

《研究速報》

マルチゲート法を用いた心臓ペーシングにおける
心機能の評価

西村 恒彦* 小坂井嘉夫** 鬼頭 義次** 藤田 毅**
小塚 隆弘*

1. 緒 言

Green¹⁾, 飯尾²⁾らにより開発されたマルチゲート法による RI アンジオグラフィは, 左室造影に比較して非観血的にくり返し左心機能を測定できる利点を有し, 薬剤, 運動負荷時の心機能の評価も試みられている。

ところで, 完全房室ブロックなどを有する患者は, ペースメーカ治療によりペースメーカ植込み後, 終生にわたり心拍数の制御を受けることになり, 至適心拍数の設定, 種々の心拍数の変化による血行動態が問題となる。

そこで, 本研究では, マルチゲート法の特性を利用して, レート可変型ペースメーカを植込んだ症例にて, 心臓ペーシング時における心拍数の変化による心機能の評価を試みたので報告する。

2. 方法および対象

対象はレート可変型ペースメーカを植込んだ完全房室ブロックを有した4症例である。

^{99m}Tc-Albumin 15~20mCi 静注後, 平衡相にて高分解能コリメータを装着したシンチカメラ (Ohio-Nuclear Σ410 S 型) とオンラインで接続したミニコンピュータ (DEC PDP 11/34 96KB) を用い, LAO にてマルチゲート法による心プールイメージングを行なった。マルチゲート法は, フレ

ームモードにて 64×64 マトリックスで R-R 間隔を20等分し, 心拍同期加算にて 2,000K カウント (約500~1,500心拍) データを収集し, 左室容積曲線 (volume curve) を求めた (Fig. 1)。

また, 同時に虚血式イヤーデンシトメータ (日本光電デイルタック MLC-4100) を用い, 色素法にて心拍出量を測定した。この際, イヤープレスキモグラフィを併用することにより, 耳朶の血管拡張の程度を可及的一定とした。

これらの測定は, 各症例にて心拍数を 30~120/分の範囲で10~20/分ごとに心拍数をプログラマーを用い変化させながらくり返し行なった。なお, 各心拍数の測定に当たり, 5 分間の時間的間隔を置いた。

3. 左心機能に関するパラメーターの算出

1) 色素法

心拍出量 (CO ml/min) を心拍数で除することにより, 1 回拍出量 (SV ml) を求めた。

2) マルチゲート法

マルチゲート法を用いて得られた経時的心プールイメージの横断曲線を拡張末期 (ED), 収縮末

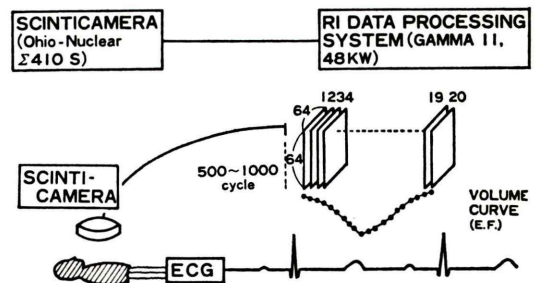


Fig. 1. Schema of multi-gated cardiac blood pool study

* 国立循環器病センター放診部

** 国立循環器病センター心臓外科

受付: 54年7月9日

最終稿受付: 54年8月31日

別刷請求先: 吹田市藤白台5の125 (☎565)

国立循環器病センター放診部

西村 恒彦

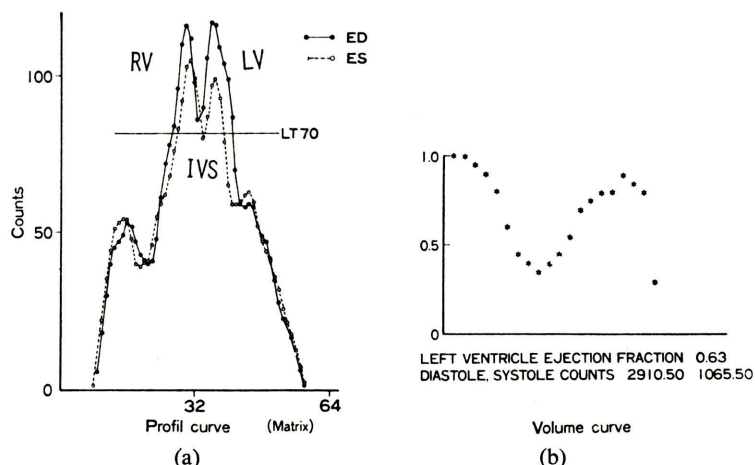


Fig. 2 (a) Determination of relative EDV, ESV (counts) from gated images.
(b) Calculation of ejection fraction from volume curve.

期 (ES) 像にて求め、最高値のカウント数を100%とすると、スレッシュホールドレベルを心室中隔に設定する時 (本症例では70%)、左心室の辺縁を明瞭に、実際の大きさに一致して捉えられる (Fig. 2-a). そこで、同一症例にて、2,000k カウント、データ収集した時、相対的な拡張末期容積 (EDV)、収縮末期容積 (ESV) をカウント数の変化として心拍数を変化させながら求められる。また、EDV のカウント数を1.00として補正すれば、左室容積曲線から駆出分画 (EF) が求められる (Fig. 2-b).

3) 色素法とマルチゲート法の相関

色素法から求めた SV とマルチゲート法から求めた EDV, ESV カウントの差を SV カウントとし、同一症例について、各心拍数ごとに相関を求めた。

4. 結 果

色素法とマルチゲート法から求めた SV の相関を Fig. 3 に示す。4 症例にて両者の相関は0.96~0.87 ときわめて高いことがわかる。そこで、マルチゲート法により求めた EDV, ESV カウントを絶対的な EDV, ESV (ml) に置き換え、両者を組み合わせることにより、CO, SV, EDV, ESV, EF の諸パラメータを各心拍ごとに定量的に測定した。

心室ペーシングを植込んだ代表的な2例における成績を呈示する。

〔症例1〕 H.O. 76歳、女性 (Fig. 4)

心拍数の増加とともに CO は増加し、高心拍数になるに従がいプラトーに達する。SV, EDV, ESV は、同様に徐々に減少した。EF はほぼ一定であった。

〔症例2〕 T.T. 68歳、男性 (Fig. 5)

心拍数の増加とともに CO は増加したが、増加率は少なくプラトーに達する。SV, EDV, ESV は同様に徐々に減少した。EF はほぼ一定であった。

5. 考 案

マルチゲート法は、左室造影に比較して、くり返し生理的な条件下で左心機能を非観血的に測定できるという利点を有している。とりわけ、心臓ペーシングは、R-R 間隔の変動がきわめて少なく、薬剤、運動負荷以上にマルチゲート法を活用できる。しかしながら、このような研究では、EF を始めとする諸パラメータの精度が問題となる。著者らは、EF に関して、左心室、バックグラウンドの設定について検討した結果、心カテーテル検査を行なった50症例にて0.902 ときわめて高い相関を得ている⁴⁾。また、今回の研究では、同一症

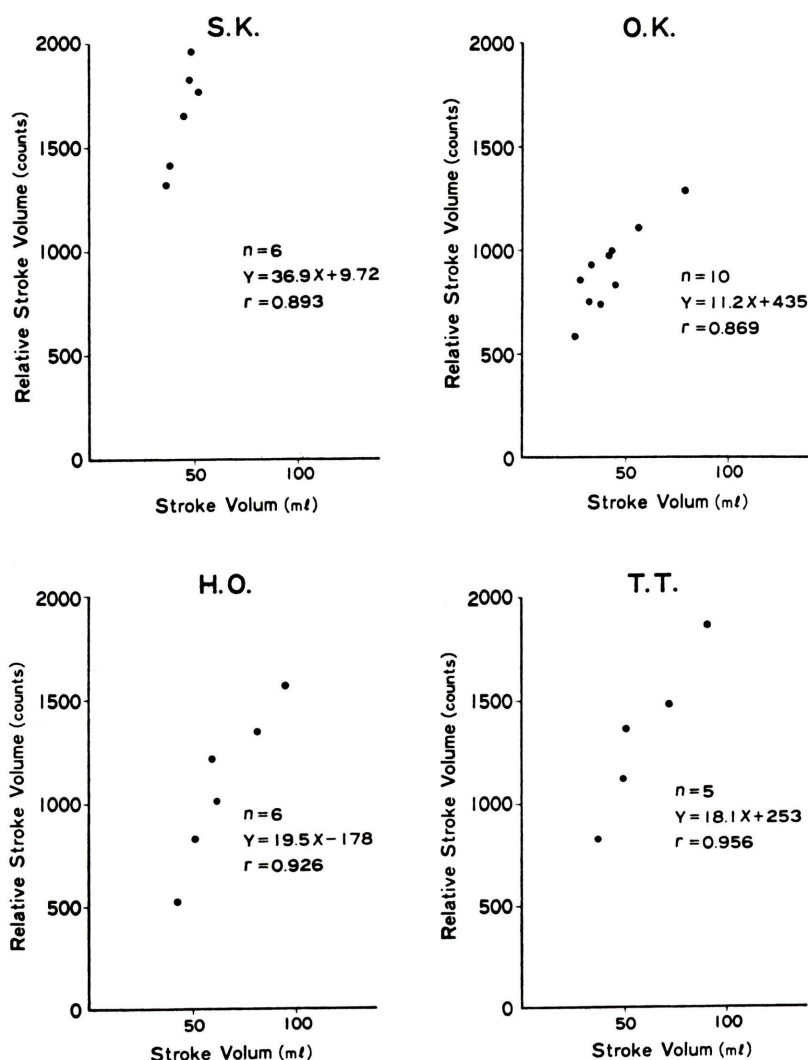


Fig. 3 Simple correlation between stroke volume by dye method and relative stroke volume (counts) by multi-gate method.

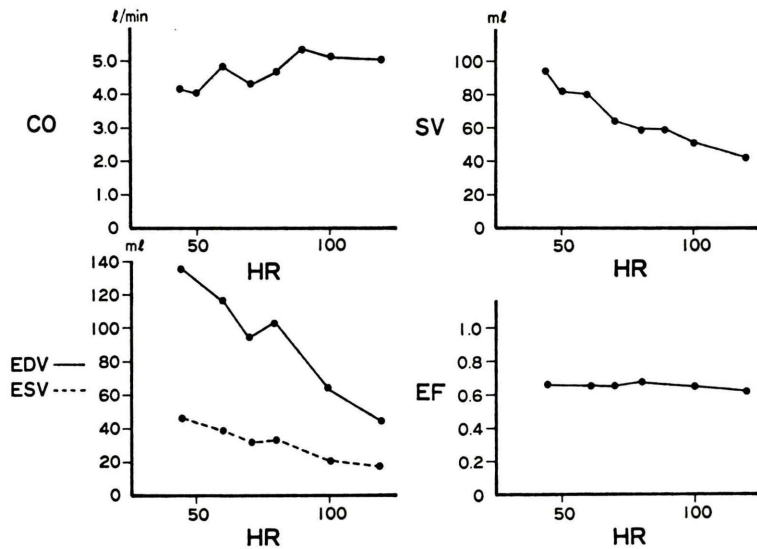
例にて、同体位で、2,000k カウントデータを収集し、かつその横断曲線からスレッショルドレベルを設け、相対的な EDV, ESV カウントを求め、SV カウントと CO から求めた SV を比較したところ、高い相関が得られたことから、EDV, ESV の信頼性も高い。

また、色素法による CO の測定は虚血式イヤープース型デンシトメトリーを改良し、イヤープレスモグラフィを併用することにより、キューベッ

ト法と比較して 0.96 と高い相関を得ていることから CO の信頼性も高い⁵⁾。

レート可変型ペースメカを植込んだ症例にて、心室ペースティングにおいて心拍数を変化させたときの心拍出量は、Sowton ら³⁾により rate output curve として分類されている。これらは、心拍数の増加に伴い CO がプラトーに達する型 (flat type) とピークを有する型 (peaked type) に分けられる。ところで、今回の 4 症例では、すべて flat type で

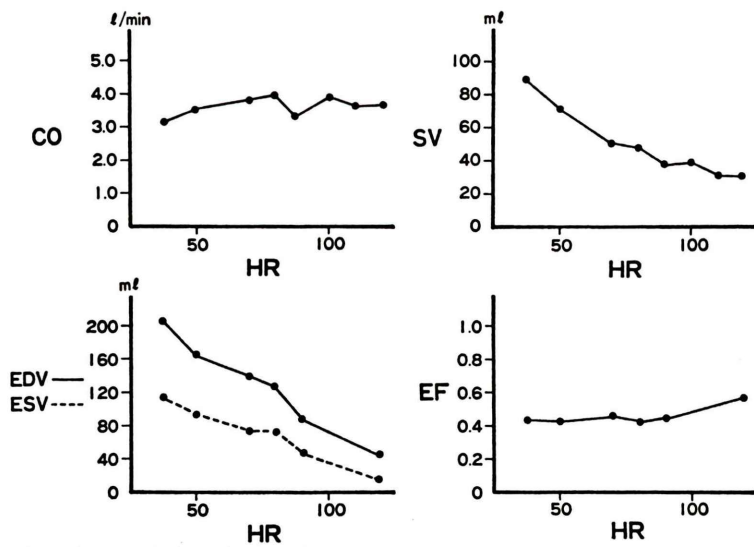
H.O. 76 ♀



CO=cardiac output, SV=stroke volume, EF=ejection fraction.
EDV=end-diastolic volume, ESV=end-systolic volume, HR=heart rate

Fig. 4 Hemodynamic changes of RV pacing at various heart rate (Case 1).

T.T. 68 ♂



CO=cardiac output, SV=stroke volume, EF=ejection fraction.
EDV=end-diastolic volume, ESV=end-systolic volume, HR=heart rate

Fig. 5 Hemodynamic changes of RV pacing at various heart rate (Case 2).

あった。プログラマーにより心拍数を増加させた場合、CO は、プラトーに達するとともに、SV、EDV、ESV は徐々に減少し、かつ EF はほぼ一定という成績が得られた。

このことは、心室ペースティングでは、心房、心室の協調運動がなく、血液の左室充えい量は、左房、左室の圧較差と充満時間により受動的に決定されると考えられる。

とくに、完全房室ブロックのように弁疾患や虚血性変化がない心筋が正常と考えられる症例では、心拍数と反比例する充満時間が短くなると EDV が減少する。他のパラメータは、Starling の法則と心筋の contractility により変化するものであることが示唆された。今後、心室のみならず心房ペースティングも併せ、心収縮、拡張特性を始めとする心機能、血行動態の評価を詳細に行なっていく予定である。

6. 結 論

1) マルチゲート法と色素法を用い、左心機能に関する諸パラメータ、CO、SV、EDV、ESV、EF

を定量的に求める方法を開発した。

2) 心室ペースティングにおいて、心拍数増加に伴う CO の変化は、flat type であり、EDV、ESV、SV は減少傾向を、EF はほぼ一定であった。とくに、EDV は左室充満時間と正の相関をし、完全房室ブロック症例のように弁疾患や心筋に異常のない症例では、これが他のパラメータの決定因子であることが示唆された。

文 献

- 1) Green, MV, Ostrow HG, et al: High-temporal resolution ECG-gated scintigraphic angiography. *J Nucl Med* **16**: 95-98, 1975
- 2) 外山比南子, 飯尾正宏, 他: 高時間分解能による経時的心プールおよび心筋イメージング. *核医学* **14**: 41, 1977
- 3) Sowton E: Hemodynamic studies in patients with artificial pacemakers. *Brit Heart J* **26**: 737, 1964
- 4) 西村恒彦, 小塚隆弘, 他: 心臓核医学—MUGA システムについて—. *臨床 ME* **3**: 485-493, 1979
- 5) 市田 聡, 榊原 博, 他: 虚血式イヤーピース型デシトメータによる心拍出量測定を検討. *臨床病理*, 印刷中

Summary

Evaluation of left ventricular Function at Programmable Pacemakers by Multi-gated Method

Tsunehiko NISHIMURA*, Yoshio KOSAKAI**, Yoshitsugu KITO^H,
Tsuyoshi FUJITA** and Takahiro KOZUKA*

**Department of Cardiology, Nuclear Medicine and **Surgery
National Cardiovascular Center, Suita, Osaka, Japan*

In recent year, with the development and use of programmable pacemakers, there has been a growing need for a method to measure the hemodynamic effects of changes in pacer parameters.

In this study, multi-gated radionuclide angiography were applied to evaluate left ventricular function noninvasively in cardiac pacing at various heart rates.

The parameters calculated from multi-gated and dye methods were cardiac output (CO), enddiastolic volume (EDV), endsystolic volume (ESV), stroke volume (SV) and ejection fraction (EF). The relative SV counts determined from edge extraction of ED, ES images were good correlation with stroke volume by dye method.

4 patients of complete A-V block treated with

programmable pacemaker were studied clinically at various heart rates (30-120/min) by these methods.

According to the increase of heart rate, rate-output curve showed the flat type. EDV, ESV, SV were decreased gradually and EF was unvariable in all cases.

In conclusion, left ventricular functions at ventricular pacing by increase of heart rate were mainly determined from the decrease of EDV caused by the shortening of filling time of left ventricle, therefore, other parameters were changed by the contractility of myocardium and Starling's law of cardiac function.

Key words: multi-gated method, dye method, left ventricular function, programmable pacemaker, ventricular pacing