

# Histoire de l'utilisation de l'artère mammaire interne en chirurgie coronarienne

## Historical survey of the use of the mammary artery in coronary intervention

P Moreira, F Vanhuyse, M Lekehal, B Schjoth, JP Carteaux, JP Villemot, P Mathieu

*Service de chirurgie cardiovasculaire, CHU de Nancy.*

### Mots clés

- ◆ Chirurgie coronarienne
- ◆ Artère mammaire interne
- ◆ Historique

### Résumé

En 1967, Effler et Favalaro qui disposent à la *Cleveland Clinic* de la coronarographie sélective, définissent, pour les revascularisations coronariennes, les indications respectives de la chirurgie « directe » par pontages veineux saphènes (PS) et de la chirurgie « indirecte » par implants mammaires de Vineberg rapidement abandonnés. Dès 1968, Green avait proposé d'utiliser la mammaire en anastomose coronarienne directe (AMC), mais ces AMC ne s'imposèrent que dans les années 1980-85 quand on connut leur bien meilleur taux de perméabilité à 10 ans de recul. Les AMC qui sont dès lors largement effectuées, associées aux pontages artériels et veineux, procurent aux patients des résultats supérieurs aux angioplasties transluminales (PCI) simples ou complétées par l'usage des stents passifs. Les résultats connus actuellement de l'étude internationale Syntax permettent de conclure que les AMC sont également plus performantes que les PCI complétées par la mise en place de stents actifs, et l'artère mammaire interne est aujourd'hui encore le meilleur matériau pour les revascularisations coronariennes.

### Keywords

- ◆ Coronary surgery
- ◆ Internal mammary artery
- ◆ Historic review

### Abstract

In 1967, at the Cleveland Clinic, Effler and Favalaro proposed two kinds of coronary revascularization: direct surgery using saphenous vein graft and indirect surgery using Vineberg's mammary implants. As early as 1968, Green had already used mammary artery for direct surgery, but his attempts had little influence before 1980-1985. It was then acknowledged that after ten years, the results of mammary by-passes were superior to the results of the saphenous vein grafts. They are also superior to those of the PCI (Percutaneous coronary intervention): plain PCI or PCI with simple stents. The Syntax trial shows that the arterial coronary by-passes have better results than the PCI with drug-eluting stents. Today, the mammary artery bypass is the best treatment of coronary artery disease.

L'anastomose directe d'une artère mammaire interne au tronc coronarien situé en aval de l'obstacle athéromateux est unanimement reconnue en 2011 comme la technique chirurgicale la plus fiable à moyen et à long terme dans le traitement de l'ischémie myocardique. Nous retracerons tout d'abord la genèse de cette intervention, qui n'aura été pleinement reconnue qu'au bout de 15 ans. En effet, c'est seulement à partir du milieu des années 1980 que la supériorité des anastomoses mammaro-coronariennes (AMC) n'est plus contestée. Mais les pontages artériels, et spécialement les AMC, soutiennent-ils la confrontation avec les revascularisations non chirurgicales modernes ? C'est la question à laquelle nous essaierons finalement de répondre.

## Chirurgie coronarienne indirecte et directe

Dès 1941 Vineberg avait utilisé pour la première fois l'artère mammaire interne pour tenter de traiter les séquelles d'un

infarctus, mais sans la moindre anastomose vasculaire (1). Sa technique, dénommée « implant mammaire », consistait à tunneliser en plein myocarde ventriculaire l'extrémité distale de la mammaire mobilisée de la paroi thoracique avec ses collatérales ouvertes (fig. 1).

Donald Effler et René Favalaro (2-4) qui disposent de la coronarographie sélective avec radiocinéma, mise au point dans leur établissement par Mason Sones (5), vont définir les indications respectives de la « chirurgie coronarienne directe » et de la « chirurgie coronarienne indirecte » par implant de Vineberg. Dans les deux indications, ils précisent bien que l'objectif est de revasculariser un myocarde ischémique certes, mais non fibrosé, ce qui exclut les cicatrices d'infarctus transmuraux, à la différence des tentatives initiales de Vineberg :

- la chirurgie directe initiée sous forme d'endartériectomies à l'image de la chirurgie classique de l'athérome carotidien, puis, très vite, réalisée sous forme de pontages veineux saphènes aorto-coronariens (PS) est indiquée pour les sténoses d'au moins 70 % du calibre du tronc coronarien avec persistance en aval d'un lit artériel suffisant en calibre et

### Correspondance :

P Mathieu, Service de chirurgie cardiovasculaire, CHU de Nancy.  
Hôpital de Brabois, Rue du Morvan, 54511 Vandoeuvre Cedex  
E-mail : p.mathieu@chu-nancy.fr

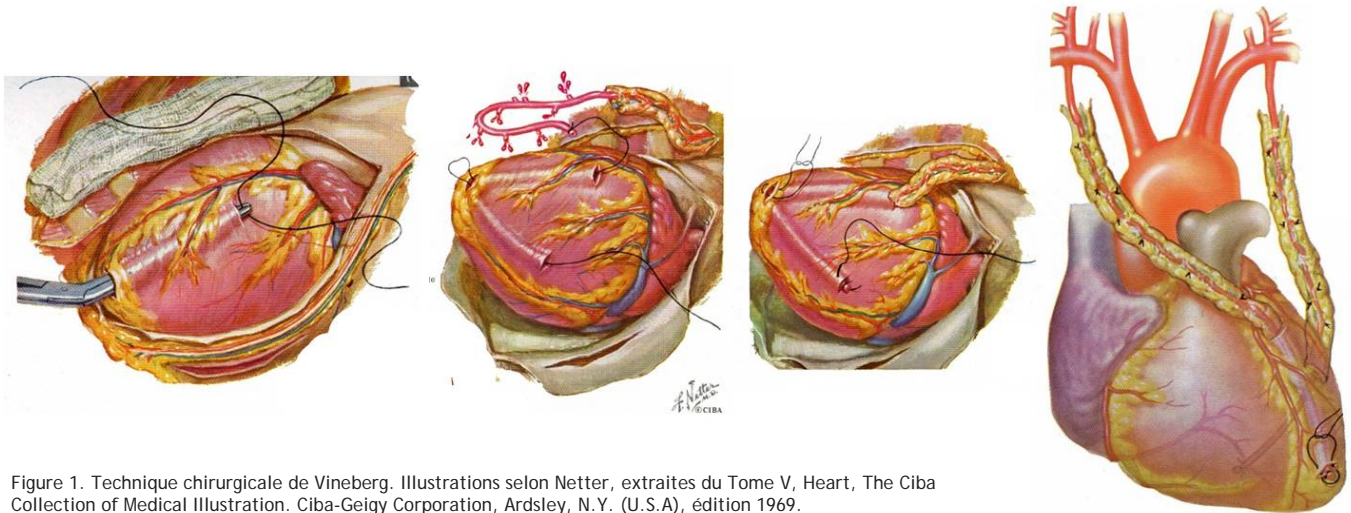


Figure 1. Technique chirurgicale de Vineberg. Illustrations selon Netter, extraites du Tome V, Heart, The Ciba Collection of Medical Illustration. Ciba-Geigy Corporation, Ardsley, N.Y. (U.S.A.), édition 1969.

en étendue ;

- pour les implants de Vineberg, Effler et Favalaro sont beaucoup moins exigeants quant à la qualité du lit coronarien résiduel, mais bien plus exigeants par contre en ce qui concerne l'obstacle athéromateux qui doit réduire d'au moins 90 % le calibre du tronc concerné.

En dépit de ces indications restrictives, les implants seront progressivement abandonnés car dans les meilleures séries, la preuve angiographique d'une revascularisation efficace ne sera jamais obtenue dans plus d'un tiers des cas (6). La chirurgie de revascularisation myocardique se limitera alors très vite aux seuls pontages aorto-coronariens, tous réalisés au départ à l'aide de la veine saphène interne prélevée à la cuisse et bientôt à la jambe.

Dans les années 1969-1970, l'activité opératoire des équipes européennes et surtout américaines va s'accroître considérablement du fait de la pratique extensive des pontages coronariens de veine saphène qui procurent à court terme le soulagement spectaculaire des manifestations angineuses (7, 8). S'agit-il d'un engouement excessif ? Certainement, mais on n'en prendra conscience qu'avec la dégradation au long des années des magnifiques résultats immédiats, surtout lorsqu'il sera établi qu'au bout de 10 ans, près de 40 % (9) des pontages de veines saphènes sont obstrués, et cela essentiellement en raison d'indications opératoires abusives.

## Essor de l'anastomose directe de l'artère mammaire interne sur l'interventriculaire antérieure

Green (10, 11) n'avait pas attendu de disposer de ce recul pour proposer dès 1968 l'anastomose directe de l'artère mammaire interne conservant son origine sur la sous clavière avec l'interventriculaire antérieure (IVA) dont on sait qu'elle est le plus important des trois troncs coronariens. Même si Eugène Kolessov (12), chirurgien soviétique, l'avait précédé de un an réalisant en 1967 l'anastomose directe de la mammaire à la circonflexe, Green reste le grand promoteur des anastomoses mammaro-coronariennes, et c'est dans sa foulée qu'à partir de 1971 trois équipes françaises réalisèrent prioritairement leurs revascularisations à l'aide la mammaire interne gauche : les deux équipes lyonnaises de Jean-François Chassignolle et de Philippe Mikaeloff et notre équipe nancéenne.

Pourquoi avons-nous fait ce choix alors qu'il n'existait aucune preuve de la supériorité des AMC sur les pontages saphènes ? Nous pensons discerner trois raisons :

- la simplicité. Même si la dissection du pédicule mammaire interne est un peu plus fastidieuse que le prélèvement vei-

neux, ce temps opératoire ne posait guère de problème à ceux qui avaient déjà effectué nombre d'implants et, pour la revascularisation, une seule anastomose était nécessaire entre deux artères remarquablement congruentes en termes de calibre et de structure ;

- une hypothèse physiopathologique. Nous pensions qu'à l'acmé de leurs tests d'efforts au terme de leur réadaptation post-opératoire, nos opérés avec leur artère mammaire qui conservait son innervation vasomotrice bénéficieraient d'une adaptation du débit de leur revascularisation bien meilleure qu'avec un pontage veineux dénervé et passif ;
- une motivation d'ordre « esthétique ». Nous reconnaissons à nos montages une harmonie incomparable (fig. 2), bien plus satisfaisante que les disproportions grossières des grosses « baudruches » veineuses prélevées à l'aîne et « ficelées » sur des coronaires maigrelettes... La chirurgie n'est pas qu'une science, c'est aussi un art !

Encouragés par les bonnes performances de nos opérés au décours de leur réadaptation, nous persistions en dépit du scepticisme ambiant : un pourfendeur de la mammaire (13) avait même cru alors démontrer par une étude des débitmétriques effectuées au bloc opératoire, la supériorité indiscutable du greffon saphène sur l'artère mammaire interne fraîchement disséquée qu'il n'hésitait pas alors à sacrifier ! Tous les chirurgiens savent aujourd'hui que le débit des AMC objectifé à terme par la disparition de toute souffrance ischémique du myocarde lors d'un test d'effort maximal n'est pas toujours en rapport avec le maigre débit mesuré en salle d'opération sur une artère mammaire spasmée par les microtraumatismes de sa dissection et de sa mobilisation, et tout juste branchée sur une coronaire irrigant un myocarde à peine sorti de la cardioplégie perCEC...

La persévérance des défenseurs des AMC a trouvé sa récompense avec les résultats publiés à partir du milieu des années 1980 : en comparant le taux de perméabilité à 10 ans de ses AMC (84,1 %) et de ses PS (52,8 %), l'équipe de l'Institut de Cardiologie de Montréal (14) est une des premières à affirmer ce que tant d'autres publications vont confirmer pendant plus de 20 ans (15, 16). Les contrôles que nous avons effectués à 10 ans de recul de nos 100 premières AMC (publiées en 1975 devant la Société française de chirurgie thoracique et cardiovasculaire) ont confirmé leur excellente perméabilité au long cours : 92 % dans notre propre série et dans celle de Chassignolle 96,8 % (17). Dès lors, l'anastomose de l'artère mammaire interne gauche à l'IVA s'est imposée dans la grande majorité des protocoles de pontages coronariens comme devant l'entériner le Symposium International *Internal Thoracic Artery for Myocardial Revascularization* organisé à Toulouse en juin 1990 par Gérard Fournial et Yves Glock sous la présidence de Georges Green et en présence d'Eugène Kolessov, en

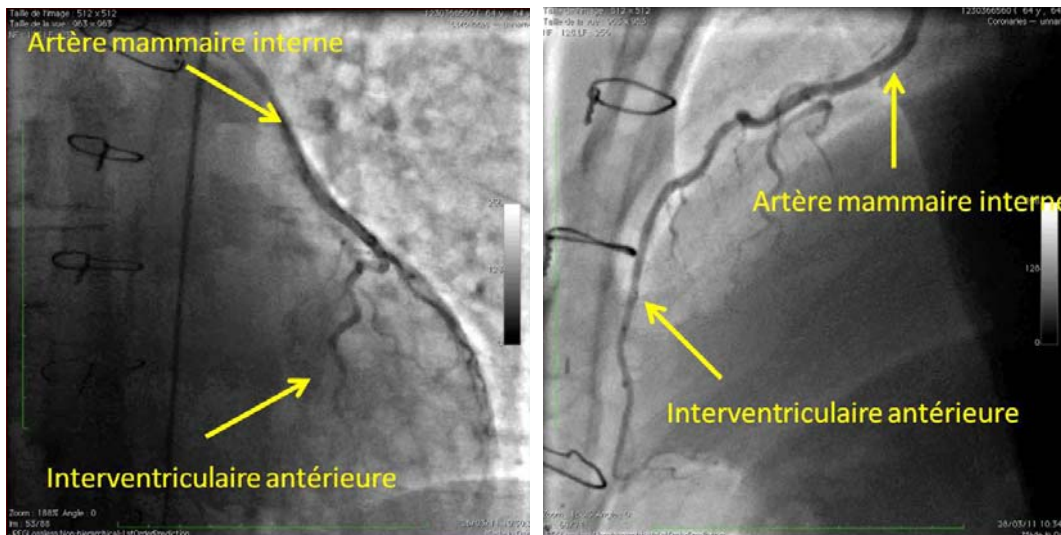


Figure 2. Contrôle coronarographique à 15 ans après réalisation d'une AMC (artère mammaire interne gauche sur artère interventriculaire antérieure). Notons la similitude des diamètres entre le greffon artériel et le réseau coronarien natif.

compagnie desquels l'un de nous a modéré la première table ronde de ce colloque (18). C'est un sujet relativement voisin que nous avons traité devant l'Académie nationale de chirurgie réunie à Nancy le 16 juin 1993 sous la présidence du Professeur Denys Pellerin (19). Nous apportions alors la preuve qu'en termes de survie et de prévention d'accidents coronariens ultérieurs, les pontages artériels en général, et singulièrement les AMC, surpassent tous les autres procédés de revascularisation, chirurgicaux ou non.

Aujourd'hui, il est difficile de retrouver des séries chirurgicales récentes comparant les AMC aux greffons veineux tant la supériorité des AMC est solidement établie. Citons, cependant, l'étude de Goldman, étude coopérative du *Département of Veterans Affairs* publiée en 2004 (20) : cette étude objective encore un taux de perméabilité des AMC d'environ 88 % à 10 ans, alors que celui des PS n'atteint pas 70 %. Notons que depuis cette étude, plusieurs travaux concernant le prélèvement et le conditionnement des greffons saphènes semblent apporter la preuve d'une amélioration de leur longévité (21). Nous pouvions en 1993 confronter les résultats des AMC à ceux des PS mais aussi à ceux des angioplasties percutanées (PCI) largement pratiquées à travers le monde à la suite de leur inventeur suisse Grüntzig (1979) (22) : non seulement les PCI simples dont on connut très tôt le grand risque de resténoses rapides mais aussi les angioplasties avec mise en place de stents passifs.

### Confrontation actuelle entre la mammaire interne et les stents actifs

Qu'en est-il aujourd'hui alors que la plupart des coronarographes ont largement recours aux stents actifs réputés plus efficaces que les stents passifs pour réduire le risque d'une resténose coronarienne ?

Dans ce domaine, l'étude coopérative SYNTAX, parmi d'autres, nous apparaît particulièrement intéressante et démonstrative. Ce travail a été publié en mars 2009 dans le *New England Journal of Medicine* (23), et les derniers résultats actualisés ont été présentés le 12 septembre 2010 au congrès annuel de l'*European Association for Cardio-Thoracic Surgery* à Genève (24). L'étude regroupe 85 centres cardiochirurgicaux de 17 nations, essentiellement européennes et nord-américaines. Tous les dossiers de 4 337 patients de première main, tous sévèrement atteints soit de lésions tritronculaires soit de sténose du tronc coronaire gauche, ont été analysés. De cette cohorte ont été extraits les dossiers de tous les patients qui, pour une raison particulière (âge, contexte pathologique, topographie ou sévérité lésionnelle...), ont été considérés

comme relevant prioritairement de PCI ou de chirurgie. Après cette mise à l'écart, SYNTAX conservait les dossiers de 1 800 patients qui, après discussion médicochirurgicale, étaient considérés comme éligibles soit aux pontages chirurgicaux, soit aux PCI modernes : 897 ont été opérés et 903 ont bénéficié d'une PCI. Ces deux groupes sont statistiquement comparables, bien que les lésions coronariennes sont plutôt plus sévères dans la cohorte chirurgicale (plus d'atteintes du tronc coronaire gauche et plus de lésions proximales ou touchant les bifurcations) tandis que le contexte général des patients du groupe PCI paraît plus sévère (diabète, hypertension artérielle, insuffisance rénale...). Les performances de la cohorte chirurgicale dans l'étude SYNTAX sont tout à fait remarquables : en ne prenant en compte que les patients pour lesquels on dispose d'un minimum de 12 mois de recul et de surveillance après le protocole initial de revascularisation, on relève que le pourcentage d'incidents cardiaques ou cérébrovasculaires était plus élevé dans le groupe PCI (17,8 %) que dans la cohorte chirurgicale (12,4 % ;  $p = 0,002$ ), et ceci bien que dans la période péri-opératoire elle-même l'incidence des accidents cérébrovasculaires était plus élevée dans la cohorte chirurgicale en raison des risques liés notamment au clampage aortique. Plus frappants encore sont les deux relevés suivants :

- la nécessité d'une nouvelle revascularisation, pratiquement toujours effectuée par angioplastie, était deux fois plus élevée dans le groupe PCI (13,5 %) que dans la cohorte chirurgicale (5,9 %) ;
- il en est de même pour la survenue d'un décès de cause cardiaque : 3,7 % dans le groupe PCI contre 2,1 % dans la cohorte chirurgicale ( $p = 0,05$ ). Soulignons ici que SYNTAX compare aux PCI les revascularisations chirurgicales quelles qu'en soient les modalités (dans cette étude, l'utilisation du greffon veineux a été préférentielle par rapport à l'utilisation de la deuxième artère mammaire interne prélevée seulement dans 26 % des cas), élément qui a pu amoindrir les records de la cohorte chirurgicale. En effet, comme de nombreuses séries ont pu le rapporter (25-27), nous pensons que la revascularisation myocardique à l'aide des deux artères mammaires internes droite et gauche permet d'obtenir d'excellents résultats en termes de perméabilité et de non-récidive de la maladie angineuse. Signalons d'ailleurs que par le biais des anastomoses en Y et des anastomoses séquentielles, il est possible de procéder à une revascularisation complète de trois ou quatre troncs coronariens uniquement à l'aide des deux mammaires.

Les résultats obtenus par l'utilisation de l'artère mammaire interne en chirurgie coronarienne s'inscrivent donc à l'origine des recommandations américaines et européennes concernant la revascularisation myocardique rédigées conjointement par



les sociétés médicales et chirurgicales concernées (28). Les dernières en date, soutenues par l'étude SYNTAX, rappellent largement l'efficacité de la stratégie chirurgicale qui, en dépit du progrès incontestable des techniques endovasculaires, reste le *gold standard* des revascularisations en cas d'atteinte coronarienne complexe. Aussi, quelles que soient les tendances ou les évolutions techniques concernant la chirurgie coronarienne, à cœur battant ou sous CEC, sous mini-thoracotomie ou encore par voie totalement endoscopique, l'artère mammaire interne reste l'élément incontournable. L'intuition des premiers utilisateurs des AMC, fondée sur une impression essentiellement « esthétique », se trouve aujourd'hui confirmée par leur longévité et leur réelle capacité d'adaptation fonctionnelle. Cette belle artère est aujourd'hui encore le matériau biologique le plus performant du chirurgien cardiaque.

## Conclusions

Bien que son utilisation ait souffert de nombreuses réticences au début et malgré les changements de comportements médi-cochirurgicaux liés à l'évolution des techniques chirurgicales et endovasculaires, cette brève revue nous permet néanmoins d'affirmer que 43 ans après la proposition initiale de Green, l'utilisation de l'artère mammaire interne demeure, aujourd'hui encore, le procédé le plus fiable de revascularisation à moyen et long terme du myocarde ischémié.

## Références

- Vineberg AM. Development of an anastomosis between the coronary vessels and a transplanted internal mammary artery. *Can Med Assoc J* 1946 ; 55 : 117-9.
- Effler DB, Sones FM Jr, Favaloro R, Groves LK. Coronary endarterectomy with patch-graft reconstruction : clinical experience with 34 cases. *Ann Surg* 1965 ; 162 : 590-601.
- Favaloro RG, Effler DB, Groves LK, Sones FM Jr, Fergusson DJ. Myocardial revascularization by internal mammary artery implant procedures. Clinical experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967 ; 54 : 359-70.
- Favaloro RG, Effler DB, Groves LK, Sheldon WC, Riahi M. Direct myocardial revascularization with saphenous vein autograft. Clinical experience in 100 cases. *Dis Chest* 1969 ; 56 : 279-83.
- Sones FM Jr, Shirey EK, Proudfit WL, Wescott RN. Cine-coronary arteriography. *Circulation* 1959 ; 20 : 773-4.
- Thomas JL. The Vineberg legacy: internal mammary artery implantation from inception to obsolescence. *Tex Heart Inst J* 1999 ; 26 : 107-13.
- Lawrie GM, Lie JT, Morris GC Jr, Beazley HL. Vein graft patency and intimal proliferation after aortocoronary bypass: early and long-term angiopathologic correlations. *Am J Cardiol* 1976 ; 38 : 856-62.
- Pate JW, Eubanks D, Richardson RL, Eades TW. Follow-up of patients with saphenous vein bypass grafts for angina pectoris. *Am Surg* 1976 ; 42 : 381-5.
- Campeau L, Enjalbert M, Lespérance J, Vaislic C, Grondin CM, Bourassa MG. Atherosclerosis and late closure of aortocoronary saphenous vein grafts: sequential angiographic studies at 2 weeks, 1 year, 5 to 7 years, and 10 to 12 years after surgery. *Circulation* 1983 ; 68(3 Pt 2) : II1-7.
- Green GE, Stertzer SH, Reppert EH. Coronary arterial bypass grafts. *Ann Thorac Surg* 1968 ; 5 : 443-50.
- Green GE, Stertzer SH, Gordon RB, Tice DA. Anastomosis of the internal mammary artery to the distal left anterior descending coronary artery. *Circulation* 1970 ; 41(5 Suppl) : II79-85.
- Kolessov. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967 ; 54 : 535-44.
- Flemma RJ, Singh HM, Tector AJ, Lepley D Jr, Frazier BL. Comparative hemodynamic properties of vein and mammary artery in coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg* 1975 ; 20 : 619-27.
- Grondin CM, Campeau L, Lespérance J, Enjalbert M, Bourassa MG. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation* 1984 ; 70(3 Pt 2) : I208-12.
- Berger A, MacCarthy PA, Siebert U, Carlier S, Wijns W, et al. Long-term patency of internal mammary artery bypass grafts : relationship with preoperative severity of the native coronary artery stenosis. *Circulation* 2004 ; 110(11 Suppl 1) : II36-40.
- Godenir JP, Danchin N, Amrein D, Peiffert B, Zamorano J, et al. Résultats à 10 ans des anastomoses de l'artère mammaire interne gauche à l'artère interventriculaire antérieure. Contrôle angiographique et isotopique. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)* 1988 ; 37 : 93-6.
- Mathieu P, Paquis M, Helmer J, Giorgi C, Hottier E. Le traitement des sténoses athéromateuses de l'interventriculaire antérieure par anastomose directe avec l'artère mammaire interne. A propos de 100 cas. *Ann Chir Thorac Cardiovasc* 1975 ; 14 : 237-42.
- International Symposium-Toulouse. France-June 27-30/1990. Internal Thoracic Artery for Myocardial Revascularization.
- Mathieu P, Amrein D, Bischoff N, Hottier E, Clavey M, Haouzi A. Evolution des indications opératoires en chirurgie de revascularisation coronarienne. *Chirurgie* 1993-1994 ; 119 : 399-403.
- Goldman S, Zadina K, Moritz T, Ovitt T, Sethi G, et al. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. VA Cooperative Study Group. *J Am Coll Cardiol* 2004 ; 44 : 2149-56.
- Souza DS, Johansson B, Bojöl L, Karlsson R, Geijer H, et al. Harvesting the saphenous vein with surrounding tissue for CABG provides long-term graft patency comparable to the left internal thoracic artery: results of a randomized longitudinal trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006 ; 132 : 373-8.
- Gruntzig A Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis. *Lancet* 1978 ; 1(8058) : 263.
- Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, Colombo A, Holmes DR, et al ; SYNTAX Investigators. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009 ; 360 : 961-72.
- Kappetein AP on behalf of the SYNTAX Investigators optimal revascularization strategy in patients with three-vessel disease and/or left main disease. 24th EACTS Annual Meeting. Geneva-Switzerland-11-15 september 2010.
- Kanho K, Amrein D, Bischoff N, Hehn F, Clavey M, et al. Résultats à court et moyen terme des revascularisations effectuées à l'aide des deux artères mammaires internes. *Ann Médicales de Nancy et de l'Est* 1992 ; 31 : 275-7.
- Burfeind WR Jr, Glower DD, Wechsler AS, Tuttle RH, Shaw LK, et al. Single versus multiple internal mammary artery grafting for coronary artery bypass : 15-year follow-up of a clinical practice trial. *Circulation* 2004 ; 110(11 Suppl 1) : II27-35.
- Calafiore AM, Di Mauro M, Di Giammarco G, Teodori G, Iacò AL, et al. Single versus bilateral internal mammary artery for isolated first myocardial revascularization in multivessel disease: long-term clinical results in medically treated diabetic patients. *Ann Thorac Surg* 2005 ; 80 : 888-95.
- Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2010 ; 31 : 2501-55.