

左心不全時における肺静脈
血流速波形の特徴：経食道
パルス・ドップラー法によ
る検討

Evaluation of pulmo-
nary venous flow
patterns in left heart
failure: A study using
transesophageal Dop-
pler echocardiography

小川 聡
大木 崇
井内 新
細井 憲三
藤本 卓
清重 浩一
田畑 智継
谷本 雅人
福田 和代
福田 信夫

Satoru OGAWA
Takashi OKI
Arata IUCHI
Kenzo HOSOI
Takashi FUJIMOTO
Koichi KIYOSHIGE
Tomotsugu TABATA
Masato TANIMOTO
Kazuyo FUKUDA
Nobuo FUKUDA

Summary

Pulmonary venous flow (PVF) patterns in left heart failure were evaluated using transesophageal pulsed Doppler echocardiography in 30 patients with dilated hearts (DH) and 30 normal subjects. Eighteen patients had myocardial infarction and 12 patients had dilated cardiomyopathy. The diagnostic criteria by using M-mode echocardiography were left ventricular end-diastolic dimensions (LVDd) of 5.5 cm or more and % LV fractional shortening (%FS) of less than 30%.

Peak velocities of the first systolic (PVS₁) and second systolic (PVS₂) forward waves of PVF, %FS and total amplitude of mitral annular motion in the patient group were significantly decreased compared with the normal group. However, there were no differences in these parameters between the 22 patients (DH-1 group) with a mean pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) of less than 18 mmHg and 8 patients (DH-2 group) with a PCWP of 18 mmHg or greater. Peak velocities of the diastolic forward wave of PVF and the early diastolic wave (D) of the LV inflow velocity in the DH-1 group were significantly decreased, and the peak velocity of the atrial contraction wave (A) of the LV inflow velocity was increased compared with those of the normal

徳島大学医学部 第二内科
徳島市蔵本町 2-50 (〒770)

The Second Department of Internal Medicine, School
of Medicine, University of Tokushima, Kuramoto-
cho 2-50, Tokushima 770

Received for publication December 6, 1991; accepted August 5, 1992 (Ref. No. 38-PS80)

group. D of the LV inflow velocity, peak velocity of the diastolic forward wave, and peak velocity of the atrial systolic backward wave of the PVF in the DH-2 group were significantly increased compared with those of the DH-1 group. Significant positive correlations were observed between peak velocity of the diastolic forward wave and D or PCWP in the patient group, but the latter relationship was not linear. The A/D ratio of the LV inflow velocity was significantly decreased, and the ratio of the amplitudes of atrial contraction wave to total vertical deflection on the apexcardiogram of the DH-2 group were significantly increased compared with those of the DH-1 group. A patient with extensive myocardial infarction associated with development of severe LV dysfunction (PCWP=23 mmHg) and a "pseudonormalization" pattern of LV inflow velocity demonstrated markedly increased peak velocities of the diastolic and atrial systolic forward wave, and decreased PVS₂. However, the peak velocities of the diastolic and atrial systolic forward wave were decreased, and that of PVS₂ was increased with fair improvement of LV dysfunction (PCWP=10 mmHg) and with compensatory augmentation of the atrial contraction wave A of LV inflow velocity.

This study suggests that pulmonary venous flow patterns clearly reflect the modes of left ventricular dysfunction in dilated hearts, and that PVS₂ can be influenced by systolic left ventricular function, and peak velocities of the diastolic and atrial systolic forward waves by diastolic left ventricular function.

Key words

Pulmonary venous flow Left heart failure Transesophageal Doppler echocardiography

はじめに

近年, 経食道ドップラー心エコー図法を用いて肺静脈血流速度波形 (pulmonary venous flow pattern: PVF) の明瞭な記録が可能となり, その臨床的意義に関して種々の報告¹⁻³⁾がみられる. 肺と左房の間の血流状態を表現する肺静脈血流速度波形は, 左房圧あるいは肺うっ血の程度を反映することが予想される. 一方, 左房と左室の間の血流状態を表現する左室流入血流速度波形 (left ventricular inflow velocity pattern: LVIF) は左室拡張動態を反映することから, 両指標を用いることにより左心機能に関する左房・左室連関を臨床的に把握できる可能性がある^{2,3)}.

今回, 経食道および経胸壁心エコー図法を用いて拡大心の肺静脈血流速度波形と左室流入血流速度波形を記録し, 左心不全時における肺静脈血流速度波形の特徴およびその臨床的意義について検討した.

対 象

M モード心エコー図での左室拡張末期径 (LVDd) が 5.5 cm 以上, かつ左室内径短縮率 (% fractional shortening: %FS) が 30% 未満の拡大心 (dilated heart: DH) 群 30 例 (平均 54.9 ± 14.1 歳) を対象とした. その内訳は, 拡張型心筋症 12 例, 心筋梗塞症 18 例である. なお, 比較対照としては, 理学所見, 胸部 X 線, 心電図および

Table 1. Patients and normal subjects

	No. of patients	Age (yrs) (mean ± SD)
Normal	30	47.1 ± 10.9
Dilated heart (DH)	30	54.9 ± 14.1
DH-1 group (PCWP < 18 mmHg)	22	57.0 ± 14.8
DH-2 group (PCWP ≥ 18 mmHg)	8	48.9 ± 10.4

SD=standard deviation; PCWP=pulmonary capillary wedge pressure.

心エコー図所見のいずれにおいても異常を認めない健常群 30 例(平均 47.1 ± 10.9 歳)を用いた。

さらに拡大心群は、経食道心エコー図法を施行後 2 日以内に心臓カテーテル検査を行い、平均肺動脈楔入圧あるいは左室拡張末期圧が 18 mmHg 未満の DH-1 群 22 例(平均 57.0 ± 14.4 歳)と 18 mmHg 以上の DH-2 群 8 例(平均 48.9 ± 10.4 歳)に分類して比較検討した (Table 1)。DH-1 群の重症度に関しては、NYHA 心機能分類 I 度 13 例、II 度 9 例であり、平均心不全罹病期間は 0.8 ± 1.2 年であった。一方、DH-2 群では NYHA 心機能分類 II 度 3 例、III 度 5 例であり、心不全罹病期間は平均 1.6 ± 1.3 年であった。

なお、全例洞調律であり、経胸壁カラードップラー法で、中等度以上の僧帽弁逆流を認める例は今回の検討から除外した。

方 法

全例に経胸壁および経食道心エコー図法を施行した。経食道心エコー図法は、塩酸リドカインで咽頭麻酔の後、左側臥位にて探触子を食道内に挿入し、左上肺静脈の左房への開口部において呼吸止めで左上肺静脈血流速波形を記録した。得られた血流速波形から、収縮期の第 1 の陽性波高 (PVS₁)、第 2 の陽性波高 (PVS₂)、拡張期陽性波高、心房収縮期陰性波高を測定した (Fig. 1)。

また、左室流入血流速波形は経胸壁心エコー図法により記録し、拡張早期波高 D、心房収縮期波高 A および両者の比 (A/D) を計測した²⁾。さらに経食道心エコー図法を用いて僧帽弁輪の収縮期移動距離、経胸壁心エコー図法を用いて左室内径短縮率、心尖拍動図を用いて全波高に対する心房収縮期波高の比 (A/H) を求め、これらの値を各

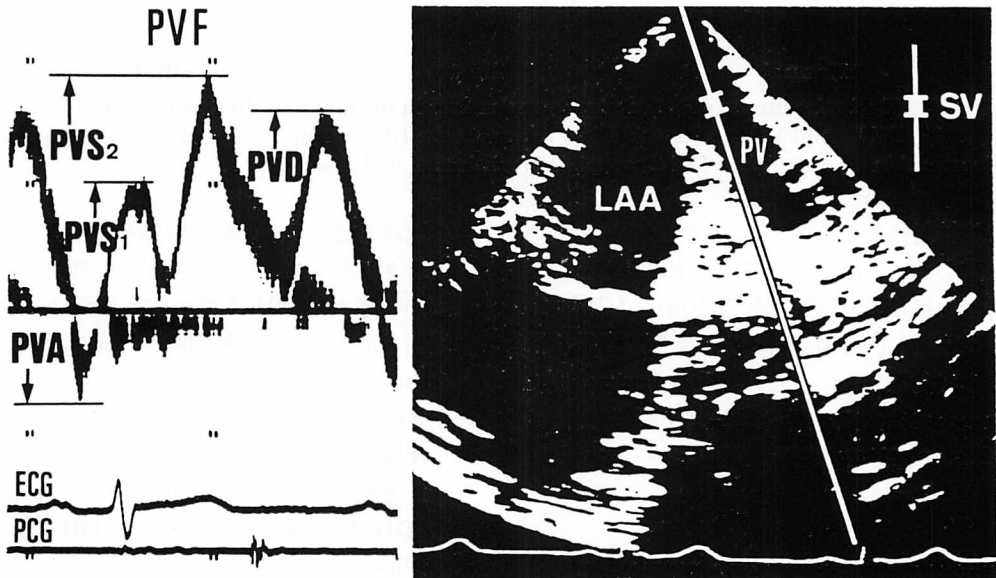


Fig. 1. Measurement of various parameters from pulmonary venous flow velocity pattern.

PVF=pulmonary venous flow velocity pattern; PVS₁=peak velocity of a first systolic forward wave; PVS₂=peak velocity of a second systolic forward wave; PVD=peak velocity of a diastolic forward wave; PVA=peak velocity of an atrial contraction backward wave; SV=sample volume; LAA=left atrial appendage; PV=pulmonary vein.

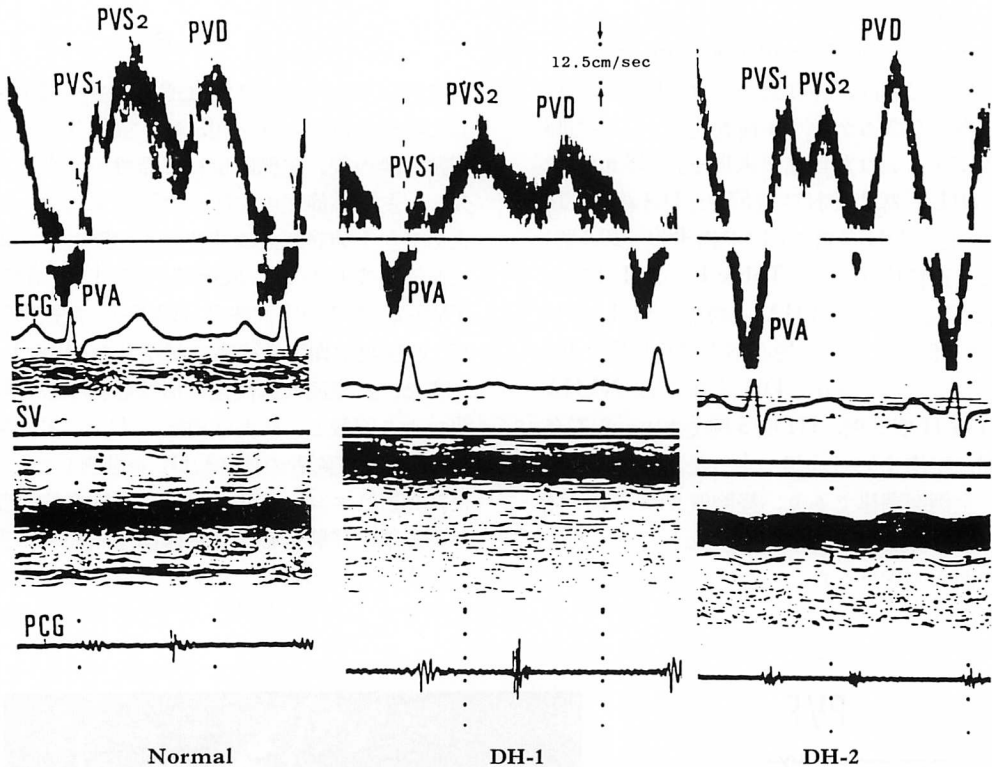


Fig. 2. Typical patterns of pulmonary venous flow in normal and dilated heart groups.

PVS₁, PVS₂ and PVD are decreased in a patient in the DH-1 group. PVD and PVA are markedly increased in a patient in the DH-2 group. Abbreviations as in Table 1, Fig. 1.

群間で比較対比した²⁾。

経食道心エコー図については、東芝-町田製 探触子付き内視鏡 ESB 375-SR型 を用い、3.75 MHz セクタ式横切り断層装置を東芝製 SSH-65A に接続して記録した。また、経胸壁心エコー図の記録については、東芝製 SSH-65A、2.5 または 3.75 MHz の探触子を用いた。

結 果

各群における肺静脈血流速波形の典型例 (Fig. 2)

拡大心 (DH-1, DH-2) の収縮期波 PVS₁, PVS₂ はいずれも減高を示した。一方、肺動脈楔入圧の上昇を認めない拡大心の DH-1 群では、左室流入血流速波形における拡張早期 D 波の減高に対応して、肺静脈血流速波形における拡張期波

の減高を認めるが、心房収縮期波は明らかな増高を示さなかった。しかしながら、肺動脈楔入圧の上昇を認める DH-2 群の拡張期波は正常ないし増高を示し、心房収縮期波も同様に著明な増高がみられた。

各群における M モード心エコー図指標の比較 (Fig. 3)

左室拡張末期径 (LVDd) については、拡大心の DH-1 群 (60.0±7.9 mm) と DH-2 群 (63.5±13.5 mm) の間に有意差を認めなかった。

一方、収縮能の指標である左室内径短縮率と僧帽弁輪移動距離は、DH 群 (おのおの 19.7±8.2%, 7.4±1.8 mm) では健常群 (おのおの 35.5±4.4%, 12.9±1.9 mm) に比べていずれも有意に小 (おのおの $p < 0.05$, $p < 0.01$) であった。しかしな

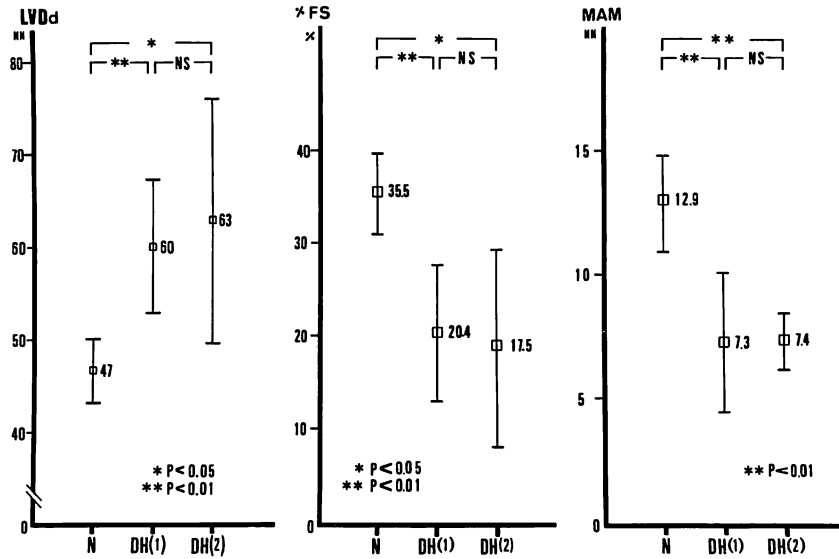


Fig. 3. Comparisons of LVDd, %FS and MAM between the three groups.

LVDd=left ventricular end-diastolic dimension; FS=fractional shortening; MAM=total amplitude of the mitral annulus motion during a cardiac cycle. Other abbreviations as in Table 1.

から、DH-1 および DH-2 群間では、左室内径短縮率 (おのおの $20.4 \pm 7.4\%$ vs $17.5 \pm 11.7\%$), 僧帽弁輪移動距離 (おのおの 7.3 ± 2.0 mm vs 7.4 ± 1.2 mm) に関して、いずれも有意差を認めなかった。

各群における肺静脈血流速波形の収縮期波高の比較 (Fig. 4)

DH-1 群 (31.6 ± 12.1 cm/sec) と DH-2 群 (30.5 ± 10.3 cm/sec) における PVS_1 は、健常群 (44.7 ± 14.5 cm/sec) に比べて有意に小 (おのおの $p < 0.01$, $p < 0.05$) であったが、DH の両群間には有意差を認めなかった。

一方、DH 群全体 (49.0 ± 22.0 cm/sec) の PVS_2 は健常群 (64.5 ± 18.5 cm/sec) に比べて有意に小 ($p < 0.05$) であったが、DH-1 群 (49.1 ± 22.8 cm/sec) と DH-2 群 (45.0 ± 22.0 cm/sec) の間には有意差を認めなかった。

各群における拡張期指標の比較 (Fig. 5)

左室流入血流速波形の拡張早期波高 D については、DH-1 群 (50.0 ± 19.4 cm/sec) が健常群

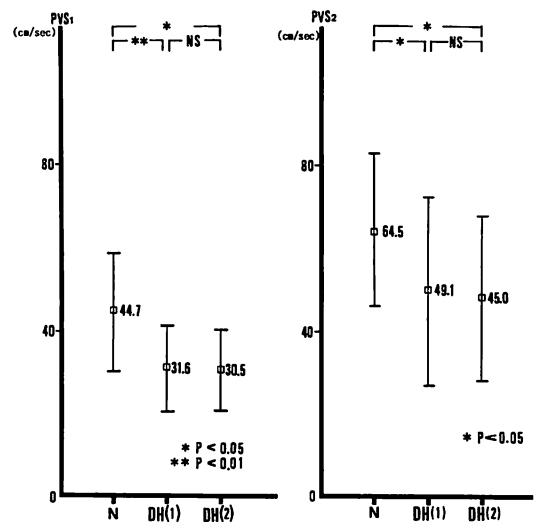


Fig. 4. Comparisons of PVS_1 and PVS_2 between the three groups.

Abbreviations as in Table 1, Fig. 1.

(76.1 ± 15.1 cm/sec) および DH-2 群 (85.1 ± 23.5 cm/sec) に比べて有意に小 (おのおの $p < 0.01$) で

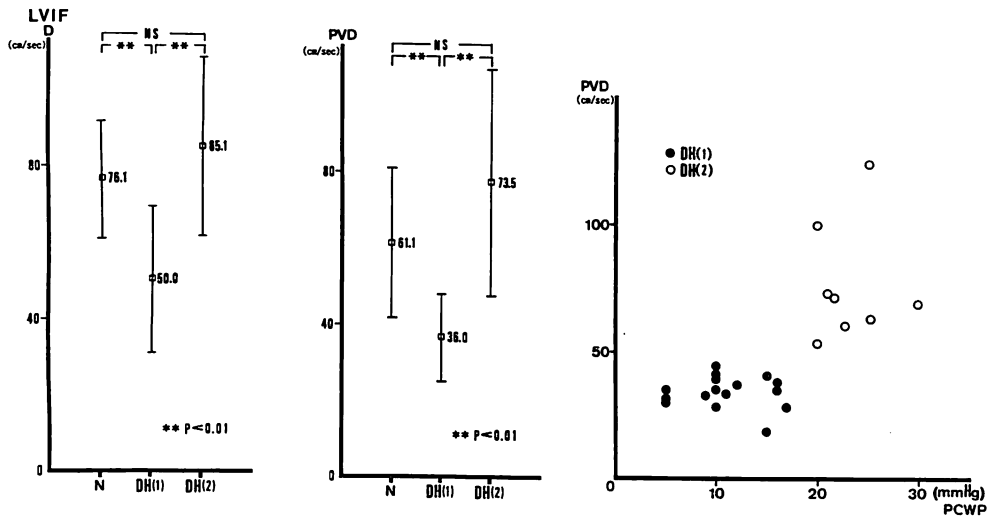


Fig. 5. Comparisons of D and PVD between the three groups and correlation between PVD and PCWP in dilated heart.

D=peak velocity of an early diastolic wave of left ventricular inflow velocity pattern (LVIF). Other abbreviations as in Table 1, Fig. 1.

あったが、健常群と DH-2 群の間には有意差を認めなかった (Fig. 5 左). また DH 全例における肺静脈血流速波形の拡張期波と D の間には有意の正相関 ($r=0.81, p<0.01$) がみられた.

一方、DH-1 群 (36.0 ± 12.3 cm/sec) における拡張期波は、健常群 (61.1 ± 20.5 cm/sec) に比べて有意に小 ($p<0.01$) であった. しかしながら、DH-2 群 (73.5 ± 31.2 cm/sec) の拡張期波は健常群と有意差を認めなかったものの、DH-1 群に比べて有意の増高 ($p<0.01$) を示した (Fig. 5 中).

さらに、DH 群の中で平均肺動脈楔入圧を評価しえた 24 例において、拡張期波と楔入圧の関係を検討すると、全体としては有意な正相関 ($r=0.67, p<0.01$) を認めたが、両者の関係は必ずしも linear でなく、楔入圧が 18 mmHg 近傍に上昇した時点で急激に拡張期波の増高を認める傾向にあった (Fig. 5 右).

各群における心房収縮期指標の比較 (Fig. 6)

DH-2 群 (34.5 ± 14.7 cm/sec) における肺静脈血流速波形の心房収縮期波は、健常群 (25.6 ± 7.0

cm/sec) および DH-1 群 (22.1 ± 12.2 cm/sec) に比べて有意に大 ($p<0.05$) であった. しかしながら、DH-2 群 (0.60 ± 0.48) における左室流入血流速波形の A/D は、DH-1 群 (1.47 ± 0.84) に比べて有意に小 ($p<0.05$) であり、健常群 (0.64 ± 0.22) との間には有意差を認めなかった. また、拡大心全例における心房収縮期波と A あるいは A/D との間には有意な相関が得られなかった.

一方、心尖拍動図の A/H は肺静脈血流速波形の心房収縮期波と同様の傾向を示し、DH-2 群 ($23.3 \pm 4.8\%$) では健常群 ($7.9 \pm 3.2\%$) および DH-1 群 ($11.8 \pm 5.6\%$) に比べて有意に大 (おのおの $p<0.01$) であった.

症例呈示

症例: 40 歳, 男

Fig. 7 は、陳旧性心筋梗塞による拡大心例で、再発作をきたした状態における左室流入血流速波形および肺静脈血流速波形の経時的変化を示す. 上段は左心不全時の記録で、平均肺動脈楔入圧は 23 mmHg と上昇を示した. 左室流入血流速波形

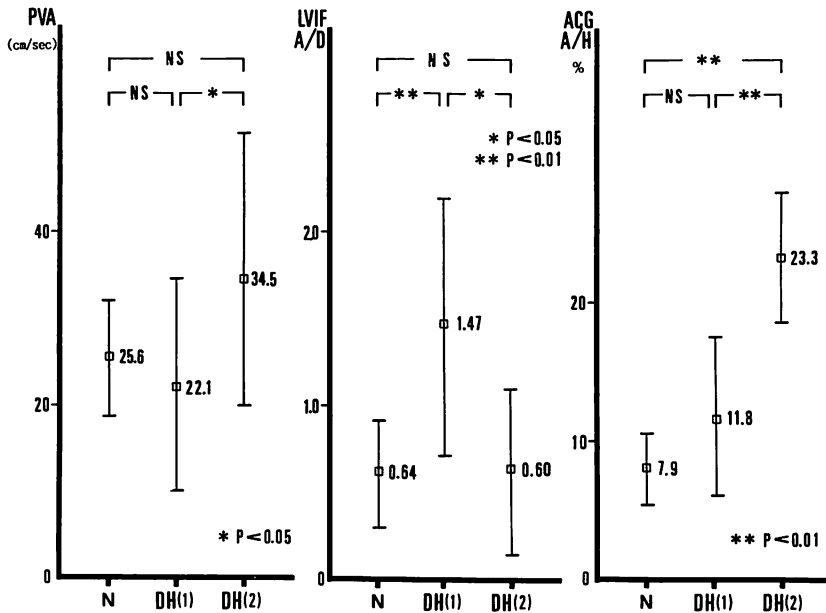


Fig. 6. Comparisons of PVA, A/D of LVIF and A/H of ACG between the three groups.

LVIF=left ventricular inflow velocity pattern; A/D=ratio of peak velocity of an atrial contraction wave to that of an early diastolic wave; A/H=amplitude of an atrial contraction wave to that of a total vertical deflection; ACG=apexcardiogram. Other abbreviations as in Table 1, Fig. 1.

は“一見正常パターン”(拡張期 D 波高=69 cm/sec, 心房収縮期 A 波高=37 cm/sec)を示し, 肺静脈血流速波形は収縮期波 (PVS₂=44 cm/sec)の減高と拡張期波 (63 cm/sec) および心房収縮期波 (50 cm/sec) の増高を示した。

一方, 下段は心不全改善時の記録で, 平均肺動脈楔入圧は 10 mmHg と心不全時に比べて低下を示した。左室流入血流速波形は D 波 (39 cm/sec) の減高と A 波 (60 cm/sec) の代償的増高がみられ, 肺静脈血流速波形は心不全時に比べて PVS₂ (63 cm/sec) の増高, 拡張期波 (39 cm/sec) および心房収縮期波 (26 cm/sec) の減高がみられた。

Fig. 8 は, 同症例の心尖拍動図を示す。左図は Fig. 7 の上図に対応する心不全時の記録であり, 急速流入波は早期に出現し, かつ増高を認め, pre-A point の高位と心房収縮期波の増高がみられる。一方, 右図は Fig. 7 の下図に対応する心不全改善時の記録であり, 急速流入波の減高と出現遅

延, pre-A point の正常位と心房収縮期波の減高がみられる。

考 察

拡大心における左室流入血流速波形は, 拡張早期波が減高し, 代償的に心房収縮期波の増高がみられる場合 (relaxation failure) と, 重篤な左心不全が存在するにもかかわらず, 拡張早期波のピーク速度が正常あるいは増大し, 心房収縮期波の増高がみられない場合 (compliance failure), すなわち左室流入血流速波形が“一見正常パターン (pseudonormalization)”を示す場合に大別される⁴⁾。とくに, 後者のような病態においては, 日常临床上, 健常例における真の“正常パターン”との区別が重要であり, その鑑別には左室流入血流速波形のみではなく, 肺静脈血流速波形をも記録することが重要であるとの報告がある^{3,5)}。

経食道心エコー図法は経胸壁心エコー図法に比

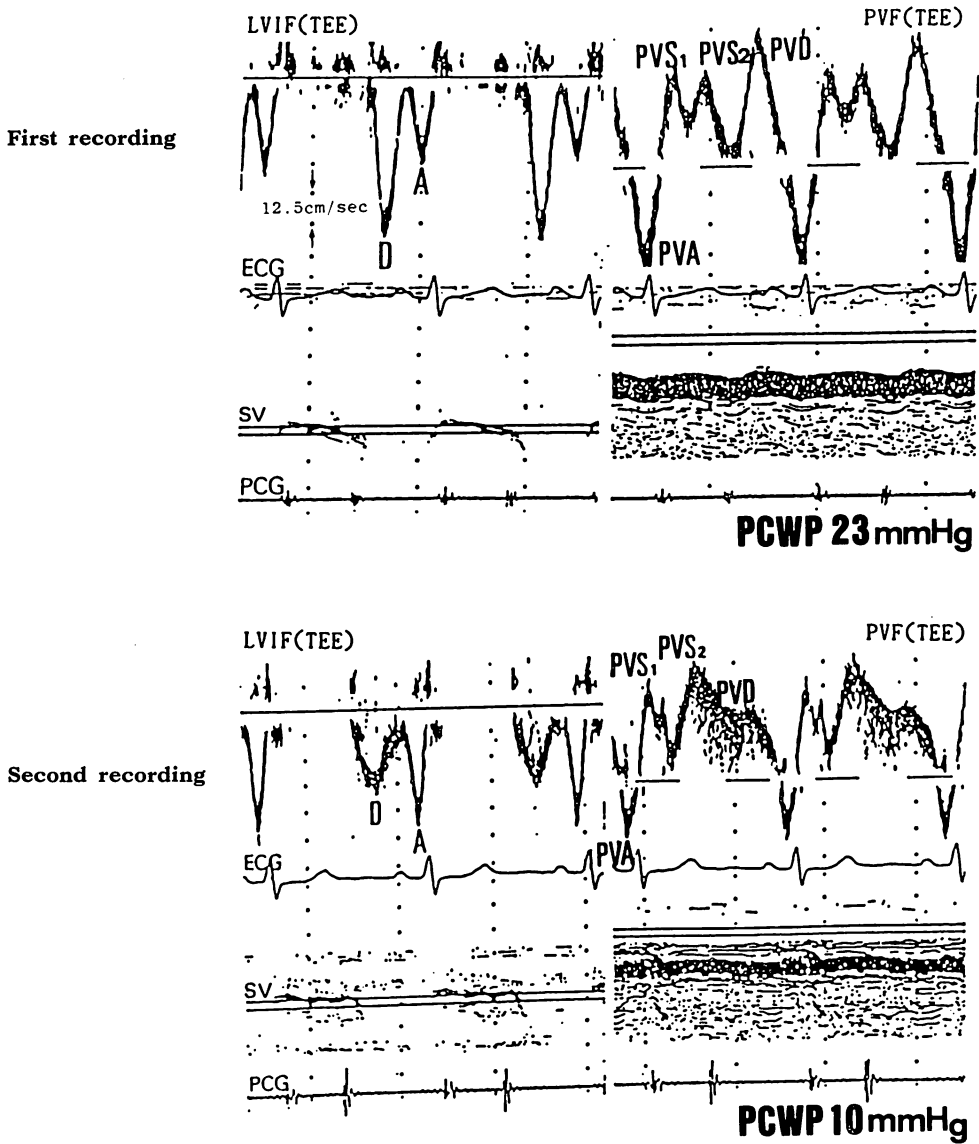


Fig. 7. Changes of LVIF and PVF in a patient with extensive myocardial infarction.

Upper: First recording at the period with a PCWP of 23 mmHg. LVIF indicates the "pseudo-normalization" pattern despite the impaired left ventricular function. PVF shows decreased PVS₂, and increased PVD and PVA.

Lower: Second recording at the period with a PCWP of 10 mmHg. Atrial contraction wave A of LVIF shows a compensatory increase in flow velocity, because of the decrease in peak velocity of the early diastolic wave D. PVS₂ of PVF is more increased, and PVD and PVA are decreased compared with the first recording. Abbreviations as in Fig. 1.

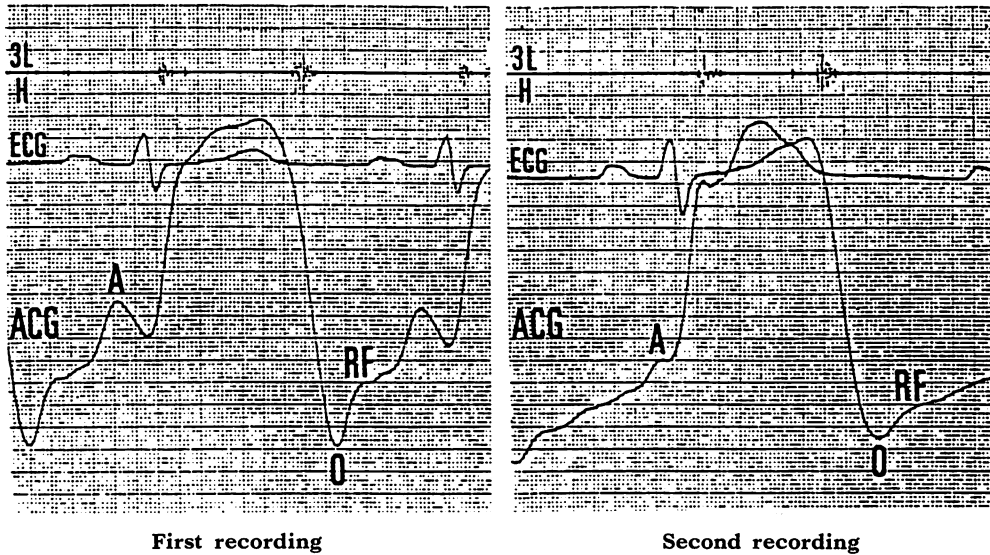


Fig. 8. Changes in the apexcardiogram (ACG) in the same patient as Fig. 7.

Left: First recording at the period with a PCWP of 23 mmHg. Left ventricular rapid filling wave (RF) is markedly increased. Atrial contraction is associated with a huge atrial contraction wave A with high pre-A point.

Right: Second recording at the period with a PCWP of 10 mmHg. RF and A waves are significantly decreased compared with the first recording.

O=nadir of early diastolic curve.

べて肺静脈血流速波形を鮮明に記録することができ、最近、本波形を利用して各種病態における左房・左室連関の臨床的意義が論じられている^{2,3)}。今回、拡大心における肺静脈血流速波形を記録し、種々の血行動態異常に伴う各波の変化および本波形と左室流入血流速波形との関連について検討した。

収縮期陽性波

肺静脈血流速波形の収縮期波は、第1の陽性波と第2の陽性波により構成される。

PVS₁は能動的心房拡張に伴う肺静脈から左房への流入波であり⁶⁾、心房細動例では消失し、前負荷の影響を受けないとされている^{7,8)}。今回の検討において、拡大心群のPVS₁が正常に比べて有意な減高を示し、左室充滿圧の程度に影響されなかったことは、本群における左房心筋病変の存在を強く示唆し、PVS₁と左房径が負の相関を示

すという報告⁹⁾とも合致する。

一方、PVS₂も拡大心において減高がみられた。本来、PVS₂は左室収縮およびそれに伴う房室弁輪の下方移動と関連があると報告されており^{3,10)}、拡大心においては左室内径短縮率および僧帽弁輪移動距離の低下が、収縮期における左房内血液充満の減少、すなわちPVS₂の減高を招来するものと思われた。もちろん、上記因子以外にPVS₂を規定するものとしては、左房拡大度(compliance)、前負荷、僧帽弁逆流量、左房圧などが知られており^{7-9,11)}、心収縮能の低下とPVS₂の関係が必ずしも良好な対応を示さない例の存在することも十分考えられる。

拡張期陽性波

小川ら²⁾は、肥大型心筋症における肺静脈血流速波形の拡張期波が左室流入血流速波形の拡張早期波と密接な関係を有し、両波形が拡張早期-中

期における左室弛緩および充満障害の程度に依存することを報告している。今回の拡大心例の DH-1 群においても、肺動脈楔入圧の上昇を認めない例では肥大型心筋症に類似の血行動態異常がみられ、左室流入血流速波形は拡張早期波の減高と心房収縮期波の代償的増高を示し、同時に肺静脈血流速波形は拡張期波の減高を認めた。このような血流速パターンを示す状況は左室の relaxation failure と形容され、左室等容拡張時間と左室圧下降の時定数 (time constant T) はいずれも延長を示すことが知られている¹²⁾。

一方、肺動脈楔入圧の著明な上昇を認めた DH-2 群では、肺静脈血流速波形の拡張期波がいずれも正常ないし増高を示した。このような例は左室の compliance failure と形容され、左室流入血流速波形の拡張早期波は拡張期波と同様に正常ないし増高を示し^{3,5)}、左室圧曲線は急峻な急速流入波の出現と time constant T の延長がみられるものの、左室等容拡張時間は正常となる。

以上のように、左房の導管 (conduit) 機能を中心として考えた場合、拡張早期 - 中期における左房への流入血流 (肺静脈血流) と流出血流 (左室流入血流) は極めてよい対応を示し、とくに肺動脈楔入圧が著明に上昇している例では左室充満圧が駆動圧 (driving pressure) として作動するため、両血流速波形の拡張 (早) 期波は正常ないし増高を示すものと思われた。しかしながら、拡大心における肺動脈楔入圧と拡張期波の関係は必ずしも linear な正相関ではなく¹³⁾、ある一定の肺動脈楔入圧以上になると急激に拡張期波の増高をきたすことが判明した。このことは、日常臨床上、肺うっ血による呼吸困難の出現機序に対して重要な示唆を与える所見となるかもしれない。

心房収縮期陰性波

肺静脈血流速波形の拡張期圧が左室流入血流速波形の拡張早期波とよい対応を示したのに比べ、両血流速波形の心房収縮期波に関しては必ずしも一定の傾向が得られなかった。

すなわち、肺動脈楔入圧あるいは心尖拍動図の

A/H が著明な上昇を認めない DH-1 群では、左室流入血流速波形の心房収縮期波は代償的増高を示すにもかかわらず、肺静脈血流速波形の心房収縮期波は著明な増高を示さなかった。一方、肺動脈楔入圧あるいは心尖拍動図の A/H が著明に上昇した DH-2 群では、左室流入血流速波形の心房収縮期波が正常ないし減高するにもかかわらず、心房収縮期波は著明な増高を示した。

以上の結果は、左室拡張末期圧の著しい上昇を認める例では、拡張末期において左房から左室内への有効な血液流入が減少 (左室流入血流速波形の心房収縮期波の減高) し、左房から肺静脈への逆流血流が増大 (肺静脈血流速波形の収縮期圧の増高) すること (左房の afterload mismatch) を意味し、拡張期の肺静脈系が左室に比べて 2-3 倍の受容性を有するという Goto らの報告¹⁴⁾とも一致する所見である。

ま と め

左房心筋に有意の病変を有さず、左房収縮能がある一定の範囲内に保たれていることを前提とすれば¹⁵⁾、各種病態における左室流入血流速波形と肺静脈血流速波形の関係は原則として Fig. 7 にみられるパターン様式を示し、拡大心においても例外ではないことが示唆された。

すなわち、拡大心においては肺静脈血流速波形の PVS_1 、 PVS_2 はいずれも減高を示すものの、拡張期事象に関しては肺動脈楔入圧あるいは左室拡張末期圧の上昇度により、以下の 2 型に分類できる。

1. 肺動脈楔入圧あるいは左室拡張末期圧が正常ないし軽度上昇を示す例においては、左室流入血流速波形は拡張早期波 D の減高と心房収縮期波 A の代償的増高を示し、肺静脈血流速波形は収縮期波 (PVS_2) および拡張期波の減高がみられる。
2. 肺動脈楔入圧あるいは左室拡張末期圧が著明に上昇を示す例においては、左室流入血流速波形は“一見正常パターン”を示し、肺静脈血流

速波形は PVS_2 が減高を示すものの、拡張期波と心房収縮期波の著明な増高がみられる。

要 約

経食道パルス・ドプラー法を用いて拡大心30例および健常例30例の肺静脈血流速波形を記録し、左心不全時における肺静脈血流速波形の特徴について検討した。拡大心群30例の内訳は、心筋梗塞18例と拡張型心筋症12例であり、いずれもMモード法の心室中隔・左室後壁エコー図において、左室拡張末期径5.5 cm以上、左室内径短縮率30%未満の例を用いた。肺静脈血流速波形から得られた各指標は、左室流入血流速波形の各指標、収縮期僧帽弁輪移動距離、左室内径短縮率および心臓カテテル検査による平均肺動脈楔入圧と比較対比した。

1. 拡大心(DH群)全例における肺静脈血流速波形の収縮期第1および第2の陽性波高、左室内径短縮率および僧帽弁輪移動距離は、健常群に比べて有意に小であったが、肺動脈楔入圧が18 mmHg以上の拡大心DH-2群とそれ未満の拡大心DH-1群の間には、いずれの指標にも有意差を認めなかった。

2. DH-1群は健常群に比し、肺静脈血流速波形の拡張期波および左室流入血流速波形の拡張早期波Dは有意に小、左室流入血流速波形の心房収縮期波Aは有意に大であった。一方、DH-2群ではDH-1群に比べて、D波、肺静脈血流速波形の拡張期波および心房収縮期波は有意な増高を示した。DH群全例における拡張期波とDあるいは肺動脈楔入圧の間にはそれぞれ有意の正相関を認めたが、後者の関係はlinearではなかった。

3. DH-2群における左室流入血流速波形のA/DはDH-1群に比べて有意に小であったが、心尖拍動図のA/Hは逆に大であった。

4. 重症左心不全(肺動脈楔入圧=23 mmHg)により左室流入血流速波形が偽正常化パターンを示した心筋梗塞例において、肺静脈血流速波形の拡張期波および心房収縮期波は著明に増高し、収

縮期第2陽性波は減高を示した。しかしながら、病態の改善(肺動脈楔入圧=10 mmHg)とともに、左室流入血流速波形はD波の減高とA波の代償的増高パターンに変化し、拡張期波および心房収縮期波は減高、収縮期第2陽性波は増高を示した。

以上の結果から、経食道パルス・ドプラー法による肺静脈血流速波形および左室流入血流速波形の記録は、心不全時における左房・左室連関を非観血的に評価することが可能であると考えられた。

文 献

- 1) 塔間陽一, 松崎益徳, 阿武義人, 民谷正彰, 前田敏明, 米沢文雄, 小西光明, 岡田和好, 弘 潤子, 伊達敏明, 楠川禮造: 食道内超音波心断層法およびパルス・ドプラー法による肺静脈血流速波形の検討. 日超医講演文集 46: 683-684, 1985
- 2) Ogawa S, Oki T, Iuchi A, Kawano T, Uchida T, Hayashi M, Aoyama Y, Hosoi K, Emi S, Fukuda N, Mori H: Analysis of flow velocity patterns in a superior vena cava and the pulmonary vein in cases of hypertrophic cardiomyopathy. Jpn J Med Ultrasonics 17: 223-232, 1990 (in Japanese)
- 3) Iuchi A, Oki T, Ogawa S, Kawano T, Hayashi M, Aoyama Y, Emi S, Hosoi K, Fukuda N, Mori H: Evaluation of pulmonary venous flow pattern in hypertrophied and dilated hearts: A study with transesophageal Doppler echocardiography. J Cardiol 21 (Suppl XXVI): 75-88, 1991 (in Japanese)
- 4) Ohkushi H, Asai M, Ishimoto T, Tominaga T, Fukuda N, Taoka M, Kusaka Y, Irahara K, Oki T, Niki T, Mori H: Left ventricular diastolic filling patterns in hypertrophic cardiomyopathy and myocardial infarction: Studies by pulsed Doppler echocardiography and multi-gated blood pool scans. J Cardiogr 14: 95-104, 1984 (in Japanese)
- 5) 大木 崇, 福田信夫, 井内 新, 小川 聡, 細井憲三, 藤本 卓: 非観血的検査法による循環器疾患の総合診断: 興味ある左室流入様式の変化を示した拡張型心筋症の1例. Medicina 28: 532-542, 1991
- 6) 飯塚昌彦, 中島克彦: 心房機能の解析. 心臓 18: 584-591, 1986
- 7) Fujimoto T, Oki T, Iuchi A, Ogawa S, Kageji Y, Hayashi M, Shinohara H, Hosoi K, Kiyoshige K, Fukuda N, Ito S: Changes in blood flow velocity pattern of the superior vena cava and pulmonary

- vein during lower body negative pressure in normal subjects. *Jpn J Med Ultrasonics* **18**: 668-677, 1991 (in Japanese)
- 8) 清重浩一, 大木 崇, 井内 新, 藤本 卓, 田畑智継, 真鍋和代, 福田和代, 大塚明代, 福田信夫, 伊東 進: 肥大心における下半身陰圧および陽圧負荷時の左室流入, 肺静脈血流速波形の変化に関する検討. *日超医講演論文集* **59**: 739-740, 1991
 - 9) 小川 聡, 大木 崇, 井内 新, 谷本雅人, 吉本和代, 影治好美, 藤本 卓, 清重浩一, 細井憲三, 福田信夫: 肺静脈血流速波形における収縮期波の規定因子に関する検討. *日超医講演論文集* **57**: 329-330, 1990
 - 10) Keren G, Sherez J, Megidish R, Levitt B, Laniado S: Pulmonary venous flow pattern: Its relationship to cardiac dynamics: A pulsed Doppler echocardiographic study. *Circulation* **71**: 1105-1112, 1985
 - 11) Kuecherer HF, Muhiudeen IA, Kusumoto FM, Lee E, Moulinier LE, Cahalan MK, Shiller NB: Estimation of mean left atrial pressure from transesophageal pulsed Doppler echocardiography of pulmonary venous flow. *Circulation* **82**: 1127-1139, 1990
 - 12) Appleton CP, Hatle LK, Popp RL: Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: New insights from a combined hemodynamics and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* **12**: 426-440, 1988
 - 13) 末次正治, 松崎益徳, 塔間陽一, 阿武義人, 岡田和好, 小野史朗, 道重博行, 楠川禮造: 肺静脈還流規定因子に関する臨床的研究: 食道内超音波法による肺静脈血流速波形と心内圧からの分析. *日超医講演論文集* **52**: 29-30, 1988
 - 14) Goto M, Arakawa M, Suzuki T, Tanaka T, Miyamoto H, Yamaguchi M, Takaya T, Ito H, Hirakawa S: A quantitative analysis of reservoir function of the human pulmonary "venous" system for the left ventricle. *Jpn Circ J* **50**: 222-231, 1986
 - 15) 井内 新, 大木 崇, 小川 聡, 細井憲三, 林 真見子, 清重浩一, 吉本和代, 福田信夫, 伊東 進: 肺静脈血流速波形における収縮期第1の陽性波(S₁)の分析による左房機能評価の試み. *日超医講演論文集* **58**: 217-218, 1991