

## 心室性期外収縮における心室異常運動および第1音前成分の分析

## Ventricular wall motion and the initial component of the first heart sound in premature ventricular contraction

天野 恵子  
坂本 二哉  
一安 弘文  
林 輝美  
羽田 勝征  
井上 博  
松尾 博司  
鄭 忠和  
山口 経男

Keiko AMANO  
Tsuguya SAKAMOTO  
Hirofumi ICHIYASU  
Terumi HAYASHI  
Yoshiyuki HADA  
Hiroshi INOUE  
Hiroshi MATSUO  
Chuwa TEI  
Tsuneo YAMAGUCHI

### Summary

To determine the effects of abnormal ventricular activation upon the contraction sequence of the ventricles, the motions of the right ventricular anterior wall (RVAW), interventricular septum (IVS), and left ventricular posterior wall (LVPW) were investigated in 42 patients with premature ventricular contraction (PVC) using M-mode echocardiography.

The subjects with PVC of right ventricular origin (PVCr: 30 cases) showed the following abnormalities of interventricular septal motion, i.e., an early rapid posterior motion during preejection phase followed by one of the three different patterns during ejection phase. During ejection phase, IVS showed a complete paradoxical motion in 20 cases and an abnormal or early systolic paradoxical motion followed by a late systolic normal posterior motion in 7 cases. In the remainder cases, no abnormal motion was observed. In 4 cases, in which the motion of RVAW was recorded, the beginning of the motion was earlier than that of IVS.

The subjects with PVC of left ventricular origin (PVC<sub>L</sub>: 9 cases) showed the characteristic posterior bulging pattern of LVPW indicating a localized area of premature contraction of the left ventricular myocardium. An abrupt early systolic anterior movement of LVPW during initial 60 msec following the onset of the QRS complex in the electrocardiogram was noticed. This prema-

東京大学医学部 第二内科  
東京都文京区本郷 7-3-1 (〒113)

The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113

Presented at the 14th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 3, 1977  
Received for publication April 26, 1979

ture anterior motion was followed by either normal (2 cases) or paradoxical (7 cases) motion during ejection phase.

In 3 cases, in which the origin of PVC was not determined, the echocardiogram and phonocardiogram were similar to those of PVCL indicating the left ventricular origin.

An extrasound just preceded the extrasystolic first heart sound was mainly observed in cases with PVC (right or left ventricular) occurring relatively early phase of diastole (between 125 and 200 msec after the preceding second heart sound). Echocardiogram of LVPW revealed a simultaneously inscribed abrupt inflexion point, indicating that the sudden deceleration of the cardiac wall motion was the primary cause of this heart sound.

**Key words**

Echocardiography      Ventricular wall motion      Abnormal motion of the interventricular septum  
 Premature ventricular contraction      Initial component of the first heart sound

はじめに

近年, 心室内伝導異常における心室中隔の動態に関する数多くの報告がみられるようになり, 1972年には左脚ブロック例における収縮期心室中隔奇異性運動<sup>1-3)</sup>, 1975年にはWPW症候群における心室中隔・後壁の特異なパターン<sup>4-6)</sup>が報告された。これらの変化は, 正常の刺激伝導と異なる心室内刺激伝導がもたらす非同期心筋収縮による結果<sup>1)</sup>と考えられている。今回我々は, 心室各部に生じた期外収縮が心運動動態に特異な変化をきたすのではないかと考え, 臨床例を対象とし検討を加えてみた。

対象と方法

対象は1回の心電図撮影時に心室性期外収縮を全誘導に認め, 心音図記録による第II音分裂様式の明確な各種疾患42例である (Table 1)。期外収縮における異所性刺激発生部位は, 標準12誘導心電図および心音図 (心尖部, 第3肋間胸骨左縁の中音および高音特性を頸動脈波曲線と同時記録) より, つぎのごとく決定した。

1) 右室起源性期外収縮 (左脚ブロック型) (PVC<sub>R</sub>): 右側胸部誘導ではrS, 左側胸部誘導ではR型で, 全体として左脚ブロック時の心室群に類似するが, QRSの初期部分がとくに右側胸部誘導にて左脚ブロックのごとく鋭い棘を示さず

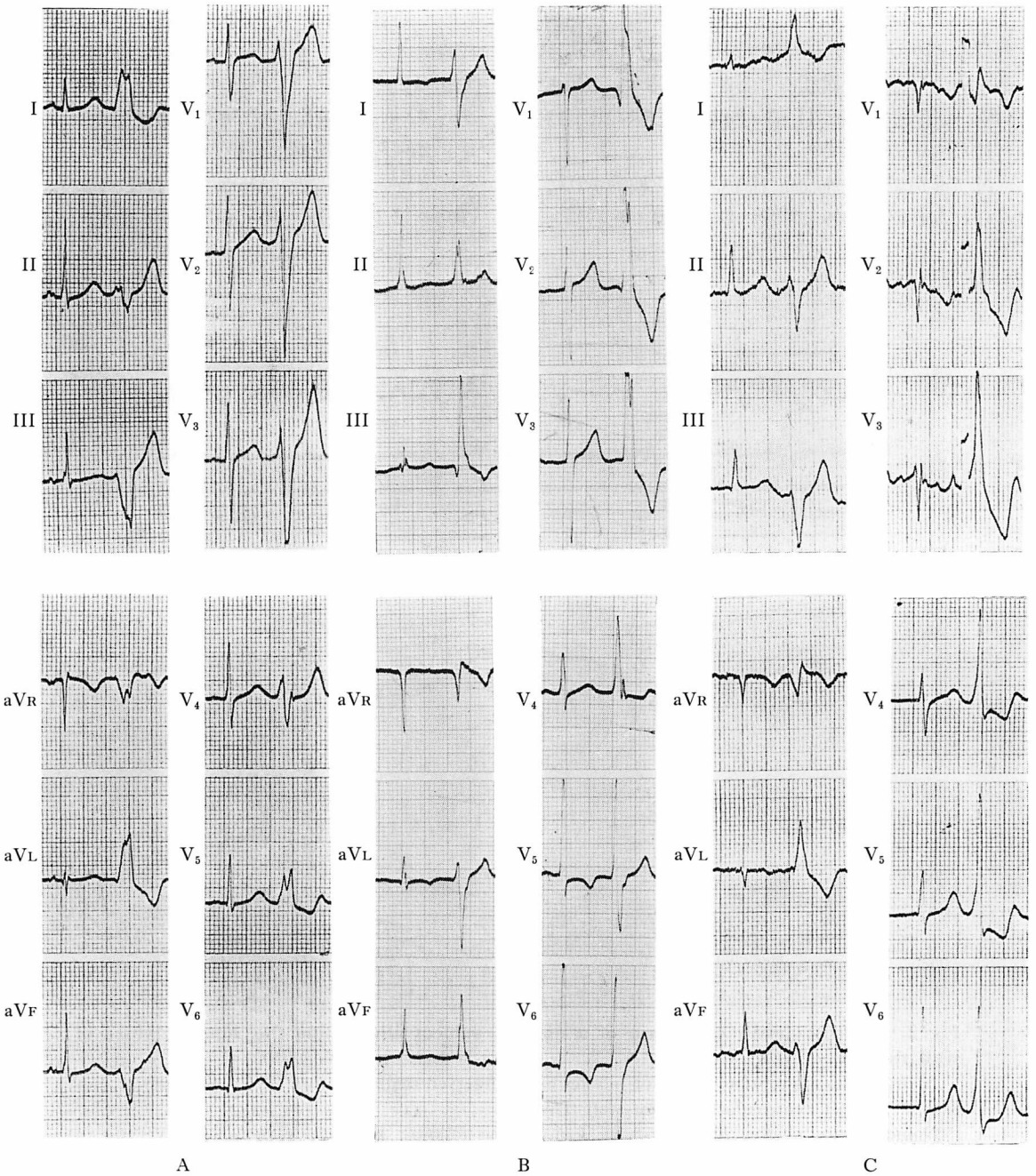
**Table 1. Classification of patients and the site of premature ventricular contractions**

	PVCR	PVCL	Atypical PVC
Normal	14	2	
Hypertension	2		
Valvular disease (including MVP)	1	5 (2)	1
Coronary sclerosis	5		1
Myocardial infarction			
Other cardiac disease (including CHD, PMD)	6	2	
Non-cardiac disease	2		1
Total	30	9	3

PVCR, PVCL=right or left ventricular premature contraction; MVP=mitral valve prolapse; CHD=congenital heart disease; PMD=primary myocardial disease.

ゆっくりしており, また肢誘導から判定される電気軸は左型のみならず右型または正常型も多く, 不定であるもので (Fig. 1A), 心音図では第II音の分裂が正常QRS時より狭小となり, しばしば単一ないし奇異性分裂となるもの。

2) 左室起源性期外収縮 (右脚ブロック型) (PVCL): 右側胸部誘導ではqRあるいはrSR, 左側胸部誘導および第I誘導では(q)RS型を示し, 第II, III誘導ではqRまたはrS型で, QRSの起始部は急峻なもの。QRS全体の形は



**Fig. 1. Electrocardiograms showing premature contractions** originated from either right (PVCr: A) or left (PVCl: B) ventricle. In C, the electrocardiogram showing atypical PVC is shown, in which both right and left chest leads show the RS pattern of QRS complex.

右脚ブロックに似るが, 右側胸部誘導で qR を示すものがしばしばあり, また第 I 誘導, 左側胸部誘導にみる S が右脚ブロック時より幅が狭く, あるいは形がやや異なることが少なくない (Fig. 1B). 心音図では第 II 音の分裂が正常 QRS 時に比し幅広く著明である.

3) 非定型性期外収縮 (PVCa): 比較的まれにみられた心室性期外収縮で, 胸部誘導で左右側と

も上向きの QRS を有し, 肢誘導で左型を呈するもの. 心音図では II 音分裂間隔の増大を認め, 右脚ブロック型, すなわち左室起源が示唆される (Fig. 1C).

全 42 例は右室起源性 30 例, 左室起源性 9 例, 非定型例 3 例に分類された.

心エコー図装置は Aloka 製 SSD-90 または 110 で 2.25 MHz, 10 mm 径の平面探触子を使

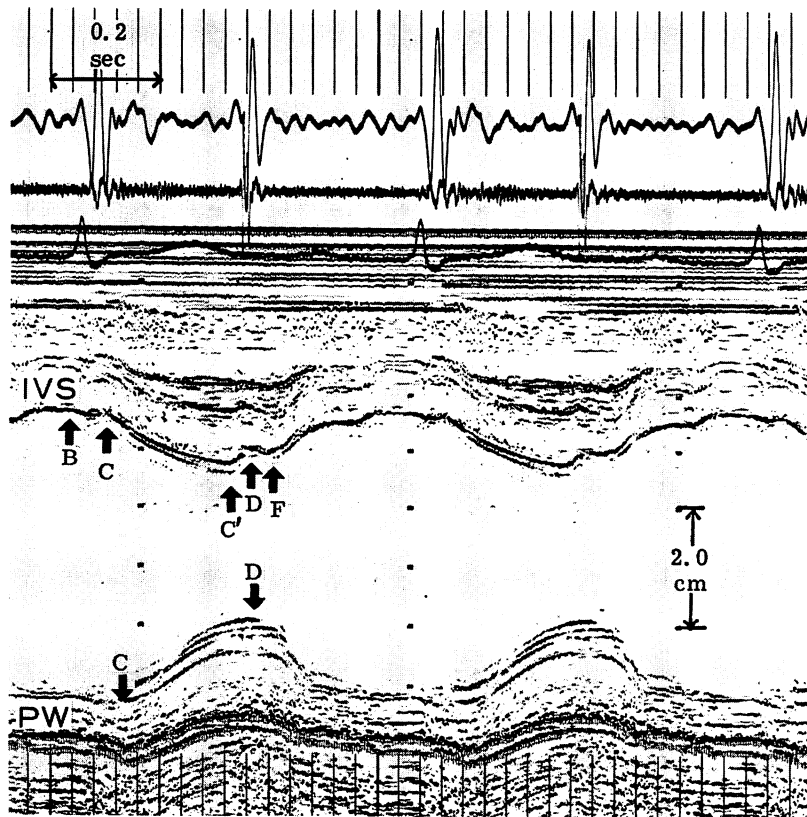


Fig. 2. Representative echogram of a normal subject illustrating the nomenclature of wall motion.

It shows the appropriate posterior motion of the interventricular septum (IVS) and anterior motion of the left ventricular posterior wall (PW).

Nomenclature of the interventricular septum is as follows: B=anterior motion of IVS due to atrial contraction; C=beginning of systolic contraction of IVS; C'=peak of systolic posterior contraction of IVS; D=end of systolic contraction of IVS; F=beginning of anterior motion of IVS due to diastolic rapid filling.

C and D of the posterior wall motion mean the beginning of systolic contraction and its peak, respectively.

用し, strip chart recorder を用い, 紙送り速度 50 mm/sec または 100 mm/sec で記録した. 超音波ビーム方向は心室中隔左室面と左室後壁が同時に検出され, 僧帽弁前尖エコーの立ち上がりの一部みる方向を中心とし, さらに心尖部方向または大動脈弁方向への scan を加えた. 心エコー図の心室中隔各部位の命名に関しては, 統一した命名法がないため, Fig. 2 のごとくに命名した. また同時に心尖部にて高音特性 (H) および低音特性 (L) の心音図を記録し, 第 I 音 (I 音) の分析に資した.

## 成 績

### 1. 期外収縮における心室壁の動態

#### 1) 正常例 (Fig. 2)

正常例での心室中隔 (IVS) および左室後壁 (PW) は, 駆出期の開始点 (C) よりそれぞれ急速に後方および前方へ対称的に動き, その後, 心室中隔は左室後壁の後方運動開始点 (D) に先立って C' 点より前方に動き始め, 左室後壁とほぼ平行に動いた後, 後壁の D 点にはほぼ一致するか, おそらく遅れて中隔の D 点を形成, その後, 小さな後方へのノッチ (F) に続き, 急速充満期開始とともに F 点より急速に前方に動き, 続いてゆるやかな前方運動, あるいはほとんど平坦な動きに

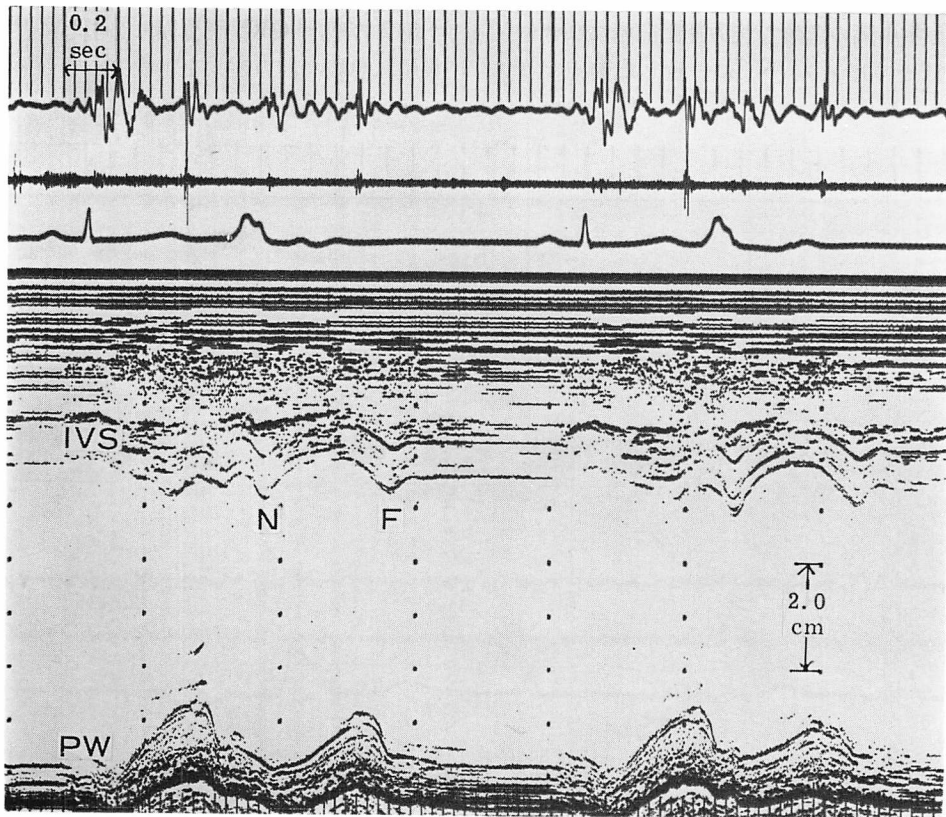


Fig. 3. Representative echogram of type 1 of PVCr.

The interventricular septum shows an initial rapid posterior movement (N) during prejection phase followed by an paradoxical motion throughout ejection phase.

移行し, 心房収縮期の開始まで続いた.

2) 右室起源性期外収縮 (PVCr)

PVCr では 3 種類の型の異常心室中隔収縮期運動が観察された.

第 1 の型 (Fig. 3) では収縮早期に急峻な後方運動 (ノッチ: N) を示した後, 心室中隔は全駆出期を通じて前方への奇異性運動を示した (20 例).

第 2 の型 (Fig. 4) では心室中隔は収縮早期のノッチを形成した後, 短い前方運動を示し, 収縮中期より後方運動に移行し, 以後正常パターンをとった (7 例).

第 3 の型 (Fig. 5) では心室中隔は収縮早期のノッチ形成後, 全駆出期を通じて正常パターンを示した (3 例).

左室後壁は 3 型とも正常心拍に比し立ち上がりが遅れ, 心室中隔の急峻な後方運動開始にひきつづき, ほぼそのピーク (N) に一致した時点より

前方運動を開始した.

心室中隔の運動動態のうち, 第 1 と第 2 の型に関しては, 左室心尖部方向より大動脈弁方向に向け超音波ビームをスキャンさせると, 上部心室中隔では第 1 の型, 中部心室中隔では第 2 の型をとり, 第 1 の型より第 2 の型への移行が観察された.

右室前壁を記録しえた 4 例では, 右室前壁の収縮開始が左室後壁のそれに比し, 明らかに早期に生じていた (Fig. 6).

3) 左室起源性期外収縮 (PVC<sub>L</sub>)

PVC<sub>L</sub> では 2 つの型が観察された.

第 1 の型 (Fig. 7) では左室後壁の収縮期前方運動開始が早まり, Q-C 間隔が短縮するが, その後駆出期を通じての収縮様式はほぼ正常であった (2 例).

第 2 の型は QRS 脱分極にわずかに遅れ, 左室後壁に急峻な前方運動を示すノッチの形成を認め

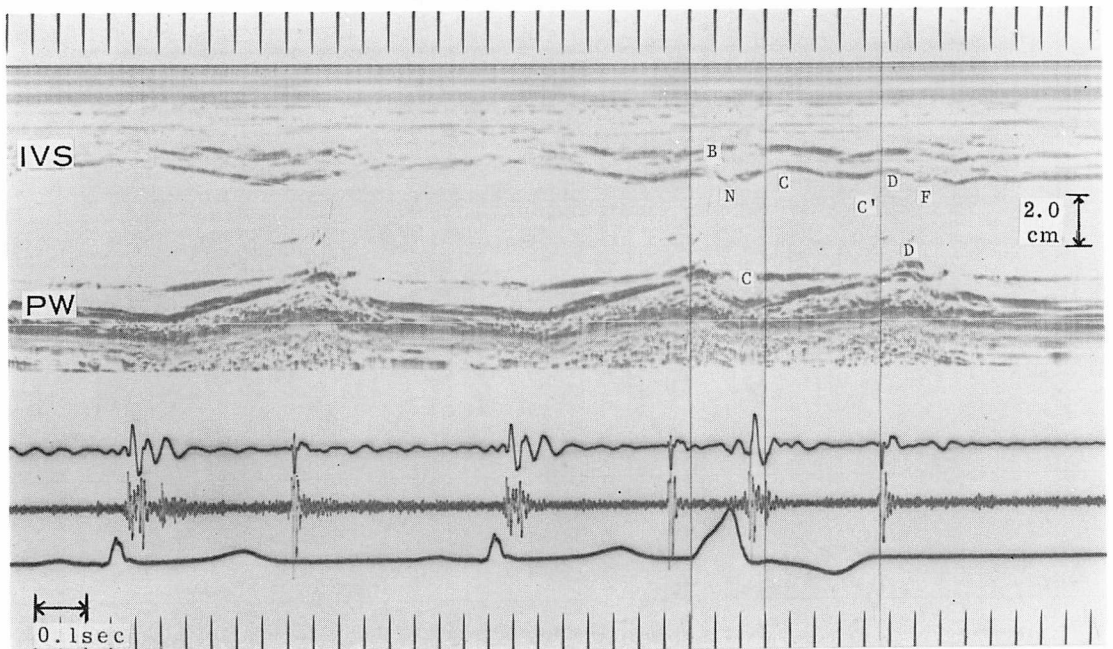


Fig. 4. Representative echogram of type 2 of PVCr.

The interventricular septum shows an initial rapid posterior motion (N) during prejection phase followed by a paradoxical motion of short duration, which is followed by a usual mid-systolic posterior motion.

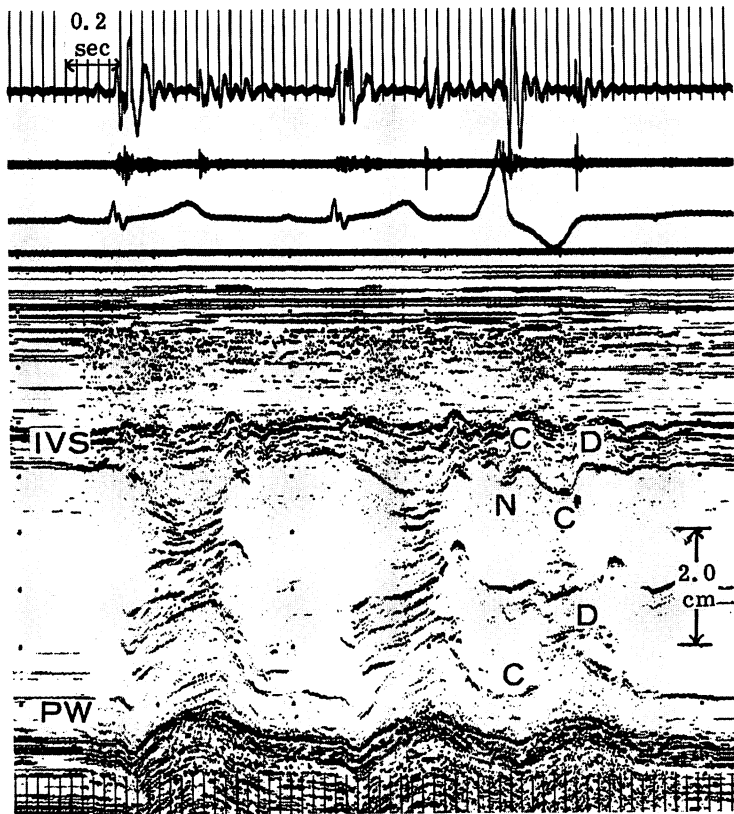


Fig. 5. Representative echogram of type 3 of PVCr.

The interventricular septum shows an initial rapid posterior motion (N) followed by a normal posterior systolic motion during ejection phase.

た後、駆出期から中期にかけて緩やかな後方への奇異性運動を示し、以後収縮期後半に再度前方運動へ戻るか (Fig. 8)、全駆出期を通じて奇異性運動を呈した後、D 点へ戻る型であった (Fig. 9) (7 例)。第 2 の型の異常運動は左室後壁のごく狭い範囲に限定して捉えられ (Fig. 9: 左端)、超音波ビーム方向を心尖部または逆に心基部へ移行するにつれ、後方に向う奇異性運動の振幅が小となり、徐々に第 1 の型へ移行していくことが認められた。以上の両型とも心室中隔には平均収縮速度の低下を認め、C' 点が収縮期の終りから II 音大動脈成分の後方へ時相的に遅れを示していた (Figs. 7, 8)。時に左室後壁ノッチに対応して心

室中隔に深い前方への切れこみが見られた (Fig. 7)。

#### 4) 非定型期外収縮 (PVCa)

心電図では心室起源の左右を決め難い 3 例の内、2 例が左室起源性期外収縮にみられた第 2 の型の左室後壁ノッチと収縮期奇異性運動を示し、1 例では左室後壁の収縮期立ち上がりの早い第 1 の型を呈した。3 例とも心音図では II 音分裂間隔が広くなり、これは左室起源の PVC と考えられる所見と考えられた。

#### 2. 期外収縮における I 音

期外収縮の I 音には、Figs. 10, 11 の×印に示すように、低調な I 音前駆成分をみることもある。

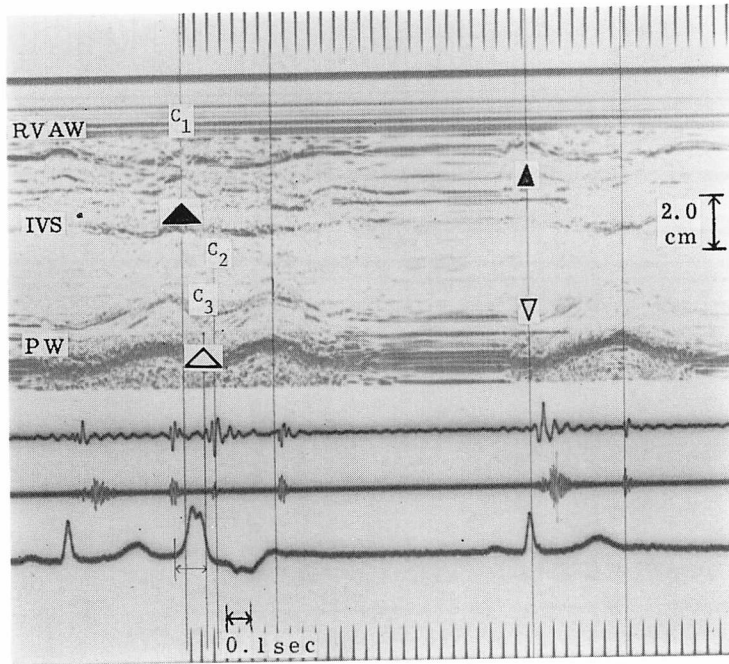


Fig. 6. Echogram showing a right ventricular anterior wall motion during PVCr.

Two small arrowheads indicate a symmetric systolic motion of the right (black arrowhead) and left (white arrowhead) ventricular endocardial echoes during normal sinus beat. Black and white large arrowheads indicate the earlier onset of systolic downward movement of the right ventricular wall (black arrowhead) during PVCr.

$C_1$ =beginning of the systolic contraction of the right ventricular anterior wall (RVAW);  $C_2$ =beginning of the systolic contraction of the interventricular septum;  $C_3$ =beginning of the systolic contraction of the left ventricular posterior wall.

この心音は期外収縮の発生部位とは無関係に、全例先行QRSによる左室後壁の拡張期後方運動と期外収縮による収縮期前方運動のなす変曲点に一致して記録された。僧帽弁、三尖弁および僧帽弁輪には、この心音と一致した動きは認められなかった (Figs. 10, 11)。またこの心音は僧帽弁エコーのC点に先んじて生じ、期外収縮のQ波からは  $65 \sim 120$  msec (平均  $97.0 \pm 19$  msec) 遅れ、また先行するIIAからは  $125 \sim 200$  msec (平均  $172 \pm 23$  msec) 遅れて生じていた。この心音が記録された例は全例拡張早期に期外収縮を生じており、基礎調律のP-P間隔と先行するQRSのP波開始点より期外収縮のR波までの比P-RvPC/P-Pは0.65以下であった。これに対しこの心音

を認めない症例でのP-RvPC/P-P比は0.75以上を示し、期外収縮が相対的に拡張期後半に生じていることを示していた。

## 考 案

### 1. 期外収縮時の心室壁動態

本研究においてみられた心室中隔の収縮早期後方運動(ノッチ形成)は、左脚ブロック<sup>1-3)</sup>、B型WPW症候群<sup>4-6)</sup>でも同様に報告されているが、その成因には心室中隔における脱分極が右室面から左室面へ進むことと、同時にまた左室興奮の相対的遅れが存在することが必要な条件であるように思われる。それを裏づけるものとして、我々は別に麻酔犬を使用した一連の期外収縮に関する実



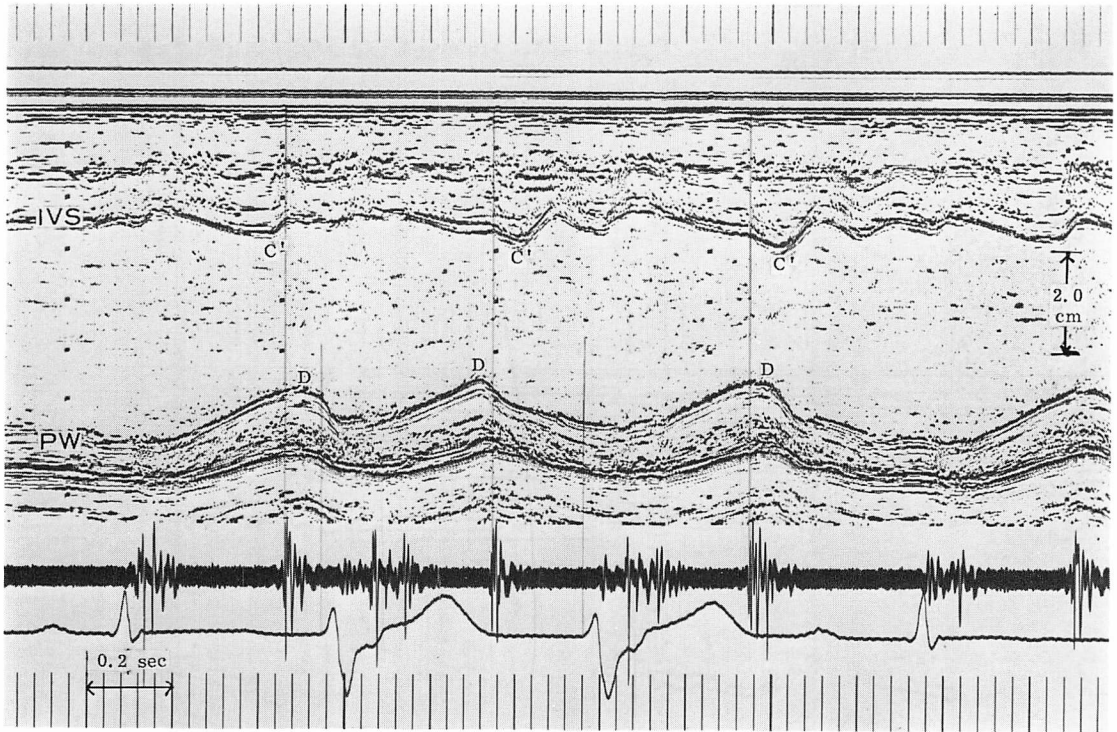


Fig. 7. Representative echogram of type 1 of PVCs.

The posterior wall shows an earlier systolic anterior motion. The interventricular septum shows delayed peak of the posterior motion (C') in beats of PVCs. An initial large anterior movement of PW is seen in the 2nd and 3rd PVCs.

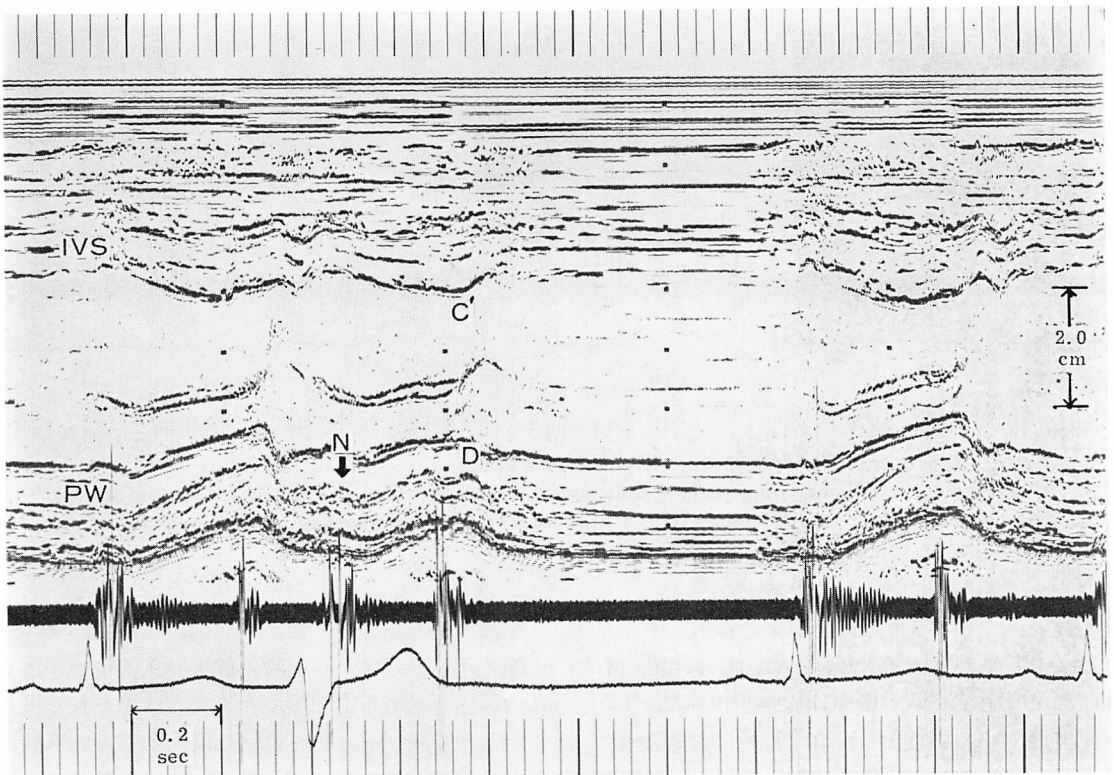
験を行い、つぎの事実を観察している<sup>8)</sup>。すなわちイヌの右室を早期刺激した場合、心室中隔の右室面は左室面より早く興奮し、心室中隔における収縮早期ノッチが形成される。しかし右室刺激にわずかに遅れて左室刺激を加えると、収縮早期ノッチ形成をみなくなるという2点である。

収縮早期前方運動に引き続き、左室起源性期外収縮 (PVCL) でみられた左室後壁の駆出期における後方への奇異性運動は、左室心基部刺激による期外収縮生成実験で、シネアンジオにより示された刺激部位の膨隆 (bulge) 形成の所見<sup>9)</sup>と一致し、したがって本研究の成績は、期外収縮発生部位の外方への膨隆形成をみているものと考えられる。

心室性期外収縮で心室中隔または左室後壁が示

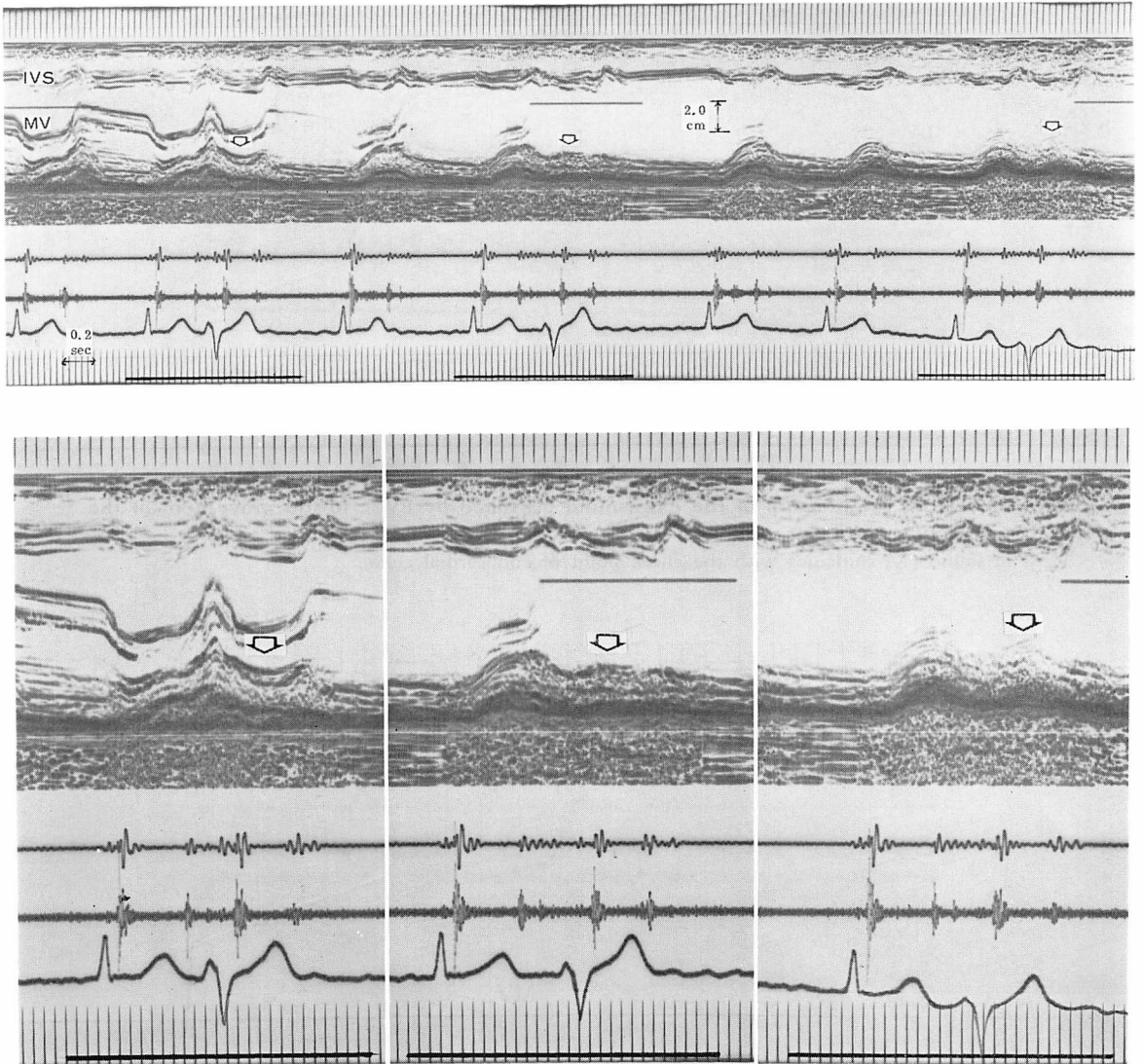
す駆出期の動態は、個々の症例における心エコー図の所見の違いから、期外収縮発生部位の差にその原因を求めることができるように思われる。しかし超音波ビームを心尖または大動脈方向へ移行させることにより、同一症例においても各パターンの移行を観察しうるから、観察された各パターンの相違は、むしろ超音波トランスジューサーと期外収縮発生部位との空間的位置関係に基づくものと考えられる。

以上のように、心エコー図上の心室筋の動態は心電図所見をよく反映しているが、左右胸部誘導とも上向きな QRS を示し、したがってその発生部位を決めがたい非定型性期外収縮は、心エコー図の所見より左室起源性と考えられ、II 音分裂像もその成績を支持しているといえる。



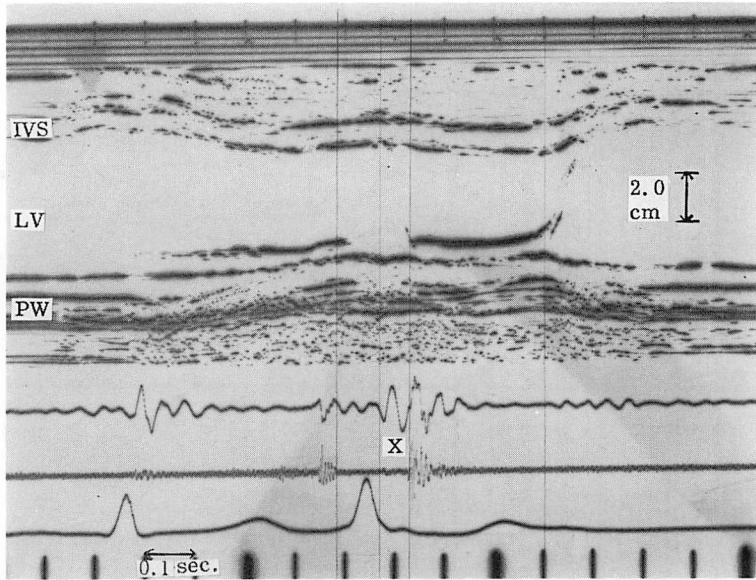
**Fig. 8. Representative echogram of type 2 of PVCCL.**

The large arrow indicates a premature rapid anterior motion of the left ventricular posterior wall (N) followed by an early to mid systolic posterior motion (bulging motion).



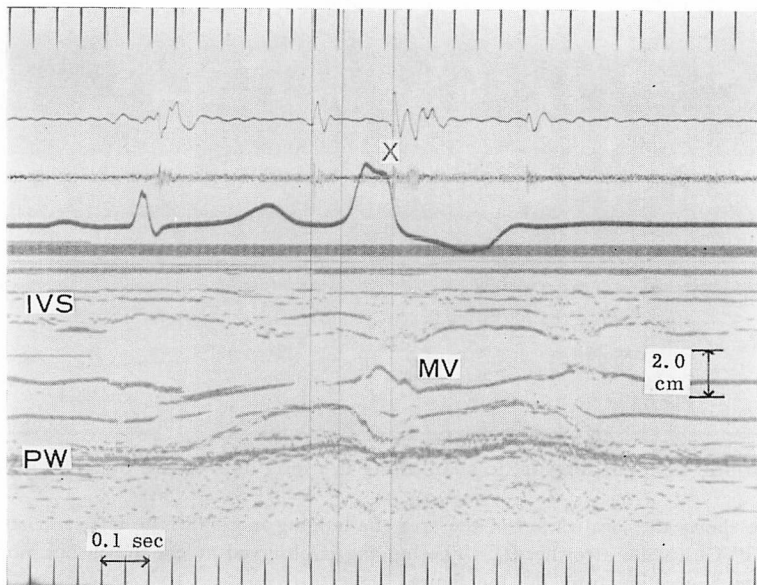
**Fig. 9.** M-mode echocardiographic scan along the long axis of the heart in a patient with PVCL.

Top figure shows the localization of the area of a bulging motion of the left ventricular posterior wall during PVCL (white arrowheads). The bulging is observed at the base, but not toward the apex. Bottom figures are from the top figure.



**Fig. 10. Time relationship of the extrasound provoked by PVC<sub>L</sub> to the movement of the left ventricular posterior wall.**

The sound (X) coincides with the check point of endocardial echo.



**Fig. 11. Time relationship of the extrasound provoked by PVC<sub>R</sub> to the movement of the left ventricular posterior wall.**

The check point of the posterior wall coincides with the beginning of the extrasound (X). Mitral valve closure is delayed and coincides with the extrasystolic first heart sound.

## 2. 期外収縮における I 音

期外収縮の I 音および II 音の変化についての報告は古くから時折みられるものの<sup>10,11)</sup>、期外収縮の心拍における低調な I 音成分についての検討は少ない。この心音は先行 QRS による左室後壁拡張期後方運動と、期外収縮による収縮期前方運動との成す変曲点に一致して生じ、他の部に一致した変曲点を示されないから、これは心筋による I 音様振動である可能性がある。そのような心音は心内に比較的急速な減速運動 (deceleration) があって始めて生じうるものと考えられるが、拡張早期に生じた期外収縮でこの心音が大きい事実は、そのような想定を肯定するものといえる。すなわち、期外収縮の引き起こす異常心筋収縮により、心房より心室への血液の急速流入が突然減速され、心筋運動の方向が急激に逆転することが心血管系全体の振動を励起し、特殊な I 音成分としてのこの心音を生じさせるものと考えられる。

## 文 献

- 1) McDonald IG: Echocardiographic demonstration of abnormal motion of the interventricular septum in left bundle branch block. *Circulation* **48**: 272, 1973
- 2) Abbasi AS, Eber LM, MacAlpin RN: Paradoxical motion of interventricular septum in left bundle branch block. *Circulation* **49**: 423, 1974
- 3) Dillon JC, Chang S, Feigenbaum H: Echocardiographic manifestations of left bundle branch block. *Circulation* **49**: 876, 1974
- 4) 藤野武彦: WPW 症候群にみられた異常 UCG 所見. *医学のあゆみ* **93**: 58, 1975
- 5) Ticzon AR, Damato AN, Caracta AR, Russo G, Foster JR: Interventricular septal motion during preexcitation and normal conduction in Wolff-Parkinson-White syndrome. *Amer J Cardiol* **37**: 840, 1976
- 6) DeMaria AN, Vera Z, Neumann A, Mason DT: Alterations in ventricular contraction pattern in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation* **53**: 249, 1976
- 7) Sakamoto T, Matsuo H, Hada Y, Ichiyasu H, Amano K, Tei C, Hayashi T, Murao S: Abnormal motion of interventricular septum and posterior wall of left ventricle in experimental "Wolff-Parkinson-White syndrome": Echocardiographic and electrocardiographic study. *Ultrasound in Med* **4**: 41, 1978
- 8) 天野恵子, 坂本二哉, 松尾博司, 羽田勝征, 一安弘文, 林 輝美, 山口経男, 鄭 忠和: 心室性期外収縮における心室壁動態変化の実験的検討. 第15回臨床心音図研究会発表, 1977 (*J Cardiography* in press)
- 9) Ueda H, Harumi K, Ueda K: Cineangiographic observations on the asynchronism of cardiac contraction during ventricular pacing. *Jap Heart J* **9**: 295, 1968
- 10) Luisada AA, Gagnon G, Ikeda H: The first heart sound and the dynamic events in ventricular ectopic beats and in paced beats. *Amer J Cardiol* **25**: 529, 1970
- 11) Haber E, Leatham A: Splitting of heart sounds from ventricular asynchronism in bundle-branch-block, ventricular ectopic beats and artificial pacing. *Brit Heart J* **27**: 691, 1965