

# Pontages aortocoronaires par greffons artériels multiples, résultats post opératoire : à propos de 322 cas.

## Multiple arterial coronary artery bypass grafting : perioperative complications, clinical and angiographic evolution.

Zied Daoued, Faker Ghedira, Selim Boudiche, Jalel Ziadi, Mohamed Sami Mourali, Raouf Denguir

CHU la Rabta-Université Tunis El Manar-Faculté de médecine de Tunis

### RÉSUMÉ

**Introduction :** La revascularisation chirurgicale par pontage aorto-coronaire à greffons artériels multiples est une technique controversée.

**Objectif :** Etudier les résultats et les complications précoces de la revascularisation myocardique par greffons artériels multiples et leurs facteurs prédictifs ainsi que le pronostic clinique et angiographique des patients à moyen et long terme.

**Méthodes :** Il s'agissait d'une étude monocentrique menée au service de chirurgie cardio vasculaire La Rabta sur des patients opérés successivement pour pontages aorto-coronaires à greffons artériels multiples entre janvier 2008 et décembre 2014. Une étude statistique uni et multivariée a été menée pour identifier les complications et leurs facteurs prédictifs ainsi qu'une étude selon Kaplan-Meier pour le suivi clinique et angiographique des patients.

**Résultats :** Nous avons étudié 322 patients d'âge moyen de 58 ans avec un sex-ratio de 7,7 avec une fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) conservée dans 68,94% des cas. Nous avons recensé 1109 ponts tous confectionnés sous circulation extra corporelle, dont 788 étaient artériels. L'artère mammaire interne gauche (AMIG) a été utilisée dans 100% des cas, avec une perméabilité de 100%, 94,7%, 91,6% et 73,3% respectivement à 1, 3, 5 et 8 ans. L'artère mammaire interne droite (AMID) a été utilisée chez 87,2% des patients pédiculée passée à travers le sinus de Theile, sur la coronaire droite ou montée en Y sur l'AMIG. Sa perméabilité était de 98,3%, 86,2%, 68% et 57,9%. Aucun montage n'a montré significativement sa supériorité en terme de perméabilité sauf celui de l'AMID sur la marginale ( $p=0,003$ ). La mortalité précoce était de 5,9 %, ses facteurs prédictifs étaient principalement le recours à la contre pulsion intra aortique (OR = 22,18), la reprise pour saignement (OR = 30,57), l'infarctus du myocarde post opératoire (OR = 29,49), le clampage aortique  $\geq 60$  minutes (OR = 10,89), le recours aux catécholamines à fortes doses (OR = 9,1) et la médiastinite (OR = 7,15). Les principales complications post opératoires étaient la pneumopathie (20,2%) suivie par l'insuffisance rénale aiguë (5,3%) et la médiastinite (5%). Les données du suivi tardif ont pu être collectées seulement chez 39,4% des patients. Les Major Adverse Cardiac and Cerebral Events (MACCE) étaient présents chez 30,71% des patients contrôlés. La survie sans MACCE était de 52,9% à 5 ans. Le pontage tout artériel était significativement supérieur aux autres montages en termes de survenue de MACCE avant 5 ans ( $p=0,036$ ), la significativité est perdue à cause du biais de sélection après 5 ans.

**Conclusions :** Le pontage aorto-coronaire à greffons artériels multiples a prouvé sa sécurité en termes de mortalité et morbidité post opératoire. Le pronostic à long terme semble meilleur pour le montage tout artériel.

### Mots-clés

Pontage aortocoronarien, Artères mammaires, Complications postopératoires, Période périopératoire

### SUMMARY

**Background:** Multiple arterial coronary artery bypass grafting is a controversial surgical procedure that is still uncommon worldwide.

The aim of our study was to determine the outcomes and perioperative complications of the multiple arterial myocardial revascularization and their predictive factors, the mid-term and long term clinical and angiographic prognosis of the studied patients.

**Methods :** This was a single center study of the cardiovascular department of The Rabta hospital. Patients included had serial multiple arterial coronary artery bypass grafting between January 2008 and December 2014.

A statistical univariate and multivariate analysis had been conducted to identify complications and their predictive factors and a Kaplan-Meier study was done for the clinical and angiographic late outcomes.

**Results :** We included 322 patients mean aged 58 years, sex-ratio was 7.7 with a preserved left ventricle ejection fraction (LVEF) in 68.94% of cases.

On-pump 1109 bypasses were made, among them 788 arterial grafts were used. Left internal thoracic artery (LIMA) was used in 100% of patients. Patency of the LIMA was 100%, 94.7%, 91.6% and 73.3% at 1, 3, 5 and 8 years respectively. RIMA (right internal thoracic artery) was used in 87.2% of patients, anastomosed to the left coronary system via the Theile sinus, anastomosed to the LIMA to make a Y shape configuration, or anastomosed in situ to the right coronary artery. Its patency was 98.3%, 86.2%, 68% and 57.9%. There was no significance between configuration patencies except the RIMA anastomosed to the lateral branches of the circumflex artery ( $p=0.003$ ).

Early mortality was 5.9 %, its main predictors were post operative intra aortic balloon pump (OR=22.18), re intervention for bleeding (OR=30.57), post operative myocardial infarction (OR=29.49), aortic clamping  $\geq 60$  minutes (OR=10.89), post operative high level of catecholamine (OR=9.1) and mediastinitis (OR=7.15).

Main early complications were pulmonary infection (20.2%), acute renal failure (5.3%) and mediastinitis (5%).

Data of long term following could be collected only in 39.4% of cases. Major Adverse Cardiac and Cerebral Events (MACCE) occurred in 30.71% controlled patients. Free-MACCE survival was 52.9% at 5. Initially total arterial bypass grafting was superior to other configurations in free-MACCE survival ( $p=0.036$ ) but we lost significance beyond 5-years following because of selection bias.

**Conclusion :** Multi arterial coronary artery bypass grafting was secure in early morbidity and mortality. Long term prognosis seemed to be better in case of total arterial revascularization.

### Key-words

Coronary artery bypass, mammary arteries, postoperative complications, perioperative period

## INTRODUCTION

L'évolution en matière de choix des greffons artériels a permis à la revascularisation chirurgicale du myocarde d'améliorer les résultats à moyen et à long terme face au développement rapide des techniques percutanées.

L'implantation de l'artère mammaire interne gauche (AMIG) sur l'artère inter ventriculaire antérieure (IVA) a fait preuve de perméabilité très satisfaisante dans les diverses études ce qui a permis sa large utilisation par les chirurgiens. Par ailleurs l'utilisation des greffons artériels multiples reste une méthode encore controversée avec des résultats moins prouvés.

Le but de notre travail est d'étudier les résultats et les complications péri opératoires et leurs facteurs prédictifs de la revascularisation myocardique par greffons artériels multiples à travers une expérience tunisienne.

## MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique, réalisée au service de chirurgie cardio vasculaire du CHU La Rabta, elle inclut 322 patients opérés pour pontage aorto coronaire par greffons artériels multiples entre janvier 2008 et décembre 2014.

Les patients inclus sont ceux qui ont eu une revascularisation par la réalisation d'au moins deux anastomoses entre une artère coronaire et un greffon artériel, opérés à froid. Les patients présentant un choc cardiogénique ou d'une phase aiguë d'infarctus du myocarde (IDM) n'ont pas été inclus.

Nous avons recueilli pour chaque patient, les données démographiques, les antécédents et les facteurs de risques cardio vasculaires, les données préopératoires, per et post opératoires, les complications post opératoires en terme de morbi-mortalité

Nous avons étudié par ailleurs chez un sous groupe contrôlé (les patients non perdus de vue et ayant accepté le contrôle) les données de suivi post opératoire clinique, à savoir les MACCE (major adverse cardiac and cerebral events), et les résultats des contrôles angiographiques.

Une étude statistique a été réalisée comprenant une étude descriptives des données pré, per et post opératoires des patients, une analyse uni variée des résultats ainsi que des complications selon le greffon et le montage réalisé, une analyse multi variée des facteurs prédictifs de morbidité, mortalité et de thrombose des greffons. La perméabilité moyenne et la survie sans MACCE ont été étudiées par la méthode de Kaplan-Meier.

## RÉSULTATS

Dans notre série la moyenne d'âge des patients est de 58.04 années avec un minimum de 27 ans et un maximum de 82 ans et un sexe ratio de 7.7

Le nombre de facteurs de risque par patient varie de 0 à 5, avec une médiane de 2, 65.5% ont moins de 3 facteurs de risque cardio vasculaire. L'intoxication tabagique est le facteur de risque cardiovasculaire principal présent chez 70.5% des patients surtout de sexe masculin. Le diabète a été retrouvé chez 49.4% des patients soit la moitié de la population. L'atteinte poly artérielle était la comorbidité la plus fréquente représentée par une atteinte carotidienne ou une artérite des membres inférieurs. La broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) était la deuxième comorbidité associée à l'atteinte coronaire (Tableau 1).

**Tableau 1** : Caractéristiques pré opératoire de la population étudiée

	Fréquence	Pourcentage
Facteurs de risques cardio vasculaires		
Diabète	159	49,38%
Hypertension artérielle	123	40,37%
Obésité	75	23,29%
Dyslipidémie	116	36,02%
Tabac	227	70,5%
Autres antécédents		
Événement neurologique	15	4,65%
Poly artériels	40	12,42%
Artérite des membres inférieurs	18	5,6%
Atteinte des carotides internes	24	7,45%
BPCO	22	6,83%
Insuffisance rénale chronique	11	3,41%
Hémodialyse	4	1,24%
Hépatite virale	4	1,24%
Thrombose veineuse profonde	1	0,3%
Epilepsie	2	0,6%
Insuffisance surrénalienne	1	0,3%
Néoplasie	2	0,6%
Dysthyroïdie	4	1,24%
Fraction d'éjection ventriculaire gauche		
=<30%	16	4,49%
Entre 31 et 50%	84	26,09%
>50%	222	68,94%
Statut coronaire		
Sténose du tronc commun gauche	61	18,94%
Tritronculaire	213	66,15%
Bitronculaire	39	12,11%
Monotronculaire	9	2,8%
Euroscore 2		
0 à 2	222	68,94%
3 à 5	70	21,74%
> 5	30	9,31%

Tous les patients ont été opérés sous circulation extra corporelle (CEC) avec clampage aortique. La protection myocardique a été assurée par une cardioplégie antérograde intermittente au sang froid. La durée moyenne de CEC est de 93.5 minutes (minimum à 28min et maximum à 268 min). La durée moyenne du clampage aortique a été de 57 min (extrêmes de 18 min à 175 min) Les gestes associés au PAC ont été résumés dans le tableau 2.

**Tableau2 :** Différents gestes associés au pontage aortocoroanire

Intervention	Nombre de patients	%
Chirurgie valvulaire aortique	2	0,6
Chirurgie valvulaire mitrale	1	0,3
Thrombo endartériectomie carotidienne	1	0,3
Cure d'un anévrisme du ventricule gauche	1	0,3
Pontage vasculaire périphérique	1	0,3

Le nombre total de pontages réalisés est égal à 1109 avec une moyenne de 3.44 ponts par patient et un nombre maximal de 6 ponts par patient, 788 ponts sont artériels avec un minimum de 2 et un maximum de 5 par patient avec une moyenne à 2.45. Les pontages veineux sont au nombre de 321 avec une moyenne de 1 pont par patient (extrêmes de 0 à 3 ponts par patients).

La revascularisation toute artérielle a été réalisée chez 80 patients, soient 24.8% des cas.

L'AMIG a été prélevée dans 100% des cas pour confectionner 446 anastomoses (Tableau 3).

**Tableau 3 :** Répartition des différents types de montages de l'artère mammaire interne gauche.

Montage	Nombre de patients	Pourcentage (%)
Anastomose unique sur l'IVA	133	41,3
Anastomoses séquentielles Dg-IVA	105	32,6
Montage en Y avec l'AMID avec anastomose unique sur l'IVA	65	20,18
Montage en Y avec anastomoses sequentielles Dg-IVA	19	5,9
Montage en Y avec anastomose sur une marginale (prélevée en greffon libre)	1	0.3

L'AMID a été utilisée chez 281 patients soient 87,2% des patients pour confectionner 329 ponts (Tableau 4).

**Tableau 4 :** distribution des artères revascularisées par l'AMID selon le type de montage utilisé

	Passée dans le Theile (n=179)	Montée en Y sur l'AMIG (n=84)	Anastomoses distales séquentielles (n=43)	Pédiculée sans passage dans le Theile (n=19)
IVA	0	0	0	1
Diagonale	13	35	33	0
Marginale	118	72	42	0
Bissectrice	57	11	7	0
Coronnaire droite	0	6	6	18

La veine saphène interne a été utilisée chez 242 patients soient 75,15% des patients pour confectionner 321 ponts (Tableau 5).

**Tableau 5 :** Fréquence de l'utilisation de la VSI selon l'artère revascularisée.

Artère revascularisée	Nombre de patients	Fréquence
Marginale (Mg)	67	27,68%
Diagonale (Dg)	24	9,91%
Bissectrice (Biss)	13	5,37%
Coronnaire droite (CDte)	206	63,97%

Le sevrage de la CEC était aisé dans la majorité des cas et le recours aux catécholamines à fortes doses n'était nécessaire que chez 10% des patients.

Le recours au ballon de contre pulsion intra aortique était nécessaire chez 5% des patients. Le saignement post opératoire moyen était de 629 ml et le nombre moyen de culots globulaires rouges (CGR) transfusés était de 1,72 (de 0 à 7 avec une médiane à 2 CGR). La reprise pour saignement était nécessaire dans 4,6% des cas. Le délai moyen d'extubation était de 18 heures avec une médiane à 6 heures et le délai moyen de séjour en réanimation était de 3,45 jours avec une médiane de 2 jours.

La mortalité hospitalière était de 5,9%, les facteurs associés à la mortalité précoce sont résumés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Facteurs prédictifs de mortalité intra hospitalière après analyse multivariée

	P	OR (IC 95%)
Diabète	0,057	4,78 (0,0955-23,98)
Antécédent d'accident vasculaire cérébral	0,046	7,51 (1,033-54,71)
Chirurgie en urgence	0,024	6,31 (1,27-31,22)
Contre pulsion intra aortique	0,005	22,18 (2,54-193,13)
Catécholamines à fortes doses	0,015	9,1 (1,53-54,06)
Reprise pour saignement	0,002	30,57 (3,52-264,87)
Infarctus du myocarde post opératoire	0,011	29,49 (2,19-396,91)
Médiastinite	0,047	7,15 (1,02-49,79)
Clampage aortique >= 60 min	0,005	10,89 (2,08-56,80)

Le type de montage ainsi que le prélèvement des deux artères mammaires internes n'ont pas été retenus comme facteurs prédictifs de mortalité précoce.

Parmi les patients 62,73% (n=202) ont eu des suites opératoires sans complications. 31,36% des patients (n=101) ont eu des complications post opératoires (Tableau 7). La pneumopathie était la complication la plus fréquente retrouvée.

**Tableau 7:** Tableau des différentes complications post opératoires de la population étudiée.

Complications	Nombre de patients	Pourcentage (%)
Hémorragie post opératoire	15	4,7
Infarctus du myocarde	8	2,5
Pneumopathie post opératoire	65	20,2
Infection de la plaie opératoire	30	9,3
Superficielle	14	4,3
Médiastinite	16	5
Accident vasculaire cérébral	5	1,6
Insuffisance rénale	17	5,3
Transitoire	16	5
Hémodialyse	1	0,3
ACFA	10	3,1
Pancréatite post opératoire	2	0,6
Ischémie aiguë du membre inférieur	1	0,3

L'infection superficielle de la plaie opératoire était du ressort du traitement médical, la médiastinite nécessitait par ailleurs la reprise chirurgicale dans tous les cas.

Deux des patients ayant présenté une hémorragie post opératoire nécessitant la reprise chirurgicale étaient décédés par choc hémorragique et un patient parmi les patients ayant présenté un AVC post opératoire était décédé dans les suites de cette complication.

Les facteurs prédictifs des principales complications ont été résumés dans le Tableau 8.

Le sous groupe des patients contrôlés représente 39,4% de l'effectif total soient 127 patients dont 61 sont contrôlés seulement sur le plan clinique et 66 ont eu un contrôle angiographique (20,5% de toute la population).

Sur le plan clinique, aucune influence significative n'a été notée sur la survie à 5 ans sans MACCE du profil clinique pré opératoire à savoir le sexe (p=0,43), le tabac (p=0,92), le diabète (p=0,66), la dyslipidémie (p=0,32), l'hypertension artérielle (p=0,87), l'obésité (p=0,1), l'insuffisance rénale chronique (p=0,18), le statut coronaire (p=0,9), la fraction d'éjection préopératoire (p=0,64), les antécédents d'angioplastie coronaire (p=0,49).

**Tableau 8:** Tableau récapitulatif des facteurs prédictifs des principales complications après analyse multivariée

Facteurs prédictifs	p	OR
<b>Pneumopathie</b>		
La dyslipidémie	0,039	2,06
Les antécédents de BPCO	0,045	2,63
Le séjour en réanimation supérieur ou égal à 3 jours	<0,0001	13,45
<b>Infarctus du myocarde</b>		
Présence d'une chirurgie associée	0,001	48,98
Nombre de ponts >= 5	0,007	12,17
Durée de CEC >= 110 minutes	0,025	7,36
Utilisation de la contre-pulsion intra aortique	0,025	9,46
<b>AVC post opératoire</b>		
La sténose bilatérale des artères carotides internes > 70%	0,002	150
insuffisance rénale post opératoire transitoire	0,004	20,06
<b>L'insuffisance rénale post opératoire :</b>		
taux de créatinine pré opératoire >= 12,75 mg/l	0,008	36
présence d'une sténose serrée du tronc commun gauche	0,03	1,95
<b>Infection du site opératoire (superficielle et profonde)</b>		
Age >= 58 ans	0,006	3,76
Sexe féminin	0,004	4,66
Dyslipidémie	0,002	4,34
BPCO	0,011	4,91
Nombre d'anastomoses artérielles >= 5	0,028	33,88
<b>Médiastinite proprement dite</b>		
Dyslipidémie	0,005	6,59
Durée de CEC >= 102 minutes	0,012	4,56
L'insuffisance rénale post opératoire	0,043	4,5

Par ailleurs, le montage tout artériel a montré sa supériorité en termes de survie sans MACCE dans les premières années après l'intervention (p= 0,036). Les deux courbes de survie se rejoignent vers la fin des 5 années de suivi avec un p qui redevient non significatif (p=0,19) (Figure 1). Une coronarographie a été pratiquée chez 41 patients, un coroscanner (figure 2) chez 20 patients et les 2 types d'examen chez 5 patients. Le choix du type d'examen est fonction de la disponibilité du plateau technique. Près des deux tiers (61,5 %) des patients contrôlés angiographiquement ont tous les pontages perméables (tableaux 9 et 10).

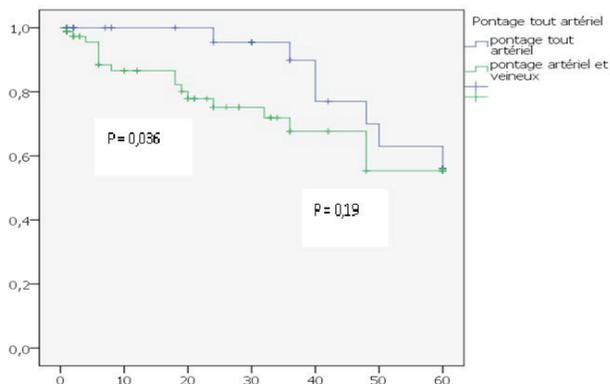


Figure 1 : Survie sans MACCE selon le montage tout artériel

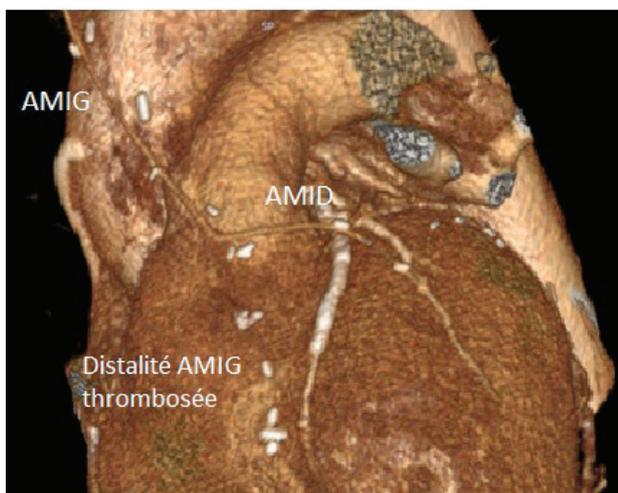


Figure 2 : Thrombose de la branche AMIG d'un montage en Y et conservation de la perméabilité de la branche AMID destinée à la bissectrice

Tableau 9 : résultats des contrôles angiographiques

	Patients Contrôlés	Perméables	Thrombosés
AMIG-IVA (tout type de montage)	66	62 (93,9%)	4 (6,1%)
AMIG en Y	20	19 (95%)	1 (5%)
AMIG en séquentiel sur la diagonale	21	19 (90,5%)	2 (9,5%)
AMIG en anastomose unique	32	31 (96,9%)	1 (3,1%)
AMID (tout type de montage)	63	50 (79,4%)	13 (20,6%)
AMID en Y	20	16 (80%)	4 (20%)
AMID passée dans le Theile	38	31 (81,6%)	7 (18,4%)
AMID en séquentiel	8	7 (87,5%)	1 (12,5%)
AMID-coronaire droite	5	3 (60%)	2 (40%)
VSI (tout type de montage)	45	35(77,8%)	10(22,2%)
VSI-coronaire droite	39	30(76,9%)	9(23,1%)
VSI-réseau gauche	14	10(71,4%)	4(28,6%)
VSI-séquentiel	10	8(80%)	2(20%)

Tableau 10: Tableau montrant la perméabilité des greffons à 1 an, 3 ans, 5 ans et 8 ans.

	1 an	3 ans	5 ans	8 ans
AMIG	100 %	94,7 +/- 3,6%	91,6% +/- 4,7%	73,3 +/- 16,8%
AMID	98,3 +/- 1,7%	86,2 +/- 5,4%	68 +/- 8,4%	57,9 +/- 9,7%
VSI	97,1 +/- 2,8%	83,6 +/- 7,7%	61,4 +/- 12,6%	16,4 +/- 14,3%

Il n'y a pas eu de montage en Y totalement occlus : l'AMIG thrombosée en Y laissait perméable le segment AMID greffé sur la marginale

Aucun montage n'a montré sa supériorité quant à la perméabilité de l'AMIG. Le montage de l'AMID sur la marginale était significativement supérieur aux autres types de montage de l'AMID (Figure 3).

Nous avons étudié la perméabilité de l'AMID montée sur la marginale selon son caractère libre monté en Y sur l'AMIG ou pédiculé passé à travers le sinus de Theile.

La perméabilité moyenne de l'AMID montée en Y sur l'AMIG est meilleure que celle de l'AMID passée à travers le sinus de Theile (92,33 mois contre 71,38 mois, soit une perméabilité cumulée à 100 mois de 80,8 +/- 12% contre 55,8 +/- 16% respectivement) sans atteindre le seuil de significativité (p = 0,08) (Figure 4).

Par ailleurs, sur la coronaire droite, l'AMID et la veine saphène interne étaient équivalente avec p=0,77.

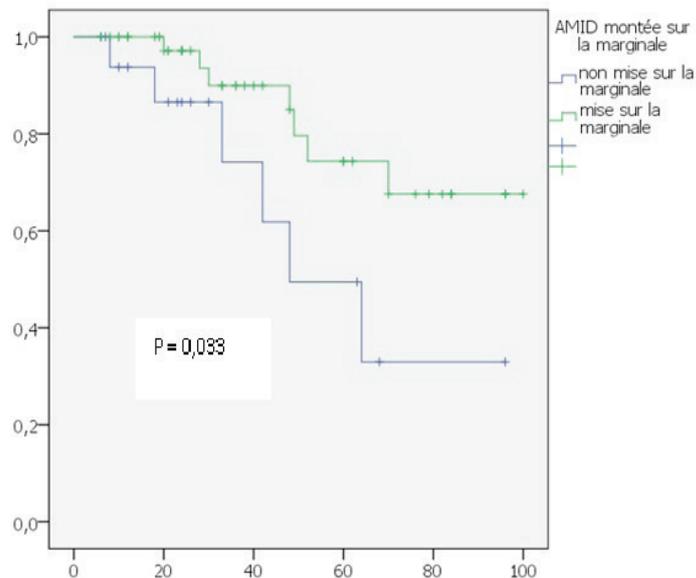
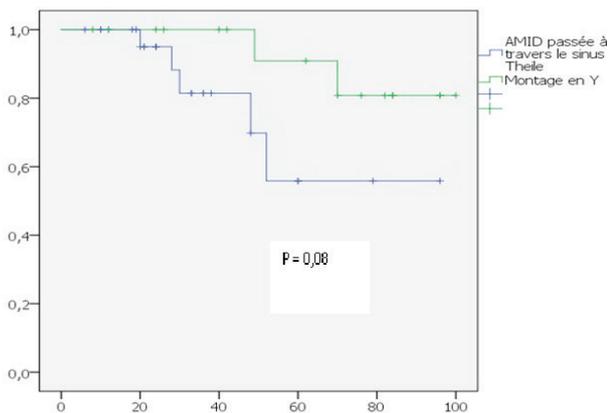


Figure 3 : Perméabilité de l'AMID montée sur la marginale.



**Figure 4 :** Perméabilité de l'AMID anastomosée à la marginale selon son montage en Y sur l'AMIG ou son passage à travers le sinus de Theile.

## DISCUSSION

La maladie coronaire constitue un problème de santé publique en Tunisie. Sa prise en charge est en perpétuel développement et passe par des techniques percutanées et chirurgicales. Les études des techniques chirurgicales présentent plusieurs controverses quant au choix des greffons. Notre étude présente une série tunisienne de pontages aorto coronaires effectués par des anastomoses artérielles multiples. La population concernée par les pontages aorto coronaires par anastomoses artérielles multiples est relativement jeune avec une moyenne d'âge de 58 ans, à majorité masculine. La moyenne d'âge est comparable à la majorité des séries étudiées. Certaines études de la littérature se sont intéressées à une population plus vieille pour étudier le bénéfice du pontage artériel multiple à cette tranche d'âge. Kurlansky et al ont prouvé dans une étude publiée en 2015 une amélioration significative de la survie à long terme chez la population âgée de plus de 70 ans ayant bénéficié d'un pontage aortocoronaire par deux artères mammaires internes, les résultats post opératoires précoces étant comparables. En effet les courbes de survie commencent à diverger depuis la 5<sup>ème</sup> année de suivi, les auteurs recommandent alors l'utilisation des deux artères mammaire chez toute personne dont l'espérance de vie dépasse 5 ans [1].

Les facteurs de risques les plus retrouvés sont le tabac et le diabète. Le diabète en effet est retrouvé chez 49,4% des patients. Dans la littérature le pourcentage de diabétiques

dans la population des patients revascularisés par un pontage aorto coronaire à greffons artériels multiples est souvent inférieur à 30% [2–5]. Ceci est expliqué par l'importance de la population diabétique en Tunisie en premier lieu, encore la tendance dans le monde est d'éviter l'utilisation des greffons artériels multiples chez les diabétiques. Dans notre série, le diabète à lui seul, non associé à l'obésité ne constitue pas un facteur limitant pour le choix de la revascularisation par greffons artériels multiples.

La mortalité post opératoire précoce dans notre série est de 5,9 %. Dans les autres séries tunisiennes elle varie de 6,6 à 7,8% [6–8]. Dans la littérature elle varie entre 0,6 et 2,3%[2,5,9,10]. Les facteurs prédictifs de la mortalité dans notre étude étaient le diabète, les antécédents d'AVC, la chirurgie en urgence, le clampage aortique  $\geq 60$  min, la sortie sous fortes doses de catécholamines, le recours au ballon de contre pulsion intra aortique, la reprise pour saignement, l'infarctus du myocarde post opératoire, la médiastinite. Dans la littérature plusieurs facteurs ont été identifiés tels que la chirurgie rédux[11], l'âge[11], le diabète[11,12], l'artérite des membres inférieurs[11,12], l'insuffisance rénale chronique[11], l'atteinte du tronc commun gauche[11], la chirurgie en urgence[11], la mauvaise fonction cardiaque[12], le recours au ballon de contre pulsion intra aortique[12].

Ces différents facteurs identifiés prédictifs de mortalité ne sont pas spécifiques aux pontages à greffons artériels multiples mais peuvent être communs à tout type de pontage aorto coronaire [13]. Le pontage à greffons artériels multiples est rapporté par plusieurs auteurs comme facteur protecteur contre la mortalité post opératoire précoce [10].

Les complications les plus redoutables survenues dans notre études étaient l'infarctus du myocarde, l'infection du site opératoire et l'infection pulmonaire post opératoire. La survenue d'infarctus du myocarde post opératoire est un facteur de mauvais pronostic, elle a été identifiée comme facteur prédictif de mortalité post opératoire précoce dans cette série. Parmi les patients opérés 2,5 % ont présenté un infarctus du myocarde en post opératoire précoce identifié sur des critères cliniques, électro cardiographiques et biologiques.

L'incidence de l'infarctus du myocarde post opératoire varie de 0,9 à 4,2% [14,15]. Buttar et al dans leur méta analyse trouvent que le pontage aorto coronaire avec greffons artériels multiples constitue un facteur protecteur contre la

survenue d'infarctus du myocarde post opératoire.

L'incidence des infections de la plaie opératoire par ailleurs dans notre série est de 9,3% dont 5% de médiastinites ayant nécessité la reprise chirurgicale.

La survenue d'une médiastinite est un facteur de mauvais pronostic et a été identifiée dans notre série comme facteur prédictif de mortalité précoce post opératoire.

Les facteurs prédictifs de médiastinite dans notre série sont la dyslipidémie, la durée de CEC  $\geq$  102 minutes et l'insuffisance rénale post opératoire. La durée de CEC a été identifiée par certains auteurs comme facteur prédictif de médiastinite [16]. Le prélèvement des deux artères mammaires n'a pas été identifié dans notre étude comme facteur de risque de médiastinite bien qu'il le constitue dans plusieurs études [2,14].

L'infection pulmonaire a touché 20,2% des patients de notre série. Il s'agit d'une complication non spécifique du pontage aorto coronaire par greffons artériels multiples mais d'une complication récurrente dans toute chirurgie cardiaque à cœur ouvert. Son incidence varie selon les séries de 1,2% à 9,7% [17–20]. Dans les séries traitant la revascularisation myocardique elle varie de 1,2% à 16,4% des patients [6,8,21–23].

L'AMIG a été utilisée dans 100% des cas. L'utilisation de l'AMIG est le Gold standard dans la littérature, ainsi sa perméabilité à 10 ans est supérieure à 90% dans la majorité des séries, anastomosée à l'IVA elle peut atteindre 99% dans certaines séries[24]. Tatoulis a contrôlé 1 345 AMIG dans un délai post opératoire moyen de 79,03 mois, la perméabilité était de 96,4% [3].

Dans notre étude la perméabilité de l'AMIG anastomosée sur l'IVA est de 100%, 94,7%, 91,6% et 73,3% respectivement à 1, 3, 5 et 8 ans.

L'AMID a été utilisée dans notre série chez 87,2% des patients. Dans plusieurs séries étudiant les pontages aorto coronaires à greffons artériels multiples elle représente moins de 60% des pontages réalisés [4,25,26]. Ceci est dû à l'utilisation plus fréquente dans le monde du greffon radial, qui n'a été utilisé qu'une fois dans notre série.

La perméabilité de l'AMID dans notre série est de 98,3%, 86,2%, 68%, et 57,9% respectivement à 1, 3, 5 et 8 ans.

Dans la série de Tatoulis publiée en 2011, un contrôle angiographique a été pratiqué pour 991 AMID, la perméabilité globale à 10 ans était de 90%, anastomosée au réseau de la circonflexe elle était de 91%, à la coronaire droite de 84% avec  $p < 0,001$ . Dans ce travail Tatoulis n'a pas trouvé de différence significative entre la perméabilité

de la AMIG et celle de l'AMID anastomosées aux mêmes territoires. Ainsi l'AMID peut être anastomosée à l'IVA avec une perméabilité comparable à celle de l'AMIG,  $p = 0,74$  [27].

Dans notre étude la perméabilité de l'AMID anastomosée au réseau de la circonflexe était significativement meilleure que celle des autres territoires. Elle n'a été utilisée sur l'IVA qu'une seule fois. Le patient n'a pas été contrôlé.

L'intérêt de l'utilisation de l'AMID a été largement discuté dans la littérature.

La majorité des études comparant l'utilisation bilatérale des artères mammaires internes sont observationnelles. Ainsi Lytle et al ont publié en 2004 une étude sur 10 124 patients suivis sur 20 ans avec un suivi moyen de 16,5 années. Cette étude a montré une amélioration significative de la survie qui est augmentée de plus de 10% chez 60% des patients[28]. Un travail de Kelly et al montre l'amélioration de la survie à 10 ans du pontage aorto coronaire par deux artères mammaires internes par rapport à l'utilisation de l'AMIG seule avec un HR = 0,81 et même par rapport à l'utilisation des autres greffons artériels, ainsi qu'une diminution significative de la réhospitalisation pour cause cardiaque avec un HR=0,802 [25]. Kurlansky a publié un travail dans lequel il a suivi 4584 patients sur 30 ans et montre de même la supériorité de l'utilisation des deux artères mammaires internes [29].

Buttar en 2017 a publié une méta analyse de 29 études observationnelles montrant un bénéfice dans la survie à 10 ans lors de l'utilisation des deux artères mammaires internes avec un HR = 0,78 ( $p = 0,00001$ ), une diminution du taux de revascularisation secondaire de 10% à 4,8% ( $p = 0,005$ ) ainsi qu'une diminution significative de la survenue d'infarctus du myocarde et de la récurrence angineuse. Ce dernier bénéfice n'a pu être retrouvé chez les sujets diabétiques.

Le seul essai randomisé quant à l'utilisation bilatérale des artères mammaires internes est en cours, appelé l'étude ART. Les résultats à 5 ans ont été publiés par Taggart et al en 2016 et n'ont pas montré de différence significative en terme de mortalité à 5 ans, en terme de morbidité seule une légère augmentation du taux des médiastinites post opératoires a été notée avec l'utilisation des deux mammaires, aucun bénéfice de l'utilisation bilatérale des artères mammaires n'a été prouvé par cette étude jusqu'à ce jour[30].

Les montages utilisés dans notre études sont des montages séquentiels artériels et veineux, principalement

l'AMIG anastomosée à l'IVA avec une anastomose séquentielle sur la diagonale, ainsi que des pontages artériels composites : principalement l'AMID prélevée en greffon libre et anastomosée en Y sur l'AMIG. Les montages artériels séquentiels et composites ont soulevé le problème du flux sanguin compétitif qui est lié à la thrombose des greffons anastomosés sur une artère coronaire modérément sténosée et qui peut compromettre, en cas de montage à plusieurs anastomoses distales, la vitalité de plusieurs territoires myocardiques.

Dans notre étude l'AMIG a toujours été utilisée in situ pour revasculariser l'IVA sauf dans un seul cas où elle a été anastomosée en Y sur l'AMID pour revasculariser une marginale. L'AMID in situ a été utilisée dans 70,1% des cas, 6,4% des cas sur la coronaire droite et 63,7% des cas passée à travers le sinus de Theile pour revasculariser le réseau marginal. Dans la littérature l'AMIG in situ sur l'IVA constitue le gold standard, l'AMID in situ a prouvé des résultats semblables [31]. Dans les séries tunisiennes, l'AMIG a été utilisée in situ dans 99% des cas [6–8].

L'AMID in situ bien que largement utilisée dans la littérature est souvent utilisée en avant du cœur pour revasculariser le réseau gauche [32]. Plusieurs études par ailleurs ont rapporté l'utilisation de l'AMID passée à travers le sinus de Theile. L'avantage de cette technique est d'éviter de croiser la ligne médiane devant le cœur et ainsi d'éviter le risque de lésion en cas de reprise du patient pour un saignement ou pour une infection sternale. Le deuxième avantage est de pouvoir gagner en longueur pour ce greffon et ainsi atteindre les branches marginales et postéro latérales de la circonflexe. Gerola dans une étude publiée en 1996 sur 201 pontages aorto coronaires par 2 AMI a contrôlé 80 angiographies dont 36 à long terme (10 ans) et a montré une perméabilité de l'AMID passée à travers le sinus de Theile de 91,6%, semblable à celle de l'AMIG anastomosée à l'IVA (94,4%) [33]. Bonacchi dans une étude publiée en 2003 a étudié 450 patients à un délai de 27+/- 8 mois et confirme que l'utilisation de l'AMID in situ passée à travers le sinus de Theile est une méthode sûre à court et moyen terme et insiste sur la squelettisation pour améliorer la longueur du greffon, éviter le saignement post opératoire et éviter la compression postérieure par l'aorte [34]. Ura et al ont confirmé les mêmes résultats dans leurs travaux publiés en 1998 et en 2001 avec une perméabilité à 6 ans de 89,3% pour l'AMID passée à travers le sinus de Theile [35,36].

Le montage en Y par ailleurs est sujet à plusieurs

controvertes. D'une part ce montage présente une bifurcation et pose alors le problème de turbulences hémodynamique au niveau de l'anastomose [37]. D'autre part, le montage en Y rajoute une anastomose supplémentaire et donc prolonge le temps opératoire et pose le problème du flux compétitif ou le phénomène de vol. Ainsi un pontage de deux territoires de « run-off » différents peut-être associé à une perméabilité diminuée et peut conduire à l'occlusion même précoce du greffon [38–40]. La distribution relative du flux dans le montage en Y sera alors dépendante de la taille des différents lits artériels pontés et de celle des greffons utilisés ainsi que du degré de sténose de l'artère coronaire native [41]. En effet le vrai risque est alors de ponter une artère coronaire où la pression n'est pas significativement inférieure à la pression du greffon artériel, d'autant plus que celle-ci diminue proportionnellement à la diminution du diamètre du greffon et à l'augmentation de sa longueur [32].

En outre, le montage en Y permet de confectionner plus d'anastomoses distales et de gagner en longueur. Il permet donc d'atteindre des territoires éloignés tel que le territoire de l'IVP par un greffon artériel sans avoir besoin du prélèvement d'un autre greffon.

Dans notre série l'AMIG anastomosée en Y a été retrouvée perméable chez 95% des patients, l'AMID en Y a été retrouvée perméable chez 80% des patients. La confection d'un montage en Y ne constitue pas un facteur de survenue de MACCE à 5 ans. Dans les séries tunisiennes la perméabilité de l'AMIG en Y varie de 60% à 97% et celle de l'AMID de 60% à 84,6% [6,8].

Dans la majorité des séries le montage en Y ne s'accompagne pas de plus de risque de mortalité, de thrombose et de survenue de MACCE par rapport aux AMI utilisées in situ [21,32,42–44]. Mais dans ces études l'AMID in situ est souvent utilisée devant le cœur ou sur l'IVA avec une AMIG sur le réseau circonflexe. Dans notre série elle est toujours tunnélisée à travers le sinus de Theile.

En 2016, Glineur et al. ont publié une étude à propos de 304 patients contrôlés angiographiquement à un délai moyen de 3 ans et cliniquement durant 7 ans, randomisés en patients ayant eu un montage en Y et en patients ayant eu une AMID passée à travers le sinus de Theile. Ils ne trouvent pas de différence significative en terme de perméabilité entre le montage en Y et l'AMID in situ à travers le sinus de Theile, mais à 7 ans le groupe « In Situ » a présenté plus de MACCE [45].

Dans notre série la perméabilité à 5 ans de l'AMID anastomosée ne Y sur l'AMIG est sensiblement meilleure que celle de l'AMID passée dans le sinus de Theile sans atteindre le seuil de significativité ( $p = 0,08$ ). Nous n'avons pas retrouvé de différence significative dans la survie sans MACCE entre ces deux groupes.

Par ailleurs, plusieurs études ont montré l'avantage de la revascularisation toute artérielle par rapport à la revascularisation conventionnelle en termes de survie à long terme et en termes de survie sans MACCE [10,46–49]. Dans notre série le montage tout artériel est associé à une diminution significative des MACCE dans le début du suivi, cette différence s'atténue à un délai de 5 ans. Cependant, il existe un biais de sélection du fait que la majorité des sujets contrôlés avant 5 ans sont asymptomatiques et ceux contrôlés au-delà sont symptomatiques.

D'après ce résultat, l'absence de supériorité d'un montage artériel par rapport à un autre rassure sur la sécurité de l'utilisation des montages artériels et donne un degré de liberté au chirurgien.

#### Limites de l'étude :

Par ailleurs le nombre restreint de patients contrôlé est un facteur limitant de cette étude. Nous avons pu suivre sur le plan clinique à moyen et long terme seulement 39,4% de la population opérée pour pontage aorto coronaire par greffons artériels multiples et sur le plan angiographique 20,5% de toute la population. Les résultats à long termes sont alors obtenus seulement pour des sous groupes de la population totale. Ceci a empêché d'étendre les résultats à toute la population étudiée. Ainsi la supériorité des montages tout artériels en termes de survie de MACCE qui est confirmée par les données de la littérature [4] est toute fois non significative dans notre étude devant le délai de contrôle réduit.

La courbe de perméabilité actuarielle qui compare le montage de l'AMID en Y avec celle passée à travers le sinus de Theile montre également une divergence nette en faveur du montage en Y. Cette donnée reste statistiquement non prouvée et incite à élargir l'effectif de patients contrôlés et à réaliser des études prospectives.

#### RÉFÉRENCES

1. Kurlansky PA, Traad EA, Dorman MJ, Galbut DL, Ebra G. Bilateral Versus Single Internal Mammary Artery Grafting in the Elderly: Long-Term Survival Benefit. *Ann Thorac Surg.* 1 oct 2015;100(4):1374-82.
2. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, Lees B, Nugara F, Yu L-M, et al. Randomized trial to compare bilateral vs. single internal mammary coronary

- artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *Eur Heart J.* 1 oct 2010;31(20):2470-81.
3. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. Patencies of 2,127 arterial to coronary conduits over 15 years. *Ann Thorac Surg.* 1 janv 2004;77(1):93-101.
4. Pu A, Ding L, Shin J, Price J, Skarsgard P, Wong DR, et al. Long-term Outcomes of Multiple Arterial Coronary Artery Bypass Grafting: A Population-Based Study of Patients in British Columbia, Canada. *JAMA Cardiol.* 11 oct 2017;2(11):1187-96.
5. Locker C, Schaff HV, Daly RC, Dearani JA, Bell MR, Frye RL, et al. Multiple arterial grafts improve survival with coronary artery bypass graft surgery versus conventional coronary artery bypass grafting compared with percutaneous coronary interventions. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 août 2016;152(2):369-379.e4.
6. Jemel A. Résultats précoces de la revascularisation myocardique chirurgicale par des greffons artériels multiples à propos de 213 cas. [Tunis]: Faculté de médecine de Tunis; 2009.
7. Sehili M. Résultats précoces des pontages coronaires utilisant les deux artères mammaires internes. [Tunis]: Faculté de médecine de Tunis; 2007.
8. Hbaieb R. La morbi-mortalité hospitalière de la revascularisation myocardique artérielle multiple. A propos de 128 cas. [Sfax]: Faculté de médecine de Sfax; 2017.
9. Locker C, Schaff HV, Dearani JA, Joyce LD, Park SJ, Burkhardt HM, et al. Multiple Arterial Grafts Improve Late Survival of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft SurgeryClinical Perspective: Analysis of 8622 Patients With Multivessel Disease. *Circulation.* 28 août 2012;126(9):1023-30.
10. Tatoulis J, Wynne R, Skillington PD, Buxton BF. Total Arterial Revascularization: Achievable and Prognostically Effective—A Multicenter Analysis. *Ann Thorac Surg.* 1 oct 2015;100(4):1268-75.
11. Ioannidis JPA, Galanos O, Katritsis D, Connery CP, Drossos GE, Swistel DG, et al. Early mortality and morbidity of bilateral versus single internal thoracic artery revascularization: propensity and risk modeling. *J Am Coll Cardiol.* 1 févr 2001;37(2):521-8.
12. Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, Hébert Y, Cartier R, Bouchard D, et al. Single versus bilateral internal thoracic artery grafts with concomitant saphenous vein grafts for multivessel coronary artery bypass grafting: effects on mortality and event-free survival. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 mai 2004;127(5):1408-15.
13. Kamal YA, Al-Elwany SE, Ghoneim AM, El-Minshawy AK. Predictors of Early Adverse Events after Isolated Coronary Artery Bypass Grafting: Current Status. *Austin J Clin Cardiol.* 2017;4(2):1059.
14. Buttar SN, Yan TD, Taggart DP, Tian DH. Long-term and short-term outcomes of using bilateral internal mammary artery grafting versus left internal mammary artery grafting: a meta-analysis. *Heart.* 22 juin 2017;103(18):1419-26.
15. Glineur D, Hanet C, Poncelet A, D'hoore W, Funken J-C, Rubay J, et al. Comparison of Bilateral Internal Thoracic Artery Revascularization Using In Situ or Y Graft Configurations: A Prospective Randomized Clinical, Functional, and Angiographic Midterm Evaluation. *Circulation.* 30 sept 2008;118(14 suppl 1):S216-21.
16. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Mahfood S, McHenry MC, Goormastic M, et al. Sternal wound complications after isolated coronary artery bypass grafting: Early and late mortality, morbidity, and cost of care. *Ann Thorac Surg.* 1 févr 1990;49(2):179-87.
17. Tamayo E, Álvarez FJ, Martínez-Rafael B, Bustamante J, Bermejo-Martin JF, Fierro I, et al. Ventilator-associated pneumonia is an important

- risk factor for mortality after major cardiac surgery. *J Crit Care.* 1 févr 2012;27(1):18-25.
18. Kollef MH, Sharpless L, Vlasnik J, Pasque C, Murphy D, Fraser VJ. The Impact of Nosocomial Infections on Patient Outcomes Following Cardiac Surgery. *CHEST.* 1 sept 1997;112(3):666-75.
  19. Riera M, Ibáñez J, Herrero J, Ignacio JSDI, Enríquez F, Campillo C, et al. Respiratory tract infections after cardiac surgery: impact on hospital morbidity and mortality. *J Cardiovasc Surg (Torino).* déc 2010;51(6):907-14.
  20. Ibañez J, Riera M, Amezaga R, Herrero J, Colomar A, Campillo-Artero C, et al. Long-Term Mortality After Pneumonia in Cardiac Surgery Patients: A Propensity-Matched Analysis. *J Intensive Care Med.* 1 janv 2016;31(1):34-40.
  21. Calafiore AM, Contini M, Vitolla G, Di Mauro M, Mazzei V, Teodori G, et al. Bilateral internal thoracic artery grafting: Long-term clinical and angiographic results of in situ versus Y grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* nov 2000;120(5):990-8.
  22. Robinson BM, Paterson HS, Denniss AR. Composite Y-Grafting Using the Left Internal Thoracic Artery: Survival and Angiography in 198 Cases. *Heart Lung Circ.* 1 juill 2017;26(7):724-9.
  23. Lev-Ran O, Paz Y, Pevni D, Kramer A, Shapira I, Locker C, et al. Bilateral internal thoracic artery grafting: midterm results of composite versus in situ crossover graft. *Ann Thorac Surg.* 1 sept 2002;74(3):704-11.
  24. Sabik JF, Lytle BW, Blackstone EH, Houghtaling PL, Cosgrove DM. Comparison of Saphenous Vein and Internal Thoracic Artery Graft Patency by Coronary System. *Ann Thorac Surg.* 1 févr 2005;79(2):544-51.
  25. Kelly R, Buth KJ, Légaré J-F. Bilateral internal thoracic artery grafting is superior to other forms of multiple arterial grafting in providing survival benefit after coronary bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 déc 2012;144(6):1408-15.
  26. Elghobary T, Légaré J-F. What has happened to multiple arterial grafting in coronary artery bypass grafting surgery? *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 1 août 2010;8(8):1099-105.
  27. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. The Right Internal Thoracic Artery: The Forgotten Conduit—5,766 Patients and 991 Angiograms. *Ann Thorac Surg.* 1 juill 2011;92(1):9-17.
  28. Lytle BW, Blackstone EH, Sabik JF, Houghtaling P, Loop FD, Cosgrove DM. The Effect of Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting on Survival During 20 Postoperative Years. *Ann Thorac Surg.* 1 déc 2004;78(6):2005-14.
  29. Kurlansky PA, Traad EA, Dorman MJ, Galbut DL, Zucker M, Ebra G. Thirty-Year Follow-Up Defines Survival Benefit for Second Internal Mammary Artery in Propensity-Matched Groups. *Ann Thorac Surg.* 1 juill 2010;90(1):101-8.
  30. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, Lees B, Gerry S, Benedetto U, et al. Randomized Trial of Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts. *N Engl J Med.* 29 déc 2016;375(26):2540-9.
  31. Raja SG, Benedetto U, Husain M, Soliman R, Robertis FD, Amrani M. Does grafting of the left anterior descending artery with the in situ right internal thoracic artery have an impact on late outcomes in the context of bilateral internal thoracic artery usage? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 oct 2014;148(4):1275-81.
  32. Di Mauro M, Iacò AL, Allam A, Awadi MO, Osman AA, Clemente D, et al. Bilateral internal mammary artery grafting: in situ versus Y-graft. Similar 20-year outcome. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1 oct 2016;50(4):729-34.
  33. Gerola LR, Puig LB, Moreira LFP, Cividanés GV, Gemha GP, Souto RCM, et al. Right internal thoracic artery through the transverse sinus in myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg.* 1 juin 1996;61(6):1708-13.
  34. Bonacchi M, Prifti E, Battaglia F, Frati G, Sani G, Popoff M Georges. In situ retrocaval skeletonized right internal thoracic artery anastomosed to the circumflex system via transverse sinus: Technical aspects and postoperative outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 nov 2003;126(5):1302-13.
  35. Ura M, Sakata R, Nakayama Y, Arai Y, Saito T. Long-Term Patency Rate of Right Internal Thoracic Artery Bypass Via the Transverse Sinus. *Circulation.* 10 nov 1998;98(19):2043-8.
  36. Ura M, Sakata R, Nakayama Y, Arai Y, Oshima S, Noda K, et al. Technical aspects and outcome of in situ right internal thoracic artery grafting to the major branches of the circumflex artery via the transverse sinus. *Ann Thorac Surg.* 1 mai 2001;71(5):1485-90.
  37. Zhao X, Liu Y, Xie J, Zhao Z, Qiao A. Surgical decision of coronary artery bypass grafting for normal left anterior descending artery (lad) and lad with stenosis: sequential graft or not. *J Mech Med Biol.* 4 févr 2016;16(07):1650090.
  38. Pevni D, Hertz I, Medalion B, Kramer A, Paz Y, Uretzky G, et al. Angiographic evidence for reduced graft patency due to competitive flow in composite arterial T-grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 mai 2007;133(5):1220-5.
  39. Manabe S, Fukui T, Shimokawa T, Tabata M, Katayama Y, Morita S, et al. Increased Graft Occlusion or String Sign in Composite Arterial Grafting for Mildly Stenosed Target Vessels. *Ann Thorac Surg.* 1 mars 2010;89(3):683-7.
  40. Glineur D, Hanet C, D'hoore W, Poncelet A, De Kerchove L, Etienne PY, et al. Causes of non-functioning right internal mammary used in a Y-graft configuration: insight from a 6-month systematic angiographic trial. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1 juill 2009;36(1):129-36.
  41. Sugimura Y, Toyama M, Katoh M, Kotani M, Kato Y, Hisamoto K. Outcome of composite arterial Y-grafts in off-pump coronary artery bypass. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 1 avr 2011;19(2):119-22.
  42. Fukui T, Tabata M, Manabe S, Shimokawa T, Morita S, Takahashi S. Angiographic outcomes of right internal thoracic artery grafts in situ or as free grafts in coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 avr 2010;139(4):868-73.
  43. Hwang HY, Kim JS, Cho KR, Kim K-B. Bilateral Internal Thoracic Artery In Situ Versus Y-Composite Graftings: Five-Year Angiographic Patency and Long-Term Clinical Outcomes. *Ann Thorac Surg.* 1 août 2011;92(2):579-86.
  44. Robinson BM, Paterson HS, Naidoo R, Dhurandhar V, Denniss AR. Bilateral Internal Thoracic Artery Composite Y Grafts: Analysis of 464 Angiograms in 296 Patients. *Ann Thorac Surg.* 1 mars 2016;101(3):974-80.
  45. Glineur D, Boodhwani M, Hanet C, Kerchove L de, Navarra E, Astarci P, et al. Bilateral Internal Thoracic Artery Configuration for Coronary Artery Bypass Surgery: A Prospective Randomized Trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 1 juill 2016;9(7):e003518.
  46. Buxton BF, Shi WY, Tatoulis J, Fuller JA, Rosalion A, Hayward PA. Total arterial revascularization with internal thoracic and radial artery grafts in triple-vessel coronary artery disease is associated with improved survival. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 oct 2014;148(4):1238-44.
  47. Damgaard S, Wetterslev J, Lund JT, Lilleor NB, Perko MJ, Kelbaek H. One-year results of total arterial revascularization vs. conventional coronary surgery: CARRPO trial. *Eur Heart J.* 2009;8.
  48. Le J, Baskett RJ, Buth KJ, Hirsch GM, Brydie A, Gayner R, et al. A pilot randomized controlled trial comparing CABG surgery performed with total arterial grafts or without. *J Cardiothorac Surg.* 8 janv 2015;10:1.
  49. Tatoulis J. Total arterial coronary revascularization—patient selection, stenoses, conduits, targets. *Ann Cardiothorac Surg.* juill 2013;2(4):499-506.