

ペースメーカー植込み例の  
胸壁拍動図に関する検討

Pacemaker induced pre-  
cordial pulse (pacemaker  
pulse)

松久茂久雄  
大江 透  
平田 幸夫  
中島 克彦  
下村 克朗  
小坂井嘉夫  
鬼頭 義次

Mokuo MATSUHISA  
Tohru OHE  
Yukio HIRATA  
Katsuhiko NAKAZIMA  
Katsuro SHIMOMURA  
Yoshio KOSAKAI  
Yoshitsugu KITO

**Summary**

The graphic findings of pacemaker induced precordial pulse (pacemaker pulse) were reported.

The pacemaker pulse was seen in 9 of 43 cases with right ventricular electrode, 2 of 5 cases with left ventricular epicardial electrode and none of 6 cases with right atrial electrode.

The point of maximal impulse was medial to the cardiac apex in 5 cases, at the cardiac apex in 5 cases and at the right pectral region in 1 case. In 3 cases pacemaker pulse was also seen at the left hypochondrium or epigastrium.

The onset of pacemaker pulse was coincident with a pacemaker spike. The initial upstroke was abrupt and formed a peak 50-120 msec after the pacemaker spike, followed by a rapid descent. The mixed tracing of pacemaker pulse and apexcardiogram was observed in 9 cases and in one of them the apexcardiogram was seen only when P wave preceded the QRS wave. In all cases the pacemaker pulse was associated with a pacemaker sound and its amplitude appeared to depend on the intensity of the pacemaker sound.

These findings suggested that pacemaker pulse was originated from intercostal or diaphragmatic contraction by current leak from the catheter tip. In 2 of them perforation of the catheter through the right ventricular wall was recognized by cross-sectional echocardiograms and clinical follow-up including graphic studies.

**Key words**

Implanted pacemaker  
ventricular myocardium

Pacemaker sound

Intercostal muscle contraction

Perforation of the right

国立循環器病センター内科  
吹田市藤白台 5-125 (〒565)

National Cardiovascular Center, Fujishirodai 5-125,  
Suita 565

Presented at the 20th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Nagoya, March 29-30, 1980

Received for publication July 4, 1980

## はじめに

永久 pacemaker 植込みを行った例にしばしば前胸壁運動が生じることは古くから知られている<sup>2)</sup>が, graphic recording による客観的検討は十分なされていない。

本研究は pacemaker 植込み例の心音図検査を行い, 人工 pacemaker 刺激が直接原因と考えられる胸壁拍動図 (以下 pacemaker pulse と省略する) の頻度, 波形, pacemaker sound との関係, および原因について検討したものである。

## 症例と方法

症例は国立循環器病センターにて永久 pacemaker 植込みを行い, かつ心音, 心機図検査を施行した 54 例である。

基礎疾患は房室ブロック 37 例, sick sinus syndrome 17 例で, 男 31 例, 女 23 例, 年齢は 7~87 歳, 平均 60.5 歳である。

電極の種類および位置に関しては, 49 例にカテーテル電極を用い, うち 43 例は右室心尖部に, 6 例は右心耳に植込んだ。他の 5 例は左室心尖部で心外膜側より心筋電極の植込みを行った。1 例を除きすべて単極電極で, 双極電極の 1 例は右房および右室で心房心室連続ペースングを行った例である。

心音計はフクダ電子製 MCM 8000, マイクロホンは MA 250, 脈波用ピックアップは TY 303, 記録器はエレマ製 8 素子ミンゴグラフを用い, pacemaker pulse はもっとも拍動の強大な位置にて背臥位呼気呼吸停止位で, 心電図, 心音図とともに 100 mm/sec で記録した。

## 成績

### 1. 頻度

Pacemaker pulse は 54 例中 11 例 (20%) で記録された。その内訳は右室ペースング 43 例中 9 例, 左室ペースング 5 例中 2 例にみられ, 右房ペ

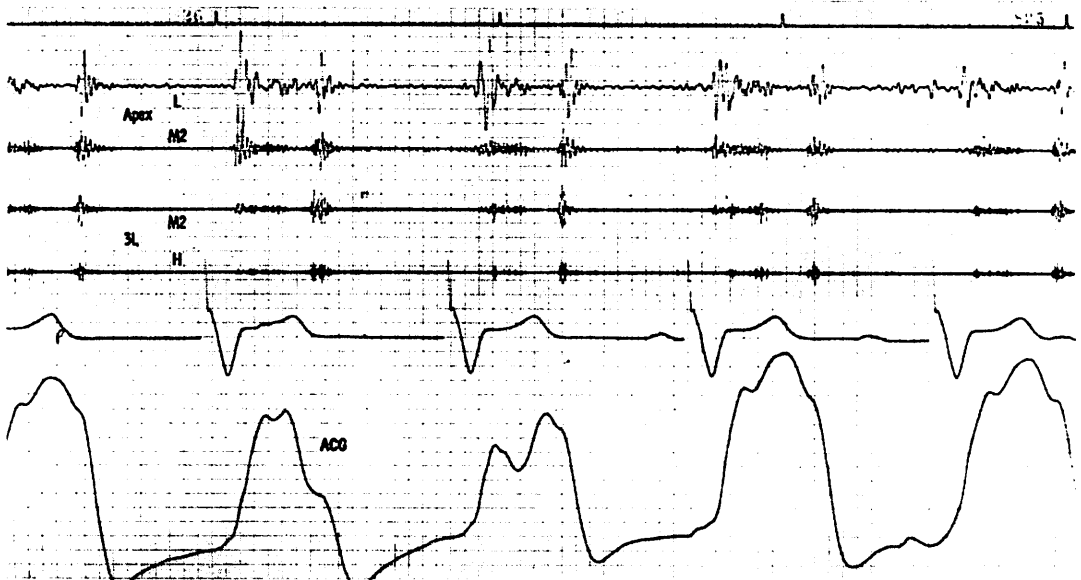


Fig. 1. Example of the typical apexcardiogram from a case with right ventricular electrode (66-year-old, male).

The amplitude of the apexcardiogram is increased when P wave precedes the QRS wave.  
ACG = apexcardiogram.

ーシング例では認められなかった。

Pacemaker pulse の最強点は心尖部内側 5 例, 心尖部 5 例でそれぞれ電極部にほぼ一致したが, 1 例は不関電極の場所である右上胸部であった。うち 3 例ではさらに心窩部または左季肋部にも明瞭な pacemaker pulse を認めた (Fig. 4)。

## 2. 波 形

Fig. 1 は右室 ペーシング例の典型的な心尖拍動図を示したものである。ほぼ心電図 R 波付近より立ち上がり, beat to beat variation が大で, P 波が先行した第 4, 5 心拍では有意に大きな波高を示していた。

Pacemaker pulse は心尖拍動図と異なり, Figs. 2, 3, 4 に示すごとく, pacemaker spike にわずかに遅れて立ち上がり (10 msec 以内), 50~120 msec 後にピークを形成し, 収縮中期から後期にかけて基線に復する单相曲線を示した。触診でも心尖拍動とは違って, 持続の短い前方運動として

触知された。注目すべき点は, 本来の心周期とは関係がないことと, pacemaker spike から pacemaker pulse の立ち上がりまでの時間, すなわち electromechanical delay がきわめて短いことであった。

Pacemaker pulse と心尖拍動図の混合波形は心尖部付近において 9 例にみられ, 9 例中 8 例で pacemaker pulse の波高が心尖拍動図の波高より大であった (Figs 5, 8)。

Fig. 5 は完全房室ブロックにて右室ペーシングを行った例である。第 1, 2 心拍の QRS 波には P 波が先行しておらず pacemaker pulse のみであるが, 第 3, 4 心拍では P 波が先行しており, pacemaker pulse にひき続き心尖拍動図の late systolic hump がみられた。このような P 波のタイミングによる混合波形の変化は, 右室ペーシング 9 例中 Fig. 8 の 1 例 (右室ペーシング不全例) を除き全例に程度の差はあれ認められたが, 左

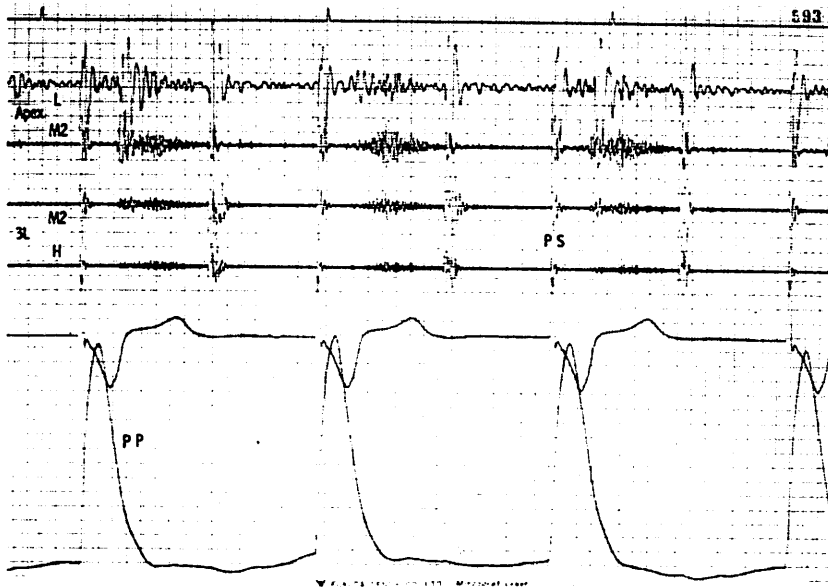
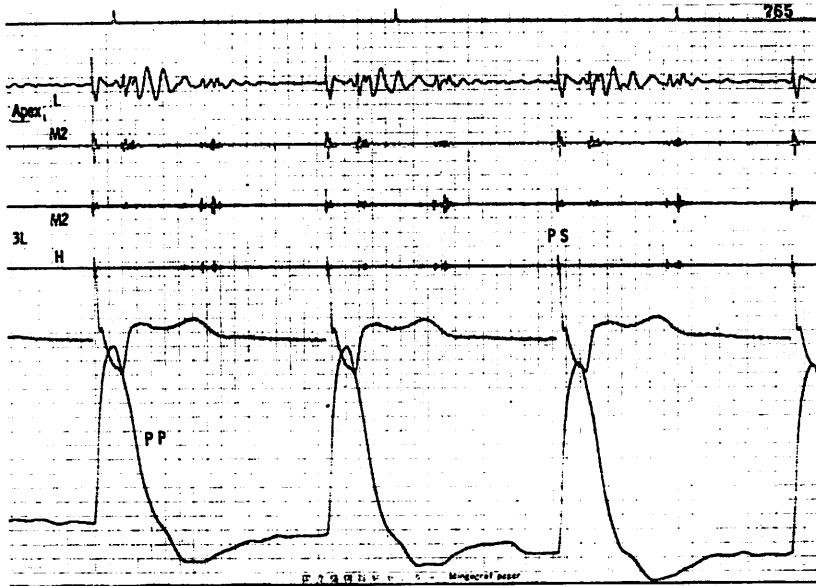


Fig. 2. Pacemaker pulse in a patient with right ventricular electrode (26-year-old, male).

In contrast to the apexcardiogram (Fig. 1), pacemaker pulse has no electromechanical delay and shows early outward movement.

PP=pacemaker pulse; PS=pacemaker sound.



**Fig. 3. Pacemaker pulse in a patient with right ventricular electrode (71-year-old, female).**  
The pacemaker sound is louder than any other heart sounds and typical pacemaker pulse is seen.  
PP=pacemaker pulse.

室ペースングの2例ではP波の位置によるbeat to beat variationはみられなかった。

### 3. Pacemaker sound との関係

Pacemaker pulseのみられた例では、すべてpacemaker soundを認め、両者の最強点は一致していた。Pacemaker pulseの振幅は一般にpacemaker soundの強弱に依存性を示し(Fig. 6)、立ち上がり開始点もpacemaker soundの開始に一致した。

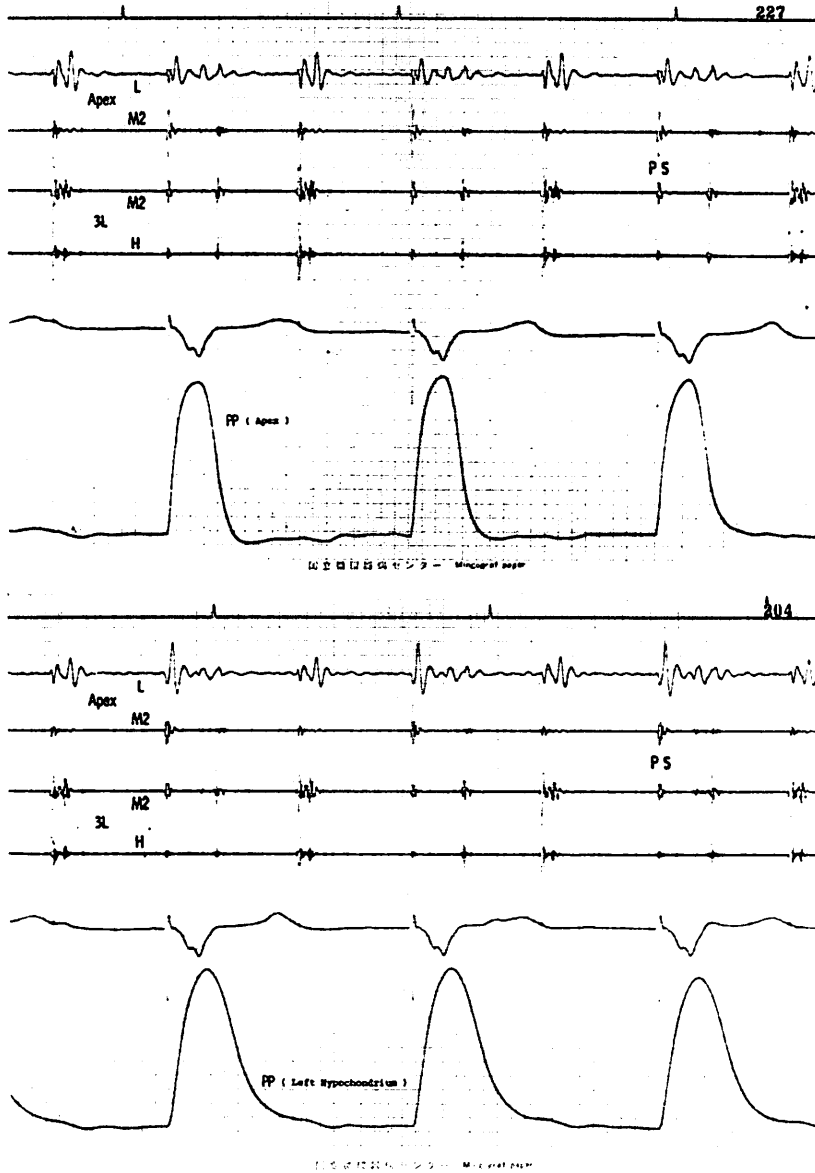
### 4. 原因

Pacemaker pulseの原因として、11例中2例は右室穿通ないし、穿孔によるものと考えられた。

Fig. 3は完全房室ブロックのため右室ペースングを行った例である。術後、左第5肋間前腋下線に最強点を有する、他の心音より強大なpacemaker soundと著明なpacemaker pulseを認め、左季肋部からも同様のpulseが記録された。胸部X-Pではカテーテル電極の位置異常は認められなかったが、超音波断層図でpericardial

effusionと電極先端の右室心筋内への穿通が確認された(Fig. 7)。本例は自覚症状も乏しく、長期の心電図モニターでもペースング不全を認めず、pericardial effusionの増加傾向もみられなかったため、とくに処置は加えず経過観察中である。

Fig. 8はsick sinus syndrome、大動脈弁閉鎖不全を基礎疾患とし、高頻度右房ペースングで房室結節の伝導異常もみられたため、心房心室連続ペースングを行った例である。術後右房ペースングの作動は良好であったが、右室ペースングのほうはペースング不全となり、左第4肋間で楽音様の三尖弁閉鎖不全雑音が聴取されるようになった。また、ペースング不全にもかかわらず、pacemaker spikeとともに立ち上がり、心周期と無関係のpacemaker pulseが心尖部から記録され、同時に強大なpacemaker soundを認めた。その後三尖弁閉鎖不全雑音は徐々に強大となり、頸静脈波で右心系のpulsus alternansもみられるようになったため(Fig. 9)、右室のカテーテル電



**Fig. 4. Pacemaker pulse in a patient with epicardial electrode recorded from the apex (upper panel) and left hypochondrium (lower panel) (14-year-old, male).**

Both localized intercostal muscle and left hemidiaphragmatic contraction are observed in this patient.

PP=pacemaker pulse.

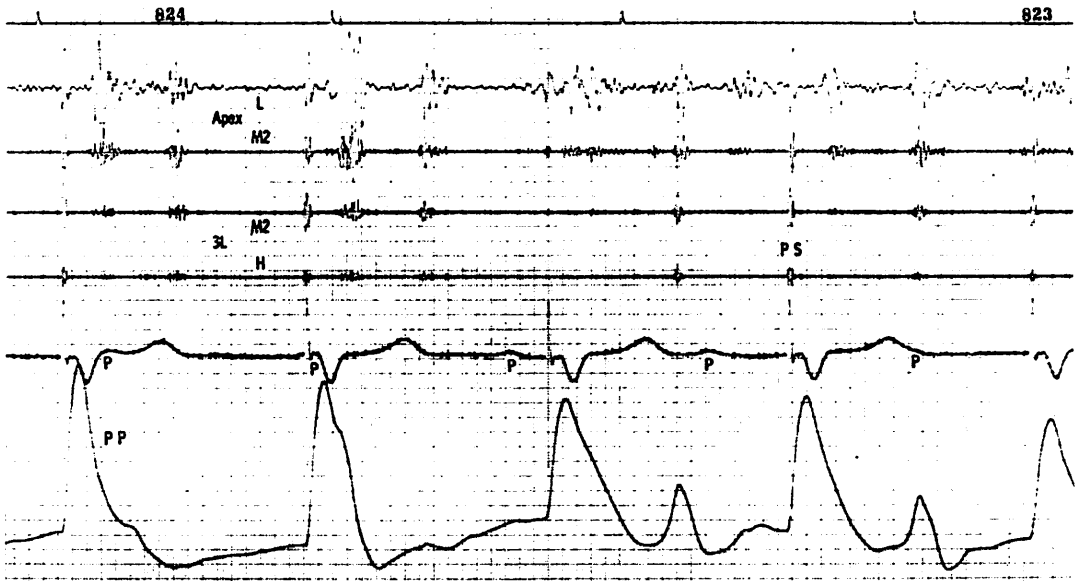


Fig. 5. Mixed tracing of the pacemaker pulse and apexcardiogram in a patient with right ventricular electrode (87-year-old, female).

The apexcardiogram is seen only when the P wave precedes a QRS wave, probably due to increment in stroke volume by atrial contribution to ventricular filling.

PP=pacemaker pulse.

極を抜去し、右房ペースングのみに切りかえた。術直後の心音図検査では三尖弁閉鎖不全雑音は消失し、pacemaker pulse, pacemaker sound ともに認められず、心尖部からは普通の心尖拍動図が記録された (Fig. 10)。本例は胸部 X-P で右室側の電極先端の dislocation がみられ (Fig. 11)、右室ペースングのタイミングが心室不応期にあたったとは考えられないことより、電極先端の右室穿孔のためペースング不全を起こし、肋間筋のみ刺激したため、pacemaker pulse, pacemaker sound がみられたと考えるのが妥当と思われる。

他の9例では、一連の非観血的検査にて、pacemaker pulse の原因となるべき所見は得られなかった。

### 考 案

永久 pacemaker 植込み例に、しばしば pacemaker sound がみられることは、1965年 Nager

ら<sup>1)</sup>の記載以来数多く報告されている<sup>2-9)</sup>。一方、pacemaker sound と関係の深い pacemaker pulse は1967年 Harris<sup>2)</sup>以来2,3の報告がみられるが、graphic recording による系統的研究はなされていない。

Mower ら<sup>4)</sup>は双極電極を用いた右室ペースング43例中10例に pacemaker sound が聴取され、うち2例に胸壁または腹部の拍動がみられたと報告し、Korn ら<sup>6)</sup>は pacemaker sound を有する7例中3例に presystolic impulse を認めている。本研究では、pacemaker pulse は永久 pacemaker 植込み例の20%にみられ、pacemaker sound を有する例すべてに認めた。また、pacemaker pulse の最強点、立ち上がり開始点は pacemaker sound のそれに一致し、pacemaker pulse の振幅も pacemaker sound に依存性を示すことより、pacemaker pulse と pacemaker sound は同一の現象であり、単に周波数の差だけ

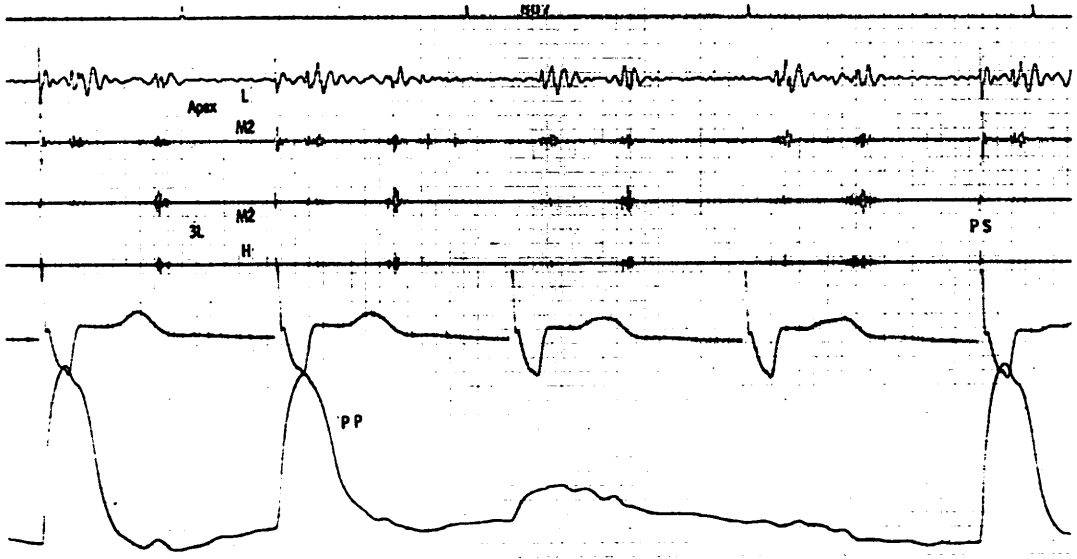


Fig. 6. Pacemaker pulse and pacemaker sound of the same patient as in Fig. 3 recorded without breath holding.

The pacemaker sound disappears and the pacemaker pulse diminishes in amplitude during expiration.

PP=pacemaker pulse; PS=pacemaker sound.

であると考えられた。

Pacemaker pulseの原因は、最強点が電極先端と一致していること、心周期と無関係であり心尖拍動図とは全く異なること、pacemaker spikeから pacemaker pulseの立ち上がりまでの electromechanical delayがほとんどなく、持続の短い拍動であること、および pacemaker soundと同一の現象と考えられること等より、pacemaker soundの原因と同様に電極先端からの current leakによる肋間筋または左横隔膜の収縮のためと考えられる。

Current leakの原因として11例中2例で右室穿通ないし穿孔が考えられた。他の9例中右上胸部にみられた1例は不関電極の sealに問題があるものと思われ、8例は通常の検査では単に電極先端と前胸壁あるいは横隔膜が近いだけであると考えられた。しかしながら、右室穿孔はなくとも pacemaker pulseを有する例には前胸壁および腹

部に動悸を訴える例もあり、臨床的には電極先端の malposition と考えるのが妥当である。したがって、pacemaker pulseは触診、pacemaker soundは聴診でも診断可能であることより、永久 pacemaker 植込み時には聴・触診も参考にすべきである。また経過観察中に pacemaker pulse, pacemaker sound が出現してきた場合は、一応右室穿孔を考慮し超音波断層図、胸部 X-P 等一連の精査を行う必要があると考えられた。心房ペースング例では pacemaker pulse は1例も認められなかったが、右心耳に電極を植込むため電極先端が前胸壁および横隔膜神経から離れているためであろう。

Pacemaker pulse と心尖拍動図の混合波形は9例に認められ、pacemaker pulseの下降脚に続いて心尖拍動図がみられた。Pacemaker pulseの波高・波形は、P波出現のタイミングに無関係であったが、心尖拍動図は右室ペースング例では一般

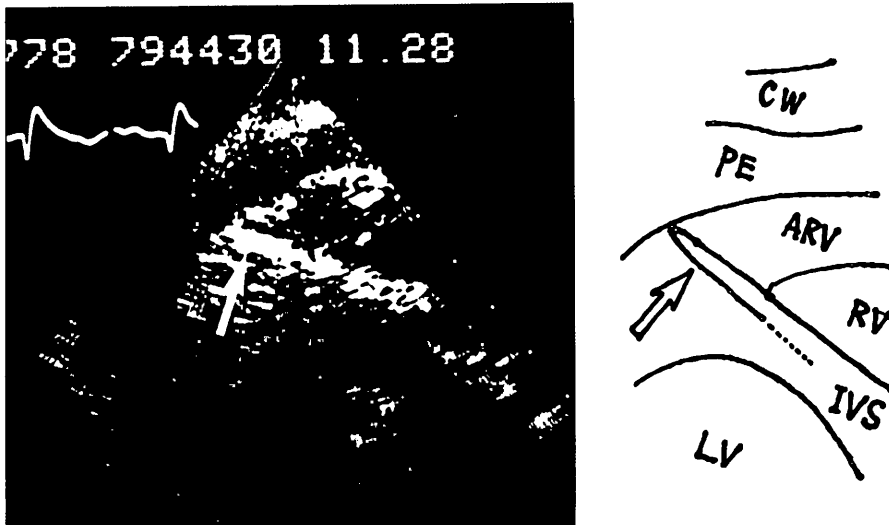


Fig. 7. Cross-sectional echocardiogram of the same patient as in Figs. 3, 6.

The tip of the electrode wire (arrow) is found to have perforated through the right ventricular wall.

CW=chest wall; PE=pericardial effusion; RV=right ventricular cavity; IVS=interventricular septum; LV=left ventricular cavity.

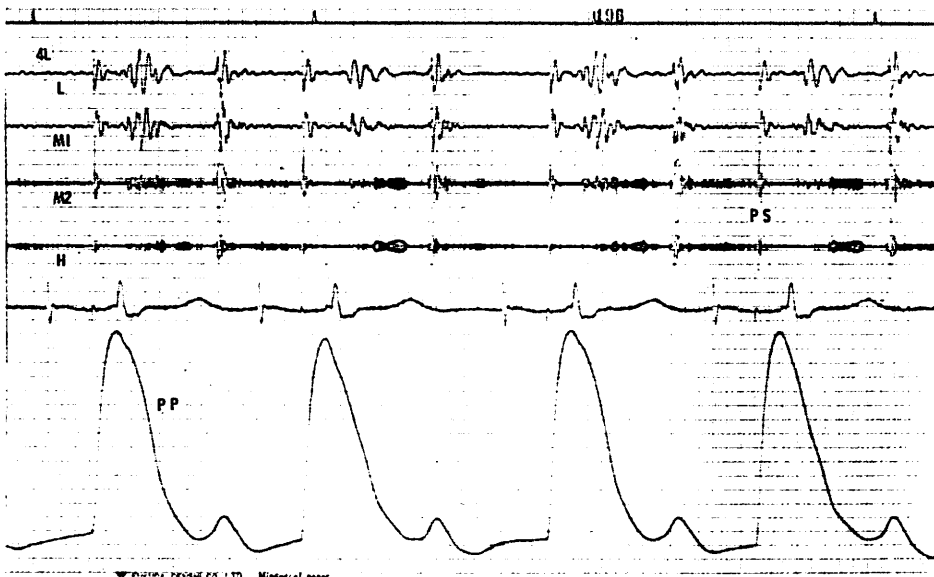


Fig. 8. Pacemaker pulse in a patient with atrio-ventricular sequential pacemaker (65-year-old female).

Note that in spite of the failure of artificial pacemaker to capture the ventricle the pacemaker pulse and pacemaker sound are recorded, suggesting perforation of the catheter through the right ventricular wall. Pacemaker induced tricuspid regurgitation is also seen.

PP=pacemaker pulse; PS=pacemaker sound.



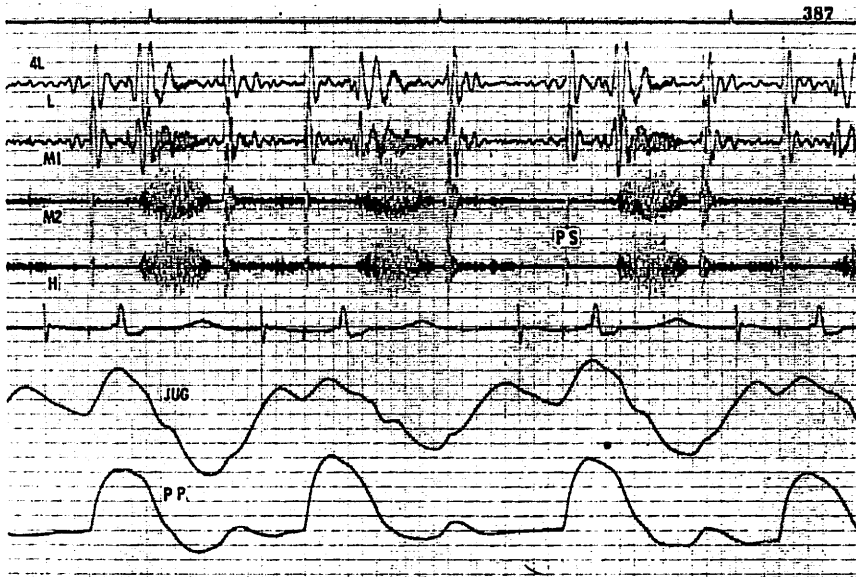


Fig. 9. Phonocardiogram of the same patient as in Fig. 8.

Intensification of the regurgitant systolic murmur at the lower sternal border and appearance of pulsus alternans of the jugular phlebogram suggest the increasing grade of the severity of tricuspid regurgitation.

JUG=jugular phlebogram; PP=pacemaker pulse; PS=pacemaker sound.

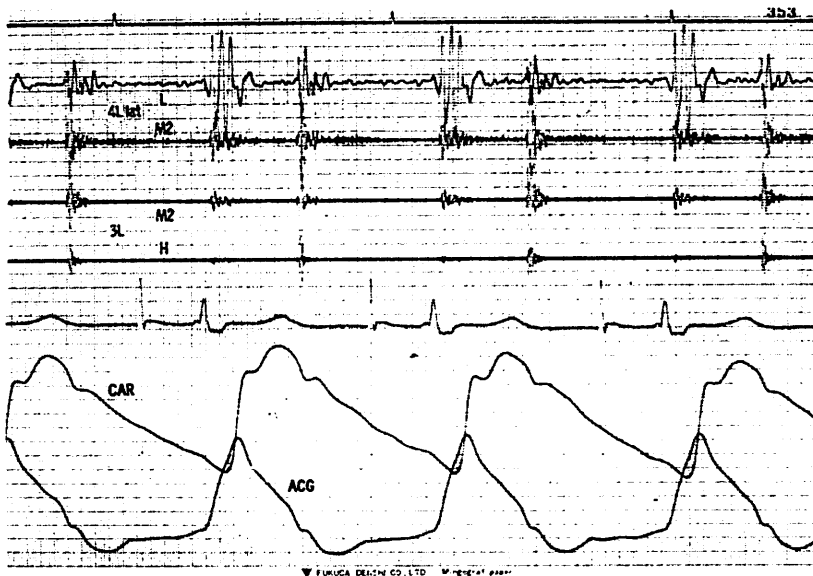


Fig. 10. Phonocardiogram of the same patient as in Fig. 8.

After the removal of right ventricular electrode, pacemaker pulse and pacemaker sound disappear and the normal apexcardiogram is recorded at the same location.

CAR=carotid pulse tracing; ACG=apexcardiogram.



Fig. 11. Chest roentgenograms of the same patient as in Fig. 8.

Posteroanterior and lateral views of the chest roentgenogram reveal the dislocation of the electrode in right ventricular cavity.

に P 波を先行した心拍で大であり, 1 例では P 波を先行した心拍のみに心尖拍動図を認めた. P 波を先行した心拍では心房収縮により左室拡張終期の容量増加が起こり, 一回拍出量が増加したためこのような波形を示したものと考えられた. 左室ペースング例では P 波出現のタイミングによる混合波形の変化はほとんどみられず, 右室ペースング例より左室充満に対する心房収縮の影響が少なかった. この点に関しては今後さらに検討をしてゆく予定である.

#### 要 約

人工 pacemaker 刺激が直接原因と考えられる胸壁拍動図 (pacemaker pulse) の頻度, 波形, pacemaker sound との関係, および原因について検討した.

Pacemaker pulse は永久 pacemaker 植込みを

行った 54 例中 11 例 (20%) にみられ, その内訳は右室ペースング 43 例中 9 例, 心筋電極による左室ペースング 5 例中 2 例にみられ, 心房ペースングの 6 例には認めなかった.

記録場所は心尖部内側 5 例, 心尖部 5 例と電極先端部に一致したが, 1 例は不関電極の部位である右上胸部であった. 3 例ではさらに心窩部からも記録された.

波形は pacemaker spike および pacemaker sound とほぼ同時に立ち上がり, 50~120 msec 後にピークを有し, 収縮中期に基線に復する心内現象とは無関係の単相曲線を示した. 振幅は pacemaker sound の強弱に依存し, electromechanical delay はなかった. 9 例には心尖拍動図との混合波形がみられ, pacemaker pulse には beat to beat variation を認めなかったが, 心尖拍動図はとくに右室ペースングの場合, P 波を先行した心

拍で大であった。

以上より、pacemaker pulse の原因は電極先端からの current leak による肋間筋、および左横隔膜の収縮のためと考えられ、11 例中 2 例では current leak は電極の右室穿通または穿孔によるものと考えられた。

#### 文 献

- 1) Nager F, Bühlmann A, Schaub F, Schwarz H, Senning A: Auskultatorische und kardiographische Befunde bei Patienten mit implantiertem elektrischem Schrittmacher. *Klin Wschr* **43**: 1232-1237, 1965
- 2) Harris A: Pacemaker "heart sound". *Brit Heart J* **29**: 608-615, 1967
- 3) Murdock MI, Meyers BA, Bacos JM: Auscultatory clicks produced by pacemaker catheters. *Ann Intern Med* **68**: 1320-1322, 1968
- 4) Mower MM, Prempress A, Staewen WS, Tabatznik B: Pacemaker sound in bipolar pacing systems. *Amer J Cardiol* **23**: 129, 1969
- 5) Kluge WF: Pacemaker sound and its origin. *Amer J Cardiol* **25**: 362-366, 1970
- 6) Kramer DH, Moss AJ, Shah PM: Mechanism and significance of pacemaker-induced extracardiac sound. *Amer J Cardiol* **25**: 367-371, 1970
- 7) Pupillo GA, Linhart JW: Chest-wall stimulation and phonocardiography in the identification of the pacemaker heart sound. *Ann Intern Med* **73**: 439-441, 1970
- 8) Korn M, Schoenfeld CD, Ghahramani A, Samet P: The pacemaker sound. *Amer J Med* **49**: 451-458, 1970
- 9) Pupillo GA, Talley RC, Linhart JW: "Pacemaker heart sound" caused by diaphragmatic contractions. *Amer Heart J* **82**: 711-712, 1971