

期外収縮後心拍のII音分裂 様式に関する研究

Mode of production of the splitting of the sec- ond heart sound in post-extrasystolic beats

福田 信夫
苛原 恵子
坂東 重信
峯園 浩二
山本 光昭
三河 哲也
大島千寿子
日下 芳子
浅井 幹夫
大木 崇
仁木 敏晴
森 博愛

Nobuo FUKUDA
Keiko IRAHARA
Shigenobu BANDO
Kohji MINEZONO
Mitsuaki YAMAMOTO
Tetsuya MIKAWA
Chizuko OHSHIMA
Yoshiko KUSAKA
Mikio ASAI
Takashi OKI
Toshiharu NIKI
Hiroyoshi MORI

Summary

The changes in left and right ventricular systolic time intervals (LV- and RVSTIs) and split interval of the second heart sound (IIA-IIP interval) associated with post-extrasystolic potentiation were studied in 48 patients including 37 without a significant intracardiac shunt or valvular regurgitation or pulmonary hypertension, 7 with aortic stenosis (AS) and 4 with hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM). In 19 out of 37 patients mentioned above, LV- and RVSTIs were measured from carotid pulse and pulmonary arterial pulse waves, and IIA-IIP interval of post-extrasystolic beat with a compensatory pause was compared to that of the preceding sinus beat. In the other 29 patients including AS and HOCM, LVSTI, total electromechanical systole of the right ventricle (Q-IIP) and IIA-IIP interval were compared. There was no significant difference in the coupling index [(compensatory pause-coupling interval) / preceding RR interval \times 100(%)] among three groups.

The following results were obtained:

1. In all patients without HOCM, post-extrasystolic beats showed wider IIA-IIP interval than the control beats independent upon the diseased entity and severity of cardiac function. In pts with HOCM, a IIA-IIP interval was shortened in post-extrasystolic beats.

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,
Faculty of Medicine, University of Tokushima,
Kuramoto-cho 2-50, Tokushima 770

Presented at the 26th Meeting of the Cardiography Society held in Osaka, April 1-2, 1983
Received for publication June 9, 1983

2. A IIA-IIP interval at post-extrasystolic beats was prolonged in proportion to the augmentation of coupling index. However, this finding was no longer observed in cases with the coupling index of more than 80%.

3. LVSTI: In patients without HOCM, almost no change or prolongation of left ventricular ejection time (LVET) and shortening of left ventricular preejection period (LPEP) were observed in post-extrasystolic beats. The degree of changes in LVET and LPEP was greater in patients with the abnormal left-sided PEP/ET than in patients with the normal PEP/ET. The degree of changes in LPEP was always greater than that in LVET, therefore, total electromechanical systole of the left ventricle (Q-IIA) was shortened in all patients.

In HOCM, a marked prolongation of LVET and a shortening of LPEP were observed. The degree of changes in LVET was greater than that in LPEP, therefore, Q-IIA was prolonged in all patients.

4. RVSTI: Prolongation of right ventricular ejection time (RVET) and shortening of right ventricular preejection period (RPEP) were observed in all patients in post-extrasystolic beats. The degree of changes in RVET and RPEP was increased in patients with the increased right-sided PEP/ET. The degree of changes in RVET was greater than or equal to that in LPEP, therefore, Q-IIP showed slight prolongation or no change.

In conclusion, an increased IIA-IIP interval at post-extrasystolic beats with a compensatory pause was recognized in patients with heart disease without a significant intracardiac shunt or valvular regurgitation and pulmonary hypertension, except HOCM. The mechanism of this phenomenon might be due to the variable responses of the left and right ventricles to post-extrasystolic potentiation, which result from the differences in contractile properties and vascular impedances between the systemic and pulmonary circulatory systems.

Key words

Post-extrasystolic potentiation Left and right ventricular systolic time intervals (LVSTI, RVSTI) Second heart sound

はじめに

十分な代償休止期を有する期外収縮直後の心拍における心音, 心雑音および左心収縮時相¹⁾の変化については, すでにいくつかの報告がなされており, 特に心雑音の変化は, 駆出性雑音と逆流性雑音の鑑別に広く利用されている²⁾. しかし, II音分裂様式についてはほとんど検討されていない.

本研究では, 代償休止期を有する期外収縮前後の心拍について, 左右心収縮時相の変化を計測することにより, 各種心疾患における期外収縮後心拍のII音分裂様式の特徴と, その成因について検討したので報告する.

研究方法

1. 左右心収縮時相分析による方法 (Fig. 1A)

肺動脈圧波と頸動脈波を肺動脈領域の心音図およびII誘導心電図と同時に記録しながら, 心房または心室ペースングにより, 十分な代償休止期を有するように心房性または心室性期外収縮を挿入した. 連結期を徐々に減少させながら期外収縮前後の左室収縮時間 (left ventricular systolic time intervals: LVSTI), すなわち左室全収縮時間 (Q-IIA), 左室駆出時間 (left ventricular ejection time: LVET), 左室駆出前期 (left ventricular preejection period: LPEP) と右室収縮時間 (right ventricular systolic time intervals: RVSTI), すなわち右室全収縮時間 (Q-IIP), 右室駆出時間 (right ventricular ejection time: RVET), 右室駆出前期 (right ventricular preejection period: RPEP), およびII音分裂間隔 (IIA-IIP) を計測し, 期外収縮後の値と期外収縮前の値との差を,

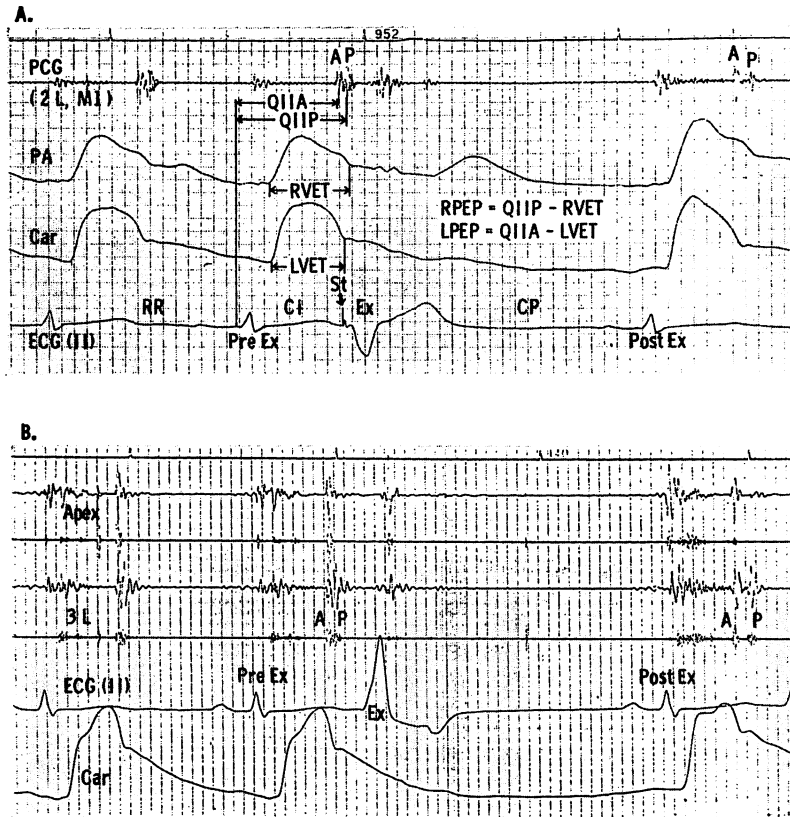


Fig. 1. Methods of two projects.

Panel A: Phonocardiogram (PCG) in the pulmonary area, lead II electrocardiogram (ECG), pulmonary arterial pressure pulse tracing (PA) and carotid pulse tracing (Car) are simultaneously recorded. Either ventricular or atrial premature beat (Ex) is induced with varying coupling intervals (CI) by an electrode catheter in the right ventricle or the right atrium. Measurements of right and left ventricular systolic time intervals and split intervals of the second heart sound (IIA-IIP) are obtained before and during periods of post-extrasystolic potentiation. The changes in the systolic time intervals and IIA-IIP between the pre- and postectopic beats are calculated and expressed as Δ values. Coupling index = $(CP - CI) / RR \times 100(\%)$.

Panel B: Phonocardiogram, lead II electrocardiogram (ECG) and carotid pulse tracing (Car) are simultaneously recorded. Q-IIP intervals, left ventricular systolic time intervals and IIA-IIP are measured before and after periods of naturally occurred Ex. The changes in these intervals between the pre- and postectopic beats are calculated and expressed as Δ values.

A = aortic component of the second heart sound; P = pulmonic component of the second heart sound; QIIA = total electromechanical systole of the left ventricle; LVET = left ventricular ejection time; LPEP = left ventricular preejection period; QIIP = total electromechanical systole of the right ventricle; RVET = right ventricular ejection time; RPEP = right ventricular preejection period; RR = R-R interval of the sinus rhythm preceding an ectopic beat; CP = compensatory pause; St = premature stimulation by an electrode catheter.

それぞれ, ΔQ -IIA, $\Delta LVET$, $\Delta LPEP$, ΔQ -IIP, $\Delta RVET$, $\Delta RPEP$ および ΔIIA -IIP として求めた.

LVSTI および RVSTI の計測は以下のごとく行った.

- 1) Q-IIA: 心電図 QRS 波の開始から II 音大動脈弁成分の開始までの時間.
- 2) LVET: 頸動脈波の立ち上がりから切痕までの時間.
- 3) LPEP: Q-IIA から LVET を差し引いた値.
- 4) Q-IIP: 心電図 QRS 波の開始から II 音肺動脈弁成分の開始までの時間.
- 5) RVET: 肺動脈圧波の立ち上がりから切痕までの時間.
- 6) RPEP: Q-IIP から RVET を差し引いた値.

肺動脈圧波は Swan-Ganz カテーテルまたは Cournand カテーテルを主肺動脈に置いて記録した. また心音図および頸動脈波の記録には, マイクロホンは同社製 TA-501T, 脈波用ピックアップは日本光電製 TF-112S を用い, 肺動脈圧波および心電図とともに, 同社製ポリグラフ RM-85, エレマ製 8 素子ミンゴグラフを用いて記録した.

2. 左心収縮時相と Q-IIP 時間の分析による方法 (Fig. 1 B)

頸動脈波を心音図および II 誘導心電図と同時に記録しながら, 代償休止期を有する上室性または心室性期外収縮前後の Q-IIP, Q-IIA, LVET, LPEP および IIA-IIP を計測し, 期外収縮後の値と期外収縮前の値との差を, 方法 1 と同様に, それぞれ, ΔQ -IIP, ΔQ -IIA, $\Delta LVET$, $\Delta LPEP$, ΔIIA -IIP として求めた. 心音図, 頸動脈波の記録には, ポリグラフはフクダ電子製 MCM 8000, マイクロホンは MA 250, ピックアップは TY 303, 記録器はエレマ製 8 素子ミンゴグラフを用いた.

上記いずれの方法においても, 期外収縮の発生

時期を表わす指標として

$[(\text{代償休止期}) - (\text{連結期})] / (\text{先行 RR 間隔}) \times 100$ を用いて % で表現した (coupling index: 期外収縮がより早期に出現し, 連結期が短いほど大きな値をとる). またいずれの方法でも, 連呼吸呼吸停止時に毎秒 100 mm の紙送り速度で記録し, 計測は期外収縮前に, 少なくとも 3 個以上の正常洞調律を有する記録を用いて行った.

研究対象

方法 1 の対象は Table 1A に示すごとく, 血行動態的に有意な逆流あるいは短絡を有さず, 肺高血圧のない洞調律の 19 例で, 内訳は冠動脈疾患 7 例, 洞不全症候群 6 例, 軽症僧帽弁狭窄症 2 例, 最軽症の大動脈弁閉鎖不全症, 肥大型心筋症, 拡張型心筋症および straight back 症候群各 1 例である.

方法 2 の対象は Table 1B に示すごとく, 安静時の Weissler index (LVPEP/ET) が正常値 (0.42 以下) を示す 18 例 (内訳は基礎疾患のない心室性期外収縮 10 例, 冠動脈疾患 3 例, 高血圧症 2 例, 肥大型心筋症 2 例, 僧帽弁逸脱症 1 例), 異常値 (0.42 以上) を示す 6 例 (内訳は拡張型心筋症 3 例, 冠動脈疾患 2 例, 高血圧症 1 例), 大動脈弁狭窄症 7 例および肥大型閉塞性心筋症 4 例の計 35 例で, 方法 1 と同様に逆流および短絡疾患, 肺高血圧合併症例は除外した.

成績

1. 研究方法 1 の成績

i) 研究方法 1 に用いた 19 例の分類 (Table 2)

研究方法 1 に用いた 19 例を, ペーシング前の左心および右心の PEP/ET 値によって, 4 群に分類した. すなわち両心とも 0.50 以下の値を示す 9 例を Group I, 左心は 0.50 以下で右心が 0.50 以上の値を示す 2 例を Group II, 左心が 0.50 以上で右心は 0.50 以下の値を示す 4 例を Group III, 両心とも 0.50 以上の値を示す 4 例を Group IV とした. 非生理的状況下での検査である上に,

Table 1. Subjects of projects A (panel A) and B (panel B)

A.	
Coronary artery disease (CAD)	7
Sick sinus syndrome (SSS)	6
Mild mitral stenosis (MS)	2
Minimal aortic regurgitation (AR)	1
Hypertrophic cardiomyopathy (HCM)	1
Dilated cardiomyopathy (DCM)	1
Straight back syndrome	1
Total	19

B.	
Patients with normal LVPEP / ET (≤ 0.42)	18
Isolated VPC	10
CAD	3
Hypertension (HT)	2
HCM	2
Mitral valve prolapse	1
Patients with abnormal LVPEP / ET (> 0.42)	6
DCM	3
CAD	2
HT	1
Aortic stenosis (AS)	7
Hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM)	4
Total	35

LVPEP/ET=left ventricular preejection period / left ventricular ejection time; VPC=ventricular premature contraction.

左室造影あるいは冠動脈造影後に施行した例が多いために、便宜上 PEP/ET=0.50 を正常と異常の境界値と定めた。各群における両心の PEP/ET 値の平均と標準偏差は **Table 2** に示すとおりである。

ii) Coupling index と Δ IIA-IIP との関係

Fig. 2 は Group I の 4 例において、計 50 個の期外収縮を用いて計測した coupling index と Δ IIA-IIP との関係を示す。Coupling index が大きいほど、すなわち連結期が短いほど、 Δ IIA-IIP は増大を示したが、80% を越えると、この II 音分裂間隔の延長は頭打ちとなる現象が認め

Table 2. Criteria for the classification of materials and resting values of PEP/ET ratio in patients of project A

Group	Criteria		No. of cases	Resting value (M \pm SD)	
	LVPEP / ET	RVPEP / ET		LVPEP / ET	RVPEP / ET
I	<0.50	<0.50	9	0.39 \pm 0.07	0.33 \pm 0.08
II	<0.50	≥ 0.50	2	0.43 \pm 0.02	0.58 \pm 0.04
III	≥ 0.50	<0.50	4	0.55 \pm 0.04	0.35 \pm 0.08
IV	≥ 0.50	≥ 0.50	4	0.66 \pm 0.09	0.61 \pm 0.09

A total of 19 cases belonged to the project A are divided into four groups according to the grade of abnormality of the Weissler index.

LVPEP/ET=left ventricular preejection period / left ventricular ejection time; RVPEP/ET=right ventricular preejection period / right ventricular ejection time; M=mean; SD=standard deviation; No.=number.

られた。

iii) 各群における Δ IIA-IIP, Δ Q-IIA, Δ Q-IIP, Δ ET および Δ PEP の比較 (**Figs. 3, 4**)

Fig. 3, Fig. 4 に coupling index が 40% 以上の期外収縮 108 個を用いて計測した、各群における Δ IIA-IIP (**Fig. 3** 上段), Δ Q-IIA と Δ Q-IIP (**Fig. 3** 下段), および Δ ET と Δ PEP (**Fig. 4**) の比較を示す。なお各群の coupling index は平均 61.5~70.3% の間にあり、各群間で差を認めなかった。

Fig. 3 上段に示すごとく、期外収縮後の II 音分裂間隔はいずれの群も平均 20~25 msec の延長を示した。下段に示す Q-IIA, Q-IIP の変化では、 Δ Q-IIA の平均は -11.1~-22.5 msec, Δ Q-IIP の平均は 2.2~11.7 msec と、各群間で多少の差はあるものの、いずれの群でも Q-IIA は短縮を、Q-IIP は不変かやや延長を示した。

Δ ET, Δ PEP の比較においては、ET は左心ではほぼ不変 (I~III 群)か延長 (IV 群, 平均 17.8 msec) を示したのに対して、右心ではいずれの群も平均 12.5~26.9 msec の延長を示し、左心よりも右心における延長度が有意に大であった。PEP

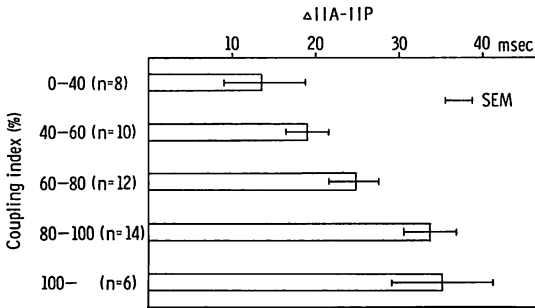


Fig. 2. Change in the split interval of the second heart sound (Δ IIA-IIP) between pre- and the postectopic beats related to the difference in the coupling index in 4 patients of group I using 50 extrasystoles.

A gradual increase in Δ IIA-IIP is noted in proportion to the augmentation of the coupling index. However, it is no longer observed in beats where the coupling index exceeds 80%.

n=number of ectopic beats; SEM=standard error of the mean.

はいずれの群においても, 左右両心とも短縮を示したが, その短縮度は右心よりも左心において有意に大であった (I 群: Δ LPEP = -16.1 ± 7.2 msec, Δ RPEP = -8.2 ± 9.0 msec, $p < 0.001$; II 群: Δ LPEP = -15.0 ± 7.1 msec, Δ RPEP = -7.2 ± 5.7 msec, $p < 0.05$; III 群: Δ LPEP = -20.2 ± 8.2 msec, Δ RPEP = -10.0 ± 6.0 msec, $p < 0.001$; IV 群: Δ LPEP = -40.3 ± 14.2 msec, Δ RPEP = -24.7 ± 11.6 msec, $p < 0.001$). また左心では ET より PEP の変化のほうが常に大きいものに対して, 右心では PEP より ET の変化の方が大きいか, ほぼ等しい結果が得られた.

さらに上述した ET および PEP は, PEP/ET が高値を示す心室におけるほど大きく変化する傾向が認められた.

2. 研究方法2の成績

i) 左心の PEP/ET が正常値を示す群と異常値を示す群における Δ Q-IIP, Δ Q-IIA, Δ LVET, Δ LPEP, および Δ IIA-IIP の比較

Fig. 5 に左心の PEP/ET が 0.42 以下の値を

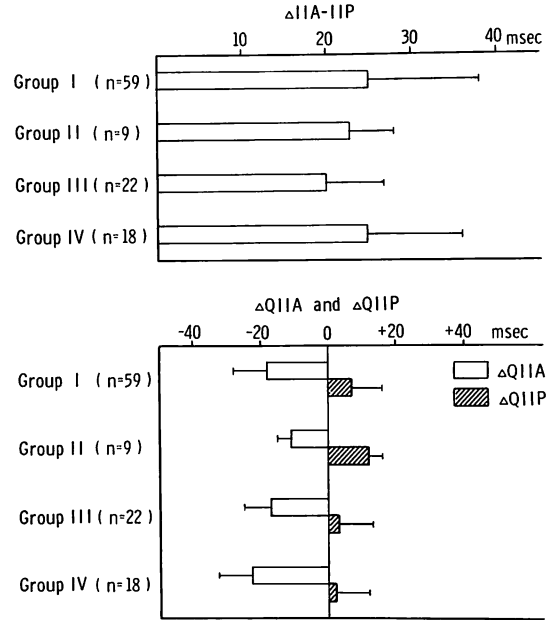


Fig. 3. Changes in the split interval of the second heart sound (Δ IIA-IIP) (upper panel) and total electromechanical systole of the left and right ventricles (Δ Q-IIA and Δ Q-IIP) (lower panel) obtained from beats in which the coupling index exceeded 40% between pre- and postec-topic beats in four groups.

Mean values and standard deviations are indicated.

Upper panel: Prolongation of IIA-IIP is noted in all four groups with little change of the mean values among groups.

Lower panel: Shortening of Q-IIA and either no change or slight prolongation of Q-IIP are noted in all four groups.

n=number of ectopic beats.

示す 18 例 (正常値群) と, 0.42 以上の値を示す 6 例 (異常値群) における, 30 個の期外収縮前後の Q-IIP, LVSTI および IIA-IIP の変化を比較して示す. なお両群の coupling index は平均 80.5%, 79.5% で, ほぼ同程度であった.

正常値群での LVET は不変かやや短縮を示した (-6.3 ± 9.7 msec) のに対して, 異常値群では延長を示した (22.5 ± 9.4 msec). 両群の LPEP はともに短縮を示したが, その程度は正常値群 (一

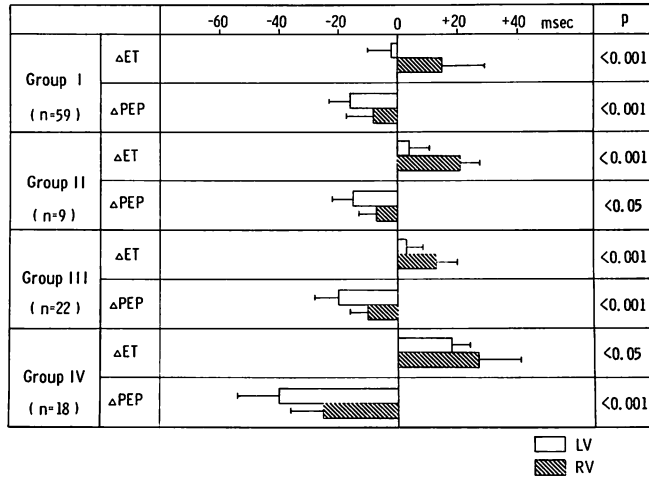


Fig. 4. Changes in ejection time (ΔET) and preejection period (ΔPEP) of the left and right ventricles obtained from beats in which the coupling index exceeded 40% between pre- and postectopic beats in four groups.

Mean values and standard deviations are indicated. Either no change or prolongation of left ventricular ejection time (LVET) and shortening of left ventricular preejection period (LPEP) are noted in all four groups. The degree of changes in LPEP is always greater than that in LVET in all groups.

Prolongation of right ventricular ejection time (RVET) and shortening of right ventricular preejection period (RPEP) are noted in all four groups. The degree of changes in RVET in groups I and II is greater than that of RPEP. The degree of changes in RVET in groups III and IV is almost equal to that in RPEP.

n=number of ectopic beats; p=p value.

15.8±10.5 msec) よりも異常値群において著明であった (-42.5±13.7 msec). 両群とも Q-IIA は短縮を示した(正常値群 -22.1±11.2 msec, 異常値群 -20.0±14.1 msec) が, Q-IIP は不変かやや延長を示した(正常値群 6.7±9.3 msec, 異常値群 3.3±12.1 msec). その結果, IIA-IIP 間隔はいずれの群でも延長を示し, 両群間に差は認められなかった(正常値群 28.8±10.9 msec, 異常値群 23.3±10.8 msec).

Fig. 6 に正常値群と異常値群の代表例を示す.

ii) 大動脈弁狭窄症と肥大型閉塞性心筋症における諸指標の比較

Fig. 7 に大動脈弁狭窄症 (aortic stenosis: AS) 7例と肥大型閉塞性心筋症 (hypertrophic obstructive cardiomyopathy: HOCM) 4例における 13

個の期外収縮について, その前後の Q-IIP, LVSTI および IIA-IIP の変化の比較を示す. なお両群の coupling index は平均 66.5%, 74.8% で, 両群間に差を認めなかった.

AS では LVET ほぼ不変 (-3.1±11.0 msec), LPEP 短縮 (-13.8±5.2 msec), Q-IIA 短縮 (-16.9±7.0 msec), Q-IIP は不変かやや延長 (6.3±6.7 msec), その結果, IIA-IIP 間隔の延長 (23.1±9.2 msec) を認めた. これらはこれまでに示した例と同様の結果であった. 一方, HOCM では $\Delta Q-IIP$ (1.0±4.9 msec), $\Delta LPEP$ (-15.0±5.5 msec) は AS と比べて差を認めなかったが, LVET の著明な延長 (40.0±11.4 msec) により Q-IIA の延長 (25.0±10.0 msec) をきたし, その結果 IIA-IIP 間隔の短縮が認められた (-

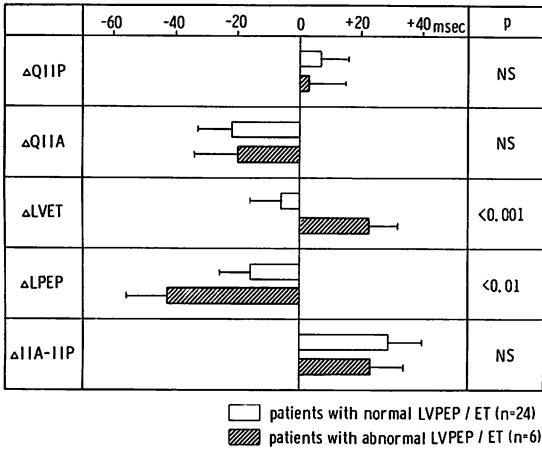


Fig. 5. Comparison of changes in Q-IIP, Q-IIA, LVET, LPEP and IIA-IIP between pre- and postectopic beats in two different left ventricular function groups classified by the Weissler index (LVPEP/ET).

Upper limit of normal LVPEP/ET is determined as 0.42 according to Weissler. Either no change or slight prolongation of Q-IIP, shortening of Q-IIA and prolongation of IIA-IIP are noted in both groups. Slight shortening of LVET and more marked shortening of LPEP than that of LVET are noted in patients with normal LVPEP/ET (≤ 0.42).

In patients with abnormal LVPEP/ET (>0.42), prolongation of LVET and shortening of LPEP are noted, and the shortening of LPEP is greater than the prolongation of LVET.

The degree of changes in LVET and LPEP is greater in patients with normal LVPEP/ET than that in patients with abnormal LVPEP/ET.

Q-IIP=total electromechanical systole of the right ventricle; Q-IIA=total electromechanical systole of the left ventricle; LVET=left ventricular ejection time; LPEP=left ventricular preejection period; IIA-IIP=splitting interval of the second heart sound; p=p value; NS=not significant, n=number of ectopic beats.

25.0 ± 7.1 msec).

Figs. 8 & 9 に AS と HOCM の代表例を示す。AS では期外収縮後に 20 msec の II 音分裂間隔延長を認める (**Fig. 8**) のに対して, HOCM では逆に 20 msec の II 音分裂間隔短縮化(奇異

性分裂の増大)を認める (**Fig. 9**)。

考 察

十分な代償休止期を有する期外収縮直後の心拍における II 音の分裂は, 通常よく認められる現象である²⁾が, 各種心疾患における分裂様式とその成因, 臨床的意義については全く検討されていない。

本研究においては, まず短絡, 逆流および肺高血圧を認めない心疾患において, 頸動脈波と肺動脈圧波とを用い, ペーシングにより誘発した期外収縮前後の左右心収縮時相を計測し, また II 音分裂間隔を比較した。その結果, 左右心室の心機能のいかんにかかわらず, 代償休止期を有する期外収縮後の心拍では, 期外収縮前の心拍に比べ, II 音分裂間隔は一般に延長した。左右の心収縮時相分析で, 左心系では PEP の短縮度が ET の延長度を上回り, 右心では逆に ET の延長度が PEP の短縮度より大きいかまたは等しいという成績を得た。その結果, Q-IIA は短縮, Q-IIP は不変または延長を来した。

同様の結果は, 左心の PEP/ET が正常値(0.42 以下)を示す 18 例と, 異常値(0.42 以上)を示す 6 例において行った自然発生の期外収縮前後の Q-IIP, LVSTI, IIA-IIP の変化の比較においても認められた。したがって, カテーテル操作, ペーシングによる影響は無視し得ると考えられる。

本研究では両心の STI を異なる方法, すなわち頸動脈波と肺動脈圧波により求めた。異なる方法で求めた左右 STI を, そのまま絶対値として比較するには当然問題がある。しかし, 期外収縮前後の値の差として, 相対的に検討する場合には問題はないと考えられる。

代償休止期を有する期外収縮後の心拍における心収縮力増大は, postextrasystolic potentiation (PESP) としてよく知られている³⁾。本研究では, 期外収縮後心拍における左右心収縮時相の変化の差に基づき, 両心室に反応の相違を認めたが, その成因を考える場合, 左右心室の PESP の程度

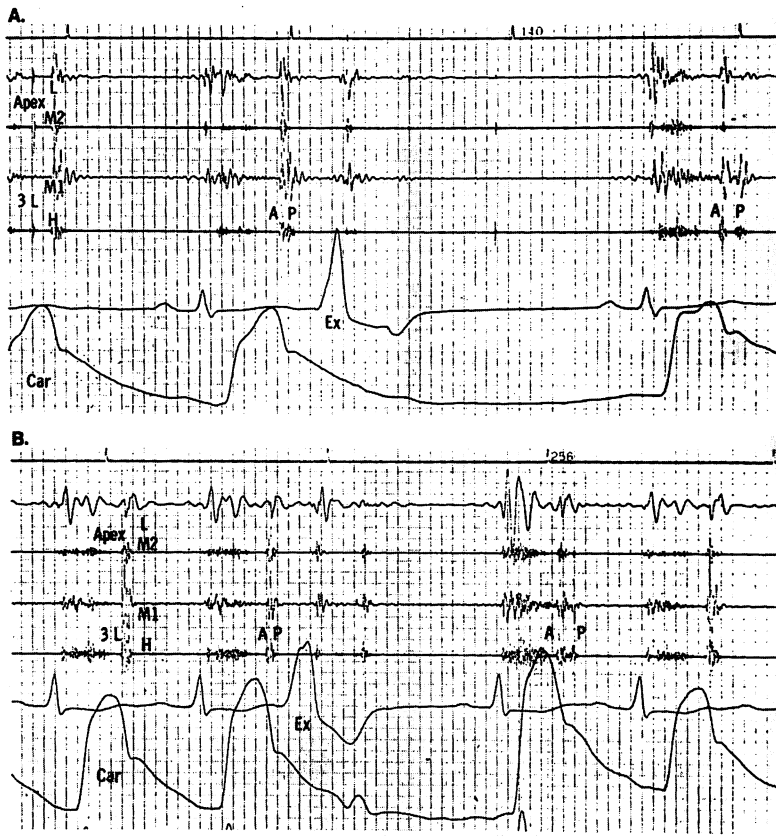


Fig. 6. Typical phonocardiograms demonstrating postextrasystolic change in IIA-IIP interval in patients with normal (panel A) and abnormal (panel B) LVPEP/ET ratios.

At the first sinus beats following ventricular premature beats (Ex), split intervals of the second heart sounds (IIA-IIP) are greater by 40 msec (panel A) and 60 msec (panel B) compared to those of the sinus (control) beats immediately preceding them.

LVPEP/ET ratios of the control beats are 0.38 (panel A) and 0.50 (panel B), respectively.

LVPEP/ET=left ventricular preejection period / left ventricular ejection time; Car=carotid pulse tracing; A=aortic component of the second heart sound; P=pulmonic component of the second heart sound.

の差が問題となる。

Fig. 10 は麻酔開胸犬 13 頭を用い、期外収縮前後の左右心室圧の (peak dp/dt)/IP (peak dp/dt の時点の developed pressure と peak dp/dt との比)を測定し、期外収縮前後の変動(左図)とその変化率(右図)を比較した、峯園らの成績(未発表データ)である。この (peak dp/dt)/IP は左室収縮性の良い指標とされており⁴⁾、今回はそれを

そのまま右室の収縮性の指標として用いた。この図から明かなように、PESP は右室でも左室とほぼ同程度に生じていると考えられる。しかし実際には両心室間に著明な心収縮時相の相違が生じるので、その要因を考察すると次のごとくなる。すなわち、元来、右室と左室とでは駆出特性が異なり、右室の収縮は流入路から流出路へと進み、肺動脈への駆出は動脈抵抗が低いために比較的緩

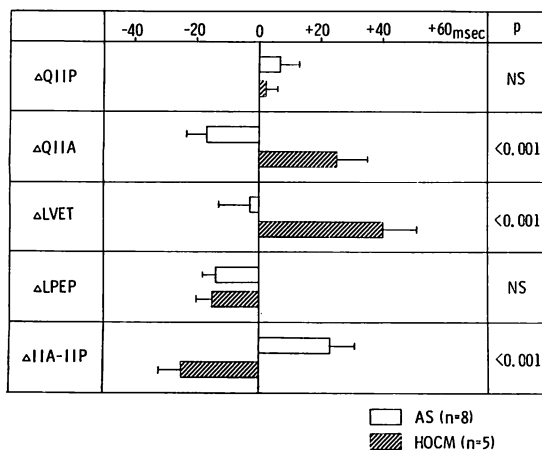


Fig. 7. Comparison of postextrasystolic changes in Q-IIP, Q-IIA, LVET, LPEP and IIA-IIP between patients with aortic stenosis (AS) and hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM).

Q-IIP shows either no change or slight prolongation without significant difference between two groups. In patients with AS, either no change or slight shortening of LVET, significant shortening of LPEP and consequently significant shortening of Q-IIA are noted. Therefore, IIA-IIP is prolonged.

On the other hand, in patients with HOCM, marked prolongation of LVET and shortening of LPEP are noted. The prolongation of LVET is greater than the shortening of LPEP, therefore Q-IIA is prolonged and IIA-IIP is shortened.

Abbreviations are the same as in Fig. 5.

徐に生じ、長く続くのに対して、左室では全体がほぼ同時に収縮し、しかも動脈系の抵抗が高いために、駆出は急激に生じて早く終るとされている^{5,6)}。そのために、一般に ET は右室が左室より長く、逆に PEP は左室が右室より長い⁷⁾ (Fig. 11B)。

このような駆出特性の相違により、期外収縮後に左右心室で同程度の PESp が生じて、左室はおもに収縮力の増大(換言すれば駆出速度の増大)、右室は主に駆出時間の延長によって反応すると考えられる。このために、左室では ET の延長度よりも PEP の短縮度のほうが大きく、右室では PEP の短縮度よりも ET の延長度のほ

うが大きくなり、その結果 Q-IIA 短縮と Q-IIP 延長を来し、II 音分裂間隔は延長すると考えられる (Fig. 11A, C)。

榊原ら⁸⁾は超音波ドプラー法を用いた左右 STI の検討において、RVET は LVET より長く、かつ心拍数が少ないほど両者の差が大となることを指摘し、その原因として、心拍数が減少して一回拍出量が増す場合に、右室では平均駆出速度が左室におけるほどには増加しないと考察している。この成績は、我々の成績と考察を支持するものである。

AS と HOCM の比較では、同じ左室流出路の狭窄でありながら、AS の II 音分裂間隔は期外収縮後増大、HOCM では逆に減少し、奇異性分裂の顕著化を認めたが、この相違は次のように考察される。AS では狭窄が固定性であるために、期外収縮後心拍においては左室収縮力増大による駆出速度増大の結果、ET は短縮ないし不変、また延長してもわずかであり、加えて PEP の短縮によって Q-IIA の短縮を来す。一方、HOCM では期外収縮後に PESp によって狭窄が増強する⁹⁾ために、ET の延長度が PEP の短縮度を凌駕し、Q-IIA の延長を来す。両者ともに Q-IIP の変化は少ないので、Q-IIA の変化がそのまま II 音分裂間隔に反映されると考えられる。

White ら¹⁰⁾は HOCM と AS において期外収縮前後の心拍の LVET を比較し、AS では短縮ないし不変か、20 msec 以下の延長に留まるのに対して、HOCM では大部分の例で 20 msec 以上の延長を認めるので、この所見は HOCM の診断に有用であると述べている。期外収縮後心拍における IIA-IIP 間隔の増減には ΔQ-IIA と ΔQ-IIP の両者が関与するため、この両疾患の鑑別診断的意義は White らの所見よりも劣ると考えられる。しかし、期外収縮後心拍における II 音分裂間隔の短縮は HOCM においてのみ認められたから、特異性という点からは有意義な所見と考えられる。

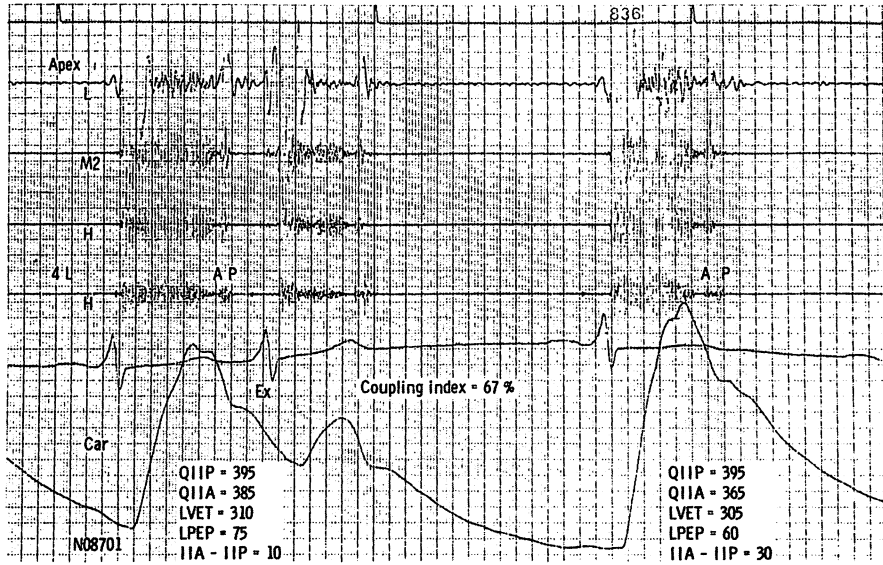


Fig. 8. Typical phonocardiogram demonstrating post-extrasystolic change in IIA-IIP interval in a patient with aortic stenosis.

Prolongation of 20 msec in IIA-IIP is noted at the first sinus beat following an atrial premature beat (Ex) with coupling index of 67% compared to that of the sinus beat immediately preceding it. Abbreviations are the same as in Fig. 6.

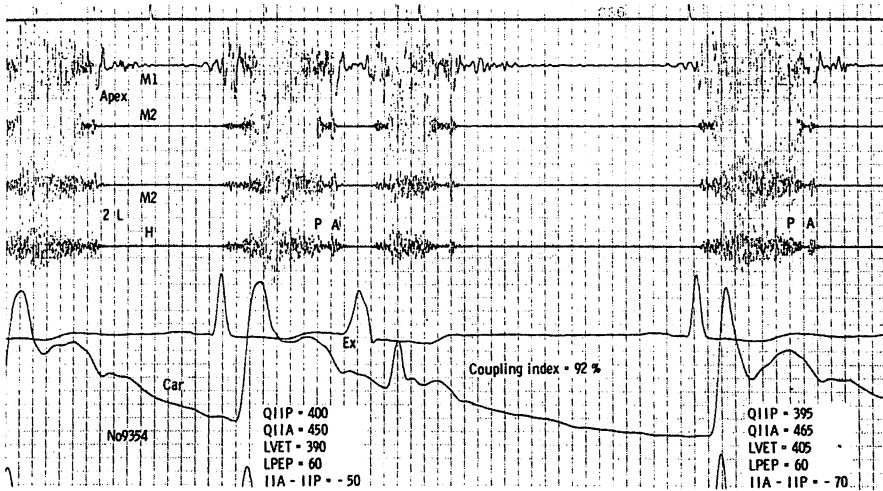


Fig. 9. Typical phonocardiogram demonstrating post-extrasystolic change in IIA-IIP interval in a patient with hypertrophic obstructive cardiomyopathy.

At the first sinus beat following a ventricular premature beat (Ex) with coupling index of 92%, IIA-IIP interval with a reversed type is shortened by 20 msec compared to that of the sinus beat immediately preceding it.

Abbreviations are the same as in Fig. 6.

の左右心収縮時相 (LVSTI と RVSTI), および II 音分裂間隔 (IIA-IIP) の変化を検討し, 以下の成績を得た. 37 例中 19 例では頸動脈波と肺動脈圧波より求めた左右 STI を比較したが, 残りの 18 例と AS, HOCM では頸動脈波より求めた LVSTI と Q-IIP について比較検討した. なお 3 群間で期外収縮の早期性 (prematurity) には差がなく, したがって coupling index [C.I.= (代償休止期一連結期)/先行 RR 間隔×100 (%)] に差はなかった.

1. IIA-IIP は HOCM を除き全例で延長し, 疾患および心機能による差は認めなかった. HOCM では IIA-IIP は短縮した.

2. Coupling index が大きいほど, すなわち期外収縮が早期に生じるほど, IIA-IIP は延長を示したが, この指数が 80% を越えると, IIA-IIP はそれ以上の延長を示さなかった.

3. LVSTI: HOCM 以外の例では LVET はほぼ不変ないし延長, LPEP は短縮し, 左心の PEP/ET が高値を示す例ほど, LVET, LPEP の変化は大であった. LPEP の変化は LVET の変化より常に大で, したがって Q-IIA は全例で短縮を示した. HOCM では LVET の著明な延長と LPEP の短縮を認め, LVET の延長度は LPEP の短縮度より大であり, したがって Q-IIA は全例で延長を示した.

4. RVSTI: 全例において RVET の延長と RPEP の短縮を認め, その変化は右心の PEP/ET が高値の例ほど大であった. RVET の延長度は RPEP の短縮度より常に大かほぼ等しく, したがって Q-IIP は不変またはやや延長を示した.

5. 以上の成績より, 代償休止期を有する期外収縮後心拍における II 音分裂間隔は, 短絡, 逆流性心疾患または肺高血圧がなければ, HOCM を

除き通常は延長を示すが, その成因は, 左右心室の収縮様式と, 肺および体血管抵抗の差により, post-extrasystolic potentiation に対する左右両心室の反応性が異なることによると考えられた.

文 献

- 1) Ranganathan N, Sivaciyan V, Chisholm R: Effects of post-extrasystolic potentiation on systolic time intervals. *Am J Cardiol* **41**: 14, 1978
- 2) Ueda H, Kaito G, Sakamoto T: *Clinical Phonocardiography*. Nanzando, Tokyo, 1963, p 632
- 3) Hoffman BF, Bartelstone HJ, Scherlag BJ, Cranefield PF: Effects of postextrasystolic potentiation on normal and failing hearts. *Bull NY Acad Med* **41**: 498, 1965
- 4) Mason DT: Usefulness and limitations of the rate of rise of intraventricular pressure (dp/dt) in the evaluation of myocardial contractility in man. *Am J Cardiol* **23**: 516, 1969
- 5) Rushmer RF: Initial ventricular impulse. A potential key to cardiac evaluation. *Circulation* **29**: 268, 1964
- 6) Rushmer RF: *Cardiovascular dynamics*. 3rd Ed, WB Saunders, Philadelphia, 1970, pp 33-69
- 7) Leighton RF, Weissler AM, Weinstein PB, Wooley CF: Right and left ventricular systolic time intervals. Effects of heart rate, respiration and atrial pacing. *Am J Cardiol* **27**: 66, 1971
- 8) Sakakibara H, Tsuda S, Miyatake K, Hayashi T, Beppu S, Asao M, Matsuo H, Nimura Y: Analysis of cardiac cycles of the right ventricle with the ultrasonic Doppler method: (1) Systolic time intervals of the right ventricle. *Cardiovasc Sound Bulletin* **4**: 415, 1974 (in Japanese)
- 9) Braunwald E, Lambrew CT, Rockoff SD, Ross J Jr, Morrow AG: Idiopathic hypertrophic subaortic stenosis: I. A description of the disease based upon an analysis of 64 patients. *Circulation* **29-30** (Suppl IV): 3, 1964
- 10) White CW, Zimmerman TJ: Prolonged left ventricular ejection time in the post-premature beat. A sensitive sign of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **52**: 306, 1975