoires précoces comprenaient :

- la mortalité précoce à 30 jours, la mortalité intra-hospitalière, la durée de séjour en unité de soins intensifs,
- le DFG calculé au pic de concentration de créatinine sérique dans les 7 jours post-opératoires
- les complications cardiaques (toute ischémie myocardique diagnostiquée par électrocardiographie ou modification de la troponine) et pulmonaires (toute intubation prolongée >72 heures, la nécessité d'une réintubation et la pneumonie),
- l'ischémie médullaire (tout déficit neurologique lié à une ischémie médullaire, quelle que soit sa gravité et sa durée),
- les complications digestives
- les complications liés aux abords vasculaires
- et toute réintervention précoce (liées à la procédure endovasculaire et à la mise à plat-greffe dans les 30 jours après l'opération initiale).

Suivi

Le suivi clinique post-opératoire a consisté en un examen clinique à 1 mois puis annuellement, couplé à des examens d'imagerie différents selon le groupe et détaillés ci-après. Le statut vital, la créatininémie et la clairance de la créatinine selon MDRD étaient relevés à chaque consultation. Les données étaient recueillies de manière prospective.

Les scanners étaient analysés sur une console de reconstruction 3D (AquariusWS, TeraRecon). En cas de contre-indication à l'injection de PCI du fait d'une altération de la fonction rénale, le suivi était réalisé par un scanner non injecté et une échographie de contraste (CEUS).

Chirurgie ouverte

Le groupe CO a été suivi par une échographie doppler abdominale à 3 mois puis annuellement. Un angioscanner était réalisé si des anomalies étaient retrouvées à l'échographie. Les patients ont bénéficié d'un nouvel angioscanner d'évaluation pour déterminer le diamètre aortique proximal à 5 ans puis tous les 5 ans.

F/B-EVAR

Un angioscanner aortique (CTA) était réalisé dans le mois suivant l'intervention, à 6 mois, puis annuellement. L'existence d'anomalies détectées sur l'angioscanner pouvait amener une surveillance scannographique plus rapprochée. Le diamètre aortique maximal mesuré après reconstruction curvilinéaire, les endofuites, la migration de l'EDP, les occlusions de jambage ou l'apparition d'une instabilité de branche (critère composite comprenant toute plicature/sténose/occlusion/fracture et/ou endofuite de type Ic/IIIb/IIIc) étaient recueillis. Les suspicions d'infection d'EDP étaient basées sur un faisceau d'arguments cliniques, biologiques et radiologiques.

En cas de rupture de suivi, le médecin traitant était contacté pour connaître la cause de rupture de suivi, la dernière clairance de la créatininémie selon MDRD et la date et la cause du décès en cas de survenue.

Critères de jugement

Les principaux critères d'évaluation de cette étude étaient la mortalité, la mortalité liée à l'aorte et le déclin de la fonction rénale.

Le DFG (mL/min/1,73 m²) a été déterminé par l'équation de l'étude Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) :

$$\text{DFG} = 186 \times [\text{créatinine sérique}]^{-1,154} \times [\text{âge}]^{-0,203} \times [0,704 \text{ si femme}] \times [1,210 \text{ si afro-américain}]$$

Les patients ont été divisés en 2 groupes selon le stade de la maladie rénale chronique : normal (stades 1 et 2, soit un DFG > 60 mL/min/1,73m²) ou anormal (stades 3 et 4 soit DFG < 60 mL/min/1,73m²) (35). Les patients avec une IRC pré-opératoire stade 5 (DFG < 15 mL/min/1,73m²) ont été exclus de l'analyse du déclin rénal.

Les patients qui ont dû subir une hémodialyse permanente au décours de la chirurgie ont été également exclus de cette analyse.

L'IRA a été définie par une détérioration postopératoire du DFG de 25 % en une semaine selon les critères RIFLE et l'IRA sévère par une diminution de plus de 50% du DFG (36).

Le déclin de la fonction rénale au cours du suivi a été défini comme une diminution du DFG postopératoire sous le seuil < 60 mL/min/1,73m² pour les stades 1-2 et comme une baisse du DFG de 20% pour les stades 3-4 (37,38).

Les critères d'évaluation secondaires comprenaient

- le taux de réintervention liée à l'aorte comprenant toutes les interventions secondaires liées à la procédure initiale ou à l'EDP et à ses vaisseaux cibles pendant le suivi. Les complications de la plaie et les problèmes liés à la laparotomie n'ont pas été inclus.
- le taux d'occlusion de vaisseaux cibles défini comme une obstruction complète de l'artère ou du stent sans aucun signe de flux.
- la dégénérescence de l'aorte proximale définie comme une augmentation du diamètre de 5 mm mesuré 5 cm au-dessus de l'ostium du vaisseau cible le plus proximal pour le groupe F/B-EVAR et 5 cm au-dessus de l'anastomose proximale pour le groupe CO.
- les complications liées aux accès définies comme toute éventration pour le groupe CO et tout pseudo-anévrisme, hématome, thrombose ou réintervention non planifiée liés aux accès vasculaires pour le groupe F/B-EVAR.

- l'infection de la prothèse ou de l'EDP définie par un faisceau d'arguments selon les critères développés par Fitzgerald *et. al*
- le taux d'échec clinique : décès dû à des complications de l'opération initiale ou d'une intervention secondaire, rupture d'anévrisme, conversion en réparation chirurgicale ouverte, endofuite persistante de type I ou III, expansion du sac > 5 mm, migration du dispositif > 10 mm, infection ou thrombose de l'EDP dans le groupe F/B-EVAR et décès, infection ou thrombose de la prothèse ou anévrisme anastomotique dans le groupe CO (7).
- l'évolution vers un anévrisme aortique thoraco-abdominal et l'apparition d'un cancer.

Analyse statistique

Un modèle de propension a été utilisé pour étudier une population ajustée (population appariée), pour ajuster les facteurs de confusion dans un rapport 1:1 afin de comparer les résultats (39). Les variables incluses dans le score de propension étaient : l'âge, le sexe, le site de clamage aortique, la coronaropathie, la bronchopneumopathie chronique obstructive, le diabète, le tabagisme, la néphropathie chronique, le diamètre de l'anévrisme et un antécédent de chirurgie aortique. Ce modèle permet d'étudier des paires de patients similaires au regard de ces critères confondants et ne différant ainsi que par leur prise en charge endovasculaire ou chirurgie ouverte. Il est ainsi possible de mesurer le seul l'impact du type de chirurgie sur les critères étudiés, sans autre facteur confondant. Deux patients sont considérés comme une paire si leurs différences en termes de score de propension sont inférieures à une distance prédéfinie appelée caliper. Un modèle de régression logistique a été utilisé pour générer le score et les groupes ont été appariés à partir de ce score en utilisant la méthode du caliper avec un seuil de 2 écarts types de la différence dans le score de propension ; l'évaluation de l'équilibre a été faite en utilisant divers tests et en vérifiant les diagrammes quantile-quantile.

La moyenne et la médiane avec leurs intervalles de confiance à 95% (95%CI) ont été utilisées pour décrire les variables quantitatives et les fréquences absolues et relatives pour rendre compte des variables qualitatives.

Le critère de jugement principal comprenant le taux de décès, le taux de décès aortique, le taux de réintervention et le déclin de la fonction rénale au cours du suivi a été analysé au moyen de courbes de Kaplan Meier et les médiales de survie et leurs intervalles de confiance à 95% (IC95) ont été calculés.

Le test log-rank a été utilisé pour évaluer la différence de survie entre l'approche chirurgicale ouverte et endovasculaire de manière brute (sans ajustement sur d'autres variables) dans les cohortes appariées par score de propension.

Pour le déclin rénal, une analyse stratifiée sur la présence d'une IRA post-opératoire a également été réalisée. Un modèle multivarié de Cox permettant de calculer le Hazard Ratio (HR) ajusté à d'autres variables a été utilisé afin d'étudier la relation entre le délai du déclin rénal et l'âge, le sexe, la présence d'une IRA, la durée de l'intervention et, uniquement pour le groupe de CO, le niveau et la durée du clampage, la reconstruction de(s) artère(s) viscérale(s) et rénale(s) et la néphroprotection.

La différence de fréquence des critères d'évaluation secondaires entre les deux groupes appariés par score de propension a été évaluée par le test du χ^2 ou le test exact de Fisher.

Le niveau de significativité était fixé à 0,05. Les analyses statistiques étaient effectuées à l'aide des logiciels Stata 14 (StataCorp LP, États-Unis) et SPSS 22 (IBM Corp., États-Unis).

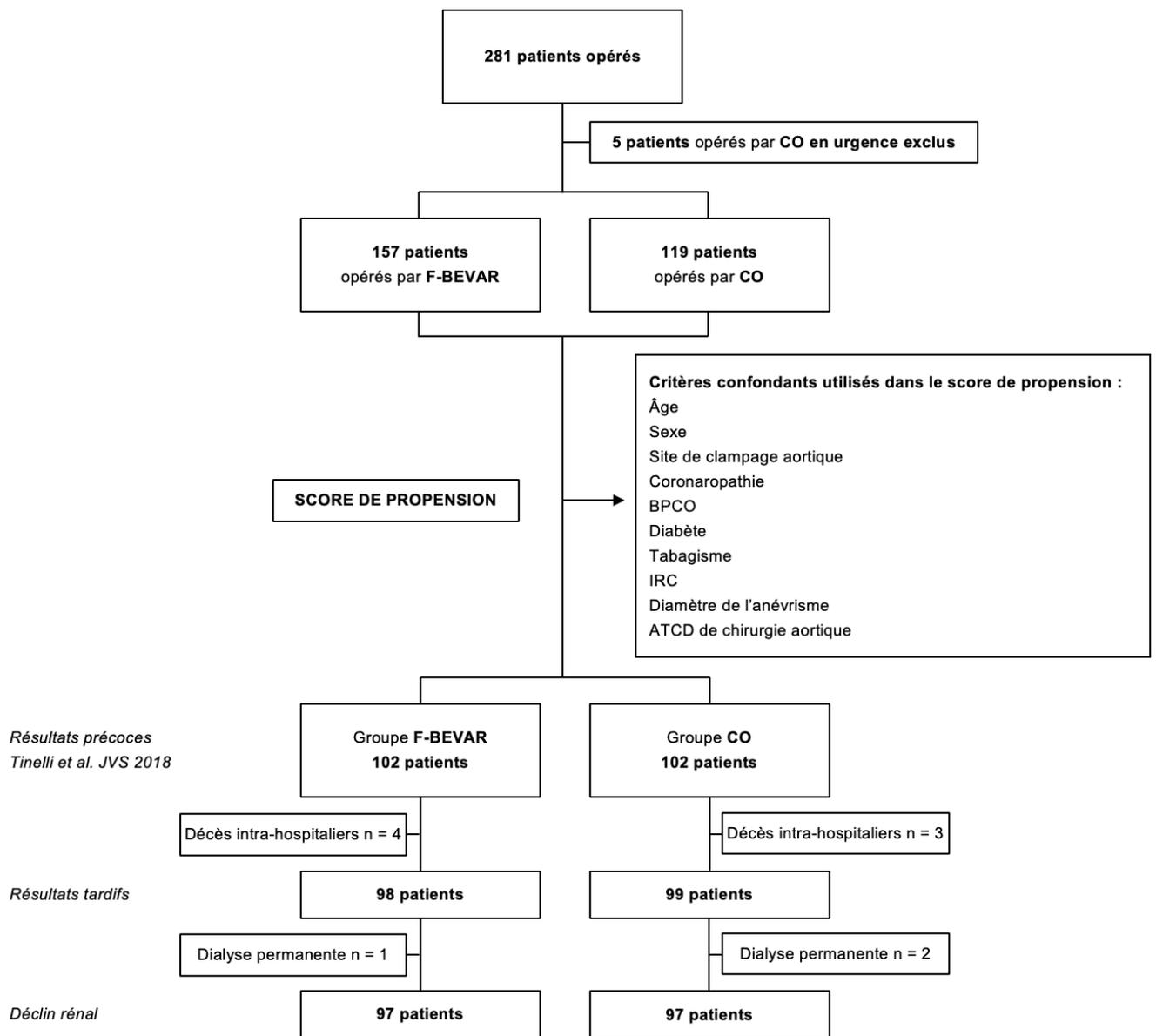


Figure 5. Diagramme de flux du modèle de propension et de l'analyse statistique.

Résultats

Caractéristiques de la population

Dans les deux centres 281 patients ont été opérés d'un anévrisme juxtarénal, pararénal, ou thoraco-abdominal de type IV de janvier 2010 à juin 2016. Cinq patients du groupe chirurgie ouverte ont été exclus en raison du caractère urgent de la procédure. Au total, 276 patients étaient inclus dont 157 patients traités par F/B-EVAR au CHU de Lille et 119 patients traités par chirurgie ouverte à Rome. Les données démographiques et les caractéristiques des deux groupes sont présentées dans le **Tableau 1**. La population étudiée est identique à celle de Tinelli *et al.* qui s'étaient intéressés aux complications précoces des deux procédures (33).

Avant appariement sur les facteurs confondants, le groupe F/B-EVAR était associé à une plus grande proportion de patients diabétiques ($p < 0,001$), de clampage prédictif suprascébral ($p < 0,001$) et d'antécédents de chirurgie aortique ($p < 0,1$). Le groupe CO dénombrait un plus grand nombre de patients tabagiques ($p = 0,01$). Le diamètre aortique maximal était également significativement plus important dans le groupe F/B-EVAR ($p < 0,01$). L'appariement a permis de sélectionner 102 patients dans le groupe F/B-EVAR et 102 patients dans le groupe CO et de lisser toutes les disparités précédemment décrites. Dans les deux groupes, on note une majorité d'hommes avec un âge moyen de 71 ans et un diamètre aortique maximal de 60 cm. Le taux d'IRC pré-opératoire légère à modérée (DFG 30-59 ml/min) était de 25,2 % ($n = 30$) dans le groupe CO et de 27,5% ($n = 28$) dans le groupe F/B-EVAR. Le taux d'IRC pré-opératoire sévère (DFG < 29 ml/min) était de 3,3 % ($n = 4$) dans le groupe CO contre $n = 0$ dans le groupe F/B-EVAR.

Tableau 1. Caractéristiques démographiques des cohortes appariées et non appariées de 276 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV

	Cohorte non appariée			Cohorte appariée		
	F/B-EVAR (n = 157)	CO (n = 119)	p	F/B-EVAR (n = 102)	CO (n = 102)	p
Age	72.3 ± 7.7	71.7 ± 6.8	0.55	71.8 ± 8.0	71.7 ± 7.0	0.96
Sexe masculin	151 (96.2)	109 (91.6)	0.11	97 (95.1)	94 (92.2)	0.39
Coronaropathie	76 (48.4)	46 (38.7)	0.11	43 (42.2)	39 (38.2)	0.57
BPCO	62 (39.5)	46 (38.7)	0.89	41 (40.2)	39 (38.2)	0.77
Diabète	41 (26.1)	12 (10.1)	<0.01	13 (12.7)	12 (11.8)	0.83
Tabagisme actif ou passé	37 (23.6)	45 (37.8)	0.01	30 (29.4)	35 (34.5)	0.45
Diamètre max de l'anévrisme	58.3 ± 8.6	64.2 ± 13.5	<0.001	59.8 ± 8.8	60.6 ± 9.3	0.52
Site de clampage	Suprarénal	51 (32.5)		48 (47.1)	57 (55.9)	
	Supravicéral	106 (67.5)		54 (52.9)	45 (44.1)	
			<0.001			0.21
Antécédent de chirurgie aortique	19 (12.1)	4 (3.4)	<0.01	7 (6.9)	4 (3.9)	0.35

BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive, DFG : débit de filtration glomérulaire.

Les variables continues sont exprimées par leur moyenne ± écart-type et les variables discontinues en effectif (n(%))

Les configurations des EDP du groupe F/B-EVAR et le niveau de clampage aortique correspondant du groupe CO sont présentés dans le **Tableau 2**. Il y avait une majorité d'EDP 3 fenêtres pour les AR et l'AMS dans le groupe F/B-EVAR et une majorité de clampage supra-rénal dans le groupe CO.

Tableau 2. Configuration des EDP et correspondance en termes de clampage aortique de 276 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.

Nombre F/B	Groupe F/B-EVAR n = 157		Groupe CO n = 119	
	Niveau prédictif de clampage aortique		Niveau de clampage aortique	
1	inter-rénal	4 (2.5)	inter-rénal	12 (10.0)
2	supra-rénal	53 (33.7)	supra-rénal	58 (48.7)
3	au-dessus de l'AMS	88 (56.0)	au-dessus de l'AMS	24 (20.1)
4	supra-viscéral	12 (7.6)	supra-viscéral	25 (21)

F/B : fenêtré(s) ou branche(s), AR : artère(s) rénale(s), AMS : artère mésentérique supérieure, TC : tronc coélique. Les variables discontinues sont exprimées en effectif (n(%))

Le détail des caractéristiques des patients exclus après appariement est exposé dans le **Tableau 3**. Pour le groupe F/B-EVAR, les patients exclus souffraient significativement plus de coronaropathie ($p=0,03$), de diabète ($p<0,001$), de tabagisme ($p=0,02$) et d'antécédents de chirurgie aortique ($p=0,01$). Le site de clampage était quasiment exclusivement supra-viscéral ($p<0,001$) pour les patients exclus du groupe F/B-EVAR. Les patients du groupe CO ont présenté plus de complications en post-opératoire immédiat ($p=0,02$), notamment pulmonaires ($p<0,001$). Concernant le diamètre anévrismal, les patients exclus du groupe F/B-EVAR avaient un diamètre significativement plus faible que les patients appariés ($p=0,01$) tandis que la tendance inverse était observée dans le groupe CO ($p<0,001$).

Tableau 3. Comparaison des caractéristiques des patients exclus de l'appariement et des patients appariés de 276 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.

	Groupe F/B-EVAR			Groupe CO		
	Patients exclus (n = 55)	Patients appariés (n = 102)	p	Patients exclus (n = 17)	Patients appariés (n = 102)	p
Age	73.1 ± 7.1	71.8 ± 6.8	0.35	71.9 ± 5.7	71.7 ± 7.0	0.90
Sexe masculin	54 (98.2)	97 (95.1)	0.67	15 (88.2)	94 (92.2)	0.63
Coronaropathie	33 (60.0)	43 (42.2)	0.03	7 (41.2)	39 (38.2)	0.82
BPCO	21 (38.2)	41 (40.2)	0.81	7 (41.2)	39 (38.2)	0.82
IRC	7 (12.7)	25 (24.5)	0.08	6 (35.3)	28 (27.5)	0.57
Diabète	28 (50.9)	13 (12.7)	<0.001	0 (0)	12 (11.8)	0.21
Tabagisme actif ou passé	7 (12.7)	30 (29.4)	0.02	10 (58.8)	35 (34.5)	0.05
Diamètre max de l'anévrisme	55.4 ± 7.4	59.8 ± 8.8	0.01	85.4 ± 15.8	60.6 ± 9.3	<0.001
Site de clampage	Suprarénal Supraviscéral	48 (47.1) 54 (52.9)	<0.001	13 (76.5) 4 (23.5)	57 (55.9) 45 (44.1)	0.10
Antécédent de chirurgie aortique	12 (21.8)	7 (6.9)	<0.01	0 (0)	4 (3.9)	1

BPCO : bronchopneumopathie obstructive, IRA : insuffisance rénale, IRC : insuffisance rénale chronique, aigue. Les variables continues sont exprimées par leur moyenne ± écart-type et les variables discontinues en effectif (n(%))

Données intra-opératoires

Dans le groupe F/B-EVAR le succès technique était de 100%. Le taux d'accès fémoral chirurgical était de 93,1% (n=95). Sur les 102 patients F/B-EVAR appariés, le nombre total d'artères cibles était de 255, la moyenne était de $2,5 \pm 0,6$ artères cibles par patient. Ces artères cibles étaient incorporées par 245 fenêtres et 10 branches.

Le temps opératoire et le temps de fluoroscopie moyens étaient respectivement de 160.9 ± 65.3 minutes et 31.8 ± 22.3 min. La dose de PCI injectée était de 108.8 ± 42.6 mL et la dose d'irradiation moyenne était de 31.8 ± 22.3 Gy.cm². Aucun drainage préopératoire du liquide céphalo-rachidien n'a été effectué (**Tableau 4**).

Pour le groupe CO, la durée d'intervention moyenne était de 311.4 ± 81.4 min avec un temps de clampage aortique proximal moyen de 27.5 ± 8.3 min. La voie d'abord rétro-péritonéale était la voie d'abord préférentielle (n=89 patients (87.3 %)). Au total 21 patients nécessitaient une procédure additionnelle sur 27 artères cibles. Parmi ces gestes, on dénombrait 15 réimplantations d'artères rénales (y compris les artères polaires), 6 pontages aorto-rénaux, 2 pontages aorto-viscéraux, 2 endoartériectomies rénales transaortiques et 2 angioplasties rénales (réalisées par voie endovasculaire).

Tableau 4. Détail des procédures chirurgicales dans une population de 204 patients appariés traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.

F/B-EVAR n = 102		CO n = 102	
Temps opératoire moyen (min)	160.9 ± 65.3	Durée d'intervention (min)	311.4 ± 81.4
Volume total de PDC (mL)	108.8 ± 42.6	Durée clampage aortique prox. (min)	27.5 ± 8.3
Temps de fluoroscopie (min)	31.8 ± 22.3	Voie rétro-péritonéale (%)	89 (87.3)
PDS (Gy.cm ²)	57.84 ± 39.4	Voie trans-péritonéale (%)	13 (12.7)
Accès fémoral chirurgical (%)	95 (93.1)	Procédures associées	27
Succès technique (%)	102 (100)	Réimplantations AR	15
Nombre d'artères cibles	255	Pontages aorto-rénaux	6
Fenêtres	245	Pontages aorto-viscéraux	2 (21 patients)
Branches	10 / patient	Angioplastie rénale	2
		Endartériectomie transaortique rénale	2

AR : artères rénales dont les artères polaire, PDC : produit de contraste ; PDS : Produit Dose-surface. Les variables continues sont exprimées par leur moyenne ± écart-type et les variables discontinues en effectif (n(%))

Résultats précoces (à 30 jours et intra-hospitaliers)

Les résultats précoces des cohortes appariées sont reportés dans le **Tableau 5**. Dans la cohorte appariée, la durée médiane de séjour en unité de soins intensifs était de un jour dans les deux groupes (EI = 1, p = 0,33).

La mortalité à 30 jours était de 2,9% (n=3) dans le groupe F/B-EVAR vs 2,0 % (n=2) dans le groupe CO (p=0.68). Les trois décès du groupe F/B-EVAR s'inscrivent dans le cadre d'une maladie des embolies de cholestérol responsable d'une ischémie mésentérique chez deux patients et d'une défaillance multiviscérale chez le troisième. Un infarctus du myocarde et une défaillance multiviscérale étaient les causes de décès des deux patients du groupe CO.

La mortalité intra-hospitalière était de 3,9% (n=4) dans le groupe F/B-EVAR vs 2,9 % (n=3) dans le groupe CO (p=1). Ces décès étaient liés à une ischémie mésentérique sur embolies de cholestérol pour le groupe F/B-EVAR et un infarctus du myocarde pour le groupe CO.

L'IRA était significativement plus fréquente dans le groupe CO, puisqu'elle est survenue chez n=53 patients (52%) du groupe CO contre seulement n=20 patients (19,6%) du groupe F/B-EVAR (p <0.001), dont la survenue d'une IRA sévère chez n=7 (6,9%) patients F/B-EVAR contre n=17 (16,7%) patients du groupe CO (p = 0.03). Il n'y avait pas de différence significative quant au recours à l'hémodialyse en post-opératoire (groupe F/B-EVAR n=5 (4,9%) vs groupe CO n=4 (3,9%); p = 1) ni à la dialyse permanente (groupe F/B-EVAR n=3 (2,9%) vs groupe CO n=2 (2.0%); p = 0.68). Ces derniers ont été exclus de l'analyse du déclin de la fonction rénale.

Il n'y avait pas de différence statistique sur la survenue des complications pulmonaires (p=1) et cardiaques (p=0.52). Aucune ischémie médullaire n'était constatée dans les cohortes appariées et non appariées.

Les réinterventions précoces étaient significativement plus fréquentes pour la prise en charge endovasculaire n=12 (11,8%) vs 4 (3,9%) dans le groupe CO ($p = 0,04$). Ces réinterventions comprenaient dans le groupe F/B-EVAR : 3 pontages croisés fémoro-fémoral pour thrombose de jambage iliaque, 3 angioplastie/stenting complémentaires d'artères cibles (1 AMS et 2 AR), 2 drainages d'hématome rétropéritonéal, 2 hématomes fémoraux et 2 résections intestinales pour ischémie intestinale aiguë. Dans le groupe CO, ces réinterventions étaient liées à 3 éviscérations et un hématome rétropéritonéal.

Tableau 5. Résultats post-opératoires précoces dans une population de 204 patients appariés, traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.

	F/B-EVAR (n = 102)	CO (n = 102)	<i>p</i>
Mortalité à 30 jours	3 (2.9)	2 (2.0)	0.68
Mortalité hospitalière	4 (3.9)	3 (2.9)	1
Toutes complications confondues	29 (28.4)	31 (30.4)	0.63
DFG mL/min/1,73 m²			
pré-opératoire	78.8 ± 25	68.3 ± 20.7	
post-opératoire	73.0 ± 28.9	48.8 ± 20.9	
Dialyse temporaire et définitive	5 (4.9)	4 (3.9)	1
Dialyse définitive	3 (2.9)	2 (2.0)	0.68
IRA	20 (19.6)	53 (52)	< 0.001
RIFLE	19 (18.6)	53 (52)	
Risk	12 (11.8)	36 (35.3)	
Injury	1 (1)	12 (11.8)	< 0.001
Failure	1 (1)	1 (1)	
Loss	2 (2)	2 (2)	
End Stage Renal Failure	3 (2.9)	2 (2)	
IRA sévère (baisse de > 50% du DFG)	7 (6.9)	17 (16.7)	0.03
Complications cardiaques	4 (3.9)	6 (5.9)	0.52
Complications pulmonaires	6 (5.9)	6 (5.9)	1
Réinterventions précoces	12 (11.8)	4 (3.9)	0.04
Durée en soins intensifs, jours (médiane et écart interquartile)	1 (1)	1 (1)	0.33

Stades RIFLE (risque de lésion rénale, lésion rénale, défaillance de la fonction rénale, perte de la fonction rénale et insuffisance rénale terminale) définis sur des critères de DFG (36); IRA : insuffisance rénale aiguë ; DFG : débit de filtration glomérulaire. Les variables continues sont exprimées par leur moyenne ± écart-type et les variables discontinues en effectif (n(%)).

Concernant les résultats précoces des patients exclus des cohortes appariées (présentés dans le **Tableau 6**), il n'existait pas de différence en dehors des complications post-opératoires générales.

En effet, les patients exclus du groupe CO présentaient un taux de complications post-opératoires plus faible pour (30,4% contre 58,8%, $p=0,02$) mais un taux de complications respiratoires plus élevé (47,1% contre 5,9%, $p<0,001$).

Tableau 6. Comparaison des complications précoces des patients exclus de l'appariement et des patients appariés.

	Groupe F/B-EVAR			Groupe CO		
	Patients exclus (n = 55)	Patients appariés (n = 102)	<i>p</i>	Patients exclus (n = 17)	Patients appariés (n = 102)	<i>p</i>
Mortalité à 30 jours	3 (5.5)	3 (2.9)	0.42	0 (0)	2 (2.0)	1
Mortalité intra-hospitalière	3 (5.5)	4 (3.9)	0.70	0 (0)	3 (3.9)	1
Complications dont	14 (25.5)	29 (28.4)	0.69	10 (58.8)	31 (30.4)	0.02
cardiaques	2 (3.6)	4 (3.9)	1	3 (17.6)	6 (5.9)	0.12
pulmonaires	2 (3.6)	6 (5.9)	0.72	8 (47.1)	6 (5.9)	<0.001
IRA	14 (25.5)	20 (19.6)	0.40	11 (64.7)	53 (52.0)	0.33
Dialyse	2 (3.6)	5 (4.9)	1	0 (0)	4 (3.9)	1
Dialyse permanente	1 (1.8)	3 (3.9)	1	0 (0)	2 (2.0)	1
Réinterventions précoces	8 (14.5)	12 (11.8)	0.62	3 (17.6)	4 (3.9)	0.06

BPCO : bronchopneumopathie obstructive, *IRC* : insuffisance rénale chronique, *IRA* : insuffisance rénale aigue.

Résultats tardifs

La précédente étude de Tinelli *et al.* avec un suivi médian d'un peu plus de 3 ans (38,9 mois, EI 41,3 mois) de cette même cohorte avait enregistré des taux de mortalité relativement plus faibles dans le groupe CO avec des taux de survie à 85,6% (IC95%, 78,5-92,7%) contre 90,5% (IC95%, 84,6-96,4%) à 2 ans ($p=0,04$) (33). Le déclin de la fonction rénale était comparable entre les 2 groupes : 17,6% de patients du groupe F/B-EVAR contre 11,8% ($p=0,85$) ont vu leur DFG décroître de plus de 25% tandis que 4,9% contre 3,9% ($p=1$) ont vu leur DFG diminuer de plus de moitié (**Figure 6 et Tableau 7**).

Parmi la cohorte appariée de 204 patients, 7 (3,4%) patients décédés au décours de l'intervention (4 et 3 patients pour les groupes F/B-EVAR et CO respectivement) ont été exclus de l'analyse du taux de mortalité toute cause confondue et de la mortalité aortique.

Mortalité toute cause et mortalité liée à l'aorte

Dans cette nouvelle étude, le suivi médian de ces patients était de 67 mois (EI 37 mois), plus précisément de 66 (EI 42 mois) pour le groupe F/B-EVAR et 76 (EI 38 mois) pour le groupe CO ($p < 0,001$).

Figure 6. Estimation cumulative de la survie globale et de la mortalité liée à l'aorte selon Kaplan-Meier de 197 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénel ou thoraco-abdominal de type IV.

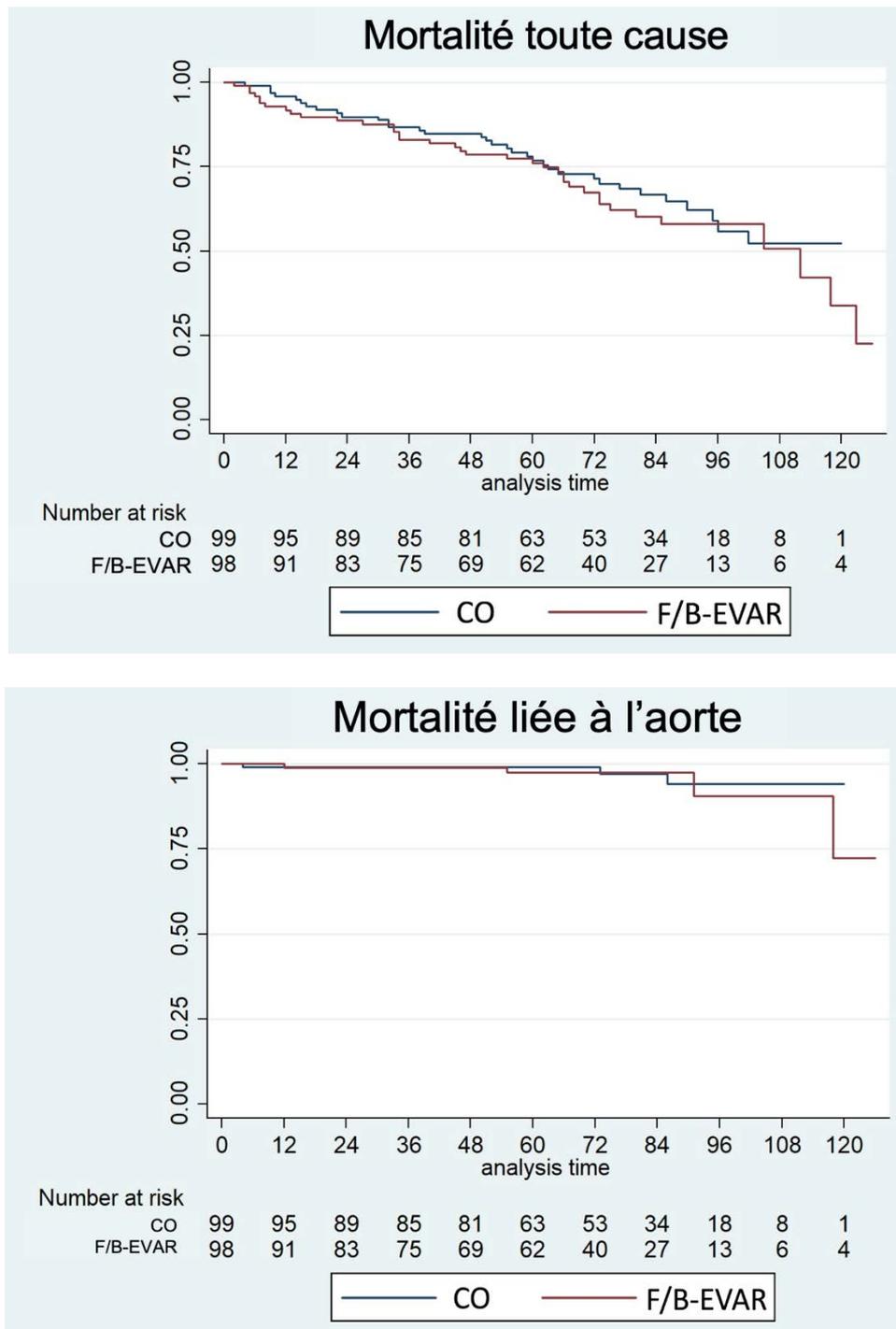


Tableau 7. Comparaison de la survie globale, de la mortalité liée à l'aorte et du déclin de la fonction rénale selon Kaplan-Meier de 197 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.

	F/B-EVAR (n = 98)	CO (n = 99)	p
Décès	37 (37.8)	34 (34.3)	0.458
Décès liés à l'aorte	3 (3.1)	3 (3)	0.977
Déclin de la fonction rénale*	27 (27.8)	46 (47.4)	<0.01
IRA post-opératoire	20	53	
Avec déclin de la fonction rénale	9 (45)	34 (64.1)	

Les décès sont exprimés en effectifs et pourcentage, les survies en pourcentage (intervalle de confiance à 95%).

*Le déclin de la fonction rénale a été calculé après exclusion des patients ayant recours à l'hémodialyse permanente depuis l'intervention (1 patient du groupe F/B-EVAR et 2 patients du groupe CO). Les pourcentages sont calculés sur la base de 97 patients par groupe.

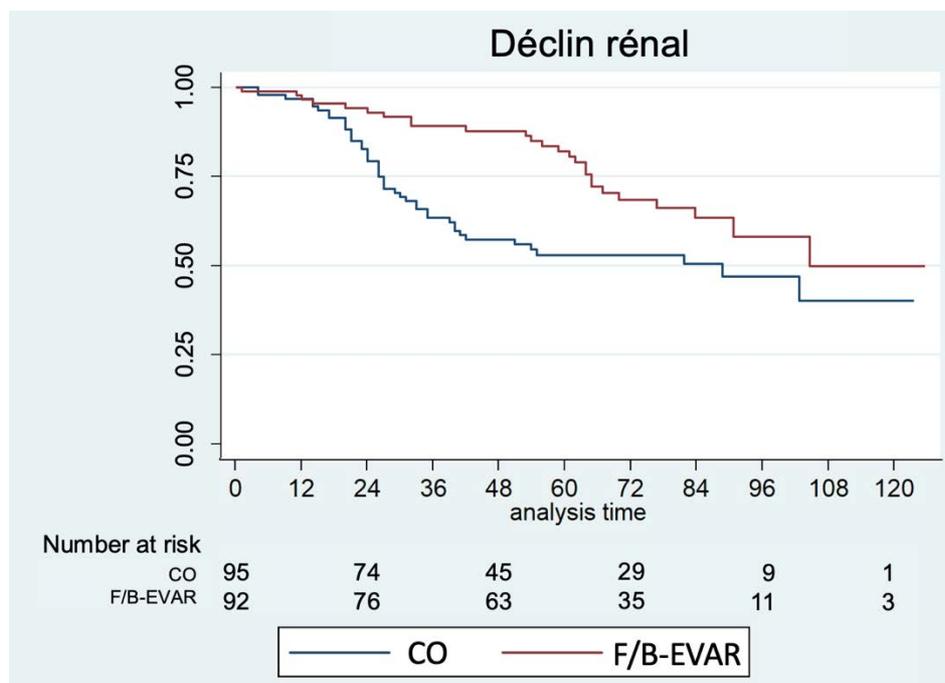
Il n'y a de différence significative sur la mortalité toute cause au cours du suivi (log Rank=0,458). L'estimation de la survie globale à 2 ans était de 88,7% dans le groupe F/B-EVAR et de 89,9% dans le groupe CO. A 6 ans, elle est de 67,4% et 71,5% dans les groupes F/B-EVAR et CO, respectivement.

Concernant la mortalité liée à l'aorte, 3 décès dans chaque groupe étaient imputés à une cause aortique sans différence au cours du suivi (Log Rank=0,977). Ces décès comprenaient une rupture d'anévrisme thoracique, une thrombose d'EDP et une maladie des embolies de cholestérol pour le groupe F/B-EVAR. Dans le groupe CO, deux décès étaient liés à une infection de prothèse, le troisième décès à la rupture d'un pseudo-anévrisme iliaque. L'estimation de la survie sans décès lié à l'aorte selon Kaplan Meier à 2 ans et 4 ans était de 98,9% dans le groupe F/B-EVAR et 99% dans les groupes CO. A 6 ans, elle était de et de 97,4% [40,9-70,7%] et 99% à 6 ans respectivement dans les groupes F/B-EVAR et CO.

Altération de la fonction rénale au cours du suivi

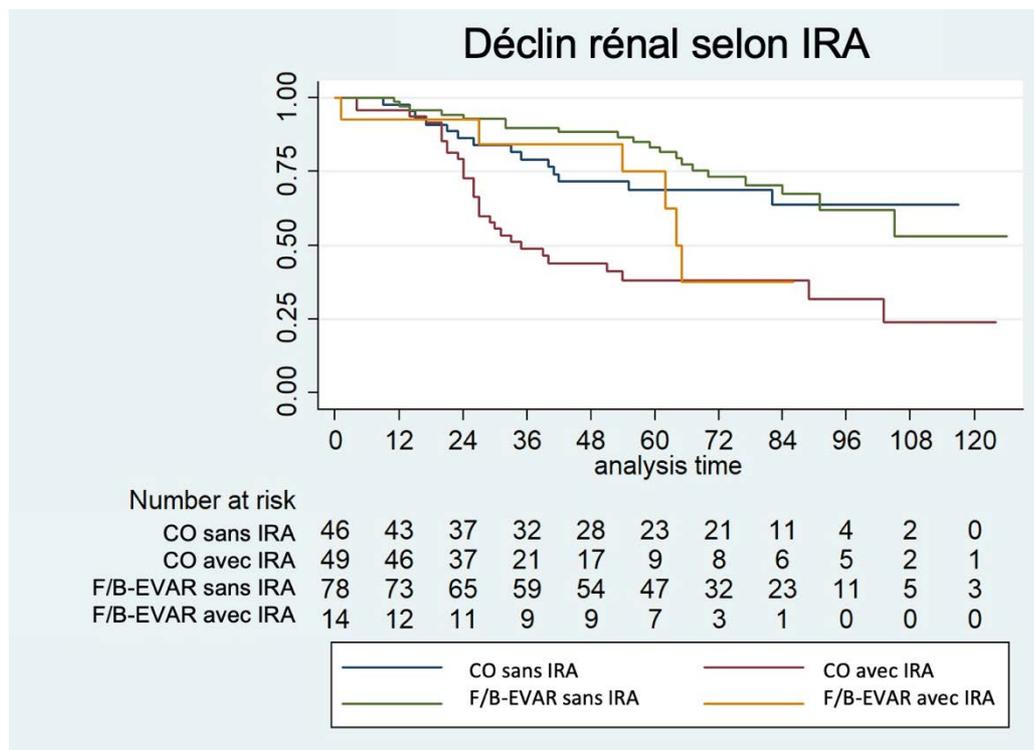
Dans la cohorte appariée de 204 patients, après exclusion des 7 patients décédés au cours de l'hospitalisation, 3 patients (1 et 2 patients pour les groupes F/B-EVAR et CO respectivement) ont nécessité une suppléance rénale de manière définitive et ont de ce fait été exclus de l'analyse déclin de la fonction rénale. Au cours du suivi, un déclin de la fonction rénale survenait chez 27 patients (27.8%) du groupe F/B-EVAR et 46 patients (47.4%) patients du groupe CO ($p < 0.01$).

Figure 7. Estimation cumulative de la survie sans altération de la fonction rénale selon Kaplan-Meier de 195 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.



En cas d'IRA post-opératoire, la proportion de patients développant ou majorant une insuffisance rénale était plus élevée dans le groupe CO que dans le groupe F/B-EVAR. En effet 45% des patients présentant une IRA post-opératoire dans le groupe F/B-EVAR et 64,1% dans le groupe CO ont développé une baisse de leur fonction rénale au cours du suivi. L'analyse de Kaplan-Meier montre qu'en l'absence d'IRA post opératoire, le déclin rénal est significativement plus tardif indépendamment du type de traitement (log rank 78.52, $p < 0.001$) (**Figure 8**).

Figure 8. Estimation cumulative de la survie sans altération de la fonction rénale selon la présence ou non d'une IRA post-opératoire selon Kaplan-Meier de 195 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrysmes juxta/pararénal ou thoraco-abdominale de type IV



Analyse multivariée : facteur prédictifs associés à la survenue du déclin rénal au cours du suivi

Les variables avec un p significatif en analyse univariée étaient testées dans un modèle multivarié de régression logistique de Cox. En analyse multivariée le déclin rénal était significativement associé avec l'âge (HR=1.06 ; IC95% [1.01 ; 1.13] ; p=0.03 pour le groupe F/B-EVAR et HR=1.05 ; IC95% [1.01 ; 1.10] ; p=0.02 pour le groupe CO), avec la présence d'une IRA post opératoire (HR 2.60 ; IC95% [1.01 ; 6.35] ; p=0.04 pour F/B-EVAR et HR=2.99 ; IC95% [1.57 ; 5.73] ; p<0,01, indépendamment du type de chirurgie. Enfin, pour le groupe CO, une durée de clampage inférieure à 30 minutes était associée à un risque moindre de déclin de la fonction rénale au cours du suivi (HR=0.96 ; IC95% [0.93 ; 0.99] ; p=0.03).

Les résultats du critère de jugement principal des cohortes non appariées sont donnés dans le **Tableau 8**. Ils sont similaires à ceux obtenus pour les cohortes appariées.

Tableau 8. Résultats du critère de jugement principal pour les cohortes appariées et les cohortes non appariées.

	Cohorte non appariée			Cohorte appariée		
	F/B-EVAR (n = 150)	CO (n = 116)	p	F/B-EVAR (n = 98)	CO (n = 99)	p
Mortalité	50 (33.3)	40 (34.5)	0.89	37 (37.7)	34 (34.3)	0.458
Mortalité liée à l'aorte	4 (2.6)	3 (2.6)	1	3 (3.1)	3 (3.0)	0.97
Déclin de la fonction rénale*	31 (20.8)	50 (43.1)	<0.01	27 (27.8)	46 (47.4)	<0.01

*Le déclin de la fonction rénal a été calculé après exclusion des patients ayant recours à l'hémodialyse permanente depuis l'intervention (1 patient exclu et 1 patient apparié du groupe F/B-EVAR et 2 patients appariés du groupe CO) Les pourcentages sont calculés sur la base de 149 et 116 patients pour la cohorte non appariée et 97 patients par groupe pour la cohorte appariée.

Analyse des critères secondaires

Au cours du suivi, le taux de réintervention était significativement plus élevé dans le groupe F/B-EVAR (groupe F/B-EVAR : n = 23 (23,5 %) vs groupe CO : n=5 (5,1 %), p<0,01). Dans le groupe F/B-EVAR, un patient a nécessité l'ajout d'un module proximal pour endofuite de type IA et cinq patients ont nécessité une rallonge de jambage pour une endofuite de type IB. Une embolisation pour endofuite de type II a été pratiquée chez quatre patients. Un patient présentait de manière concomitante une endofuite IB et une endofuite de type II pour lesquelles il a bénéficié d'une réintervention. Deux patients ont subi un réalignement d'EDP pour des endofuites de type III entre le module bifurqué et le un jambage. Un réalignement de stent était nécessaire chez 5 patients pour traiter une sténose intra-stent et concernait 4 AMS (dont 2 étaient symptomatiques) et une AR. Les autres causes de réintervention étaient une ischémie aiguë de membre pour quatre patients et une explantation d'EDP infectée chez un autre patient. Dans le groupe CO, quatre pseudo-anévrysmes anastomotiques distaux ont été exclus par voie endovasculaire et un remplacement de matériel a été effectué pour infection de prothèse.

Les taux de survie sans réintervention étaient de 93,4 % dans le groupe F/B-EVAR et 99% dans le groupe CO à 2 ans. La survie sans réintervention était de 83 % contre 99 % à 4 ans et de 70,4 % vs 94,1 % à 6 ans, respectivement, dans les groupes F/B-EVAR et CO ($p < 0,01$).

Les taux d'occlusion d'artères cibles étaient identiques. Cinq stents se sont occlus dans le groupe F/B-EVAR (quatre AR, une AMS) et cinq artères cibles dans le groupe CO (2 pontages rénaux, 1 rénal et 2 réimplantations rénales polaires dans l'aorte) ($p = 1,0$). Aucune migration d'EDP n'a été constatée dans le groupe F/B-EVAR. Une dégénérescence aortique proximale a été constatée chez 12 (12,1 %) patients du groupe F/B-EVAR contre 4 patients (4,1 %) du groupe CO ($p = 0,04$). Aucun cas de dégénérescence aortique proximale n'a fait l'objet d'une indication de traitement. Des complications liées aux abords sont survenues chez 15 (15,3 %) patients du groupe F/B-EVAR contre 22 (22,2 %) du groupe CO ($p = 0,04$). En plus des 12 complications précoces liées aux accès fémoraux pour le groupe F/B-EVAR, un patient a développé une fistule artério-veineuse et deux patients ont été traités pour un faux-anévrisme sur le point de ponction artérielle. Dans le groupe CO, 18 cas d'éventrations s'ajoutent aux 4 complications pariétales précoces décrites plus haut. Aucun patient n'a développé d'occlusion sur bride. Un nouvel anévrisme aortique a été diagnostiqué chez $n = 1$ (1,0 %) patient du groupe F/B-EVAR contre 12 patients (12,1 %) du groupe CO ($p < 0,01$). Au cours du suivi, neuf (9,2 %) cas de cancer ont été observés dans le groupe F/B-EVAR, et huit (8,1 %) dans le groupe CO ($p = 0,8$). L'analyse des données de suivi des cohortes appariées et des cohortes non appariées retrouve des taux similaires. (**Tableau 9**)

Tableau 9. Résultats des critères de jugement secondaires pour les cohortes appariées et les cohortes non appariées.

	Cohorte non appariée			Cohorte appariée		
	F/B-EVAR (n = 150)	CO (n = 116)	<i>p</i>	F/B-EVAR (n = 98)	CO (n = 99)	<i>p</i>
Réintervention liée à l'aorte	34 (22.7)	5 (4.3)	<0.01	23 (23.5)	5 (5.1)	<0.01
Occlusion d'artère cible	5 (3.3)	5 (4.3)	0.83	5 (5.1)	5 (5.1)	1
Dégénérescence de l'aorte proximale	8 (5.3)	15 (12.9)	0.04	4 (4.1)	12 (12.1)	0.04
Infection de prothèse / EDP	1 (0.7)	2 (1.7)	0.58	1 (1.0)	2 (2.0)	1
Echec technique	13 (8.7)	5 (4.3)	0.21	12 (12.2)	5 (5.1)	0.07
Complications liées aux abords	15 (10)	30 (25.9)	<0.01	15 (15.3)	22 (22.2)	0.04
Cancer	13 (8.7)	11 (9.5)	0.83	9 (9.2)	8 (8.1)	0.78

Discussion

Le développement des endoprothèses fenêtrées et branchées (F/B-EVAR) a considérablement modifié le traitement des anévrismes aortiques juxta/pararénaux et thoraco-abdominaux de type IV (AJPSR) en raison de leur faible mortalité péri-opératoire. Réservé aux patients à haut risque chirurgical dans cette indication, la comparaison de F/B-EVAR avec la chirurgie ouverte n'a jamais été étudiée dans le cadre d'un essai randomisé.

La présente étude compare les résultats du traitement endovasculaire de patients traités dans un centre par chirurgie directe aux résultats de patients opérés dans un autre centre par traitement F/B-EVAR pour un AJPSR. Les résultats précoces intra-hospitaliers ne retrouvaient pas de différence en termes de mortalité mais une incidence significativement plus faible d'IRA dans le groupe F/B-EVAR. Nous n'avons pas montré non plus de différence sur la survie globale et la mortalité liée à l'aorte entre les deux types de traitement. Toutefois un déclin plus précoce de la fonction rénale était observé dans le groupe CO. Les facteurs prédictifs d'un déclin rénal étaient l'âge et la présence d'une IRA post-opératoire dans les deux groupes, ainsi qu'une durée de clampage aortique supérieure à 30 minutes dans le groupe CO. Les taux de réintervention étaient plus élevés dans le groupe F/B-EVAR (23,5% et 5,1% pour les groupes F/B-EVAR et CO respectivement), tandis que les complications pariétales et la dégénérescence proximale de l'aorte prédominaient dans le groupe CO.

Critères d'appariement des deux populations de patients

Le traitement endovasculaire est actuellement considéré comme une alternative à la chirurgie directe pour la plupart des anévrismes complexes d'autant plus en cas d'inéligibilité à une chirurgie ouverte. Nous nous sommes intéressés à deux groupes de patients issus de deux centres aortiques différents. Afin de rendre comparables ces deux groupes de patients, nous avons considéré comme variables confondantes l'âge, le sexe, le site de clampage aortique, la coronaropathie, la bronchopneumopathie chronique obstructive, le diabète, le tabagisme,

l'insuffisance rénale chronique, le diamètre maximal de l'anévrisme et les antécédents de chirurgie aortique. Grâce à cette méthode statistique, la comparaison des critères de jugement a été réalisée sur des populations rendues comparables, permettant une approche quasi-expérimentale.

Le score de propension est souvent utilisé pour comparer le traitement endovasculaire et la chirurgie ouverte des anévrismes aortiques complexes (40–43). Nous avons sélectionné dix critères qui nous paraissaient majeurs dans notre score de propension. Il est toujours possible d'intégrer des variables supplémentaires au risque de diminuer le nombre de patients appariés. Bizo et al. introduisaient comme variables confondantes supplémentaires l'obésité et le score ASA, O'Donnell et al. l'indice de masse corporelle (IMC) et le volume aortique du centre hospitalier, Fiorucci et al. ne considéraient que l'âge le sexe, la coronaropathie et le statut rénal pré-opératoire (41–43).

Résultats périopératoires

Les résultats de cette étude sont comparables aux données de la littérature. En effet la mortalité à 30 jours était de 2,9% dans le groupe F/B-EVAR et 2,0 % comparable aux taux de mortalité variant de 1 à 4% rapportés dans les études antérieures (14,25,42,44–47).

Le taux d'IRA post-opératoire était de 52% dans le groupe CO contre 19,6% dans le groupe F/B-EVAR. Une comparaison avec les données de la littérature doit être prudente puisque différents indicateurs sont utilisés dans la définition de l'IRA postopéraoire (44). Certains auteurs se réfèrent au recours à l'hémodialyse permanente et d'autres définissent l'atteinte rénale comme une augmentation de la créatinine sérique de 0,5 mg/dL à 1,5 mg/dL (32,42,43,48). La communauté scientifique s'accorde maintenant sur une définition de l'IRA post-opératoire basée sur le DFG et les critères RIFLE que nous avons retenus dans notre étude. Il s'agit d'un indicateur à la fois plus sensible et plus spécifique de l'insuffisance rénale aiguë (7,29,32,38). Tran et al. avaient comparé l'utilisation de l'élévation de la créatinine

sérique aux critères RIFLE pour l'évaluation de l'IRA et constataient des résultats discordants avec une surestimation de l'IRA lorsque la créatinine sérique seule était utilisée comme indicateur (29).

Outre l'atteinte rénale, les taux de complications péri-opératoires étaient similaires entre les deux groupes. Bien que le nombre d'évènements respiratoires post-opératoires entre les deux types de chirurgie soit comparable dans notre étude ($p=1$), on note une nette différence entre la cohorte appariée et les patients exclus du groupe CO. Près de la moitié des patients exclus ont présenté des complications respiratoires quand seulement 6% des patients appariés y ont été sujets ($p<0,001$), avec une même proportion d'antécédents de BPCO ($p=0,82$). Ces données suggèrent que les complications respiratoires du groupe CO aient pu être sous-estimées. La méta-analyse de Jones *et al.* retrouve des taux de morbidité péri-opératoire notamment pulmonaires plus importants pour le groupe CO que pour le groupe F/B-EVAR (44).

Survie globale et survie aortique

Dans notre étude, la survie à 2 ans, 4 ans et 6 ans post opératoire est similaire entre les deux groupes. Alors que Antoniou *et al.* ne rapportaient pas de différence significative en terme de survie globale entre les deux types de chirurgie dans sa méta-analyse portant sur les études comparatives d'anévrismes aortiques complexes, O'Donnell *et al.* notaient une différence significative de survie globale à 3 ans après exclusion des décès péri-opératoires en faveur du groupe CO (42,49). Quand on s'intéresse aux études non comparatives, pour le groupe F/B-EVAR les taux de survie sont de 95% à 1 an, 70 à 85% à 3 ans, 45 à 60 % à 5 ans (25,26,28,31). Les études non comparatives qui se focalisent sur la réparation ouverte des AJPSR relèvent des taux de survie globale supérieurs : 96% à un an, 92% à 2 ans et 77% à 5 ans, respectivement (18,30). Ces différences s'expliquent probablement par le profil des

patients, avec un biais de sélection de patients aux plus lourdes co-morbidités (majorité d'ASA 3) dans les études F/B-EVAR.

Dans notre série, trois patients par groupe sont décédés d'une complication aortique. Peu d'études comparatives décrivent la survie aortique, se focalisant sur la survie sans réintervention. Toutefois, il est toujours compliqué de connaître la cause du décès de façon rétrospective et l'imputabilité de l'aorte dans sa survenue.

Déclin de la fonction rénale au cours du suivi

La nécessité d'un suivi tomodensitométrique postopératoire annuel avec exposition répétée aux PCI et de réinterventions endovasculaires plus fréquentes laisserait croire à un déclin rénal accéléré dans le groupe F/B-EVAR. Dans notre série, le déclin de la fonction rénale apparaissait significativement plus important dans le groupe CO. La différence s'accroît à partir de 24 mois de suivi pour atteindre une survie sans déclin rénal de 50% à 4 ans dans le groupe CO contre 85% dans le groupe F/B-EVAR. Rares sont les études qui évaluent l'impact des deux types de chirurgie sur le déclin de la fonction rénale. Un taux de déclin rénal comparable à nos résultats du groupe CO était décrit dans la cohorte de Sugimoto *et al*, avec cependant un suivi médian de 2 ans (17).

Concernant le groupe F/B-EVAR, des taux de déclin rénal similaires sont rapportés dans l'étude de Tran *et al*. qui observaient un déclin rénal – défini par une baisse du DFG (>30%) – chez 15% des patients à 1 an contre 10% dans notre série. Une récente méta-analyse de De Souza *et al*. comparant le traitement EVAR des AAI au traitement F/B-EVAR de tout anévrisme aortique complexe ne retrouve pas de différence en terme de déclin rénal entre les deux traitements malgré un taux de réintervention rénale (3% contre 18%), d'occlusion et de sténose rénale (2% contre 22%) significativement plus élevé dans le groupe F/B-EVAR (50). Outre le suivi du DFG, Oderich *et al*. soulignent l'importance d'une étude morphologique rénale associée aux critères biologiques pour explorer dans sa globalité l'impact de ces chirurgies sur

la fonction rénale (7). Une étude du volume du parenchyme rénal comme rapporté par Martin-Gonzalez *et al.* aurait pu être intégrée dans notre étude (38).

En analyse multivariée, le déclin rénal était significativement associé à l'âge et à la présence d'une IRA post opératoire pour les deux groupes et à une durée de clampage aortique supérieure à 30 minutes pour le groupe CO. Ce constat est similaire dans l'étude de Chaufour *et al.* au détail près qu'ils ne retrouvent pas d'association avec le temps de clampage mais cette étude n'a inclus que des anévrismes juxtarénaux (14).

Le déclin de la fonction rénale était défini selon Mills *et al.*, s'appuyant sur la classification validée KDOQI avec une diminution du DFG $< 60\text{mL}/\text{min}/1,73\text{m}^2$ pendant > 3 mois pour les patients présentant un DFG pré-opératoire normal (stade 1 et 2 de la maladie rénale chronique) (37). Ce seuil représente une perte de la moitié ou plus de la fonction rénale normale associée à la survenue des complications de l'IRC (35). L'étude MDRD mettait en évidence chez les insuffisants rénaux une baisse du DFG de $4\text{mL}/\text{min}/1,73\text{m}^2$ par an indépendamment du DFG initial (35). Ainsi Mills *et al.* ont défini le déclin rénal pour les stade 3 et 4 comme une réduction du DFG $\geq 20\%$; et cette définition était retenue dans cette étude (37).

Critères de jugement secondaires

Un de nos critères de jugement secondaires était le taux de réintervention. Comme attendu, celui-ci était significativement plus élevé dans le groupe F/B-EVAR. Parmi les réinterventions du groupe F/B-EVAR, la moitié concernait des endofuites à haut débit (type I et III) et un quart des endofuites de type II. Nous rappelons que les patients étudiés ont été opérés entre 2010 et 2016. Il est possible que les résultats aient été différents sur une cohorte plus récente. D'une part, le design des EDP pour le groupe endovasculaire a changé pour intégrer notamment une zone d'étanchéité proximale plus longue, des fenestrations préloadées, un meilleur profil des lanceurs. D'autre part, la salle hybride a été acquise en décembre 2012 et le CBCT rendu

systématique en octobre 2013 soit deux ans après l'inclusions des premiers patients. Peu de réinterventions ont été nécessaires dans le groupe CO et concernaient exclusivement des problèmes de anastomotiques.

Avantages et limites

Notre étude porte sur deux groupes de patients opérés chacun par un opérateur unique expérimenté dans un environnement chirurgical chevronné limitant les complications liées à la courbe d'apprentissage (14,51).

Les AJPSR représentent une part marginale de l'ensemble des AAA avec seulement 119 patients opérés hors contexte d'urgence en 6 ans dans le premier centre et 157 dans le second, limitant la puissance de l'étude. La population du groupe F/B-EVAR est issue d'une zone géographique large, le CHU de Lille étant un centre de recours, ce qui peut représenter un facteur déterminant de perte de vue des patients au cours du suivi.

Bien que la conception de l'étude grâce au score de propension permette de se rapprocher des conditions d'une étude randomisée contrôlée, elle n'en reste pas moins une étude rétrospective. Cependant il apparait peu probable qu'une étude randomisée de grande ampleur soit un jour menée, la poursuite des publications de données rétrospectives est donc primordiale.

Conclusion

Cette étude montre que le traitement par F/B-EVAR pour les anévrismes para-/juxta-rénaux et thoraco-abdominaux de type IV est équivalent en termes de survie globale et de mortalité liée à l'aorte au traitement par chirurgie directe, malgré un taux de réinterventions sans doute plus élevé.

Le traitement par chirurgie ouverte, pourvoyeur d'un plus grand nombre de complications rénales aiguës, est également associé à un taux significativement plus élevé de déclin de la fonction rénale. L'insuffisance rénale aiguë est un facteur prédictif du déclin rénal indépendamment du type de chirurgie.

Ces résultats confirment l'efficacité durable du traitement par F/B-EVAR pour le traitement de ces anévrismes.

Références

1. Wanhainen A, Verzini F, Van Herzele I, Allaire E, Bown M, Cohnert T, et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. janv 2019;57(1):8-93.
2. Bossone E, Eagle KA. Epidemiology and management of aortic disease: aortic aneurysms and acute aortic syndromes. *Nat Rev Cardiol*. mai 2021;18(5):331-48.
3. Vega de Céniga M, Gómez R, Estallo L, Rodríguez L, Baquer M, Barba A. Growth Rate and Associated Factors in Small Abdominal Aortic Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. mars 2006;31(3):231-6.
4. Scott RAP, Tisi PV. Abdominal aortic aneurysm rupture rates: A 7-year follow-up of the entire abdominal aortic aneurysm population detected by screening. *JOURNAL OF VASCULAR SURGERY*. 1998;28(1):5.
5. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE, Ballard DJ, Jordan WD, Blebea J, et al. Rupture Rate of Large Abdominal Aortic Aneurysms in Patients Refusing or Unfit for Elective Repair. :5.
6. Parkinson F, Ferguson S, Lewis P, Williams IM, Twine CP. Rupture rates of untreated large abdominal aortic aneurysms in patients unfit for elective repair. *Journal of Vascular Surgery*. juin 2015;61(6):1606-12.
7. Oderich GS, Forbes TL, Chaer R, Davies MG, Lindsay TF, Mastracci T, et al. Reporting standards for endovascular aortic repair of aneurysms involving the renal-mesenteric arteries. *Journal of Vascular Surgery*. janv 2021;73(1):4S-52S.
8. Crawford ES, Beckett WC, Greer MS. Juxtarenal Infrarenal Abdominal Aortic Aneurysm: Special Diagnostic and Therapeutic Considerations. *Annals of Surgery*. juin 1986;203(6):661-70.
9. 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.
10. Glover K, Lyden S, Bena JF, Smolock C, Parodi F. Mid-Term Outcomes of Retroperitoneal and Transperitoneal Exposures in Open Aortic Aneurysm Repair. *Annals of Vascular Surgery*. juill 2020;66:35-43.e1.
11. Cambria RP, Brewster DC, Abbott WM, Freehan M, Megerman J, LaMuraglia G, et al. Transperitoneal versus retroperitoneal approach for aortic reconstruction: A randomized prospective study. *Journal of Vascular Surgery*. févr 1990;11(2):314-25.
12. Bhamidipati CM, Coselli JS, LeMaire SA. Perfusion Techniques for Renal Protection during Thoracoabdominal Aortic Surgery. 2011;7.
13. Moriyama Y, Yotsumoto G, Hisatomi K, Matsumoto H, Toda R, Kaieda M, et al. Thoracoabdominal Aortic Aneurysms Repair Under Abdominal Cavity Cooling with Visceral Shunting Technique A Case Report. 2001;35(3):4.

14. Chaufour X, Segal J, Soler R, Daniel G, Rosset E, Favre J-P, et al. Editor's Choice – Durability of Open Repair of Juxtarenal Abdominal Aortic Aneurysms: A Multicentre Retrospective Study in Five French Academic Centres. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. janv 2020;59(1):40-9.
15. Kabbani LS, West CA, Viau D, Nypaver TJ, Weaver MR, Barth C, et al. Survival after repair of pararenal and paravisceral abdominal aortic aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. juin 2014;59(6):1488-94.
16. West CA, Noel AA, Bower TC, Cherry KJ, Gloviczki P, Sullivan TM, et al. Factors affecting outcomes of open surgical repair of pararenal aortic aneurysms: A 10-year experience. *Journal of Vascular Surgery*. mai 2006;43(5):921-928.e1.
17. Sugimoto M, Takahashi N, Niimi K, Kodama A, Banno H, Komori K. Long-term fate of renal function after open surgery for juxtarenal and pararenal aortic aneurysm. *Journal of Vascular Surgery*. avr 2018;67(4):1042-50.
18. Ferrante AMR, Moscato U, Colacchio EC, Snider F. Results after elective open repair of pararenal abdominal aortic aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. juin 2016;63(6):1443-50.
19. Monahan TS, Schneider DB. Fenestrated and Branched Stent Grafts for Repair of Complex Aortic Aneurysms. *Seminars in Vascular Surgery*. sept 2009;22(3):132-9.
20. Katsargyris A, Uthayakumar V, Marques de Marino P, Botos B, Verhoeven EL. Aneurysm Rupture and Mortality During the Waiting Time for a Customised Fenestrated/Branched Stent Graft in Complex Endovascular Aortic Repair. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. juill 2020;60(1):44-8.
21. Anderson JL. Endoluminal Aortic Grafting with Renal and Superior Mesenteric Artery Incorporation by Graft Fenestration. *J ENDOVASC THER*. :13.
22. Greenberg RK, Sternbergh WC, Makaroun M, Ohki T, Chuter T, Bharadwaj P, et al. Intermediate results of a United States multicenter trial of fenestrated endograft repair for juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. oct 2009;50(4):730-737.e1.
23. Hertault A, Maurel B, Sobocinski J, Martin Gonzalez T, Le Roux M, Azzaoui R, et al. Impact of Hybrid Rooms with Image Fusion on Radiation Exposure during Endovascular Aortic Repair. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. oct 2014;48(4):382-90.
24. Sveinsson M, Sobocinski J, Resch T, Sonesson B, Dias N, Haulon S, et al. Early versus late experience in fenestrated endovascular repair for abdominal aortic aneurysm. *Journal of Vascular Surgery*. avr 2015;61(4):895-901.
25. Roy IN, Millen AM, Jones SM, Vallabhaneni SR, Scurr JRH, McWilliams RG, et al. Long-term follow-up of fenestrated endovascular repair for juxtarenal aortic aneurysm. *British Journal of Surgery*. 13 juin 2017;104(8):1020-7.
26. Mastracci TM, Eagleton MJ, Kuramochi Y, Bathurst S, Wolski K. Twelve-year results of fenestrated endografts for juxtarenal and group IV thoracoabdominal aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. févr 2015;61(2):355-64.

27. Cross J, Gurusamy K, Gadhvi V, Simring D, Harris P, Ivancev K, et al. Fenestrated endovascular aneurysm repair. *British Journal of Surgery*. 6 janv 2012;99(2):152-9.
28. Oderich GS, Ribeiro M, Hofer J, Wigham J, Cha S, Chini J, et al. Prospective, nonrandomized study to evaluate endovascular repair of pararenal and thoracoabdominal aortic aneurysms using fenestrated-branched endografts based on supraceliac sealing zones. *Journal of Vascular Surgery*. mai 2017;65(5):1249-1259.e10.
29. Tran K, Fajardo A, Ullery BW, Goltz C, Lee JT. Renal function changes after fenestrated endovascular aneurysm repair. *Journal of Vascular Surgery*. août 2016;64(2):273-80.
30. Hostalrich A, Porterie J, Segal J, Lebas B, Matray L, Abaziou T, et al. Renal Artery Outcomes After Open Repair of Suprarenal or Type IV Thoraco-abdominal Aortic Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. nov 2020;60(5):678-86.
31. Verhoeven ELG, Katsargyris A, Oikonomou K, Kouvelos G, Renner H, Ritter W. Fenestrated Endovascular Aortic Aneurysm Repair as a First Line Treatment Option to Treat Short Necked, Juxtarenal, and Suprarenal Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. juin 2016;51(6):775-81.
32. Patel VI, Lancaster RT, Ergul E, Conrad MF, Bertges D, Schermerhorn M, et al. Postoperative renal dysfunction independently predicts late mortality in patients undergoing aortic reconstruction. *Journal of Vascular Surgery*. déc 2015;62(6):1405-12.
33. Tinelli G, Crea MA, de Waure C, Di Tanna GL, Becquemin J-P, Sobocinski J, et al. A propensity-matched comparison of fenestrated endovascular aneurysm repair and open surgical repair of pararenal and paravisceral aortic aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. sept 2018;68(3):659-68.
34. Williams GM, Ricotta J, Zinner M, Burdick J. The extended retroperitoneal approach for treatment of extensive atherosclerosis of the aorta and renal vessels. *Surgery*. déc 1980;88(6):846-55.
35. National Kidney Foundation. Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification and stratification. New York: National Kidney Foundation; 2002.
36. Bellomo R, Ronco C, Kellum JA, Mehta RL, Palevsky P. Acute renal failure – definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care*. 2004;8(4):R204.
37. Mills JL, Duong ST, Leon LR, Goshima KR, Ihnat DM, Wendel CS, et al. Comparison of the effects of open and endovascular aortic aneurysm repair on long-term renal function using chronic kidney disease staging based on glomerular filtration rate. *Journal of Vascular Surgery*. juin 2008;47(6):1141-9.
38. Martin-Gonzalez T, Pinçon C, Hertault A, Maurel B, Labbé D, Spear R, et al. Renal outcomes analysis after endovascular and open aortic aneurysm repair. *Journal of Vascular Surgery*. sept 2015;62(3):569-77.
39. Joffe MM, Rosenbaum PR. Invited Commentary: Propensity Scores. *American Journal of Epidemiology*. 15 août 1999;150(4):327-33.

40. Latz CA, Boitano LT, Tanious A, Wang LJ, Schwartz SI, Pendleton AA, et al. Endovascular Versus Open Repair for Ruptured Complex Abdominal Aortic Aneurysms: A Propensity Weighted Analysis. *Annals of Vascular Surgery*. oct 2020;68:34-43.
41. Bizos A, Chaufour X, Segal J, Senemaud J, Desgranges P, Canoui-Poitaine F, et al. Comparison of Fenestrated Stentgrafts and Open Repair for Juxtarenal Aortic Aneurysms Using A Propensity Score Matching. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. déc 2019;58(6):e718.
42. O'Donnell TFX, Boitano LT, Deery SE, Schermerhorn ML, Schanzer A, Beck AW, et al. Open Versus Fenestrated Endovascular Repair of Complex Abdominal Aortic Aneurysms. *Annals of Surgery*. mai 2020;271(5):969-77.
43. Fiorucci B, Speziale F, Kölbel T, Tsilimparis N, Sirignano P, Capoccia L, et al. Short- and Midterm Outcomes of Open Repair and Fenestrated Endografting of Pararenal Aortic Aneurysms in a Concurrent Propensity-Adjusted Comparison. *J Endovasc Ther*. févr 2019;26(1):105-12.
44. Jones AD, Waduud MA, Walker P, Stocken D, Bailey MA, Scott DJA. Meta-analysis of fenestrated endovascular aneurysm repair *versus* open surgical repair of juxtarenal abdominal aortic aneurysms over the last 10 years. *BJS Open*. oct 2019;3(5):572-84.
45. Michel M, Becquemin JP, Marzelle J, Quelen C, Durand-Zaleski I. A Study of the Cost-effectiveness of Fenestrated/branched EVAR Compared with Open Surgery for Patients with Complex Aortic Aneurysms at 2 Years. *Journal of Vascular Surgery*. août 2018;68(2):655.
46. Katsargyris A, Oikonomou K, Kouvelos G, Mufty H, Ritter W, Verhoeven ELG. Comparison of outcomes for double fenestrated endovascular aneurysm repair versus triple or quadruple fenestrated endovascular aneurysm repair in the treatment of complex abdominal aortic aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. juill 2017;66(1):29-36.
47. Locham S, Lee R, Nejim B, Dakour Aridi H, Malas M. Mortality after endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm in the elderly. *Journal of Surgical Research*. juill 2017;215:153-9.
48. Michel M, Becquemin J-P, Clément M-C, Marzelle J, Quelen C, Durand-Zaleski I. Editor's Choice – Thirty day Outcomes and Costs of Fenestrated and Branched Stent Grafts versus Open Repair for Complex Aortic Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. août 2015;50(2):189-96.
49. Antoniou GA, Juszczak MT, Antoniou SA, Katsargyris A, Haulon S. Fenestrated or Branched Endovascular versus Open Repair for Complex Aortic Aneurysms: Meta-Analysis of Time to Event Propensity Score Matched Data. *Journal of Vascular Surgery*. mars 2021;73(3):1108.
50. de Souza LR, Oderich GS, Farber MA, Haulon S, Banga PV, Pereira AH, et al. Editor's Choice – Comparison of Renal Outcomes in Patients Treated by Zenith® Fenestrated and Zenith® Abdominal Aortic Aneurysm Stent grafts in US Prospective Pivotal Trials. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. mai 2017;53(5):648-55.
51. Mirza AK, Tenorio ER, Kärkkäinen JM, Hofer J, Macedo T, Cha S, et al. Learning curve of fenestrated and branched endovascular aortic repair for pararenal and thoracoabdominal aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. août 2020;72(2):423-434.e1.

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques démographiques des cohortes appariées et non appariées de 276 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.....	22
Tableau 2. Configuration des EDP et correspondance en termes de clampage aortique de 276 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.....	22
Tableau 3. Comparaison des caractéristiques des patients exclus de l'appariement et des patients appariés de 276 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.	23
Tableau 4. Détail des procédures chirurgicales dans une population de 204 patients appariés traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.	24
Tableau 5. Résultats post-opératoires précoces dans une population de 204 patients appariés, traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.	26
Tableau 6. Comparaison des complications précoces des patients exclus de l'appariement et des patients appariés.....	27
Tableau 7. Comparaison de la survie globale, de la mortalité liée à l'aorte et du déclin de la fonction rénale selon Kaplan-Meier de 197 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrisme juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.	29
Tableau 8. Résultats du critère de jugement principal pour les cohortes appariées et les cohortes non appariées.	32
Tableau 9. Résultats des critères de jugement secondaires pour les cohortes appariées et les cohortes non appariées.	34

Liste des figures

Figure 1. Aorte normale et anévrisme de l'aorte abdominale d'après Servier Medical Art.	5
Figure 2. Classification des différents anévrismes abdominaux par Oderich et al. A : anévrismes infrarénaux, B : anévrisme juxtarénal, C : anévrisme pararénal, D et E : anévrisme paraviscéral / thoraco-abdominal de type IV selon Crawford.	6
Figure 3. Endoprothèses aortiques fenêtrées et branchées. A et B fenêtres d'endoprothèse et stents couverts avec ou sans contact avec le mur aortique ; C branche d'endoprothèse et stent couvert. D'après Oderich et al.	9
Figure 4. Classification des endofuites. IMA : artère mésentérique inférieure. D'après Oderich et al.	10
Figure 5. Diagramme de flux du modèle de propension et des analyses statistiques.	20
Figure 6. Estimation cumulative de la survie globale et de la mortalité liée à l'aorte selon Kaplan-Meier de 197 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrismes juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.	28
Figure 7. Estimation cumulative de la survie sans altération de la fonction rénale selon Kaplan-Meier de 195 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrismes juxta/pararénal ou thoraco-abdominal de type IV.	30
Figure 8. Estimation cumulative de la survie sans altération de la fonction rénale selon la présence ou non d'une IRA post-opératoire selon Kaplan-Meier de 195 patients traités par F/B-EVAR ou chirurgie ouverte pour un anévrismes juxta/pararénal ou thoraco-abdominale de type IV.	31

AUTEUR : Nom : RIBREAU

Prénom : Zoé

Date de soutenance : 10 Décembre 2021

Titre de la thèse : Comparaison des résultats du traitement endovasculaire et de la chirurgie directe des anévrismes aortiques juxta/pararénaux et thoraco-abdominaux de type IV

Thèse - Médecine - Lille « 2021 »

Cadre de classement : Chirurgie Vasculaire

DES + spécialité : Chirurgie générale – Chirurgie vasculaire

Mots-clés : anévrisme juxta-pararénal, ATA IV, F/B-EVAR, chirurgie ouverte, déclin rénal

Objectif : Comparer le traitement par endoprothèse F/B-EVAR et par chirurgie ouverte (CO) des anévrismes aortiques juxta/pararénal et thoraco-abdominaux de type IV (AJPSR) ainsi que le déclin de la fonction rénale dans deux centres aortiques de haut volume.

Méthode : Tous les patients avec AJPSR ayant subi une réparation par CO ou traités par F/B-EVAR entre janvier 2010 et juin 2016 ont été inclus. Ils ont été stratifiés selon la chirurgie et les résultats ont été comparés en utilisant l'appariement par score de propension (1 :1). Les covariables incluses étaient l'âge, le sexe, la néphropathie, le site de clampage aortique, le diamètre anévrisimal, les antécédents de chirurgie aortique et les antécédents cardio-pulmonaires. La mortalité, la mortalité aortique et le déclin de la fonction rénale ont été comparés dans les deux groupes.

Résultats : 157 ont subi une F/B-EVAR et 119 une CO. Après appariement par score de propension, aucune différence significative n'a été observée dans la survie globale (log rank = 0,458) ni dans la survie aortique (log rank = 0.977) à 2, 4 et 6 ans. Le déclin de la fonction rénale était significativement plus important dans le groupe CO (log rank <0,01). En analyse multivariée, le déclin rénal est associé avec la présence d'une IRA post opératoire (HR 2.60 ; IC95% 1.01;6.35 ; p=0.04 et HR=2.99 ; IC95%1.57;5.73 ; p<0,01 pour F/B-EVAR et CO respectivement), indépendamment du type de chirurgie.

Conclusion : Les traitements par F/B-EVAR ou CO pour les AJPSR sont équivalents en termes de mortalité globale et de mortalité aortique. F/B-EVAR est associé à un déclin rénal plus tardif. Le développement d'une IRA postopératoire est corrélé à l'accélération du déclin rénal toute chirurgie confondue.

Composition du Jury :

Président : Pr. J.SOBOCINSKI

Assesseurs : Pr. M. LAMBERT, Pr. B.MAUREL-DESANLIS

Directeur de thèse : Dr T.MESNARD