

ドップラー・フロー・ワイヤーを用いた冠動脈バイパス術後の左内胸動脈グラフトの機能評価

Estimation of Left Internal Thoracic Artery Flow Reserve After Coronary Artery Bypass Grafting Using Doppler Flow Wire

吉田 哲
 後藤 豊
 杉浦 徹
 橋本 浩一
 小川 崇之
 森 力
 阪本 宏志
 三川 秀文*¹
 妹尾 篤史*¹
 望月 正武
 清水 昭吾*²
 多々良 彰*²
 鈴木 和彦*²
 奥山 浩*²
 益子 健男*³
 黒沢 博身*²

Satoru YOSHIDA, MD
 Yutaka GOTO, MD
 Toru SUGIURA, MD
 Koichi HASHIMOTO, MD
 Takayuki OGAWA, MD
 Chikara MORI, MD
 Hiroshi SAKAMOTO, MD
 Hidefumi MIKAWA, MD*¹
 Atsushi SEO, MD*¹
 Seibu MOCHIZUKI, MD
 Shogo SHIMIZU, MD*²
 Akira TATARA, MD*²
 Kazuhiko SUZUKI, MD*²
 Hiroshi OKUYAMA, MD*²
 Keno MASHIKO, MD*³
 Hiromi KUROSAWA, MD, FJCC*²

Abstract

The usefulness of the left internal thoracic artery (LITA) for aortocoronary bypass grafting is now established. Reports of variation in LITA graft function are rare. Graft flow was measured using a Doppler flow wire to estimate graft function in 27 patients (24 males, 3 females) who underwent LITA grafting to the left anterior descending artery. Patients were classified into the following 3 groups: Group A consisted of 9 patients with normal left ventricular function and no native flow; Group B consisted of 11 patients with normal ventricular function and good native flow; Group C consisted of 7 patients with abnormal left ventricular function and no native flow. LITA graft function was also estimated 1 year after operation in 12 of these 27 patients (4 in each group).

Diastolic/systolic velocity ratio (DSVR) and flow reserve were determined in the proximal, middle, and distal portions of the LITA graft and native left anterior descending artery before and after papaverine administration (8-10 mg). DSVR was significantly higher in the distal portion than in the proximal portion ($p < 0.01$), but this value did not change after papaverine administration. After 1 year, DSVR in the proximal portion was significantly higher in Group C than in Groups A or B ($p < 0.05$ for both). Four weeks after operation, the flow reserve of the distal portion was significantly higher in Group A than in Group C ($p < 0.001$). After 1 year, this value was significantly higher in Group A than in either Groups B or C ($p < 0.01$, $p < 0.001$, respectively). The rate of increase in flow reserve in the distal portion was signifi-

東京慈恵会医科大学 内科学講座第四, *²心臓外科: 〒105-0003 東京都港区西新橋 3-25-8; 富士市立中央病院*¹循環器科, *³心臓外科, 静岡

Departments of Internal Medicine IV and *²Cardiovascular Surgery, Jikei University School of Medicine, Tokyo; *¹Departments of Cardiology and *³Cardiac Surgery, Fuji City Hospital, Shizuoka

Address for reprints: YOSHIDA S, MD, Department of Internal Medicine IV, Jikei University School of Medicine, Nishi-shinbashi 3-25-8, Minato-ku, Tokyo 105-0003

Manuscript received October 19, 1998; revised January 18 and March 25, 1999; accepted March 26, 1999

cantly greater in Group A (23.4%) than in groups B (2.53%) or C (1.94%; $p < 0.05$ for both).

The distal portion of the LITA was the best measurement site, since the flow pattern in the LITA graft varied throughout all portions. Diastolic flow velocity in the LITA graft was dominant in patients with myocardial damage.

The results indicate that flow reserve of the LITA graft depends on antegrade native coronary flow and distal myocardial damage.

J Cardiol 1999; 33(6): 297-305

Key Words

- Coronary artery disease ■ Coronary circulation (flow reserve)
- Cardiac surgery (aortocoronary bypass) ■ Doppler ultrasound (Doppler flow wire)
- Left internal thoracic artery ■ Graft function

はじめに

冠動脈バイパス術における左内胸動脈は術後20年の良好な長期予後も報告され¹⁾, グラフトとしての有用性は確立された. 左内胸動脈は静脈グラフトに比べて長期の開存性が良い反面, 術後初期には十分な血流が確保されにくいことなどの問題点も報告されているが²⁾, 左内胸動脈の部位別血流パターンと予備能による機能評価の報告は少なく^{3,4)}, それらの指標の経年的変化を同一例で検討した報告は見当たらない. 今回我々は, 冠動脈バイパス術後の左内胸動脈グラフトの血流をドップラー・フロー・ワイヤーを用いて計測し, その機能評価を行った. さらに術4週後と術1年後を同一例で計測し, その機能評価と経年変化について検討した.

対象と方法

1. 対象

対象は1994年9月-1997年8月に冠動脈バイパス術を施行した者のうち, 左内胸動脈を左冠動脈前下行枝へ吻合し, 術後4週間以内に左内胸動脈内の血流計測が可能であった27例(男性24例, 女性3例, 平均年齢 62.8 ± 10.4 歳)である. これら27例を左内胸動脈灌流領域の壁運動異常の有無, 左内胸動脈灌流領域への順行性血流の有無によって以下のA, B, Cの3群に分類した. なお, 壁運動異常は左室造影におけるセンターライン法で当該部位の壁運動が $-2SD$ 以上の場合と定義し, 順行性血流については, 固有冠動脈の造影において, 吻合遠位部の前下行枝に造影剤の確認できないものを固有冠動脈からの順行性血流なしと定義した.

A群: 左内胸動脈灌流領域に壁運動異常がなく, かつ

固有冠動脈からの順行性血流がない9例

B群: 左内胸動脈灌流領域に壁運動異常がなく, かつ固有冠動脈からの順行性血流がある11例

C群: 左内胸動脈灌流領域に壁運動異常があり, かつ固有冠動脈からの順行性血流がない7例

27例中15例(男性11例, 女性4例)については, 術1年後も左内胸動脈内血流を計測した. この時点で術1年後に左内胸動脈灌流領域の固有冠動脈よりの順行性血流が消失したB群2例と, 術1年後に左内胸動脈灌流領域の壁運動異常が生じたA群1例を除く12例を, 術4週後と同様に3群に分類した. その内訳はA群, B群, C群各4例である.

2. 方法

1) 血管造影

検査は全例造影12時間以上前より冠拡張薬の投与を中止し, 4Fまたは5Fのカテーテルを用いた. Judkins法⁵⁾にてシース挿入時2,000-3,000単位のヘパリン投与後, 左内胸動脈造影, 冠動脈造影および左室造影を行った. 内胸動脈造影と冠動脈造影は硝酸イソソルビド2mgを血管内投与後, 1回につき5-10mlの75.52%イオパミドールを的手法で注入し, 35mmシネフィルムに記録した. 角度の異なる数方向から撮影した後, 8mgの塩酸パパペリンを左内胸動脈内に注入し, 塩酸パパペリン投与前と同じ方向から再度内胸動脈を造影した. 術4週後と術1年後の造影ともに前記と同様の方法で施行し, 内胸動脈と冠動脈造影はすべて同方向から撮影した.

2) 血管径測定

血流測定部の血管径はカテックス製CCIP-3100を使用し, 造影に使用したカテーテルの外径を基準として

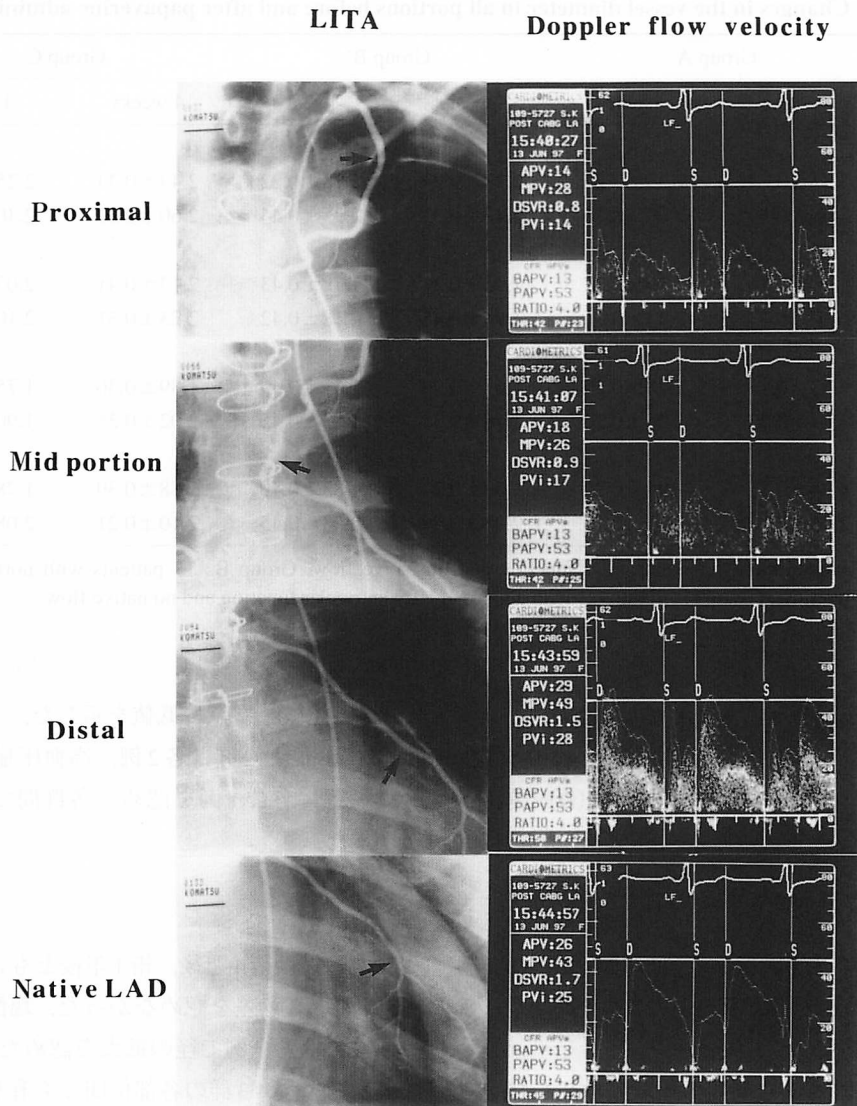


Fig. 1 Doppler flow velocity was measured in the left internal thoracic artery(LITA)and native coronary artery

Arrows indicate all measuring points. Diastolic/systolic velocity ratio(DSVR)gradually increased toward the distal artery.

LAD=left anterior descending artery; APV = averaged peak velocity; MPV = maximal peak velocity; PVi = peak velocity integral.

定量的冠動脈造影法で算出した。

3) 血流計測

計測は0.014または0.018inchのドップラー・フロー・ワイヤー(Cardiometric製)を用い、左内胸動脈内の第1肋間付近の近位部、剥離を施行していない末梢端の中間部、吻合直前の遠位部の3カ所と吻合遠位部の冠動脈の計4カ所で行った。各部位での計測項目は、拡張期/収縮期速度比(diastolic/systolic velocity ratio: DSVR)と平均血流速度(averaged peak velocity:

APV)である。最初に塩酸パパペリンの非投与下で起始部より遠位部に向かって順に計測した。つぎに4カグラフト内に注入後、初回計測部位と同じ部位で遠位部から逆に計測した(Fig. 1)。このときすべての部位で計測が塩酸パパペリンの効果消失前に終了しない場合は、各部位ごとに8mgの追加投与を行い、塩酸パパペリン投与直後からの連続記録中最大のAPV値を記録した。また、塩酸パパペリン投与前計測時にワイヤーの位置をシネフィルムに記録し、投与後の計測を

Table 1 Changes in the vessel diameter in all portions before and after papaverine administration

	Group A		Group B		Group C		<i>p</i> value
	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year	
Proximal (mm)							
Before papaverine	2.35±0.44	2.33±0.24	2.35±0.29	2.18±0.22	2.43±0.33	2.25±0.21	NS
After papaverine	2.68±0.53	2.68±0.36	2.47±0.33	2.35±0.44	2.60±0.31	2.40±0.16	NS
Mid (mm)							
Before papaverine	2.10±0.16	2.20±0.27	1.90±0.31	1.78±0.43	2.13±0.41	2.03±0.30	NS
After papaverine	2.30±0.33	2.43±0.31	1.98±0.45	2.18±0.42	2.23±0.31	2.10±0.18	NS
Distal (mm)							
Before papaverine	1.53±0.13	1.78±0.25	1.67±0.26	1.63±0.49	1.89±0.36	1.75±0.24	NS
After papaverine	1.84±0.22	2.05±0.26	1.78±0.34	1.83±0.45	2.02±0.35	1.90±0.34	NS
Native (mm)							
Before papaverine	1.94±0.35	1.95±0.29	1.80±0.24	1.83±0.40	1.88±0.39	1.78±0.24	NS
After papaverine	2.26±0.28	2.15±0.35	2.03±0.29	2.03±0.45	2.10±0.21	2.08±0.44	NS

Group A: 9 patients with normal left ventricular function and no native flow. Group B: 11 patients with normal left ventricular function and good native flow. Group C: 7 patients with abnormal left ventricular function and no native flow.

Values are mean ± SD.

なるべく同部位で施行するように配慮した。

上記4カ所における血流量(*F*)は塩酸パパペリン投与前後で、それぞれの血管造影上の血管径(*D*)と同部位のAPVから、

$$F = 1/2 \times APV \times \pi (D/2)^2$$

により求め⁶⁾、予備能(flow reserve)は塩酸パパペリン投与前後の血流量の比として算出した。

4) 統計学的処理

各種指標の比較は、A-C群間の比較にはScheffe法による多群間比較検定を、各群の塩酸パパペリン投与前後の比較および術4週後と術1年後の比較にはpaired *t*検定を用いて検討し、*p* < 0.05をもって有意とした。

結 果

1. 患者背景

各群の平均年齢はA群59.9±2.1, B群62.5±8.5, C群67.5±5.0歳で有意差は認めなかった。男女比はA群8:1, B群8:3, C群7:0で、B群に女性の比率が高い傾向を示した。

経時的变化を観察した12例については、いずれも左前下行枝領域以外には梗塞所見は認めなかった。A群, B群, C群の術前の左室駆出率はそれぞれ64.4±10.2%, 61.5±8.3%, 45.3±12.5%で、C群はA群,

B群と比較し有意に低値を示した。また糖尿病はA群1例, B群とC群は各2例, 高血圧症は3群に各2例, 喫煙歴は各群1例を認め、各群間で有意差は認めなかった。

2. 血管径

血管径は術4週後, 術1年後ともに各部位において3群間で有意差を認めなかった。塩酸パパペリン投与前後では、全例で径の拡大を認めたが、3群間で有意差は認めず、3群の各部位間でも有意差は認めなかった(Table 1)。

3. 拡張期/収縮期速度比

DSVRは全例で近位部から末梢に向かって徐々に増大した。術4週後の吻合遠位部では近位部に比べ有意に大であり(*p* < 0.01; Fig. 2), この傾向は術1年後および塩酸パパペリン投与後も同様であった(Figs. 2, 3)。各群間には有意差は認めなかったが、A群では各部位とも低い傾向を示し、C群では術4週後の近位部で平均1.24±0.14と拡張期優位の例が多く、A群近位部およびB群近位部と比較して高い傾向を認めたが、統計学的有意差は認めなかった。しかし、術1年後のC群近位部ではA群, B群と比較して有意(それぞれ*p* = 0.04, *p* = 0.02)に高値であった(Table 2)。

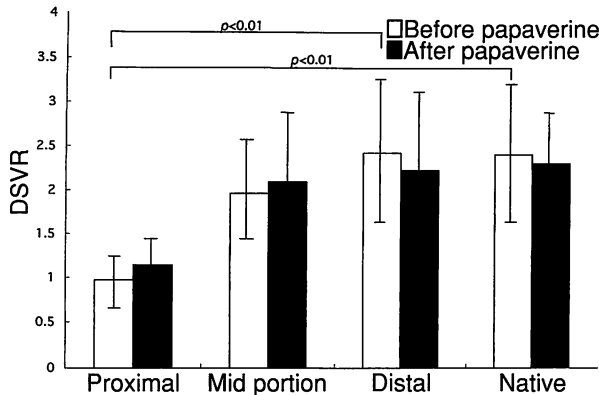


Fig. 2 Diastolic/systolic velocity ratio at 4 weeks after operation

DSVR was significantly higher in the distal portion and native LAD than in the proximal portion. However, there was no significant difference between values before and after papaverine administration.

Abbreviations as in Fig. 1.

4. 血流速度

遠位部における血流速度は、塩酸パパベリン投与前では、A群はC群に比較して術4週後、術1年後ともに有意(それぞれ $p < 0.001$, $p < 0.05$)に低値を示し、またB群はC群に比較して術4週後で有意($p < 0.01$)に低値を示した。塩酸パパベリン投与後は術4週後、術1年後ともに投与前に比較して全例各部位で増加したが、各群間に有意差は認めなかった(Table 3)。

5. 血流量と予備能

血流量は術4週後、術1年後ともにいずれの部位においても、C群はA群とB群に比べ多い傾向にあったが、有意差は認めなかった。

予備能は近位部と中間部では術4週後、術1年後ともに各群間に明らかな差を認めなかったが、遠位部においては術4週後ではA群はC群に比べ有意に($p < 0.001$)高値で、術1年後ではA群はB群とC群に比べ有意に(それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.001$)高値を示した(Table 4)。さらに遠位部における術4週後と術1年後の予備能の増加率は平均でA群23.4%を示し、B群2.53%, C群1.94%と比較して有意(いずれも $p < 0.05$)に大であった(Fig. 4)。

考 察

左内胸動脈の血流パターン、すなわちDSVRはその計測部位により異なり、Bachら⁷⁾の報告と同様に、

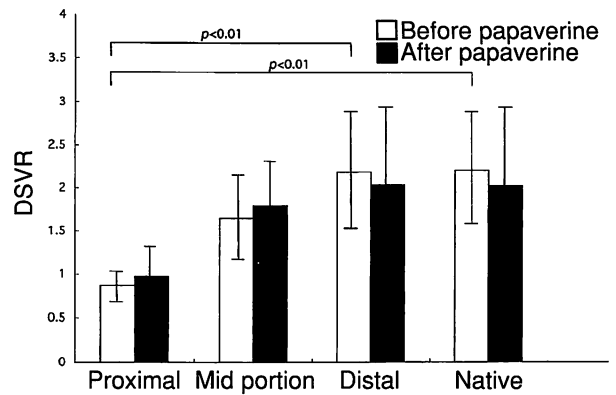


Fig. 3 Diastolic/systolic velocity ratio at 1 year after operation

DSVR was significantly higher in the distal portion and native LAD than in the proximal portion.

Abbreviations as in Fig. 1.

近位部は収縮期優位で遠位部に向かって徐々に拡張期優位に移行していった。左内胸動脈グラフトには、未剥離部の側枝、脂肪組織の存在などにより能動的な収縮期優位の血流が混在している。このため、静脈グラフト⁷⁾や通常の左冠動脈とは異なり、収縮期優位な血流の混在する右冠動脈⁸⁾と同様に血流パターンは計測部位によって異なると考えられた。このパターンは、時間的経過、薬物負荷などの心機能に影響を及ぼす因子に影響されにくく、未処理の側枝やグラフト周囲の脂肪組織などの冠動脈以外への血流が混在することによる影響が大である。そのため左内胸動脈のグラフトとしての機能評価は、遠位部グラフトにおいて論ずるべきであると考えられた。

DSVR値はA群ではB群、C群と比較して相対的に低い傾向を示した。この理由はB群、C群において残存する冠動脈の順行性血流によると考えられる。一方、C群においては末梢灌流域の心筋障害が存在するため、自己調節が働き⁹⁾、安静時でもより拡張期に多くの血流を確保しようとするためと考えられる。しかし術直後にはA群、B群にも術後の心筋障害が残存しているため有意差が生じないが、術直後の障害の影響が消失している術1年後では、有意差を生じるようになったと考えられる。以上よりDSVR値は末梢の血流支配、心筋の状態などに大いに影響されることが示唆された。

一方、予備能については、術4週後でA群はB群に比べて高い傾向を示し、C群に対しては有意に高値を

Table 2 Comparison of diastolic/systolic velocity ratio at 4 weeks and 1 year after operation

	Group A		Group B		Group C	
	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year
Proximal						
Before papaverine	0.85±0.14	0.75±0.01	0.99±0.28	0.75±0.21	1.24±0.14	1.10±0.07*
After papaverine	0.98±0.28	0.80±0.14	1.11±0.07	0.78±0.15	1.52±0.21	1.33±0.42
Mid						
Before papaverine	1.85±0.21	1.38±0.64	2.08±1.63	1.55±0.78	2.14±0.07	2.00±0.49
After papaverine	1.73±0.21	1.45±0.64	2.35±1.41	1.83±0.68	2.20±0.07	2.10±0.85
Distal						
Before papaverine	1.95±0.32	1.95±0.01	2.70±0.65	2.03±0.76	2.62±0.64	2.55±0.28
After papaverine	1.80±0.14	1.68±1.56	2.59±1.13	2.10±0.60	1.90±0.28	2.30±0.42

* $p < 0.05$ vs Groups A and B at 1 year after operation.

Values are mean±SD.

Explanation of the groups as in Table 1.

Table 3 Flow velocity in the distal portion of the left internal thoracic artery before and after papaverine administration

	Group A		Group B		Group C	
	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year
Before papaverine (cm/sec)	27.0±11.08	23.0±9.35	32.7±22.05	31.0±7.87	56.0±11.88**§	44.8±10.63*
After papaverine (cm/sec)	48.7±18.54	44.5±12.40	42.7±28.21	41.5±10.54	68.3±14.87	61.8±11.90

* $p < 0.05$ vs Groups A at 1 year after operation. ** $p < 0.001$ vs Group A at 4 weeks after operation. § $p < 0.01$ vs Group B at 4 weeks after operation.

Values are mean±SD.

Explanation of the groups as in Table 1.

Table 4 Flow volume and flow reserve in the distal portion of the left internal thoracic artery

	Group A		Group B		Group C	
	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year	4 weeks	1 year
Flow volume (ml/min)						
Before papaverine	24.64±11.11	29.30±11.50	28.69±13.21	31.79±12.52	67.28±21.19	56.12±25.70
After papaverine	53.16±24.11	77.24±29.48	38.14±16.62	53.86±26.13	104.89±41.72	88.63±31.95
Flow reserve	2.21±0.28	2.69±0.24	1.58±0.77	1.62±0.25*	1.55±0.23**	1.58±0.21***

* $p < 0.01$ vs Group A at 1 year after operation. ** $p < 0.001$ vs Group A at 4 weeks after operation. *** $p < 0.001$ vs Group A at 1 year after operation.

Values are mean±SD.

Explanation of the groups as in Table 1.

示した。この傾向は術1年後ではさらに顕著となり、B群、C群と比較して有意に高値であった。しかし、B群とC群の予備能低下の意味はまったく異なるものと考えられる。すなわち、B群では塩酸パパベリン投与前の血流量は少なく、A群に近い値を示すが、筋筋

障害のあるC群ではA群、B群と比較して血流量は多い。塩酸パパベリン投与後、A群では血流量は著明に増加し、結果として血流増加の少ないC群とほぼ同等の値をとるのに対し、B群ではA群、C群に比べて血流量は少なく、結果としてB群、C群の予備能がA群

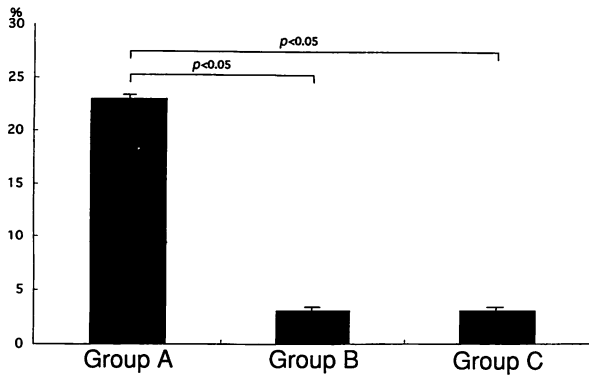


Fig. 4 Comparison of interval changes in flow reserve in the distal portion

Increasing rate of flow reserve in Group A was significantly higher than in Groups B and C.

Explanation of the groups as in Table 1.

より小さくなる。すなわち、B群はnativeの順行性血流の存在による左内胸動脈の血流増加の抑制のため、最大の反応性充血が得られず、結果として血流予備能は低い。一方、C群では最大の反応性充血が得られても、末梢の心筋障害が存在するため自己調節が働き、パパペリン投与前よりすでに血流が増加しているため血流予備能が低い。

このことは吻合部末梢の冠動脈予備能と比較することで明らかである。すなわち、A群とC群ではいずれも吻合部末梢の冠動脈は順行性血流がないため、その予備能はそれぞれ 2.29 ± 0.58 , 1.83 ± 0.22 で、グラフト遠位部と比較して予備能に差がない。一方、B群では吻合部末梢の冠動脈の予備能は 2.89 ± 0.55 とA群のそれに近く、末梢心筋の血流はグラフト血流と残存する冠動脈の順行性血流の二重支配となっているため、左内胸動脈遠位部の予備能は増加しない。さらに今回除外した3例のうち冠動脈の順行性血流が術1年後で確認されなくなった2例に注目すると、術4週後では左内胸動脈遠位部の予備能は1.56, 1.88と低く、B群の平均とほぼ等しかったが、順行性血流が消失した術1年後のそれは2.33, 2.46とA群のそれに相当する値に増加したことからも、B群における末梢心筋の血流は左内胸動脈と冠動脈の順行性血流の二重支配を受けていることが推察された。

また、術4週後と術1年後の予備能を比較すると有意差は認めないものの、ほぼ全例で術1年後には予備能が増大している。Akasakaら³⁾は同一例ではない

が、術1年後のグラフトにおいて予備能の改善を認め、我々と同様の傾向を示している。彼らの報告では計測部位がグラフト中間部のみであること、投与薬剤がジピリダモールであることなどの条件が異なるため、一概に比較できないが、我々の結果を裏づけると考えている。

この理由としてGurneら⁴⁾により報告されているように、術直後は不十分な心筋の回復、術後の貧血の残存などによる反応性充血のため、安静時の血流量が増加している可能性が考えられた。とくにA群がB群に比べて術1年後に有意に増加した理由として、上記理由のほかに術直後には左内胸動脈単独では末梢心筋への十分な血流の確保が困難なため、開存している左冠動脈からの血流が十分に確保されているB群に比べ、術後の心筋の回復過程に遅延が生じていることによると考えられた。一方、C群において予備能の増加が少ない理由は、A群のそれとは異なり、灌流域の残存心筋量が少ないため術1年後でも増大しない、すなわち“conduit”(導管)としての適応化の必要性が少ないためと考えられた。

本研究では術直後と慢性期の左内胸動脈の機能の変化を評価することが可能であった。しかしまだいくつかの問題点が残存する。すなわち、

1) 血流速ならびに血管径の測定誤差より生じる血流量の絶対値に対する信頼性について: 血流量については測定値の誤差より生じる可能性が大であるが、予備能については血流量の比として表現されるため、血管径の測定誤差は相殺されると考えられる。

2) 術後にも冠動脈の順行性血流の存在するB群における左内胸動脈評価の妥当性について: 吻合近位部の残存する左冠動脈の血流計測を施行しておらず、その変化が左内胸動脈に与える影響を直接評価していない。しかし左内胸動脈に影響を与える因子はほかにも多数存在する。したがって、左内胸動脈の血流計測を行うことによりその変化を評価することは妥当と考えられる。

上記2点についてはいずれも本論文の結論を覆すものではなく、十分認容できる範囲と考える。

結 論

1. 術後左内胸動脈グラフトは部位により血流パターンが異なる。近位部は収縮期優位で遠位部に向か

い徐々に拡張期優位に変化し、術直後よりそのパターンは確立されており変化しない。そのため、術後左内胸動脈のグラフトとしての機能評価には、未処理な側枝やグラフトに付随する脂肪組織への血流の影響が少ない遠位部が適していることが示唆された。

2. 遠位部左内胸動脈の予備能は、冠動脈の順行性

血流のないものほど、また灌流心筋に壁運動異常のないものほど大きく、この傾向は術1年後により顕著となった。

3. 左内胸動脈グラフトの機能は末梢の冠動脈血流の程度、灌流域心筋の状態などにより変化する。

要 約

冠動脈バイパス術における左内胸動脈の有用性は確立された。しかし同一例における術後グラフトの機能の変化に関する報告は見当たらない。

今回我々はドップラー・フロー・ワイヤーを用い、術4週後の27例(男性24例、女性3例)において左内胸動脈の機能評価を行った。これらを以下のA, B, Cの群に分類し、拡張期/収縮期速度比(DSVR)と血流予備能を左内胸動脈近位部、中間部、遠位部および遠位冠動脈の4カ所で計測し、比較検討した。この際の最大反応性充血は、塩酸パパペリン8-10mgの左内胸動脈内投与によって得た。A群: 左内胸動脈灌流域の壁運動異常なし、かつ吻合部末梢への固有冠動脈からの順行性血流なしの9例(1年後4例)。B群: 左内胸動脈灌流域の壁運動異常なし、かつ吻合部末梢への固有冠動脈からの順行性血流ありの11例(1年後4例)。C群: 左内胸動脈灌流域の壁運動異常あり、かつ吻合部末梢への固有冠動脈からの順行性血流なしの7例(1年後4例)。さらに、このうち12例は術1年後にも同様の検討を行った。

DSVRは全例で近位部から末梢に向かって徐々に増大し、この傾向は、塩酸パパペリン投与後にも変化は認めなかった。しかし、C群では近位部でDSVRが >1.0 の症例が多く、A群とB群の近位部に比較して術4週後では有意差を認めなかったが、術1年後では有意に($p < 0.05$)大であった。血流予備能は遠位部において、術4週後ではA群はC群に比較して有意に($p < 0.001$)、術1年後ではA群はB群とC群に比較して有意に($p < 0.01$, $p < 0.001$)大であった。さらに遠位部における術4週後と術1年後の血流予備能の増加率は平均で、A群では23.4%を示し、B群2.53%およびC群1.94%に比較して有意に(いずれも $p < 0.05$)大であった。

術後の内胸動脈は部位により血流パターンが異なり、その機能評価には側枝や周囲の脂肪組織へ血流供給の少ないグラフト遠位部が最適と考えられた。

内胸動脈内の血流は、末梢心筋の障害によって拡張期優位になりやすく、予備能は順行性の残存する冠動脈血流の程度と灌流域心筋の状態により変化する。

J Cardiol 1999; 33(6): 297-305

文 献

- 1) Cameron AA, Green GE, Brogno DA, Thornton J: Internal thoracic artery graft: 20-year clinical follow-up. *J Am Coll Cardiol* 1995; **25**: 188-192
- 2) Louagie YA, Haxhe JP, Jamart J, Gurne O, Buche M, Schoevaerdt JC: Perioperative hemodynamic study of left internal mammary artery grafts. *Thorac Cardiovasc Surg* 1995; **43**: 27-34
- 3) Akasaka T, Yoshikawa J, Yoshida K, Maeda K, Hozumi T, Nasu M, Shomura T: Flow capacity of internal mammary artery grafts: Early restriction and later improvement assessed by Doppler guide wire: Comparison with saphenous vein grafts. *J Am Coll Cardiol* 1995; **25**: 640-647
- 4) Gurne O, Chenu P, Polidori C, Louagie Y, Buche M, Haxhe JP, Euchet P, Marchandise B, Schroeder E: Functional evaluation of internal mammary artery bypass grafts in the early and late postoperative periods. *J Am Coll Cardiol* 1995; **25**: 1120-1128
- 5) Judkins MP: Selective coronary arteriography: A percutaneous transfemoral technic. *Radiology* 1967; **89**: 815-824
- 6) Doucette JW, Corl PD, Payne HM, Flynn AE, Goto M, Nassi M, Segal J: Validation of a Doppler guide wire for intravascular measurement of coronary artery flow velocity. *Circulation* 1992; **85**: 1899-1911
- 7) Bach RG, Kern MJ, Donohue TJ, Aguirre FV, Caracciolo EA: Comparison of phasic blood flow velocity characteris-

- tics of arterial and venous coronary artery bypass conduits. *Circulation* 1993; **88** (Suppl II): II-133-II-140
- 8) 田中信大, 吉川純一, 吉田 清, 赤阪隆史, 赤土正洋, 高木 力, 三宅 仁: 右冠動脈血流速度の Phasic Pattern の特徴およびその測定部位による変化. 超音波医 1994; **21**: 190-194
- 9) Marcus ML: Autoregulation in the coronary circulation. *in* The Coronary Circulation in Health and Disease, 1st Ed. McGraw-Hill, New York, 1983; pp93-112