

**Bland-White-Garland 症候群の心筋
内冠血流：パルス・ドップラー法に
よる根治術前後の変化の検討**

**Evaluation of Intramyocardial Coro-
nary Flow Velocity Pattern Before and
After Surgical Repair of Bland-White-
Garland Syndrome by Pulsed Doppler
Echocardiography**

湯田 聡
中谷 敏
幸山佳津美*
浅岡 伸光*
塚田 孝法*
田中 教雄*
増田 喜一*
山岸 正和
宮武 邦夫

Satoshi YUDA, MD
Satoshi NAKATANI, MD
Kazumi KOUYAMA, RMS*
Nobuaki ASAOKA, RMS*
Takanori TSUKADA, RMS*
Norio TANAKA, RMS*
Yoshikazu MASUDA, RMS*
Masakazu YAMAGISHI, MD
Kunio MIYATAKE, MD, FJCC

Abstract

Anomalous origin of the left main coronary artery from the pulmonary artery (Bland-White-Garland syndrome) is a rare congenital anomaly. Intramyocardial coronary flow dynamics by pulsed Doppler echocardiography were studied in three patients with this syndrome who underwent surgical repair by Hamilton's method.

Before surgery, the intramyocardial flow at the ventricular septum showed a retrograde velocity pattern which had two peaks in systole and diastole in all patients. After surgery, two patients with successful repair showed a biphasic intramyocardial flow pattern which consisted of retrograde and antegrade flows in systole and diastole, respectively. In contrast, one patient who had a residual shunt between the left coronary artery and the pulmonary artery showed a biphasic pattern which had antegrade flow in systole and retrograde flow in diastole.

These results may suggest that the evaluation of postoperative intramyocardial coronary flow velocity pattern by pulsed Doppler echocardiography is useful for detecting a residual shunt after surgical repair of Bland-White-Garland syndrome.

J Cardiol 1997; 30 (5): 273-280

Key Words

**Coronary circulation, Doppler ultrasound (pulsed), Congenital heart disease,
Anomalous origin of the left main coronary artery from the pulmonary artery,
Bland-White-Garland syndrome, Heart surgery**

はじめに

Bland-White-Garland 症候群 (左冠動脈肺動脈起始症) は先天性心疾患の約 0.25-0.5%¹⁾ にみられる比較的稀

な疾患である。本疾患の主病態は、左冠動脈が肺動脈幹から生じる冠動脈の起始異常である。その結果、肺動脈からの静脈血が左冠動脈へ流れ、左右冠動脈間の側副血行が少ない場合には心筋虚血をきたすが、側副

国立循環器病センター 心臓内科, *生理機能検査部: 〒565 大阪府吹田市藤白台 5-7-1

Departments of Cardiology and *Physical Diagnosis, National Cardiovascular Center, Osaka

Address for reprints: NAKATANI S, MD, Department of Cardiology, National Cardiovascular Center, Fujishiro-dai 5-7-1, Suita, Osaka 565

Manuscript received April 21, 1997; revised August 5, 1997; accepted August 6, 1997

Selected abbreviations and acronyms

AP window = aortopulmonary window

血行が豊富な場合には右冠動脈が左冠動脈領域をも灌流し、長期生存が可能である。本疾患は、通常、心臓カテーテル検査で診断されるが、非侵襲的に診断するには、断層心エコー図²⁾、パルス・ドップラー法³⁾、磁気共鳴映像法 (magnetic resonance imaging : MRI)⁴⁾ などにより、拡大した右冠動脈、あるいは肺動脈弁直上の拡張期逆行性シグナルなどの特徴的な冠血流動態を検出することが有用であるとされている。我々は Hamilton 法⁵⁾ を用いた Bland-White-Garland 症候群根治手術前後に心エコー図検査を施行し、パルス・ドップラー法にて心筋内冠血流パターンの変化を観察、評価しえたので報告する。

対 象

外科的根治手術前後に心エコー図・心臓カテーテル検査を行った Bland-White-Garland 症候群の 3 例を対象とした。心エコー図検査には東芝製超音波診断装置 (SSH-160A)、Hewlett-Packard 製超音波診断装置 (Sonos 2000) を用いた。

年齢は 28, 52, 60 歳で、全例女性であった (Table 1)。2 例では労作時息切れを、1 例では胸部圧迫感を主訴とした。また 2 例は洞調律、1 例は心房細動であった。

根治手術には上行大動脈と主肺動脈の側壁に小孔を開けて aortopulmonary (AP) window を作成した後、ウシ心膜を用いて肺動脈内にトンネルパッチを縫着し、左冠動脈へのトンネルバイパスによる “two-coronary system” を確立する Hamilton 法を用いた (Fig. 1)。2 例では合併した僧帽弁逆流に対し、僧帽弁形成術を併せて施行した。術後の心臓カテーテル検査により、2 例は根治術に成功し、1 例で左冠動脈・肺動脈短絡が遺残したことが確認された (Table 2)。

結 果

1. 手術前後の心エコー図検査所見 (Table 3)

術前、術後 (1 ヶ月以内) に心エコー図法にて評価した。術前は全例で左室拡張末期径は拡大し、ドップラー法にて軽度から高度の僧帽弁逆流、および心室中隔内の下壁側から前壁側に向かう収縮期、拡張期の 2

Table 1 Clinical characteristics in three patients

	Case 1	Case 2	Case 3
Age (yr)/sex	28/female	52/female	60/female
NYHA class	II	II	III
CTR (%)	43	53	65
Electrocardiogram			
Rhythm	Sinus	Sinus	Af
QS pattern	V ₁ -V ₃ (+)	V ₁ -V ₄ (+)	V ₁ (+)
T wave inversion	(-)	(-)	I, aVL, V ₃ -V ₆ (+)

NYHA = New York Heart Association; CTR = cardiothoracic ratio; Af = atrial fibrillation.

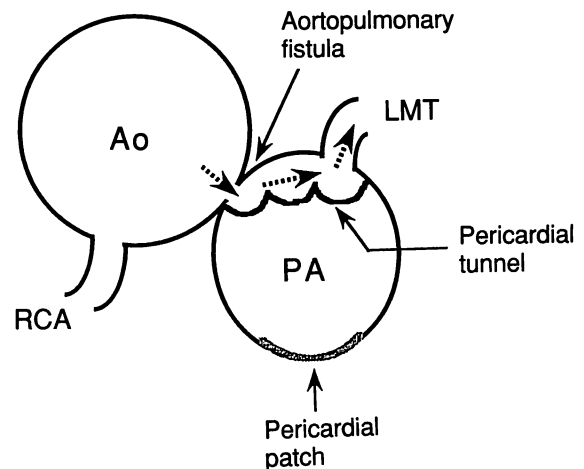


Fig. 1 Schema showing the surgical repair method

According to Hamilton's method, an aortopulmonary fistula was created and a pericardial baffle was inserted within the pulmonary artery to connect the fistula to the ostium of the left coronary artery. The dotted line indicates the left coronary artery flow after the surgical repair.

LMT = left main trunk; RCA = right coronary artery; PA = pulmonary artery; Ao = ascending aorta.

峰性の逆行する冠動脈血流と考えられるシグナルを認めた。

術後は全例で左室拡張末期径は縮小し、僧帽弁逆流は消失した。左冠動脈肺動脈短絡遺残を認めなかった症例 1, 2 では、心室中隔内の前壁側にのみ収縮期に逆行し、拡張期に順行する血流シグナルを認めた。一方、短絡が遺残した症例 3 では、心室中隔内の下壁側のみに、収縮期に順行し、拡張期に逆行する血流シグナルを認めた。

2. 症例呈示

症例 1 28 歳、女性

主 訴：労作時胸部圧迫感

Table 2 Cardiac catheterization data in three patients before and after surgical treatment

	Case 1		Case 2		Case 3	
	Before	After	Before	After	Before	After
NYHA class	II	I	II	I	III	I
Hemodynamic data						
RAP (mmHg)	4	N	4	6	4	2
RVP (mmHg)	26/EDP 6	N	32/EDP 8	46/EDP 5	62/EDP 5	58/EDP 4
PAP (mmHg)	23/9/14	N	28/12/18	32/9/18	73/40/52	58/25/39
PCWP (mmHg)	9	N	11	9	15	11
LVP (mmHg)	93/EDP 15	141/EDP 16	124/EDP 16	107/EDP 2	130/EDP 13	133/EDP 7
AoP (mmHg)	93/56/75	105/60/78	120/53/78	117/60/83	132/65/93	134/61/89
Qp/Qs	1.1	N	1.3	N	N	1.6
L→R shunt (%)	5	N	26	N	N	39
LVG						
LVEDVI (ml/m ²)	151	89	142	94	182	147
LVEF (%)	57	61	50	38	46	44
MR (Sellers)	0	0	II	0	IV	I
Asynergy	Seg 1, 6	Seg 1, 6	Seg 2, 3, 6	Seg 2, 3, 6	Seg 1, 2, 6	Seg 1, 2, 6

RAP=mean right atrial pressure; RVP=right ventricular pressure; PAP=pulmonary artery pressure; PCWP=mean pulmonary capillary wedge pressure; LVP=left ventricular pressure; AoP=aortic pressure; EDP=end-diastolic pressure; Qp/Qs=pulmonary to systemic flow ratio; LVG=left ventriculogram; LVEDVI=left ventricular end-diastolic volume index; LVEF=left ventricular ejection fraction; MR=mitral regurgitation; N=not done; Seg 1=anterobasal; Seg 2=anterolateral; Seg 3=apical; Seg 6=septal. Other abbreviation as in Table 1.

Table 3 Echocardiographic data in three patients before and after surgical treatment

	Case 1		Case 2		Case 3	
	Before	After	Before	After	Before	After
Two-dimensional imaging						
RCA (mm)	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0
LVDd (mm)	56	48	60	45	72	58
%FS(%)	34	38	31	27	22	22
Color Doppler study						
Flow signals in septum	Inf-ant	Ant	Inf-ant	Ant	Inf-ant	Inf
Pulsed Doppler study						
Mitral regurgitation	Mild	0	Moderate	0	Severe	0
Flow direction in septum						
Systole	Retro	Retro	Retro	Retro	Retro	Ante
Diastole	Retro	Ante	Retro	Ante	Retro	Retro

LVDd=left ventricular end-diastolic dimension; %FS=percentage fractional shortening; Inf=inferior site in the septum; Ant=anterior site in the septum; Retro=retrograde flow; Ante=antegrade flow. Other abbreviation as in Fig. 1.

現病歴：小児期より心雑音を指摘されていたが放置していた。15歳頃より労作時息切れ、前胸部圧迫感を自覚するようになり、次第に頻度が増加してきたため近医を受診した。虚血性心疾患を疑われ当センターを紹介され、精査目的で入院した。

入院時現症：心尖部領域に Levine III/VI 度の収縮期逆流性雑音を認めた。胸部 X 線写真の心胸郭比は 43%、心電図は洞調律で、V₁-V₃ に QS パターンを認め

た。トレッドミルにて前胸部圧迫感ならびに II, III, aVF, V₅, V₆ で ST 低下 (-1.5 mm) を認めた。

心エコー図検査：傍胸骨大動脈弁短軸断面で大動脈から起始する拡大した右冠動脈(入口部径 8 mm)を認めたが、左冠動脈開口部は検出出来なかった。左室短軸像では前壁から心室中隔にかけて壁運動の低下を認めた。カラードップラー法により、心室中隔内の下壁側から前壁側に向かう異常血流シグナルを検出し(Fig.

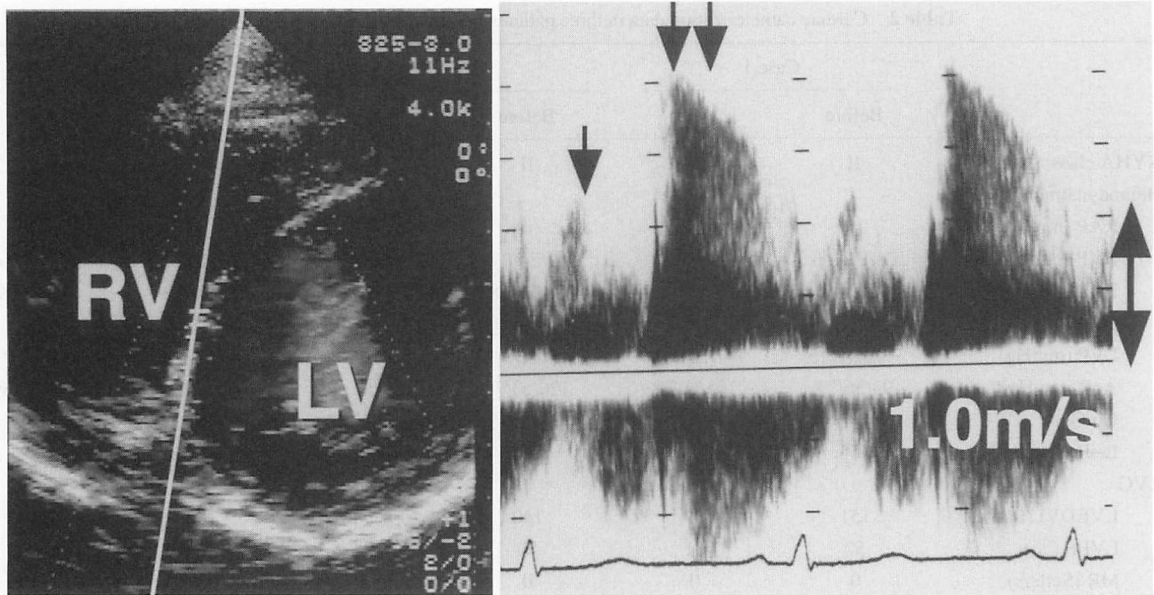


Fig. 2 Intramyocardial flow observed at the interventricular septum. Case 1

Color Doppler echocardiography showed a diastolic turbulent jet toward the transducer (left). Pulsed Doppler echocardiography depicted a biphasic flow pattern with two peaks in systole (↓) and diastole (↓↓) (right). LV=left ventricle; RV=right ventricle.

2-左), パルス・ドップラー法で, 同部位に収縮期(血流速度 1.3 m/sec) および拡張期(血流速度 2.2 m/sec) に逆行する拡張期有意の 2 峰性血流シグナルを認めた (Fig. 2-右, Table 3).

心臓カテーテル検査: 右冠動脈造影にて拡大, 蛇行した右冠動脈, およびそこから著明に拡大した中隔枝群を介して左冠動脈が造影され, 更に続いて肺動脈が描出され, 左右短絡の存在が示された. 冠動脈には有意な狭窄病変は認められなかった (Fig. 3). 大動脈造影では左冠動脈は造影されなかった. 左室造影により, 左室の拡大, 前壁基部, 心室中隔部の低収縮を認めた (Table 2).

以上の所見より Bland-White-Garland 症候群と診断し, Hamilton 法により根治手術を行った.

術後心臓カテーテル検査: AP window を介した造影で順行性に左冠動脈を認め, 右冠動脈造影では右冠動脈のみ造影され, 側副血行, 左冠動脈はともに造影されなかった. 左室造影では, 左室の拡大は消失したが, 術前同様に前壁基部, 心室中隔部に低収縮を認めた (Table 2).

術後心エコー検査: 術前同様に前壁から心室中隔にかけて低収縮を認め, カラードップラー法では心室中隔内の前壁側に残存する血流を検出した. パルス・

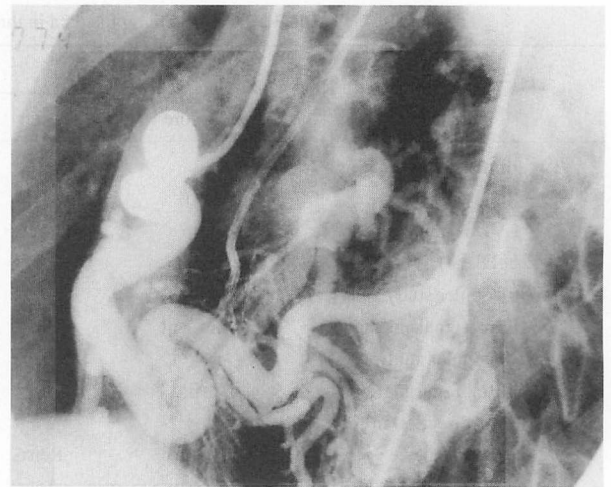


Fig. 3 Right coronary angiogram before surgical repair. Case 1

The left coronary artery is filled through rich collaterals from the markedly dilated right coronary artery.

ドップラー法では, 同部位に術前とは異なる, 収縮期(血流速度 0.8 m/sec) に逆行し, 拡張期(血流速度 0.8 m/sec) に順行するシグナルを認めた (Fig. 4, Table 3).

症例 3 60 歳, 女性

主 訴: 労作時息切れ

現病歴: 3 歳時に初めて心雑音を指摘されたが放置していた. 55 歳頃より労作時息切れが出現するように

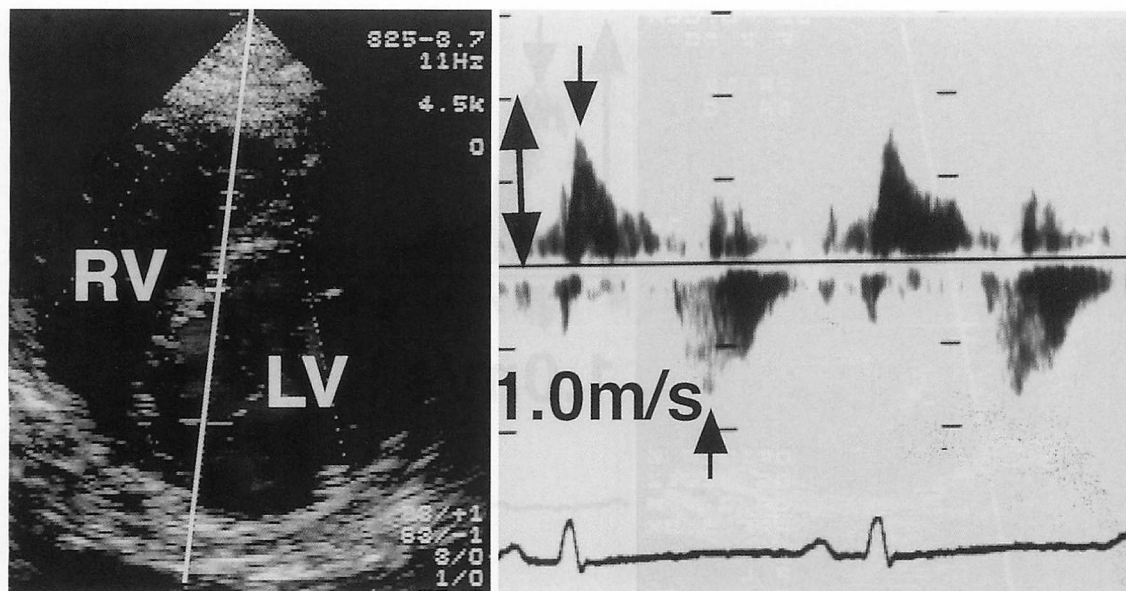


Fig. 4 Intramyocardial flow pattern after the successful repair. Case 1

The flow showed a biphasic pattern consisted of retrograde flow in systole (↓) and antegrade flow in diastole (↑). Abbreviations as in Fig. 2.

なり、心精査目的に当センターを受診、高度の僧帽弁閉鎖不全症を指摘され、精査目的で入院した。

入院時現症では、心尖部領域に Levine III/VI 度の全収縮期雑音を認めた。胸部 X 線写真の心胸郭比は 65% と拡大を認め、心電図は心房細動で、左室肥大パターンを認めた。

心エコー図検査：症例 1 と同様に拡大した右冠動脈 (9 mm) を認めたが、左冠動脈開口部は検出出来なかった。左室短軸像では前壁から心室中隔にかけて壁運動の低下を認めた。カラードップラー法で、前尖、後尖の硬化、肥厚および弁輪の拡大に伴う高度の僧帽弁逆流を認めた。また、左室短軸像で心室中隔内の下壁側から前壁側に向かう異常血流を検出し、パルス・ドップラー法で同部位に収縮期 (血流速度 1.0 m/sec) および拡張期 (血流速度 1.5 m/sec) に逆行する、拡張期優位の 2 峰性血流シグナルを認めた (Table 3)。

心臓カテーテル検査：肺動脈圧、肺動脈楔入圧の上昇を認めた。冠動脈所見は症例 1 と同様であり、左室造影では左室の拡大、前壁基部、前側壁部、中隔部の低収縮と Sellers IV 度の僧帽弁逆流を認めた (Table 2)。

以上の所見より Bland-White-Garland 症候群と診断、症例 1 と同様に Hamilton 法により根治手術を行った。また、僧帽弁形成術、三尖弁輪縫縮術および心房細動に対してメイズ手術⁶⁾も併せて施行した。

術後心臓カテーテル検査：AP window を介した造影では、順行性に左冠動脈が造影されたが、同時にトンネルバイパス部から肺動脈内に造影剤の漏出を認めた (左右短絡率 39%)。右冠動脈造影では、症例 1 と異なり、右冠動脈のみならず、側副血行路、左冠動脈までが造影された。左室造影では前壁基部、前側壁、中隔部の低収縮と Sellers I 度の僧帽弁逆流を認めた (Table 2)。

術後心エコー図検査：術前同様に前壁から心室中隔にかけての壁運動低下を認めた。カラードップラー法で心室中隔内の下壁側に残存する血流を検出し、パルス・ドップラー法で、症例 1, 2 と異なり、同部位に収縮期 (血流速度 0.65 m/sec) に順行し、拡張期 (血流速度 0.9 m/sec) に逆行するシグナルを認めた (Fig. 5, Table 3)。

考 察

Bland-White-Garland 症候群 (左冠動脈肺動脈起始症) はその 80-90% は 6 ヶ月以内に心筋梗塞や心不全で死亡するため、成人例は全体の 10% 前後といわれている⁷⁾。成人例は胸痛、易疲労感、呼吸困難感などの症状や、心電図異常、心雑音を契機に発見されることが多い⁸⁾。診断は心臓カテーテル検査で左-右短絡の存在や、右冠動脈造影により拡大、蛇行した右冠動脈と、

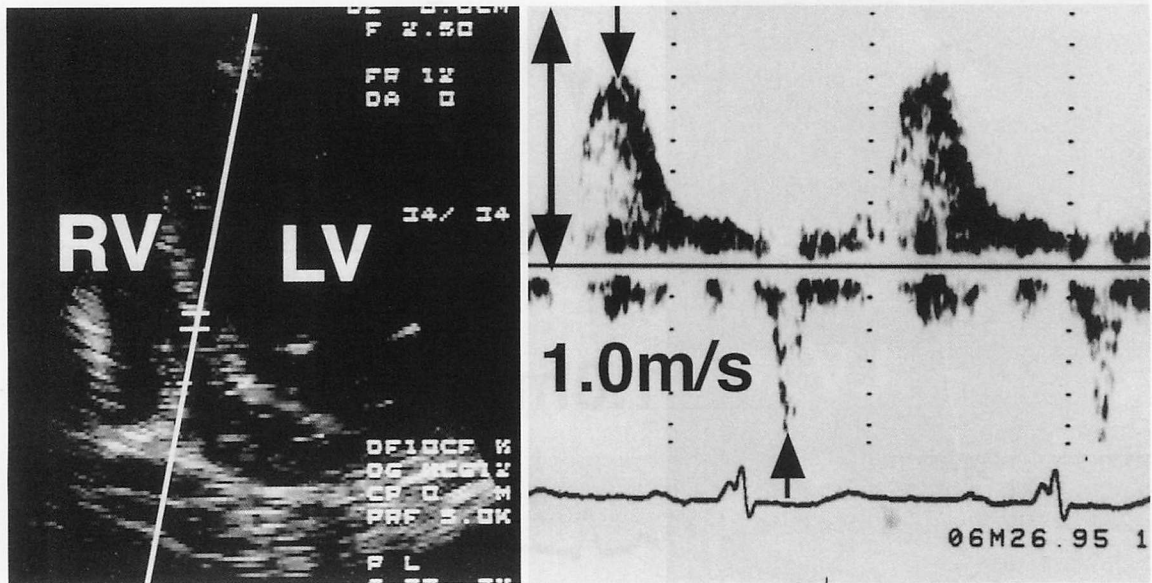


Fig. 5 Intramyocardial flow pattern after unsuccessful repair. Case 3

The flow showed a biphasic flow pattern which had antegrade flow in systole (\uparrow) and retrograde flow in diastole (\downarrow). Abbreviations as in Fig. 2.

中隔枝などの側副血行を介して左冠動脈から肺動脈までの描出を確認することである。また、断層心エコー図²⁾にて肺動脈に合流する左冠動脈の描出や、パルス・ドップラー法³⁾による肺動脈弁直上の拡張期逆行性シグナルの検出も有用とされている。

今回我々の経験した3症例では肺動脈弁上の拡張期異常血流は評価が困難であったが、全例で右冠動脈の拡大、左室の壁運動異常、およびカラードップラー法による心室中隔内の異常血流を認めた。この心室中隔内の異常血流シグナルは、左右冠動脈間の発達した側副血行路(中隔枝など)の血流をみているものと推測される。このような特徴的の血流パターンを示す心室中隔内の異常血流は、Bland-White-Garland 症候群の成人例の診断に有用と考えられる。

Bland-White-Garland 症候群における心室中隔内の拡張期血流の存在については Houston ら⁹⁾により既に報告されているが、この血流速度を計測し、そのパターンについて解析した報告はない。我々は根治術前後でこの心室中隔内の血流をパルス・ドップラー法により評価した。その結果、術前には心室中隔下壁側から前壁側にかけて逆行(探触子に向かう方向)する拡張期成分優位の2峰性シグナルを認めた。これは正常左右冠動脈の血流パターンに類似する。すなわち、心室中隔

内の冠動脈が良好な側副血行路として十分発達し、心筋内にあるにもかかわらず、心外膜側冠動脈と類似の血流パターンを示したものと思われる(Fig. 6-上)。術後は、左冠動脈・肺動脈短絡の遺残を認めなかった症例1, 2では心室中隔前壁側においてのみ血流を認め、拡張期に、術前とは逆方向である順行(探触子から遠ざかる方向)するシグナルを検出した。これは心室中隔部の当該部の血流支配が右冠動脈から左冠動脈に変化したことを示したものと考えられる(Fig. 6-中)。

一方、肺動脈内短絡の遺残を認めた症例3では心室中隔下壁側においてのみ血流を認め、パルス・ドップラー法にて拡張期に逆行するシグナルを認めた。この血流パターンは、術前の拡張期の血流方向と同じであり、術後も“two-coronary system”が確立されず、心室中隔への左冠動脈からの血流が不十分で、依然として同部の血流支配が、主として右冠動脈であることを示したものと考えられる(Fig. 6-下)。

術後、心室中隔内でカラードップラー法にて血流シグナルを認めた部位が、短絡の遺残を認めなかった症例1, 2では前壁側のみで、遺残を認めた症例3では下壁側のみであったことは興味深い。このことは術後、心室中隔部の血流が、主に左右冠動脈のどちらから支配されているかを示している可能性がある。すなわち、

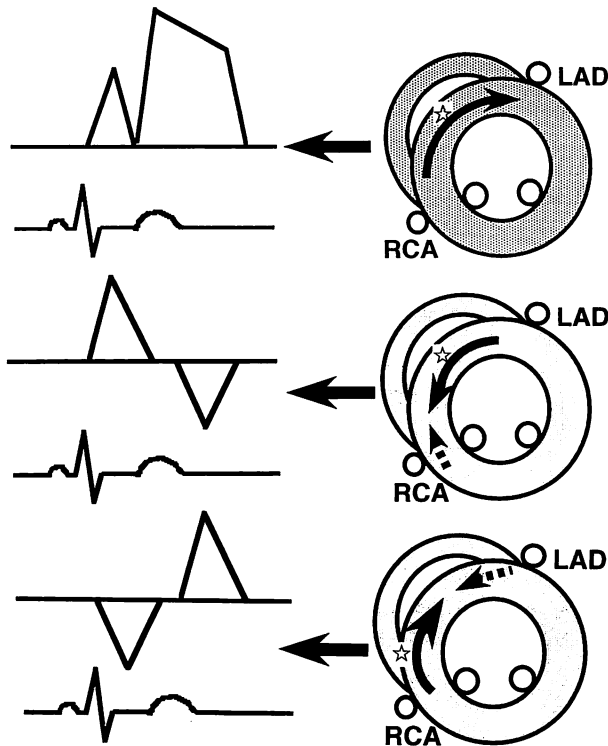


Fig. 6 Schematic drawings illustrating the patterns of intramyocardial flow at the interventricular septum

Upper : Before surgical repair, the blood flow in the interventricular septum comes from the right coronary artery (curved arrow) and pulsed Doppler echocardiography recorded at the interventricular septum (star) shows antegrade flow.

Middle : After successful repair, flow in the interventricular septum mainly comes from the left coronary artery (curved arrow) and retrograde flow can be recorded at the anterior side of the interventricular septum in diastole (star). The dotted arrow indicates a small flow comes from the right coronary artery.

Lower : After unsuccessful repair, flow in the anterior side of the interventricular septum comes from the left coronary artery (dotted arrow) and that in the inferior side comes from the right coronary artery (curved arrow). Therefore, the flow at the inferior side of the interventricular septum (star) is antegrade in diastole.

LAD=left anterior descending coronary artery. Other abbreviation as in Fig. 1.

症例 1, 2 では“two-coronary system”が確立され、心室中隔内の下壁側は右冠動脈により、前壁側は左冠動脈により支配されたため、心室中隔内の前壁側にのみ血流シグナルを認めたのであろう。一方、症例 3 では、もしも“two-coronary system”が全く確立されていなければ、心室中隔は左冠動脈からの血流を受けることなく、カラードップラー法にて、術前と同様、心室中隔内の下壁側から前壁側にかけて右冠動脈由来の血流シグナルを認めたはずである。しかし、実際は“two-coronary system”が不完全ながらも一部確立されたため、前壁側は不十分ではあるが左冠動脈からの血流も

受け、同部位では互いに逆行する右冠動脈由来の血流と左冠動脈由来の血流とがキャンセルし合い、カラードップラー法で検出しようほどの血流速度が保てず、結果的に下壁側でのみ血流シグナルを認めることになったのかもしれない。

術後の収縮期の血流方向は、全ての症例で拡張期血流と反対の方向を示した。すなわち“two-coronary system”が確立されている症例 1, 2 では、収縮期に逆行する血流を認めた。心室中隔における心筋内冠動脈(中隔枝)の収縮期逆行血流は動物実験¹⁰⁾や、ヒト大動脈弁狭窄症の例¹¹⁾で報告されており、心筋収縮が心筋内冠動脈を圧迫するための“しぼり出し”によるものと考えられている。Bland-White-Garland 症候群根治術後例における収縮期逆行血流も、この現象で説明出来るかもしれない。一方、肺動脈内短絡の遺残を認めた症例 3 では収縮期に順行する血流を認めた。この場合、心筋収縮による前述の“しぼり出し”の機序に加え、冠血流動態の修復が中途半端に行われたため、心室中隔の当該部の血流が右冠動脈のみならず、左冠動脈の影響も受けることになり、解釈が複雑になる。詳細については今後の検討が必要であろう。

我々の検索しえた範囲では、これまで Bland-White-Garland 症候群の根治手術前後において、心室中隔内の血流変化を詳細に検討した報告はない。本研究では患者数がわずか 3 例と少ないこと、また術前術後で同じ心筋内冠動脈を評価しているか否か不明であることなどの問題点はあるが、パルス・ドップラー法を用いて心室中隔内の血流パターンを評価することにより、術後の心室中隔部が左右どちらの冠動脈によって支配されているかが推測出来、更には手術の成否をも推定出来る手掛かりとなる可能性が示唆された。

結 語

Bland-White-Garland 症候群の根治手術前後、パルス・ドップラー法を用いて心室中隔内の冠動脈血流の評価を行った。術前は心外膜側冠動脈血流と類似の拡張期優位の 2 峰性逆行血流を示したが、術後は修復に成功した 2 例では収縮期逆行性、拡張期順行性の、また修復が部分的成功に終わった 1 例では収縮期順行性、拡張期逆行性の血流方向を示した。血流方向を詳細に検討することにより、肺動脈内トンネルバイパス部の短絡遺残の有無を推測出来る可能性が示唆された。

要 約

Bland-White-Garland 症候群 (左冠動脈肺動脈起始症) は比較的稀な先天性心疾患である。我々は3例の Bland-White-Garland 症候群症例において、Hamilton 法を用いた根治手術前後に、パルス・ドップラー法にて心筋内冠血流動態を評価した。

手術前には全例で心室中隔において収縮期および拡張期に逆行 (探触子に向かう方向) する2峰性の心筋内冠血流シグナルを認めた。手術後、短絡の遺残を認めなかった2例では、収縮期に逆行し拡張期に順行 (探触子から遠ざかる方向) する血流シグナルを認めた。一方、左冠動脈と肺動脈の間に短絡遺残を認めた1例では、収縮期に順行し、拡張期に逆行するシグナルを認めた。

パルス・ドップラー法を用いて心室中隔内の血流パターンを評価することにより、術後の短絡の遺残の有無を推測出来る可能性が示唆された。

J Cardiol 1997; 30 (5): 273-280

文 献

- 1) Keith JD : The anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery. *Br Heart J* 1959; **21** : 149-161
- 2) Fisher EA, Sepehri B, Lendrum B, Luken J, Levitsky S : Two-dimensional echocardiographic visualization of the left coronary artery in anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery. *Circulation* 1981; **63** : 698-704
- 3) King DH, Danford DA, Huhta JC, Gutgesell HP : Noninvasive detection of anomalous origin of the left main coronary artery from the main pulmonary trunk by pulsed Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1985; **55** : 608-609
- 4) Molinari G, Balbi M, Bertero G, Sardanelli F, Pastorini C, Masperone MA, Caponnetto S : Magnetic resonance imaging in Bland-White-Garland syndrome. *Am Heart J* 1985; **129** : 1040-1042
- 5) Hamilton DI, Ghosh PK, Donnelly RJ : An operation for anomalous origin of the left coronary artery. *Br Heart J* 1979; **41** : 121-124
- 6) Kosakai Y, Kawaguchi AT, Isobe F, Sasako Y, Nakano K, Eishi K, Tanaka N, Kito Y, Kawashima Y : Cox maze procedure for chronic atrial fibrillation associated with mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **108** : 1049-1055
- 7) Wesselhoeft H, Fawcett JS, Johnson AL : Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary trunk : Its clinical spectrum, pathology, and pathophysiology, based on a review of 140 cases with seven further cases. *Circulation* 1968; **38** : 403-425
- 8) Moodie DS, Fyfe D, Gill CC, Cook SA, Lytle BW, Taylor PC, Fitzgerald R, Sheldon WC : Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery (Bland-White-Garland syndrome) in adult patients : Long-term follow-up after surgery. *Am Heart J* 1983; **106** : 381-388
- 9) Houston AB, Pollock JCS, Doig WB, Gnanapragasam J, Jamieson MPG, Lilley S, Murtagh EP : Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary trunk : Elucidation with colour Doppler flow mapping. *Br Heart J* 1990; **63** : 50-54
- 10) Chilian WM, Marcus ML : Phasic coronary blood flow velocity in intramural and epicardial coronary arteries. *Circ Res* 1982; **50** : 775-781
- 11) Yoshikawa J, Akasaka T, Yoshida K, Takagi T : Systolic coronary flow reversal and abnormal diastolic flow patterns in patients with aortic stenosis : Assessment with an intracoronary Doppler catheter. *J Am Soc Echocardiogr* 1993; **6** : 516-524