

## 《原 著》

心電図同期心プールシンチグラフィによる  
Postextrasystolic Potentiation の評価

杉原 洋樹\*      足立 晴彦\*      中川 博昭\*      樋上 雅一\*  
幸田 正明\*      北村 浩一\*      中西 正\*      播磨 成人\*  
辻 光\*      古川 啓三\*      朝山 純\*      勝目 紘\*  
伊地知浜夫\*

**要旨** Postextrasystolic Potentiation (PESP) は viable な心筋や心収縮予備能を把握する鋭敏な指標である。われわれは心電図同期心プールシンチグラフィを用い PESP の評価を試みた。経静脈的に右室心尖部に電極カテーテルを挿入し、cardiac stimulator を用いて心室性三段脈を作成する一方、心プールシンチグラフィはリストモードで 12 分間データ採取した。これから編集された期外収縮後第 1 拍とコントロール心拍を比較検討した。期外収縮後第 1 拍はコントロール心拍に比べ、拡張末期容積は増加、収縮末期容積は減少、駆出率および最大駆出速度は増加した。コントロール心拍でみられた壁運動異常が期外収縮後第 1 拍では改善する例が存在した。本法は心筋の viability や心収縮予備能を評価する有用な方法と考えられる。

## I. はじめに

心収縮予備能あるいは心筋の viability の評価は冠血行再建術の適応や予後を判定する上で重要とされ、これまで種々の報告がある<sup>1-3)</sup>。それらのうち、Postextrasystolic Potentiation は心収縮予備能の鋭敏な指標の一つとされるが、臨床的にこれを求めるには X 線左室造影法を用いる必要がある<sup>4,5)</sup>。

われわれは造影剤を使用せずまたコンピューター解析により種々の心機能評価の容易な心電図同期心プールシンチグラフィを用いて、Postextrasystolic Potentiation による心収縮予備能の評価を試みた。

## II. 対 象

陳旧性心筋梗塞症 6 例、狭心症 2 例、拡張型心筋症 1 例、正常対照者 3 例の計 12 例を対象とした。

## III. 方 法

心臓カテーテルまたは左室・冠動脈造影術施行にひきつづき、経静脈的に右室心尖部に電極カテーテルを挿入し、フクダ電子社製 cardiac stimulator BC-02A を用いて、早期刺激の時期を刺激前の R-R 間隔の 40~50% に設定して心室性三段脈を作成した (Fig. 1)。一方、心電図同期心プールシンチグラフィは <sup>99m</sup>Tc-HSA 20 mCi 投与後の平衡時に高感度平行孔型コリメーターを装着した γ-シンチレーションカメラを使用し、左室と右室の明瞭に分離される左前斜位で行った。心室性三段脈時のデータ採取はミニコンピューター島津シンチパック 1200 を用い、リストモードにて 12 分間採取した。またコントロール心拍はゲートモードで 5 分間データ採取した。得られたリスト

\* 京都府立医科大学第二内科

受付：60 年 1 月 10 日

最終稿受付：60 年 2 月 26 日

別刷請求先：京都市上京区河原町広小路梶井町 465

(☎ 602)

京都府立医科大学第二内科

杉 原 洋 樹

モードデータより得られる R-R 間隔のヒストグラムは三峰性を示し (Fig. 1), これらは R-R 間隔の短いものから順に期外収縮後第2拍, 期外収縮後第1拍, ペーシング心拍と同定される. これらを個別に編集し, 期外収縮後第1拍とコントロール心拍における左室の拡張末期カウント数, 収縮末期カウント数, 駆出カウント数, 駆出率, 壁運動などを比較検討した. 壁運動の評価は中

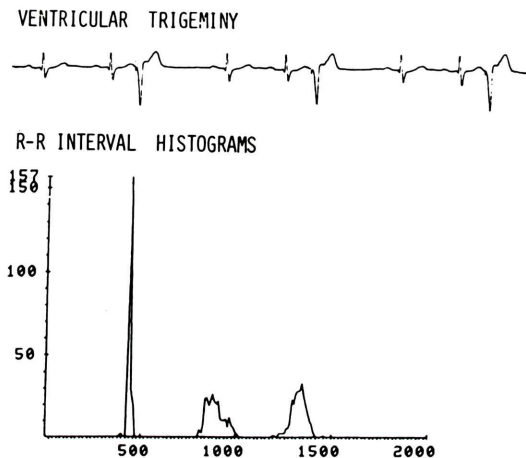


Fig. 1 Electrocardiogram presenting pacing induced ventricular trigeminy (upper), and R-R interval histograms during ventricular trigeminy (lower).

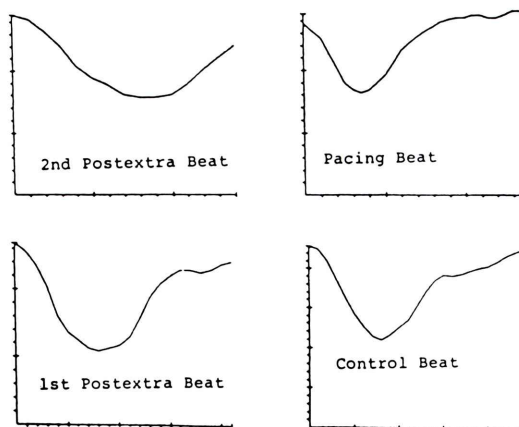


Fig. 2 Left ventricular volume curves of the reformatted 2nd postextra, pacing, 1st postextra and control beat.

隔, 心尖下壁, 後側壁の3領域に分け, 視覚的に normokinesis, hypokinesis, akinesis または dyskinesis と判定した.

#### IV. 症 例

##### 1. 47歳 男 陳旧性前壁中隔梗塞

コントロール心拍では中隔から心尖部に及ぶ akinesis を呈し, 左室駆出率は39%であったが, 期外収縮後心拍では壁運動は改善し, 左室駆出率は48%と増加した (Fig. 3). 本例のフーリエ変換による位相イメージではコントロール心拍で存在した中隔から心尖部の位相の遅延は期外収縮後心拍で消失した (Fig. 4).

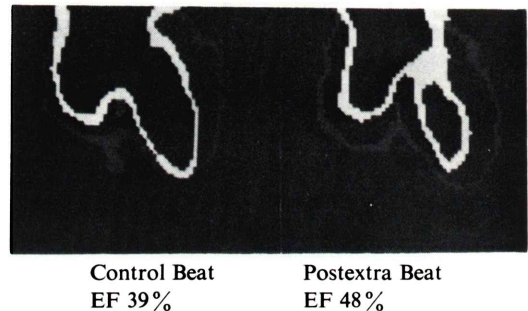


Fig. 3 Left ventricular perimeter at end-diastole and at end-systole observed in the patient with anteroseptal myocardial infarction. Asynergy of apico-septal region in control beat (left) was improved in postextra beat (right).

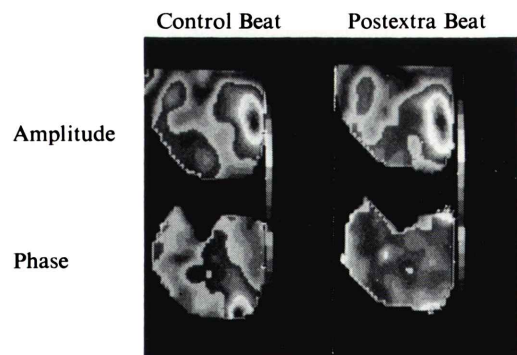


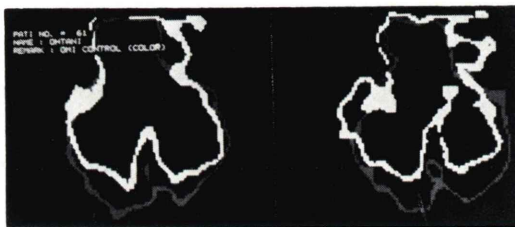
Fig. 4 Phase images of control and postextra beat in the same patient so in Fig. 3. Phase delay seen in the apico-septum in control beat was improved in postextra beat.

## 2. 52歳 男 陳旧性側壁梗塞

コントロール心拍では後側壁の akinesis, 中隔の hypokinesis が存在し, 左室駆出率は33%であったが, 期外収縮後心拍では後側壁, 中隔とも壁運動は改善し, 左室駆出率は46%と増加した (Fig. 5).

## V. 結 果

期外収縮後心拍ではコントロール心拍に比較し, 左室の拡張末期カウント数は平均8%増加 ( $p < 0.001$ ), 収縮末期カウント数は平均9%減少 ( $p < 0.01$ ), 駆出カウント数は平均34%増加 ( $p < 0.001$ )



Control Beat EF 33% Postextra Beat EF 46%

Fig. 5 Left ventricular perimeter at end-diastole and at end-systole observed in the patient with lateral myocardial infarction. Asynergy seen in the postero-lateral region in control beat (left) was improved in postextra beat (right).

がそれぞれみられた (Fig. 6). 左室駆出率は平均48%が55% ( $p < 0.001$ ), 最大駆出速度は平均5.61/sec が 6.22/sec ( $p < 0.001$ ) へそれぞれ増加した (Fig. 7). なお, 統計解析には Student's *t* test を用い, 危険率5%以下を有意とした.

コントロール心拍と期外収縮後心拍の局所壁運動を比較すると, hypokinesis の6領域はすべて

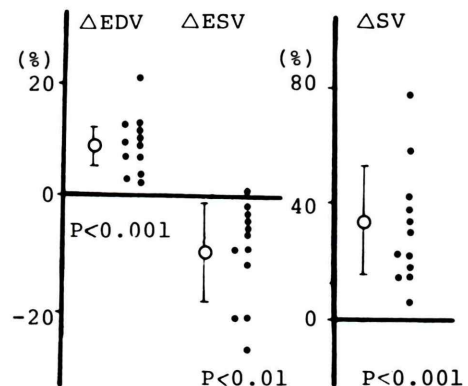


Fig. 6 Changes of end-diastolic volume (EDV), end-systolic volume (ESV) and stroke volume (SV) in postextra beat.

$\Delta$ EDV=change of end-diastolic volume  
 $\Delta$ ESV=change of end-systolic volume  
 $\Delta$ SV=change of stroke volume

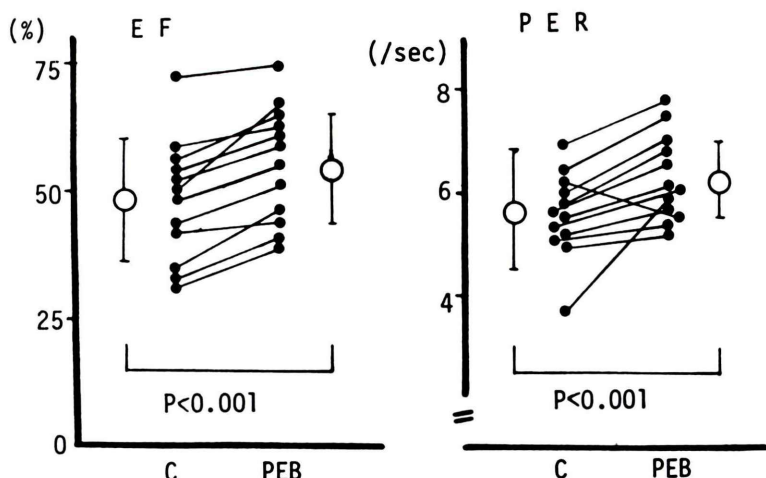


Fig. 7 Changes of Ejection Fraction (EF) and Peak Ejection Rate (PER) in postextra beat. C=control beat, PEB=postextra beat.

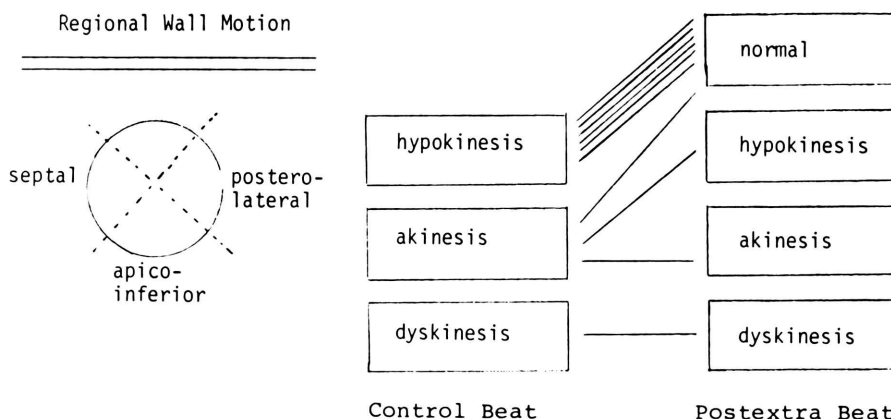


Fig. 8 Consequence of wall motion abnormalities by postextra beat.

normokinesis となり, akinesis の3領域は normokinesis, hypokinesis と変化あるいは不変であり, dyskinesis の1領域は不変であった (Fig. 8).

## VI. 考 案

期外収縮後の心拍の収縮力増強現象は1885年 Langendorff<sup>6)</sup> により記載され, Hoffman<sup>7)</sup> により Postextrasystolic Potentiation と呼ばれるようになった。この臨床的意義に関して akinesis または dyskinesis などの高度の収縮異常の存在にもかかわらず, 病理学的には正常心筋の残存を認める例が報告され<sup>8)</sup>, 虚血性心疾患に伴う左室の壁運動異常は冠血行再建術により改善しうると考えられる。冠血行再建術により壁運動異常がどの程度改善するかを術前に予想することは重要である。このためニトログリセリンやノルエピネフリンなどの薬剤負荷による検討も行われたが, Postextrasystolic Potentiation は収縮予備能あるいは viable な心筋の存在を臨床的に知るすぐれた方法であると報告され<sup>8,9)</sup>, 急性虚血実験では心筋細胞壊死が60%以上に及ぶと局所的な Postextrasystolic Potentiation がみられないとの報告もある<sup>10)</sup>。しかしこの Postextrasystolic Potentiation を心収縮予備能を知る目的として使用するには左室造影を施行した上で壁動態の解析が必要であり, これらは必ずしも容易とは言えず, 臨床的に応用する

上での難点である。これらを踏まえた上で, われわれはデジタル化が容易で壁動態解析も可能な心電図同期心プールシンチグラフィを用い Postextrasystolic Potentiation の評価を試みた。方法上の問題として核医学検査法では分解能をあげるためある程度心拍数を加算してのデータ採取が必要であり, そのため期外収縮後心拍を他の心拍と区別しデータ採取する必要がある。代償期を有する期外収縮(右室ペースング)による心室性三段脈を作成した場合には R-R 間隔の異なる三種類の心拍が存在し, リストモードデータ採取により期外収縮後心拍のみの個別の解析が可能となり, さらに12分間のデータ採取により期外収縮後心拍の心拍数は200~300に達し, データ解析には十分な分解能が得られていると考えられた, この方法による R-R 間隔ごとの編集は Postextrasystolic Potentiation の評価の他に, 近藤ら<sup>11)</sup>の報告のごとく, 期外収縮による左室容量変化, 左室駆出動態および位相解析による期外収縮発生部位の推定にも役立つ有用な方法と考えられる。

本法による期外収縮後心拍とコントロール心拍の容量変化の比較で, 拡張末期容量の増加, 収縮末期容量の減少, 駆出量の増加を示したが, これらは諸家の報告とほぼ一致した。コントロール心拍で壁運動異常を呈した虚血部位が期外収縮後心拍で改善した例では, 同部位に viable な心筋が



存在し壁運動異常は可逆的であることが予測され、本法による Postextrasystolic Potentiation の評価は十分と考えられた。症例 1 では壁運動とともに位相解析による位相も期外収縮後心拍で改善され、この意義については今後検討する必要がある。核医学検査法は容量変化、駆出率、拡張期機能、位相解析等の指標をコンピューターにより容易に求められ、右室の Postextrasystolic Potentiation の評価も可能と思われるので、今後応用範囲は拡大すると考えられる。

本法は経静脈的に右室へ電極カテーテルの挿入操作を必要とし、今回の検討はすべて心臓カテーテル検査にひきつづき行ったものであるが、これだけを目的とするならば食道ペーシング法を用い非侵襲的に行うことも可能であり、これは現在検討中である。

## VII. 結 語

心電図同期心プールシンチグラフィを用い左室の Postextrasystolic Potentiation を全体および局所的に検討し、これが左室収縮予備能の評価法として有用であることを示した。

## 文 献

- 1) Horn HR, Teichholz LE, Cohn PF, Herman MV, et al: Augmentation of left ventricular contraction pattern in coronary artery disease by inotropic catecholamine. The epinephrine ventriculogram. *Circulation* **49**: 1063, 1974
- 2) Helfant RH, Pine R, Meister SG, et al: Nitroglycerin to unmask reversible asynergy. Correlation with post coronary bypass ventriculography. *Circulation* **50**: 108, 1974
- 3) McAnulty JH, Hattenhauer MT, Rosch J, et al: Improvement in left ventricular wall motion following nitroglycerin. *Circulation* **51**: 140, 1975
- 4) Hamby RI, Aintablian A, Wisoff BG, et al: Response of the left ventricle in coronary artery disease to postextrasystolic potentiation. *Circulation* **51**: 428, 1975
- 5) Popio KA, Gorlin R, Bechtel D, et al: Postextrasystolic potentiation as a predictor of potential myocardial viability: preoperative analyses compared with studies after coronary bypass surgery. *Am J Cardiol* **39**: 944, 1977
- 6) Langendorff O: Über elektrische Reizung des Herzens. *Arch Anat Phys Abst*, p. 284, 1885
- 7) Hoffman BF, Binder E, Suckling EE: Postextrasystolic potentiation of contraction in cardiac muscle. *Am J Physiol* **185**: 95, 1956
- 8) Ideker RE, Behar VS, Wagner GS, et al: Evaluation of asynergy as an indicator of myocardial fibrosis. *Circulation* **57**: 715, 1978
- 9) Cohn PF, Gorin R, Herman MV, et al: Relation between contractile reserve and prognosis in patients with coronary artery disease and a depressed ejection fraction. *Circulation* **51**: 414, 1975
- 10) Sakamaki T, Corday E, Meerbaum S, et al: Relation between myocardial injury and postextrasystolic potentiation of regional function measured by two-dimensional echocardiography *JACC* **2**: 52, 1983
- 11) 近藤 武, 桜井 充, 黒川 洋, 他: 心電図同期心プールシンチグラフィによる心室性期外収縮の Functional Image の検討. *核医学* **21**: 361, 1984

## Summary

### Evaluation of Postextrasystolic Potentiation by Gated Radionuclide Ventriculography

Hiroki SUGIHARA, Haruhiko ADACHI, Hiroaki NAKAGAWA, Hirokazu KITAMURA,  
Masaaki KOHDA, Masaichi HIGAMI, Tadashi NAKANISHI, Hikari TSUJI,  
Seito HARIMA, Keizo FURUKAWA, Jun ASAYAMA,  
Hiroshi KATSUME and Hamao IJICHI

*Second Department of Internal Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan*

Postextrasystolic potentiation (PESP) is an excellent approach to predict myocardial viability and inotropic reserve of the ventricle. We evaluated PESP by means of gated radionuclide angiography.

The electrode catheter was positioned in the apex of the right ventricle, and ventricular trigeminy was generated by programmed cardiac stimulator. Radionuclide ventriculography with Tc-99m HSA was performed in a modified left anterior oblique projection, and list mode data were acquired for 12 minutes. From these data three separate clusters of cardiac cycles were identified.

Compared with the functions derived from control beat, in these from the postextra beat, end-diastolic volume was increased but end-systolic volume was decreased, and both ejection fraction and peak ejection rate were increased. Abnormal wall motion found in the some cases of ischemic heart disease was improved in postextra beat.

These results indicate an usefulness of evaluation of myocardial viability and of ventricular inotropic reserve by using radionuclide method.

**Key words:** Postextrasystolic potentiation, Radionuclide ventriculography, Inotropic reserve, Asynergy.