

## 左冠動脈主幹部および近位部病変に対する両側内胸動脈使用の有用性： 開存静脈グラフトからの competitive flow の可能性の検討

川村 匡, 小林順二郎, 中嶋 博之, 船津 俊宏,  
伊庭 裕, 八木原俊克, 北村惣一郎

左冠動脈領域への大伏在静脈グラフト(SVG)の存在が内胸動脈(ITA)-前下行枝(LAD)グラフトの開存率へ与える影響について調べた。対象は1987年から2006年までに2枝バイパス(LAD, LCXそれぞれ1本ずつ)施行し、術後早期造影でグラフトの開存を確認した90例。全例 in-situ ITA-LAD グラフトを含み、composite graft および sequential graft を有する症例は除外した。LCXにITAを使用した43例(LCX-ITA群)とSVGを使用した47例(LCX-SV群)に分類した。遠隔期造影でのITA-LADグラフトの閉塞は6例で、全例LCX-SV群であった( $p=0.02$ )。5年開存率はLCX-ITA群100%、LCX-SV群91%であった。LCX-SV群で両吻合部間に高度狭窄(90%以上)を有する場合(18例)と有さない場合(29例)で、ITA-LADグラフトの5年開存率を比較すると、高度狭窄を有する場合は100%で有さない場合は82%であった。両吻合部間に高度狭窄が存在しない場合、LCXへのSVGの選択はITA-LADグラフトの開存率に影響し、原因としてSVGからのcompetitive flowの可能性が示唆された。

KEY WORDS: ITA-LAD graft, SVG, competitive flow

Kawamura M, Kobayashi J, Nakajima H, Funatsu T, Iba Y, Yagihara T, Kitamura S: **Advantage of bilateral ITAs for LMT disease or proximal lesions on LAD and LCX; Investigation of negative influence of competitive flow from saphenous vein graft.** J Jpn Coron Assoc 2008; 14: 17-20

### I. はじめに

冠動脈バイパス術におけるグラフト選択として、内胸動脈(ITA)の左前下行枝(LAD)への使用は、その高い開存率と遠隔期予後の改善<sup>1-8)</sup>のため広く使用されている。その一方でITAグラフトにおいてはグラフト流量が不十分なときにはstring signを示す、あるいは閉塞すると報告され<sup>9-14)</sup>、これは吻合した冠動脈の狭窄度が軽度でnative coronaryからの血流との競合(competitive flow)によることが多いとされている。また、ITAグラフトは上行大動脈を近位側吻合部とする大伏在静脈グラフト(SVG)と比較し、そのflow capacityが低いとされ<sup>15,16)</sup>、ITAグラフトとSVGが共存する場合、開存するSVGの存在はITAグラフトの血流を減少させる可能性が考えられ、ITA-LADグラフトの開存率に悪影響をもたらす懸念がある。そこで、左冠動脈主幹部(LMT)ならびにLADと回旋枝(LCX)の両近位部に比較的限局した症例に対する2枝バイパス症例の遠隔成績から、共存するグラフト間のcompetitive flowの可能性についての検討を試みた。

### II. 対象および方法

1987年から2006年までにLMT単独、LMTかつLADとLCX近位部すべてに、または、LADとLCX近位部(LMTなし)に有意病変を有する症例(図1)に2枝バイパスを施行した180例中 in-situ ITA-LADバイパスを含む90例を対象とした。術直後のカテーテル検査は全例行っており、この検査にてLADまたはLCXへのバイパスどちらか一方でも閉塞を認めた症例は除外した。また、ITAをfree graftとした症例、composite graftを作成した症例、sequential吻合した症例も除外した。術後遠隔期のカテーテル検査は原則的に胸痛などの症状を呈した場合、もしくはグラフト閉塞あるいはnative冠動脈の狭窄が進行したと疑われた場合に施行した。LCXに使用したグラフト別に群分けを行い、ITAを使用した群(LCX-ITA群)43例、SVGを使用した群(LCX-SV群)47例であった(図2)。それぞれの群の患者背景を表1に示した。LCX-SV群は主に2000年以前、on pump症例が多く、LCX-ITA群は2000年以降、off pump症例が多い傾向にあった。2群間でそれぞれのITA-LADグラフトの遠隔期開存率を比較し、さらにLCX-SV群においては両グラフト吻合部間のnative coronaryの狭窄度とグラフト閉塞の関連を調べた。平均経過観察期間はLCX-ITA群で $3.7\pm 4.2$ 年、LCX-SV群で $7.7\pm 5.6$

国立循環器病センター心臓血管外科(〒565-8565吹田市藤白台5-7-1)(本論文の要旨は第20回日本冠疾患学会学術集会、2006年12月・東京にて発表した)  
(2007.7.3受付、2007.11.5受理)

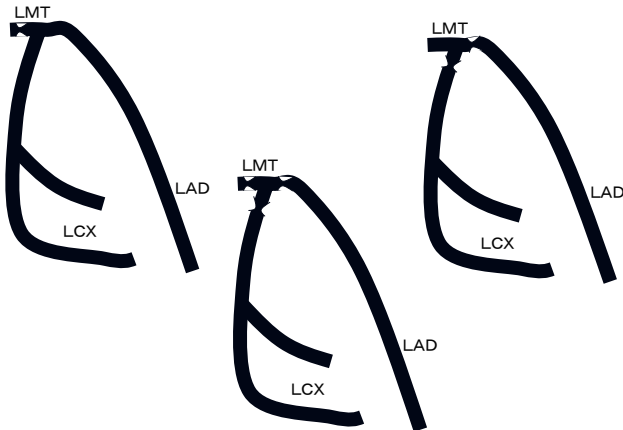


図1 対象とした病変

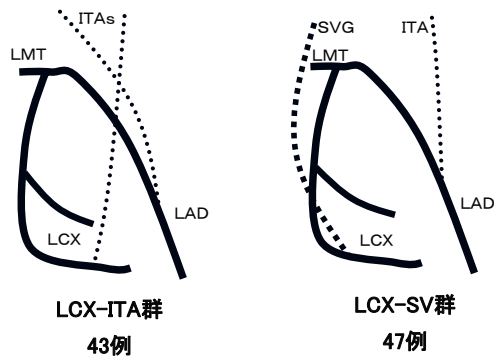


図2 LCX領域に使用したグラフトによる群分け

表1 患者背景

	LCX-ITA 群 n=43	LCX-SV 群 n=47	p 値
手術時平均年齢	60.5±7.9	60.4±9.0	.992
平均経過観察期間(年)	3.7±4.2	7.7±5.6	.0004
主な手術時期	2000年～	～2000年	
性別(男:女)	38:5	37:10	.219
冠危険因子			
DM	21	20	.549
HT	29	17	.003
HL	28	19	.019
心機能			
EF<30%	3	1	.264
手術			
On pump	11	46	
Off pump	32	1	<.0001
遠隔期死亡	1	2	.622
発生イベント			
re CABG	0	1	.336
PCI	5	6(8領域)	.869
領域			
LAD	0	LAD 2	
LCX	2	LCX 3	
RCA	3	RCA 0	
Graft	0	Graft 3	

年であった。

統計学的処理は unpaired Student's *t*-test, Mann-Whitney's U test を用いた。累積開存率の解析は Kaplan-Meier 法で行った。それぞれの検定にて  $p < 0.05$  を有意差ありとした。

III. 結 果

遠隔期死亡例は LCX-ITA 群に 1 例, LCX-SV 群に 2 例認められた。LCX-SV 群の 1 例は原因不明であり, 他の 2 例は癌死であった。再 CABG は LCX-SV 群に 1 例認め, PCI は LCX-ITA 群に 5 例, LCX-SV 群に 6 例認め, グraft の狭窄に伴うものは LCX-SV 群のみ 3 例認められた。

ITA-LAD グraft の閉塞は 6 例であり, すべて LCX-SV 群であった ( $p=0.02$ )。遠隔期開存率の比較では, LCX-ITA 群における ITA-LAD グraft の開存率は 5 年で 100% (2) (内はリスク保有数) であり, LCX-SV 群における ITA-LAD グraft の開存率は 5 年 91% (14), 10 年 67% (7) で LCX-ITA 群において高値を示した (図 3)。

さらに, LCX-SV 群において両グraft 吻合部間の native coronary の狭窄度と ITA-LAD グraft の開存率への影響の有無を検討した。ITA グraft と SVG 間に 90% 狭窄以上 (つまり冠動脈造影での最小血管径の実測値で 76% 以上の狭窄) の狭窄を有する群 18 例と有さない群 29 例 (図 4) で, ITA-LAD グraft の開存率を比較したところ, 狭窄を有する群は 10 年で 100% (5) であったのに対し, 狭窄を有さない群では 5 年開存率 82% (6), 10 年開存率 34% (2) で, 狭窄を有さない群では開存率が有意に低かった (図 5)。ITA-LAD グraft の閉塞例 6 例はすべて狭窄を有さない群であった ( $p=0.002$ )。

IV. 考 察

冠動脈バイパス術における ITA の LAD への使用は gold standard ともいふべき確立されたものであるが<sup>1-8)</sup>, 標的

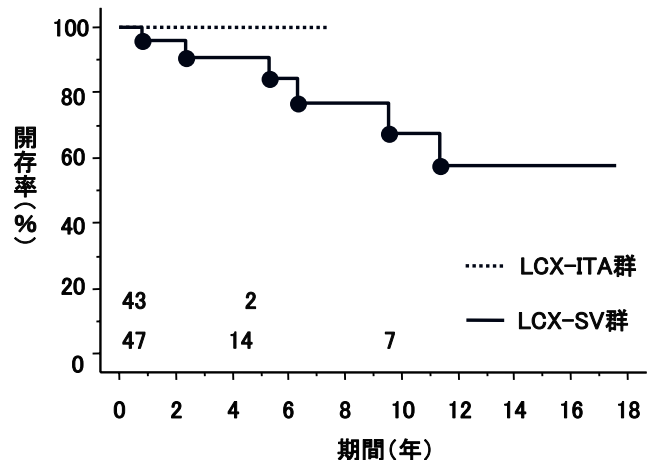


図3 LCX領域に使用したグraftの違いによる ITA-LAD グraftの遠隔期開存率の比較

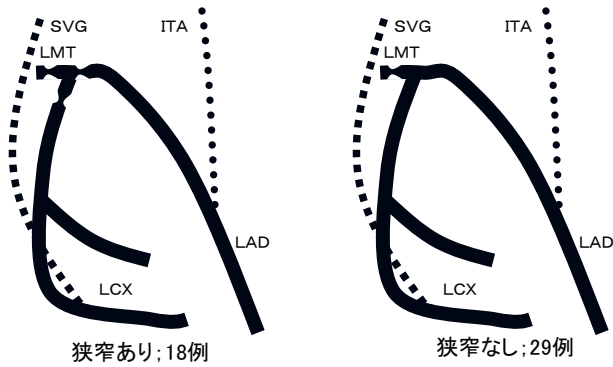


図4 LCX-SV群におけるLADとLCXグラフト吻合部に存在する有意(90%以上)狭窄の有無による群分け

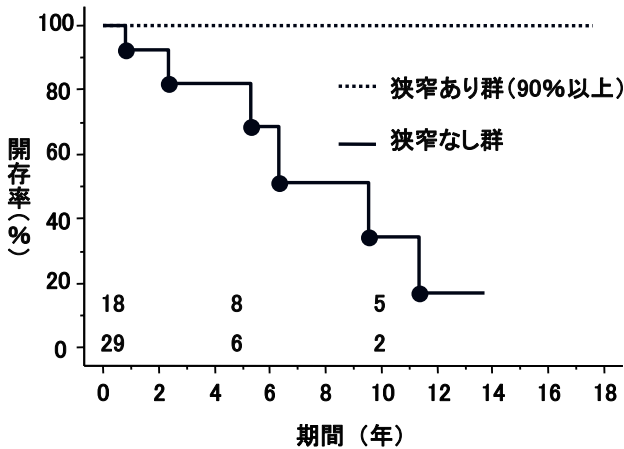


図5 LCX-SV群におけるLADとLCXグラフト吻合部間の冠動脈狭窄度で分けたITA-LADグラフトの遠隔期開存率の比較

冠動脈の狭窄が軽度である場合、血流が競合 (competitive flow) し、結果として string sign を示す、あるいは閉塞することも広く知られている<sup>9-14)</sup>。

多枝病変に対しては、Schmidtら<sup>15)</sup>の報告によると左冠動脈(LCA)領域に両側ITAを使用するほうが、ITAとSVGを使用した場合より遠隔成績が優れているとされる。LADへは一方のITAを使用し、LCX領域に対しても動脈グラフトを用いることが遠隔成績を向上させるとされ、さらに現在は全領域に対して動脈グラフトを使用することを標準的な術式としている施設が本邦では多い。

これまでに当施設では上行大動脈に手術操作を行わずに動脈グラフトのみで血行再建を行うバイパス術例を対象とし、native coronaryの狭窄度や血管径と複数の枝の組合せ、グラフト種類、composite graftの形とグラフトの血流分布への影響を調べ、グラフトの適切なデザインが遠隔期のグラフト開存率と心事故の回避につながることを報告してきた<sup>16)</sup>。つまり、ITA-LADグラフトも含めて動脈グラフトを使用する際には適切なグラフトデザインが重要と考えている。さらに、バイパスグラフトが有効な capacity を有しているかどうかについては、2つの因子、flow

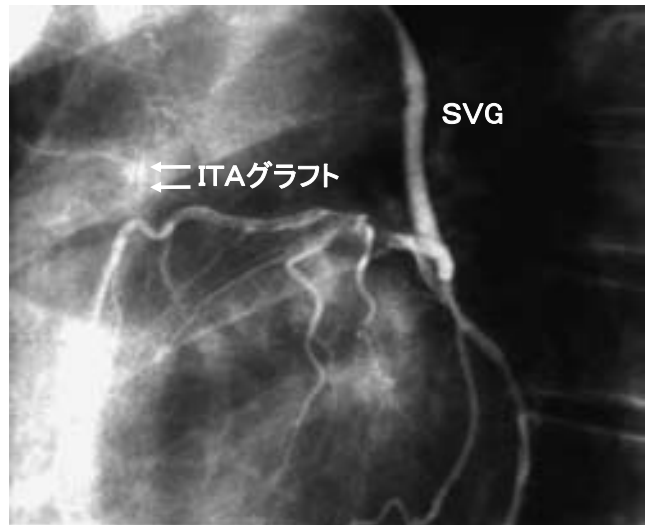


図6 CABG 術後6年目の冠動脈造影 SVGより注入された造影剤はLADの末梢まで到達し、さらに瘢痕様のITAも逆行性に造影された(矢印)

capacity と pressure capacity の観点からの評価が必要と考えられる。とくに、competitive flow の予測因子としてはバイパスグラフトと native 冠動脈の間の圧較差、つまり pressure capacity が重要であると考えている<sup>17)</sup>。

SVGは冠動脈バイパスに使用した場合、独特の変性・硬化が進行するため、in-situ ITA-LADグラフトのような長期の開存性を期待することはできないとされている。しかし、一方で上行大動脈を近位側吻合部とすることで高い灌流圧を有する特徴がある<sup>18,19)</sup>。そこで in-situ ITA-LADグラフトとSV-LCXグラフトなど、pressure capacityの異なる複数のグラフトが同一冠動脈領域に吻合されたとき、開存SVGの存在が予後を左右するとされるITA-LADグラフトの開存に影響する可能性がある。つまり、SVGの短所としてこれまで指摘されてきたSVG自体の開存率の低さだけでなく、他の重要な動脈グラフトの開存に影響する可能性も考えるが、これまでにグラフト同士の影響や、静脈グラフトの適切な使用、至適なグラフトデザインの方法について十分議論がなされていない。

今回、共存する異なったグラフト間の長期間の影響についての純粋な比較検討を行うため、複雑でない冠動脈病変に対しシンプルなグラフトデザインの冠動脈バイパス術を施行し、なおかつ、術後早期の造影で開存していた症例のみを対象とした。このなかで遠隔期にITA-LADグラフトの閉塞を認めた6例では、すべてLCX領域にSVGが吻合され、いずれの症例もITAグラフトとSVG間の native coronaryの狭窄度が軽度であった(有意狭窄なし5例、75%以下の狭窄1例)。さらに、これら6例のうち少なくとも3例においては、狭窄のないSVGからの造影剤の注入から、LADに吻合したITAまで逆行性に造影され、しかもITAがstring signを呈していた(図6)。これらのことからITA-LADグラフトの閉塞には pressure capacityの高い

開存 SVG の存在が強く影響し、これにより ITA グラフト血流が不十分となり、最終的に閉塞に至った可能性が高いと考えられた。一方で、両側 ITA の LCA への使用は ITA-LAD の長期開存を障害することがなかった。これらのことより、ITA と SVG を LCA 領域に使用すると遠隔成績が悪くなるとするこれまでの知見に対する理由付けとして、単に SVG の閉塞だけでなく、ITA-LAD グラフトへの悪影響も理由のひとつと考えられる。今回の検討は限られた症例数の retrospective study であり、今後同様の視点からの報告が増え、グラフトデザインについての議論が深まることが期待される。

以上のことから LCA 領域に ITA グラフトと SVG が共存する場合、LAD へのバイパスの長期開存が脅かされ、グラフト間の影響は無視できないといえる。とくに両吻合部間の native coronary の狭窄度が軽度な場合、LCX に対する SVG の使用及びグラフトデザインは手術リスク等を十分に考慮し慎重に決定すべきと考えられた。

#### 文 献

- 1) Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC: Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **89**: 248-258
- 2) Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW, Golding LA, Gill GC, Taylor PC, Sheldon WC: Influence of the internal-mammary artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; **314**: 1-6
- 3) Boylan MJ, Lytle BW, Loop FD, Taylor PC, Borsh JA, Goormastic M, Cosgrove DM: Surgical treatment of isolated left anterior descending coronary stenosis. Comparison of the left internal mammary artery and venous autograft at 18 to 20 years of follow up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **107**: 657-662
- 4) Cameron AA, Green GE, Brogno DA, Thornton J: Internal thoracic artery grafts: 20-year clinical follow up. *J Am Coll Cardiol* 1995; **25**: 188-192
- 5) Zeff RH, Kongtahworn C, Iannone LA, Gordon DF, Brown TM, Phillips SJ, Skinner JR, Spector M: Internal mammary artery versus saphenous vein graft to the left anterior descending coronary artery: prospective randomized study with 10-year follow up. *Ann Thorac Surg* 1988; **45**: 533-536
- 6) Dabel RJ, Goss JR, Maynard C, Aldea GS: The effect of left internal mammary artery utilization on short-term outcomes after coronary revascularization. *Ann Thorac Surg* 2003; **76**: 464-470
- 7) Grover FL, Johnson RR, Marshall G, Hammermeister KE: Impact of mammary grafts on coronary bypass operative mortality and morbidity. Department of veterans affairs cardiac surgeons. *Ann Thorac Surg* 1994; **57**: 559-568
- 8) Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HB: Coronary bypass surgery with internal-thoracic-artery grafts-effects on survival over a 15-year period. *N Engl J Med* 1999; **334**: 216-219
- 9) Seki T, Kitamura S, Kawachi K, Morita R, Kawata T, Mizuguchi K, Hasegawa J, Kameda Y, Yoshida Y: A quantitative study of postoperative luminal narrowing of the internal thoracic artery graft in coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; **104**: 1532-1538
- 10) Siebenmann R, Egloff L, Hirzel H, Rothlin M, Studer M, Tartini R: The internal mammary artery "string phenomenon." Analysis of 10 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 1993; **7**: 235-238
- 11) Hashimoto H, Isshiki T, Ikari Y, Hara K, Saeki F, Tamura T, Yamaguchi T, Suma H: Effects of competitive flow on arterial graft patency and diameter. Medium-term postoperative follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; **111**: 399-407
- 12) Bezon E, Choplain JN, Maguid YA, Aziz AA, Barra JA: Failure of internal thoracic artery grafts: conclusions from coronary angiography mid-term follow-up. *Ann Thorac Surg* 2003; **76**: 754-759
- 13) Dincer B, Barner HB: The "occluded" internal mammary artery graft: restoration of patency after apparent occlusion associated with progression coronary disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; **85**: 318-320
- 14) Aris A, Borrás X, Ramió J: Patency of internal mammary artery grafts in no-flow situations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; **93**: 62-64
- 15) Schmidt SE, Jones JW, Thornby JI, Miller CC, Beall AC: Improved survival with multiple left-sided bilateral internal thoracic artery grafts. *Ann Thorac Surg* 1997; **64**: 9-15
- 16) Nakajima H, Kobayashi J, Tagusari O, Niwaya K, Funatsu T, Kawamura A, Yagihara T, Kitamura S: Angiographic flow grading and graft arrangement of arterial conduits. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; **132**: 1023-1029
- 17) Nakajima H, Kobayashi J, Tagusari O, Bando K, Niwaya K, Kitamura S: Functional angiographic evaluation of individual, sequential, and composite arterial grafts. *Ann Thorac Surg* 2006; **81**: 807-814
- 18) Kawasuji M, Tsujiguchi H, Tedoriya T, Taki J, Iwa T: Evaluation of postoperative flow capacity of internal mammary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; **99**: 696-702
- 19) Kawasuji M, Tedoriya T, Takemura H, Sakakibara N, Taki J, Watanabe Y: Flow capacities of arterial graft for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1993; **56**: 957-962