

Des origines de la prothèse vasculaire

par le docteur German NUNEZ*

West Virginia University Morgantown, West Virginia (U.S.A.)

Membre de la Société internationale d'histoire de la médecine,
de la Société française d'histoire de la médecine,
de la Sociedad venesolana de historia de la medicina,
de l'American Society for the History of Medicine.

Les premiers essais d'introduction dans le corps humain de canaux fabriqués en matériel non biologique datent de 1912, lorsque le Prix Nobel français Alexis Carrel expérimenta avec des tubes de verre et d'aluminium, en les plaçant dans l'aorte thoracique de chiens.

En 1915, le chirurgien français Théodore Tuffier utilisa des tubes de verre enduits de paraffine pour la reconstruction de l'artère radiale.

En 1947, Charles Hufnagel implanta dans l'aorte thoracique de quinze chiens des tubes rigides en « plexiglas ». Les résultats obtenus furent très prometteurs : un cas seulement présenta une obstruction de la greffe, mais la rigidité des tubes entraînait la déchirure de la paroi artérielle.

En 1952, Voorhees, Jaretzki et Blakmorel expérimentèrent avec des tubes flexibles tissés en « Vinyon-N ». Les résultats obtenus furent excellents, l'apparition de thrombose fut réduite au minimum, et la flexibilité du matériel permit qu'il fonctionnât sans déchirer l'artère.

Introduction

D'après la définition de Williams et Roaf (1), une prothèse est constituée par un matériel non biologique placé dans le corps humain pour accomplir

* E.S. Building, 7th floor, Morgantown P.O. 6101, W.V. 26506, 6101 U.S.A.

une fonction spécifique (physiologique) pendant une période la plus longue possible.

Le matériel prothétique doit être inerte et compatible avec les tissus du corps humain, afin de minimiser tout risque de rejet.

A l'époque pré-listérienne, la grande fréquence de l'infection rendait peu efficace la mise en place de corps étrangers dans le corps humain ; pourtant au début du XIX^e siècle, B.A. Bell (1804) et H.S. Levert (1829), avaient déjà commencé à expérimenter avec des fils d'argent, d'or, de plomb pour suturer les plaies, obtenant les meilleurs résultats avec le platine, considéré par eux comme « le moins irritant » ; ils observaient avec les autres matériaux de fréquents cas de corrosion galvanique (2). On peut considérer de cette façon les sutures comme le premier succès de mise en place de corps étrangers dans le corps humain.

En 1886, H. Hausman publia *A new method of fixation of fragments in complicated fractures* où il donnait la description soignée d'une expérimentation dans laquelle il plaçait une pièce d'acier nickelée, munie de plusieurs trous dans sa longueur et fixée aux os fracturés par des rondelles de nickel (3).

Les pionniers des remplacements vasculaires : la contribution française

Les premières tentatives d'utilisation de matériaux non biologiques comme agent de remplacement du système vasculaire datent de l'année 1912, lorsque le chirurgien français, Prix Nobel de physiologie et médecine, Alexis Carrel, au « Rockefeller Institute for Medical Research », expérimenta avec des canules en verre et métal enduites de paraffine, et introduites dans l'aorte thoracique de chiens de « taille moyenne ». Ces petites canules de 4,5 cm de longueur et 10 mm de diamètre étaient enfoncées par une ouverture artérielle longitudinale, puis attachées par du fil de soie assez fort pour ne pas se rompre et assez souple pour ne pas déchirer la paroi artérielle (4).

Carrel réalisa au total onze expérimentations : sept avec des tubes en verre, trois avec des tubes d'aluminium, et un avec un tube d'aluminium recouvert d'or. Mais les trois tubes d'aluminium et celui recouvert d'or entraînèrent la mort de l'animal par corrosion de la canule, survenue du 15^e au 55^e jour postopératoire. L'un des tubes en verre se brisa pendant l'opération, provoquant ainsi la mort de l'animal. Deux chiens moururent d'hémorragie du 7^e au 11^e jour postopératoire par déchirure de l'artère au niveau des sutures.

Dans les cinq cas restants, une oblitération du tube fut observée du 5^e au 9^e jour postopératoire par formation de thrombose, que Carrel attribua à la blessure intra-artérielle par les bords et parois du tube en verre.

L'auteur put conclure que la méthode était valable et en même temps simple, et pour cette raison il la recommanda pour traiter les anévrismes de

l'aorte thoracique ; de plus, il pensa que, si les tubes pouvaient être « recouverts de veines » à leur intérieur, le risque de thrombose serait significativement diminué. Mais, dans les publications ultérieures de Carrel, on ne trouve pas mise en évidence l'emploi de cette technique.

Il est important de souligner que le savant français mentionnait un travail de Abbe qui aurait réuni deux segments d'artère fémorale par un tube en verre et les travaux de Dunham et Cushman, qui auraient remplacé par un tube en gomme recouvert de vaseline, l'aorte abdominale d'un chien, constatant, quinze mois plus tard, que la circulation à travers ce tube était normale. Malheureusement, Carrel n'indiqua aucune bibliographie, ce qui pourrait être le sujet d'une analyse plus complète.

En 1915, le chirurgien français Tuffier publia dans le *Bulletin de l'Académie de médecine*, un travail où il rapportait la mise en place d'un tube de métal recouvert d'argent pour remplacer l'artère radiale d'un mécanicien accidenté avec fracture du cubitus et rupture de cette artère. L'opération fut considérée comme « un succès », malgré l'amputation métacarpienne qui fut réalisée un mois plus tard en raison d'une gangrène de la main (5).

Pendant la Première Guerre mondiale, Tuffier utilisa des « conduits en argent paraffiné » pour « unir les artères », mais invariablement la thrombose survint dans les 24 premières heures. Dans quelques cas, les tubes restèrent perméables pendant plusieurs jours, permettant ainsi le rétablissement d'une circulation collatérale qui permit de sauver le membre.

Comme nous l'avons dit, les tubes rigides en verre ou en métal présentaient, en plus du risque de corrosion, une grande éventualité d'oblitération, ce qui limitait l'utilisation de cette méthode pour rétablir une circulation durable. Mais, grâce aux travaux de Carrel et de Tuffier, la médecine française du début du XIX^e siècle avait posé les bases nécessaires au développement des prothèses artificielles dans le système vasculaire.

L'avènement des matériaux plastiques

Après la Deuxième Guerre mondiale apparaît une alternative : l'usage des matériaux plastiques qui, par leurs caractéristiques de matériel stable et inerte, apparaissaient compatibles avec les tissus, mais également résistant à la formation de la thrombose.

C'est ainsi qu'en 1947, Hufnagel (de la section de chirurgie de l'Université de Georgetown), expérimenta pour la première fois avec des tubes rigides de méthyl-métacrilate (« plexiglass »), remplaçant l'aorte thoracique de quinze chiens. Les conduits avaient une longueur de 4 cm, une épaisseur de 1 mm et un diamètre de 10 à 13 mm afin de s'adapter au calibre de l'artère.

Les résultats obtenus par Hufnagel furent très encourageants et même si 30 % des chiens moururent par « hémorragie secondaire », due à la déchirure artérielle au niveau des sutures, seulement un chien sur quinze présenta une thrombose lors de l'autopsie réalisé de 6 heures à 6 mois après l'intervention (6 ; 7).

A partir de ce moment, le « plexiglas » permit une alternative prometteuse aux matériaux qui avaient été utilisés jusque là, même s'il fallait encore résoudre le problème de la rupture artérielle au niveau des sutures, due sans doute à la rigidité du conduit.

A. Voorhees et ses collaborateurs

Einstein disait que plus que son génie, c'était l'ingéniosité qui l'avait conduit à travers les chemins de la science. On peut bien appliquer cette phrase à Voorhees et ses collaborateurs Jaretzki et Blakemore (section de chirurgie de l'Université Columbia à New York).

En reprenant leurs remarques (8), ils auraient observé dans leur laboratoire que « un fil de soie placé au travers du ventricule droit d'un chien offrait après plusieurs mois une surface brillante, libre de thrombose macroscopique ; le résultat de cette observation nous a permis de penser que si, sur les artères défectueuses, on pouvait réaliser des pontages avec des prothèses fabriquées en textile munis de mailles, la filtration du sang à travers les parois de la prothèse devrait s'arrêter par formation de bouchons de fibrine, permettant ainsi la circulation du sang à travers les tubes en tissu. En l'absence de rejet, on pourrait penser que la thrombose massive ne devrait pas survenir, que les fibroblastes devraient passer dans les interstices des mailles en remplaçant les bouchons de fibrine, donnant ainsi une base pour la prolifération endothéliale, ou bien pour la formation d'une intima fonctionnelle ».

Belle prophétie, n'est-ce pas ?

De toute façon, l'ingéniosité de Voorhees l'avait poussé à expérimenter avec un tissu de « nylon » venant d'un parachute. Avec l'aide de sa femme, les fils furent tissés à la main, puis cousus à la machine jusqu'à obtention d'une configuration tubulaire appropriée.

Plus tard, et selon les indications de Blunt (section chirurgicale du Presbyterian Hospital de New York), il utilisa un matériel similaire au nylon, le « Vinyon-N » qui lui fut cédé par la « Union Carbon and Carbide Corporation », et avec lequel les tubes furent cousus, d'après un patron de 144×90 fils par pouce carré.

En suivant le protocole expérimental, on remplaça dans l'aorte abdominale de quinze chiens des portions tubulaires d'une longueur variable, entre 1 et 6 cm, réalisant l'anastomose au moyen de fils de soie, ou de vitalium, selon la technique de Blakemore. Les périodes d'observation s'étalèrent entre 1 et 153 jours. Des quinze prothèses mises en place, huit étaient encore perméables au moment de l'autopsie, trois étaient oblitérées et au moment où l'article fut donné pour être publié à la revue *Annals of Surgery* en septembre 1951, quatre chiens étaient encore vivants, avec de bonnes pulsations fémorales.

Il est important de souligner que, même si Voorhees ne l'a pas spécifié, les « tubes poreux de Vinyon-N » devaient être en matériau « tissé » de faible

porosité, car d'après la description faite par les auteurs « après l'anastomose, l'hémorragie à travers la paroi prothétique fut très réduite, et la perte totale de sang n'excéda jamais 100 ml ».

Le succès obtenu par Voorhees eut une telle répercussion que, immédiatement après que leurs résultats furent connus, un groupe de chercheurs se consacra à l'expérimentation des prothèses pour de nombreux usages. Parmi les principales personnalités, on peut citer Wesolowsky, de l'Université de New York; Sauvage, de l'Université Henry Ford à Detroit (Michigan); Golaski des Laboratoires Golaski à Philadelphie; de Bakey et Cooley, respectivement du « Baylor College of Medicine » et du « Texas Heart Institute » de Houston.

De nos jours, les prothèses artificielles sont fréquemment utilisées avec succès en angioplastie, ou comme connexion vasculaire pour les interventions cardiaques.

On trouve sur le marché une grande variété de prothèses de formes et de tailles différentes, y compris la prothèse en « Y » (Y-graft) destinée aux pontages de la région aorto-iliaco-fémorale. Les calibres varient entre 4 mm pour l'artère poplitée et 30 mm pour l'aorte thoracique. Il en existe de différentes structures, telles que les prothèses tricotées, tissées « double velours » ou en P.T.F.E.

La contribution de Carrel, Tuffier, Hufnagel et Voorhees apparaît plus remarquable de jour en jour, à mesure que l'angioplastie est plus fréquemment utilisée pour sauver et prolonger des milliers de vies chaque année dans le monde entier.

SUMMARY

The first attempt to introduce in the human body conducts manufactured of non-biological material date back to 1912 when the french Nobel Price Alexis Carrel experimented with glass tubes and aluminium tubes which were implanted in the thoracic aorta of mongrel dogs.

In 1915, the french surgeon Theodore Tuffier reports the use of glass tubes coated with paraphine which be used in the reconstruction of the radial artery.

In 1947, Charles Hufnagel implanted a rigid tube constructed of "plexiglass" in the thoracic aorta of 15 mongrel dogs. The results obtained were very encouraging since in only one case obstruction of the graft was observed, however, the rigidity of the tubes caused rupture of the arterial wall.

In 1952, Voorhees, Jaretzki and Blakemore experimented with flexible tubes which were knitted using "Vinyon-N" thread. The results obtained were excellent, and not only the incidence of trombo formation was minimum, but the flexibility of the material allowed it to function without rupturing the artery.

BIBLIOGRAPHIE

- 1., 2. et 3. WILLIAMS D.F., ROAF R. — « Implants in surgery », W.B. Saunders Company Ltd., Philadelphia, 1973.
4. CARREL A. — « Results of permanent intubation of the thoracic aorta », *Surg. Gynec. Obstet.*, 1912, 15, 245-248.
5. TUFFIER Th. — « De l'intubation dans les plaies de grosses artères », *Bull. Acad. Fr. Méd.*, 1915, 74, 455-460.
6. HUFNAGEL C.A. — « Permanent intubation of the thoracic aorta », *Arch. Surg.*, 1947, 54, 382-389.
7. HUFNAGEL C.A. — « The treatment of aneurysm of the aorta », *Bull. Georgetown Univ. Med. Center*, 1951, 4, 124-127.
8. VOORHEES A.B., JARETZKI A., BLAKEMORE A.H. — « The use of tubes constructed from Vinyon-N cloth in bridging arterial defects », *Ann of Surg.*, 1952, 135, 3, 332-336.