

Le traitement des anévrismes aortiques thoraco-abdominaux par stents multicouches

Thoracoabdominal aortic aneurysm treatment with multilayer stent

MN Bouayed, LA Bouziane, M Zelmat, A Sekkal, SA Benaroussi

Service de chirurgie vasculaire à l'Établissement Hospitalo-Universitaire d'Oran, Algérie.

Mots clés

- ◆ Anévrismes de l'aorte thoraco-abdominale
- ◆ Modulateur de flux multicouche
- ◆ Stents multicouches
- ◆ Endoprothèses branchées et fenêtrées
- ◆ Technique hybride

Résumé

Objectif. Les anévrismes de l'aorte thoraco-abdominale (AATA) sont des pathologies complexes et de traitement difficile d'autant qu'il s'adresse à des patients fragiles.

C'est en raison de la difficulté du traitement chirurgical et de la gravité de ses complications que le traitement endovasculaire ne cesse de se développer. Les stents multicouches peuvent-ils représenter une solution pour ce type d'anévrismes ?

Matériels et méthodes. À partir de Mars 2012, nous réalisons une étude mono centrique prospective. 31 patients ont été traités par des stents multicouches dont 13 cas pour des AATA, classés Crawford type I dans deux cas, type II dans trois cas, type III dans cinq cas et type IV dans trois cas. La série comporte neuf hommes et quatre femmes avec une moyenne d'âge de 68 ans (45ans - 81ans). Le diamètre moyen des anévrismes était de 71mm (51-110mm). La procédure a été réalisée sous anesthésie locorégionale dans huit cas, anesthésie locale dans un cas et générale dans quatre cas.

Résultats. Le succès technique initial est de 100 %. Il n'y a eu aucune paraplégie, aucun accident vasculaire cérébral et aucune ischémie mésentérique. Trois complications liées à la voie abord ont été traitées chirurgicalement avec succès. Deux patients ont eu une insuffisance rénale post opératoire, un parmi eux a été dialysé (7,4 %).

La mortalité à 30 jours sans rapport avec l'anévrisme était de 7.4 %. (Un cas d'infarctus du myocarde massif le lendemain de la procédure) et en rapport avec l'anévrisme de 0 %. Sur un suivi moyen de six mois (3 à 11mois) la mortalité sans rapport avec l'anévrisme était de 7,4 %(un décès) et en rapport avec l'anévrisme de 0 %.

La thrombose du sac anévrisimal était totale dans 33,33 % (4/12) cas. Il a diminué de diamètre dans 33,33 % des cas (4/12) et garde le même diamètre dans les autres cas. Les artères viscérales sont restées perméables dans 100 % des cas.

Conclusion. Les stents multicouches peuvent être une la solution pour les AATA, surtout chez des malades à haut risque chirurgical ou non éligibles aux endoprothèses couvertes d'autant que les résultats semblent encourageants.

Keywords

- ◆ Thoracoabdominal aortic aneurysm
- ◆ Multilayer flow modulator
- ◆ Multilayer stents
- ◆ Stent fenestrated and branched
- ◆ Hybrid surgery

Abstract

Purpose. Thoracoabdominal aortic aneurysms (TAAA) are complex diseases and treatment difficult as they are intended for frail patients

This is due to the difficulty of surgical treatment and the severity of the complications which causes endovascular treatment to grow. Can Multilayer stents represent a solution for this type of aneurysm?

Materials and Methods. From March 2012, we carry out a prospective study mono centric. 31 patients were treated with 13 multilayer stents for AATA, classified in 2 cases Crawford type I, type II in 3 cases, type III in 5 cases and type IV in 3 cases. The series consists of 9 men and 4 women with an average age of 68 years (45 years - 81 years old). The average diameter of the aneurysm was 71mm (51-110mm). The procedure was performed under local anesthesia in 8 cases, local anesthesia in 1 case and 4 cases in general.

Results. The initial technical success was 100%. There was no paraplegia, no stroke and no mesenteric ischemia. 3 access complications were treated surgically with success. 2 patients had renal failure; one of them was dialyzed (7.4%).

The 30-day mortality unrelated to the aneurysm was 7.4%. (a case of massive myocardial infarction after the procedure) and in relation to the aneurysm 0%. A mean follow-up of 6 months (3 to 11 months) mortality unrelated to the aneurysm was 7.4% (1 death) and in relation to the aneurysm 0%.

Thrombosis of the aneurysm sac was complete in 33.33% (4/12) cases. It decreased in diameter for 33.33% of cases (4/12) and keeps the same diameter in all other cases. Visceral arteries remained patent in 100% of cases.

Conclusion. Multilayer stents can be a solution for AATA, especially in patients at high surgical risk or unfit for covered stent. The results appear encouraging.

Correspondance :

Professeur Mohamed-Nadjib Bouayed

Chef de service de chirurgie vasculaire à l'Établissement Hospitalo-Universitaire d'Oran, Algérie.

Tel/fax : + 213 41 53 89 45. - E-mail : bouayed_mohamed@yahoo.fr

Disponible en ligne sur www.acad-chirurgie.fr

1634-0647 - © 2013 Académie nationale de chirurgie. Tous droits réservés.

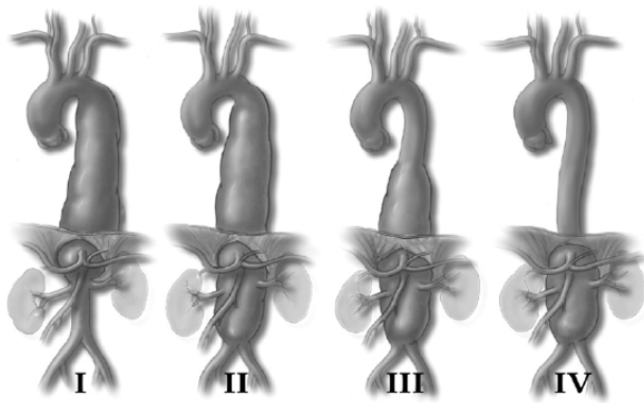


Figure.1 : classification de Crawford

Introduction

Un anévrisme thoraco-abdominal (AATA) se définit comme une dilatation continue des parois aortiques thoraciques et abdominales sans interposition de zones de calibre normal. Son traitement pose comme problème crucial la perméabilité et la revascularisation des artères médullaires et des artères viscérales.

De Bakey, en 1965, a été le premier à traiter un anévrisme thoraco-abdominal par une homogreffe (1). Le traitement de ce type d'anévrisme est l'un des plus difficiles sinon le plus difficile de la chirurgie vasculaire.

La prévalence de ces AATA ne cesse d'augmenter en raison des progrès réalisés dans le dépistage. 80 % de ces anévrismes sont d'origine dégénérative athéromateuse, 15 % compliquent une dissection aortique, les autres origines sont constituées par les maladies du tissu conjonctif comme la maladie de Marfan, les aortites inflammatoires comme la maladie de Takayasu, infectieuses comme la tuberculose et les traumatismes.

Le risque de ces anévrismes est bien sûr la rupture. Les indications opératoires généralement admises concernent les anévrismes dont le diamètre est en principe supérieur à 6 cm chez des patients avec un état général relativement bon et une espérance de vie acceptable. Ainsi une évaluation précise de l'état du patient par un bilan complet est nécessaire.

Le traitement de ces anévrismes peut être réalisé de manière totalement chirurgicale, totalement endovasculaire ou hybride. Tous ces anévrismes quel que soit leur type ou la modalité de leurs traitements, présentent le même problème, c'est celui de la préservation de la perméabilité des artères viscérales et médullaires.

Selon la classification de Crawford, les AATA sont classés en 4 types (Fig 1).

Le traitement chirurgical conventionnel impose une large voie d'abord : une thoraco-phréno-laparotomie ou une thoraco-phréno-lombotomie. Dans certains cas pour les anévrismes de type 4, une lombotomie peut suffire. Ce traitement nécessite un clampage aortique, une mise à plat greffe prothétique, une revascularisation des artères viscérales et parfois de certaines artères intercostales. Afin de diminuer le temps de l'ischémie viscérale, il est parfois nécessaire d'avoir recours à une perfusion sélective de ces artères viscérales.

C'est en raison de la difficulté du traitement chirurgical et de la gravité de ses complications que le traitement endovasculaire ne cesse de se développer et tend à supplanter la chirurgie conventionnelle. Le traitement endovasculaire peut être conduit de deux manières. La première est la technique hybride qui consiste en un pontage premier des artères viscérales et ligatures de leurs origines, suivie soit dans le même temps soit dans un second temps par la mise en place d'une endoprothèse couverte excluant la totalité de l'anévrisme. La deuxième manière est la technique totalement endovasculaire

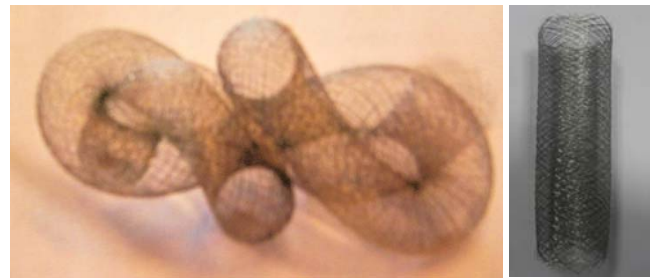


Figure 2 : Stent multicouche (MFM)

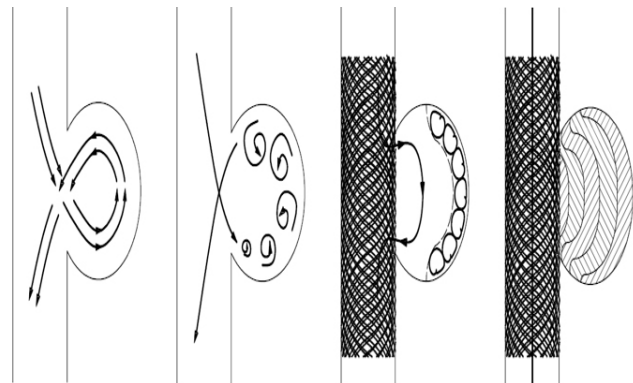


Figure 3: Concept du MFM dans un sac anévrismal sans collatérales (formation d'un thrombus organisé) source: Cardiatis

utilisant des endoprothèses fenêtrées et branchées (EBF) ou des stents multicouches appelés également les modulateurs de flux multicouches (MFM).

Le MFM est un stent auto-expansible. Il est constitué par de nombreux fils métalliques en alliage de cobalt, tressés en plusieurs couches interconnectées. Cette approche permet d'adapter le nombre de couche en fonction de l'artère à traiter, de sa morphologie, de sa pathologie, de sa taille et de sa localisation (Fig 2).

Ces MFM peuvent représenter une solution globale pour tous les anévrismes surtout ceux qui comportent une branche importante ou qui sont proches de branches importantes. Ainsi, sont-ils indiqués dans les anévrismes intracrâniens, les anévrismes périphériques et plus récemment dans les anévrismes aortiques.

Quel est le concept du MFM ?

Les études in vitro (2), in vivo (3) et les études informatisées ont montré qu'après la pose d'un MFM, se produit une diminution de la vitesse du vortex d'environ 88 % (4) dans les poches anévrismales au sein desquelles les flux turbulents se transforment en flux laminaires. Ces deux phénomènes aboutissent à une diminution des pressions dans l'anévrisme et donc à une réduction de la contrainte pariétale avec comme conséquence la protection des parois de l'anévrisme contre la rupture.

Dans les anévrismes sacciformes ou fusiformes sans collatérales, le flux sanguin est tourbillonnant à l'intérieur du sac. Après la mise en place d'un MFM, le flux est redirigé d'un sac sans collatérale vers la lumière aortique et la vitesse du vortex, c'est-à-dire des ondes tourbillonnantes, est réduite d'environ 90 %, favorisent à l'organisation d'un thrombus en plusieurs couches stables (ligne du Zahn) lesquelles vont à la longue entraîner une thrombose totale du sac (Fig 3).

Quand du sac anévrismal sort une collatérale, une artère rénale par exemple, le flux est redirigé vers la collatérale, il devient laminaire. Le sac n'étant plus soumis aux contraintes de la pression artérielle, aura tendance à se rétrécir par un effet Venturi (Fig 4). Le taux de rétraction du sac dépend du calibre de la collatérale et de la rigidité des parois anévrismales. Au bout d'un délai variable, la rétraction sera com-

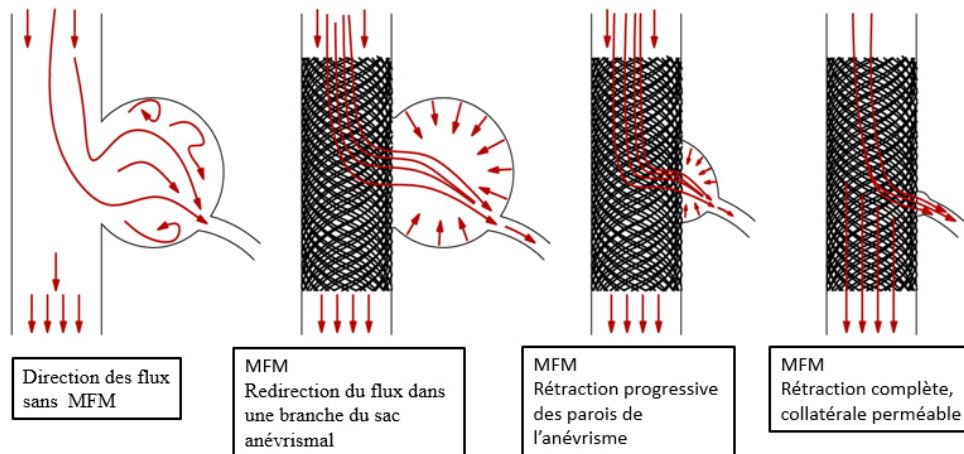


Figure 4: Concept du MFM dans un sac anévrismal avec une collatérale. Source Cardiatis

plète autour de la collatérale qui restera perméable. De plus les études in vivo (3) ont montré la préservation de la perméabilité des branches sur lesquelles est déployé le MFM dont l'endothélialisation s'arrête au bord des collatérales.

Matériels et méthodes

À partir de Mars 2012, nous réalisons une étude monocentrique prospective sur le traitement des pathologies aortiques à tendance anévrismale par des MFM. La série comporte 31 patients traités dont 17 cas pour des AATA.

Quatre patients ont été exclus de l'étude. Un patient traité récemment d'un AATA avec un recul trop court, et trois cas particuliers. Un anévrisme disséquant de 70 mm de grand axe classé Crawford I, traité sous anesthésie locale et qui se porte bien avec un recul actuel de quatre mois. Mais la dissection ne faisant pas partie du protocole d'étude, ce cas a été exclu. Les deux autres cas présentaient de volumineux anévrismes en pré-rupture classés Crawford IV mesurant respectivement 74 mm et 113 mm de grand axe, sans aucune autre possibilité thérapeutique à leur offrir, mise à part le traitement endovasculaire par MFM (Fig 5). Ces deux patients sont décédés par rupture du sac anévrismal respectivement à 2 et 3 mois. Ces deux cas ont été exclus car les MFM ne sont pas indiqués dans les anévrismes avec des signes de rupture

La série des 13 patients retenus pour l'analyse, regroupe neuf hommes et quatre femmes avec une moyenne d'âge de 68 ans (45ans - 81ans).

Les AATA de ces patients avaient un diamètre moyen de 71 mm (51 mm - 110 mm) et une longueur moyenne de 217mm et étaient classés Crawford type I dans 2 cas, type II dans 3 cas, type III dans 5 cas et type IV dans 3 cas.

62,2 % (9/13) des patients étaient symptomatiques avec des anévrismes douloureux parfois compressifs. Tous les patients présentaient de nombreuses comorbidités (Tableau 1).

La procédure a été réalisée sous anesthésie locale dans un cas, locorégionale dans huit cas et générale dans quatre cas. La voie d'abord dans 12 cas était l'artère fémorale commune et dans un cas, en raison d'une obstruction aorto bi-iliaque, la voie axillaire a été utilisée. La durée totale d'exposition fluoroscopique était en moyenne de 38 min (12 min - 90 min). La durée moyenne d'intervention était de 80 min (20 min - 165

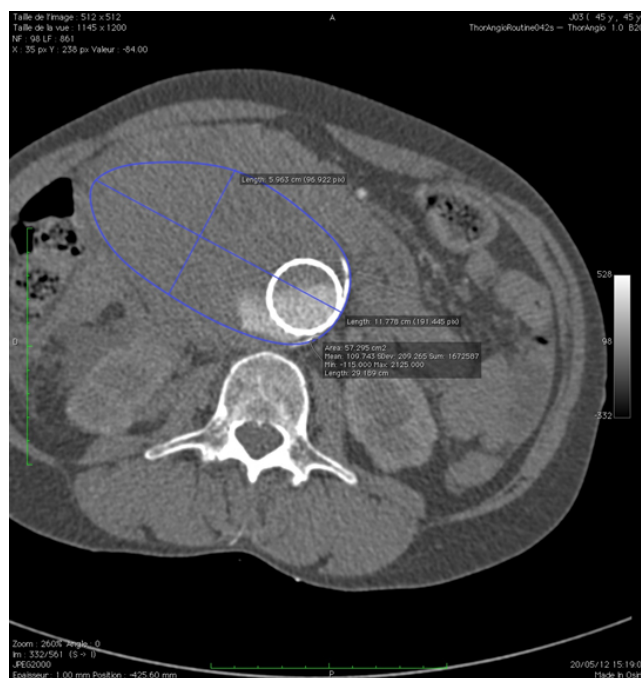


Figure 5: AATA de 113 mm de diamètre en pré-rupture traité par MFM

min). Quant à la durée moyenne du déploiement du MFM, elle était de 3 min (1 min - 4 min). Le nombre de MFM implanté par patient (au niveau de l'aorte et parfois au niveau des axes iliaques) était de 3,1 (1 à 8 MFM).

Il y a eu trois cas de complication en rapport avec l'accès qui ont été traités chirurgicalement avec succès. Aucune conversion chirurgicale n'a été réalisée et aucune transfusion sanguine n'a été nécessaire. Les pertes sanguines sont estimées en moyenne à 142 ml (100 ml - 300 ml).

Le succès technique a été de 100 %. Il y a eu à l'artériographie de contrôle 2 endofuites, l'une de type I (7,7 %) et l'autre de type III (7,7 %). Les deux ont été immédiatement corrigées par la mise en place d'un MFM complémentaire. Toutes les artères viscérales sont restées perméables (50/50) à l'artériographie de contrôle. Il est à signaler qu'un patient présentait au préalable une obstruction asymptomatique de

HTA	Hyper lipidémie	IDM	ACFA	Lésions occlusives aorto-iliaques	Tabac	BPCO	IRC	AVC	Lésions des artères périphériques
8/13	6/13	2/13	1/13	2/13	8/13	1/13	2/13	1/13	2/13
61,50 %	46,20 %	15,40 %	7,70 %	15,40 %	61,50 %	7,70 %	15,40 %	7,70 %	15,40 %

Tableau 1 : Les différents facteurs de comorbidités des 13 patients traités pour AATA.

HTA : hypertension artérielle - IDM : infarctus du myocarde - ACFA : arythmie cardiaque par fibrillation auriculaire - BPCO : broncho-pneumopathie chronique obstructive - IRC : insuffisance rénale chronique obstructive - AVC : accident vasculaire cérébral

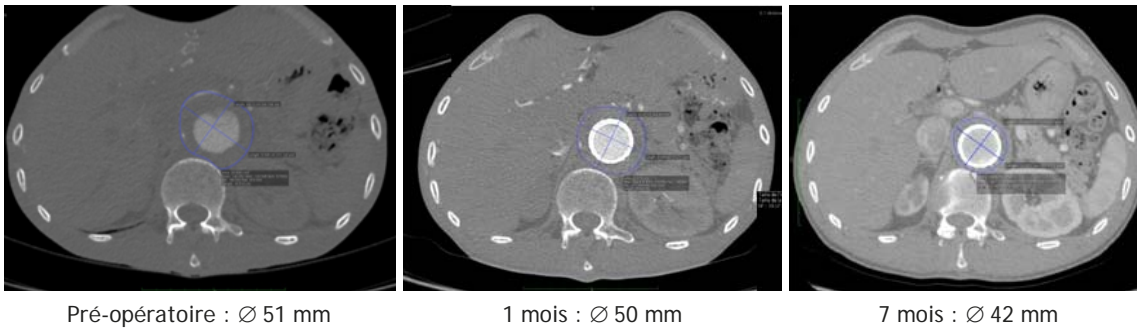


Figure 6:
Thrombose du
sac anévrismal

Pré-opératoire : Ø 51 mm

1 mois : Ø 50 mm

7 mois : Ø 42 mm

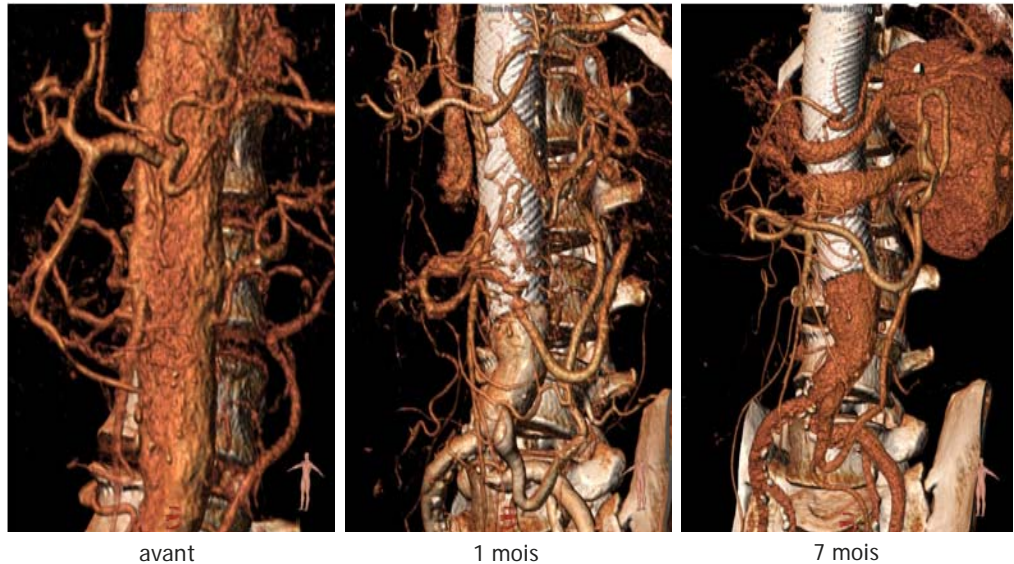


Figure 7: Perméabilité des
branches collatérales après traite-
ment par MFM

avant

1 mois

7 mois

l'artère mésentérique supérieure et un autre une occlusion de l'artère rénale gauche.

Il y a eu deux complications cardiaques dont un infarctus myocardique massif léthal. La mortalité à 30 jours est donc de 7.4 %. Deux patients ont eu une insuffisance rénale dont un a été dialysé (7.4 %). Il n'y a eu aucune paraplégie ni aucune ischémie mésentérique.

Le séjour hospitalier moyen était de sept jours (4J - 14J). Il y a eu une disparition des douleurs en post opératoire dans 100 % des cas. Le traitement de sortie comporte l'association de deux antiagrégants plaquetaires et d'une statine.

Le contrôle est organisé selon un calendrier bien précis à 1 mois, 3 mois, 6 mois puis une fois par an, basé sur un examen clinique et des bilans radiologiques : téléthorax, abdomen sans préparation et angioscanner.

Le suivi moyen est de six mois (3mois -11mois). Il y a eu un cas de mortalité tardive à sept mois, non liée à l'anévrisme. Il n'y a pas eu de rupture anévrismale ni de migration du MFM. Le sac anévrismal s'est totalement thrombosé dans 33,33 % des cas (4/12) (Fig 6). Il a diminué de diamètre dans 33,33 % des cas (4/12) et garde le même diamètre dans les autres cas. Les artères viscérales sont restées perméables dans 100 % des cas (46/46) (Fig 7 et 8).

Discussion

Quel est le traitement qui est à la fois efficace et moins risqué pour les AATA ?

Le traitement chirurgical conventionnel s'accompagne d'une mortalité et d'une morbidité relativement élevées d'autant que les patients avec un AATA présentent de nombreux facteurs de risques. Selon le registre américain, Cowan retrouve un taux de mortalité hospitalière de 22,3 % (5). La littérature



Figure 8: Perméabilité des branches viscérales reconstruction 3D

relève un taux de mortalité post opératoire variant entre 7 à 35 % et un taux de paraplégie variant de 4 à 21 %. Les meilleurs résultats du traitement chirurgical sont obtenus dans les centres spécialisés rompus aux traitements des AATA, là où la fréquence de ce genre d'interventions est importante.

Le traitement hybride lui aussi n'est pas dénué de tout risque. Chiesa retrouve sur une série de 49 patients traités d'un AATA par des méthodes hybrides avec un suivi moyen de 21.3 mois, quatre décès dont trois d'une rupture aortique et un d'une ischémie viscérale secondaire à une thrombose de la prothèse viscérale (6). Kabbani rapporte une série de 36 patients dont l'âge moyen est de 71 ans, avec un diamètre anévrismal antéro-postérieur moyen de 63 mm. Il a dans cette série, 1 AATA Crawford type I, 10 type II, 12 type III, 10 type IV et 3 anévrismes para rénaux. Quatre patients étaient symptomatiques. 123 pontages ont été réalisés soit une moyenne de trois par patient. Une revascularisation rétrograde a été faite chez 30 patients et une antérograde chez trois patients. La

mortalité hospitalière a été de 8.3 %. Il y a eu 1 paraparésie, 46 % de complications post opératoires sévères et 14 endofuites. Un facteur remarquable est noté c'est l'importance de la durée moyenne de séjour qui a été de 26 jours (7).

Le traitement par EBF a de nombreux inconvénients.

Sonesson, à partir d'une courte série de 7 AATA traités par EBF, rapporte une mortalité nulle mais une morbidité sévère puisqu'il y a eu 2 cas d'ischémie mésentérique et 3 cas de paraplégie (8).

Roselli à partir d'une série de 73 patients relève une mortalité de 5.5 %, 4 % de complications médullaires et 11 % d'insuffisance rénale aiguë (9).

Une étude multicentrique a été réalisée par l'Association Universitaire de Recherche en Chirurgie Vasculaire (AURC) sur une période s'étalant entre mai 2004 et janvier 2009 sur une série de 134 patients avec un âge moyen de 73 ans (48 ans - 91 ans) ayant eu un traitement endovasculaire par EBF. Le diamètre antéro-postérieur des anévrismes variait entre 45 et 91 mm, 403 artères viscérales ont été revascularisées dont 256 artères rénales. La mortalité à 30 jours a été de 2 % (3/134), avec un taux de paraplégie de 7 % (1/134) et 1 % (2/134) de dialyse permanente post opératoire. Il y a eu 16 cas d'endofuites. Pour un suivi moyen de 15 mois (2 - 53 mois), la survie à 12 mois était de 75 %. 12 patients ont nécessité une réintervention (10).

JP Becquemin a présenté, au 27^{ème} congrès de la Société Française de Chirurgie Vasculaire en juin 2012, une étude prospective multicentrique sur le traitement des anévrismes aortiques complexes par des endoprothèses fenêtrées et branchées. 2 groupes ont été étudiés, le 1er de 165 patients ayant un anévrisme aortique étendu aux artères viscérales. Il y a eu dans ce groupe 5.5 % de mortalité à 30 jours, une morbidité de 18.8 % dont 1.8 % de complications médullaires et 3 % d'ischémie digestive. Le 2^{ème} groupe est constitué de 24 cas d'AATA dont le traitement endovasculaire a entraîné 4.2 % de mortalité à 30 jours, une morbidité de 29.2 % dont 16.6 % de parésie et de paraplégie. Notion intéressante c'est celle du coût qui est retrouvé 2.5 fois supérieur par rapport à celui de la chirurgie conventionnelle (11).

Les EBF ont des limites. Elles sont chères et mettent un délai pour leur fabrication. Ces EBF sont larges et ne peuvent être utilisées quand l'accès est lui-même limité par les calcifications et les tortuosités. Elles ne peuvent pas être utilisées quand les artères viscérales ont en principe un diamètre de moins de 4mm. En plus leur taux de perméabilité et de durabilité à long terme ne sont pas encore précis.

Notre étude montre pour le moment une meilleure sécurité avec l'utilisation des MFM. En effet, dans notre série les 13 patients traités cumulaient plusieurs comorbidités. La procédure a été réalisée dans 69.23 % des cas sous anesthésie loco régionale ou locale avec des durées d'irradiation et d'intervention relativement courtes et sans aucune transfusion sanguine. Ce qui est très important c'est l'absence de paraplégie, d'accident vasculaire cérébral et d'ischémie mésentérique. Le séjour hospitalier a été court, sept jours en moyenne.

La mortalité à 30 jours (7,4 %) et à moyen terme (7,4 %) est réduite et non liée à l'anévrisme.

Sur un suivi moyen de six mois, Les artères viscérales (46/46) et les troncs supra aortiques sont restés perméables dans 100 % cas.

Benjelloun rapporte un cas présentant 5 AATA d'origine tuberculeuse dont 4 sacculaires thoracique et supra-rénal et 1 fusiforme supra-rénale traité par MFM. Les branches collatérales ont été couvertes sans compromettre leurs perméabilités (12).

Les MFM ont des avantages. Il n'y a pas de sur mesure sauf pour la zone aortique d'ancrage et la longueur de la zone à traiter. La procédure peut être réalisée sous anesthésie locale, avec peu de produit de contraste, un temps d'irradiation réduit, un temps opératoire court, une durée de séjour

hospitalier peu important et par conséquent un coût en principe relativement peu élevé. Les inconvénients sont la difficulté de traiter par voie endovasculaire une sténose des artères viscérales après la pose du MFM. Ce dernier peut sauter vers le haut par rapport à sa véritable zone cible, il peut également se rétrécir après son largage mais très rarement et très modérément. Enfin le délai de la thrombose du sac anévrismal est proportionnel à son diamètre, plus le diamètre est grand plus le délai est important.

Conclusion

Les AATA sont de traitement difficile d'autant qu'ils s'adressent à des patients fragiles. La chirurgie ne peut se concevoir avec des résultats acceptables que dans des centres expérimentés. Les EBF posent toujours des problèmes : complexité de la procédure, formation des opérateurs, coût élevé, imprécision des résultats à long terme. Les MFM peuvent avoir de bons résultats à condition d'un respect strict des indications notamment ne pas les utiliser dans les anévrismes rompus ou en prérupture et d'un respect des exigences techniques telles l'obligation de surdimensionner de 20 % au moins le MFM par rapport au diamètre de la zone d'ancrage, une zone d'ancrage de 2 à 3 cm, un chevauchement des MFM de 3 à 5 cm qui cependant doit être évité au niveau de l'aorte viscérale et une couverture large de l'anévrisme.

Les stents multicouches (MFM) peuvent être une indication pour tous les anévrismes mais plus encore pour les AATA, pathologies complexes et de traitement difficile. Bien que notre série soit courte et le recul insuffisant, pour des malades à haut risque chirurgical ou non éligibles aux endoprothèses couvertes le MFM reste pour nous la seule solution thérapeutique à proposer d'autant que les résultats semblent encourageants.

Discussion en séance

Questions de JL Magne

1. Quelle est l'efficacité à long terme des stents multi couche ?

Réponse

Les résultats à long terme ne sont pas encore connus. Les résultats à 1 an ont été présentés et les MFM semblent efficaces pour la prévention des ruptures anévrismales. Notre suivi à moyen terme le prouve aussi.

2. En quoi l'ancrage est-il un problème puisque les artères viscérales ne se thromboses pas ?

Réponse

C'est la superposition de plusieurs MFM qui peut poser un problème vis-à-vis de la perméabilité des artères viscérales.

Question de J Natali

Après avoir vivement félicité l'orateur, pose la question de la signification de l'adjectif multi couche.

Quel est l'industriel qui produit le stent ?

Réponse

CARDIATIS Parc Scientifique Crealys, rue Jules Poskin, 3 B65032 Isnes Belgique.

Question de Fr Richard

Est-il possible que les stents multi couche entraînent des thromboses des artères collatérales ?

Réponse

Les études qui ont été réalisées, Les publications sur ce sujet et notre étude ne montrent pas un risque de thrombose des artères viscérales par les MFM. Néanmoins les sténoses significatives de ces artères viscérales doivent être traitées avant la pose du MFM et en plus il faut éviter autant que faire se peut l'interposition de plusieurs MFM en regard des artères viscérales.

Références

1. De Bakey M. E., Creech Jr. G.C.:Aneurysm of Thoracoabdominal Aorta Involving the Celiac, Superior Mesenteric, and Renal Arteries. Report of Four Cases Treated by Resection and Prosthetic Graft Replacement. *Ann. Surg.* 144:549, 1956.
2. Augsburg L, Farhat M, Asakura F, et al. Hemodynamical effects of Cardiatis braided stents in sidewall aneurysm silicone models using PIV. Available at: <http://www.cardiatis.com/images/stories/info/etude%20luca%20in%20vitro.pdf>.
3. Bonneau M, Kang C. Assessment of peripheral multilayer stent technology in pig-model aneurysm. Available at: <http://www.cardiatis.com/images/stories/info/06-aortic-vein-pig-model.pdf>.
4. Wailliez C, Coussement G. CFD study of multilayer stent haemodynamics effects in abdominal aortic aneurysms. Available at: http://www.cardiatis.com/images/stories/info/fluid19%28105%29_c_Wailliez_g.coussement_fpms.pdf.
5. Cowan Jr JA, Dimick JB, Henke PK, Huber TS, Stanley JC, Upchurch Jr GR. Surgical treatment of intact thoracoabdominal aortic aneurysms in the United states:hospital and surgeon volume-related outcomes. *J Vasc Surg* 2003;37:1169-74.
6. Chiesa R. Hybrid surgery for TAA is the answer. Abstracts book. MEET. Rome, June 2012; p: 39.
7. Kabbani LS et coll: Traitement hybride des anévrismes aortiques englobant les artères viscérales et rénales. *Ann de chir vas*; vol 24, 2, 240-246.
8. Sonesson B, Resch T, Dias N, Kristmundsson T, Malina M. Fenestrated and branched endografts for thoracoabdominal aneurysms: Nordic results. In: Becquemin JP, Alimi YS editors. *Controversies and updates in vascular surgery*. Turin: Edizioni Minerva Medica; 2010. p. 315-320.
9. Roselli EE et al. Endovascular treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133:1474-1482.
10. Amiot S, Haulon S, Becquemin JP et al : Fenestrated Endovascular Grafting: The French Multicentre Experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010;39,537-544.
11. Becquemin JP et coll: Etude prospective multicentrique par EPF et EPB des anévrismes aortiques complexes. 27ème congrès de la SCV. Juin 2012 (livre des résumés).
12. Benjelloun A, Henri M, Ghannam A. Endovascular treatment of a tuberculous thoracoabdominal aneurysm with the multilayer stent. *J Endovasc Ther.* 2012;19:115-120.