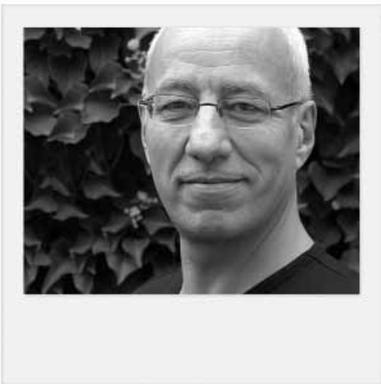


# Chirurgie de la crosse de l'aorte : conventionnelle, endoluminale ou hybride ? Une stratégie à la carte



→ **J.P. BECQUEMIN, M. KIRSCH,  
L. CANAUD, H. KOBEITER**  
Pôle Médico-Chirurgical Cardiaque  
et Vasculaire,  
Département d'Imagerie Médicale  
Hôpital Henri Mondor, CRETEIL.

**RÉSUMÉ** : La pathologie de la crosse aortique comprend principalement les anévrismes, les dissections et les ruptures traumatiques de l'isthme. Longtemps traités par chirurgie ouverte, le développement des techniques endovasculaires a modifié considérablement les approches thérapeutiques.

La crosse de l'aorte pose des difficultés techniques et technologiques plus importantes en raison des angulations, de la naissance des troncs supra-aortiques et de la proximité des valves aortiques.

L'amélioration spectaculaire de l'imagerie et en particulier la disponibilité des scanners multibarrette permet une analyse précise de l'anatomie aortique. Une reconstruction informatique permet de choisir la meilleure stratégie et de proposer un traitement individualisé "à la carte". Selon la localisation de la pathologie à traiter, différentes options sont possibles.

La moindre agressivité des techniques endovasculaires autorise le traitement des patients à haut risque pour lesquels une technique ouverte est contre-indiquée.

Une bonne collaboration entre les radiologues vasculaires, les chirurgiens vasculaires et les chirurgiens cardiaques est indispensable pour optimiser les différents choix.

**L**a crosse de l'aorte, comme tout segment artériel, peut présenter de nombreuses altérations incluant avant tout les anévrismes (**fig. 1**) et les dissections, mais aussi des plaques thrombotiques et des ulcères. Ces pathologies sont de plus en plus fréquemment rencontrées en raison du vieillissement de la population, d'une amélioration des moyens de dépistage, mais également d'une augmentation de l'incidence réelle. Un dépistage systématique sur l'ensemble de la population suédoise réalisé entre 1987 à 2002 a montré que l'incidence annuelle des anévrismes thoraciques ou des dissections s'est accrue pour les hommes de  $10,7/10^5$  à  $16,3/10^5$  (+52 %) nouveaux cas par an

et pour les femmes de  $7,1/10^5$  à  $9,1/10^5$  (+28 %).

L'histoire naturelle, bien connue pour les dissections, est moins bien établie pour les anévrismes. Pour les dissections aiguës, il est démontré que la chirurgie améliore la survie pour les dissections de types A (porte d'entrée en amont de la sous-clavière gauche) et qu'un traitement conservateur est préférable pour les dissections de type B non compliquées (porte d'entrée en aval de la sous-clavière gauche). Pour les dissections chroniques, une augmentation du diamètre aortique ou une récurrence est une indication opératoire. Pour les anévrismes, on ne dispose pas d'étude longitudinale, mais il est admis qu'un dia-



FIG. 1A : Radiographie du thorax montrant une volumineuse opacité du médiastin supérieur.

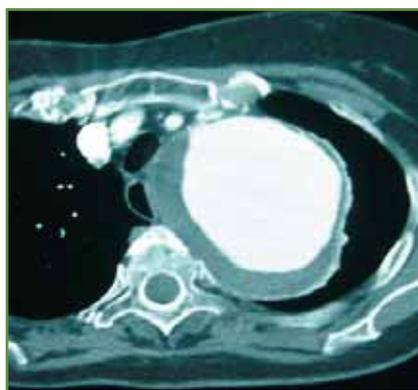


FIG. 1B : Examen tomодensitométrique du même patient montrant un anévrisme du dôme de la crosse aortique.

mètre supérieur à 50 mm de l'aorte ascendante ou horizontale représente une menace suffisamment sérieuse

pour envisager une réparation préventive. Les indications opératoires doivent bien sûr tenir compte du risque de décès que fait courir l'intervention.

Ces orientations thérapeutiques générales sont actuellement en pleine mutation du fait d'une meilleure évaluation de la nature et de l'extension du processus pathologique par les nouvelles techniques d'imagerie et du fait des apports des techniques endovasculaires. Ces dernières sont actuellement utilisées en première intention pour les anévrismes de l'aorte abdominale et de l'aorte thoracique descendante avec une réduction notable des complications postopératoires comparativement à la chirurgie ouverte. **Du fait de sa spécificité anatomique, la crosse de l'aorte représente un défi majeur pour les techniques endoluminales.** Cependant, la compréhension des problèmes a conduit à des solutions techniques et technologiques que nous exposons dans cette mise au point après un rappel des techniques conventionnelles.

### Spécificité de la crosse aortique

La particularité de la crosse aortique provient de sa situation anatomique d'avant

en arrière et de droite à gauche dans le médiastin supérieur, de la naissance des artères à destinée cérébrale et de la proximité des valves aortiques et du ventricule gauche. Par ailleurs, les variations anatomiques de naissance des troncs supra-aortiques et des angulations entre les différents segments de la crosse sont fréquentes. Enfin, le processus pathologique peut être limité à un segment de l'aorte ou à plusieurs, voire s'étendre à l'aorte descendante. La **figure 2** montre la classification des différents segments aortiques permettant d'établir une stratégie adéquate. Les gestes de réparation, qu'ils soient par chirurgie conventionnelle ou par techniques endoluminales, doivent impérativement prendre en compte ces spécificités.

### Imagerie moderne

Si l'échographie transthoracique permet la détection des anomalies de l'aorte ascendante et la mesure des diamètres, elle n'est pas suffisamment performante pour le dépistage des anévrismes de l'aorte horizontale, ni à plus forte raison pour le bilan d'extension.

Les scanners multibarrettes permettent un bilan très performant. Après acquisition de coupes infracentimétri-



FIG. 2 : A : Classification d'Hishimura pour les zones d'ancrage des endoprothèses en fonction de la naissance des troncs supra-aortiques. B : Examen tomодensitométrique montrant un anévrisme sacciforme appendu à la crosse aortique (ancrage possible en zone 1). C : Examen tomодensitométrique montrant un anévrisme de l'aorte descendante proximale et une dilatation de la crosse (ancrage zone 1 ou 2).



**Fig. 3 :** **A :** Examen tomодensitométrique avec reconstruction montrant un anévrisme de la jonction aorte horizontale aorte descendante (ancrage zone 1). **B :** Examen tomодensitométrique avec reconstruction du même patient : aspect postopératoire après déroutage des troncs supra-aortiques par sternotomie et mise en place d'une endoprothèse.

ques, les logiciels informatiques permettent une reconstruction en trois dimensions et des incidences multiples. L'aspect visuel, outre son caractère graphique, permet une bonne compréhension de l'anatomie et l'anticipation d'éventuelles difficultés (**fig. 3**). Les mesures des diamètres et de longueurs à l'aide d'un *center-line* qui compense les erreurs de parallaxe sont très précises et permettent de choisir les endoprothèses les plus adéquates. Ces mesures sont d'autant plus importantes que l'on doit utiliser des prothèses adaptées à chaque cas, avec éventuellement des diamètres progressifs ou dégressifs. L'industrie met actuellement à la disposition des cliniciens une gamme pratiquement illimitée de prothèses permettant de répondre à la majorité des cas. En cas de besoin spécifique, des prothèses sur mesure peuvent être réalisées.

Les reconstructions informatiques permettent également une analyse endoluminale par angioscopie virtuelle, très utile pour la détermination des portes d'entrée des dissections ou la mesure des distances entre le début du processus pathologique et les troncs supra-aortiques. La collabora-

tion entre les chirurgiens et les radiologues est essentielle pour cette phase critique de l'analyse de l'imagerie. De même, l'accès libéral à la console de reconstruction et l'utilisation par les chirurgiens des logiciels de reconstruction sont importants pour le succès de l'intervention.

### Les techniques de réparation

#### 1. Le remplacement direct de la crosse de l'aorte

Le remplacement chirurgical d'une portion ou de la totalité de la crosse aortique nécessite l'interruption temporaire de la perfusion aortique distale. Pour prévenir les complications ischémiques, en particulier cérébrales, il existe différentes options : la dérivation temporaire par shunt (Denton Cooley, 1955), la mise en place d'une circulation extracorporelle (Michael De Bakey, 1957) et enfin l'hypothermie profonde entre 15° et 18 °C (Randall Griep, 1975). Cette dernière technique réduit les besoins métaboliques des organes et permet d'effectuer un arrêt circulatoire total. La crosse aortique peut ainsi être rem-

placée dans un champ opératoire parfaitement exsangue. Toutefois, la durée de l'arrêt circulatoire doit, dans la mesure du possible, ne pas dépasser 45 minutes. La combinaison des trois techniques, circulation extracorporelle, perfusion des troncs supra-aortiques et hypothermie profonde, s'avère la méthode la plus fiable actuellement [1-3] et est utilisée en routine par notre équipe.

L'abord chirurgical de la crosse aortique peut être difficile compte tenu des éléments anatomiques exposés précédemment. Les résultats sont bien évidemment fonction de l'étendue de l'acte opératoire et donc de la voie d'abord. Par sternotomie, on peut trai-

### POINTS FORTS

Anévrismes, dissection et ruptures sont des affections au pronostic spontané redoutable.

L'imagerie par scanner multi-barrette permet une excellente analyse de la nature et de l'étendue des lésions.

La chirurgie ouverte avec circulation extracorporelle reste pour l'instant obligatoire pour la pathologie de l'aorte ascendante.

Des prothèses hybrides comportant une prothèse standard et une endoprothèse représentent un progrès majeur pour le traitement des lésions étendues de la crosse à l'aorte descendante.

Les endoprothèses spécialement conçues pour l'aorte thoracique, avec le déroutage préalable des troncs supra-aortiques par voie cervicale ou par sternotomie, sont utilisées pour la pathologie de l'aorte horizontale distale.

ter les lésions qui ne s'étendent pas au-delà de l'isthme. Le **tableau I** montre les résultats des principales séries de remplacement de la crosse rapportées dans la littérature entre 1994 et 2004.

Les lésions de la crosse débutant après la carotide primitive gauche ou de l'aorte thoracique descendante nécessitent une thoracotomie postérolatérale gauche. Les lésions plus extensives qui atteignent l'aorte ascendante, la crosse et qui s'étendent sur l'aorte thoracique descendante représentent une difficulté chirurgicale majeure. Le remplacement total de l'aorte thoracique en un temps est source de complications hémorragiques, respiratoires et fonctionnelles qui limitent la diffusion de cette technique [4].

On préfère actuellement la technique décrite en 1983 par C. Borst, appelée la technique de la trompe d'éléphant (**fig. 4**). Dans un premier temps, sous arrêt circulatoire et perfusion cérébrale, la crosse aortique est ouverte jusqu'à l'isthme et une prothèse en Dacron est introduite de manière antérograde dans l'aorte thoracique descendante. L'extrémité distale de cette prothèse flotte librement dans la lumière aortique. La portion moyenne de la prothèse est suturée à l'isthme

Auteurs/année	Nombre de patients	Mortalité hospitalière (%)	AVC (%)	AIT (%)
Kazui, 1992	32	3 (9,4)	-	na
Tabayashi, 1994	36	10 (27,8)	4 (11,1)	na
Coselli, 1995	227	14 (6,17)	7 (3,1)	na
Hayashi, 1997	128	36 (28,1)	15 (11,7)	na
Westaby, 1998	18	1 (5,6)	-	1 (5,6)
Okita, 1999	246	50 (20)	26 (10,6)	na
Westaby, 1999	61	4 (6,6)	7 (11,5)	4 (6,6)
Kazui, 2000	220	28 (12,7)	7 (3,2)	13 (6)
Kazui, 2001	50	1 (2)	2 (4)	2 (4)
Czerny, 2003	369	42 (11,4)	18 (4,9)	58 (15,7)
Matalanis, 2003	62	5 (8)	4 (6,5)	5 (8,1)
Numata, 2003	120	7 (5,8)	1 (0,8)	7 (5,8)
Ueda, 2003	103	12 (11,7)	9 (8,7)	7 (6,8)
Shimazaki, 2004	39	2 (5)	1 (2,6)	2 (5,1)
Strauch, 2004	284	13 (4,6)	13 (4,6)	16 (9,2)
<b>Total</b>	<b>1995</b>	<b>228 (11,4)</b>	<b>114 (5,7)</b>	<b>125 (9,4)</b>

TABLEAU I : Résultats des séries publiées [3, 10-17].

aortique et sa portion proximale permet de remplacer la crosse aortique. Les troncs supra-aortiques sont réimplantés par l'intermédiaire d'une palette ou par des pontages séparés. En fonction des lésions, l'aorte ascendante, voire la racine aortique (incluant la valve aortique et les coronaires), peuvent être réparées. Le deuxième temps est effectué par tho-

racotomie postérolatérale gauche, l'extrémité distale de la prothèse en Dacron précédemment introduite dans la lumière aortique est récupérée et est utilisée pour remplacer l'aorte thoracique descendante.

Le rationnel de cette stratégie est de diluer l'agression chirurgicale sur deux opérations au lieu d'une seule. L'artifice de la trompe d'éléphant facilite le contrôle chirurgical de la portion distale de la crosse aortique lors de la deuxième opération. Cette approche chirurgicale constitue actuellement la technique de référence pour le traitement ouvert des lésions extensives de l'aorte thoracique. Toutefois, la mortalité de ces gestes reste importante, de l'ordre de 17 % pour les deux interventions. D'autre part, la lésion anévrysmale de l'aorte thoracique descendante n'étant pas complètement exclue après le premier temps opératoire, le patient est exposé à un risque de rupture aortique dans l'intervalle entre les deux inter-

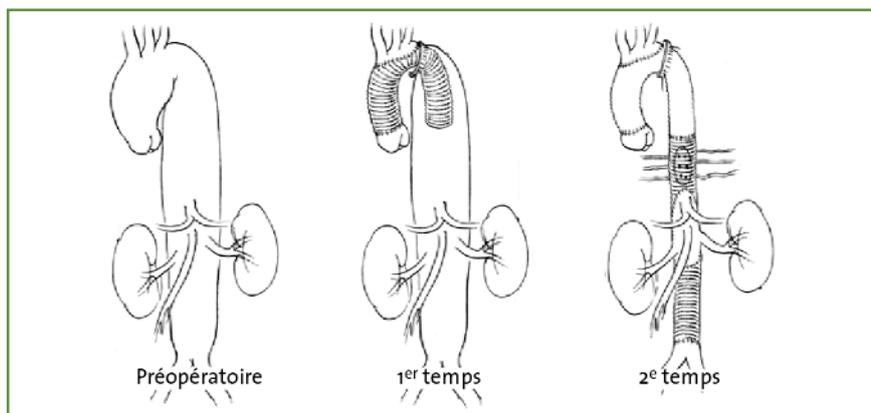


FIG. 4 : Schéma de la technique dite de la trompe d'éléphant pour les anévrysmes intéressant la totalité de l'aorte thoracique.

ventions. Cet intervalle varie de 4 à 6 semaines et la mortalité durant cette période peut atteindre les 16 % [2].

## 2. Le remplacement direct proximal et endovasculaire distal

Il peut être effectué en deux temps ou en un temps :

- **En deux temps** : dans cette option, le deuxième temps opératoire est effectué par voie endovasculaire, évitant une deuxième intervention majeure. Après cathétérisme par voie fémorale rétrograde du segment prothétique distal de la trompe d'éléphant, une endoprothèse est mise en place pour exclure la portion anévrysmale de l'aorte thoracique descendante. La mortalité est largement réduite (environ 5 %) ainsi que le taux de paraplogie [5]. Toutefois, le patient reste toujours exposé aux risques de complications aortiques dans l'intervalle de temps qui sépare les deux procédures.

- **En un temps** : dans l'objectif de traiter les lésions extensives de l'aorte thoracique en un seul temps, des prothèses hybrides ont été développées (open-Evita, JOTEC GmbH, Hechingen). Cette prothèse comprend un segment proximal en Dacron et un segment distal comportant une endoprothèse couverte (**fig. 5 et 6**). Comme pour la technique de la trompe d'éléphant conventionnelle, le segment pathologique de la crosse aortique est réséqué sous arrêt



FIG. 5 : Photographie de la prothèse open-Evita.

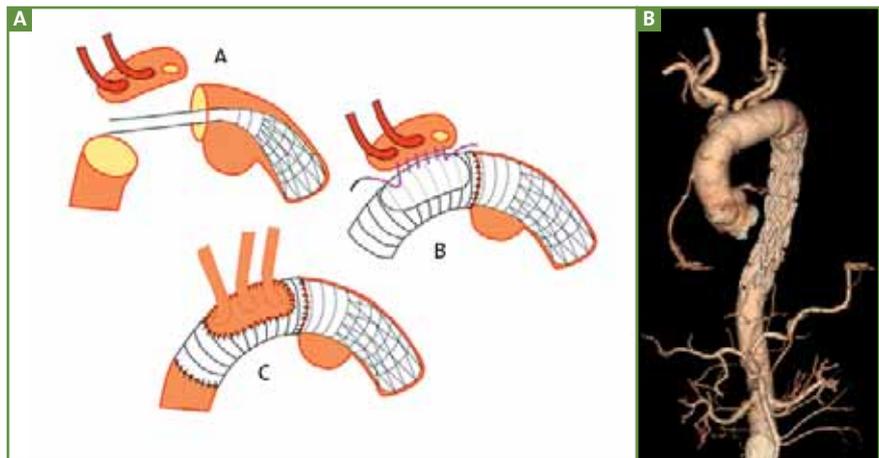


FIG. 6 : **A** : Schéma de l'implantation de la prothèse open-Evita. **B** : Examen tomodensitométrique avec reconstruction 3D postopératoire d'un patient traité par une prothèse open-Evita.

circulatoire jusqu'à l'isthme aortique. L'endoprothèse couverte est alors introduite et larguée par voie antérograde dans l'aorte thoracique descendante. L'extrémité proximale est suturée à l'isthme aortique et la prothèse tubulaire en Dacron est utilisée pour remplacer la crosse aortique, avec réimplantation en palette des troncs supra-aortiques. Cette technique est récente et l'expérience accumulée est encore restreinte. Les résultats colligés dans la littérature permettent d'estimer la mortalité hospitalière à 7 % et l'incidence de paraplogie postopératoire à 3 % [5]. L'expérience récente de 5 cas très complexes que nous avons opérés à l'Hôpital Henri Mondor en utilisant cette prothèse est très prometteuse.

## 3. Le traitement endoluminal de la crosse aortique et le déroutage des troncs supra-aortiques

Contrairement à l'aorte thoraco-abdominale où des prothèses fenêtrées et branchées permettent la perfusion des branches collatérales importantes de l'aorte à partir de l'endoprothèse tubulaire aortique, la complexité de l'anatomie de la crosse limite pour l'instant une solution endovasculaire pure à quelques cas cliniques [6]. Il est

donc obligatoire de préserver les troncs supra-aortiques par une chirurgie de déroutage de ces derniers. En fonction de l'étendue des lésions et plus particulièrement de l'extension proximale, plusieurs procédés sont possibles. Très schématiquement, si la distance entre le tronc artériel brachiocéphalique et la carotide gauche est suffisante, les déroutages se font par voie cervicale (**fig. 7**).

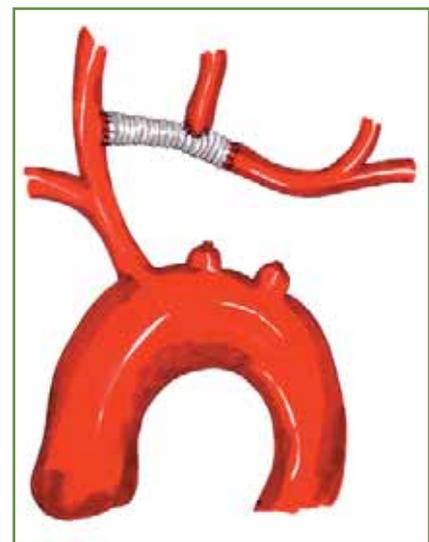


FIG. 7 : Schéma d'un pontage intercarotidien pour étendre la zone d'ancrage proximale d'une zone 4 à une zone 1.

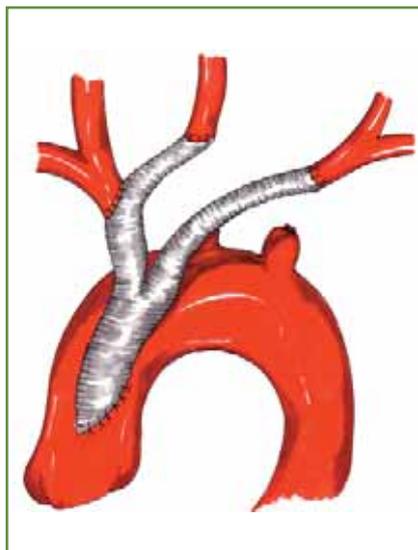


FIG. 8 : Schéma d'un pontage aorte ascendante troncs supra-aortiques pour étendre la zone d'ancrage proximale d'une zone 2 ou 3 à une zone 0.

Lorsque cette distance est insuffisante, une sternotomie est nécessaire (fig. 8). Une fois le déroutage effectué, l'endoprothèse aortique (fig. 9) est montée par voie fémorale et placée en bonne position sous double contrôle radiographique et échographique (fig. 10).

Bien que moins agressives, ces techniques présentent des complications propres. Le **tableau II** collige les principales séries publiées. Ces chiffres font apparaître une réduction de 50 % de la

Auteurs/année	Nombre de patients	Mortalité hospitalière (%)	AVC (%)	Endofuite (%)	Migration (%)	Conversion chirurgicale (%)
Buth, 1998	1	-	-	-	-	-
Criado, 2002	8	-	-	-	-	-
Dietl, 2003	2	-	-	-	-	-
Nitta, 2003	1	-	-	-	-	-
Schumacher, 2003	8	1 (12,5)	-	1 (12,5)	-	-
Czerny, 2004	5	-	-	-	-	-
Akasaka, 2005	12	-	1 (8,3)	-	-	-
Melissano, 2005	30	2 (6,7)	2 (6,7)	3 (10)	1 (3,3)	1 (3,3)
Alhan, 2006	1	-	-	-	-	-
Bergeron, 2006	25	2 (8)	2 (8)	3 (12)	-	-
Czerny, 2006	11	-	-	-	-	-
Gottardi, 2006	1	-	-	-	-	-
Matalanis, 2006	1	-	-	-	-	-
Saleh, 2006	15	-	-	-	-	-
Zhou, 2006	16	1	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>137</b>	<b>6 (4,4)</b>	<b>5 (3,6)</b>	<b>7 (5,1)</b>	<b>1 (0,7)</b>	<b>1 (0,7)</b>

TABLEAU II : Complications relevées dans les séries publiées [18-32].

mortalité postopératoire, avec cependant un taux de complications neurologiques inchangé. A Henri Mondor, nous avons traité par voie endovasculaire 45 patients ayant une pathologie chirurgicale de la crosse aortique, le plus souvent des anévrysmes. La plupart de ces malades avaient un risque opératoire trop élevé pour une chirurgie conventionnelle. 60 % de ces cas ont été opérés en urgence et 50 %

avaient été récusés pour un remplacement total. La mortalité a été de 20 %, avec un taux d'accident vasculaire cérébral de 16 % pour l'ensemble de la série. Pour les patients traités à froid, la mortalité a été de 5 % et le taux d'accidents neurologiques également de 5 %.

#### 4. Les innovations récentes

##### ● La fenestration *in situ*

Cette technique ne s'applique actuellement que pour éviter la couverture de l'artère sous-clavière gauche. Elle ne s'applique donc que pour les anévrysmes et dissections dont le processus proximal débute soit en aval immédiat de la sous-clavière, soit en aval de la carotide gauche. Dans un premier temps, l'endoprothèse thoracique est mise en place puis, par voie humérale gauche, un guide avec une extrémité coupante perce la prothèse d'un orifice de quelques millimètres. Un stent couvert est ensuite mis en

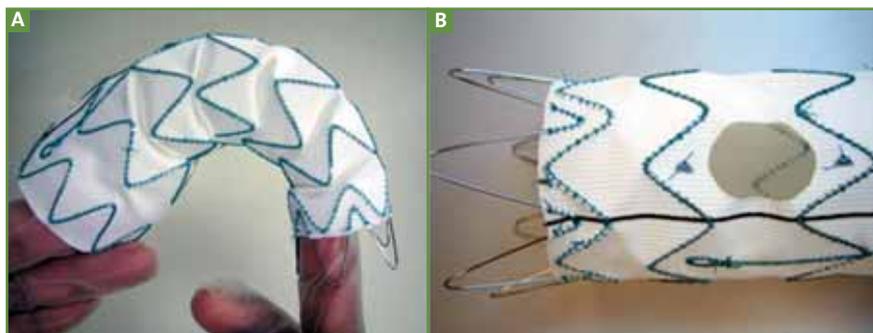
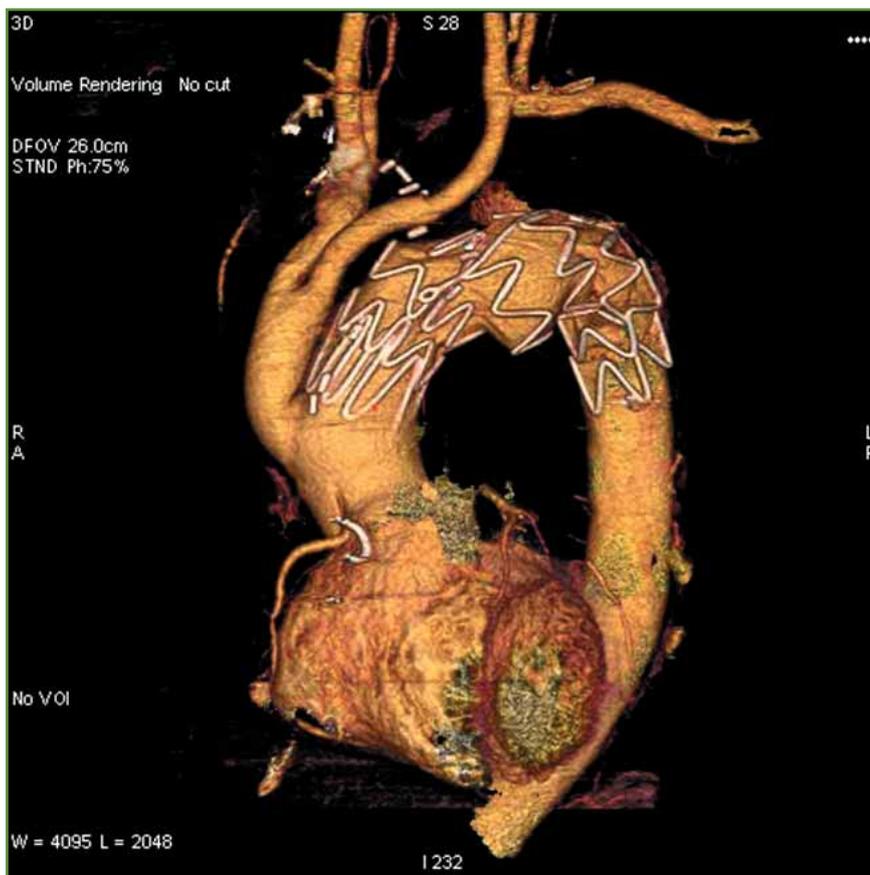


FIG. 9 : A : Endoprothèse Talent de la société Medtronic avec la flexibilité conçue pour l'arche aortique. B : Endoprothèse Relay de la société Bolton avec des orifices latéraux pour la sous-clavière gauche.



**Fig. 10 :** Examen tomodensitométrique avec reconstruction 3D postopératoire d'un patient traité par un déroutage des troncs supra-aortiques par sternotomie et d'une mise en place d'une endoprothèse dans la crosse aortique.

place depuis l'endoprothèse à la sous-clavière gauche [7].

La technique dite de la cheminée est effectuée en combinaison avec un déroutage des troncs supra-aortiques par voie cervicale. Par voie cervicale et carotidienne gauche, un stent couvert est introduit dans la crosse. Puis, un stent couvert thoracique est monté par voie fémorale. Les deux stents sont en parallèle assurant la perfusion des troncs supra-aortiques et de l'aorte [8].

● **Les endoprothèses bifurquées**

>>> **Concept Cook :** après mise en place de la prothèse bifurquée depuis

la carotide gauche, l'endoprothèse thoracique est montée par voie cervicale. Théoriquement, le risque d'endofuite est inférieur avec ce procédé. Les principales limites de cette technique sont le coût et le délai de fabrication de 3 à 4 mois [9].

>>> **Concept Gore :** la prothèse thoracique comporte un chenal latéral qui permet le cathétérisme de l'artère à préserver, puis la mise en place d'une seconde endoprothèse latérale.

**Conclusion**

Les anévrysmes et dissections de la crosse de l'aorte sont des affections

au pronostic spontané redoutable. Les nombreux progrès réalisés dans l'imagerie préopératoire, les techniques opératoires conventionnelles et les approches endovasculaires ouvrent des perspectives particulièrement intéressantes. La moindre agressivité des techniques endoluminales permet d'offrir une option thérapeutique radicale chez des patients présentant des comorbidités sévères qui ont été récusés pour une chirurgie traditionnelle.

La combinaison des techniques ouvertes et endovasculaires permet des stratégies mieux adaptées aux lésions tout en étant moins lourdes pour le patient. A l'évidence, la grande variabilité des lésions et la complexité des solutions requièrent des compétences multiples.

Notre groupe qui maîtrise l'ensemble de ces techniques a formalisé des discussions pluridisciplinaires de ces patients en incluant les cardiologues, les chirurgiens cardiaques, les chirurgiens vasculaires, les radiologues vasculaires ainsi que l'équipe anesthésique.

Très schématiquement, les pathologies chirurgicales de la crosse de l'aorte relèvent d'une stratégie à la carte : une chirurgie de remplacement directe est choisie lorsque l'aorte ascendante (zone 0) est pathologique, un remplacement de la crosse et trompe d'éléphant endoprothétique lorsque la crosse et l'aorte descendante est pathologique (zones 0, 1, 2, 3 et 4), une endoprothèse thoracique avec transplantation par voie cervicale des troncs supra-aortiques pour les lésions en aval du TABC (zone 2 isolée ou associée aux zones 3 et 4), une endoprothèse thoracique avec transplantation par sternotomie des troncs supra-aortiques pour les lésions proche du TABC (zone 1 isolée ou associée aux zones 2, 3 et 4).

### Bibliographie

- ESTRERA AL, MILLER CC, III, LEE TY *et al.* Ascending and transverse aortic arch repair: the impact of retrograde cerebral perfusion. *Circulation*, 2008; 118: S160-S166.
- SAFI HJ, MILLER CC, III, ESTRERA AL *et al.* Optimization of aortic arch replacement: two-stage approach. *Ann Thorac Surg*, 2007; 83: S815-S818.
- MATALANIS G, HATA M, BUXTON BF. A retrospective comparative study of deep hypothermic circulatory arrest, retrograde, and antegrade cerebral perfusion in aortic arch surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2003; 9: 174-9.
- KOUCHOUKOS NT, MASETTI P, MAUNEY MC *et al.* One-stage repair of extensive chronic aortic dissection using the arch-first technique and bilateral anterior thoracotomy. *Ann Thorac Surg*, 2008; 86: 1502-9.
- KARCK M, KAMIYA H. Progress of the treatment for extended aortic aneurysms; is the frozen elephant trunk technique the next standard in the treatment of complex aortic disease including the arch? *Eur J Cardiothorac Surg*, 2008; 33: 1007-13.
- INOUE K, HOSOKAWA H, IWASE T *et al.* Aortic arch reconstruction by transluminally placed endovascular branched stent graft. *Circulation*, 1999; 100: II316-II321.
- MCWILLIAMS RG, MURPHY M, HARTLEY D *et al.* In situ stent-graft fenestration to preserve the left subclavian artery. *J Endovasc Ther*, 2004; 11: 170-4.
- OHRLANDER T, SONESSON B, IVANCEV K *et al.* The chimney graft: a technique for preserving or rescuing aortic branch vessels in stent-graft sealing zones. *J Endovasc Ther*, 2008; 15: 427-32.
- CHUTER TA, SCHNEIDER DB, REILLY LM *et al.* Modular branched stent graft for endovascular repair of aortic arch aneurysm and dissection. *J Vasc Surg*, 2003; 38: 859-63.
- KAZUI T, KIMURA N, YAMADA O *et al.* Surgical outcome of aortic arch aneurysms using selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg*, 1994; 57: 904-11.
- TABAYASHI K, OHMI M, TOGO T *et al.* Aortic arch aneurysm repair using selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg*, 1994; 57: 1305-10.
- COSELLI JS, BUKET S, DJUKANOVIC B. Aortic arch operation: current treatment and results. *Ann Thorac Surg*, 1995; 59: 19-26.
- WESTABY S, KATSUMATA T. Proximal aortic perfusion for complex arch and descending aortic disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1998; 115: 162-7.
- OKITA Y, ANDO M, MINATOYA K *et al.* Predictive factors for mortality and cerebral complications in arteriosclerotic aneurysm of the aortic arch. *Ann Thorac Surg*, 1999; 67: 72-8.
- KAZUI T, WASHIYAMA N, MUHAMMAD BA *et al.* Total arch replacement using aortic arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg*, 2000; 70: 3-8.
- CZERNY M, FLECK T, ZIMPFER D *et al.* Risk factors of mortality and permanent neurologic injury in patients undergoing ascending aortic and arch repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003; 126: 1296-301.
- UEDA T, SHIMIZU H, HASHIZUME K *et al.* Mortality and morbidity after total arch replacement using a branched arch graft with selective antegrade cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg*, 2003; 76: 1951-6.
- BUTH J, PENN O, TIELBEEK A *et al.* Combined approach to stent-graft treatment of an aortic arch aneurysm. *J Endovasc Surg*, 1998; 5: 329-32.
- CRiado FJ, CLARK NS, BARNATAN MF. Stent graft repair in the aortic arch and descending thoracic aorta: a 4-year experience. *J Vasc Surg*, 2002; 36: 1121-8.
- DIETL CA, KASIRAJAN K, PETT SB *et al.* Off-pump management of aortic arch aneurysm by using an endovascular thoracic stent graft. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003; 126: 1181-3.
- NITTA Y, TSURU Y, YAMAYA K, AKASAKA J *et al.* Endovascular flexible stent grafting with arch vessel bypass for a case of aortic arch aneurysm. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2003; 126: 1186-8.
- SCHUMACHER H, BOCKLER D, BARDENHEUER H *et al.* Endovascular aortic arch reconstruction with supra-aortic transposition for symptomatic contained rupture and dissection: early experience in 8 high-risk patients. *J Endovasc Ther*, 2003; 10: 1066-74.
- AKASAKA J, TABAYASHI K, SAIKI Y *et al.* Stent grafting technique using Matsui-Kitamura (MK) stent for patients with aortic arch aneurysm. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2005; 27: 649-53.
- MELISSANO G, CIVILINI E, BERTOGGIO L *et al.* Endovascular treatment of aortic arch aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2005; 29: 131-8.
- BERGERON P, MANGIALARDI N, COSTA P *et al.* Great vessel management for endovascular exclusion of aortic arch aneurysms and dissections. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2006; 32: 38-45.
- CZERNY M, GOTTARDI R, ZIMPFER D *et al.* Transposition of the supraaortic branches for extended endovascular arch repair. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2006; 29: 709-13.
- GOTTARDI R, LAMMER J, GRIMM M *et al.* Entire rerouting of the supraaortic branches for endovascular stent-graft placement of an aortic arch aneurysm. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2006; 29: 258-60.
- MATALANIS G, DURAIRAJ M, BROOKS M. *et al.* A hybrid technique of aortic arch branch transposition and antegrade stent graft deployment for complete arch repair without cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2006; 29: 611-2.
- SALEH HM, INGLESE L. Combined surgical and endovascular treatment of aortic arch aneurysms. *J Vasc Surg*, 2006; 44: 460-6.
- ZHOU W, REARDON M, PEDEN EK *et al.* Hybrid approach to complex thoracic aortic aneurysms in high-risk patients: surgical challenges and clinical outcomes. *J Vasc Surg*, 2006; 44: 688-93.
- ALHAN C, SENAY S, EVRENKAYA S *et al.* Hybrid treatment of ascending aortic pseudoaneurysm: endovascular stent-graft placement and extraanatomic reconstruction without sternotomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2007; 33: 306-8.
- CZERNY M, GOTTARDI R, ZIMPFER D *et al.* Mid-term results of supraaortic transpositions for extended endovascular repair of aortic arch pathologies. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2007; 31: 623-27.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflit d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.