



Université Lille 2
Droit et Santé

UNIVERSITÉ DU DROIT ET DE LA SANTÉ - LILLE 2
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année 2013

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT

DE DOCTEUR EN MEDECINE

***EXPERIENCE INITIALE DES ENDOPROTHESES BRANCHEES DE LA
CROSSE AORTIQUE***

**Présentée et soutenue publiquement le 25 Novembre 2013 à 18 heures
au Pôle Recherche
*Par Rafaëlle Spear***

Jury

Président : Monsieur le Professeur Alain Prat

**Assesseurs : Monsieur le Professeur Stéphane Haulon
Monsieur le Professeur André Vincentelli
Monsieur le Docteur Mohamad Koussa**

Directrice de Thèse : Madame le Docteur Blandine Maurel

TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations.....	3
I. INTRODUCTION.....	4
1. ANATOMIE DE LA CROSSE AORTIQUE.....	4
2. ANÉVRYSME DE LA CROSSE AORTIQUE.....	5
<i>Généralités</i>	5
<i>Etiologies</i>	6
<i>Diagnostic</i>	7
3. PRISE EN CHARGE THÉRAPEUTIQUE.....	9
<i>Traitement médical</i>	9
<i>Traitement chirurgical conventionnel</i>	9
<i>Les techniques endovasculaires</i>	10
<i>Les techniques hybrides</i>	12
II. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	14
1. LA POPULATION.....	14
2. ENDOPROTHÈSE BRANCHÉE DE LA CROSSE AORTIQUE.....	16
3. APPROCHE CHIRURGICALE.....	19
4. RECUEIL DE DONNÉES.....	23
5. ANALYSES STATISTIQUES.....	24
III. RÉSULTATS.....	25
1. POPULATION.....	25
2. PROCÉDURE.....	27
3. SUIVI PRÉCOCE (< 30 JOURS).....	29
4. SUIVI.....	32
5. ANALYSE DE GROUPE.....	34
<i>Expérience initiale (EI) vs Expérience secondaire (ES)</i>	34

<i>Les critères d'inclusion</i>	36
IV. DISCUSSION	38
V. CONCLUSION	43
VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	44
VII. ANNEXE	49

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACCG : artère carotide commune gauche

AOMI : artériopathie oblitérante des membres inférieurs

ASA : american society of anesthesiology

ASCG : artère sous-clavière gauche

AVC : accident vasculaire cérébral

BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive

FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche

TABC : tronc artériel brachiocéphalique

TSA : troncs supra aortiques

I. INTRODUCTION

La chirurgie vasculaire a connu durant les dernières décennies l'arrivée des techniques endovasculaires. Après le succès de la technique endovasculaire dans le traitement de l'anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale, les progrès techniques des chirurgiens, de l'imagerie et des technologies endovasculaires ont permis d'étendre les indications de prise en charge endovasculaire aux anatomies complexes des anévrismes thoracoabdominaux, en particulier dans la population des sujets fragiles et récusés pour la chirurgie ouverte. Les anévrismes de la crosse aortique sont restés un challenge dans la chirurgie endovasculaire du fait d'une anatomie complexe (émergence des troncs supra aortiques, des angulations, de la proximité de la valve aortique et des ostia coronaires). La chirurgie conventionnelle de ces anévrismes est associée à une mortalité de 2 à 16,5% et un risque d'accidents vasculaires cérébraux (AVC) de 2 à 18% (1). De récentes techniques hybrides ont émergé afin de limiter la morbidité liée au clampage aortique, à l'hypothermie et à la circulation extracorporelle, mais leurs résultats sont décevants, avec une mortalité et morbidité neurologique allant respectivement jusqu'à 15% et 11% (2). Dans ce travail, nous analysons l'expérience précoce mondiale d'une solution exclusivement endovasculaire pour le traitement des anévrismes de la crosse aortique chez des patients récusés pour une chirurgie conventionnelle.

1. Anatomie de la crosse aortique

L'aorte thoracique est anatomiquement divisée en quatre zones (Figure 1) (3). La racine de l'aorte est intra péricardique, située en aval immédiat de la valve aortique et donne naissance aux artères coronaires. Cette portion est suivie de l'aorte ascendante qui s'étend dans l'axe sagittal jusqu'au tronc artériel brachiocéphalique (TABC). La crosse aortique suit l'aorte ascendante en prenant une direction antéropostérieure dans le médiastin et se termine au niveau de l'isthme aortique par l'aorte thoracique descendante qui suit un axe sagittal. À la

face supérieure de la crosse naissent les troncs supra aortiques (TSA), successivement le TABC, l'artère carotide commune gauche (ACCG) et l'artère sous-clavière gauche (ASCG). La crosse traverse le médiastin au-dessus de la bifurcation pulmonaire et du pédicule pulmonaire gauche. Ses rapports anatomiques complexes participent à faire de la chirurgie de la crosse aortique une chirurgie à risque.

2. Anévrisme de la crosse aortique

Généralités

Un anévrisme de la crosse aortique est une dilatation pathologique avec une perte de parallélisme de la portion intra thoracique de l'aorte impliquant la portion aortique de laquelle naissent les vaisseaux supra aortiques (4). Cette dilatation peut concerner la crosse antérieure, en amont des TSA, la crosse horizontale, la crosse postérieure en aval ou encore l'aorte thoracique complète (Figure 1). Les anévrismes sont le plus souvent fusiformes et plus rarement sacciformes.

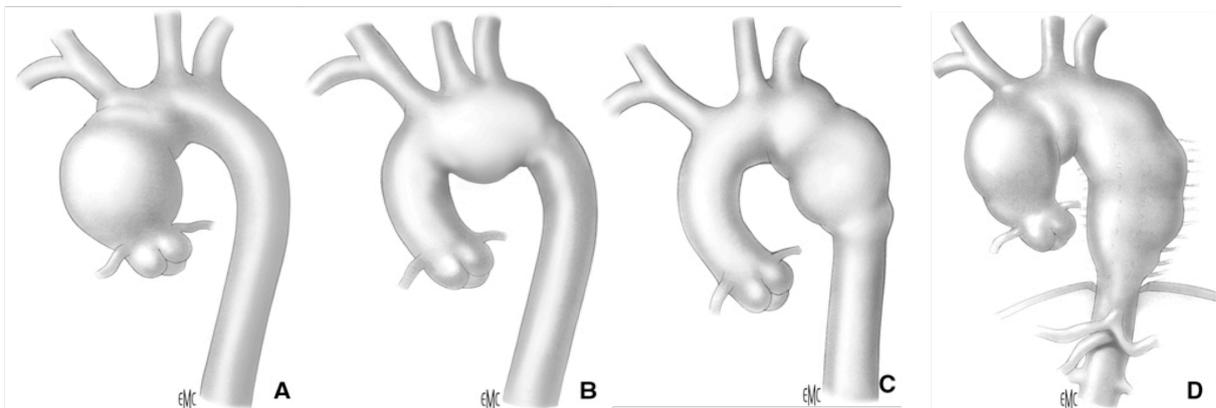


Figure 1 - Anévrisme de la crosse aortique :

A-Crosse antérieure ; B-Crosse horizontale ; C- Crosse postérieure ; D- Aorte thoracique complète

(Bachet J, Techniques chirurgicales: Thorax, EMC, Elsevier,2006)

Sur le plan anatomopathologique, la dilatation anévrysmale est liée à une diminution de l'élastine, à une raréfaction des cellules musculaires lisses de la média, tunique principale de l'aorte et à une infiltration inflammatoire importante (5). L'incidence des anévrysmes thoraciques reste encore mal évaluée du fait de leur caractère asymptomatique mais la base de données du "Center For Disease Control" aux États-Unis permet d'estimer la prévalence des anévrysmes thoraciques à 10.4 pour 100 000 personne-année avec une prédominance de sujets masculins (6). Parmi ces anévrysmes thoraciques, seuls 10% incluent l'arche aortique (7). La prévalence des anévrysmes thoraciques est cependant croissante du fait du vieillissement de la population, et du fait d'examen d'imagerie de plus en plus fréquents réalisés dans le cadre de bilan d'autres pathologies (8). En effet, les anévrysmes de l'aorte thoracique, comme l'ensemble de la pathologie anévrysmale, concernent principalement les sujets de plus de 65 ans et constituent dans cette population la 15ème cause de mortalité selon le Centre de contrôle et prévention des maladies aux États-Unis (8). La fréquence des anévrysmes de la crosse aortique est estimée à 1 pour 200 000 personnes par an soit 300 nouveaux cas par an en France (4).

Etiologies

Les étiologies des anévrysmes de l'aorte thoracique sont nombreuses.

- L'athérosclérose touche principalement l'aorte thoracique descendante mais aussi l'aorte ascendante et l'arche. L'athérosclérose est souvent diagnostiquée dans la population des plus de 65 ans. L'hypertension artérielle, l'intoxication tabagique et la dyslipidémie sont des facteurs de risque standards retrouvés dans l'athérosclérose aortique (9).

- Les maladies du tissu conjonctif dont la maladie de Marfan représentent jusqu'à 5% des anévrysmes et des dissections de l'aorte thoracique (8).

- Il existe un syndrome familial d'anévrismes de l'aorte thoracique pour lequel la composante génétique est évoquée.
- La bicuspidie aortique est responsable d'une "dilatation post-sténotique".
- Les dilatations anévrysmales des dissections aortiques chroniques surviennent souvent dans le cadre d'une hypertension artérielle chez les patients ayant présenté une dissection aiguë de type A et ayant bénéficié d'un remplacement chirurgical de l'aorte ascendante et dont le faux chenal poursuit une évolution vers la dilatation.
- Les artérites telles que la maladie de Takayashu, le syndrome de Turner, souvent associé à une bicuspidie de la valve aortique et la syphilis restent des étiologies plus rares à l'étage thoracique (7).

Diagnostic

Les anévrismes de l'aorte thoracique sont le plus souvent asymptomatiques et diagnostiqués de façon fortuite ou lors de la survenue d'une complication. L'évolutivité des anévrismes thoraciques est de 0,1cm par an (10). Pour les anévrismes thoraciques, le taux de rupture, dissection et décès confondus est évalué à 6,5% pour une aorte de diamètre supérieur à 5 cm et augmente à 14,1% pour les aortes supérieures à 6 cm de diamètre (10). Le taux de mortalité est élevé en cas de rupture avec 54% de décès dans les 6 premières heures suivant l'apparition des symptômes (11). Cinq pour cent des anévrismes peuvent être symptomatiques avant la rupture en cas de compression des structures de voisinage telles que les bronches, l'œsophage, le nerf récurrent gauche provoquant respectivement une dyspnée, une dysphagie ou une dysphonie.

En dehors des cas symptomatiques, les anévrismes thoraciques sont le plus souvent découverts de façon fortuite sur l'imagerie. Les éléments d'imagerie sont tout d'abord la

radiographie thoracique dont l'étude de la silhouette aortique peut faire évoquer une dilatation anévrysmale de l'aorte thoracique. L'angioscanner thoracique confirme le diagnostic et permet l'étude anatomique, en particulier la mesure du diamètre anévrysmal et l'analyse de l'extension de l'anévrysme, ainsi que l'analyse d'une dissection associée en cas de dissection anévrysmale. Dans le cadre d'une stratégie endovasculaire, la précision d'étude de la paroi vasculaire en fait l'examen de référence pour réaliser les différentes mesures nécessaires à la confection d'une endoprothèse (Figure 2). L'Imagerie par Résonance Magnétique permet également le diagnostic et le suivi des anévrysmes de la crosse. Cependant, lorsque des mesures en prévision d'une chirurgie endovasculaire sont à réaliser, l'angioscanner reste l'examen de référence. L'échocardiographie trans œsophagienne permet également de diagnostiquer une dilatation anévrysmale et une éventuelle porte d'entrée dans le cadre d'une dissection de type A de Stanford mais l'étude reste localisée à l'aorte ascendante (12).

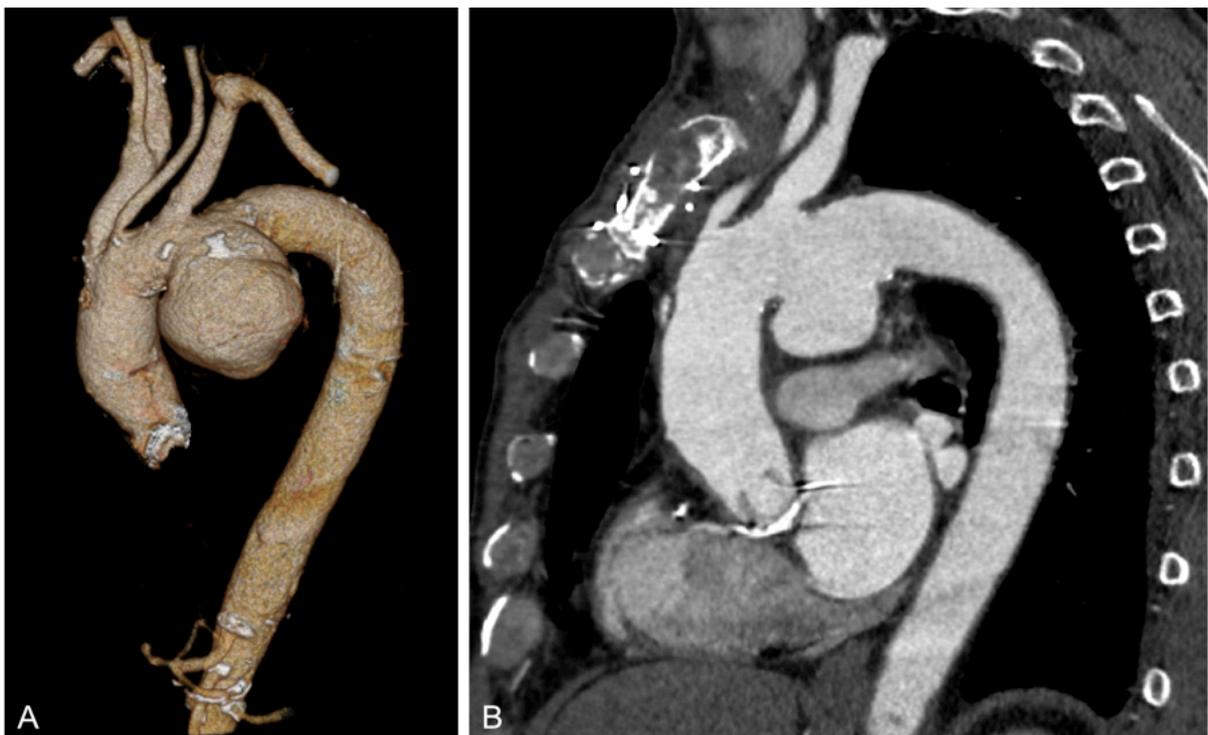


Figure 2 - A : Reconstruction tridimensionnelle, à partir d'un angioscanner, d'un anévrysme sacciforme de l'arche aortique en aval immédiat de l'artère sous-clavière gauche, B : Vue sagittale scannographique du même anévrysme.

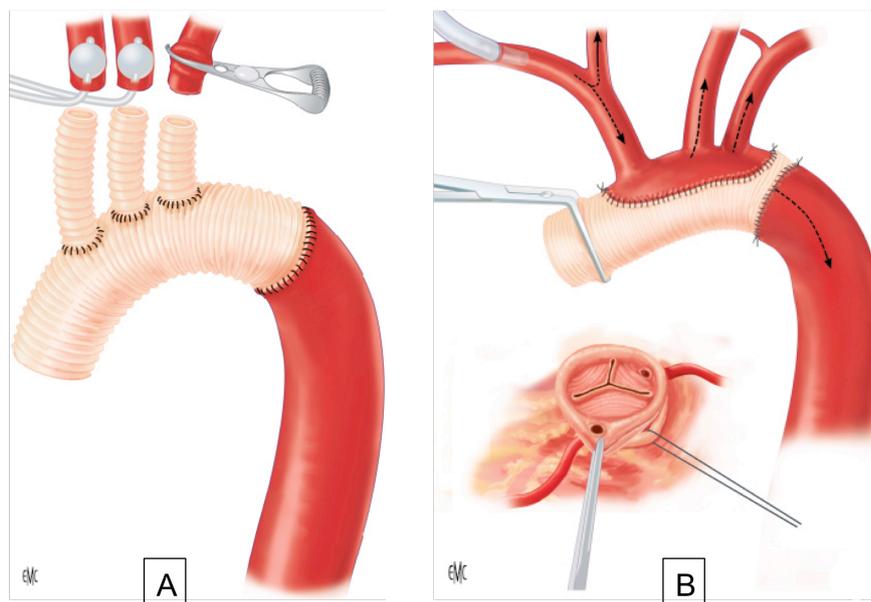
3. Prise en charge thérapeutique.

Traitement médical

Une prise en charge médicale est indiquée pour l'ensemble des patients. Elle consiste en un sevrage tabagique, seul facteur ayant démontré un ralentissement de la progression du diamètre anévrysmale associé à un contrôle tensionnel, principalement dans le cadre d'une dissection anévrysmale, et un contrôle lipidique. Une prise en charge chirurgicale est indiquée lorsque le diamètre aortique transverse maximal est supérieur à 5,5cm. En deçà de ce seuil, une surveillance scannographique ou par IRM tous les 6 mois est indiquée entre 4 et 5,5 cm de diamètre et tous les 12 mois en dessous de 4 cm (12).

Traitement chirurgical conventionnel

Le gold standard actuel de la prise en charge chirurgicale des anévrysmes incluant la crosse aortique est la mise à plat chirurgicale associée au remplacement de la crosse aortique avec réimplantation des TSA sous circulation extracorporelle puis arrêt circulatoire en hypothermie. Cette prise en charge, initialement décrite par Griep en 1975 (13), a ensuite été améliorée par de nouvelles techniques telles que la perfusion cérébrale (soit rétrograde en canulant la veine cave supérieure, soit antérograde par les TSA) permettant une hypothermie modérée (14), l'utilisation de prothèses branchées pour la réimplantation des TSA. La réimplantation des vaisseaux supra aortiques (Figure 3) peut être réalisée soit séparément par deux ou trois courts pontages implantés dans la prothèse tubulaire, soit "en bloc", correspondant à une collerette d'aorte réimplantée sur la prothèse contenant les ostia des TSA (15).



*Figure 3 - Stratégies chirurgicales de réimplantation des TSA dans le remplacement de la crosse aortique - A : Réimplantation séparée du TABC, de l'ACCG, de l'ASCG; B : Réimplantation en bloc des vaisseaux supra aortiques.
(Bachet J., In:Techniques chirurgicales-Thorax,EMC-2012)*

Initialement décrite par Borst dans les anévrysmes de la crosse étendue à l'aorte descendante, la technique de la trompe d'éléphant consiste en une anastomose distale sur l'aorte thoracique descendante en aval de laquelle un segment de prothèse est laissé libre dans l'aorte thoracique descendante en vue d'une réintervention de cette portion secondairement, par thoracotomie ou par voie endovasculaire (16).

Malgré ces différentes stratégies, la chirurgie du remplacement de la crosse reste grevée d'une morbidité importante avec un taux de mortalité de 2% à 16,5% et un risque neurologique post opératoire de 2 à 18% (1).

Les techniques endovasculaires

Les technologies endovasculaires ont évolué afin de permettre de traiter par voie exclusivement intra artérielle les anévrysmes desquels émergent de gros troncs vasculaires, par des ouvertures ou fenêtres sur le corps endoprothétique puis par des branches.

Ainsi, depuis 2005, des techniques d'exclusion totalement endovasculaire des anévrismes de crosse aortique ont été développées (17), inspirées par les résultats encourageant du traitement des anévrismes thoracoabdominaux traités par des endoprothèses fenêtrées et branchées (18).

Afin de maintenir la perfusion des vaisseaux naissant de la partie anévrysmale, différentes stratégies endovasculaires ont été développées. La technique de cheminée consiste en un maintien de perfusion des TSA par un stenting à l'aide d'un stent couvert s'étendant de la lumière aortique en dehors de l'endoprothèse couverte thoracique jusqu'à chacune des artères cibles (19). Une endoprothèse avec des branches extérieures (Figure 4A) pour le maintien de la perfusion des TSA a été décrite dès 1999 avec de résultats initiaux décevant (20). La fenestration in situ des endoprothèses a montré des résultats encourageant avec un taux d'AVC de 5,5% sans thrombose artérielle au cours du suivi (21). Chuter et al ont réduit le nombre de branches pour une unique branche comme illustrée sur la figure 4B (22). Plus récemment, des endoprothèses branchées ayant des branches internes ont été développées et utilisées (Figure 4C) (23).

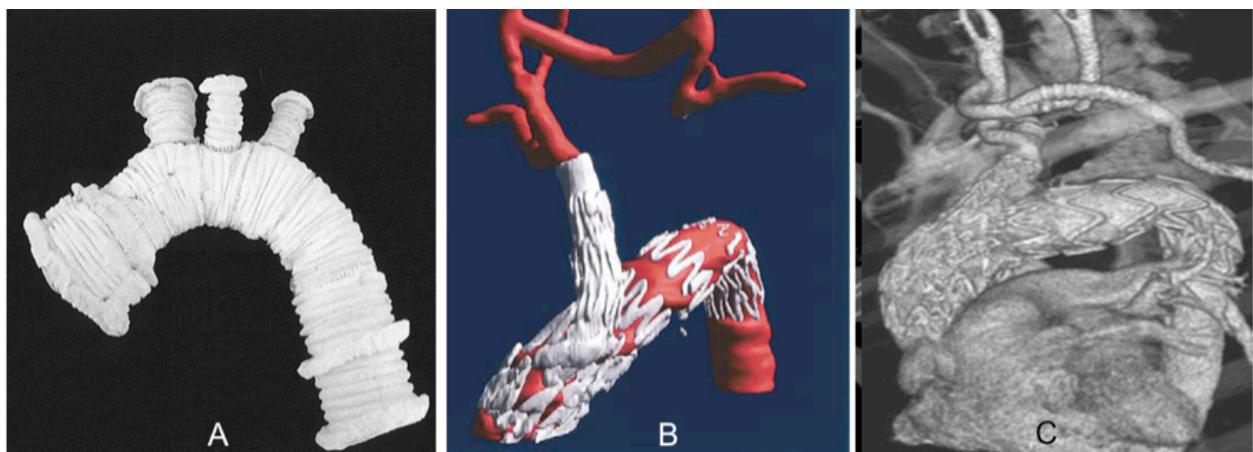


Figure 4 - A : Endoprothèse avec 3 branches extérieures ; B : Endoprothèse avec une branche extérieure et pontage carotidocarotidien Droit-gauche et carotido-sous-clavier gauche ; C : Endoprothèse avec une branche interne et pontage carotido-carotidien droit-gauche et carotido-sous-clavier gauche

Les techniques endovasculaires sont soumises à des restrictions anatomiques sur les accès iliaques (sténoses, calcifications et tortuosités) qui permettent le passage du matériel, et sur la qualité des zones d'étanchéité proximale et distale (collet). Pour l'arche aortique, des difficultés supplémentaires sont à prendre en compte: la nécessité du maintien de la perfusion cérébrale au cours de la procédure afin de limiter le risque d'ischémie cérébrale ; le risque embolique secondaire à la navigation dans les TSA et la crosse ; les angulations inhérentes à la crosse aortique, la proximité de la valve aortique et des ostia coronaires; et la pression du flux dans l'aorte ascendante au moment du déploiement de l'endoprothèse.

Les techniques hybrides

Le traitement hybride associe des techniques chirurgicales conventionnelles à l'endovasculaire dans le but de réduire la morbidité post opératoire. Elles consistent en la revascularisation de tous ou certains des vaisseaux à destinée supra aortiques par des pontages extra-anatomiques partant de l'aorte ascendante. Une zone saine d'ancrage est ainsi créée pour l'endoprothèse avant son déploiement permettant d'exclure l'anévrisme en lui-même en 1 ou 2 temps opératoire. Les pontages extra anatomiques sont réalisés par un clampage latéral de l'aorte et la réimplantation d'un, de deux voire des trois vaisseaux supra aortiques via des prothèses bi ou trifurquées. En aval de cette réimplantation, l'endoprothèse peut être déployée.

Une autre technique hybride développée à partir de la trompe d'éléphant (Figure 5) consiste en une exclusion endovasculaire par une endoprothèse déployée dans la portion libre de la prothèse en Dacron laissée dans l'aorte thoracique descendante (24).

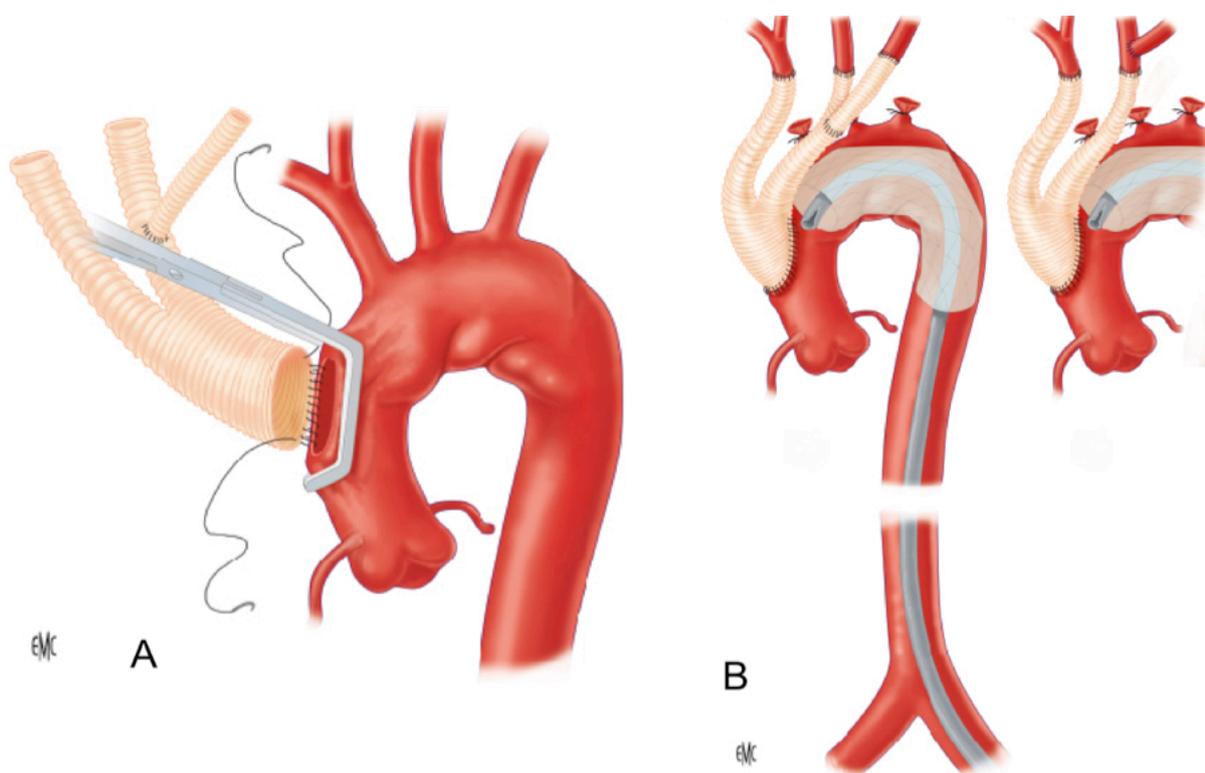


Figure 5 - Technique hybride : A : Premier temps par chirurgie ouverte pour réimplantation des TSA ; B : Second temps opératoire par endoprothèse aortique excluant l'aorte pathologique.

Toutefois, il s'avère que ces techniques hybrides n'apportent pas réellement d'amélioration sur la morbidité comparativement à la chirurgie classique avec un taux de mortalité de 15% et un taux d'accidents vasculaires cérébraux de 7% (25). Le taux d'endofuite de type 1 associée à ces techniques est de 20% quelque soit la zone d'ancrage (26).

Dans ce travail, nous présentons une évaluation multicentrique de l'exclusion endovasculaire des anévrysmes de la crosse aortique avec des endoprothèses branchées comprenant deux branches internes destinées à la vascularisation des TSA. Nous décrivons l'expérience initiale de l'ensemble des patients traités avec cette endoprothèse pendant la durée de l'étude, en incluant la courbe d'apprentissage technique des différents centres et les critères de sélection des patients.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. La population

Trente-huit patients pris en charge par voie endovasculaire d'une dilatation anévrysmale de la crosse de l'aorte ont été inclus de Septembre 2009 à Mai 2013. Dix centres répartis dans le monde ont participé à cette étude rétrospective (Tableau 1). Les patients inclus présentaient des dilatations anévrysmales de diamètre supérieur à 55 mm ou d'évolution rapidement progressive de plus de 10 mm de diamètre par an et nécessitant un traitement chirurgical. L'ensemble des patients était contre indiqué à une prise en charge par chirurgie conventionnelle. Puisqu'il s'agissait de la première expérience avec cette endoprothèse, les critères anatomiques et physiologiques ont été établis en fonction des restrictions de confection de la prothèse et de l'expérience des chirurgiens avec d'autres endoprothèses (Tableau 2). Certains patients ne répondaient pas à ces critères et le choix du traitement endovasculaire était laissé à la discrétion du chirurgien.

Centres	Nombre de patients
Hôpital Cardiologique, CHRU, Lille, France	10
Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, USA	8
McGill University, Montreal, Canada	6
University College London Hospital, London, UK	3
Nuremberg Hospital South, Nürnberg, Germany	3
Mount Medical Center, Perth, Australia	3
University Hospital Eppendorf, Hamburg, Germany	2
UCSF, San Francisco, USA	1
Malmö University Hospital, Malmö, Sweden	1
CHU Mondor, Créteil, France	1

Tableau 1 - Centres participant à l'étude des endoprothèses branchées de la crosse aortique

Critères anatomiques	Critères physiologiques
Étiologies: Anévrisme Dissection chronique	Espérance de vie ≥ 2 ans
Absence de remplacement valvulaire aortique (valve biologique ou mécanique)	Épreuve d'effort pour évaluation cardiaque négative
Aorte ascendante : longueur ≥ 50 mm	Exclusion des insuffisances cardiaques de classe III ou IV selon la classification New York Heart Association
Zones d'ancrage de l'aorte ascendante : longueur ≥ 40 mm et diamètre ≤ 38 mm	Absence d'évènements cardiovasculaires dans l'année précédente
Tronc artériel brachiocéphalique : diamètre ≤ 20 mm et distance de la jonction sinotubulaire ≥ 20 mm	Exclusion des sténoses carotidiennes $\geq 70\%$ en NASCET
Accès iliaques d'anatomie adaptée pour introducteurs de 22Fr ou 24 Fr : minimum 8 mm de diamètre interne et tortuosités minimales.	Clairance de la créatinine ≥ 45 mL/min évaluée en MDRD

Tableau 2 - Critères anatomiques et physiologiques de sélection des patients (NASCET: North American Symptomatic carotid endarterectomy trial; MDRD: Modification of the Diet in Renal Disease)

Pour l'évaluation anatomique, les patients inclus ont tous bénéficié d'un angioscanner préopératoire permettant d'évaluer le diamètre maximal de la dilatation anévrysmale, les zones d'étanchéité et l'emplacement des branches. Ces zones d'étanchéité étaient restreintes à un diamètre inférieur ou égal à 38 mm, liée à la construction de l'endoprothèse dont le diamètre maximal était de 42mm. Les angulations aortiques étaient également évaluées puisqu'une angulation aiguë pouvait entraîner un défaut de progression du matériel endoprothétique jusqu'au lieu d'ancrage ou un risque de migration au cours du déploiement de l'endoprothèse et donc un échec d'exclusion de l'anévrisme.

2. Endoprothèse branchée de la crosse aortique (Figure 6)

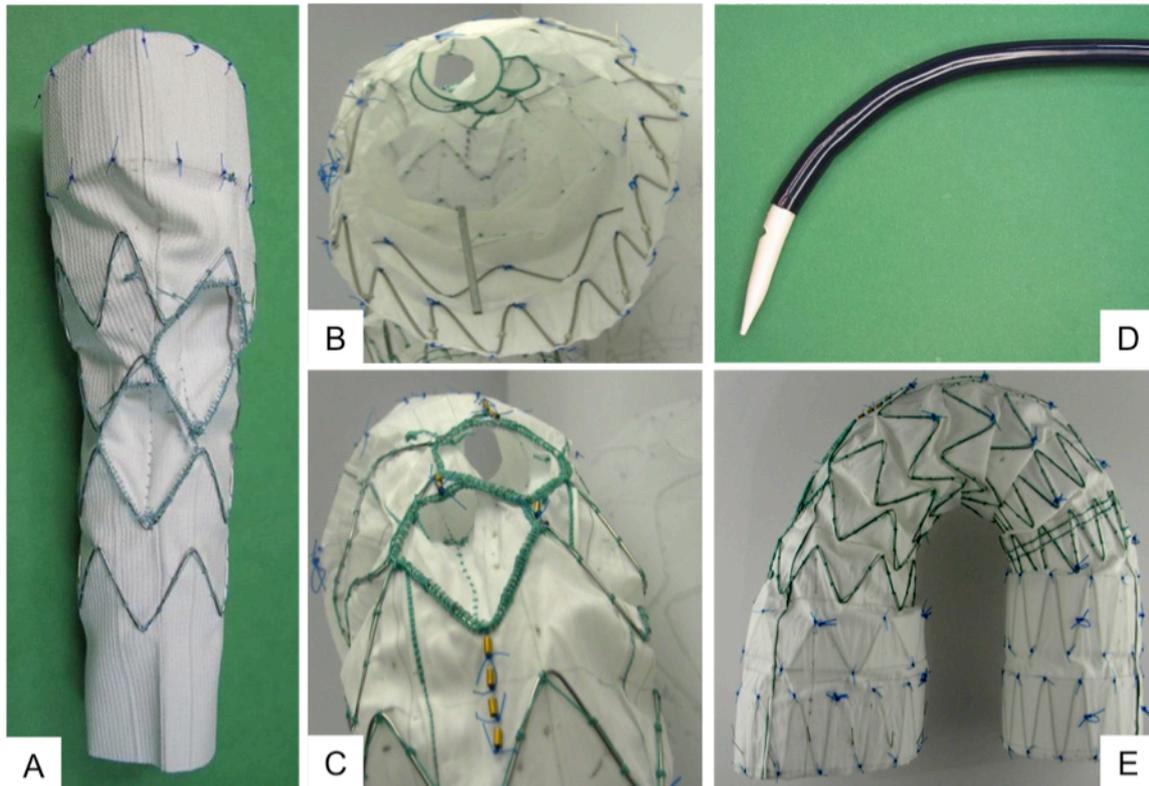


Figure 6 - Endoprothèse branchée de la crosse : Le corps de l'endoprothèse branchée (A) avec les orifices internes (B) et externes (C) des deux branches. La forme incurvée du lanceur de l'endoprothèse (D) facilite sa progression dans l'arche et la construction de l'endoprothèse permet d'épouser la double courbure de l'arche aortique (E)

Le matériel utilisé était une endoprothèse avec stents en nitinol cousus sur une prothèse en dacron fabriqué par Cook Medical (Bloomington, Indiana, USA). Les diamètres de l'endoprothèse pouvaient varier de 30 à 46 mm, avec un ou deux stents en amont des branches internes destinées à la revascularisation du TABC et de l'ACCG. La longueur de l'endoprothèse était calculée d'après la longueur de la portion pathologique à exclure à laquelle s'ajoutaient les longueurs des zones d'étanchéité d'amont et d'aval. Ces mesures permettant la construction de l'endoprothèse étaient évaluées sur le scanner préopératoire après reconstruction planaire curviligne. Cette méthode permettait le déroulement du vaisseau selon un axe intra-luminal centré afin de déterminer le diamètre axial exact de l'aorte (Figure

7). Les branches étaient localisées dans la lumière de l'endoprothèse. Leurs diamètres étaient de 8 ou 12 mm de diamètre avec une longueur interne de 21 mm. Ces deux branches en forme de losange étaient cousues avec des marqueurs en or radio opaques positionnés aux deux extrémités de chaque branche. L'endoprothèse était délivrée dans l'aorte ascendante par un lanceur hydrophile de 22Fr ou 24Fr incurvé afin de faciliter sa progression dans les angulations de la crosse (Figure 6D, 6E).

Afin de permettre l'étanchéité du montage entre le TABC et l'ACCG et leurs branches respectives, des stents étaient déployés entre le vaisseau à revasculariser et sa branche. Les lanceurs des stents étaient descendus à partir de chaque vaisseau cible jusqu'à la branche correspondante par les accès vasculaires supérieurs (carotidien droit pour le TABC et axillaire gauche pour l'ACCG) et après cathétérisme. Deux stents permettaient cette jonction : un stent couvert de PTFE (Fluency, Bard, New Jersey, USA ou Viabahn, Gore, Arizona, USA) ou de dacron (endoprothèse sur mesure, Cook Medical, Indiana, USA) faisant la jonction entre la branche et le vaisseau à revasculariser dans lequel était déployé un stent en nitinol non couvert (Luminexx, Bard, New Jersey, USA) permettant une harmonisation de la courbe de revascularisation. Les diamètres des stents étaient évalués en préopératoire en fonction du diamètre de la branche et du vaisseau à revasculariser.

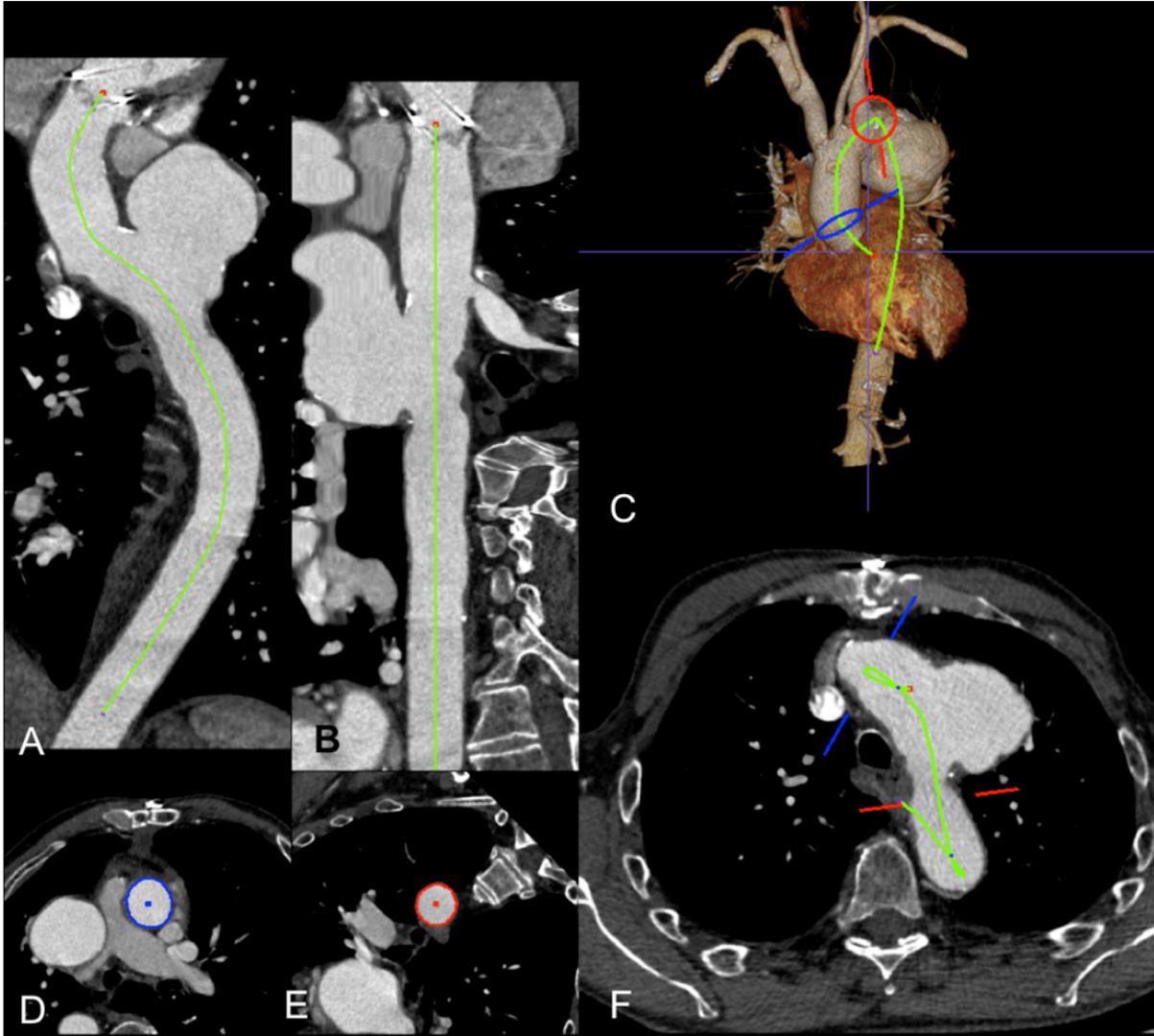


Figure 7 - Reconstruction planaire sur station de travail Aquarius® (Terarecon, Inc, CA, USA) : La ligne centrale (vert) correspond à l'ensemble des points passant au milieu de la lumière aortique (A,B,C,F). L'aorte est "déroulée" selon cette ligne (B) et permet la mesure précise du diamètre transversal de l'aorte (D,E).

3. Approche chirurgicale

L'endoprothèse comprenait deux branches. La branche proximale était destinée au TABC et la distale à l'ACCG. De ce fait, l'ASCG était couverte par le déploiement de l'endoprothèse. Des études récentes préconisaient la revascularisation première de l'ASCG avant sa couverture pour limiter les risques d'ischémie médullaire (27). Ce bénéfice restant malgré tout controversé, la décision de revascularisation dépendait des centres et des patients (28). Le déploiement de l'endoprothèse dans l'aorte thoracique entraînait, en effet, la couverture de nombreuses artères intercostales avec un risque d'ischémie médullaire secondaire. Cette revascularisation, lorsqu'elle était faite, pouvait être réalisée au cours d'une première procédure ou au cours de la même procédure avant le déploiement de l'endoprothèse. Différentes stratégies ont été utilisées : une transposition simple ou un pontage carotido-sous-clavier gauche associé à une exclusion endovasculaire ou chirurgicale par ligature de l'ASCG à son origine.

Les procédures étaient toutes réalisées sous anesthésie générale. La mise en place de l'endoprothèse requérait trois voies d'abord. L'abord fémoral par lequel le lanceur de l'endoprothèse était monté sur guide rigide jusqu'à l'aorte ascendante. L'abord axillaire ou cervical droit qui permettait d'amener le composant (endoprothèse sur mesure ou stent couvert) établissant la jonction entre le corps prothétique principal, à travers sa branche proximale, et le TABC. La veine jugulaire droite, également accessible par cette voie d'abord, était utilisée pour mettre en place dans le ventricule droit le cathéter de *rapid pacing*. L'abord axillaire gauche permettait d'amener le composant établissant la jonction entre le corps prothétique, à travers sa branche distale et l'ACCG. Après héparinisation générale (100UI/Kg avec un objectif d'ACT de 200 à 300), le corps de l'endoprothèse progressait donc de l'axe iliaque jusqu'à l'aorte ascendante via le lanceur monté sur un guide rigide dont l'extrémité était dans le ventricule gauche. Une angiographie était réalisée à partir d'une sonde avancée

dans l'aorte ascendante par l'artère carotide commune droite. Cette angiographie permettait de repérer les ostia coronaires en aval desquels devait être déployée l'endoprothèse et l'origine des TSA en regard desquels devaient être positionnés les marqueurs radio-opaques des branches (Figure 8B). La pression du flux dans l'aorte ascendante entraînant une force de répulsion du matériel endovasculaire, il était nécessaire, lors de son déploiement, de diminuer durant cette période le flux d'éjection ventriculaire gauche par un *rapid pacing* pharmaceutique ou via un cathéter amené au ventricule droit par la veine jugulaire droite induisant une tachycardie ventriculaire (29). Une autre technique pour réduire la pression aortique était l'occlusion de la veine cave inférieure induisant une hypotension artérielle (30). Afin de déployer partiellement l'endoprothèse, la gaine du lanceur était retirée par la méthode du point fixe-retrait et les deux premières attaches de réduction du calibre de l'endoprothèse étaient retirées permettant d'ouvrir la partie proximale de l'endoprothèse et ainsi de rétablir un flux sanguin dans l'endoprothèse et les TSA (Figure 8). La troisième sécurité qui maintient partiellement repliée la partie proximale de l'endoprothèse était ensuite retirée après vérification de son bon positionnement par angiographie. À cet instant, la technique employée pour réduire la pression d'éjection ventriculaire gauche était interrompue. À ce stade, le nez du lanceur était retiré et la quatrième attache de sécurité, permettant de maintenir partiellement fermée la portion distale de l'endoprothèse, était laissée en place.

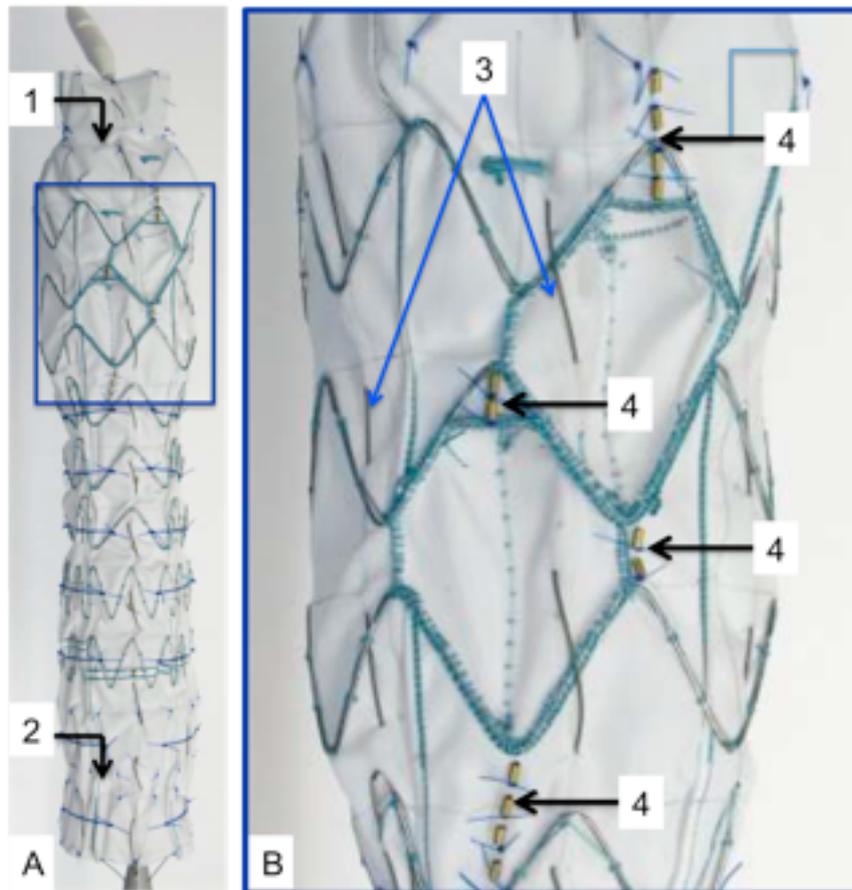


Figure 8 - A : Corps de l'endoprothèse avec les attaches proximales (1) et distales (2) et les lacets de réduction de diamètre (3) ; B : Zoom sur les orifices externes des branches repérées par les marqueurs en or radio-opaques (4)

À travers les deux autres voies artérielles supra aortiques, les endoprothèses choisies en préopératoire étaient déployées dans les branches une fois cathétérisées par un guide semi-rigide. Une vérification du cathétérisme correct de la branche était réalisée, préalablement au stenting, par inflation d'un ballon non compliant à l'intérieur de la branche et contrôle scopique sous deux angles différents. Ce matériel nécessitait des systèmes de largage de 10 à 14Fr. Une fois les branches stentées, la quatrième sécurité pouvait être retirée. Une endoprothèse thoracique supplémentaire était ajoutée à cet instant si la dilatation anévrysmale atteignait l'aorte thoracique descendante. En cas d'absence d'occlusion préalable de l'ostium de l'ASCG, celle-ci était alors réalisée par un Plug délivré dans l'ASCG par l'accès axillaire gauche. Une angiographie finale permettait d'opacifier la lumière de l'endoprothèse et des

branches pour confirmer la perméabilité du montage mais également la perméabilité des artères coronaires en amont de l'endoprothèse (Figure 9).

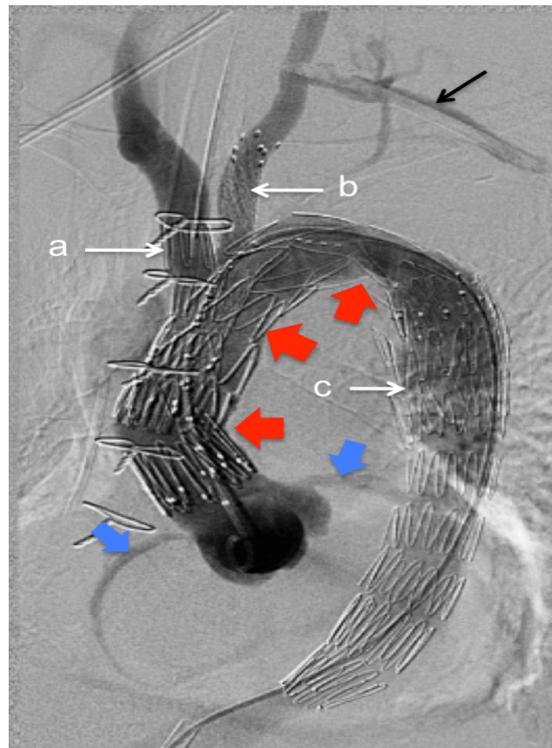


Figure 9 - Angiographie peropératoire finale d'une endoprothèse branchée de la crosse une fois déployée dans l'arche aortique (Flèches rouges). La perméabilité des artères coronaires est contrôlée (Flèches bleues). Les deux branches pour le TABC (a) et l'ACCG (b) sont stentées et perméables. L'ASCG est revascularisée par transposition carotido-sous-clavière gauche (Flèche noire). Une extension dans l'aorte thoracique descendante est placée dans l'endoprothèse de la crosse avec un chevauchement de deux stents (c).

Lors de cette artériographie et sur les angioscanners post opératoires (Figure 10) étaient recherchées les endofuites qui consistent en la prise de contraste du sac anévrysmal hors de la lumière de l'endoprothèse. D'après la classification de White *et al.* (31), les endofuites de type 1 correspondent aux endofuites périprothétique correspondant à un flux aortique persistant dans le sac via le collet proximal ou distal, les endofuites de type 2 à un flux rétrograde par les artères collatérales issues du sac anévrysmal, et les endofuites de type 3 à une disjonction des différents composants de l'endoprothèse ou une déchirure de celle-ci.



Figure 10 - Reconstruction 3D sur station de travail (Aquarius®) d'un contrôle scannographique d'une endoprothèse branchée de la crosse avec deux branches pour le TABC et l'ACCG, l'ASCG est revascularisée par le pontage carotido-sous-clavier gauche.

4. Recueil de données

Pour chaque patient, les données démographiques, étiologiques ainsi que les antécédents médicaux et chirurgicaux ont été recueillis dans chacun des dix centres après anonymisation des données. Le risque opératoire était évalué par le score de la Société américaine d'anesthésie (ASA). Les données opératoires recueillies étaient la durée d'intervention, la durée de scopie, le volume de contraste injecté ainsi que les stratégies opératoires utilisées. La durée d'hospitalisation dont la durée de séjour en réanimation, les événements post-opératoires précoces (≤ 30 jours) et tardifs ont été récupérés en cours d'hospitalisation puis lors du suivi clinique et scannographique tous les 6 mois la première année puis tous les ans. Le succès technique, clinique et la morbidité postopératoire ont été codifiés selon les standards décrits par Chaikoff et al (32) adaptés aux anévrysmes de la crosse aortique. Un succès technique était défini par l'association des critères suivants:

- un déploiement de l'endoprothèse en zone saine proximale et distale,
- l'absence d'anomalie des accès vasculaires,
- l'absence d'endofuite de type 1 ou 3 à l'angiographie peropératoire,

- la perméabilité de l'endoprothèse et des vaisseaux cibles sans sténose diagnostiquée en peropératoire,

- l'absence de conversion chirurgicale.

Le succès clinique correspondait à un succès technique associé à l'absence de décès secondaire à la pathologie aortique, l'absence d'évolutivité de la dilatation aortique de plus de 5mm de diamètre, l'absence de migration du matériel, l'absence de rupture anévrysmale, l'absence de complications infectieuse ou thrombotique du matériel, et l'intégrité de l'endoprothèse-même.

Au-delà des endofuites, les complications étaient catégorisées en complications liées aux accès, à l'endoprothèse, ou en complications systémiques.

5. Analyses statistiques

Une analyse descriptive de la population, des données étiologiques des dilatations anévrysmales traitées, des données peropératoires et de la morbidité et mortalité précoces (survenant dans les 30 premiers jours), et tardives a été réalisée. Puis, des analyses comparatives ont été effectuées. D'une part, la courbe d'apprentissage a été analysée en comparant deux groupes : les dix premiers patients traités avec cette technique du groupe "expérience initiale" (EI), et les 28 patients suivants, regroupés dans le groupe "expérience secondaire" (ES). Puis, les patients répondant aux critères anatomiques et physiologiques recommandés (Tableau 2) ont été comparés à ceux inclus en dehors de ces critères. Ainsi, après vérification de la comparabilité des groupes, les tests de Chi² de Pearson ou de Fisher ont été réalisés pour les variables qualitatives, et un test de Mann-Whitney ou de Student pour les variables continues. La distribution normale des variables a été testée par le test de Levene. Le seuil de significativité des tests statistiques a été défini à 5%. Le logiciel SPSS a été utilisé pour effectuer les différentes analyses statistiques.

III. RÉSULTATS

1. Population

Trente-huit patients consécutifs, pris en charge par implantation d'une endoprothèse de la crosse entre Septembre 2009 et Juin 2013 dans 10 centres de chirurgie vasculaire (tableau 1), ont été inclus. Les lésions traitées étaient des dilatations anévrysmales de plus de 55 mm de diamètre (74%), dont un anévrysme inflammatoire et des évolutions anévrysmales du faux chenal d'une dissection chronique (26%).

Les patients, majoritairement des hommes (71%), étaient âgés de 70,5 ans en moyenne [52-87]. Les facteurs de risque cardiovasculaires les plus fréquents étaient l'hypertension artérielle et la dyslipidémie. Vingt patients (55%) avaient déjà bénéficié d'une chirurgie aortique dont douze (32%) d'une chirurgie de remplacement de l'aorte ascendante. Aucun patient n'était dialysé chronique en pré opératoire. Les caractéristiques de la population sont présentées tableau 3. Un score ASA supérieur ou égal à 3 était attribué à 89,5% des patients.

	Population globale	Expérience initiale	Expérience secondaire	p-value
Nombre de patients	38	10	28	-
Sexe masculin	71%(n=27)	80%(n=8)	68%(n=19)	0,467
Âge : Moyenne [Min-Max]	70,5 [52-87]	74 [54-85]	70.5 [52-87]	0,230
Hypertension artérielle	89.5%	90%	89%	0,950
Dyslipidémie	66%	80%	61%	0,270
Antécédent de chirurgie aortique	55%	20%	68%	0,009
Tabagisme sévère ou actif	53%	50%	54%	0,846
Coronaropathie	40%	60%	32%	0,122
Dysrythmie	37%	50%	32%	0,315
BPCO	32%	30%	32%	0,900
Antécédent de remplacement de l'aorte ascendante	32%	0%	43%	0,012
Diabète (type 1 ou 2)	29%	20%	32%	0,467
Antécédent de revascularisation coronarienne (stent ou chirurgie)	24%	40%	18%	0,157
Insuffisance rénale	21%	30%	18%	0,419
Antécédent d'AVC	18.5%	30%	14%	0,271
AOMI	16%	20%	14%	0,671
FEVG < 40%	13%	10%	14%	0,731
Valvulopathie	10.5%	0%	14%	0,206
Oxygénothérapie au long cours	8%	10%	7%	0,774
<i>Pathologies de l'arche aortique</i>				
Anévrisme	74%	100%	64%	0,028
Dissection chronique	26%	0%	36%	0,028

Tableau 3 - Démographie des patients inclus dans l'étude et comparaison des groupes
Expérience initiale et Expérience secondaire

2. Procédure

Toutes les procédures ont été réalisées sous anesthésie générale. La revascularisation de l'ASCG a été effectuée dans 87% (33/38) des cas. Un pontage carotido-sous-clavier gauche a été réalisé pour 79% (30/38) des patients et une transposition de l'ASCG dans l'ACCG pour 21% (8/38) des patients.

La moyenne du temps opératoire était de 250 minutes [150-767] et la durée de scopie moyenne de 41,6 minutes [16,8-170]. Le volume de contraste utilisé pendant la procédure était en moyenne de 150 cc [31- 416].

Le diamètre de l'aorte ascendante moyen était de 34,9 mm [29-42] et le diamètre moyen de l'endoprothèse déployée de 40 mm [34-46]. Dans 63,2% (24/38) des cas, la longueur proximale de l'endoprothèse en amont de la première branche était de 59 mm de long, et dans 36,8% (14/38) des cas de 39 mm.

Deux techniques de diminution du flux aortique ont été utilisées: le *rapid pacing* par cathétérisme cardiaque intra ventriculaire droit ou pharmacologique (95% soit 36/38) et l'occlusion de la veine cave inférieure (5% soit 2/38). Un guide trans-septal était utilisé pour faire progresser l'endoprothèse chez un patient dont l'anatomie de l'aorte thoracique était complexe et tortueuse.

Un pontage a été nécessaire pour les accès vasculaire chez 34,2% (13/38) des patients. Dans 13,1% des cas (5/38), le pontage était réalisé pour l'accès fémoral et dans 21,1% des cas (8/38) pour l'accès axillaire droit.

Une sternotomie associée à un accès fémoral a été nécessaire chez un patient. Ce patient inclu dans l'étude ne correspondait pas aux critères anatomiques et physiologiques standards d'inclusion puisqu'il était porteur d'une valve mécanique aortique. Ainsi, afin de surseoir aux

difficultés de progression du nez de l'endoprothèse à travers la valve et jusqu'au ventricule gauche, un accès chirurgical de l'aorte ascendante a été réalisé afin d'extérioriser le nez de l'endoprothèse en zone 1 et de parvenir à déployer celle-ci. Toutefois, le système a été déployé en aval de l'endroit prévu. Une conversion en technique de cheminée a été entreprise rétablissant la perfusion du TABC et ACCG par des stents déployés entre la paroi artérielle et l'endoprothèse branchée. Une endoprothèse supplémentaire a été déployée au sein de la précédente afin d'obstruer les branches non cathétérisées et de maintenir le flux aortique.

Un patient a nécessité en post opératoire immédiat la réalisation d'un pontage axillo-fémoral droit pour pallier à une hypoperfusion secondaire à une plicature de l'endoprothèse en regard de ses branches. L'anatomie tortueuse de l'aorte ascendante a entraîné chez ce patient une plicature responsable d'une augmentation de la post charge cardiaque et d'une diminution de la pression artérielle. Par la suite, ce même patient dût être repris par chirurgie conventionnelle pour explanter l'endoprothèse.

Dix-huit pourcent (7/38) de complications peropératoires sont survenues à la suite desquelles 2 patients sont décédés de façon précoce. Ces complications sont détaillées dans le tableau 4.

<i>Complications liées à l'accès</i>	- Thrombose ou rupture de pontage de l'artère carotide commune droite	5% (n=2)
<i>Complications systémiques</i>	- Arrêt cardiaque à l'induction - Pneumothorax compressif - Choc hémorragique	8% (n=3)
<i>Complications liées à l'endoprothèse</i>	- Échec de cathétérisme du TABC - Obstruction des TSA par l'endoprothèse et conversion en technique de cheminée	5% (n=2)
Total		18% (n=7)

Tableau 4 - Complications peropératoires reportées

3. Suivi précoce (\leq 30 jours)

Les données des 30 premiers jours ont été recueillies pour les 38 patients. La mortalité post opératoire précoce était de 13% (5/38). La durée d'hospitalisation moyenne était de 10 jours [2-230] dont un séjour pour tous les patients en unité de réanimation qui durait en moyenne 2 jours [1-150]. Les évènements survenus dans les 30 premiers jours de suivi sont décrits dans le tableau 5.

Le succès technique a été obtenu pour 32 patients (84,2%). Les échecs techniques des 6 autres patients étaient dus dans 3 cas à des décès survenus dans les premières 24 heures post opératoires. Un patient présentait une endofuite de type 1 sur l'artériographie finale per opératoire. Un échec était dû à une impossibilité de cathétériser la branche destinée au TABC, le patient présentant un anévrisme sacculaire localisé à l'origine du TABC. Une couverture des TSA a nécessité une conversion en technique de cheminée.

Onze endofuites (29%) ont été diagnostiquées en post opératoire précoce : 5 endofuites de type 1 (13%), 3 endofuites de type 2 (8%), 1 endofuite de type 3 (3%), et 2 endofuites d'origine indéterminée au scanner (5%). Les artères responsables des endofuites de type 2 étaient dans deux cas une artère bronchique, dans un cas, le TABC et dans un dernier cas l'ASCG.

Quatre patients (11%) ont nécessité une reprise chirurgicale : une angioplastie de l'origine de la branche de l'ACCG à 7 jours post opératoires pour traiter une endofuite de type III; une endofuite de type II a été traitée à 30 jours de la pose de l'endoprothèse par embolisation avec mise en place d'un dispositif d'occlusion vasculaire de type plug à l'origine du TABC qui avait été revascularisé par un pontage dans le premier temps opératoire. Deux autres reprises ont été nécessaires pour traiter des complications liées à l'abord vasculaire : un abord axillaire et la sternotomie.

Hormis les complications responsables de décès, 17 patients (45%) ont présenté des complications systémiques : des complications neurologiques sont survenues chez 6 patients (16%). Ces dernières consistaient en 4 accidents ischémiques transitoires, 1 accident vasculaire constitué et une hémorragie méningée. Aucun patient n'a gardé de séquelles. Une ischémie médullaire est survenue avec amendement précoce des symptômes. Une paralysie diaphragmatique bilatérale a nécessité une assistance respiratoire à vie et a été responsable de la durée d'hospitalisation de 230 jours dont 150 en milieu réanimatoire. Un patient requérant une oxygénothérapie à domicile en préopératoire a présenté un pneumothorax. Les autres complications pulmonaires étaient un chylothorax ne nécessitant pas de traitement complémentaire et deux pneumopathies. Deux patients ont présenté un infarctus du myocarde post opératoire précoce traité médicalement et un autre patient a présenté une insuffisance aortique. Deux patients ont nécessité une dialyse transitoire secondairement à une insuffisance rénale aiguë.

Mortalité précoce	13% (n=5)
<i>Cause</i>	<i>Jour post opératoire</i>
- Arrêt cardiaque à l'induction	Jour 1
- Choc hémorragique	Jour 1
- Infarctus du myocarde	Jour 1
- Étiologie indéterminée	Jour 9
- Infection pulmonaire	Jour 30
Complications liées au geste chirurgical	5% (n=2)
- Sérome infraclaviculaire	n=1
- Thrombose du TABC	n=1
Endofuites au scanner post opératoire précoce	29% (n=11)
Type 1	13% (n=5)
Type 2	8% (n=3)
Type 3	3% (n=1)
Indéterminée	5% (n=2)
Reprises chirurgicales	10% (n=4)
Endofuites	5% (n=2)
Abords	5% (n=2)
Complications systémiques	45% (n=17)
- Neurologique	16% (n=6)
Accident ischémique transitoire	11% (n=4)
Accident ischémique constitué	3% (n=1)
Hémorragie méningée	3% (n=1)
- Pulmonaire	13% (n=5)
- Cardiaque	8% (n=3)
- Ischémie médullaire	3% (n=1)
- Dialyse transitoire	5% (n=2)

Tableau 5 - Suivi précoce (30 premiers jours)

4. Suivi

La médiane de suivi était de 12 mois [3-24]. Vingt-cinq patients étaient suivis au moins 6 mois. Au cours du suivi, aucune rupture de l'anévrisme de l'arche n'est survenue. Les causes de décès tardifs sont décrites dans le tableau 6.

Trois reprises chirurgicales ont été réalisées au cours du suivi. Une conversion pour coarctation fonctionnelle, secondaire à une plicature de l'endoprothèse, entraînant une insuffisance cardiaque. Une branche destinée à l'ACCG était partiellement obstruée et a nécessité la mise en place d'un stent couvert supplémentaire dont la perméabilité à un an a été vérifiée. Une seule des endofuites de type I a été traitée à 5 mois post opératoires par la mise en place dans le sac anévrysmal de colle et de coils, les autres endofuites de type 1 ayant spontanément régressées au contrôle scannographique réalisé à 6 mois. Quant aux endofuites de type II, deux restaient présentes au contrôle à 6 mois (5%) et celle traitée par embolisation était tarie. Aucune évolution du sac anévrysmal n'a été observée chez les patients porteurs d'endofuite de type II. Les endofuites d'origine indéterminées étaient également tariées au cours du suivi tardif. Les complications tardives sont décrites dans le tableau 6.

Médiane de suivi des 38 patients (mois)	12[3-24]
Mortalité tardive	n=4
<i>Étiologie</i>	<i>Jour post opératoire</i>
- Pneumopathie	62
- Choc septique	90
- Rupture d'anévrisme de l'aorte abdominale	150
- Accident cérébral hémorragique	229
Endofuites	3
Type 2	2
Type 1	1
Reprise chirurgicale	3
Endofuite de type 1	1
Obstruction partielle de branche	1
Conversion	1
Complications systémiques	4
- Cérébrovasculaires	
Accident vasculaire constitué	1
Apoplexie pituitaire	1
- Insuffisance cardiaque	2

Tableau 6 - Suivi post opératoire tardif

5. Analyse de groupe

Expérience initiale (EI) vs Expérience secondaire (ES) - Tableau 7

Les caractéristiques des populations du groupe EI correspondant aux 10 premiers patients traités et du groupe ES correspondant aux 28 patients suivants étaient comparables (Tableau 3). Les différences identifiables concernaient les antécédents de chirurgie de l'aorte et de l'aorte ascendante. Les patients aux antécédents de chirurgie de remplacement de l'aorte ascendante appartenaient tous au groupe ES et constituaient 43% des patients ($p=0.012$). Les patients de l'expérience initiale souffraient tous d'un anévrisme de la crosse aortique alors que parmi les 28 patients de l'expérience secondaire 18 patients (64%) étaient traités pour un anévrisme dégénératif et les 10 autres (36%) pour dissections anévrysmales chroniques ($p=0.028$). La proportion de patients traités avec une aorte ascendante de diamètre ≥ 38 mm était supérieure de manière non significative dans le groupe EI (40% vs 25%, $p=0.369$).

Les complications peropératoires étaient plus élevées dans le groupe EI (40% vs 10,7%, $p=0,04$). Les reprises chirurgicales étaient plus fréquentes dans le groupe EI (40% vs 10,7%, $p=0,04$). La totalité des reprises chirurgicales pour endofuite ($n=2$) était retrouvée dans le groupe EI (20% vs 0%, $p=0,015$). Une différence non significative était observée concernant la mortalité précoce (30% vs 7%, $p=0,66$). Pour les complications systémiques, le taux d'accident ischémique transitoire était plus élevé dans le groupe EI (30% vs 3,6%, $p=0,019$) ; les endofuites de type 1 étaient plus nombreuses dans le groupe EI mais de façon non significative (30% versus 7.1%, $p= 0.066$).

La médiane de temps opératoire était supérieure dans le groupe EI (328min, $IC_{95\%}=[224,6 - 431,4]$ versus 267min, $IC_{95\%}=[219 - 315]$, $p=0,03$), ainsi que la médiane du temps de scopie (96,3min $IC_{95\%}=[46,5 - 146]$ vs 45min, $IC_{95\%}=[36 - 54]$, $p= 0,006$). Aucune différence significative n'a été observée concernant le volume de produit de contraste utilisé.

	Expérience initiale (EI)	Expérience secondaire (ES)	p-Value
MORTALITÉ			
Mortalité précoce	30%	7,1%	0,066
Mortalité tardive	0%	14,3%	0,206
Mortalité globale	30%	21,4%	0,584
Échec technique	30%	10,7%	0,151
Endofuite de type 1	30%	7,1%	0,066
COMPLICATIONS			
Complications peropératoires	40%	10,7%	0,04
Reprises chirurgicales	40%	10,7%	0,04
Reprises pour endofuites	20%	0%	0,015
Accident vasculaires cérébraux	30%	10,7%	0,151
Accidents ischémiques transitoires	30%	3,6%	0,019
Accident vasculaire constitué	0%	7,1%	0,385
DONNÉES OPÉRATOIRES			
Tems opératoire (min): Me [IC _{95%}]	328 [224,6 - 431,4]	267 [219 – 315]	0,03
Durée de scopie (min): Me [IC _{95%}]	96,3 [46,5 - 146]	45 [36 – 54]	0,006
Volume de contraste injecté (cc): Me [IC _{95%}]	172 [129-215]	150 [117-185]	0,343
DONNEES ANATOMIQUES			
Diamètre de l'aorte ascendante ≥38 mm	40%	25%	0,369

Tableau 7 - Comparaison des évènements post opératoires et des caractéristiques opératoires entre le groupe Expérience Initiale et le groupe Expérience Secondaire.

(Me = médiane; min = minutes)

Les critères d'inclusion - Tableau 8

En comparant le groupe "CI⁺" de patients répondant aux critères d'inclusion présentés dans le tableau 2 (27/38) et le groupe "CI⁻" de patients en dehors de ces critères (11/38), nous n'avons pas observé de différence significative concernant les événements post opératoires (Tableau 8). Il existait cependant une réduction non significative du taux d'AVC en post opératoire précoce dans le groupe répondant aux critères d'inclusion (CI⁻: 18,2% versus CI⁺: 0%, p=0,078). Cette tendance a également été retrouvée pour le taux de mortalité précoce (CI⁺: 27,3% versus CI⁻: 7,4%, p=0,134).

Évènements post opératoires	Nombre d'évènements N=38 (%)	Groupe CI⁻ N=11 (%)	Groupe CI⁺ N=27 (%)	p-Value
Mortalité précoce	5 (13,2%)	3 (27,3%)	2 (7,4%)	0,134
Mortalité tardive	3 (7,9%)	1 (9,1%)	2 (7,4%)	1,00
Endofuite de type 1	5 (13,2%)	1 (9,1%)	4 (14,8%)	1,00
Échec technique	6 (15,8%)	2 (18,2%)	4 (14,8%)	1,00
Complications systémiques	12 (31,6%)	4 (36,4%)	8 (29,6%)	0,714
Accident ischémique transitoire	4 (10,5%)	1 (9,1%)	3 (11,1%)	1,00
Accident ischémique constitué	2 (5,3%)	2 (18,2%)	0	0,078
Accidents vasculaires cérébraux	6 (1,8%)	3 (27,3%)	3 (11,1%)	0,329

Tableau 8 - Comparaison des évènements post opératoires entre le groupe de patients répondant aux critères d'inclusion CI⁺ et le groupe en dehors des critères d'inclusion CI⁻.

Le taux d'évènement "mortalité précoce et évènements neurologiques" était plus fréquemment observé dans les catégories "expérience initiale", "patients en dehors des critères d'inclusion" et "diamètre de l'aorte ascendante ≥ 38 mm" (Tableau 9).

	Groupe EI n=10	Groupe CI n=11	Diamètre de l'aorte ascendante ≥ 38mm n=11	Antécédent de chirurgie de l'aorte ascendante n=12	Âge > 70 ans n=20
Évènements neurologiques et mortalité précoce n=11	6/38 15,8%	6/38 15,8%	6/38 15,8%	2/38 5,3%	2/35 5,7%
p	0,019	0,047	0,026	0,231	0,046

Tableau 9 - Analyse de la survenue de l'évènement "mortalité précoce et évènements neurologiques postopératoires" selon les critères "expérience initiale" (EI), "critères d'inclusion" (CI), diamètre de l'aorte ascendante ≥ 38 mm", "antécédent de chirurgie de l'aorte ascendante" et "âge ≥ 70 ans".

IV. DISCUSSION

Cette étude décrit l'expérience actuelle du traitement exclusivement endovasculaire des patients présentant un anévrisme de la crosse aortique et qui du fait d'importantes comorbidités sont considérés à haut risque pour les procédures chirurgicales ouvertes ou hybrides. Le succès technique est obtenu pour 84,2% des patients (32/38). Les complications neurovasculaires sont présentes chez 16% des patients (6/38). Parmi ces complications, 4 patients présentent un accident ischémique transitoire, 1 patient, un accident vasculaire constitué et 1 patient, une hémorragie méningée. Un patient présente une ischémie médullaire qui récupère complètement au cours du suivi. L'analyse des résultats des patients traités durant l'expérience initiale comparativement à ceux traités durant l'expérience secondaire suggère l'importance de la courbe d'apprentissage sur la survenue des complications. Cette courbe d'apprentissage concerne autant l'évolution de la confection de l'endoprothèse, que la sélection des patients et la technique d'implantation des endoprothèses. Nous observons dans le groupe expérience secondaire, une tendance à la réduction des complications peropératoires (EI : 40% versus ES : 10,7%, $p=0,04$), de la mortalité précoce (EI : 30% versus ES : 7%, $p=0,066$) et des accidents ischémiques transitoires (EI : 30% versus ES : 3,6%, $p= 0,019$). Par ailleurs, nous observons une tendance à la diminution de la mortalité et des accidents vasculaires cérébraux lorsque les patients répondent aux critères stricts d'inclusion comparativement aux événements survenus chez les patients inclus selon des critères moins restrictifs. Nos conclusions de cette expérience sont que la technique endovasculaire par mise en place d'une endoprothèse branchée est utilisable pour traiter les anévrismes de la crosse une fois la courbe d'apprentissage dépassée et sous réserve d'une sélection stricte des patients selon les critères précédemment énoncés.

Actuellement, outre les endoprothèses branchées, les solutions endovasculaires disponibles pour le traitement de l'anévrisme de l'arche aortique sont les endoprothèses fenêtrées (33) ou fenêtrées in situ (34) et les techniques de cheminée qui permettent de rétablir la perfusion des vaisseaux supra aortiques après couverture délibérée de ces derniers par le matériel endoprothétique sans réalisation de pontages extra-anatomiques ni utilisation d'endoprothèses sur mesure. Dans la fenestration in situ, l'endoprothèse thoracique est déployée de façon à ce que sa partie proximale se situe en aval de l'ostium du vaisseau le plus proximal à préserver. Ensuite, le vaisseau cible est cathétérisé de façon rétrograde et un introducteur y progresse jusqu'à l'endoprothèse aortique. Un orifice est confectionné à l'aide de différentes stratégies telles que le laser (35) ou les kits de biopsies (34). Cet orifice au sein de l'endoprothèse constitue la fenestration in situ. La fenestration ainsi créée est cathétérisée et une angioplastie prudente au ballon est réalisée afin d'ouvrir cette fenêtre. Par la suite, un stent couvert monté sur ballon est déployé permettant de réaliser la jonction entre l'endoprothèse aortique et le vaisseau cible. Une forte angulation des TSA peut rendre cette technique difficile. Par ailleurs, la stabilité à long terme de ce montage endovasculaire n'est pas connue et des manœuvres adjuvantes sont donc nécessaires pour la revascularisation des TSA (36) contrairement au système d'endoprothèse branchée de la crosse.

La technique de la cheminée consiste en un stenting des troncs supra aortiques par un stent déployé parallèlement à l'endoprothèse aortique faisant saillie dans la lumière aortique à l'extrémité proximale de l'endoprothèse (37). Ce stent permet de préserver la vascularisation du vaisseau supra aortique. En son absence, l'endoprothèse obstruerait l'ostium du vaisseau cible. Ce montage utilise des endoprothèses thoraciques standards permettant de prendre en charge rapidement des lésions présentant des zones d'ancrage inappropriées. Cette solution endovasculaire offre une alternative aux endoprothèses fenêtrées dans le traitement d'urgence des anévrismes ayant un collet difficile et pour le rétablissement de la perfusion d'une

branche supra aortique par voie endovasculaire suite à un mauvais positionnement de l'endoprothèse utilisée dans le traitement de l'arche. L'efficacité à long terme reste encore à définir (38).

La chirurgie ouverte est le traitement de référence pour les pathologies de l'arche aortique. Dans la littérature, le taux de mortalité associé varie de 2 à 16,5% et le taux d'AVC est de 2 à 18% (1). Cette variabilité de résultat correspond à une hétérogénéité des techniques chirurgicales ainsi qu'à l'association de différentes stratégies chirurgicales employées pour le traitement adjuvant de lésions coronariennes ou de l'aorte ascendante (13, 39-46). Pour justifier de la place de l'endovasculaire dans le traitement des pathologies de la crosse aortique, les taux d'évènements postopératoires doivent être similaires à ceux de la chirurgie ouverte et en particulier pour la mortalité et les complications neurologiques. Ces résultats dépendent d'une sélection stricte des patients, de la réalisation de mesures précises pour la confection des endoprothèses et de la technique chirurgicale.

L'expérience de la prise en charge endovasculaire des anévrismes thoracoabdominaux avec des endoprothèses fenêtrées et branchées confectionnées sur mesure a inspiré le développement de la technique endovasculaire pour le traitement des anévrismes de la crosse aortique (47-49). La technique et le matériel utilisés continuent d'évoluer et les études ont maintenant démontré la durabilité de cette technique à long terme à l'étage abdominal (50). Suivant cette expérience, la solution endovasculaire est réservée aux patients considérés à haut risque opératoire et récusés pour une chirurgie conventionnelle. Dans notre étude, les patients du groupe expérience secondaire ont un taux de mortalité de 7% similaire à celui de la chirurgie conventionnelle. Le risque spécifique au traitement endovasculaire de la crosse est surtout lié aux risques neurologiques, aux difficultés anatomiques du fait de l'angulation aiguë des vaisseaux, et de la navigation dans la crosse aortique, du débit sanguin important dans cette région de l'aorte, des mouvements pulsatiles et de la proximité de la valve aortique.

Cette technique ne peut être utilisée en urgence puisque la confection sur mesure de l'endoprothèse branchée implique un délai de 6 à 8 semaines. Par ailleurs, de nombreuses restrictions anatomiques sont à prendre en considération dans la technique endovasculaire, telles que le diamètre et la longueur des vaisseaux à revasculariser devant présenter une zone d'étanchéité d'au moins 20 mm et la perméabilité et les calcifications des axes iliaques servant d'accès vasculaire. Ces restrictions d'utilisation en font une technique difficile à généraliser.

Les résultats significatifs de l'analyse comparant les expériences initiale et secondaire soulignent l'importance de la courbe d'apprentissage pour l'implantation du matériel et de la sélection des patients lors des procédures aortiques endovasculaires complexes. Le développement de cette endoprothèse de crosse aortique est une expérience unique ayant bénéficié d'une collaboration internationale de 10 centres. La présence de nombreux investigateurs lors des premières procédures et les efforts communs ont permis d'en affiner les indications et de faire évoluer les techniques opératoires. Rapidement, la nécessité d'une zone d'ancrage proximale longue, rectiligne et stable a été confirmée. La sélection des patients est devenue un point important de l'apprentissage, alors que les discussions se focalisent habituellement plutôt sur la technique opératoire. En effet, même si l'analyse des critères d'inclusion n'était pas significative, une augmentation du taux de mortalité et d'évènements neurologiques a été observée chez les patients présentant une aorte ascendante de diamètre supérieur à 38 mm, critère anatomique de sélection majeur dans cette étude. Une aorte ascendante de diamètre supérieur à 38 mm est associée à une difficulté accrue et à un manque de précision lors du déploiement de l'endoprothèse. Par ailleurs, une aorte ascendante élargie fait suspecter une aorte pathologique offrant une moins bonne stabilité au système endovasculaire. Ces données devront être confirmées par l'inclusion de nouveaux patients.

Parmi les patients inclus durant l'expérience secondaire, certains présentent un antécédent de chirurgie de l'aorte ascendante. Cela augmente la stabilité de l'implantation proximale mais

implique des contraintes supplémentaires. Une angulation significative du montage prothétique est désormais considérée comme une contre-indication au traitement endovasculaire de la crosse aortique par endoprothèse branchée. En effet, une anastomose distale renforcée peut imposer une angulation, voire une plicature, de l'endoprothèse. Malgré la force radiaire du stent de l'endoprothèse, cette plicature simulant une coarctation entraînera une augmentation de la post-charge cardiaque et à terme une insuffisance cardiaque. Dans notre expérience, ce cas de figure correspond à l'unique conversion en chirurgie ouverte.

La construction d'une endoprothèse adaptée à la crosse aortique est complexe puisque le moindre défaut d'orientation des branches annihilerait tout succès technique et aurait des conséquences graves. Aussi, un angioscanner de haute résolution avec des coupes de 0,75 mm et une reconstruction 3D sont nécessaires pour les mesures préopératoires. Une reconstruction planaire passant par la ligne centrale de l'aorte permet de mesurer, une fois l'axe déroulé, son diamètre et sa longueur précisément (51). En préopératoire, une analyse attentive de la longueur et de la tortuosité des axes vasculaires à partir de l'accès fémoral est indispensable afin d'évaluer la possibilité de progression du lanceur jusqu'à l'aorte ascendante. Le cathétérisme et le stenting des branches de l'endoprothèse sont facilités par un diamètre large de la branche interne et un élargissement de son orifice externe à la construction. La perfusion cérébrale est maintenue lors du cathétérisme et de la mise en place du stent dans les vaisseaux supra aortiques. Lors de la confection de l'endoprothèse branchée, une attention particulière a été portée au système de déploiement afin d'assurer une rapidité d'action et une stabilité du système durant cette phase. Fort de l'expérience des premiers cas traités et afin de réduire les manipulations de l'endoprothèse qui sont emboligènes, le système de largage a été auto orienté afin qu'aucun mouvement rotationnel ne soit nécessaire pour le déploiement de l'endoprothèse. Aucune manipulation supplémentaire n'est nécessaire une fois l'endoprothèse positionnée par rapport aux TSA. Toutefois, le système de largage permet, si nécessaire, de

réajuster le positionnement de l'endoprothèse de l'amont vers la distalité, tout en limitant l'effet de "retroussement". Ces ajustements semblent contribuer aux faibles taux de complications neurologiques obtenus dans l'expérience secondaire parmi les patients répondant aux critères d'inclusion.

V. CONCLUSION

Pour le traitement des anévrysmes de l'arche aortique, la chirurgie conventionnelle sous circulation extra corporelle et avec arrêt circulatoire en hypothermie est le traitement de référence, mais présente un taux conséquent de morbi-mortalité, en particulier chez les patients âgés. De façon semblable à la chirurgie endovasculaire aortique thoraco-abdominale, l'approche endovasculaire dans la pathologie de l'arche aortique va nécessiter une évolution des pratiques et du matériel. Toutefois, sous réserve d'une sélection stricte des patients et de l'expérience de l'opérateur, l'utilisation de cette technique permet à l'heure actuelle d'offrir une réparation aortique à des patients ne pouvant bénéficier d'une chirurgie conventionnelle, avec un taux de mortalité post opératoire et de complications neurologiques similaires à ceux de la chirurgie. Cette étude présente les résultats de l'expérience initiale du traitement exclusivement endovasculaire de la crosse aortique. La poursuite des investigations et des améliorations techniques et technologiques sont nécessaires pour l'avenir.

VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Moon MC, Morales JP, Greenberg RK. The aortic arch and ascending aorta: are they within the endovascular realm? *Semin Vasc Surg.* 2007; 20:97-107.
2. Clough RE, Lotfi S, Powell J, Lee A, Taylor PR. Hybrid aortic arch repair. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013; 2:300-2.
3. Chevallier JM. Anatomie 1 Le Tronc. Paris: Médecine-Sciences Publications, 1998.
4. Bachet J, EMC, Chirurgie des anévrysmes de la crosse de l'aorte.Histoire naturelle, diagnostic et indications opératoires. Issy-les-Moulineaux:Elsevier Masson SAS, 2006.
5. He R, Guo DC, Sun W, Papke CL, Duraisamy S, Estrera AL, Safi HJ, Ahn C, Buja LM, Arnett FC, Zhang J, Geng YJ, Milewicz DM. Characterization of the inflammatory cells in ascending thoracic aortic aneurysms in patients with Marfan syndrome, familial thoracic aortic aneurysms, and sporadic aneurysms. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136(4):922-9, 929.
6. Grubb KJ, Kron IL. Sex and gender in thoracic aortic aneurysms and dissection. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 23(2):124-5.
7. Isselbacher EM. Thoracic and abdominal aortic aneurysms. *Circulation.* 2005; 111(6):816-28.
8. Elefteriades JA, Farkas EA. Thoracic aortic aneurysm clinically pertinent controversies and uncertainties. *J Am Coll Cardiol.* 2010; 55(9):841-57.
9. Tunick PA, Kronzon I. Atheromas of the thoracic aorta: clinical and therapeutic update. *J Am Coll Cardiol.* 2000; 35(3):545-54.
10. Elefteriades JA. Natural history of thoracic aortic aneurysms: indications for surgery, and surgical versus nonsurgical risks. *Ann Thorac Surg.* 2002; 74(5):S1877-80.
11. Johansson G, Markström U, Swedenborg J. Ruptured thoracic aortic aneurysms: a study of incidence and mortality rates. *J Vasc Surg.* 1995; 21(6):985-8.
12. ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease: executive summary. 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. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010; 76(2):E43-86.

13. Griep RB, Stinson EB, Hollingsworth JF, Buehler D. Prosthetic replacement of the aortic arch. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975; 70:1051-1063.
14. Frist WH, Baldwin JC, Starnes VA, Stinson EB, Oyer PE, Miller DC, Jamieson SW, Mitchell RS, Shumway NE. A reconsideration of cerebral perfusion in aortic arch replacement. *Ann Thorac Surg*. 1986; 42(3):273-81.
15. Bachet J. EMC- techniques chirurgicales : thorax. Chirurgie des anévrismes de la crosse de l'aorte : techniques chirurgicales. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS. 2012.
16. Borst HG, Walterbusch G, Schaps D. Extensive aortic replacement using elephant trunk prosthesis. *Thorac Cardiovasc Surg*, 1983;31:37-40.
17. Saito N, Kimura T, Toma M, Kita T, Inoko M, Nohara R, Inoue K. Images in cardiovascular medicine. Endovascular treatment of a giant aortic arch aneurysm with a triple-branched stent graft. *Circulation*. 2005; 112(12):e151-2.
18. Greenberg RK: Aortic aneurysm, thoracoabdominal aneurysm, juxtarenal aneurysm, fenestrated endografts, branched endografts, and endovascular aneurysm repair. *Ann N Y Acad Sci*, 2006; 1085:187-196.
19. Shahverdyan R, Gawenda M, Brunkwall J. Triple-barrel graft as a novel strategy to preserve supra-aortic branches in arch-TEVAR procedures: clinical study and systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2013 Jan;45(1):28-35.
20. Inoue K, Hosokawa H, Iwase T, Sato M, Yoshida Y, Ueno K, et al. Aortic arch reconstruction by transluminally placed endovascular branched stent graft. *Circulation*, 1999; 100(Suppl.):316e21.
21. Kawaguchi S, Yokoi Y, Shimazaki T, Koide K, Matsumoto M, Shigematsu H. Thoracic endovascular aneurysm repair in Japan: experience with fenestrated stent grafts in the treatment of distal arch aneurysms. *J Vasc Surg* 2008;48:24Se9S
22. Chuter TA, Schneider DB, Reilly LM, Lobo EP, Messina LM. Modular branched stent graft for endovascular repair of aortic arch aneurysm and dissection. *J Vasc Surg*, 2003; 38(4):859e63.
23. Piffaretti G, Rivolta N, Fontana F, Carrafiello G, Mariscalco G, Castelli P. Aortic arch aneurysm repair with a new branched device. *J Vasc Surg*. 2013; 57(6):1664-7.
24. Greenberg RK, Haddad F, Svensson L, et al. Hybrid approaches to thoracic aortic aneurysms: the role of endovascular elephant trunk completion. *Circulation*, 2005;112:2619-2626.

25. Cao P, De Rango P, Czerny M, Evangelista A, Fattori R, Nienaber C, Rousseau H, Schepens M. Systematic review of clinical outcomes in hybrid procedures for aortic arch dissections and other arch diseases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 144(6):1286-300, 1300.
26. Melissano G, Civilini E, Bertoglio L, et al: Results of endografting of the aortic arch in different landing zones. *Eur J Vasc Endovasc Surg,* 2007; 33:561-566.
27. Cooper DG, Walsh SR, Sadat U, Noorani A, Hayes PD, Boyle JR. Neurological complications after left subclavian artery coverage during thoracic endovascular aortic repair: a systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg.* 2009; 49(6):1594-601.
28. Maldonado TS, Dexter D, Rockman CB, Veith FJ, Garg K, Arko F, Bertoni H, Ellozy S, Jordan W, Woo E. Left subclavian artery coverage during thoracic endovascular aortic aneurysm repair does not mandate revascularization. *J Vasc Surg.* 2013; 57(1):116-24.
29. Nienaber CA, Kische S, Rehders TC, Schneider H, Chatterjee T, Büngrer CM, Höppner R, Ince H. Rapid pacing for better placing: comparison of techniques for precise deployment of endografts in the thoracic aorta. *J Endovasc Ther.* 2007; 14(4):506-12.
30. Lee WA, Martin TD, Gravenstein N. Partial right atrial inflow occlusion for controlled systemic hypotension during thoracic endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* 2008; 48(2):494-8.
31. White GH, May J, Waugh RC, Chaufour X, Yu W. Type III and type IV endoleak: toward a complete definition of blood flow in the sac after endoluminal AAA repair. *J Endovasc Surg.* 1998 Nov;5(4):305-9.
32. Chaikof EL, Blankensteijn JD, Harris PL, White GH, Zarins CK, Bernhard VM, Matsumura JS, May J, Veith FJ, Fillinger MF, Rutherford RB, Kent KC. Reporting standards for endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg,* 2002; 35(5):1048-60.
33. Azuma T, Yokoi Y, Yamazaki K. The next generation of fenestrated endografts: results of a clinical trial to support an expanded indication for aortic arch aneurysm treatment. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013; 44:e156-63.
34. Sonesson B, Resch T, Allers M, Malina M. Endovascular total aortic arch replacement by in situ stent graft fenestration technique. *J Vasc Surg.* 2009; 49:1589-91.
35. Murphy EH, Dimaio JM, Dean W, Jessen ME, Arko FR. Endovascular repair of acute traumatic thoracic aortic transection with laser-assisted in-situ fenestration of a stent-graft covering the left subclavian artery. *J Endovasc Ther.* 2009; 16:457-63
36. Sonesson B, Resch T, Dias N, Malina M. New temporary internal introducer shunt for brain perfusion during total endovascular arch replacement with in situ fenestration technique. *J Vasc Surg.* 2012; 56:1162-5.

37. Ohrlander T, Sonesson B, Ivancev K, Resch T, Dias N, Malina M. The chimney graft: a technique for preserving or rescuing aortic branch vessels in stent-graft sealing zones. *J Endovasc Ther.* 2008; 15:427-32.
38. Moulakakis KG, Mylonas SN, Dalainas I, Sfyroeras GS, Markatis F, Kotsis T, Kakisis J, Liapis CD. The chimney-graft technique for preserving supra-aortic branches: a review. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013; 2:339-46.
39. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Raskin S, Shenaq SA, Safi HJ. Deep hypothermia with circulatory arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1993; 106:19-28.
40. Estrera AL, Miller CC, 3rd, Lee TY, Shah P, Safi HJ. Ascending and transverse aortic arch repair: the impact of retrograde cerebral perfusion. *Circulation.* 2008; 118:S160-6.
41. Svensson LG, Blackstone EH, Rajeswaran J, Sabik JF 3rd, Lytle BW, Gonzalez-Stawinski G, Varvitsiotis P, Banbury MK, McCarthy PM, Pettersson GB, Cosgrove DM. Does the arterial cannulation site for circulatory arrest influence stroke risk? *Ann Thorac Surg.* 2004; 78:1274-84.
42. Patel HJ, Deeb GM. Ascending and arch aorta: pathology, natural history, and treatment. *Circulation.* 2008; 118:188-95.
43. Di Eusanio M, Schepens MA, Morshuis WJ, Dossche KM, Kazui T, Ohkura K, Washiyama N, Di Bartolomeo R, Pacini D, Pierangeli A. Separate grafts or en bloc anastomosis for arch vessels reimplantation to the aortic arch. *Ann Thorac Surg.* 2004; 77:2021-8.
44. Immer FF, Moser B, Krahenbuhl ES, Englberger L, Stalder M, Eckstein FS, Carrel T. Arterial access through the right subclavian artery in surgery of the aortic arch improves neurologic outcome and mid-term quality of life. *Ann Thorac Surg.* 2008; 85:1614-8
45. Olsson C, Eriksson N, Stahle E, Thelin S. The Swedish Heart Surgery Register: data quality for proximal thoracic aortic operations. *Scand Cardiovasc J.* 2006; 40:348-53.
46. Sasaki H, Ogino H, Matsuda H, Minatoya K, Ando M, Kitamura S. Integrated total arch replacement using selective cerebral perfusion: a 6-year experience. *Ann Thorac Surg.* 2007; 83:S805-10.
47. Chuter TA, Rapp JH, Hiramoto JS, Schneider DB, Howell B, Reilly LM. Endovascular treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2008; 47:6-16.
48. Greenberg RK, Lu Q, Roselli EE, Svensson LG, Moon MC, Hernandez AV, Dowdall J, Cury M, Francis C, Pfaff K, Clair DG, Ouriel K, Lytle BW. Contemporary analysis of

descending thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair: a comparison of endovascular and open techniques. *Circulation*. 2008; 118:808-17.

49. Guillou M, Bianchini A, Sobocinski J, Maurel B, D'elia PV, Tyrrell M, Azzaoui R, Haulon S. Endovascular treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg*. 2012; 56:65-73.

50. Mastracci TM, Greenberg RK, Eagleton MJ, Hernandez AV. Durability of branches in branched and fenestrated endografts. *J Vasc Surg*. 2013; 57:926-33.

51. Sobocinski J, Chenorhokian H, Maurel B, Midulla M, Hertault A, Le Roux M, Azzaoui R, Haulon S. The Benefits of EVAR Planning Using a 3D Workstation. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2013; 46:418-23.

VII. ANNEXE

Article soumis à *Circulation* le 18 Septembre 2013

GLOBAL EXPERIENCE WITH AN INNER BRANCHED ARCH ENDOGRAFT

¹Stéphan Haulon, MD, PhD, ²Roy K Greenberg, MD, ¹Rafaëlle Spear, MD, ²Matt Eagleton, MD, ³Cherrie Abraham, MD, ³Christos Lioupis, MD, ⁴Eric Verhoeven, MD, PhD, ⁵Krassi Ivancev, MD, ⁶Tilo Kölbel, MD, PhD, ⁷Brendan Stanley, MD, ⁸Timothy Resch, MD, ⁹Pascal Desgranges, MD, PhD, ¹Blandine Maurel, MD, ¹⁰Blayne Roeder, PhD, ¹¹Timothy Chuter, MD, ²Tara Mastracci, MD.

¹Hôpital Cardiologique, CHRU de Lille, France

²Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, OH, USA

³Jewish General Hospital, McGill University, Montreal, QC, Canada

⁴Klinikum Nürnberg Süd, Nürnberg, Germany

⁵Royal Free Hospital, London, UK

⁶University Hospital Eppendorf, Hamburg, Germany

⁷Fremantle Hospital, Perth, Australia

⁸Vascular Center, Skane University Hospital, Malmö, Sweden

⁹CHU Mondor, Créteil, France

¹⁰Cook Medical, Bloomington, IN, USA

¹¹UCSF, San Francisco, USA

Abstract

Background: branched endografts are a new option to treat arch aneurysm in high risk patients.

Methods and results: we performed a retrospective multicentric analysis of all patients with arch aneurysms treated with a new branched endograft designed with 2 inner branches to perfuse the supra aortic trunks. Thirty-eight patients were included. The median age was 70.5 years. An ASA score of 3 or 4 was reported in 89.5% of patients. The 30-day mortality rate was 13% (5/38). Technical success was obtained in 32 patients (84.2%). Early secondary procedures were performed in 4 patients (11%). Cerebrovascular complications were diagnosed in 6 patients (16%), including 4 TIA, 1 stroke and 1 sub-arachnoid hemorrhage. The median follow up was 12 months. During follow-up, no aneurysm related death was depicted. Secondary procedures during follow-up were performed in 3 patients (7.9%), including one conversion to open surgery.

We compared the first ten patients (Early Experience, [EE]) with the subsequent 28 patients. Intra operative complications and secondary procedures were significantly higher in EE. While not statistically significant, the early mortality was higher in EE (30% versus 7%, $p = 0.066$). EE, ascending aorta diameter > 38 and age > 70 were all found to be significant predictors of higher rates of early mortality and neurologic complications.

Conclusions: This preliminary study confirms the feasibility and safety of the endovascular repair of arch aneurysms in selected patients who may not have other conventional options.

Key words: aorta, aneurysm, stents, arch, stent-graft

Clinical Trial Registration Information: Thoracic IDE NCT00583817, FDA IDE# 000101

AUTEUR : SPEAR Rafaëlle

Date de Soutenance : 25 NOVEMBRE 2013

Titre de la Thèse : *Expérience initiale des endoprothèses branchées de la crosse aortique*

Thèse - Médecine - Lille 2013

Cadre de classement : *DES Chirurgie Générale - DESC Chirurgie Vasculaire*

Mots-clés : aorte, anévrisme, endoprothèse, crosse, stent

Résumé :

Contexte : Le remplacement de la crosse aortique est le traitement chirurgical de référence des anévrysmes de la crosse aortique mais la morbidité associée reste élevée. Les traitements hybrides n'ont pas réduit cette morbidité. Fort de l'expérience endovasculaire acquise dans la prise en charge des anévrysmes thoracoabdominaux, une endoprothèse branchée de la crosse est proposée pour le traitement de ces anévrysmes. Nous présentons l'expérience précoce mondiale du traitement exclusivement endovasculaire des anévrysmes de la crosse aortique chez des patients récusés pour une chirurgie conventionnelle.

Matériels et Méthodes: Trente-huit patients traités pour des anévrysmes de la crosse par la nouvelle endoprothèse branchée de la crosse, dont les deux branches internes permettent la revascularisation des troncs supra aortiques, ont été inclus dans cette étude multicentrique rétrospective. Les complications post opératoires ont été analysées dans la population totale et comparativement entre les 10 premiers patients traités (groupe expérience initiale (EI)) et les 28 suivants, et entre les patients répondant ou non aux critères d'inclusion.

Résultats : Les patients âgés en moyenne de 70,5 ans avaient un risque opératoire élevé (89,5% avaient un score ASA de 3 ou 4). Le taux de mortalité précoce était de 13% (5/38) et le succès technique de 84,2% (32/38). Les complications neurologiques sont survenues chez 6 patients (16%) dont 4 accidents ischémiques transitoires, 1 accident ischémique constitué et 1 hémorragie méningée. Après une durée de suivi moyenne de 12 mois, aucun décès n'était lié à l'anévrisme. Trois patients nécessitaient une reprise tardive (7,9%) dont une conversion. L'analyse comparative de l'EI à celle de l'expérience secondaire montrait un taux significativement plus élevé de complications et de reprises chirurgicales dans l'EI. Le taux de mortalité précoce tendait à être plus élevé dans le groupe EI (30% vs 7%, p=0,066). L'EI, un diamètre aortique proximal supérieur à 38 mm, un âge supérieur à 70 ans et les patients en dehors des critères d'inclusion étaient significativement associés à une augmentation de la mortalité précoce et des complications neurologiques.

Conclusions : La faisabilité du traitement par endoprothèse branchée de la crosse dans les anévrysmes de l'arche aortique est confirmée par cette analyse préliminaire chez des patients bien sélectionnés et n'ayant pas d'autres alternatives thérapeutiques envisageables.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Alain Prat

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Stéphan Haulon

Monsieur le Professeur André Vincentelli

Monsieur le Docteur Mohamad Koussa

Madame le Docteur Blandine Maurel

Adresse de l'auteur :

