当院における超音波メス導入後の両側内胸動脈を用いた CABG 手術の早期および遠隔期成績

山下 暁立* 井上 聡 巳 前田 俊之 田淵 正樹**

以前より内胸動脈 (ITA) をはじめとする動脈グラフトによる冠動脈バイパス術 (CABG) が長期予後を改善し, 両側 ITA による CABG の優位性についても報告されている。当院では 2001 年 4 月に導入した超音波メスを用いて ITA を full skeletonization にて採取し, 両側 ITA を積極的に使用している。そこで超音波メス導入後の 2001 年 4 月から 2012 年 12 月までの当施設における両側 ITA を用いた単独 CABG 手術 256 例の手術成績を検討した。人工心肺を使用しない CABG は 194 例 (On-pump CABG への conversion 8 例含む) で, 緊急手術は 38 例であった。30 日死亡は 1 例であった。対象全 256 例中 234 例で術後 2 週間以内にグラフト造影を施行した。早期において 10 例 (4.3%) にカテーテル治療や再 CABG による再冠血行再建を施行した。対象全 256 例の追跡調査について, 全生存率および術後 PCI 回避率, 再 CABG 回避率を調査した。さらに心臓死, 急性心筋梗塞, 心不全や脳梗塞による入院を心関連事故 (MACE) として, 術後 MACE 回避率を調査した。生存率は 5 年 81.8%, 10 年 72.6% であった。再 CABG 回避率は 5 年 99.5%, 10 年は 99.3% であり, 術後 PCI 回避率は 5 年 96.3%, 10 年 95.2% であった。術後 MACE 回避率は 5 年 90.3%, 10 年 81.2% であった。当院における超音波メス導入後の両側 ITA を用いた CABG 手術の早期および遠隔期成績は満足のものであった。日心外会誌 44 巻 6 号: 307-311 (2015)

キーワード: 冠動脈バイパス術; 両側内胸動脈; 超音波メス

Long-Term Outcome of Ultrasonic Scalpel Coronary Artery Bypass Grafting Using Bilateral Internal Thoracic Arteries

Akitatsu Yamashita*, Satomi Inoue, Toshiyuki Maeda and Masaki Tabuchi** (Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Hokkaido Prefectural Kitami Hospital, Kitami, Japan, Division of Acellular Tissue and Regenerative Medical Material, Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University*, Tokyo, Japan, and Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Muroran City General Hospital**, Muroran, Japan)

It seems obvious that artery grafts improve the long-term prognosis of coronary artery bypass grafting (CABG). Besides, the superiority of using bilateral ITAs compared with a single ITA has been reported. An ultrasonic scalpel was introduced in our hospital in April 2001, and since then, we have harvested bilateral ITAs with it in a full skeletonized fashion, and as a result, we have been using bilateral ITAs for CABG routinely. In this study, we reviewed the surgical outcomes in 256 patients who underwent CABG alone, using bilateral ITAs harvested with ultrasonic scalpel between April, 2001 and December, 2012. Of these patients, 194 underwent off-pump CABG (8 were converted to on-pump CABG), and 38 required emergency surgery. One patient died from cerebral infarction within 30 days after the operation. Of all 256 patients, 234 underwent graftograms within 2 weeks after surgery, and 10 patients (4.3%) needed re-intervention including redo CABG or PCI in the early stage. None of these suffered mediastinitis. We also studied long-term outcomes. The follow-up rate was 100% and the mean follow-up period was 2.97 ± 2.6 years. The survival rate was 81.8%, and 72.6% at 5 years, and 10 years, respectively. The freedom from redo CABG was 99.5%, and 99.3% at 5 years, and 10 years, respectively. The freedom from PCI was 96.3%, and 95.2% at 5 years, and 10 years, respectively. The freedom from MACE was 90.3%, and 81.2% at 5 years, and 10 years, respectively. Bilateral ITAs harvested with an ultrasonic scalpel can be used for CABG safely and with satisfactory long-term results. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 44: 307-311 (2015)

Keywords: CABG; ITA; skeletonization

2015 年 1 月 6 日受付, 2015 年 8 月 2 日採用
本論文の要旨は第 44 回日本心臓血管外科学会学術総会 (熊本) にて発表した。

Corresponding author: Akitatsu Yamashita
Regenerative Medical Material, Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan
E-mail: akitatsu0801@yahoo.co.jp
北海道立北見病院心臓血管外科

* 東京医科歯科大学生体材料工学研究所脱細胞化再生医療材料学研究部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 2-3-10

** 市立室蘭総合病院心臓血管外科

本研究において一切の利益相反や研究資金の提供はない。
None of the authors of this manuscript has any financial or personal relationship with other people or organizations that could inappropriately influence their work.

Table 1 Patient clinical profile

	BITA (n=256)	SITA (n=99)	p-Value
Age (years)	68.5±12.2 (46-86)	69.5±10.1 (34-86)	0.228
Male gender	192 (75.4%)	63 (63.6%)	0.018 *
HT	169 (66.4%)	59 (60.0%)	0.290
DM	108 (42.1%)	42 (42.0%)	0.495
HL	108 (42.1%)	50 (50.0%)	0.153
Renal failure (HD)	23 (9.2%)	8 (8.0%)	0.522
Pulmonary dysfunction	66 (25.8%)	21 (21.8%)	0.498
Unstable angina	101 (38.0%)	21 (21.2%)	0.010 *
EF	49.5±8.9% (18.4-78.2)	45.8±9.2% (22.2-76.4)	0.222
Diseased vessels	2.58±0.49	1.88±0.77	0.002 *
LMT disease	54 (21.7%)	2 (2.0%)	0.002 *
Re do operation	2 (0.1%)	8 (8.0%)	0.011 *
Pre-IABP	30 (11.7%)	6 (7.2%)	0.053

BITA, bilateral internal thoracic artery; SITA, single internal thoracic artery; LMT, left main trunk; IABP, intra-aortic balloon pump; HD, hemodialysis. * $p<0.05$

はじめに

近年 ITA による CABG が長期予後を改善し、特に両側 ITA による CABG の優位性についても報告されている¹⁻³⁾。当院では 2001 年 4 月より超音波メスを導入して ITA を full skeletonization にて採取し、両側 ITA を積極的に使用している。今回当院における超音波メス導入後の両側 ITA を用いた CABG 手術の早期および遠隔期成績を検討した。

対 象

超音波メスを導入した 2001 年 4 月から 2012 年 12 月までに当院で CABG を行った全開心術症例 493 例のうち、単独 CABG は 355 例であり、そのうちの両側 ITA を使用した単独 CABG 手術 256 例を対象とした。両側 ITA による単独 CABG 群 (BITA) の術前状態を Table 1 に示す。比較として片側 ITA による単独 CABG 群 (SITA) のデータも併記した。BITA 群で男性の比率、不安定狭心症、左主幹部病変および冠動脈の病変枝数が有意に多かった。一方再手術例は SITA 群で有意に多かった。

方法およびストラテジー

ITA は全例超音波メスによる full skeletonization にて採取した。採取方法としては樋上らの採取方法にて行い、超音波メスを用いて“Quick touch”で ITA の露出および剥離を行い、枝の処理は“Close coagulation”で枝の閉鎖および切離を行い極力止血クリップは使用しなかった⁴⁾。併施グラフトとして、静脈を 193 例 (75.2%)、橈骨動脈を 47 例 (17.5%)、胃大網動脈を 8 例 (3.0%) 使用した (Table 2)。両側 ITA の吻合箇所を Table 3 に示す。当院における CABG のストラテジーは以下のとおりである。

Table 2 Type of grafts

Grafts	n (%)
Patients	256
Bilateral ITA	256 (100%)
Radial artery	47 (17.5%)
Gastro epiploic artery	8 (3.0%)
Saphenous vein	193 (75.2%)

ITA, internal thoracic artery.

Table 3 Target coronary artery

	LAD	D	HL	OM	PL	RCA
LITA	124	12	7	98	19	0
RITA	132	47	25	39	0	11

LITA, left internal thoracic artery; RITA, right internal thoracic artery; LAD, left anterior descending artery; D, diagonal branch; HL, high lateral branch; OM, obtuse marginal branch; PL, posterior lateral branch; RCA, right coronary artery.

①左冠動脈に 2 カ所以上吻合の必要のある場合に両側 ITA を採取し、これらを左冠動脈領域への吻合に使用する。ITA による sequential 吻合は積極的には行わない。原則右冠動脈には大伏在静脈を使用する。

②回旋枝あるいは対角枝領域の吻合において、右 ITA (RITA) が届く場合は RITA にて吻合を行い、左 ITA (LITA) を LAD に吻合する。

③回旋枝あるいは対角枝領域に RITA が届かない場合は LITA にて吻合を行い、RITA は LAD に吻合する。

④ RITA はすべて *in situ* で使用する。

変数は平均値±標準偏差 (1SD) で記載した。遠隔期成績は Kaplan-Meier 法で算出した。

Table 4 Operative data

Variables	n (%)
Off-pump CABG	194 (75.8%)
(conversion to On-pump CABG)	8 (4.1%)
Emergent operations	38 (14.8%)
Operation time (min)	395.1±97.2
Number of grafts	3.0±1.3

CABG, coronary artery bypass grafting.

Table 5 Postoperative status

Variables	n (%)
In-hospital mortality	1 (0.4%)
Complications	
Reoperation for bleeding (bleeding due to ITA)	14 (5.5%) 1 (0.4%)
Stroke	10 (3.9%)
Af	32 (12.5%)
Respiratory failure	7 (2.7%)
Wound infection (Deep sternal wound infection)	8 (2.8%) 0
ICU stay (days)	2.3±1.6
In-hospital stay (days)	22.9±12.2

ITA, internal thoracic artery.

Table 6 Early results

Variables	n (%)
Graft patency	465/468 (99.4%)
ITA	
Radial artery	44/48 (91.7%)
Gastro epiploic artery	7/8 (87.5%)
Saphenous vein	248/262 (94.7%)
Re CABG	
SVG-LAD (LITA-LAD occl) re LITA-LAD	1 1
Post PCI	
PCI for native LAD (ITA graft occl)	1
PCI for native LAD (ITA graft stenosis)	2
PCI for native OM (ITA graft occl)	1
PCI for native RCA (SVG graft occl)	1
PCI for new lesion	1
Other operation correction of kinked ITA graft	2

ITA, internal thoracic artery; CABG, coronary artery bypass grafting; LITA, left internal thoracic artery; LAD, left anterior descending artery; SVG, saphenous vein graft; PCI, percutaneous coronary intervention; OM, obtuse marginal branch; RCA, right coronary artery.

結 果

1. 早期成績

早期成績を Table 4, 5 に示す。256 例中 Off-pump CABG は 194 例 (On-pump CABG への conversion 8 例含む) で、緊急手術は 38 例であった。当院では 2005 年以降における単独 CABG は Off-pump CABG を第一選択としている。そのため同年以降の On-pump CABG 症例は緊急症例 (12 例) のみであった。平均手術時間は 395.1 ± 97.2 分、平均バイパス枝数は 3.0 ± 1.3 本であった。院内死亡は 1 例 (0.4%) であり死因は脳梗塞であった (On-pump CABG へ conversion 症例)。術後主要合併症として、術後出血による再開胸を 14 例 (5.5%) に認めたが ITA が原因の出血は初期の 1 例 (ITA の枝からの出血) のみであった。さらに脳梗塞発症を 10 例 (3.9%) に認め、術後呼吸不全 (72 時間以上の挿管管理) を 7 例 (2.7%) に認めた。胸部正中創感染を 8 例 (2.8%) に認めたが、いずれも縦隔炎には至らなかった。平均 ICU 滞在日数は 2.3 ± 1.6 日、平均術後在院日数は 22.9 ± 12.2 日であった。

対象全 256 例中 234 例 (92%) で術後 2 週間以内にグラフィト造影を施行した。術後急性期におけるグラフト開存率および再治療例を Table 6 に示す。早期の ITA グラフト閉塞は 3 例であった。再治療例は 10 例であり、そのうち 2 例に再 CABG を行った。その内訳としては、LITA による LAD 吻合部閉塞に対して静脈で吻合し直した 1 例と、

Fig. 1 Survival rate

Fig. 2 Freedom from repeated-CABG

Fig. 3 Freedom from postoperative PCI

Fig. 4 Freedom from postoperative MACE

LAD の同定ミスに対して再吻合を施行した 1 例であった。他に再血行再建等の治療が必要と判断した症例が 8 例であった。その内訳として ITA グラフトに狭窄および閉塞を認め、吻合部末梢の冠動脈に PCI を施行した症例が 4 例、SVG グラフトが閉塞し吻合部末梢の冠動脈に PCI を施行した症例が 1 例、バイパスされていない冠動脈新規病変に対して PCI を施行した症例が 1 例であった。LITA グラフトの屈曲解除術を 2 例に施行した。

2. 遠隔期成績

対象全 256 例の追跡調査を行い生存率および術後 PCI、再 CABG 回避率、MACE 回避率を調査した。追跡率は 100% であり、平均追跡期間は 2.97 年 ± 2.6 年であった。全死亡回避率は 5 年 81.8%、10 年 72.6% であった (Fig. 1)。再 CABG 回避率は 5 年 99.5%、10 年 99.3% であり (Fig. 2)、術後 PCI 回避率は 5 年 96.3%、10 年 95.2% であった (Fig. 3)。術後 MACE 回避率は 5 年 90.3%、10 年 81.2% であった (Fig. 4)。

考 察

ITA の優れた長期開存性により CABG の手術成績は飛躍的に向上し、両側 ITA 使用による CABG の良好な治療

成績についても報告されてきている¹⁻³⁾。両側 ITA が CABG におけるグラフトとして使用可能になった要因として超音波メスの登場があげられる。これにより ITA の full skeletonization が可能となり、以前から使用されていた LITA だけでなく、RITA に関しても十分なグラフト長を確保することが可能となり吻合可能部位が広がった^{4,5)}。当施設では超音波メスを 2001 年 4 月に導入し、同時期以降の ITA harvest を超音波メスによる full skeletonization に行ってきた。Stevens らは両側 ITA と静脈による CABG の良好な遠隔期成績を報告した¹⁾。彼らはその中で 10 年における生存率は 73.8%、coronary intervention 回避率は 92.5% であり、再 CABG 回避率は 96.8% と報告した。また Endo らは、両側 ITA と片側 ITA による CABG の比較検討を行い、両側 ITA を使用した CABG 群の 7 年後における再 CABG 回避率は 99.5% であり片側 ITA 使用による CABG 群と比べて有意に高いことを報告した²⁾。さらに Lytle らは、2,001 例の両側 ITA による単独 CABG 群と 8,123 例の片側 ITA による単独 CABG 群の比較検討に関する報告を行った。そのなかで彼らは、両側 ITA 群は片側 ITA 群に比べて有意に長期生存、再手術を含めた血行再建回避率が良好であったと報告した³⁾。これらの報告結果から、われわれの手術成績はこれらを裏付ける良好な結果であると考えられる。

低左心機能や慢性肺疾患などを合併している患者や高齢者においては片側内胸動脈使用がよいとする報告があり⁶⁾、このような high risk 患者に対する両側内胸動脈使用は意見の分かれるところである。特に 80 歳以上の高齢者においては、平均余命から考えると 10 年程度の遠隔期成績が目標となり、手術侵襲増加のリスクも考慮する必要がある。Mohammadi らは、両側内胸動脈使用は遠隔期成績を向上させるが、年齢が上昇するに従い成績向上の効果は減少すると述べており、高齢者において両側内胸動脈の使用を控えるべきだと報告した⁷⁾。一方で Matsuura らは、高齢者に対する両側内胸動脈の使用は周術期合併症のリスクにならないと報告しており⁸⁾、山内らは、上行大動脈に石灰化等の病変が多い高齢者において、術後脳梗塞等の重篤な合併症を減らす点でも意義があると述べた⁹⁾。当院でも高齢者であるからという理由だけで片側内胸動脈使用に留めず、両側 ITA を使用して CABG を行っている。

両側 ITA を使用することにより、特に DM 症例などの高リスク症例において正中創感染症を引き起こすリスクを危惧する報告があり¹⁰⁾。一部の心臓外科医が両側 ITA の使用をためらっている現状がある。しかし当施設では以前、超音波メスによる両側 ITA と片側 ITA の採取により術後創感染率の発生に差がないことを報告した¹¹⁾。さらに Hirofumi らは DM 症例における同様の報告を行った¹²⁾。術

前後の徹底した血糖および創傷管理により、DM 症例であっても両側 ITA が片側 ITA に比べて危険なものではないとわれわれは考えている。

CABG において完全血行再建が原則であることに議論の余地はない。当院におけるグラフト選択および CABG 吻合ストラテジーは「方法および吻合ストラテジー」内で示した。左冠動脈に 2 カ所以上の病変がある場合には両側 ITA を使用してこれらを吻合に用いた。Table 1 に示すように、高齢者、低心機能および肺疾患合併症例に関して両側 ITA の使用を制限しているわけではない。ただ再手術症例については SITA 群が BITA 群に比べて有意に多かった。右冠動脈病変に対しては基本グラフトとして静脈グラフトを用いている。両側 ITA と静脈による CABG の良好な遠隔期成績は報告されており¹⁾、さらに Pevni らは、両側 ITA を左冠動脈に用いた場合には右冠動脈に対するバイパスは静脈でよいと報告した¹³⁾。したがって、当院の吻合ストラテジーはコンセンサスを得られていると考えている。今後も冠動脈他枝病変に対して良好な遠隔期成績を実現するために有用な両側 ITA の使用を積極的に行っていく方針である。

結 語

当院における超音波メス導入後の両側 ITA を用いた CABG 手術の治療成績を明らかにした。生存率や心血管イベント発症率等その結果は満足のいくものであった。

文 献

- 1) Stevens, L.M., Carrier, M., Perrault, L.P. 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.* **127** : 1408-1415, 2004.
- 2) Endo, M., Nishida, H., Tomizawa, Y. et al. : Benefit of bilateral over single internal mammary artery grafts for multiple coronary artery bypass grafting. *Circulation* **104** : 2164-2170, 2001.
- 3) Lytle, B.W., Blackstone, E.H., Loop, F.D. et al. : Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **117** : 855-872, 1999.
- 4) Higami, T., Kozawa, S., Asada, T. et al. : Skeletonization and harvest of the internal thoracic artery with an ultrasonic scalpel. *Ann. Thorac. Surg.* **70** : 307-308, 2000.
- 5) Higami, T., Yamashita, T., Nohara, H. et al. : Early results of coronary grafting using ultrasonically skeletonized internal thoracic arteries. *Ann. Thorac. Surg.* **71** : 1224-1228, 2001.
- 6) He, G., Acuff, T., Ryan, W. et al. : Determinants of operative mortality in elderly patients undergoing coronary artery bypass grafting: emphasis on the influence of internal mammary artery grafting on mortality and morbidity. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **108** : 73-81, 1994.
- 7) Mohammadi, S., Dagenais, F., Doyle, D. et al. : Age cut-off for the loss of benefit from bilateral internal thoracic artery grafting. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* **33** : 977-982, 2008.
- 8) Matsuura, K., Kobayashi, J., Tagusari, O. et al. : Off-pump coronary artery bypass grafting using only arterial grafts in elderly patients. *Ann. Thorac. Surg.* **80** : 144-148, 2005.
- 9) Yamauchi, A. and Higami, T. : Off-pump CABG using bilateral ITA in octogenarians. *J. Jpn. Coron. Assoc.* **17** : 180-184, 2011.
- 10) Grossi, E.A., Esposito, R., Harris, L.J. et al. : Sternal wound infections and use of internal mammary artery grafts. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **102** : 342-347, 1991.
- 11) Inoue, S., Harada, R., Obama, T. et al. : Does the bilateral internal thoracic artery harvesting increase wound infection?. *Kyobu Geka* **64** : 523-529, 2011.
- 12) Hirotsu, T., Nakamichi, T., Munakata, M. et al. : Risks and benefits of bilateral internal thoracic artery grafting in diabetic patients. *Ann. Thorac. Surg.* **76** : 2017-2022, 2003.
- 13) Pevni, D., Uretzky, G., Yosef, P. et al. : Revascularization of the right coronary artery in bilateral internal thoracic artery grafting. *Ann. Thorac. Surg.* **79** : 564-569, 2005.