

ペースメーカー植え込み例  
における心音図：P波の位  
置とII音分裂様式の変化に  
ついて

Relation between the  
atrial contraction and  
the patterns of the  
splitting of the second  
heart sound in patients  
with right ventricular  
pacemakers

坂井 秀樹  
松久茂久雄  
福田 信夫  
仁木 由子  
大木 崇  
佐藤 浩充  
沢田 誠三  
仁木 敏晴  
森 博愛

Hideki SAKAI  
Mokuo MATSUHISA  
Nobuo FUKUDA  
Yoshiko NIKI  
Takashi OKI  
Hiromitsu SATO  
Seizo SAWADA  
Toshiharu NIKI  
Hiroyoshi MORI

**Summary**

The relationship between the mutual position of the P and QRS waves and the mode of the splitting of the second heart sound (IIS) was investigated in 22 patients with endocardial right ventricular pacemakers. All patients produced an ECG pattern of complete left bundlebranch block. These cases were classified into 5 groups by the mode of the splitting of the IIS.

Group 1: Both reversed splitting of IIS and single IIS were observed (8 cases).

Group 2: Solely reversed splitting was observed (5 cases).

Group 3: Only single IIS was observed (5 cases).

Group 4: All of the reversed splitting, single IIS and physiological splitting were observed (2 cases).

Group 5: Both single IIS and physiological splitting were observed (2 cases).

When the optimal P-pacemaker spike interval (P-spike interval) was existed, the time interval from the pacemaker spike to the IIS (spike-IIS) was the longest. When the P wave fell into the QRS interval, spike-IIS interval was the shortest. The changing rate of spike-IIP interval was more

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, Tokushima University, Kuramoto-cho 2-50, Tokushima 770

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978  
Received for publication September 9, 1978

marked than that of spike-IIA interval.

The average pattern of the IIS in 22 patients with right ventricular endocardial pacemakers was the reversed splitting of IIA-IIP interval of -30 msec in the cases in which the P wave fell into the QRS interval (P-spike interval ranging from -50 to -250 msec) and the single IIS in the cases in which the P wave preceded the QRS interval (P-spike interval ranging from 50 to 250 msec).

Thus, it was considered that the atrial contraction influenced the function of the right ventricle much greater than that of the left ventricle.

**Key words**

Artificial pacemaker      Splitting of the second heart sound      Spike-IIA      Spike-IIP      Atrial contraction

**はじめに**

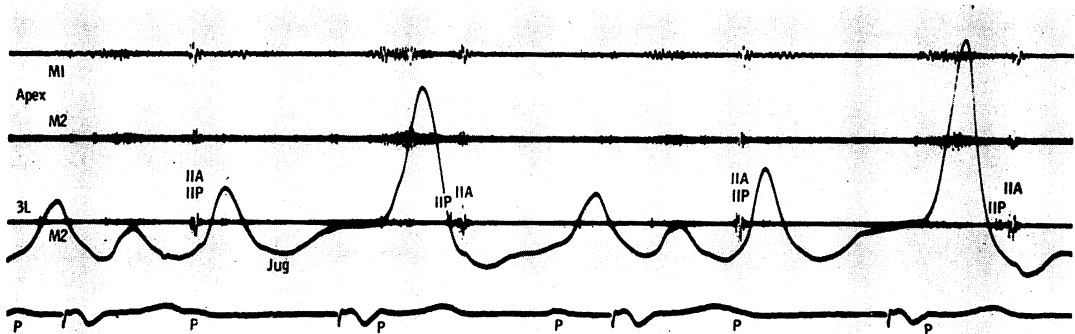
心電図上, 完全左脚ブロック型を示すペースメーカー植え込み例では, II音は逆分裂を示すと考えられている<sup>1,2)</sup>. 著者らは, ペースメーカー植え込み例の心音図 II音分裂様式を検討し, P波とQRS波の時間的關係により, 大きく影響されることを認め, その關係を明らかにするとともに, 機序について考察を加えた.

**症例および方法**

症例: 永久ペースメーカー植え込み後に心音図検査を行った症例のうち, P波を有し, かつII音の分析が可能な22例(男11例, 女11例)につ

いて検討した. 年齢は48歳から79歳で平均67.8歳であった. ペースメーカー植え込みから心音図記録までの期間は, 5日から3年3ヵ月, 平均14.8ヵ月であった. これらの例では全例において右室心尖部に電極先端を置くカテーテル電極(双極電極15例, 単極電極7例)を用い, 心電図は完全左脚ブロック型を示していた. 基礎疾患は完全房室ブロック20例, sick sinus症候群2例であった. 合併症としては, 僧帽弁閉鎖不全症(以下MIと略)3例, 三尖弁閉鎖不全症(以下TIと略)2例, 大動脈弁閉鎖不全症2例を認め, 4例では心筋梗塞症の既往歴が認められた.

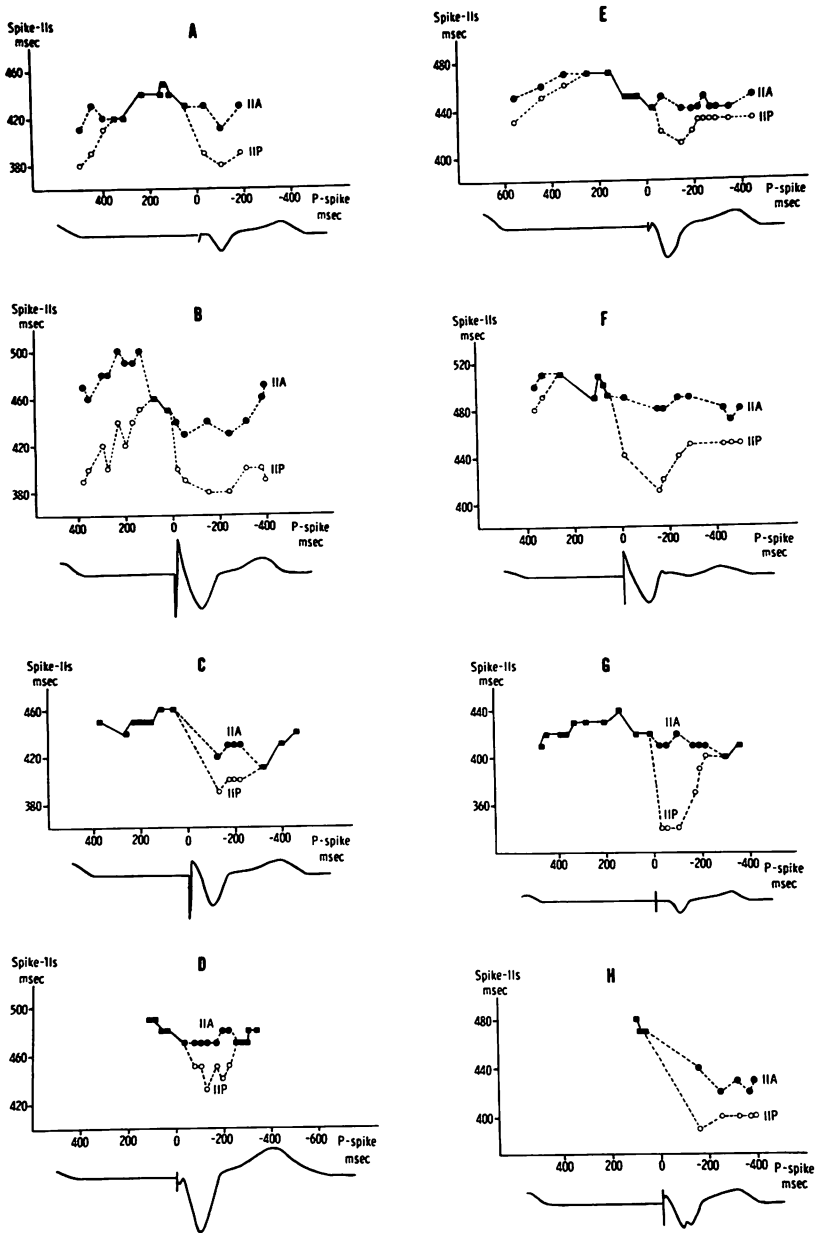
心音図記録および分析方法: 心音図はフクダ電子製MCM 8,000, マイクロフォンはMA 250, 脈



**Fig. 1. Both of the single second heart sound and the reversed splitting in a case of Group 1 (54-year-old female with TI).**

When the P wave falls into the QRS interval, the second heart sound shows the reversed splitting and the regurgitant murmur is increased in the second and the fourth beats. When the QRS interval has the preceding P wave, the second heart sound is single in the first and the third beats.

TI: tricuspid insufficiency.



**Fig. 2. The relationship between P-spike interval and spike-IIS interval in 8 cases with both of the single second heart sound and the reversed splitting (Fig. 2A shows a case of Fig. 1).**

All cases show the reversed splitting when the P wave falls into the QRS interval. When P-spike interval is longer than 0 msec, the second heart sound is single except 2 cases. P-spike interval: the time interval from the P wave to the pacemaker spike, spike-IIS interval: the time interval from the pacemaker spike to the second heart sound.

波用ピックアップは TY 303, 記録器はエレマ製 8 素子噴射式記録計 または三栄測器製電磁オシログラフ 100 A を用いた. 心音図の記録は背臥位呼吸停止位で, 100 mm/秒の速度で心電図 II 誘導と同時記録した. II 音同定のために心尖部と心基部の心音図を同時記録し, 頸動脈波を参考曲線として用い, さらに頸静脈波曲線も同時記録した.

## 成 績

P 波の位置による II 音分裂様式の変化から, つぎのように 5 群に分類された.

### 1. Group 1

逆分裂と単一 II 音の両者を示す群 8 例である. Fig. 1 は 54 歳女性の完全房室ブロックに右室ペーシングを行った例の心音図記録で, 本例は TI を合併していた. 第 2 心拍と第 4 心拍の P 波は QRS 波内にあり, II 音は逆分裂を示し, このさい TI 雑音は増強している. 第 1 心拍と第 3 心拍では P 波は QRS 波に先行し, II 音は単一である.

Fig. 2 は Group 1 に属する 8 例における P

波から pacemaker spike までの間隔 (P-spike 間隔) と pacemaker spike から II 音までの間隔 (spike-II S 間隔) の関係を示す. 単一 II 音を示す P-spike 間隔の範囲は症例により異なるが, 2 例を除いて陽性の P-spike 間隔が認められる場合に限られていた.

### 2. Group 2

逆分裂のみを示す群 5 例である. Fig. 3 は 79 歳男性の完全房室ブロックに右室ペーシングを行った例の心音図で, 全心拍に逆分裂が認められるが, 各心拍により分裂間隔が異なっている. 第 1 心拍において P-spike 間隔が約 350 msec を示す場合よりも, 第 4 心拍において P 波が QRS 波内にある場合のほうが逆分裂の程度が著しい.

Fig. 4 は Group 2 に属する 5 例における P-spike 間隔と spike-II S 間隔の関係を示す. Fig. 4 A は Fig. 3 に示す例である. 全例において P 波が QRS 波内にあるときには, spike-II P 間隔が最短となり, 逆分裂が著明となっている.

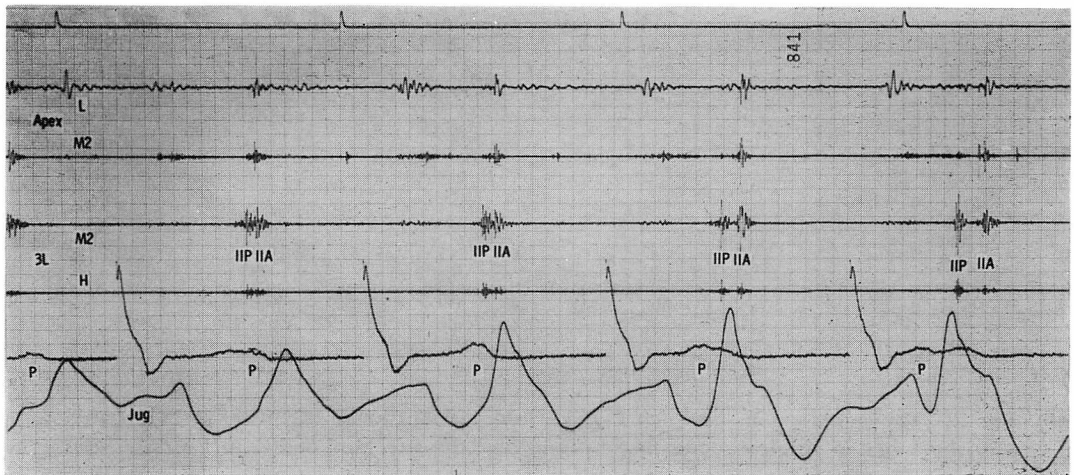
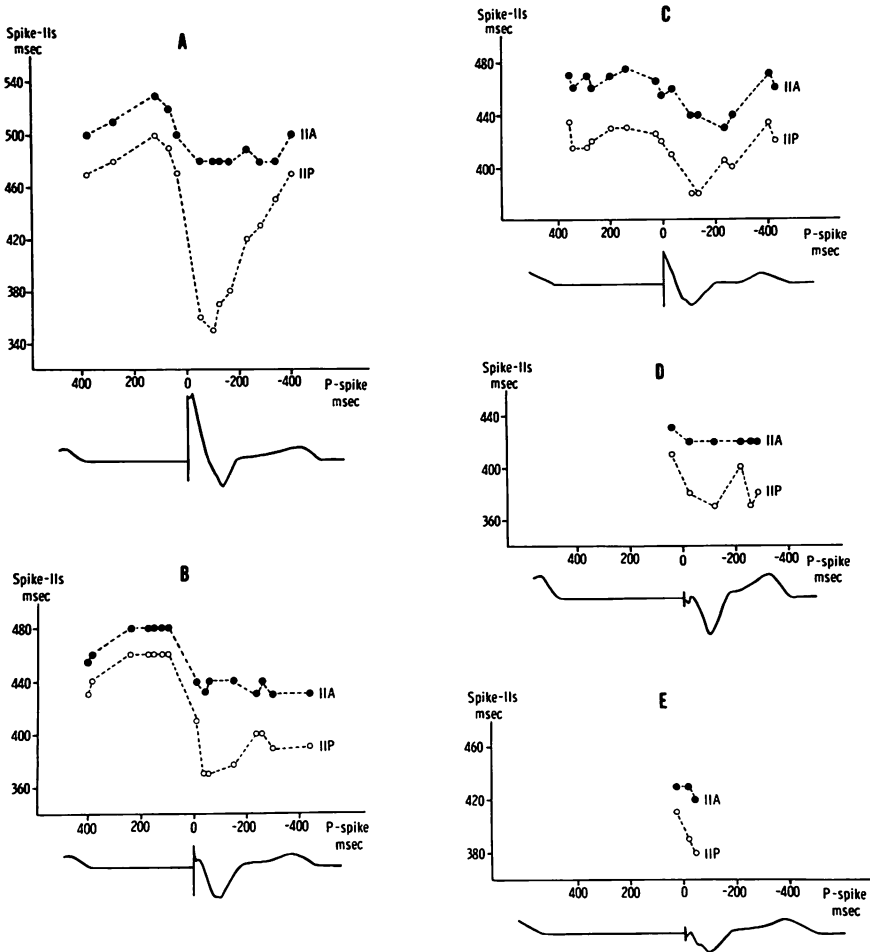


Fig. 3. Only the reversed splitting in a case of Group 2 (79-year-old male).

All beats show the reversed splitting but the splitting intervals are variable. The fourth beat with the P wave into the QRS interval has apparently a longer splitting interval than those of other beats.



**Fig. 4. The relationship between P-spike interval and spike-IIS interval in 5 cases with only the reversed splitting (Fig. 4A shows a case of Fig. 3).**

When the P wave falls into the QRS interval, all cases show the shortest spike-IIS interval and the split interval increased. P-spike interval: the time interval from the P wave to the pacemaker spike, spike-IIS interval: the time interval from the pacemaker spike to the second heart sound.

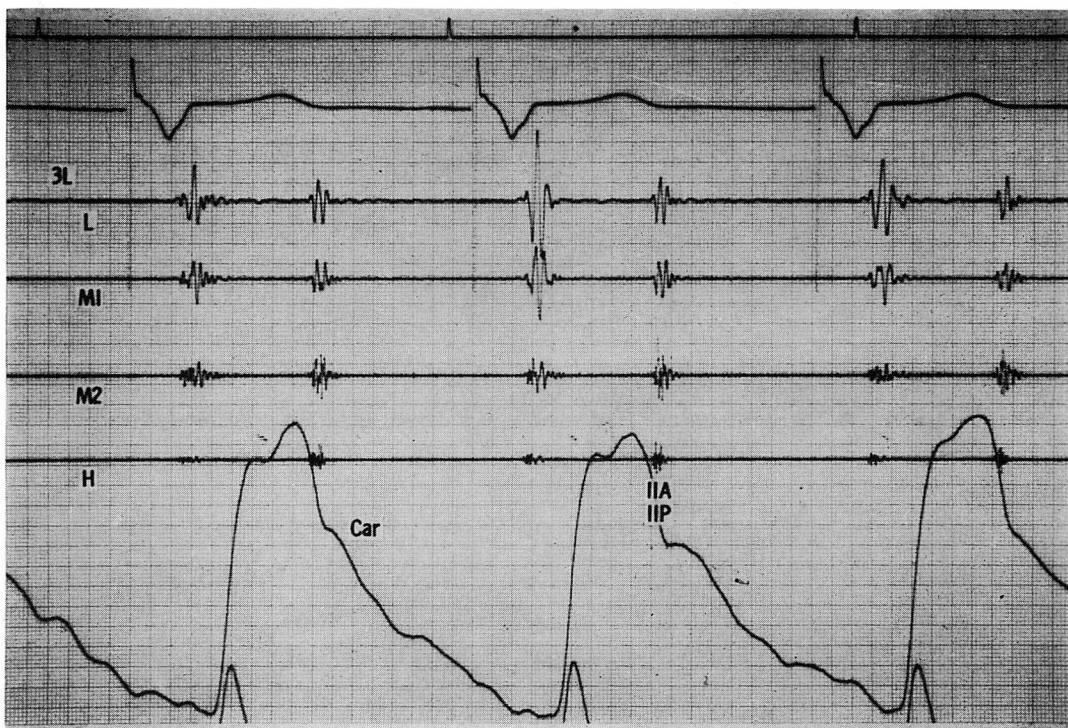


Fig. 5. Only the single second heart sound in a case of Group 3 (63-year-old male).  
All beats, independent of the timing of P wave, show the single second heart sounds.

### 3. Group 3

単一 II 音のみを示す群 5 例である。Fig. 5 は 63 歳男性の完全房室ブロックに右室ペーシングを行った例の心音図で、P 波の位置に関係なく単一 II 音を示している。

Fig. 6 は Group 3 に属する 5 例における P-spike 間隔と spike-II S 間隔の関係を示す。Fig. 6 A は Fig. 5 に示す例で、本例を除き、本群においては P 波の位置により、spike-II S 間隔が変化し、P 波が QRS 波内にあるときには spike-II S 間隔が短縮している。

### 4. Group 4

逆分裂、単一 II 音および生理的分裂のすべてを示す群 2 例である。Fig. 7 は 48 歳女性の完全房室ブロックに右室ペーシングを行った例の心音図で、MI と心筋梗塞症を合併していた。第 1 心拍

は単一 II 音を示すが、第 2 心拍では P 波が QRS 波内にあり、II 音は逆分裂を示し、MI 雑音は増強している。第 3 心拍では P 波が QRS 波に先行し、II 音は生理的分裂を示す。

Fig. 8 は Group 4 に属する 2 例における P-spike 間隔と spike-II S 間隔の関係を示す。Fig. 8 A は Fig. 7 に示す例であるが、他の 1 例と同様に、P 波が QRS 波内にあるときには逆分裂、P 波が QRS 波に先行するときには生理的分裂を示す。Fig. 8 B では、P-spike 間隔が 180 msec 以上のときには単一 II 音を示す。

### 5. Group 5

単一 II 音と生理的 II 音分裂の両者を示す群 2 例である。Fig. 9 は 68 歳女性の完全房室ブロックに右室ペーシングを行った例の心音図である。第 1、第 2 心拍では P 波が QRS 波内にあり、

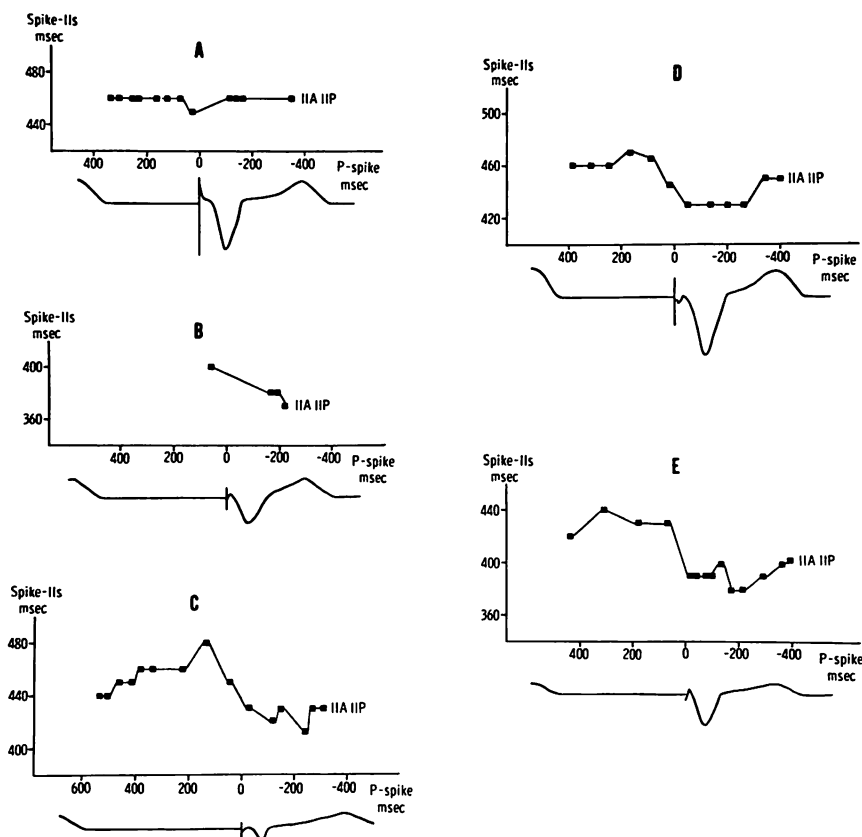


Fig. 6. The relationship between P-spike interval and spike-IIS interval in 5 cases with only the single second heart sound (Fig. 6A shows a case of Fig. 5).

Spike-IIS interval is variable by the timing of P wave except a case of Fig. 5. When the P wave falls into the QRS interval, spike-IIS interval is the shortest. P-spike interval: the time interval from the P wave to the pacemaker spike, spike-IIS interval: the time interval from the pacemaker spike to the second heart sound.

単一 II 音を示すが、第 3, 第 4 心拍では P 波が QRS 波に先行し、生理的 II 音分裂を示している。

Fig. 10 は Group 5 に属する 2 例における P-spike 間隔と spike-IIS 間隔の関係を示す。Fig. 10 A は Fig. 9 に示す例で、P 波が QRS 波に先行する心拍では生理的 II 音分裂を示す。

以上の成績を総括すると、ペースメーカー植え込み例では、P 波と QRS 波の時間的相互関係により、II 音は生理的分裂、単一または逆分裂の内のいかなる様式をも示しうる。その平均像を明

らかにするために、P-spike 間隔が 50~250 msec と -50~-250 msec の間の spike-IIA 間隔、および spike-IIP 間隔の平均値を Fig. 11 に示す。P 波が QRS 波内にあるときは、P 波が先行する場合に比べて、spike-IIA 間隔および spike-IIP 間隔ともに有意に低値を示している。また P 波が先行する場合には単一 II 音、QRS 波内にあるときには約 -30 msec の逆分裂を示した。

### 考 案

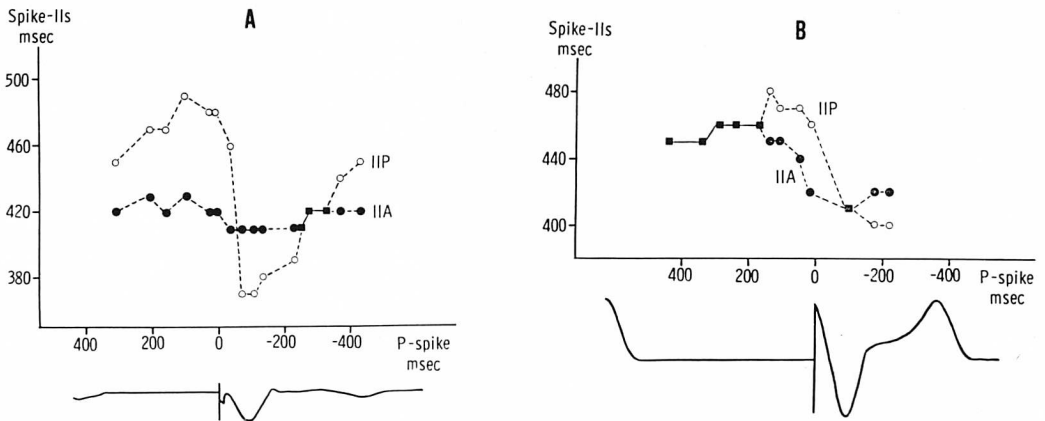
従来、カテーテル電極先端を右室心尖部に置き、



**Fig. 7.** All of the reversed splitting, the single second heart sound and the physiological splitting in a case of Group 4 (48-year-old female with MI).

The first beat shows the single second heart sound. The second beat with the P wave into the QRS interval shows the reversed splitting and the increased regurgitant murmur. The third beat with the preceding P wave shows the physiological splitting.

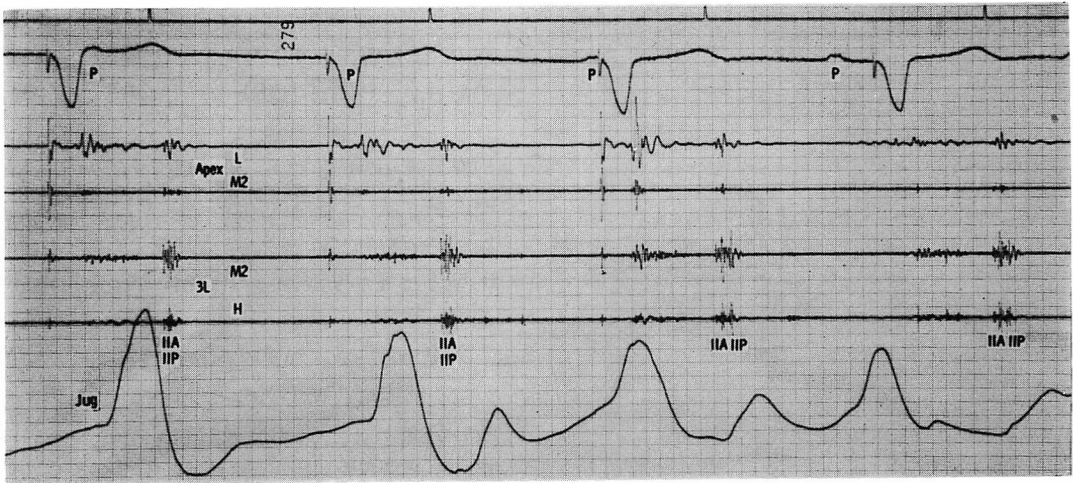
MI: mitral insufficiency.



**Fig. 8.** The relationship between P-spike interval and spike-IIS interval in 2 cases with all of the single second heart sound, the reversed and the physiological splitting (Fig. 8A shows a case of Fig. 7).

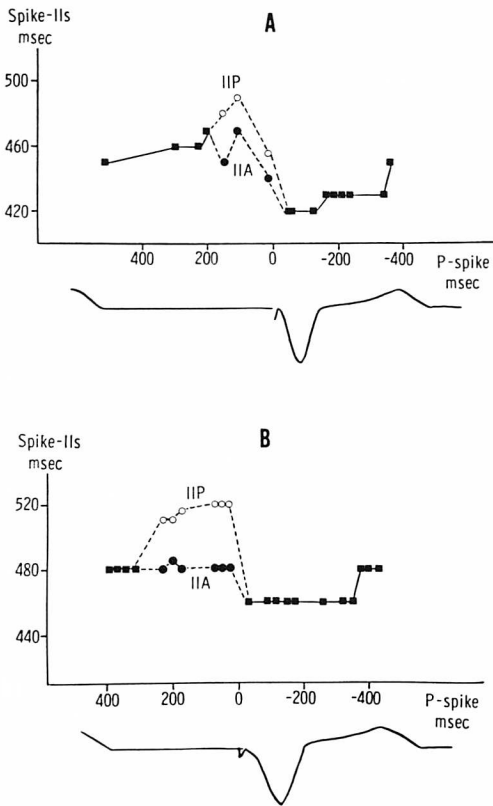
When the P wave falls into the QRS interval, the second heart sound shows the reversed splitting. When P-spike interval is optimal, the second heart sound shows the physiological splitting. P-spike interval: the time interval from the P wave to the pacemaker spike, spike-IIS interval: the time interval from the pacemaker spike to the second heart sound.





**Fig. 9. Both of the single second heart sound and the physiological splitting in a case of Group 5 (68-year-old female).**

The first and the second beats with the P wave into the QRS interval show the single second heart sound. The third and the fourth beats with the preceding P wave show the physiological splitting.



**Fig. 10. The relationship between P-spike interval and spike-IIS interval in 2 cases with both of the single second heart sound and the physiological splitting (Fig. 10A shows a case of Fig. 9).**

When P-spike interval is optimal, the second heart sound shows the physiological splitting. P-spike interval: the time interval from the P wave to the pacemaker spike, spike-IIS interval: the time interval from the pacemaker spike to the second heart sound.

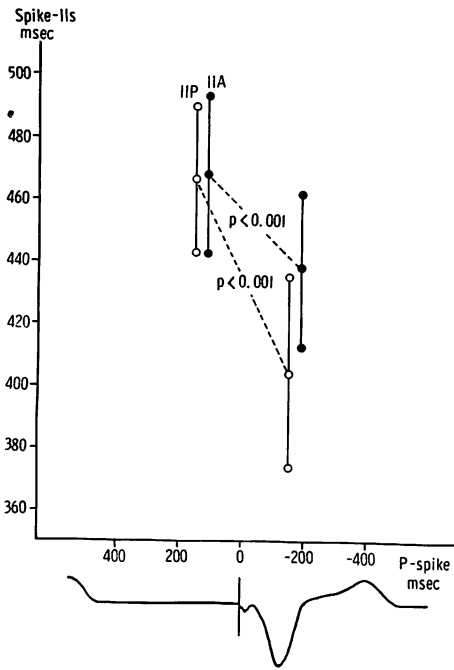


Fig. 11. Means of spike-IIS intervals.

When P-spike interval ranges from 50 to 250 msec, the second heart sound is single. When P-spike interval ranges from -50 to -250 msec, the second heart sound shows the reversed splitting of -30 msec. When the P wave falls into the QRS interval, both spike-IIA and spike-IIP intervals are shortened. P-spike interval: the time interval from the P wave to the pacemaker spike, spike-IIA interval: the time interval from the pacemaker spike to the aortic component of the second heart sound, spike-IIP interval: the time interval from the pacemaker spike to the pulmonic component of the second heart sound.

心電図が完全左脚ブロック型を示すペースメーカー植え込み例の II 音は、逆分裂を示すと考えられてきた<sup>1,2)</sup>。

我々は先に右室前壁の早期興奮を示す WPW 症候群の上田分類 B 型では II 音は逆分裂を示し、右室後壁の早期興奮を示す C 型では、II 音が生理的分裂を示すことを報告し、右室の早期興奮でも興奮部位により、II 音分裂の態度が著しく異なることを明らかにした<sup>3)</sup>。

本研究における、ペースメーカー植え込み例 22 例中、逆分裂を示す心拍を有する例は 15 例 (68%) であるが、P 波が QRS 波に先行する場合には、逆分裂例の頻度は 5 例 (23%) と低下し、平均像は単一 II 音であった。したがって、心房収縮に引き続いて右室心尖部が早期興奮する場合には、完全左脚ブロックや WPW 症候群上田分類 B 型とは異なり、単一 II 音が一般像であると考えられた。

ペースメーカー植え込み例において、心房収縮が左心機能に及ぼす影響について検討した報告は多いが<sup>4-9)</sup>、右心機能に及ぼす影響についての研究はまだ見当たらない。また、II 音分裂様式についても P 波との関係については論じられていない<sup>1,2,10)</sup>。

本研究において P 波が QRS 波に先行する場合の spike-IIS 間隔の延長は、心室充満に対する心房の booster 効果<sup>4,6,11)</sup>で説明がつくと考えられる。しかし、P 波が QRS 波内にある場合には、Fig. 11 で示すように spike-IIA 間隔は有意に短縮しているが、spike-IIP 間隔はさらにその短縮の程度が著しい。これは booster 効果の消失とか、房室弁逆流が起こる<sup>4,11,12)</sup>ということのみでは説明できないと考えられる。前者だけであれば QRS 波内に P 波が入ったときも、QRS 波と T 波の間に P 波が入った場合も spike-IIS は変化しないはずであるが、実際は QRS 波内に入った場合はとくに短縮が著しい。後者であれば P 波が QRS 波内に入ったとき、雑音発生の有無にかかわらず房室弁逆流が起こっている。とくに基礎疾患に MI を有する Fig. 7 の症例では MI 雑音が増強しており、僧帽弁逆流量が増加していると考えられた。しかしこの場合、spike-IIA の短縮のほうが理論的であるが<sup>13)</sup>、実際には spike-IIP の短縮のほうが著しかった。

P 波が QRS 波内にある場合には、頸静脈波曲線の x 谷は形成されず収縮期陽性波が認められている。x 谷の成因には、右房弛緩<sup>14)</sup>、心室収縮による三尖弁論の下降<sup>14,15)</sup>、心室駆出による胸

腔内圧の低下<sup>14,15)</sup>、等が考えられているが、三尖弁論の下降が一義的と考えられているようである。すなわち、P波がQRS波内に入った場合は心室駆出期における房室弁輪の下降が抑制された状態にあると考えられる。したがって房室弁輪の下降運動が心室駆出に及ぼす影響は、右心系のほうが左心系よりも著しいものと考えられた。

### 要 約

心電図上、完全左脚ブロック型を示す右室ペーシング患者22例について、P波とQRS波の相互の位置関係とII音分裂様式について検討し、つぎの5群に分類した。

- 1) 逆分裂と単一II音の両者を示す群(8例)。
- 2) 逆分裂のみを示す群(5例)。
- 3) 単一II音のみを示す群(5例)。
- 4) 逆分裂、単一II音および生理的II音分裂のすべてを示す群(2例)。
- 5) 単一II音と生理的II音分裂の両者を示す群(2例)。

22例のII音の平均像は、P波がQRS波に先行する場合には単一II音、P波がQRS波内にある場合には約-30 msecの逆分裂であった。P波がQRS波内にあるときは、P波が先行する場合に比べて、spike-IIA間隔は有意に短縮するが、spike-IIP間隔はさらに短縮の程度が著しく、心房収縮は左心機能以上に右心機能により強い影響を及ぼすと考えられた。

### 文 献

- 1) Haber E, Leatham A: Splitting of heart sounds from ventricular asynchrony in bundle-branch block, ventricular ectopic beats, and artificial pacing. *Brit Heart J* 27: 691-696, 1965
- 2) Cheng TO, Ertem G, Vera Z: Heart sounds in

patients with cardiac pacemakers. *Chest* 62: 66-70, 1972

- 3) 佐藤浩充, 松久茂久雄, 三河浩一, 仁木敏晴, 由井靖子, 露口直彦, 仁木由子, 森博愛: WPW症候群の心音図学的検討。副伝導路諸型とII音分裂様式。 *J Cardiography* 7: 225-232, 1977
- 4) Skinner NS, Mitchell JH, Wallace AG, Sarnoff SJ: Hemodynamic effects of altering the timing of atrial systole. *Amer J Physiol* 205: 499-503, 1963
- 5) Benchimol A, Duenas A, Liggett MS, Dimond EG: Contribution of atrial systole to the cardiac function at a fixed and at a variable ventricular rate. *Amer J Cardiol* 16: 11-21, 1965
- 6) Palmero HA: Complete heart block and the role of atrial activity. *Amer Heart J* 70: 449-454, 1965
- 7) Samet P, Castillo C, Bernstein WH: Hemodynamic consequences of atrial and ventricular pacing in subjects with normal hearts. *Amer J Cardiol* 18: 522-525, 1966
- 8) Chaithiraphan S, Goldberg E: Systolic time intervals. Relation to atrial contraction and leg elevation in patients with transvenous pacemakers and fixed rate pacing. *Chest* 62: 720-727, 1972
- 9) Bashour TT, Naughton JP, Cheng TO: Systolic time intervals in patients with artificial pacemakers. Noninvasive technique for assessing atrial contribution to stroke volume at various P-R intervals. *Amer J Cardiol* 32: 287-290, 1973
- 10) Misra KP, Korn M, Gharamani AR, Samet P: Auscultatory findings in patients with cardiac pacemakers. *Ann Intern Med* 74: 245-250, 1971
- 11) Jochim K: The contribution of the auricles to ventricular filling in complete heart block. *Amer J Physiol* 122: 639-645, 1938
- 12) Little RC: Effect of atrial systole on ventricular pressure and closure of the A-V valves. *Amer J Physiol* 166: 289-295, 1951
- 13) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学。南山堂, 東京, 1963, p 394-396
- 14) Colman AL: Clinical Examination of the Jugular Venous Pulse. Charles C Thomas, Springfield, 1966, p 56
- 15) Luisada AA: The Heart Beat. PB Hoeber, New York, 1953, p 101