

## 心室中隔の拡張期奇異性運動に関する臨床的・実験的検討

## Diastolic paradoxical movement of the interventricular septum: Clinical and experimental study

鄭 忠和  
田中 弘允  
皆越 真一  
中尾正一郎  
田原 稔  
刀迫 弘  
鹿島 友義  
金久 卓也

Chuwa TEI  
Hiromitsu TANAKA  
Shinichi MINAGOE  
Shoichiro NAKAO  
Minoru TAHARA  
Hiroshi KATANASAKO  
Tomoyoshi KASHIMA  
Takuya KANEHISA

### Summary

Using real-time cross-sectional echocardiography, "diastolic paradoxical motion of the interventricular septum" was found in 3 patients with primary pulmonary hypertension, 2 patients with atrial septal defect complicating secondary pulmonary hypertension, 1 patient with cor pulmonale and 1 patient with Ebstein's anomaly. The interventricular septum (IVS) showed a smooth configuration during systole, whereas the upper portion of the IVS bulged toward the left ventricle during diastole resulting in contact with the anterior leaflet of the mitral valve. The M-mode echogram showed that the IVS moved posteriorly to form two dips in both early- and end-diastole. After the end-diastolic dip, the IVS rapidly moved anteriorly and then slowly posteriorly during systole.

In dogs, such echocardiographic findings of the IVS could be produced by the constriction of the pulmonary artery. To investigate the mechanism responsible for this particular motion, relation between the echocardiograms of the IVS and the left-to-right interventricular pressure gradient was studied in both clinical and experimental studies. The results of analysis showed that the pressure gradient curve and the M-mode echograms of the IVS were very similar to each other in timing and direction during diastole. And also, the LV-RV pressure gradient was negative during diastole when the upper portion of the IVS bulged toward the left ventricle in the cross-sectional echocardiogram.

In conclusion, the diastolic paradoxical motion of the IVS seen in this study was thought to be resulted from the reversal of the left-to-right interventricular pressure gradient during diastole.

鹿児島大学医学部 第一内科  
鹿児島市宇宿町 1208-1 (〒890)

The First Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Kagoshima University, Usuki-cho 1208-1, Kagoshima 890

Presented at the 18th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 2-3, 1979  
Received for publication May 10, 1979

**Key words**

Primary pulmonary hypertension      Ebstein's anomaly      Cor pulmonale      Left-to-right  
 interventricular pressure gradient      Cross-sectional echocardiogram      M-mode echocardiogram

**緒 言**

心エコー図における心室中隔 (IVS) の動態に関する研究は数多くみられ, IVS エコーグラムは各種心疾患の診断上重要な役割を果たすことが広く認められている<sup>1,2)</sup>. 中でも IVS の収縮期前方運動は, 心房中隔欠損症などの右室容量負荷群の特徴的所見として最もよく知られている, IVS の異常運動である<sup>3-9)</sup>. この IVS の異常運動は奇異性運動とも呼ばれているが, そのメカニズムに関してはいくつかの説があり<sup>4,5,7,10-12)</sup>, 確定されたものはない. その中で, 心エコー断層装置を用いてそのメカニズムを検討した Weyman らの説は, IVS の奇異性運動を説明するのに説得力に富んでいる<sup>12)</sup>. しかしながら, 彼らの説を含めて, 今まで述べられている説はいずれも収縮期異常運動を説明するためのものである.

我々は心断層図で拡張期に左室内へ突出する心室中隔の異常運動, すなわち一般的にいわれている収縮期奇異性運動と異なり, 拡張期奇異性運動と称したほうがよいと思われる異常運動を見出し, さらにそのメカニズムが左右両心室間の拡張期圧較差によって生ずることを, 臨床例およびイヌを用いた実験において明らかにしたので報告したい.

**対象と方法**

**1. 臨床的研究**

対象は最近記録した約 1,000 例の実時間超音波心断層図の中で, IVS の著明な拡張期奇異性運動を認めた 7 例である. その内訳は原発性肺高血圧症 (PPH) 3 例, 心房中隔欠損症 (ASD) に伴う 2 次性肺高血圧症 2 例 (このうち 1 例は手術施行例), 慢性肺疾患 (肺気腫) に伴う肺性心 1 例, エプスタイン奇型 1 例である. 対照として正常者 10 名, 心室中隔欠損に伴う Eisenmenger 症候群

4 例, 動脈管開存に伴う Eisenmenger 症候群 4 例の IVS エコーグラムを比較検討した (Table 1).

用いた装置は東芝製電子走査型超音波診断装置 SSH-11A である. 患者を仰臥位とし, 胸骨左縁第 3 ないし第 4 肋間に探触子をおき, 心長軸方向ならびに心短軸方向の心断層図を記録した. 記録は呼気止めにて, 8 ミリシネカメラ, およびパロイドカメラによった. M モードエコー図の記録は, 心断層図を実時間にて観察しながら, 同時に

**Table 1. Materials (Clinical study)**

Case number	Age (yrs)	Sex	Diagnosis
1	49	F	PPH
2	34	F	PPH
3	20	M	PPH
4	38	F	ASD (post ope.)+PH
5	20	F	ASD+PH+SLE
6	30	F	Ebstein's anomaly
7	45	M	Cor pulmonale
8	41	F	VSD (Eisenmenger syn.)
9	19	M	VSD (Eisenmenger syn.)
10	1	M	VSD (Eisenmenger syn.)
11	2	M	VSD (Eisenmenger syn.)
12	14	F	PDA (Eisenmenger syn.)
13	15	F	PDA (Eisenmenger syn.)
14	26	M	PDA (Eisenmenger syn.)
15	50	F	PDA (Eisenmenger syn.)
16		M6	} Normal
	mean 24		
25		F4	

F=female; M=male; PPH=primary pulmonary hypertension; ASD=atrial septal defect; PH=pulmonary hypertension; SLE=systemic lupus erythematosus; VSD=ventricular septal defect; PDA=patent ductus arteriosus.

心室中隔に直角にビームがあたる方向で、Honeywell 製 strip chart recorder を用い、紙送り速度 25, 50 および 100 mm/sec で記録した。

2 例の PPH 患者においては両心室カテーテル検査を行い、右室圧、左室圧および左-右両室間圧較差を同時記録し、心エコー図所見との対比、検討を行った。

## 2. 実験的研究

両心室間圧較差と心エコー図所見との相関を検討するために、雑種成犬 6 頭 (体重 18~30 kg, 平均 24 kg) を用いて実験を行った。ペントバルビタール 30 mg/kg にて麻酔し、開胸後 Millar のカテーテルを右室および左室心尖部より挿入して、左室圧、右室圧、左-右両室間圧較差を同時に記録しつつ、一方では東芝製電子走査型超音波診

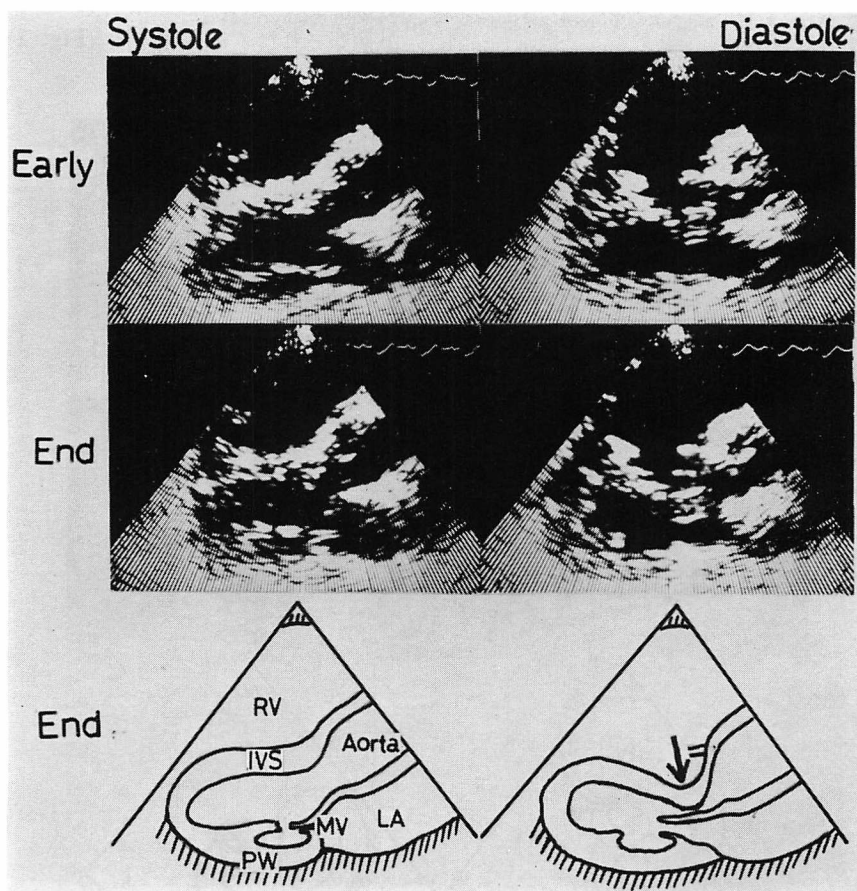


Fig. 1. Long axis cross-sectional echocardiograms from a 49-year-old female with primary pulmonary hypertension.

During systole, the interventricular septum (IVS) shows a smooth configuration. On the other hand, the upper portion of the IVS bulges toward the left ventricular outflow tract (arrow) during diastole, and contacts with the anterior leaflet of the mitral valve.

RV=right ventricle; MV=mitral valve; PW=posterior wall of the left ventricle; LA=left atrium.

断装置 SSH-11A を用いて, 心エコー断層図および M モードエコー図をそれぞれ 8 mm シネカメラおよび Honeywell 製 strip chart recorder にて, 圧と同時に記録した. 肺動脈根部にテフロンテープをかけて結紮することにより, 一過性の右室圧上昇を作成した. 結紮の程度を加減することにより, 種々の程度の右室圧上昇を作成し, コントロール時, 肺動脈結紮時, 結紮の解除時を連続して, 圧および心エコー図を同時記録した. 一匹のイヌでこの操作をくり返し, 反復して記録した.

## 結 果

### 1. 臨床的研究

対象とした PPH 3 例, ASD+PH 2 例, エプスタイン奇形 1 例, 肺性心 1 例計 7 例の全例において, 心エコー図上 IVS に特異的な変化が認められた. この変化は上部 IVS ほど著明な変化を示した. すなわち症例 1 の心エコー断層図にみられるように, 拡張初期から末期にかけて, 上部 IVS は著しく左室流出路の方へ突出しているのが観察された. 心長軸方向 (Fig. 1) では収縮期

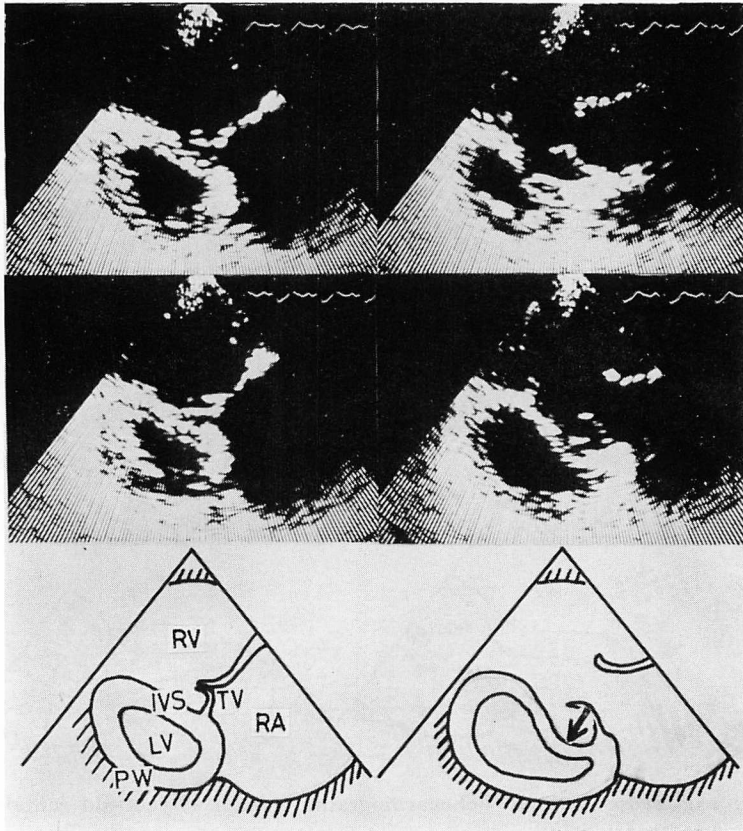
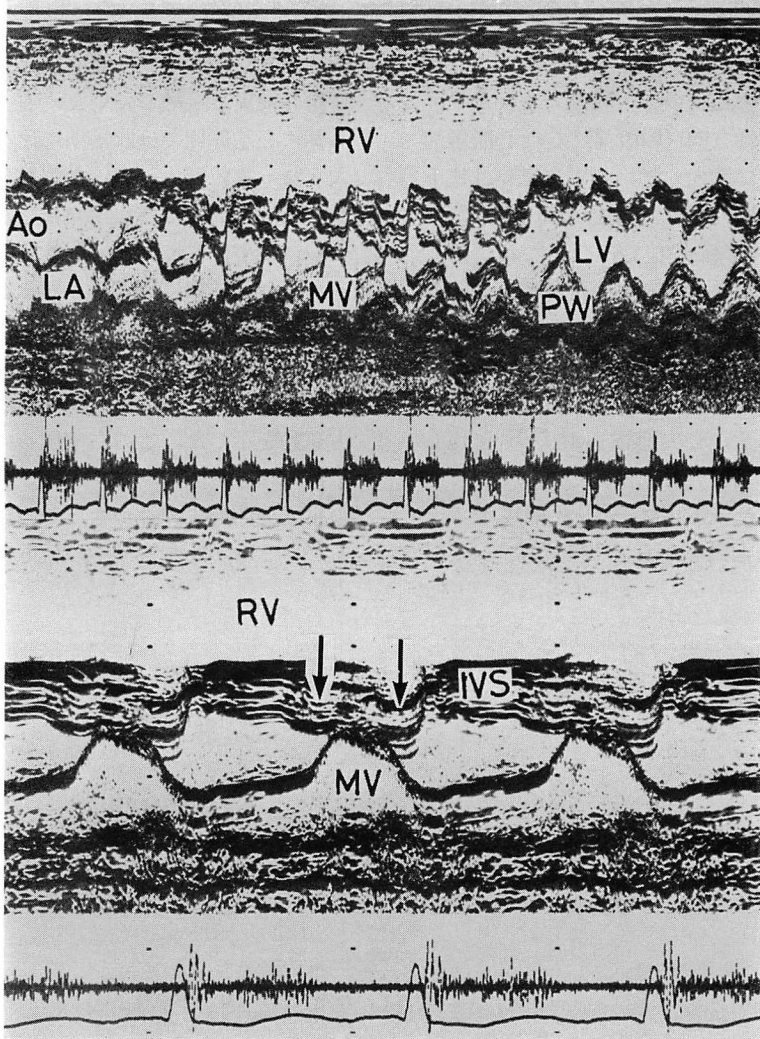


Fig. 2. Short axis cross-sectional echocardiograms from the same patient as in Fig. 1.

The shape of the interventricular septum (IVS) is flat and smooth during systole. During diastole, the IVS bulges toward the left ventricle (arrow). The right ventricle is markedly enlarged while the left ventricle is very narrowed.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; RA=right atrium; LA=left atrium; TV=tricuspid valve.



**Fig. 3. M-mode echocardiograms of the same patient as in Figs. 1 and 2.**

Upper panel shows the M-mode scan echocardiogram from the aorta to the apex. Note the diastolic posterior motion of the interventricular septum (IVS), especially in the upper portion of the IVS. Lower panel shows an M-mode echocardiogram of the upper portion of the IVS. The IVS shows two dips in early and late diastoles (arrows). Abrupt and brief anterior motion of the IVS follows the end-diastolic dip. The beginning of the anterior motion almost coincides with the peak of the R wave of the electrocardiogram, and the end of the motion coincides with the onset of the first heart sound. During systole, the IVS moves gradually toward the left ventricle.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; Ao=aorta; LA=left atrium; MV=mitral valve; PW= posterior wall.

には IVS はスムーズな形態を示しているのに反し、拡張期には初期および末期とも上部 IVS が著しく左室流出路の方へ突出し (bulging), したがって左室基部では収縮期よりも拡張期のほうがむしろ左室径は減少している所見がみられた。

同一症例の心短軸方向 (Fig. 2) での心断層図でみると、右室腔は拡大しているが左室腔は狭小化しており、収縮期の左室の形態は楕円形を呈し、IVS は直線状の形態を示している。これに対して、拡張期では三尖弁の中隔尖の付着部位寄りの IVS は、初期および末期とも著しく左室側へ突出している所見が明瞭に認められた。この突出した部分は長軸方向では約 2.5 cm、短軸方向では約 2.0 cm にわたり、心尖部寄りの IVS に比し心基部側で限局性突出が明瞭であった。

同一症例の M モードエコー図を観察すると (Fig. 3), 上段の大動脈から心尖部方向への M

モードスキャンでは、IVS の異常運動は心断層図所見と同じく、僧帽弁前尖の検出できる心基部 (心室中隔上部) において著明であった。すなわち、上部 IVS は拡張期に著明に後方運動をしており、僧帽弁前尖と接触していた。右室径は拡大しているが、心基部側では収縮期に比べて拡張期により大となっていた。一方、左室径は狭小化しているが、心基部側では拡張期のほうが収縮期に比べてさらに狭小化していた。Fig. 3 下段で IVS の動きをさらに詳細に観察してみると、拡張初期には左室側への運動を行い dip を形成した後、心電図 P 波にひきつづいて再度後方運動を行ってさらに dip を形成し、その後急峻な右室側への前方運動を示した。この右室側への急峻な前方運動の開始は心電図 R 波の頂点にほぼ一致し、I 音の主成分開始までつづき、その後収縮期全体を通じてゆるやかな左室側への後方運動へと移行した。

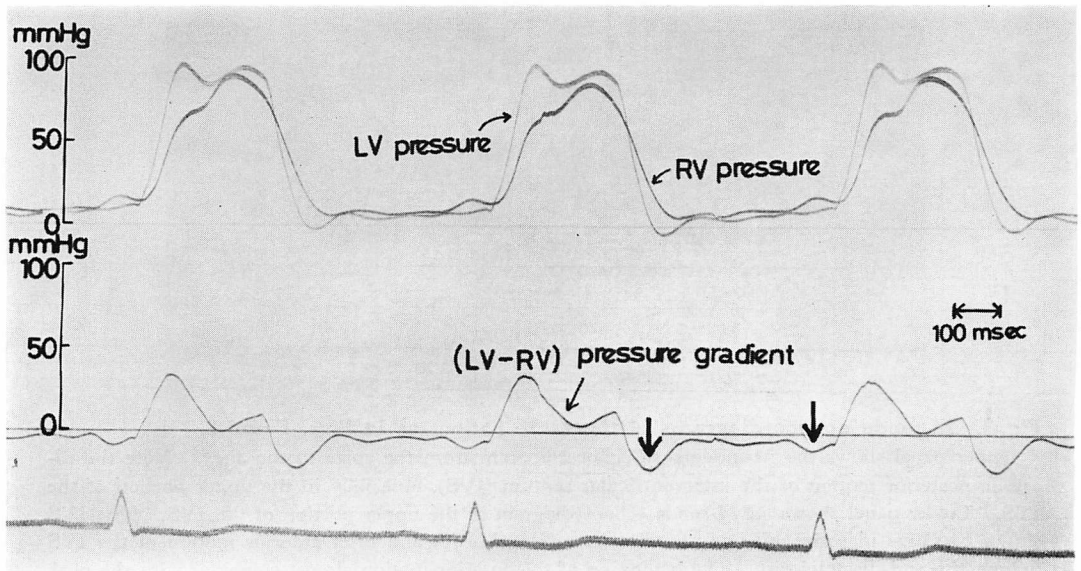


Fig. 4. Simultaneous recording of the right ventricular (RV) and left ventricular (LV) pressures, and the left-to-right interventricular (LV-RV) pressure gradient in the same patient as in Figs. 1, 2 and 3.

Two dips (arrows) are shown in the LV-RV pressure gradient curve. The first dip appears in early diastole because the RV pressure crosses over the left ventricular one at their descending limbs. The second dip results from the end-diastolic elevation of the RV pressure due to atrial kick.

この症例において施行した右室圧、左室圧、および左-右両室間圧較差の同時記録を Fig. 4 に示す。最大収縮期圧は左室で 98 mmHg、右室で 95 mmHg と、右室圧の上昇が著しく、また右室圧では拡張末期の a 波 (atrial kick) が増大していた。左-右両室間圧較差をみると、収縮期に陽性であったものが、拡張早期に基線をクロスして陰性となった。この時相は肺動脈圧波形の dicotic notch にはほぼ一致していた。拡張早期に深い dip を形成 (この dip の深さは最大 20~25 mmHg) した後、拡張早期にかけて、-3 ないし -5 mmHg の範囲で多少の動揺を示した。そして心電図 P 波の後で、右室圧の atrial kick に一致して再び明

瞭な dip を形成した後、左室内圧の急激な上昇の開始に一致して急峻な立ち上がりを示した。

以上、Mモードエコー図の IVS の動きと、左-右両室間圧較差曲線は拡張期の時相できわめて類似したパターンを呈し、それぞれ拡張初期および末期に dip を形成し、しかもそれらは時相的にもほぼ一致していることが示された。

Case 2 の心エコー図を Fig. 5~6 に示してあるが、心断層図では心長軸方向および心短軸方向とも、Case 1 と全く類似した所見を呈していた。すなわち、収縮期には IVS はスムーズな形態を示しているが、拡張期には IVS (とくに上部 IVS) は心長軸方向および短軸方向において著しく左室

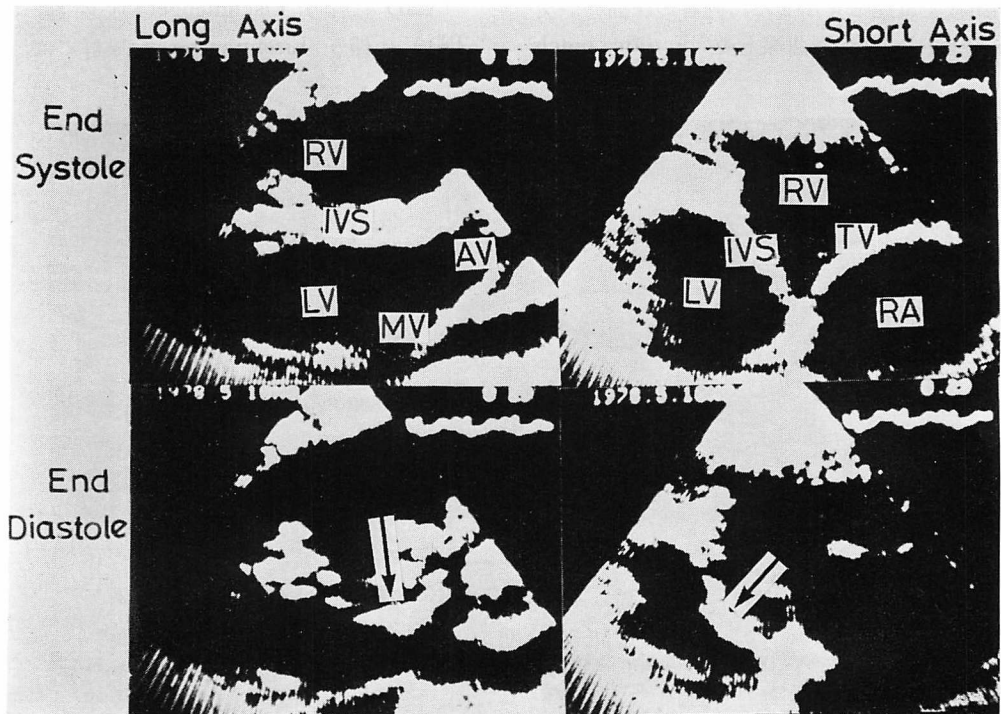


Fig. 5. Cross-sectional echocardiograms from a 34-year-old female with primary pulmonary hypertension.

In both long and short axis cross-sectional echocardiograms, the shape of the interventricular septum (IVS) is smooth at end systole. At end diastole, however, the upper portion of the IVS bulges toward the left ventricle (arrows).

RV=right ventricle; LV=left ventricle; RA=right atrium; LA=left atrium; MV=mitral valve; TV=tricuspid valve.

の方へ突出 (bulging) しているのが明瞭に認められた (Fig. 5). 一方, Mモードエコーでも Case 1 と同じく, 拡張期には初期および末期に2つの dip を形成していた. また, 心電図 R 波の頂点にほぼ一致して急峻な前方運動を行い, ついで I 音開始の時点から収縮期を通じてゆるやかな後方運動を呈しているのも, Case 1 の所見と全く同様であった (Fig. 6).

Fig. 7 は Case 3 の左-右両室間圧較差と, IVS エコーを示したものである. 左室圧および右室圧の曲線 (Fig. 7A) は Case 1 (Fig. 4) とほぼ同じパターンを呈していた. すなわち, 右室収縮期圧は上昇し, 圧下降曲線上のある時点において右室圧が左室圧を凌駕し, そのために左-右両室間圧較差は逆転を示した. 両者の圧曲線が交叉する時点は, 肺動脈曲線上の dicrotic notch

にほぼ一致していた. また拡張末期では, 右室圧は左室圧に比べて atrial kick がより大であった. したがって左-右両室間圧較差曲線は拡張初期および末期で, 2つの dip を形成していた. Mモードエコーの IVS の動き (Fig. 7B) は Case 1, および2によく似ており, しかも拡張初期および末期の dip 形成の動きは, 時相的にみて全く左-右両室間圧較差曲線と一致していた.

Fig. 8 は Case 4 の心断層図であるが, 本例も Case 1~3 と同様に, IVS (とくに上部 IVS) は拡張期に左室の方へ突出しているのが認められた. Mモードエコーでも同様の所見を呈していた. また, 図示していない他の3例の心エコー図所見も全く同様であった.

VSD に伴う Eisenmenger 症候群, および PDA に伴う Eisenmenger 症候群では, 対象群

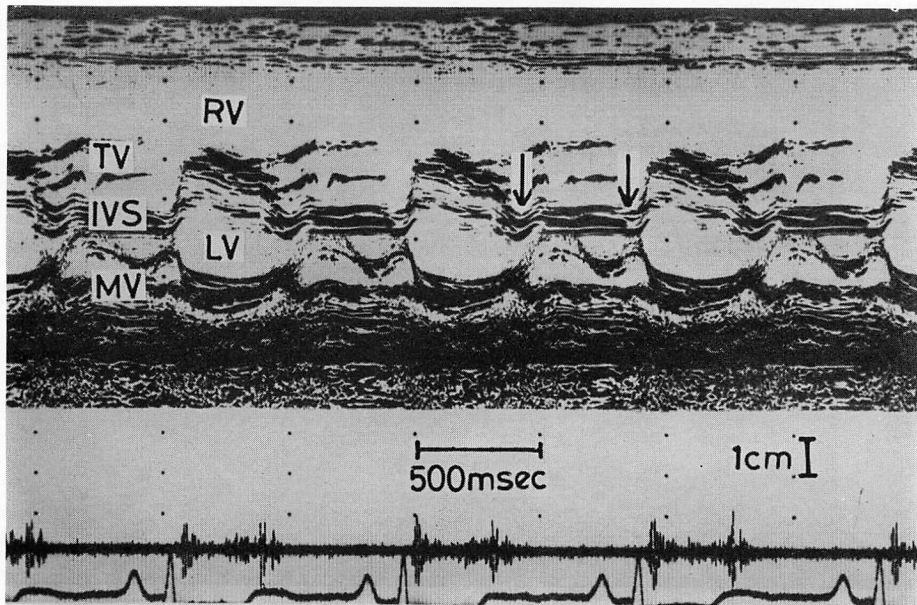


Fig. 6. M-mode echocardiogram of the same patient as in Fig. 5.

Diastolic paradoxical movement of the interventricular septum (IVS) is prominent and the IVS contacts with the anterior leaflet of the mitral valve during diastole. Early and end diastolic dips (arrows) of the IVS are clearly recorded. Abrupt and brief systolic anterior motion begins at the peak of the R wave and ends with the onset of the first heart sound. After that, the IVS gradually moves posteriorly during systole.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; TV=tricuspid valve; MV=mitral valve.



にみられたような IVS の異常運動は心断層図および M モードエコー図上 1 例もみられず、全例正常者とほぼ同じ方向の動きを示した。

## 2. 実験的研究

6 頭全例において、肺動脈根部をテフロンテープで結紮することにより、右室拡張期圧が左室拡張期圧を凌駕した状態を作成することができ、また結紮を解除することにより、コントロールの状態に復させることができた。このさい、圧記録と同時に記録した心エコー図でも、臨床例にみられた拡張期に IVS が左室側へ突出する、いわゆる拡張期奇異性運動を再現することができた。

Fig. 9 に、一頭のイヌにおける圧記録を示してある。肺動脈結紮前には、左室圧は右室圧より常に高い値を示し、両者が交叉することはなかった。しかしながら、肺動脈の結紮の程度が進むにつれて、右室圧は漸次増加し同時に右室駆出時間が延長するのに対して、左室圧は漸次減少して、ついに心室内圧曲線の下降脚において両者が交叉する状態が認められ、拡張早期に左-右両室間圧較差に dip が出現した。結紮の程度がさらに強くなると、拡張早期の dip に加えて、拡張末期に第 2 の dip が認められるようになった。これらの所見は結紮を漸次解除するにつれて、結紮前の状態へと復した。

Fig. 10 は、Fig. 9 における結紮前の圧曲線、並びに拡張早期および末期に 2 つの dip が生じた時の圧曲線をそれぞれ増幅し、速度を増して記録したものである。結紮前 (Fig. 10 上段) には拡張期における左-右両室間圧較差は約 +5 mmHg であり、陰性部分は全くみられなかった。これに対して結紮中 (Fig. 13 下段) では、左-右両室間圧較差曲線は拡張早期に約 -10 mmHg、拡張末期に約 -4 mmHg ないし -6 mmHg の陰性 dip を示した。また 2 つの dip の間、すなわち拡張中期には -2~-3 mmHg の plateau が認められた。拡張末期の dip は結紮によって右室の atrial kick は増大したが、左室のそれはむしろ減少したために生じたものである。また、こ

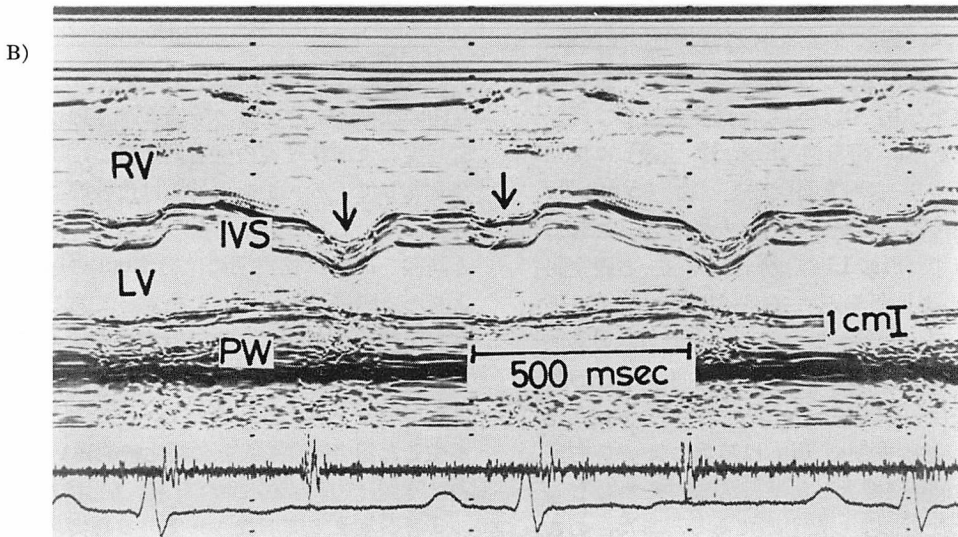
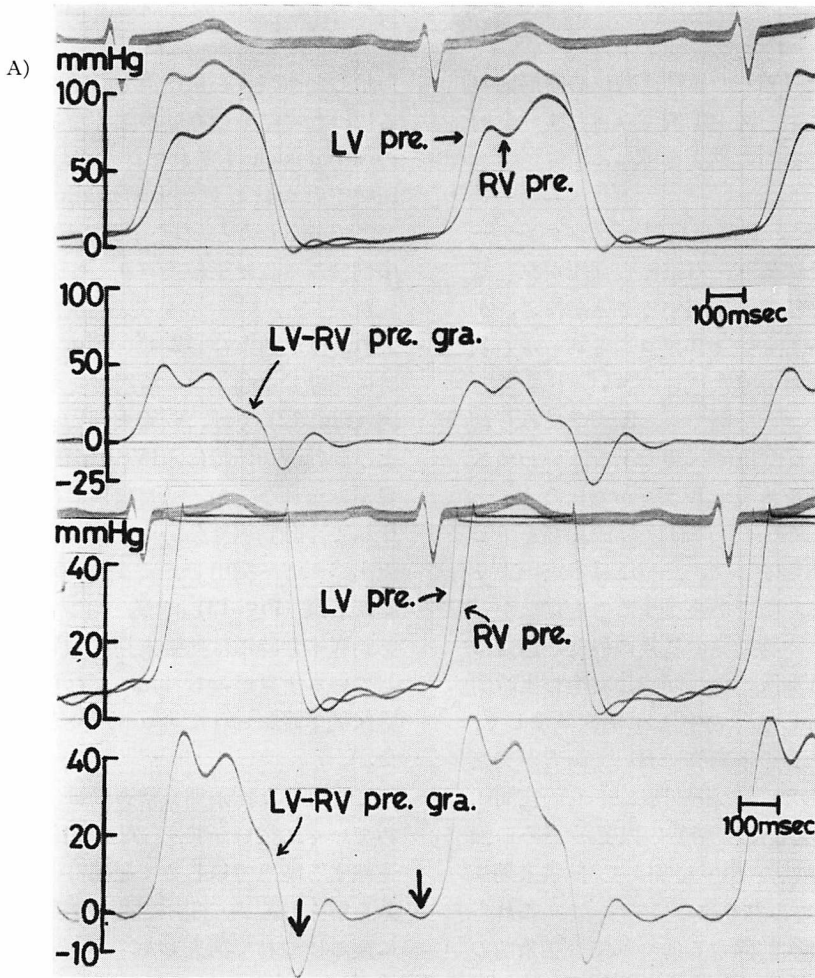
に示した連続 4 心拍は第 1 心拍から第 4 心拍となるにつれて結紮の程度が強くなっているが、右室の atrial kick もそれに伴って増大し、その結果圧較差における拡張末期の dip も増大していた。ここでみられた左-右心室間圧較差パターンは、臨床例にみられた圧較差パターンと極めて類似していた。

Fig. 11 および 12 は、Fig. 10 の圧曲線と同時に記録した心エコー断層図を示す。心長軸断層図 (Fig. 12) では、収縮末期にはコントロールおよび肺動脈結紮時に、IVS の形態にはほとんど差異がみられないが、拡張末期にはコントロールに比べて、肺動脈結紮時に上部 IVS は著しく左室流出路の方へ突出しているのが観察された。心短軸断層図 (Fig. 13) でも、コントロールに比べ、肺動脈結紮時には拡張末期に IVS は左側へ突出している所見がみられた。これらのエコー所見は、臨床例で観察されたエコー所見とほぼ同様であった。

このような拡張期異常運動は、肺動脈結紮を強めていくに従い、左-右両室間圧較差が拡張期に逆転する時点ではじめて発現し、ついで肺動脈結紮を解除し、左-右両室間圧較差が結紮前の状態に戻るにつれて消失した。

## 考 案

IVS はその大部分を占める筋性部と、せまい範囲の膜様部よりなる。膜様部は上部は大動脈弁右冠尖および左冠尖の付着部に接し、約 2 cm の径を有している。また IVS は比較的厚い左室部分と、薄い右室部分よりなっている。他の心室筋と同様、IVS は拡張期には約 1 cm の厚さの筋肉よりなる隔壁にすぎず、したがってある程度の両室間圧較差があれば、その形態や動態の変化をきたすものと考えられる。大動脈根部は比較的固定されていると考えられるので、このような圧較差が生じた場合、膜様部を含む比較的薄い上部 IVS のほうが、やや厚く、かつ右室、左室および IVS の 3 者が集まって形成されている心尖部に近い



← Fig. 7. LV-RV pressure gradient curve and M-mode echogram in a 20-year-old male with primary pulmonary hypertension.

Upper panel in Fig. 7A shows that RV pressure curve crosses over the LV pressure curve at their descending limbs. Lower panel in Fig. 7A is magnified recording. Two dips are observed in LV-RV pressure gradient curve. The RV pressure crosses over the LV pressure during early diastole resulting in one dip on the pressure gradient curve. Another dip is produced by the increased right atrial kick.

RV=right ventricular; LV=left ventricular; LV-RV=left-to-right interventricular.

IVS よりも、圧較差の影響を受けやすいものと推測される。

IVS の異常運動に関する報告は数多くみられるが、左脚ブロック<sup>13-15</sup>や WPW 症候群<sup>16,17</sup>のさいにみられる IVS の presystolic notch を除けば、いずれも収縮期前方運動に関する報告である。このように、従来は IVS の動きについては

収縮期に主体をおいてその運動の変化をとらえており、拡張期異常運動としてとらえた報告は我々の知る範囲ではみられない。今回我々が示した IVS の異常運動は、拡張期異常運動として解釈すれば容易に理解することができる。

両室間圧較差曲線を記録した2臨床例において、  
1) 左-右両室間圧較差曲線上、拡張早期と拡張末

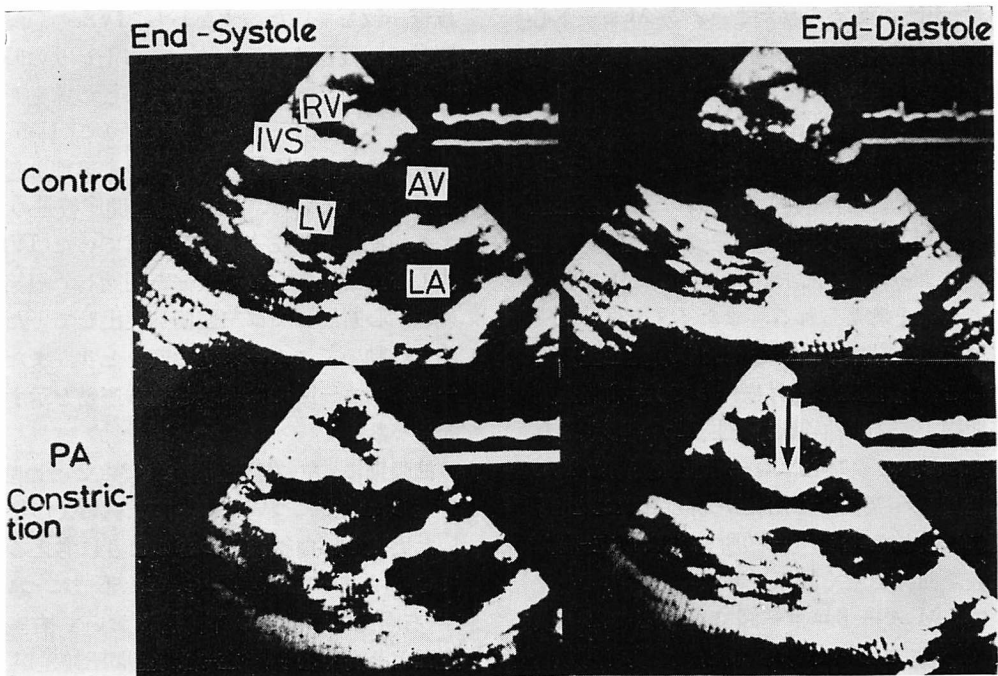


Fig. 8. Long axis cross-sectional echocardiogram from a 38-year-old female with ASD (post-operation).

During systole the interventricular septum (IVS) shows smooth configuration, but the upper portion of the IVS bulges toward the left ventricular outflow tract during diastole.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; LA=left atrium; TV=tricuspid valve; PW=posterior wall.

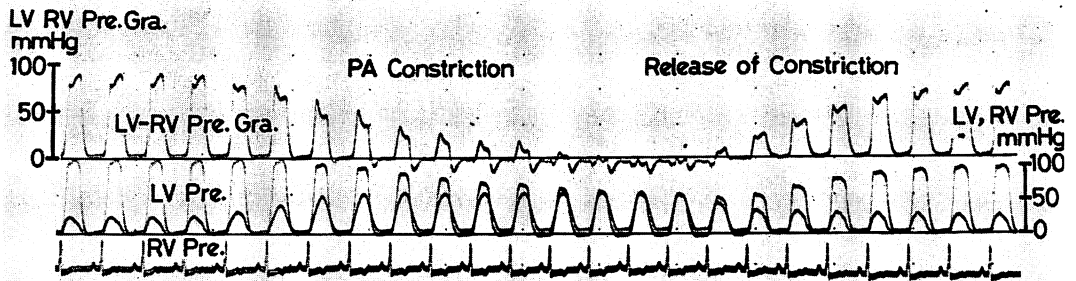


Fig. 9. Continuous and simultaneous recording of RV and LV pressures, and LV-RV pressure gradient before and during an increasing and releasing constriction of the pulmonary artery trunk in a dog.

The RV pressure is increased but the LV pressure is decreased by constriction of the pulmonary artery. Note that the early diastolic dip appears by the constriction and that the end diastolic dip also appears by more severe constriction. These changes are shown to be reversible by releasing of the constriction.

RV=right ventricular; LV=left ventricular; LV-RV=left-to-right interventricular.

期に陰性 dip が認められたこと, 2) Mモード心エコー図上拡張早期および拡張末期に, IVSは後方運動を行い, dip を形成したこと, そしてさらに, 3) 圧較差曲線の dip と Mモード心エコー図の IVS の dip が時相的にほぼ一致したこと, の3つの事実は, 心断層図でみられた拡張期左室流出路への IVS の突出が, 左-右両室間圧較差の陰性化によって発生したものであることを強く示唆するものと考えられる. またイヌを用いた実験で, 肺動脈を結紮することにより右室圧上昇を作成すると, 右室圧の上昇に伴って左-右両室間圧較差曲線上, 拡張早期に陰性 dip が形成されたこと, およびこの時心エコー図上拡張期に IVS が左室流出路へ突出する所見が得られたことは, 臨床例にみられた心エコー図所見 および左-右両室間圧較差曲線と全く同様である.

つぎに, Mモード心エコー図で観察された拡張末期の dip につづいてみられた, 急峻な前方運動の発生メカニズムについて考察を加えてみたい. この前方運動は心電図上 R 波のほぼ頂点にはじまり, その終了点は I 音主成分の開始にほぼ一致していることが認められた. 一方, 左-右両室間圧較差曲線の急峻な立ち上がりは I 音開始点に

ほぼ一致していた. すなわち, IVS の急峻な前方運動は圧較差曲線の急峻な立ち上がりの時点にはすでに終了していた. それ故, この運動を圧較差によって説明することはできない. IVS の電気的収縮は通常心室筋の中では最も早期に起こることが知られている. 左-右両室間圧較差の逆転により, 拡張期に左室側へ突出していた IVS は, 他の心室筋に先立って収縮を開始し, 短縮するために, 心断層図では左室側へ突出していた部分が前方へ動いてスムーズな形態をとり, また Mモード心エコー図では急峻な前方運動を示すものと考えられる.

拡張期に, 左-右両室間圧較差に2つの陰性 dip が生じた理由については, 臨床例およびイヌを用いた実験の圧曲線からつぎのように考えることができる. まず拡張早期の dip 形成については, 左-右両室間圧較差の下降脚において右室圧が左室圧より高くなり, 左-右両室間圧較差が逆転して陰性化することが必要である. このような状態をきたす要因としては, 右室収縮期圧の上昇, 右室駆出時間の延長, 右室圧下降脚の傾斜の低下, 左室収縮期圧の低下, 左室駆出時間の短縮, 左室圧下降脚の傾斜の増加などがあげられる. また拡

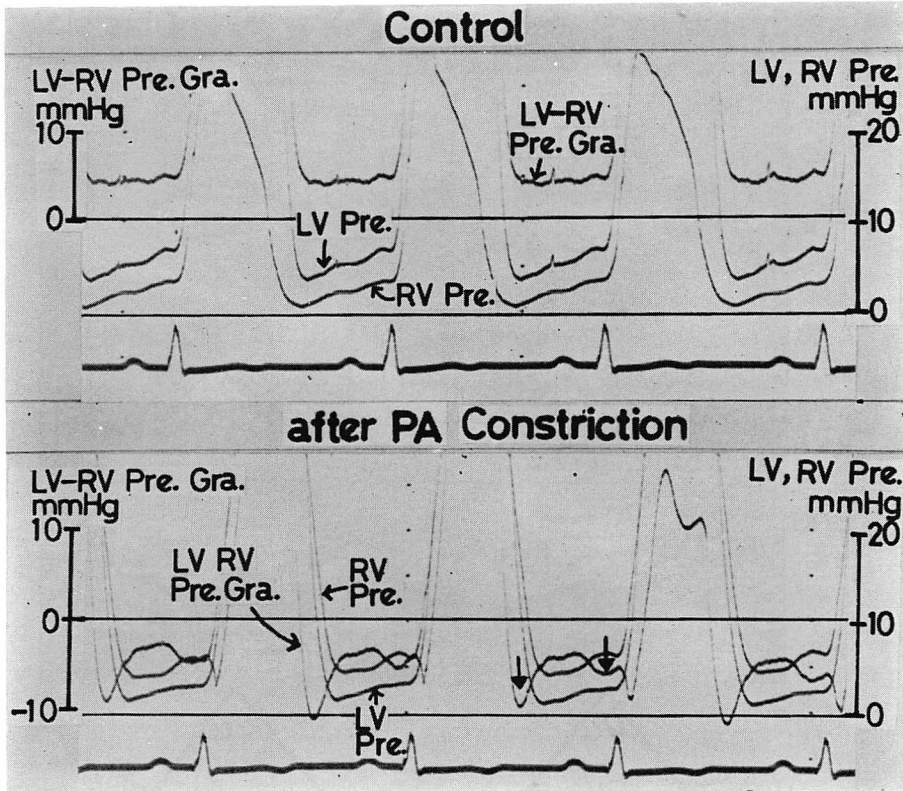


Fig. 10. Magnified curve of the LV-RV pressure gradient, and the LV and RV pressure of the same dog as in Fig. 9.

In the control state (upper panel), the LV-RV pressure gradient is positive throughout diastole. During an increasing constriction of the pulmonary artery (lower panel), the LV-RV pressure gradient curve shows two dips during diastole (arrows). The first dip appears in the early diastole because the RV pressure crosses over the left ventricular one at their descending limbs. The second dip results from the end-diastolic elevation of the RV pressure due to atrial kick.

張末期の陰性 dip は右室の atrial kick が強く、左室のそれが弱いことによって発生すると思われる。したがって、このような血行動態をきたすような病態があれば、拡張期に左室内への IVS 突出という現象が生ずるものと考えられる。

IVS の拡張期左室内突出を認めた、PPH, 2 次性肺高血圧を伴う ASD, エプスタイン奇形, 肺性心では上述のような状態が発生していると考えられる。一方 VSD を伴う Eisenmenger 症候群, PDA に伴う Eisenmenger 症候群では、1 例も IVS の拡張期左室内突出が認められなかった。

その理由としてはつぎのようなことが考えられる。まず、VSD に伴う Eisenmenger 症候群では欠損孔があるために逆シャントが生じ、右室から左室へ圧がにげること、および左室駆出時間の短縮などの左室血行動態の変化が上述の疾患群に比べてそれほど強くないことが推測される。また PDA に伴う Eisenmenger 症候群では右室圧の増大がみられるものの、一方左室負荷もかなり生じており、したがって左-右両室間圧較差をみた場合、上述のごとく、拡張期の陰性化が生じにくいと考えられる。

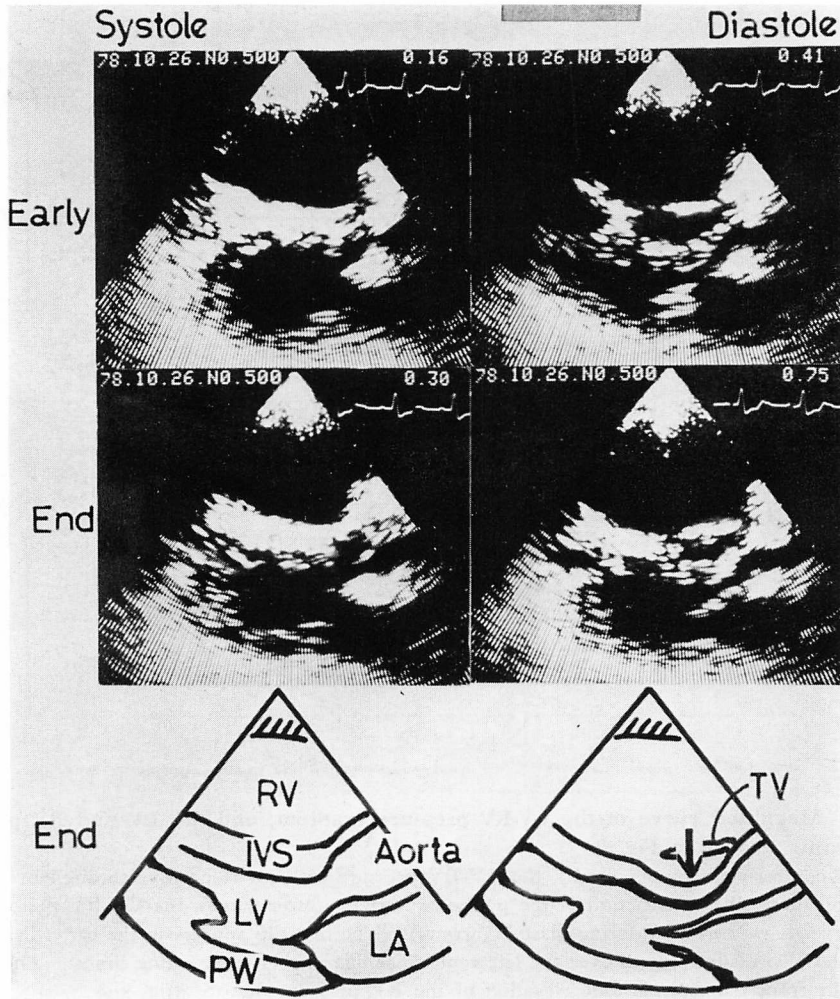


Fig. 11. Long axis cross-sectional echocardiograms before (upper panel) and during (lower panel) pulmonary artery constriction in the same dog as in Figs. 9 and 10.

In control state, the interventricular septum (IVS) shows smooth and flat shape both in systole and in diastole. By contrast, the IVS bulges toward the left ventricular outflow tract in end diastole (arrow).

RV=right ventricle; LV=left ventricle; LA=left atrium; MV=mitral valve.

ここで観察された IVS エコー所見のうち, Mモード心エコー図の所見はすでに Goodら<sup>18)</sup>, 盛岡ら<sup>19)</sup>が, PPH や諸種疾患に伴う2次性肺高血圧の症例で観察し記載しているが, しかしそれらの報告では, 心エコー断層図による検討はなされていない. またその発生メカニズムに関する記載

はみられず, 収縮期異常運動の1つとしてとらえている. しかしながら, 今まで述べたごとく, この IVS の異常運動は従来いわれている収縮期前方運動とは明らかに異なっているために, 拡張期奇異性運動として, 今までいわれている収縮期奇異運動とは明確に区別しておく必要があると考え

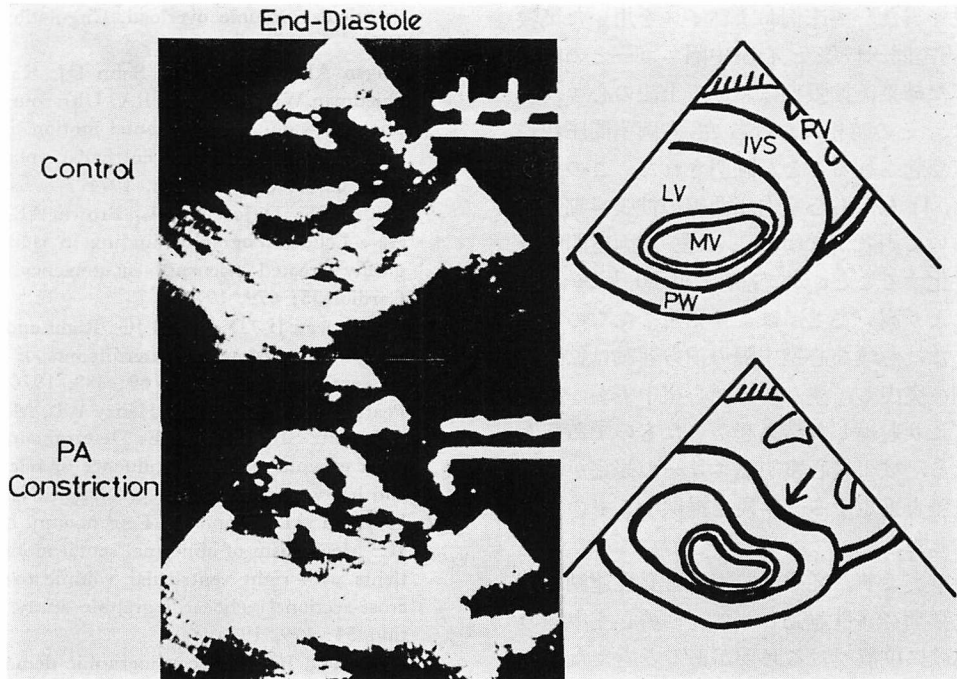


Fig. 12. Short axis cross-sectional echocardiograms before and during pulmonary artery constriction in the same dog as in Figs. 9, 10 and 11.

In control state, the interventricular septum (IVS) is convex toward the right ventricle in end-diastole. But the IVS bulges toward the left ventricle in end-diastole during constriction of the pulmonary artery.

RV=right ventricle; LV=left ventricle; MV=mitral valve; PW=posterior wall; PA=pulmonary artery.

る。

以上を要約すると、PPH, ASD に伴う 2 次性肺高血圧, エプスタイン奇形, 肺性心において, 特異的な IVS エコー所見, すなわち心断層図で拡張期に IVS が左室内へ突出すること, M モード心エコー図で拡張早期および末期に dip を形成することが認められたこと, これらの所見は左-右両室間圧較差によって発生することを報告した。

以上のような事実から, 我々は IVS, とくに上部 IVS の拡張期形態の変化は両室間圧較差によって生ずること, したがって上部 IVS の形態ならびに動態の観察は, 両心室間圧較差を推定する一手段を提供するものであると結論した。

### 要 約

原発性肺高血圧症 3 例, 2 次性肺高血圧症を伴う心房中隔欠損症 2 例 (1 例は手術施行例), エプスタイン奇形 1 例, 肺性心 1 例の計 7 例において特異的な心室中隔エコー所見を観察した。すなわち, 心エコー断層図では上部心室中隔が拡張期に左室流出路へ突出する所見が得られ, 収縮期にはこの部が他の心室中隔とスムーズに連続した形態をとること, また M モード心エコー図では拡張早期および末期に後方運動を示し, 2 つの dip を形成し, 収縮早期に急峻な前方の運動をすることが認められた。イヌを用いた実験において, 肺動脈を結紮することにより, 臨床例と同様の心エコー

一図所見を得た。臨床例およびイヌを用いた実験で左-右両室間圧較差と心室中隔エコーとの相関を検討した結果、拡張期における上記の心エコー図所見は、その時相における左-右両室間圧較差によって惹起されることが証明された。このような病態は、1) 左、右心室内圧曲線の拡張早期の下行脚において両者が cross し、左-右両室間圧較差が陰性化すること、2) 右室の atrial kick が左室のそれより高いこと、により発生したものであった。また、急峻な心室中隔の前方運動は拡張期に左室側へ突出し、撓んでいた心室中隔が、電氣的興奮により収縮した結果起こったものであると考えられる。拡張期心室中隔エコーの観察が、両室間圧較差を推定する一手段を提供するものであると結論した。

以上の事実より、従来の収縮期奇異性運動に対して、拡張期奇異性運動として、この心室中隔の動きを明確に位置づける必要があると考えた。

#### 文 献

- 1) Sayaya J, Longo MR, Schlant RC: Echocardiographic interventricular septal wall motion and thickness: A study in health and disease. *Amer Heart J* **87**: 681, 1974
- 2) Assad-Morell JL, Tajik AJ, Giuliani ER: Echocardiographic analysis of the ventricular septum. *Prog Cardiovas Dis* **42**: 219, 1974
- 3) Popp RI, Wolfe SB, Hirata T, Feigenbaum H: Estimation of right and left ventricular size by ultrasound. *Amer J Cardiol* **24**: 523, 1969
- 4) Diamond MA, Dillon JC, Haine CL, Chang S, Feigenbaum H: Echocardiographic features of atrial septal defect. *Circulation* **43**: 129, 1971
- 5) Meyer RA, Schwartz D, Benzing G, Kaplan S: Ventricular septum in right ventricular volume overload. *Amer J Cardiol* **30**: 349, 1972
- 6) Tajik AJ, Gau GT, Ritter DG, Schattenberg TT: Echocardiographic pattern of right ventricular diastolic volume overload in children. *Circulation* **46**: 36, 1972
- 7) Kerber RE, Dippel WF, Abboud FM: Abnormal motion of the interventricular septum in right ventricular volume overload. *Circulation* **48**: 86, 1973
- 8) Hagan AD, Francis GS, Sahn DJ, Karliner JS, Friedman WF, O'Rourke RA: Ultrasound evaluation of systolic anterior septal motion in patients with and without right ventricular volume overload. *Circulation* **50**: 248, 1974
- 9) Seides SF, DeJoseph RL, Brown AE, Damato AN: Echocardiographic finding in isolated, surgically created tricuspid insufficiency. *Amer J Cardiol* **35**: 679, 1974
- 10) Laurenceau JL, Dumesnil JG: Right and left ventricular dimensions as determinants of ventricular septal motion. *Chest* **69**: 388, 1976
- 11) Pearlman AS, Clark DE, Henry WL, Morganroth J, Itscoitz SB, Epstein SE: Determinants of ventricular septal motion. Influence of relative right and left ventricular size. *Circulation* **54**: 83, 1976
- 12) Weyman AE, Wann S, Feigenbaum H, Dillon JC: Mechanism of abnormal septal motion in patients with right ventricular volume overload. A cross-sectional echocardiographic study. *Circulation* **54**: 179, 1976
- 13) McDonald IG: Echocardiographic demonstration of abnormal motion of the interventricular septum in left bundle branch block. *Circulation* **48**: 272, 1973
- 14) Dillon JC, Chang S, Feigenbaum H: Echocardiographic manifestations of left bundle branch block. *Circulation* **49**: 876, 1974
- 15) Abbasi AS, Eber LM, MacAlpin RN, Nattus AA: Paradoxical motion of the interventricular septum in left bundle branch block. *Circulation* **49**: 423, 1974
- 16) Chandra MS, Kerber RE, Brown DD, Funk DC: Echocardiography in Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation* **53**: 943, 1976
- 17) DeMaria AN, Vera Z, Neumann A, Mason DT: Alterations in ventricular contraction pattern in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation* **53**: 249, 1976
- 18) Goodman DJ, Harrison DC, Popp RL: Echocardiographic features of primary pulmonary hypertension. *Amer J Cardiol* **33**: 438, 1974
- 19) 盛岡茂文, 友永 轟, 星野恒雄, 霜野幸雄, 松村忠史, 堀健次郎, 田村時緒, 増田喜一, 楠川禮造: √(ルート)型心室中隔運動について. *J Cardiol* **8**: 333, 1978