

Mémoire de Maîtrise en Médecine

# 15-year experience with skeletonized BIMA grafts in coronary surgery: surgical outcome and risk factors analysis.

## **Étudiant**

Marc Antoine Jean-Gilles

## **Tuteur**

PD Dr. Enrico Ferrari

Chirurgie Cardiaque, Fondazione Cardiocentro Ticino, Lugano

## **Expert**

Professeur Eric Eeckhout

Service de Cardiologie, CHUV, Lausanne

Lausanne, 28.11.2017

# Table des matières

<i>Table des matières</i> .....	2
<i>Abstract</i> .....	3
<i>1. Introduction</i> .....	4
1.1 La technique chirurgicale.....	4
1.1.1 RIMA « in-situ » sur les branches marginales de l'artère circonflexe et LIMA sur l'IVA. ....	4
1.1.2 RIMA « in-situ » sur l'IVA et LIMA "in-situ" sur les branches marginales de l'artère circonflexe. ...	5
1.1.3 L'approche composite en Y ou en T .....	5
1.2 Résultats à court-terme après revascularisation myocardique avec la BIMA.....	6
1.3 Résultats à long-terme après revascularisation myocardique avec la BIMA. ....	6
1.4 Les patients diabétiques.....	7
1.5 Le risque d'infection profonde de la plaie sternale.....	9
<i>2. Méthodologie</i> .....	10
<i>3. Résultats</i> .....	11
<i>4. Discussion</i> .....	16
<i>5. Conclusion</i> .....	18
<i>6. Remerciements</i> .....	18
<i>7. Bibliographie</i> .....	18

## **Abstract**

### **Introduction**

Des larges études observationnelles ont établi que l'utilisation de l'artère mammaire interne représente le gold standard pour ce qui concerne les pontages coronariens. Les bénéfices potentiels de l'utilisation des deux artères mammaires (bilateral internal mammary artery: BIMA) par rapport à l'utilisation de l'artère mammaire interne gauche seule, surtout du point de vue de la mortalité et des événements indésirables d'origine cardiaque à moyen et long-terme, ont aussi été mis en évidence. Malgré l'amélioration des outcomes associés à la BIMA, cette technique n'est pas encore utilisée de façon courante par les chirurgiens : moins de 10% des patients européens et moins de 5% des patients nord-américains bénéficient de la BIMA.

### **Objectif**

Le but de cette étude est celui d'analyser les résultats chirurgicaux, ainsi qu'identifier des possibles facteurs de risque de la revascularisation coronarienne chirurgicale avec BIMA.

### **Méthodologie**

La première étape a nécessité la récolte et l'analyse des données personnelles et médicales ainsi que les données d'imagerie (CT-scan, IRM cardiaque, échocardiographie, coronarographie) des patients opérés. La deuxième étape a été caractérisée par la comparaison des données obtenues dans notre étude avec celles qu'on retrouve couramment dans la littérature au sujet de la BIMA.

### **Résultats**

La population était composée de 592 patients. 90.2 % des patients était des hommes et l'âge moyen était de  $61 \pm 9.6$  ans. Les patients présentaient dans 80.2% des cas une maladie coronarienne tritronculaire. L'artère mammaire interne gauche (*LIMA*) a été utilisée dans 390 cas (65.9%) pour revasculariser l'artère interventriculaire antérieure (*IVA*). Le nombre moyen de pontages effectués par patient était de  $3.5 \pm 0.9$ . La mortalité hospitalière était de 0.5% (3 décès). Les taux de complications post-opératoires telles que AVC, AIT, insuffisance respiratoire et pneumonie étaient  $\leq 2\%$ . Diabétiques et non diabétiques différaient significativement au niveau du taux d'infections intra-hospitalières de la plaie sternale ( $p=0.032$ ), mais pas au niveau du taux d'infections tardives et du taux de déhiscence. Les patients de  $\geq 70$  ans et ceux de  $< 70$  ans différaient significativement au niveau du taux d'événements cérébrovasculaires (AVC : 1.8% vs 0.2%,  $p = 0.031$ . AIT : 0.9% vs 0%,  $p = 0.033$ ) et de la durée d'hospitalisation ( $10.7 \pm 10.4$  vs  $8.9 \pm 3$  jours,  $p = 0.001$ ).

### **Conclusion**

La BIMA garantit un taux de complications bas ainsi qu'une mortalité hospitalière  $< 1\%$ . Les patients diabétiques présentent un risque plus important d'infections précoces de la plaie sternale, sans augmentation des taux d'infections tardives et de déhiscence. Les patients âgés de  $\geq 70$  ans présentent un taux de complications cérébrovasculaires post-opératoires significativement plus élevé, ainsi qu'un séjour hospitalier plus long.

# **1. Introduction**

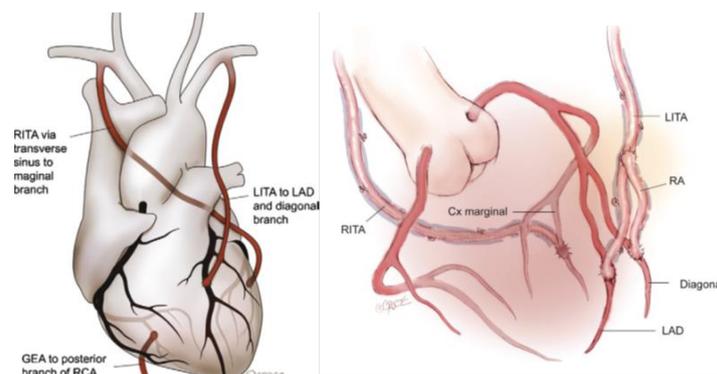
## **1.1 La technique chirurgicale**

Ce chapitre prévoit la description des principales techniques chirurgicales adoptées dans le cadre de la revascularisation myocardique avec BIMA (bilateral internal mammary artery). L'attention sera focalisée sur les deux artères thoraciques internes et leurs cibles. Le choix du troisième greffon ne sera traité que partiellement.

### **1.1.1 RIMA « in-situ » sur les branches marginales de l'artère circonflexe et LIMA sur l'IVA.**

Les artères thoraciques internes peuvent être prélevées en utilisant une approche pédiculée (en incluant donc les veines adjacentes, le tissu musculaire, le tissu adipeux et le fascia endothoracique) ou squélettisée. Dans le premier des deux cas, le pédicule mesure plus ou moins 2 cm en largeur (3).

La RIMA (right internal mammary artery) est disséquée à partir de ses bifurcations distales jusqu'à la hauteur de la veine sous-clavière (3). Ses branches seront bloquées grâce à un clip métallique et successivement coupées à l'aide des ciseaux (4). La dissection doit être effectuée avec précaution, afin d'éviter les lésions iatrogènes. Le péricarde qui se trouve antérieurement par rapport à la veine cave supérieure est coupé transversalement et la RIMA est conduite postérieurement par rapport à l'aorte ascendante et l'artère pulmonaire, en passant par le sinus transverse (3). Le ventricule gauche est successivement soulevé et luxé vers la droite du patient, afin de mieux exposer la paroi latérale. La RIMA sera enfin anastomosée au niveau des branches marginales de l'artère circonflexe et la LIMA (left internal mammary artery) « in-situ » sur l'IVA (Figure 1 (a) et (b)).



Figures 1 (a) et (b) RIMA "in-situ" sur branches marginales de l'artère circonflexe via sinus transverse et LIMA "in-situ" sur IVA.

Dans le cas d'une maladie coronarienne tritronculaire, la troisième anastomose peut être effectuée de différentes façons : soit avec la veine saphène soit, dans le cas d'une revascularisation myocardique « tout-artérielle », en utilisant l'artère radiale.

### 1.1.2 RIMA « in-situ » sur l'IVA et LIMA «in-situ» sur les branches marginales de l'artère circonflexe.

Successivement à son prélèvement, la RIMA est dirigée antérieurement par rapport à l'aorte, afin de pouvoir effectuer le pontage au niveau de l'IVA. Une incision effectuée au niveau de la partie droite du péricarde permet la création d'un tunnel, au travers duquel la RIMA sera dirigée vers la gauche. Le croisement de la ligne médiane par la RIMA doit être effectué au niveau du point le plus crânial, avant de rediriger cette dernière en direction de l'IVA pour l'anastomose. La LIMA « in-situ » sera, par contre, anastomosée sur les branches marginales de l'artère circonflexe (3)(Figure 2 (a) et (b)).

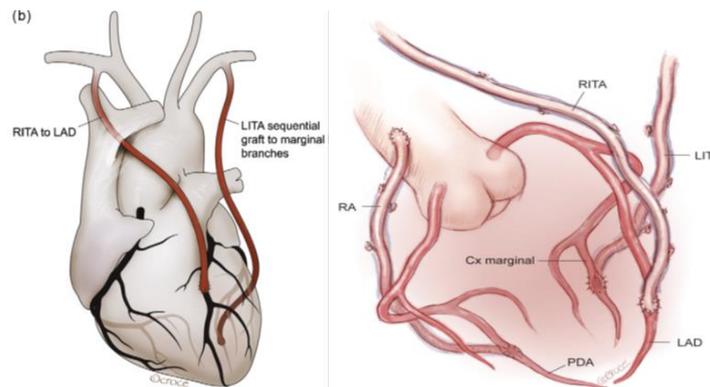


Figure 2 (a) et (b) RIMA "in-situ" sur IVA avec croisement rétrosternale et LIMA « in-situ » sur branches marginales de l'artère circonflexe.

Vu le croisement rétrosternale de la RIMA, un clip métallique sera utilisé afin de pouvoir indiquer le point de croisement et éviter, dans l'éventualité de la nécessité d'une ré-opération, un endommagement iatrogène du greffon (5).

### 1.1.3 L'approche composite en Y ou en T

Cette approche prévoit l'utilisation de la LIMA « in-situ » sur l'IVA et de la RIMA en greffon libre, avec une anastomose termino-latérale au niveau de la partie proximale de la LIMA et une anastomose distale au niveau des branches marginales de l'artère circonflexe (3)(Figure 3 (a) et (b)). Deux approches peuvent être utilisées pour la construction du greffon composite en Y ou en T (3):

1. La première stratégie prévoit de commencer par la création de l'anastomose distale de la RIMA. La RIMA est anastomosée parallèlement à son vaisseau cible avec une anastomose termino-latérale. Si uniquement l'utilisation des artères thoraciques internes est prévue, alors la RIMA sera anastomosée de manière séquentielle perpendiculairement aux différents vaisseaux de la paroi du cœur gauche (anastomoses latéro-latérales). Finalement, la partie proximale de la RIMA sera anastomosée parallèlement à la LIMA avec une anastomose termino-latérale. La partie distale de la LIMA « in-situ » est anastomosée parallèlement à l'IVA, sur sa partie antérieure (3).
2. La deuxième stratégie prévoit en premier la création de l'anastomose entre la LIMA et la RIMA. Dans ce cas, cette anastomose est construite à la hauteur de la valve pulmonaire. En fonction de la

longueur de la RIMA, cette dernière pourra ensuite être anastomosée de manière séquentielle jusqu'à son vaisseau coronaire cible (branches marginales de l'artère circonflexe) (3).

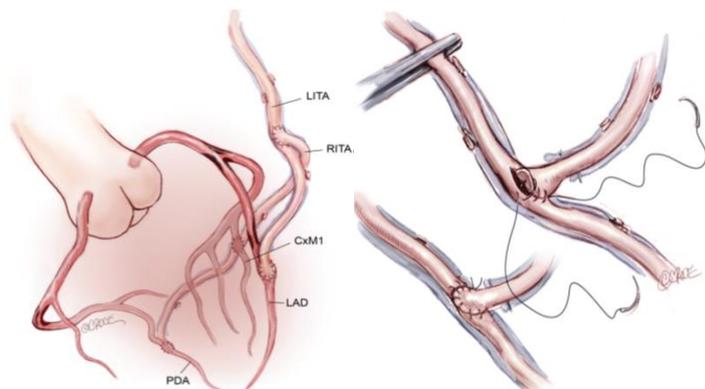


Figure 3 (a) Approche composite en Y ou en T. Figure 3 (b) Exemple d'anastomose termino-latérale entre LIMA et RIMA.

### 1.2 Résultats à court-terme après revascularisation myocardique avec la BIMA.

Nous pouvons remarquer un taux très bas de mortalité et de morbidités majeures dans le cadre de la pratique contemporaine du pontage coronarien, indépendamment de la technique de revascularisation qui est utilisée (6). Le *Arterial Revascularisation Trial (ART)* a démontré que la mortalité à 30 jours postopératoires après BIMA se situe aux alentours de 1% et la mortalité à une année aux alentours de 2,5%. Du même genre, les taux de complications précoces étaient inférieurs à 2% à une année (6). D'autres études (7) ont retrouvé des résultats comparables, avec des taux de mortalité et de morbidité précoces situés aux alentours de 1% - 2%. De plus, si comparée à l'utilisation d'une seule artère mammaire interne (SIMA), la BIMA est associée avec des résultats à court-terme comparables à ceux obtenus avec l'utilisation de la SIMA, cette dernière n'augmentant donc pas la survenue de complications opératoires et ne différant pas de manière significative du point de vue de la mortalité opératoire (0,7% pour la BIMA et 1,2% pour la SIMA,  $p = 0,28$ ) (8), de la mortalité intra-hospitalière et de celle à 30 jours postopératoires (0,8% pour la BIMA et 1,1% pour la SIMA,  $p = 0,47$ ) (9). La BIMA et la SIMA sont donc caractérisées par une mortalité précoce qui est comparable et qui se situe aux alentours de 1% - 2%.

### 1.3 Résultats à long-terme après revascularisation myocardique avec la BIMA.

Plusieurs études ont emphasized les avantages associés à l'utilisation de la BIMA par rapport à la SIMA du point de vue de la survie à long-terme et de la survenue d'évènements non désirés d'origine cardiaque (2). Intuitivement, tous les avantages retrouvés dans le cas de l'utilisation de la BIMA du point de vue de la survie à long terme sont expliqués par la supériorité de l'artère thoracique interne du point de vue de la perméabilité (9) et aussi par l'effet protecteur que cette artère a sur le développement de plaques d'athérome (10). Notamment, le greffon artériel a été associé avec des taux de perméabilité supérieurs à 90% à 10 ans de l'opération, contrairement au greffon veineux qui est dans 50% des cas occlus et dans 50%

des cas sévèrement endommagé (11–13). La BIMA est associée avec une survie à long-terme qui est meilleure comparé à la SIMA, avec une différence entre les deux groupes qui continue d'augmenter au cours du temps et devient plus prononcée à 15 ans de l'opération (14); ainsi qu'avec une réduction absolue du risque de mortalité tardive de 39% (8). Plus précisément, des différences au niveau de la survie ont été observées en premier lieu aux alentours de 3 ans, avec un avantage de 5% de survie en plus à 5 ans pour les patients du groupe BIMA (96% vs 91%). À 10 ans, l'avantage augmenté à 10% (89% vs 79%) et il est le plus prononcé à 15 ans, avec une différence de 18% en faveur du groupe BIMA (79% vs 61%) (14). Certains auteurs ont même souligné le fait que cette tendance se prolongerait et s'agrandirait pendant les 20 ans post-opératoires, avec un avantage de 10% en faveur de la BIMA à 20 ans (15).

Les choses se compliquent par contre lorsqu'on considère les patients plus âgés (de plus en plus concernés par la revascularisation chirurgicale des coronaires), surtout si nous considérons que les données précédentes montraient la nécessité d'une décade afin que les bénéfices de l'utilisation de la BIMA deviennent vraiment manifestes (15). Pour cela, comprendre si l'utilisation de la BIMA permet de fournir des bénéfices au niveau de la survie à long-terme chez les patients âgés comparables à ceux fournis chez une population chirurgicale plus jeune est devenu de plus en plus important (16). À ce sujet, Kurlansky et collègues ont mis en évidence un bénéfice clair en faveur de la BIMA dans les populations de patients de  $\geq 65$  ans et de  $\geq 70$  ans, qui commence à apparaître à partir de 5 ans postopératoires et qui continue à se manifester le long de l'histoire naturelle postopératoire du patient (17). Plus précisément, pour les patients de  $\geq 70$  ans, on retrouve une survie de 52,8% à 10 ans et de 4,6% à 20 ans pour le groupe BIMA et de 46,9% à 10 ans et de 6,2% à 20 ans pour le groupe SIMA. La survie médiane était de 10,7 ans pour la BIMA et de 9,5 ans pour la SIMA ( $p < 0,005$ ) (17).

#### **1.4 Les patients diabétiques**

La prévalence du diabète chez les patients qui sont soumis à pontage coronarien varie entre 25% et 50% (18 - 20). Au même temps, surtout pendant la phase aiguë postopératoire, le diabète est associé à un risque augmenté d'infections à cause de l'état d'hyperglycémie, d'immunodéficiência relative et d'insuffisance microcirculatoire. De plus, le diabète est associé à un risque augmenté de décès d'origine cardiaque et de mortalité à long-terme, en raison de l'état prothrombotique et proinflammatoire qui le caractérisent (21). Deux problématiques doivent donc être analysées lorsqu'on considère les patients diabétiques dans le cadre de l'utilisation de la BIMA : 1. la survie à long-terme, 2. le risque postopératoire d'infection de la plaie sternale.

En ce qui concerne la première, le diabète représente un facteur de risque important pour la mortalité à long-terme après pontage coronarien. Plusieurs auteurs ont pu mettre en évidence que l'utilisation de la BIMA, par rapport à la SIMA, chez des patients diabétiques permet d'obtenir des meilleurs résultats en terme de mortalité à long-terme toutes causes confondues, de mortalité d'origine cardiaque et d'infarctus

du myocarde postopératoire (21-23). Par exemple, Stevens et al (24) a mis en évidence que la survie d'une cohorte de patients diabétiques à 5, 10 et 15 ans après pontage coronarien avec la BIMA est significativement plus élevée (93%, 85%, 73% versus 95%, 88%, 79% respectivement).

L'utilisation de la BIMA chez les patients diabétiques reste cependant controversée: en effet, malgré ces bénéfices à long-terme, beaucoup de chirurgiens sont encore réticents à l'utiliser en raison du risque augmenté d'infections de la plaie sternale (25). C'est effectivement la peur concernant la survenue de ce type de complication une des raisons clés qui a emmené les chirurgiens à ne pas utiliser la BIMA de façon routinière, surtout dans le cas des patients diabétiques (25). Malgré l'existence de ces craintes, une étude récente (26) a souligné le fait que, parmi les patients diabétiques, uniquement les femmes obèses sembleraient avoir un risque augmenté d'infections profondes de la plaie sternale; par contre, le risque chez les autres patients diabétiques serait similaire à celui des patients non diabétiques, même chez les hommes obèses. Les femmes obèses et diabétiques présentent une incidence d'infections profondes de la plaie sternale 10 fois supérieure à celle des hommes obèses et diabétiques. Ces données supporteraient l'éviction de la BIMA chez les femmes obèses et diabétiques, mais aussi que la majorité des diabétiques sembleraient bénéficier de l'utilisation de la BIMA, sans augmentation du risque. De plus, différentes techniques sembleraient réduire l'incidence des complications:

1. Le prélèvement dit « squelettisé » des artères thoraciques internes réduit de manière importante le risque d'infection de la plaie sternale chez tous les patients et en particulier chez les diabétiques (25). Cette technique permet de préserver la circulation collatérale du sternum et le drainage effectué par les veines thoraciques internes (27). Pour cela, l'utilisation de la BIMA « squelettisé » est associée avec un risque mineur d'infections sternales par rapport à l'approche pédiculée (28,29), avec certains auteurs qui ont retrouvé, chez les patients diabétiques, même une réduction du taux d'infections de 2,4% à 14,2% (28). D'autres auteurs ont montré que, grâce à l'approche squelettisée, le risque d'infections sternales avec la BIMA est similaire à celui avec la SIMA, sans différences significatives du point de vue statistique (21,27).
2. L'importance du contrôle de la glycémie pendant les premiers jours qui suivent l'opération a été évoquée dans plusieurs études. Selon McAlister et al (30), une augmentation de 18 mg/dl de la glycémie pendant le premier jour postopératoire est associée avec une augmentation de 17% du risque d'avoir des outcome défavorables. Furnary et al soulignent qu'un contrôle intensif de la glycémie est associé avec une réduction de la mortalité et des infections profondes de la plaie sternale après pontage coronarien. (31,32). Effectivement, les taux de glycémie le jour de l'opération et pendant les deux premier jours postopératoires sont des prédicteurs de la mortalité liée à l'opération, ce qui emphatise encore plus l'importance du contrôle de la glycémie dans la période postopératoire (31).

## 1.5 Le risque d'infection profonde de la plaie sternale

L'importance de cette thématique est soulignée par le fait que, dans 35% des cas, les chirurgiens cardiaque utilisent le risque potentiel d'une infection de la plaie sternale comme explication pour la sous-utilisation de la BIMA dans la pratique chirurgicale contemporaine (33).

L'incidence d'infections profondes de la plaie sternale après pontage coronarien avec BIMA varie entre 0,6% et 4,2% (1). Les pathogènes qui sont les plus fréquemment rencontrés dans ce cadre sont les coques Gram + : plus précisément, *Staphylococcus Epidermidis* et *Staphylococcus Aureus* sont responsables de plus des deux tiers de ces infections. Dans 5% à 22% des cas, des bactéries Gram – (comme par exemple, *E. Coli*, *Pseudomonas* et *Klebsiella*) ou *Corynebacterium* sont isolées. Une flore mixte est retrouvée dans un quart des cas (1). Les infections sternales superficielles (limitées au tissu sous-cutané) peuvent se transformer en infections sternales profondes (caractérisées par exemple par une ostéomyélite ou une médiastinite) dans les cas d'instabilité sternale ou de déhiscence sternale postopératoires (1). La survenue d'une infection profonde de la plaie sternale augmente en moyenne la durée de l'hospitalisation d'une semaine et les coûts, avec une augmentation aussi de 5 fois de la mortalité intra-hospitalière (33).

Si d'un côté donc l'augmentation du risque absolu d'infection profonde de la plaie sternale avec la BIMA est petite, aux alentours de 1%, le risque relatif de décès intra-hospitalier chez les patients qui présenteraient ce type de complications est de 2 à plus de 10 fois plus grand en fonction des comorbidités présentées par les patients (34). Si même l'analyse de 1'526'360 pontages coronariens faite par Itagaki et collègues (33) a confirmé l'impact important que la survenue d'une infection sternale profonde a sur les outcomes des patients, cette dernière a aussi souligné le fait que l'utilisation de la BIMA ne semblerait pas être un prédicteur indépendant de la survenue d'infections sternales profondes dans la pratique chirurgicale contemporaine des États-Unis.

En plus des stratégies dont nous avons déjà discuter concernant la prise en charge des patients diabétiques, d'autres stratégies peuvent être investigués afin de réduire le risque d'infection de la plaie sternale :

1. L'abstinence nicotinique dans la période postopératoire devrait être obligatoire afin de diminuer les complications associées à la plaie sternale, étant donné que la fumée de cigarette a été identifiée comme un facteur de risque indépendant d'infection sternale profonde (35).
2. L'optimisation des fonctions pulmonaires réduit l'incidence d'infections de la plaie sternale chez les patients soumis à bypass coronarien, ce qui est fondamentale surtout chez les patient avec une BPCO, étant donné que cette dernière est un facteur de risque potentiel pour le développement d'une infection sternale profonde (36,37), surtout en raison du risque plus élevé de tousser et donc de déhiscence sternale, indépendamment de la technique de fermeture du sternum utilisée (1).
3. L'éviction de la BIMA chez les patients qui présentent une obésité morbide (BMI > 40 Kg/m<sup>2</sup>) serait préférable (1), vu que ces derniers présentent un risque 4,17 fois supérieur de développer une

infection, si comparés aux patients avec un poids normal (38) et que même un BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> a été identifié comme un facteur de risque indépendant pour les infections de la plaie sternale (39).

4. Nous pourrions encore citer l'administration d'une antibiothérapie préopératoire comme composante universelle de la prophylaxie contre les infections de la plaie sternale (1); la possibilité de garantir une fixation osseuse stable afin de réduire le traumatisme du tissu et promouvoir une revascularisation et une guérison osseuse plus rapides (1) ; l'extubation précoce du patient (40) ; ou encore l'éviction d'un état de bas output cardiaque, de l'utilisation du ballon de contre-pulsion intra-aortique, de la nécessité de réopérer ou de multiples transfusions (1).

En conclusion, nous pouvons affirmer que la préoccupation concernant la survenue de l'infection profonde de la plaie sternale ne justifie pas, dans la majorité des patients soumis à revascularisation myocardique par pontage coronarien, l'utilisation d'une seule artère thoracique interne (33).

## **2. Méthodologie**

Entre 2001 et 2016, 592 patients ont été opérés de pontages coronariens avec BIMA dans le Centre de Chirurgie Cardiaque du Cardicentro Ticino de Lugano. Les deux artères mammaires internes ont été prélevées suivant la technique dite « squelettisée » et ont été utilisées pour revasculariser de façon préférentielle les artères coronaires du réseau gauche. Dans les cas où la longueur de l'artère mammaire interne droite était inadéquate, celle-ci a été utilisée sous forme d'un « greffon libre ».

En ce qui concerne les **critères d'inclusion**, les patients sélectionnés devaient avoir un âge > 18 ans et une maladie coronarienne multi-vaisseaux. Ces patients devaient avoir été opérés pour pontages coronariens avec BIMA. Les **critères d'exclusions** étaient de ne pas avoir utilisé la technique de BIMA pour effectuer les pontages et des antécédents de revascularisation coronarienne chirurgicale avec une ou deux artères mammaires internes. Nous avons utilisé les données médicales ainsi que les données d'imagerie (CT-scan, IRM cardiaque, échocardiographie, coronarographie) des patients opérés. L'utilisation des programmes informatiques « Cardioreport XP » et « FileMaker Pro 10.0v3 » du Cardicentro Ticino nous a permis d'obtenir les informations nécessaires qui ont été ensuite copiées vers un tableau électronique, en les codant au moyen d'un numéro neutre spécifique à l'étude.

- Les variables préopératoires analysées :

Âge ; sexe ; date de l'opération ; BMI ; présence de comorbidités (pathologies vasculaires périphériques, hypertension artérielle, diabète, hypercholestérolémie, tabagisme, maladie pulmonaire chronique, insuffisance rénale chronique et dialyse); NYHA class ; EUROSCORE; fraction d'éjection du ventricule gauche; Ré-opération; nombre de vaisseaux coronariens atteints; CCS class.

- Les variables intra-opératoires analysées :

Durée de l'opération; On-pump vs Off-pump; temps de CEC (circulation extracorporelle); temps de clampage aortique; Nombre et site des pontages coronariens avec mammaires et avec veines saphènes.

- Les variables postopératoires analysées :

Jours passés aux soins intensifs; durée de l'hospitalisation; survenue d'infarctus; dysfonction cardiaque majeure; événements neurologiques (AVC/AIT); saignement postopératoire avec nécessité de réopérer pour hémostase; survenue d'infection superficielle ou profonde de la plaie sternale; pneumonie; insuffisance respiratoire aigüe; insuffisance rénale aigüe; mortalité hospitalière avec cause et date du décès.

Du point de vue de l'**analyse statistique**, les données démographiques et cliniques ont été exprimées sous forme de simples pourcentages, alors que les variables continues ont été exprimées sous forme de moyenne  $\pm$  écart standard. Les données ont été analysées avec un intervalle de confiance de 95%. La signification statistique a été obtenue grâce à l'utilisation du Student T Test : les valeurs de  $p < 0,05$  ont été considérées comme significatives. L'étude a obtenu l'approbation du Comité d'Ethique du Canton Tessin et chaque patient a signé un consentement chirurgical.

### **3. Résultats**

La population étudiée est composée par 592 patients. Le tableau 1 résume les caractéristiques pré-opératoires de ces derniers, notamment les aspects démographiques, les facteurs de risque et le caractère de la maladie coronarienne. La grande majorité des patients (90.2 %) est de sexe masculin et l'âge moyen de la population étudiée est de  $61 \pm 9.6$  ans. Un certain nombre de co-morbidités pré-opératoires a été documenté, notamment 104 cas de diabète non-insulino requérant (17.6 %), 18 cas de diabète insulino-dépendant (3%), 356 cas présentant une anamnèse positive pour un tabagisme actif ou des antécédents de tabagisme (60.1%), 375 cas présentant une hypertension artérielle (63.3%), 386 cas présentant une dyslipidémie (65.2%), 16 cas présentant une insuffisance pulmonaire chronique (2.7%) et 13 cas présentant une insuffisance rénale chronique (2.2%). Dans 12% et 4.7% des cas, les patients présentaient respectivement une maladie vasculaire périphérique ou une maladie cérébro-vasculaire. Au moment de l'hospitalisation, 16.7 % des patients étaient asymptomatiques, 42.4% des patients présentait un score CCS  $\geq 3$  et 6.6% des patients présentait un score NYHA  $\geq 3$ . Dans 80.2% des cas (475 patients), il s'agissait d'une maladie coronarienne tritronculaire. Uniquement 2 patients (0.3%) avaient déjà été opérés de revascularisation coronarienne (avec greffons veineux), alors que 105 patients (17.7%) avaient déjà été soumis à une revascularisation coronarienne par voie percutanée.

**Tableau 1 : Données pré-opératoires.**

Variable	Population Totale (N = 592)
Mean Age (years $\pm$ SD)	61 $\pm$ 9.6
Man	534 (90.2%)

<b>BMI (mean ± SD)</b>	27 ± 3.78
<b>BMI ≥ 30 Kg/m<sup>2</sup></b>	121 (20.4%)
<b>Diabetes</b>	122 (20.6%)
- Type 1 Insulino – requérants	18 (3%)
- Type 2 Non Insulino- requérants	104 (17.6%)
<b>History of smoking</b>	356 (60.1%)
<b>Hypertension</b>	375 (63.3 %)
<b>Dyslipidemia</b>	386 (65.2%)
<b>Chronic Renal Failure</b>	13 (2.2%)
<b>Peripheral vascular disease</b>	71 (12%)
<b>Cerebrovascular disease</b>	28 (4.7%)
<b>COPD</b>	16 (2.7%)
<b>CCS ≥ 3</b>	251 (42.4%)
<b>NYHA ≥ 3</b>	39 (6.6%)
<b>STEMI</b>	35 (5.9%)
<b>Three – vessel disease</b>	475 (80.2%)
<b>Number of diseased coronary vessels (mean ± SD)</b>	2.8 ± 0.4
<b>LVEF (mean ± SD)</b>	58 ± 9.2
<b>LVEF ≤ 30 %</b>	11 (1.9%)
<b>Previous coronary surgery</b>	2 (0.3%)
<b>Previous percutaneous coronary intervention (PCI)</b>	105 (17.7%)
<b>EuroSCORE (mean ± SD)</b>	1.1 ± 1.5
<b>Urgency</b>	268 (45.3%)

SD : Standard deviation ; BMI : Body Mass Index; COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease; CCS: Canadian Cardiovascular Society grading of angina pectoris; NYHA: New York Heart Association Functional Classification; STEMI: ST-Elevation myocardial infarction; LVEF: Left Ventricle Ejection Fraction.

Les données opératoires sont présentées dans le tableau 2. Nous pouvons observer que 107 cas (18%) ont été opérés sans CEC (off-pump). La *LIMA* a été utilisée dans 390 cas (65.9%) pour effectuer un pontage sur l'artère interventriculaire antérieure. Le nombre moyen de pontages effectués par patient était de 3.5±0.9. La durée moyenne de l'opération était de 265±67 minutes. Nous observons, de plus, que dans 5% des cas une deuxième procédure chirurgicale a été associée au pontage coronarien: notamment, le plus souvent il s'agissait d'un remplacement valvulaire aortique (15 cas) ou d'une plastie de la valve mitrale (5 cas). Le tableau 3 montre les données post-opératoires. Le taux de mortalité hospitalière est de 0.5% (3 décès lors du séjour post-opératoire). Les causes de décès étaient la défaillance multi-organique, l'hémorragie intra-pulmonaire et la dissociation électromécanique. La durée moyenne du séjour aux soins intensifs après l'intervention était de 1.9 ± 3.4 jours et la durée moyenne de l'hospitalisation était de 9.3 ± 5.3 jours. En ce qui concerne les complications post-opératoires, il y a eu : AVC (0.5%), un cas d'AIT (0.2%), insuffisance respiratoires aiguë sur pneumonie (1.5%). Une reprise au bloc opératoire pour saignement a été nécessaire dans 27 cas (4.6%) et une ré-intervention au niveau de la plaie sternale dans 19 cas (3.2%).

**Tableau 2 : Données intra-opératoires.**

Variable	Population Totale (N = 592)
<b>Off-Pump CABG</b>	107 (18%)
<b>Associated surgical procedures</b>	30 (5%)
- Aortic valve replacement	15
- Mitral valve repair	5
- Ascending aorta replacement	2
- Left atrial appendage occlusion	2
- Thromboendarterectomy	2
- PFO occlusion	1
- Left Ventricle Aneurysmectomy	1
- Bentall's procedure	1
- Interatrial defect occlusion	1
<b>Mean grafts number per patient (mean ± SD)</b>	3.5 ± 0.9
<b>LIMA use :</b>	
- LAD	390 (65.9%)
- Other left-sided coronary arteries	202 (34.1%)
<b>RIMA use :</b>	
- LAD alone or LAD + another coronary branch	77 (13%)
- Other coronary arteries	515 (87%)
<b>Mean operation time (min)</b>	265 ± 67
<b>Mean CPB time (min)</b>	71 ± 44
<b>Mean aortic clamp time (min)</b>	45 ± 30

CABG : Coronary Artery Bypass Grafting ; LIMA : Left Internal Mammary Artery ; LAD: Left Anterior Descending; CPB: Cardiopulmonary bypass.

**Tableau 3 : Données post-opératoires.**

Variable	Population Totale (N = 592)
<b>Hospital mortality</b>	3 (0.5%)
<b>Stroke</b>	3 (0.5%)
<b>TIA</b>	1 (0.2%)
<b>New Dialysis for acute renal failure</b>	4 ( 0.7%)
<b>Respiratory failure</b>	9 (1.5%)
<b>Pneumonia</b>	12 (2%)
<b>Re-exploration for bleeding</b>	27 (4.6%)
<b>Re-exploration of the sternal wound</b>	19 (3.2%)
<b>Mean ICU stay (days)</b>	1.9 ± 3.4
<b>Mean hospital stay (days)</b>	9.3 ± 5.3

TIA : Transient Ischemic Attack ; ICU : Intensive Care Unit

Les données concernant les complications post-opératoires en relation avec la plaie sternale sont résumées dans le tableau 4. Nous pouvons décrire 21 cas (3.5%) qui ont présenté pendant le séjour post-opératoire une infection superficielle de la plaie sternale et uniquement un cas (0.2%) qui a présenté une infection profonde. Après le retour à domicile, 22 patients (3.7%) ont développé une infection superficielle de la plaie sternale et 8 patients (1.4%) ont développé une infection profonde. Si on considère le nombre de jours en moyenne qui sépare le retour à domicile et le jour du diagnostic de l'évènement tardif, nous observons en moyenne, pour les cas superficiels, un délai de 10 ± 8.8 jours et pour les cas profonds un délai de 19 ± 12 jours. Parmi les cas qui ont présenté une infection de la plaie sternale, superficielle ou profonde,

43 cas (82.7%) ont nécessité une antibiothérapie et 41 cas (78.8%) ont nécessité un traitement de la plaie par pression négative (*VAC therapy*). Uniquement dans 27 cas un frottis bactériologique de la plaie est revenu positif et un germe a été clairement identifié.

**Tableau 4 : Données concernant la plaie sternale**

Variable	Population Totale (N = 70 wounds/592)
Total number of sternal wounds issues (early and late)	70 (11.8%)
Non-infected sternal wound dehiscence	18 (3% of total population)
In-Hospital superficial sternal wound infection	21 (3.5% of total population)
In-Hospital deep sternal wound infection	1 (0.2% of total population)
Late superficial sternal wound infection	22 (3.7% of total population)
- Mean length "infection free" period (days)	10 ± 8.8
Late deep sternal wound infection	8 (1.4% of total population)
- Mean length "infection free" period (days)	19 ± 12
VAC Therapy	41 (58.6% of diseased wounds)
Antibiotic therapy	43 (61.4% of diseased wounds)
Bacteriological smear (+)	27 (38.6% of diseased wounds)
Bacteria	Saph. Coagulase nég. non-epidermidis: <b>5</b> Staph. Épidermidis : <b>8</b> Staph. Aureus : <b>6</b> Autres ou flore mixte : <b>8</b>

VAC : Vacuum Assisted Closure

Nous avons décidé de stratifier la population initialement étudiée en fonction de deux facteurs de risque bien connus dans la littérature, notamment le diabète et l'âge. Ceci nous a permis d'obtenir 4 groupes différents: les diabétiques, les non diabétiques, ceux qui ont un âge ≥ 70 ans et ceux qui ont un âge < 70 ans. Les tableaux 5, 6, 7 et 8 résument les caractéristiques des 4 groupes.

**Tableau 5 : Données pré-opératoires. Stratification selon les facteurs de risque.**

Variable	Diabétiques (type I et II) (N = 122)	Non – Diabétiques (N = 470)	P Value	≥ 70 ans (N = 109)	< 70 ans (N = 483)	P Value
Mean Age (years ± SD)	62 ± 9.7	60 ± 9.8	<b>N.S</b>	74 ± 3.7	58 ± 7.6	<b>N.S</b>
Male sex	106 (86.9%)	428 (91.1%)	<b>N.S</b>	84 (77.1%)	450 (93.2%)	<b>N.S</b>
BMI (mean ± SD)	27 ± 3.5	27 ± 3.8	<b>N.S</b>	26 ± 4.1	27 ± 3.7	<b>0.004</b>
BMI ≥ 30 Kg/m2	33 (27%)	88 (18.8%)	<b>N.S</b>	15 (13.8%)	106 (21.9%)	<b>N.S</b>
Diabetes mellitus	-	-	<b>N.S</b>	23 (21.1%)	99 (20.5%)	<b>N.S</b>
History of smoking	72 (59%)	284 (60.4%)	<b>N.S</b>	45 (41.3%)	311 (64.4%)	<b>N.S</b>
Hypertension	92 (75.4%)	283 (60.2%)	<b>0.002</b>	84 (77.1%)	291 (60.2%)	<b>0.001</b>
Dyslipidemia	80 (65.6%)	306 (65.1%)	<b>N.S</b>	81 (74.3%)	305 (63.1%)	<b>0.027</b>
Chronic Renal Failure	8 (6.6%)	5 (1.1%)	<b>0.0002</b>	9 (8.3%)	4 (0.8%)	<b>N.S</b>
Peripheral vascular disease	23 (18.9%)	48 (10.2%)	<b>0.009</b>	20 (18.3%)	51 (10.6%)	<b>0.024</b>
Cerebrovascular disease	8 (6.6%)	20 (4.3%)	<b>N.S</b>	12 (11.0%)	16 (3.3%)	<b>0.001</b>

COPD	2 (1.6%)	14 (3.0%)	<b>N.S</b>	4 (3.7%)	12 (2.5%)	<b>N.S</b>
CCS $\geq 3$	53 (43.4%)	198 (42.1%)	<b>N.S</b>	44 (40.4%)	207 (42.9%)	<b>N.S</b>
NYHA $\geq 3$	11 (9.0%)	28 (6.0%)	<b>N.S</b>	7 (6.4%)	32 (6.6%)	<b>N.S</b>
Asymptomatic patients	26 (21.3%)	73 (15.5%)	<b>N.S</b>	19 (17.4%)	80 (16.6%)	<b>N.S</b>
STEMI	9 (7.4%)	26 (5.5%)	<b>N.S</b>	6 (5.5%)	29 (6.0%)	<b>N.S</b>
Three-vessel disease	101 (82.8%)	374 (79.6%)	<b>N.S</b>	94 (86.2%)	381 (78.9%)	<b>N.S</b>
Number of diseased vessels (mean $\pm$ SD)	2.8 $\pm$ 0.4	2.8 $\pm$ 0.4	<b>N.S</b>	2.9 $\pm$ 0.3	2.8 $\pm$ 0.4	<b>N.S</b>
LVEF (mean $\pm$ DS)	57 $\pm$ 10.4	58 $\pm$ 8.9	<b>N.S</b>	57 $\pm$ 10.3	58 $\pm$ 8.9	<b>N.S</b>
LVEF $\leq 30$	3 (2.5%)	8 (1.7%)	<b>N.S</b>	3 (2.8%)	8 (1.7%)	<b>N.S</b>
Previous coronary surgery	1 (0.8%)	2 (0.4%)	<b>N.S</b>	0 (0%)	3 (0.6%)	<b>N.S</b>
Previous PCI	20 (16.4%)	85 (18.1%)	<b>N.S</b>	15 (13.8%)	90 (18.6%)	<b>N.S</b>
EuroSCORE (mean $\pm$ SD)	1 $\pm$ 0.6	1.1 $\pm$ 1.7	<b>N.S</b>	1.8 $\pm$ 2.9	0.9 $\pm$ 0.9	<b>N.S</b>
Urgent	45 (36.9%)	223 (47.4%)	<b>0.02</b>	46 (42.2%)	222 (46%)	<b>N.S</b>

SD : Standard deviation ; BMI : Body Mass Index; COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease; CCS: Canadian Cardiovascular Society grading of angina; NYHA: New York Heart Association; STEMI: ST-Elevation Myocardial Infarction; LVEF: Left Ventricle Ejection Fraction.

**Tableau 6 : Données intra-opératoires. Stratification selon facteurs de risque.**

Variable	Diabétiques (type I et II) (N = 122)	Non – Diabétiques (N = 470)	P Value	$\geq 70$ ans (N = 109)	< 70 ans (N = 483)	P Value
Off-Pump	21 (17.2%)	86 (18.3%)	<b>N.S</b>	24 (22%)	83 (17.2%)	<b>N.S</b>
Associated surgical procedures	10 (8.2%)	20 (4.3%)	<b>N.S</b>	11 (10.1%)	19 (3.9%)	<b>0.008</b>
Mean grafts number per patient (mean $\pm$ SD)	3.5 $\pm$ 0.9	3.5 $\pm$ 0.9	<b>N.S</b>	3.4 $\pm$ 1	3.5 $\pm$ 0.9	<b>N.S</b>
Mean operative time (min)	280 $\pm$ 76	262 $\pm$ 64	<b>0.006</b>	263 $\pm$ 78	266 $\pm$ 64	<b>N.S</b>
Mean CPB time (min)	76 $\pm$ 50	70 $\pm$ 43	<b>N.S</b>	69 $\pm$ 46	71 $\pm$ 44	<b>N.S</b>
Mean aortic clamp time (min)	48 $\pm$ 33	45 $\pm$ 29	<b>N.S</b>	42 $\pm$ 30	46 $\pm$ 30	<b>N.S</b>

CABG : Coronary Artery Bypass Grafting ;CPB: Cardiopulmonary bypass.

**Tableau 7 : Données post-opératoires. Stratification selon facteurs de risque.**

Variable	Diabétiques (type I et II) (N = 122)	Non – Diabétiques (N = 470)	P Value	$\geq 70$ ans (N = 109)	< 70 ans (N = 483)	P Value
Hospital mortality	1 (0.8%)	2 (0.4%)	<b>N.S</b>	1 (0.9%)	2 (0.4%)	<b>N.S</b>
Stroke	0 (0%)	3 (0.6%)	<b>N.S</b>	2 (1.8%)	1 (0.2%)	<b>0.031</b>
TIA	0 (0%)	1 (0.2%)	<b>N.S</b>	1 (0.9%)	0 (0%)	<b>0.033</b>
Dialysis	2 (1.6%)	2 (0.4%)	<b>N.S</b>	2 (1.8%)	2 (0.4%)	<b>N.S</b>
Respiratory failure	3 (2.5%)	6 (1.3%)	<b>N.S</b>	1 (0.9%)	8 (1.7%)	<b>N.S</b>
Pneumonia	3 (2.5%)	9 (1.9%)	<b>N.S</b>	4 (3.7%)	8 (1.7%)	<b>N.S</b>
Re-exploration for bleeding	7 (5.7%)	20 (4.3%)	<b>N.S</b>	5 (4.6%)	22 (4.6%)	<b>N.S</b>
Re-exploration of sternal	5 (4.1%)	14 (3.0%)	<b>N.S</b>	4 (3.7%)	15 (3.1%)	<b>N.S</b>

wound						
Mean ICU stay (days)	2.4 ± 5.1	1.8 ± 2.8	N.S	3.2 ± 7.4	1,7 ± 1.4	N.S
Mean hospital stay (days)	10 ± 5.8	9.1 ± 5,1	N.S	10.7 ± 10.4	8.9 ± 3	0.001

TIA : Transient Ischemic Attack ; ICU : Intensive Care Unit.

**Tableau 8 : Données concernant la plaie sternale. Stratification selon facteurs de risque.**

Variable	Diabétiques (type I et II) (N = 122)	Non – Diabétiques (N = 470)	P Value	≥ 70 ans (N = 109)	< 70 ans (N = 483)	P Value
Sternal wound dehiscence	5 (4.1%)	13 (2.8%)	N.S	3 (2.8%)	15 (3.1%)	N.S
In-Hospital superficial sternal wound infection	7 (5.7%)	14 (3.0%)	0.032	6 (5.5%)	15 (3.1%)	N.S
In-Hospital deep sternal wound infection	1 (0.8%)	0 (0%)		0 (0%)	1 (0.2%)	N.S
Late superficial sternal wound infection	6 (5.7%)	16 (3.4%)	N.S	1 (0.9%)	21 (4.6%)	N.S
Late deep sternal wound infection	0 (0%)	8 (1.7%)	N.S	3 (2.8%)	5 (1.0%)	N.S
VAC Therapy	10 (71.4%)	31 (81.6%)	N.S	7 (70%)	34 (81%)	N.S
Antibiotic therapy	12 (85.7%)	31 (81.6%)	N.S	5 (50%)	38 (90.5%)	N.S
Bacteriological smear (+)	9 (64.3%)	18 (47.4%)	N.S	5 (50%)	22 (52.4%)	N.S

VAC : Vacuum Assisted Closure

#### **4. Discussion**

Les résultats obtenus dans cette étude sont satisfaisants. Nous pouvons observer un taux de complications post-opératoires très bas. De plus, le taux de mortalité hospitalière reste bas, avec une valeur < 1%, ce qui est donc tout à fait comparable avec les valeurs retrouvées dans la littérature contemporaine.

Lorsque nous analysons les résultats concernant la plaie sternale, nous remarquons que la complication la plus fréquente est l'infection superficielle de la plaie, alors que l'infection profonde, qui peut se manifester par exemple sous forme d'ostéomyélite ou de médiastinite, reste relativement rare (surtout dans la phase précoce intra-hospitalière, un seul cas dans notre cohorte). Dans la littérature, l'incidence d'infections profondes de la plaie sternale après BIMA est estimée entre 0.6% et 4.2%. Nous pouvons donc remarquer que les valeurs retrouvées dans notre étude sont tout à fait comparables, indépendamment du moment de la survenue de l'infection (intra-hospitalier ou après le retour à domicile). Malgré le fait qu'il s'agit de la complication la plus fréquente, les taux d'infections superficielles restent cependant bas et largement inférieurs à 5%. Les pathogènes responsables d'infections de la plaie sternale, superficielles ou profondes, le plus souvent cités dans la littérature sont les cocci Gram + et notamment le *Staphylococcus Epidermidis* et le *Staphylococcus Aureus*, qui ensemble sont responsable de plus de deux tiers des infections. Effectivement, même dans notre étude, les bactéries qui ont été isolées le plus souvent étaient *S. Epidermidis* et *S. Aureus*.

Lorsque nous stratifions la population étudiée dans 4 sous-groupes en fonction de deux facteurs de risque cardiovasculaires bien connus (diabète et âge), nous pouvons remarquer que ces derniers sont en partie comparables du point de vue des caractéristiques démographiques, ainsi que sur le plan de certains facteurs de risque. Cependant, comparés aux non diabétiques, les patients diabétiques ont tendance à présenter un pourcentage plus élevé d'hypertension, d'insuffisance rénale chronique et de vasculopathie périphérique, avec une différence significative entre les deux groupes. En ce qui concerne les plus âgés ( $\geq 70$ ), ces derniers présentent un pourcentage plus élevé d'hypertension, de dyslipidémie, de vasculopathie périphérique et de maladie cérébrovasculaire, ainsi qu'un BMI plus élevé par rapport aux plus jeunes, avec une différence significative entre les deux groupes. Aucune différence significative n'a été constatée du point de vue des caractéristiques intra-opératoires, hormis pour le fait que la durée de l'opération des patients diabétiques, comparés aux non diabétiques, était en moyenne plus longue ( $280 \pm 76$  minutes vs  $262 \pm 64$  minutes,  $p = 0.006$ ) et que les patients de  $\geq 70$  ans étaient plus souvent soumis à une procédure chirurgicale supplémentaire, en plus du pontage aorto-coronarien, comparés aux patients plus jeunes ( $p = 0.008$ ).

Un des résultats les plus importants de l'étude concerne le fait qu'aucune différence significative n'a été retrouvée au niveau de la mortalité hospitalière entre les sous-groupes. En particulier, nous pouvons souligner le fait que pour tous les 4 sous-groupes le taux de mortalité intra-hospitalière était inférieur à 1%. De plus, si nous ne considérons pas les complications liées à la plaie sternale, diabétiques et non diabétiques ne différaient pas significativement au niveau de toutes les autres complications post-opératoires analysées. Plus compliqué est le cas des patients de  $\geq 70$  ans : l'âge avancé affecte négativement et de manière significative les taux d'AVC (1.8% vs 0.2%,  $p = 0.031$ ) et d'AIT (0.9% vs 0%,  $p = 0.033$ ) et prolonge la durée moyenne de l'hospitalisation ( $10.7 \pm 10.4$  vs  $8.9 \pm 3$  jours,  $p = 0.001$ ). Il faut cependant se rappeler que les patients plus âgés présentaient avant même l'opération un taux de comorbidités cérébrovasculaires significativement plus élevé par rapport aux patients plus jeunes (11.0% vs 3.3%,  $p = 0.001$ ).

La problématique de l'infection et de la déhiscence de la plaie sternale est de grande importance lorsque nous considérons l'utilisation de la BIMA, surtout pour les patients diabétiques. Ce que nous avons observé dans notre étude est que, malgré un taux plus élevé de déhiscence chez les patients diabétiques, la différence par rapport aux non diabétiques était non significative. Même chose pour l'incidence d'infections tardives de la plaie sternale. Par contre, diabétiques et non diabétiques différaient significativement du point de vue du taux d'infections intra-hospitalières de la plaie sternale ( $p = 0.032$ ). Alors que chez les patients diabétiques cette thématique représente donc toujours un problème, nous ne pouvons pas affirmer la même chose pour les patients plus âgés : en effet, aucune différence significative n'a été retrouvée au niveau du taux d'infections (superficielles, profondes, intra-hospitalières ou tardives) par rapport aux patients plus jeunes.

L'étude présente des limites : il s'agit d'une étude rétrospective non randomisée.

## **5. Conclusion**

Dans notre expérience, l'utilisation de la BIMA squelettisée a mis en évidence un taux de complications post-opératoires bas, ainsi qu'un taux de mortalité intra-hospitalière < 1%. Nous retrouvons la problématique de l'infection précoce de la plaie sternale chez les patients diabétiques, avec un taux qui diffère significativement par rapport aux patients non diabétiques. Néanmoins, ce risque est assez bas (6.5% en total avec inclusion des infections superficielles et profondes pendant l'hospitalisation) et peut facilement être surpassé par les bénéfices apportés à moyen et long terme par l'utilisation des deux artères mammaires internes. Cette problématique pourrait être améliorée par l'adoption d'un certain nombre de stratégies qui auraient comme but la prévention des infections, surtout par un meilleur contrôle glycémique dans la période post-opératoire. Le risque d'infection n'est par contre pas lié à l'âge : les patients de  $\geq 70$  ans ne présentent pas une augmentation du taux d'infections de la plaie sternale, mais plutôt une augmentation des complications cérébrovasculaires.

## **6. Remerciements**

Ce mémoire est le résultat de deux années de travail et je tenais pour cela à adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui mon conseillé, soutenu et aidé dans la réalisation de ce projet. En premier lieu, je remercie mon tuteur, le MD Dr. Enrico Ferrari, médecin cadre du service de chirurgie cardiaque du Cardiocentro Ticino, pour l'aide et le temps qu'il m'a consacré pendant tout le long de l'étude. Je remercie également le Dr. Tiziano Torre, chef de clinique du service de chirurgie cardiaque du Cardiocentro Ticino, pour son travail minutieux et pour les conseils prodigués lors de la récolte des données et de la réalisation de la partie statistique. Enfin, je tenais à adresser mes remerciements à tous les collaborateurs du Cardiocentro Ticino rencontrés pendant ces deux années pour l'accueil qu'ils m'ont réservé.

## **7. Bibliographie**

1. Sajja LR. Strategies to reduce deep sternal wound infection after bilateral internal mammary artery grafting. *Int J Surg.* 2015 Apr;16:171–8
2. Yi G, Shine B, Rehman SM, Altman DG, Taggart DP. Effect of Bilateral Internal Mammary Artery Grafts on Long-Term Survival: A Meta-Analysis Approach. *Circulation.* 2014 Aug 12;130(7):539–45.
3. Raja SG. Surgical strategies for bilateral internal mammary artery grafting. *Int J Surg.* 2015 Apr;16:140–5.
4. Valley MP, Edelman JJB, Wilson MK. Bilateral internal mammary arteries: evidence and technical considerations. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013 Jul;2(4):570–7.

5. Lev-Ran O, Pevni D, Matsa M, Paz Y, Kramer A, Mohr R. Arterial myocardial revascularization with in situ crossover right internal thoracic artery to left anterior descending artery. *Ann Thorac Surg*. 2001 Sep;72(3):798–803.
6. 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*. 2010 Oct 2;31(20):2470–81.
7. Popovic B, Voillot D, Maureira P, Vanhuyse F, Agrinier N, Aliot E, et al. Bilateral internal mammary artery bypass grafting: long-term clinical benefits in a series of 1000 patients. *Heart*. 2013 Jun 15;99(12):854–9.
8. Benedetto U, Amrani M, Gaer J, Bahrami T, de Robertis F, Simon AR, et al. The influence of bilateral internal mammary arteries on short- and long-term outcomes: A propensity score matching in accordance with current recommendations. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014 Dec;148(6):2699–705.
9. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. The Right Internal Thoracic Artery: The Forgotten Conduit—5,766 Patients and 991 Angiograms. *Ann Thorac Surg*. 2011 Jul;92(1):9–17.
10. Jorapur V, Cano-Gomez A, Conde CA. Should Saphenous Vein Grafts be the Conduits of Last Resort for Coronary Artery Bypass Surgery?: *Cardiol Rev*. 2009 Sep;17(5):235–42.
11. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol*. 1996 Sep;28(3):616–26.
12. Weintraub WS, Jones EL, Craver JM, Guyton RA. Frequency of repeat coronary bypass or coronary angioplasty after coronary artery bypass surgery using saphenous venous grafts. *Am J Cardiol*. 1994 Jan 15;73(2):103–12.
13. Gansera B, Schmidtler F, Angelis I, Kiask T, Kemkes BM, Botzenhardt F. Patency of internal thoracic artery compared to vein grafts - postoperative angiographic findings in 1189 symptomatic patients in 12 years. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2007 Oct;55(7):412–7.
14. Grau JB, Ferrari G, Mak AWC, Shaw RE, Brizzio ME, Mindich BP, et al. Propensity matched analysis of bilateral internal mammary artery versus single left internal mammary artery grafting at 17-year follow-up: validation of a contemporary surgical experience. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012 Apr 1;41(4):770–6.
15. 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*. 2004 Dec;78(6):2005–14.
16. Nicolini F, Agostinelli A, Vezzani A, Manca T, Benassi F, Molardi A, et al. The Evolution of Cardiovascular Surgery in Elderly Patient: A Review of Current Options and Outcomes. *BioMed Res Int*. 2014;2014:1–10.

17. 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.* 2015 Oct;100(4):1374–82.
18. Ogawa S, Okawa Y, Sawada K, Goto Y, Yamamoto M, Koyama Y, et al. Continuous postoperative insulin infusion reduces deep sternal wound infection in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass grafting using bilateral internal mammary artery grafts: a propensity-matched analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016 Feb;49(2):420–6.
19. Comparison of Coronary Bypass Surgery with Angioplasty in Patients with Multivessel Disease. *N Engl J Med.* 1996 Jul 25;335(4):217–25.
20. Saito A, Miyata H, Motomura N, Ono M, Takamoto S, Japan Cardiovascular Surgery Database Organization. Propensity-matched analysis of bilateral internal mammary artery vs single internal mammary artery in 7702 cases of isolated coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013 Oct 1;44(4):711–7.
21. Kajimoto K, Yamamoto T, Amano A. Coronary Artery Bypass Revascularization Using Bilateral Internal Thoracic Arteries in Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg.* 2015 Mar;99(3):1097–104.
22. Calafiore AM, Di Mauro M, Di Giammarco G, Teodori G, Iacò AL, Mazzei V, 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 Sep;80(3):888–95.
23. Puskas JD, Sadiq A, Vassiliades TA, Kilgo PD, Lattouf OM. Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting Is Associated With Significantly Improved Long-Term Survival, Even Among Diabetic Patients. *Ann Thorac Surg.* 2012 Sep;94(3):710–6.
24. Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, Hébert Y, Cartier R, Bouchard D, et al. Influence of diabetes and bilateral internal thoracic artery grafts on long-term outcome for multivessel coronary artery bypass grafting☆. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005 Feb;27(2):281–8.
25. Raja SG. Bilateral internal mammary artery grafting in diabetics: Outcomes, concerns and controversies. *Int J Surg.* 2015 Apr;16:153–7.
26. Kieser TM, Rose MS, Aluthman U, Montgomery M, Louie T, Belenkie I. Toward zero: Deep sternal wound infection after 1001 consecutive coronary artery bypass procedures using arterial grafts: Implications for diabetic patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014 Nov;148(5):1887–95.
27. Dai C, Lu Z, Zhu H, Xue S, Lian F. Bilateral Internal Mammary Artery Grafting and Risk of Sternal Wound Infection: Evidence From Observational Studies. *Ann Thorac Surg.* 2013 Jun;95(6):1938–45.
28. Saso S, James D, Vecht JA, Kidher E, Kokotsakis J, Malinovski V, et al. Effect of Skeletonization of the Internal Thoracic Artery for Coronary Revascularization on the Incidence of Sternal Wound Infection. *Ann Thorac Surg.* 2010 Feb;89(2):661–70.

29. De Paulis R, de Notaris S, Scaffa R, Nardella S, Zeitani J, Del Giudice C, et al. The effect of bilateral internal thoracic artery harvesting on superficial and deep sternal infection: The role of skeletonization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005 Mar;129(3):536–43.
30. McAlister FA, Man J, Bistriz L, Amad H, Tandon P. Diabetes and coronary artery bypass surgery: an examination of perioperative glycemic control and outcomes. *Diabetes Care.* 2003 May;26(5):1518–24.
31. Furnary AP, Gao G, Grunkemeier GL, Wu Y, Zerr KJ, Bookin SO, et al. Continuous insulin infusion reduces mortality in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003 May;125(5):1007–21.
32. Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A. Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg.* 1999 Feb;67(2):352–60; discussion 360–2.
33. Itagaki S, Cavallaro P, Adams DH, Chikwe J. Bilateral internal mammary artery grafts, mortality and morbidity: an analysis of 1 526 360 coronary bypass operations. *Heart.* 2013 Jun 15;99(12):849–53.
34. Filsoufi F, Castillo JG, Rahmanian PB, Broumand SR, Silvay G, Carpentier A, et al. Epidemiology of Deep Sternal Wound Infection in Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009 Aug;23(4):488–94
35. Nagachinta T, Stephens M, Reitz B, Polk BF. Risk factors for surgical-wound infection following cardiac surgery. *J Infect Dis.* 1987 Dec;156(6):967–73.
36. Diez C, Koch D, Kuss O, Silber R-E, Friedrich I, Boergermann J. Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery – a retrospective analysis of 1700 patients. *J Cardiothorac Surg [Internet].* 2007 Dec [cited 2016 Sep 11];2(1). Available from: <http://cardiothoracicsurgery.biomedcentral.com/articles/10.1186/1749-8090-2-23>
37. Pevni D, Mohr R, Lev-Run O, Locer C, Paz Y, Kramer A, et al. Influence of bilateral skeletonized harvesting on occurrence of deep sternal wound infection in 1,000 consecutive patients undergoing bilateral internal thoracic artery grafting. *Ann Surg.* 2003 Feb;237(2):277–80.
38. Kuduvalli M, Grayson AD, Oo AY, Fabri BM, Rashid A. The effect of obesity on mid-term survival following coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* 2003 Mar;23(3):368–73.
39. Lu JCY, Grayson AD, Jha P, Srinivasan AK, Fabri BM. Risk factors for sternal wound infection and mid-term survival following coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* 2003 Jun;23(6):943–9.
40. Graf K, Sohr D, Haverich A, Kuhn C, Gastmeier P, Chaberny IF. Decrease of deep sternal surgical site infection rates after cardiac surgery by a comprehensive infection control program. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009 Aug 1;9(2):282–6.

**Figure 1(a), 2(a)** Buxton BF, Hayward PAR, Newcomb AE, Moten S, Seevanayagam S, Gordon I. Choice of conduits for coronary artery bypass grafting: craft or science?

Eur J Cardiothorac Surg. 2009 Apr;35(4):658–70.

**Figure 1(b), 2(b), 3(a,b)** Buxton BF, Hayward PA. The art of arterial revascularization-total arterial revascularization in patients with triple vessel coronary artery disease.

Ann Cardiothorac Surg. 2013 Jul;2(4):543–51.