

# 冠盗流現象を定量評価しえた冠動脈肺動脈瘻の1例

# A Quantitative Evaluation of Coronary Steal Phenomenon in Coronary Artery-Pulmonary Artery Fistula: Case Report

桶家 一恭  
堀田 祐紀  
清水 賢巳\*  
馬 渕 宏\*

Kazuyasu OKEIE  
Yuki HORITA  
Masami SHIMIZU\*  
Hiroshi MABUCHI\*

### Abstract

A 67-year-old woman was admitted to our hospital with a complaint of anterior chest pain on exertion. Auscultation disclosed a continuous murmur and exercise electrocardiography revealed positive ischemic ST change. Coronary angiography showed a large left coronary fistula and a small right coronary fistula into the main pulmonary artery. To evaluate the influence of the fistula on coronary circulation, we measured blood flow in the left anterior descending artery (LAD) and in the fistula artery using a 0.014 inch Doppler guide wire. Before surgery, blood flow in the LAD decreased during rapid atrial pacing (130 bpm) but that in the fistula remained constant. After the surgery, there was no remarkable decrease in blood flow in the LAD during rapid atrial pacing (130 bpm), and the preoperative reduction ratio was calculated as 24% compared with postoperatively. These findings suggest that coronary steal phenomenon was involved in myocardial ischemia in this patient.

### Key Words

congenital heart disease (coronary artery-pulmonary artery fistula), coronary circulation, Doppler ultrasound (Doppler guide wire), heart catheterization, coronary steal phenomenon

### はじめに

冠動脈肺動脈瘻症例では狭心症様の胸痛を訴えることが少なくなく、その主な原因として冠盗流現象による心筋虚血が従来より提唱されている<sup>2,3)</sup>。これは冠動脈血が瘻血管を通じ、より抵抗の少ない低圧系に流れ込むことで末梢の血流が減少し心筋虚血が生ずると考えられているが、いまだ十分な検討はなされていない。今回われわれは、先天性冠動脈肺動脈瘻症例にドップラー・ガイド・ワイヤーを用いて冠血流量を測定し、冠盗流現象を定量評価したので報告する。

### 症 例

症 例 67歳, 女

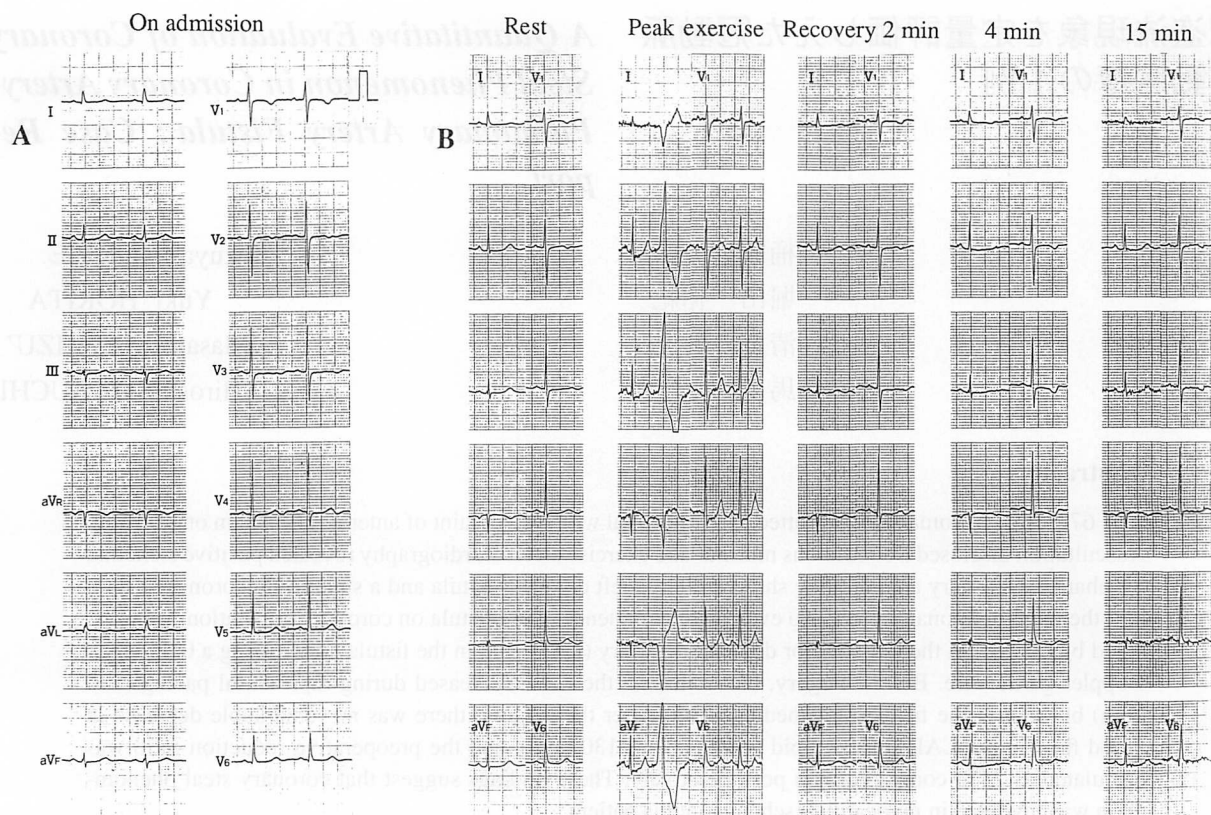
現病歴: 約10年前より労作時に息切れや前胸部圧迫感を感じていたが、安静により軽快していたため放置していた。1993年11月より労作時前胸部圧迫感が増悪してきたため、同年12月当科受診。負荷心電図で虚血性変化と胸骨左縁上部に連続性雑音が聴取されたため、心精査の目的で入院した。

入院時現症: 身長141cm, 体重45kg, 脈拍72/分・整, 血圧120/60mmHgで左右差なく, 胸骨左縁第2肋間にLevine II/VIの連続性雑音が聴取された。入院時の尿・血液検査では異常を認めず, 呼吸機能検査で軽

恵寿総合病院 循環器内科: 〒926 石川県七尾市富岡町94; \*金沢大学医学部 第二内科  
Department of Cardiology, Keiju General Hospital, Nanao; The Second Department of Internal Medicine, Kanazawa University School of Medicine, Kanazawa

Address for reprints: OKEIE K, MD, Department of Cardiology, Keiju General Hospital, Tomioka-cho 94, Nanao, Ishikawa 926

Manuscript received June 1, 1995; accepted August 21, 1995



**Fig. 1** Electrocardiogram on admission (A) and exercise-stress electrocardiogram using a bicycle ergometer (B)

The exercise electrocardiogram shows ST segment depression in leads II, III, aVF, V4–V6 and premature ventricular contraction.

**Table 1** Hemodynamic characteristics and blood gas analysis

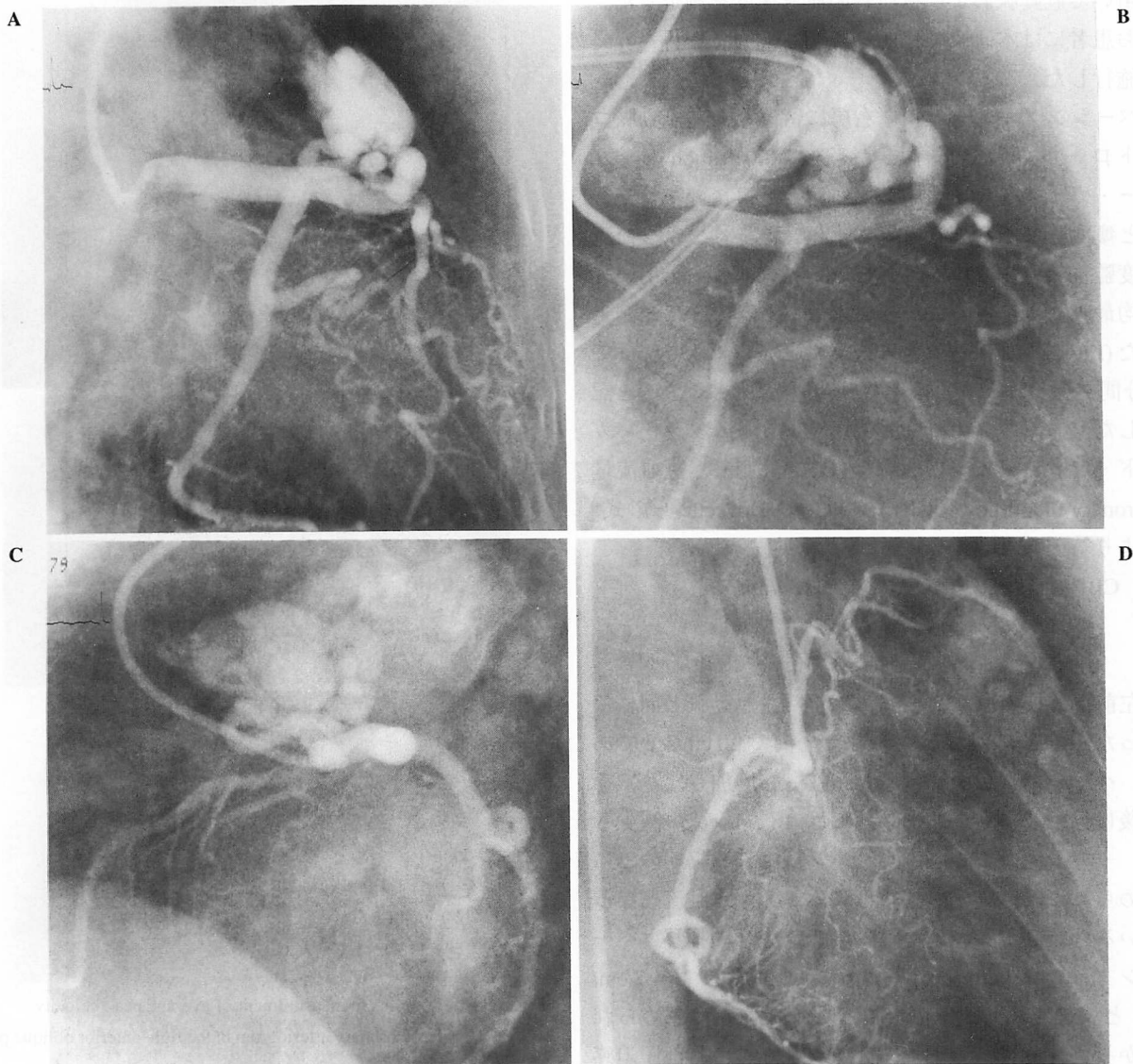
	Pressure S/D (EDP) (mmHg)	O <sub>2</sub> saturation (%)		
Superior vena cava		69.0	Cardiac index	4.12 l/min/m <sup>2</sup>
Inferior vena cava		75.4	Stroke index	59 ml/b/m <sup>2</sup>
Right atrium	mean 8	69.5	Left ventricular ejection fraction	67%
Right ventricle	47/5 (11)	64.5	Left-to-right shunt	31.7%
Main pulmonary artery	50/22	73.3	<i>Qp/Qs</i>	1.41
Left pulmonary artery		70.3	Total systemic resistance index	1,978 dyn/sec/cm <sup>-5</sup> /m <sup>2</sup>
Right pulmonary artery		63.7	Total pulmonary resistance index	698 dyn/sec/cm <sup>-5</sup> /m <sup>2</sup>
Left ventricle	148/2 (12)	95.8	Pulmonary artery resistance index	388 dyn/sec/cm <sup>-5</sup> /m <sup>2</sup>
Aorta	152/75	96.2		
Pulmonary capillary wedge	mean 16			

S/D=systole/diastole; EDP=end-diastolic pressure.

度の拘束性障害が認められた。胸部X線では心胸郭比54%，右肺動脈陰影の拡大，両側下肺野に間質影の増強が認められた。安静心電図 (**Fig. 1**) は正常洞調律で，反時計方向回転と V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> の T 波の平低化が認められた。エルゴメーター負荷心電図では最大負荷時に胸部圧迫感の出現と II, III, aVF, V<sub>4</sub>–V<sub>6</sub> の ST 低下，心室

性期外収縮の多発が認められた。心エコー図検査では明らかな異常は認められなかった。以上より虚血性心疾患およびシャント性心疾患が疑われ，心臓カテーテル検査を施行した。

心内圧データおよび心内ガス分析データ (**Table 1**) では，肺動脈圧，右室圧の上昇を認め，右室から肺動脈



**Fig. 2** Coronary arteriograms before surgery

**A, B :** Left coronary arteriograms in the right anterior oblique projection. A large tortuous fistula arises from the mid left anterior descending artery (LAD) and terminates in the main pulmonary artery.

**C :** Left coronary arteriogram in the left anterior oblique projection. A localized aneurysmal formation in the large fistula is shown.

**D :** Right coronary arteriogram in the right anterior oblique projection. A small fistula arises from the proximal right coronary artery and terminates in the fistula artery from the LAD.

にかけて有意な酸素飽和度の上昇を認めた。これより求めた左-右短絡率は31.7%，肺体血流量比は1.41であった。冠動脈造影 (**Fig. 2**) では、冠動脈自体には動脈硬化性病変は認められなかったが、左前下行枝分節6より屈曲蛇行し一部瘤状変化を伴いながら肺動脈に流入する大きな瘻血管と、右冠動脈起始部より分岐し左前下行枝から分岐した瘻血管に流入する小さな瘻血

管が認められた。胸部の外傷や炎症の既往がないことより、本症例は先天性両側冠動脈肺動脈瘻と診断した。

### 目的と方法

本症例の心筋虚血の発生機序について検討する目的で、ドップラー・ガイド・ワイヤー (Cardiometrics 製)

を用いて冠動脈および瘻血管の血流速度を測定した。なお患者には本研究の目的を説明し、同意を得たうえで施行した。

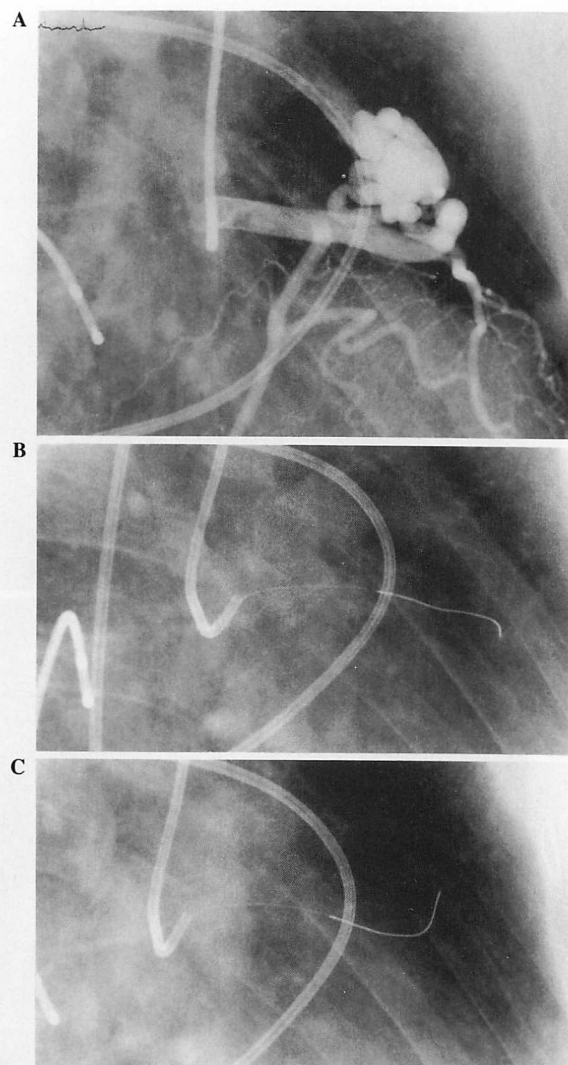
ペーシングカテーテルを右房に留置し、左冠動脈コントロール造影を施行した。次に 0.014 inch ドップラー・ガイド・ワイヤーを瘻血管分岐直後の左前下行枝と瘻血管にそれぞれ留置し、超音波ドップラー血流速度監視装置 FLOWMAP (Cardiometrics 製) を用いて平均最大血流速度 (average peak velocity: APV) を測定した (Fig. 3)。血流速度が安定したところで 130 bpm で 3 分間右房ペーシングを行い、30 秒ごとに APV を記録した。撮影された冠動脈造影像よりドップラー・ガイド・ワイヤー先端の血管径 (D) を計測し、冠血流量 (coronary blood flow: CBF) を以下の Doucette らの式<sup>4)</sup>により算出した。

$$CBF = 1/4 \pi D^2 \times 1/2 APV \times 60 \text{ (ml/min)}$$

## 結 果

左前下行枝の血流パターンは正常左冠動脈と同様であった。APV の推移はペーシング前で 20 cm/sec であり、ペーシング 30 秒では 26 cm/sec へ増加したが、その後は徐々に減少し、180 秒では 18 cm/sec へ減少した。一方、瘻血管の血流パターンは主に収縮期のみに認められ、陰性成分も認められることから乱流となっている可能性が高いと考えられた。APV の推移はペーシング前で 2.3 cm/sec、ペーシング 30 秒では 4.7 cm/sec と増加を示し、その後もほとんど変化は認められなかった (Fig. 4)。なおペーシング 120 秒で胸部圧迫感が出現し、心電図上  $V_4$ - $V_6$  で約 0.1 mV の ST 低下を認めた。血管径と APV より CBF を算出すると、左前下行枝の CBF はペーシング前で 29.4 ml/min、ペーシング 30 秒では 38.2 ml/min へ増加したもののその後は減少し、180 秒では 26.5 ml/min となった。瘻血管の CBF はペーシング前では 19.5 ml/min、ペーシング 30 秒では 39.9 ml/min へ増加、その後も一定した CBF を示した (Fig. 5)。ペーシング負荷により心筋酸素需要が増加したにもかかわらず冠血流量が減少し、心筋虚血が発現したものと考えられた。

本症例は中等度の左-右短絡を有し、瘻血管が心筋虚血に大きく関与しているものと考えられ、第 31 病日に当院心臓血管外科において冠動脈瘻結紮離断術が施行された。経過順調で術後第 28 病日に確認のため



**Fig. 3** Arteriograms in measurement of average peak velocity  
**A:** Left coronary arteriogram in the right anterior oblique projection.  
**B:** Doppler guide wire in the left anterior descending artery after the bifurcation of the fistula artery.  
**C:** Doppler guide wire in the proximal site of the fistula artery.

の心臓カテーテル検査を施行したところ、左冠動脈造影では術前に認められた瘻血管の起始部分に癒痕は残すものの、瘻血管はまったく描出されなかった。そこでドップラー・ガイド・ワイヤーを術前とほぼ同位置の左前下行枝に留置して同様なペーシング負荷を行った (Fig. 6)。

ペーシング前の APV は 18 cm/sec であり、ペーシング 30 秒では 24 cm/sec と増加し、その後わずかに減少するのみであった。CBF を算出し術前と比較すると、CBF の減少は極めて緩徐であり、症状も出現しなかつ

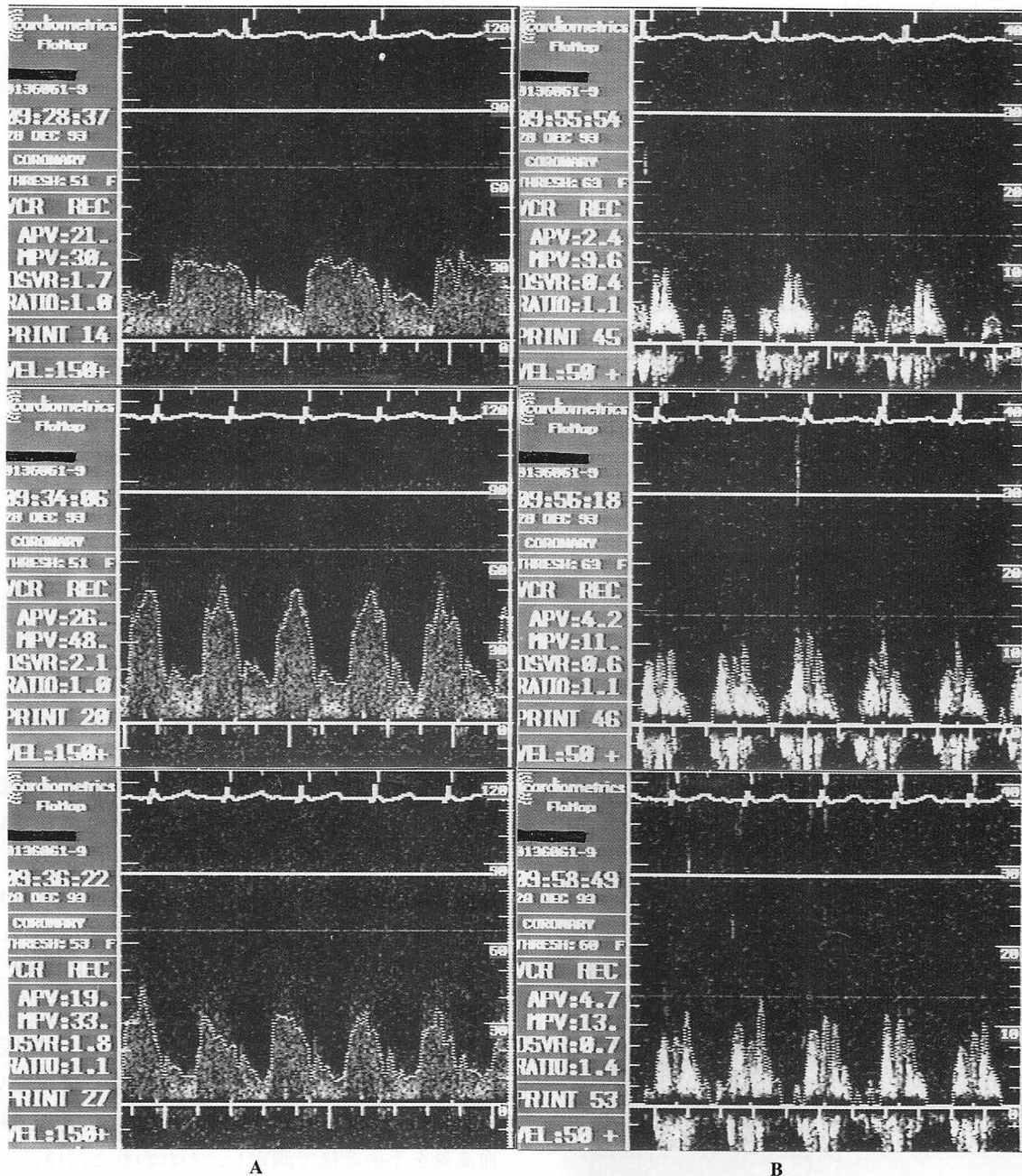


Fig. 4 Doppler echocardiograms of the left anterior descending artery and fistula

**A :** Left anterior descending artery.

*Upper :* Coronary flow velocity measured in the distal LAD before rapid atrial pacing. Baseline flow has a normal pattern and average peak velocity (APV) is 20 cm/sec.

*Middle :* APV value in the LAD at 30 seconds after rapid atrial pacing is 26 cm/sec.

*Lower :* APV value at 180 seconds after rapid atrial pacing has decreased to 18 cm/sec.

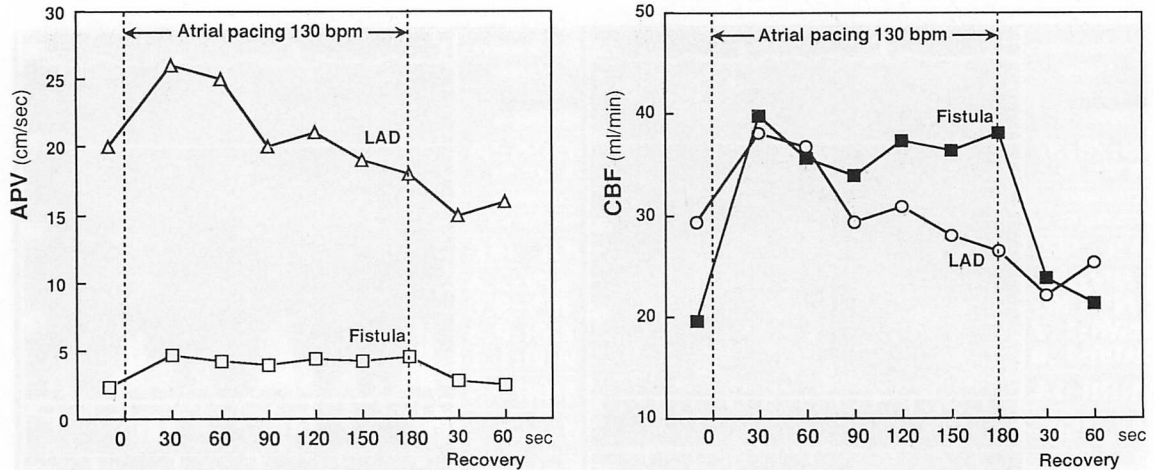
**B :** Fistula.

*Upper :* Fistula flow velocity measured in the proximal fistula artery. Baseline flow has both anterograde and retrograde flow patterns from the end-diastolic phase to the end-systolic phase, showing that there is turbulent flow in the proximal fistula artery.

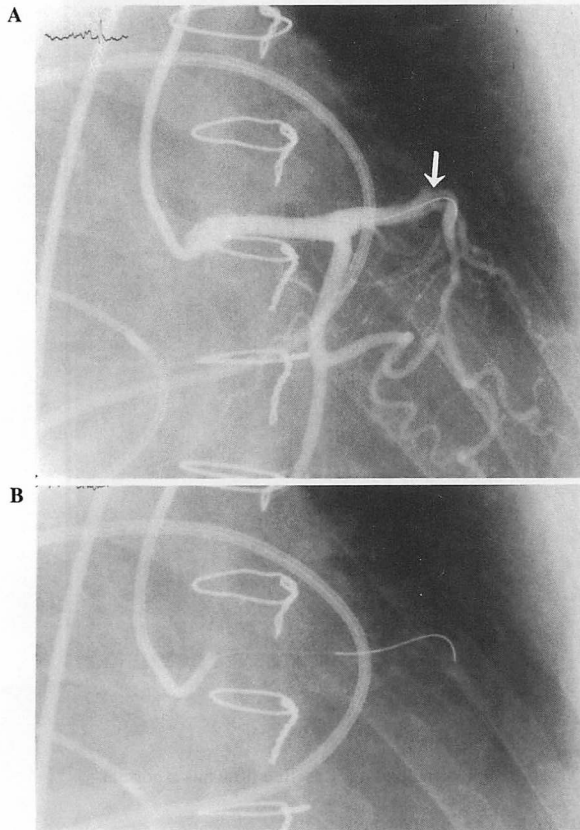
*Middle :* APV value in the fistula at 30 seconds after rapid atrial pacing is 4.7 cm/sec.

*Lower :* APV value at 180 seconds after rapid atrial pacing is 4.5 cm/sec and the fistula flow remains steady during rapid atrial pacing.

Abbreviation as in Fig. 2.



**Fig. 5** Time course of APV and coronary blood flow (CBF) during rapid atrial pacing before surgery  
 —△— : APV in LAD, —□— : APV in fistula, —○— : CBF of LAD, —■— : CBF of fistula  
 Abbreviations as in Figs. 2, 4.



**Fig. 6** Left coronary arteriograms in the right anterior oblique projection after surgery

**A :** Fistula is occluded and there is a small protrusion of the left anterior descending artery at the fistula origin.  
**B :** Doppler guide wire in the left anterior descending artery.

た. 術前と術後の差はペースング 60 秒より認められ, 180 秒では術前の 26.5 ml/min に対して術後 35.0 ml/min と 8.5 ml/min (24%) の差を認め, この差が盗流されていた血流量と考えられた (Fig. 7).

### 考 察

冠動脈瘻患者の胸痛の原因としては従来より冠盗流現象による心筋虚血がその主な原因とされている. Reitz らは動物実験で左-右短絡が 1.1 : 1 になるように左回旋枝肺動脈瘻を作成し, 瘻血管閉鎖前後での末梢冠動脈血流量を測定したところ, 26% が盗流されることを証明した<sup>5)</sup>. しかし, この研究では人工的に設けられた瘻血管の開閉時の末梢の冠血流を測定しており, 心負荷時の変動については言及していない. 臨床的に冠血流量を測定し検討した報告は極めて少ないが, Mikuniya ら<sup>6)</sup> は左前下行枝肺動脈瘻症例の大心静脈の血流量を手術前後で測定し, われわれと同様にペースング負荷時の反応を検討している. それによると, 術前のペースング負荷時には大心静脈血流量すなわち左室前壁血流量の増加が軽微であったが, 術後には約 2 倍になったとしている.

今回われわれは, ドップラー・ガイド・ワイヤーを用いて冠血流量を測定し, ペースング負荷を行うことで心筋虚血出現時の冠血流と瘻血管血流を求め, 手術前後でこれらを比較検討した. その結果, 本症例では術前の瘻血管分岐後の冠動脈血流は, 術後に比してペースング前ではまったく変化がなかったが, ペース

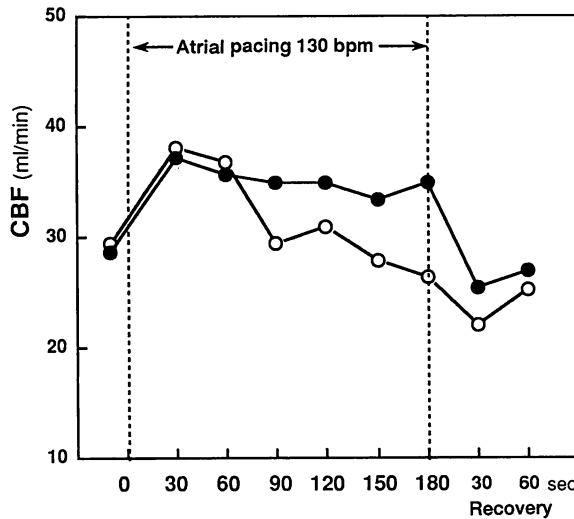


Fig. 7 Time course of CBF during rapid atrial pacing before and after surgery

○— : CBF of LAD before surgery, ●— : CBF of LAD after surgery  
Abbreviations as in Figs. 2, 5.

ング 180 秒では 24% の減少が認められた。瘻血管の存在が負荷時に冠血流の盗流増大をもたらし、冠血流

の減少を引き起こしたものと考えられた。しかしながら、術後におけるペーシング負荷時の冠血流増加反応が健常者に比して低下していることや、なぜ、初老期となってから心筋虚血が顕性化してきたのか疑問が残る。この原因としては、加齢に伴う冠小動脈の動脈硬化や冠予備能の低下、また瘻血管そのものの発育や変性による短絡量増加などが考えられ、本症例でもこのような機序が加味されていた可能性がある。いずれにせよ、術後には負荷時における冠動脈血流量の改善と症状や心電図変化が軽快したことより、冠盗流現象が消失し心筋虚血が解除されたものと考えられた。

## 結 語

冠動脈肺動脈瘻の 1 例にドップラー・ガイド・ワイヤーを用いてペーシング負荷時の冠血流量を測定し、冠盗流の定量化を試みた。術後と比較すると術前では冠血流量の低下が認められ、これが瘻血管により盗流された血流量と考えられた。臨床的に冠盗流現象を定量評価しえた貴重な症例と考えられたので報告した。

## 要 約

症例は 10 年来の労作時胸部圧迫感を主訴とする 67 歳、女性。連続性心雑音を聴取し、負荷心電図陽性であったため、心精査目的で心臓カテーテル検査を施行した。冠動脈造影上、左前下行枝から主肺動脈に流入する大きな瘻血管と、右冠動脈からも小さな瘻血管が認められ、両側冠動脈肺動脈瘻の診断を得た。

この瘻血管が左前下行枝の冠循環にどのように影響するかを検討する目的で、0.014 inch ドップラー・ガイド・ワイヤーを瘻血管と瘻血管分岐後の左前下行枝に留置し、それぞれの血流量を測定した。130 bpm で 3 分間右房ペーシングしたところ、左前下行枝の血流は徐々に低下し、一方、瘻血管の血流は一定していた。冠動脈瘻結紮術後にも左前下行枝に対し同様の検討を行ったところ、負荷前の血流増加こそ認められなかったが、ペーシング負荷中も血流は低下せず、ほぼ一定であった。術前に認められた血流低下は術後に比して 24% 減であり、これは冠盗流現象によるものと考えられた。冠盗流現象を定量評価しえた貴重な症例と考えられたので報告した。

*J Cardiol* 1995; 26: 305-312

## 文 献

- 1) Okeie K, Mizuno S, Nitta Y, Matsubara T: Clinical features of congenital coronary artery fistula in adult population: Relationship between the form of bifurcation and coronary steal phenomenon. *Shinzo* 1994; 26: 1029-1037 (in Japanese)
- 2) Neufeld HN, Lester RG, Adams P Jr, Anderson RC, Lillehei CW, Edwards JE: Congenital communication of a coronary artery with

a cardiac chamber or the pulmonary trunk ("coronary artery fistula"). *Circulation* 1961; 24: 171-179

- 3) Rowe GG: Inequalities of myocardial perfusion in coronary artery disease ("coronary steal"). *Circulation* 1970; 42: 193-194
- 4) Doucette JW, Corl D, 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

- 5) Reitz BA, Harrison LH, Michaelis LL: Experimental coronary artery fistula. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975; **69** : 278–282
- 6) Mikuniya A, Kimura T, Kikuchi H, Totsuka H, Tamura F, Onodera K, Koyama K, Koie H, Oike Y: Coronary hemodynamics in a patient developing chest pain in the middle age owing to congenital coronary-pulmonary fistula. *Kokyu to Junkan* 1989; **37** : 1015–1020 (in Japanese)