

《研究速報》

Kr-81m 心プールシンチによる右心房、右心室機能の核医学的評価

—右房と右室の同時圧容積曲線—

石黒 源之* 渡辺佐知郎* 安江 隆夫* 杉下 総吉*
大橋 宏重* 後藤 明** 細田 瑞一***

I. 緒 言

形態上複雑な右心系の諸容積測定には、幾何学的要素に依存することがない RI 法が適している。しかし、各方向より正確に右心系を評価するには左心系を通過する従来の ^{99m}Tc による方法では左心系の影響を無視できない。そこで半減期 13 秒で希ガスの性質を有し、右心系のみ撮影可能な Kr-81m の利用が有効となる。RI 法による容積と同時に右心系圧を測定することにより、心血行動態の分析ができ、精度の高い右心系機能評価が可能となる。われわれは Kr-81m gated blood pool scan を利用し心疾患患者における右室駆出率、右室壁運動等の臨床的有用性の検討を行ってきた^{1,2)}。今回、右室容積曲線、右房圧容積曲線を同時圧で実際に描出せしめ、その臨床における有用性を検討したので報告する。

II. 対象および方法

1) 容量測定と圧測定の方法

Kr-81m は ^{81}Rb - ^{81m}Kr generator を非電解質溶液で溶出した。Cut off level は、実験的に最適で

あった 25% とした³⁾。注入スピードは 10 ml/min とし、Harvard Pump で外頸静脈より持続注入し、EQ 相に Siemens 社製 ZLC 7500 にて、中エネルギー平行コリメータを患者に対し変法右前斜位 30° (以下 modified RAO 30° と略す) におき、右房、右室の心プールイメージの採取を行った。

肘静脈より新しく開発された 3 孔 Paceport Catheter を挿入し、Catheter を移動することなく右房圧、右室圧を測定し Edwards 社製 Cardio Output Computer 9520A による熱希釈法にて心拍出量 (以下 SV と略す) を計算した。

この時、同時に圧データを心電図の R 波とともに、200~300 心拍 List Mode にて、Minicomputer System (Scintipack 1200) に収録し、情報処理をした。Fig. 1 に著者らのシステムを示した。

2) 右室圧 - 容積ループ、右房圧 - 容積ループの描出

得られたデータより右室容積曲線、右室圧曲線、右房容積曲線、右房圧曲線を求め、両者を圧 - 容積座標に対応させ computer によりプロットし、右房と右室の圧容積ループ (以下 RA P-V loop, RV P-V loop と略す) を描かせた。

右室領域、右房領域の関心領域 (以下 ROI と略す) の設定は、list mode で 400 ブロックのデータを収集し、400 msec 分割の位相画像に編集しなおすことにより、右室と右房が逆方向に運動するため、両者を区別しえ、十分可能であった。右房近傍縦隔で count 変化の最も少ない部位に右房の back ground を定め、ROI の時間放射能曲線

* 県立岐阜病院循環器科

** 同 放射線科

*** 自治医科大学循環器内科

受付: 61 年 5 月 8 日

最終稿受付: 61 年 7 月 11 日

別刷請求先: 岐阜市野一色 4-6-1 (〒 500)

県立岐阜病院循環器科

石 黒 源 之

から back ground の RI count を減ずることにより、右房の放射能容積曲線を求めた。これより、拡張末期容積 (EDV) を 1.0 とすると、右室、右房の駆出分画 (EF) を求めうる。この EF と熱希釈法から求めた SV から

$EVD = SV / EF$
の関係式より EDV の絶対量を求められるので、右室、右房放射能容積曲線へ EDV の絶対値を代入し、右室、右房容積曲線を求めた^{3,4)}。

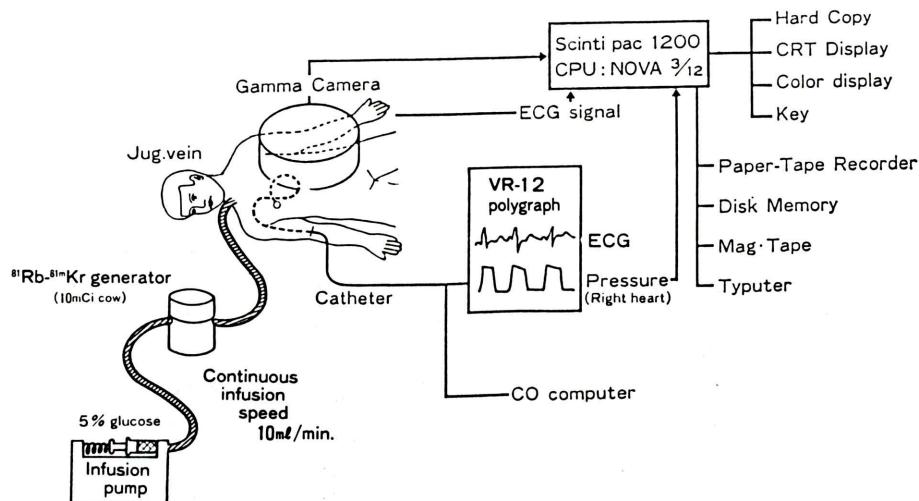


Fig. 1 Diagram of the system configuration of gamma camera-computer system and infusion system.

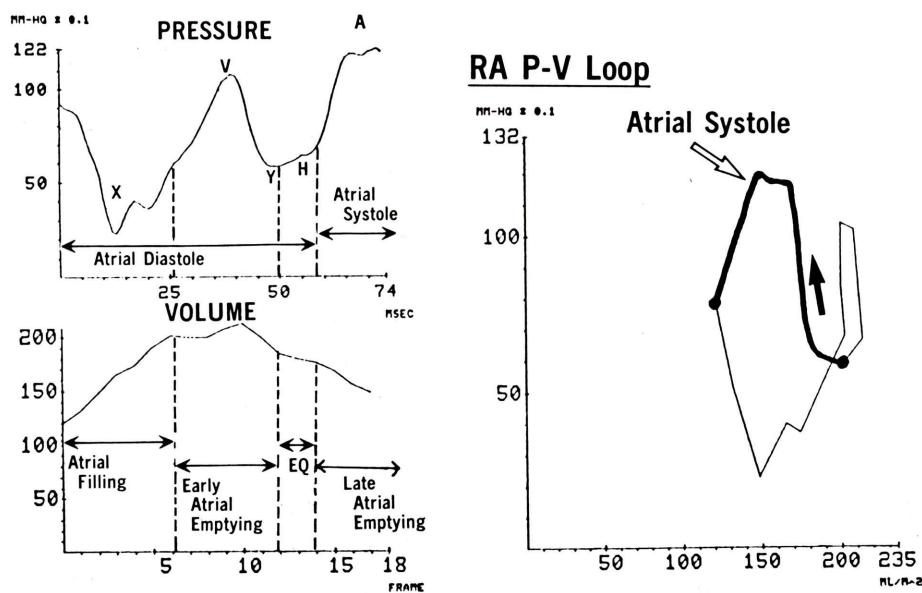


Fig. 2 Right atrial pressure-volume loop.

III. 成 績

右房圧曲線 (Fig. 2-左上), 右房容積曲線 (Fig. 2-左下), 右室圧曲線 (Fig. 3-左上), 右室容積曲線 (Fig. 3-左下) が描出できた。さらに RA P-V loop (Fig. 2-右), RV P-V loop (Fig. 3-右) も描出できた。

右房圧曲線と右房容積曲線は、次の 4 期に分割された。

1. Atrial filling phase (右房充満期)
2. Early atrial emptying phase
(早期右房流出期)
3. Equilibrium (平衡期)
4. Late atrial emptying phase
(後期右房流出期)

第 1 ~ 3 分割相が右房の拡張期に相当する。

右室圧曲線と右室容積曲線は、次の 4 期に分割された。

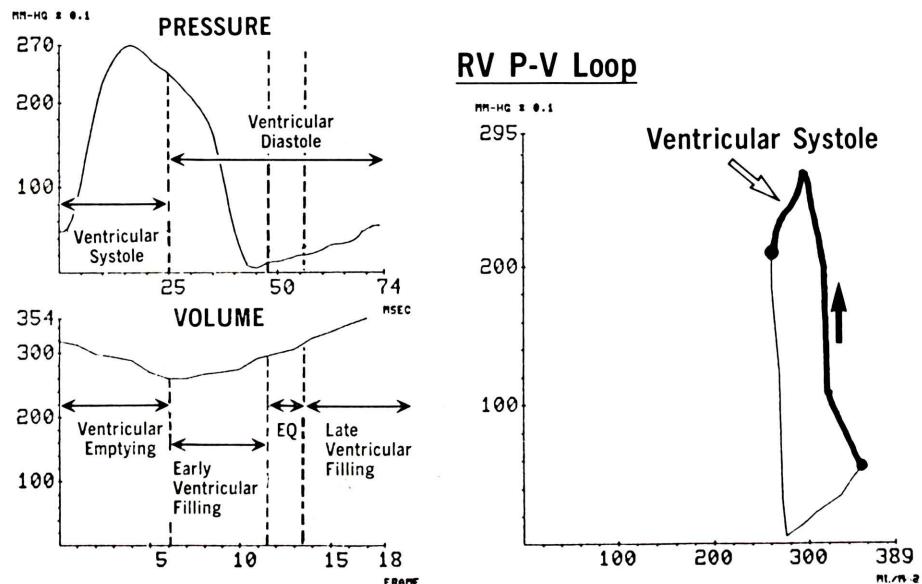
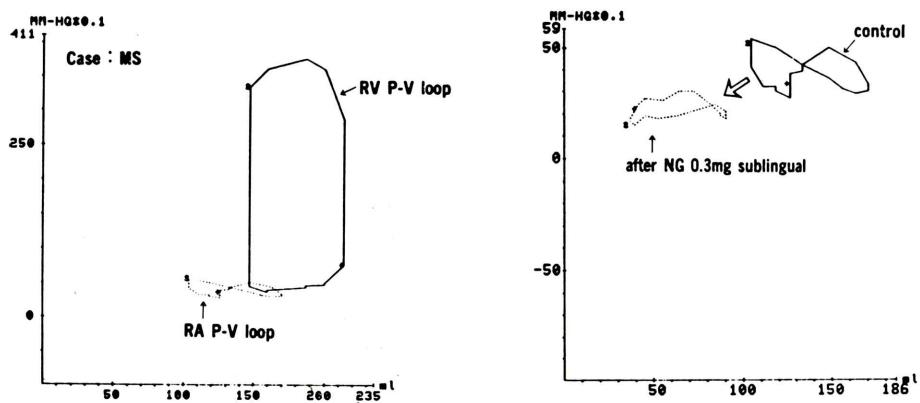


Fig. 3 Right ventricular pressure-volume loop.



a) Pressure-volume loop display of RA and RV. b) Pressure-volume loop display of RA.

Fig. 4

1. Ventricular emptying phase (右室流出期)
2. Early ventricular filling phase
(早期右室充満期)
3. Equilibrium (平衡期)
4. Late ventricular filling phase
(後期右室充満期)

第2～4分割相が右室の拡張期に相当する。

軽度の僧房弁狭窄症例における RV P-V loop と RA P-V loop の位置関係は Fig. 4-a の同座標表示に示すがごとくであった。また、この症例にニトログリセリン 0.3 mg 舌下投与したところ Fig. 4-b に示すがごとく、その loop の位置が左下方へ移動した。

IV. 考 案

心プールシンチにおいて、容積変化の情報に同時に測定の圧データを加え、さらに右室、右房を同時に分析することは非常に有益である。Kr-81m は、半減期13秒で希ガスの性質を有するため、いかなる患者に対してもそれほど負担を加えず至急に何回も繰り返し検査ができる、かつ左心系の影響をほぼ受けず右心系を検討でき、さらに Tc 法では不可能であった各方向からの右心系評価が可能になる。われわれの使用した Paceport Catheter は、移動させることなく肺動脈楔入圧、肺動脈圧、右室圧、右房圧、さらに心拍出量が同時に測定でき、ベッドサイドでそれほど患者の負担なく挿入可能である。

Kr-81m を利用した右室心機能の評価^{5,6)}や右室駆出率の測定^{7,8)}に関する報告は散見され、その有用性は認められつつあるが、同時に圧を加味した分析の報告はみられない。今回の方法により、右心室、右心房の仕事量やコンプライアンスの検討も可能になった。さらに、Tc を利用した心プールシンチによる右房機能評価の報告^{9,10)}が散見されるが、今回の方法のように同時に圧を加味し、さらに右室、右房を同時に評価した報告はみられない。

右室、右房の ROI 設定に関する問題は完全に解決されたわけではないが、現法にて右室、右房

の各相における特性を分析することにより、右房機能、右房と右室の相互作用等さらに詳しい右心系血行動態の検討が臨床においても可能となろう。また、左心機能不全の臨床において、Killip 分類の2度、Forrester 分類の Subset II 度に多くの症例が含まれてしまい、この範囲の症例を今回の方針によりさらに細かくカテゴリー分類し、左室機能不全の評価にも臨床応用できないか、検討中である。

V. 結 語

- 1) 右室、右房圧データと Kr-81m RI データを同時に Minicomputer に収録し、情報処理することにより、心機能評価に利用する方法を考案した。
- 2) 右室、右房領域 ROI の設定には Phase 法を利用し、subtraction 法を行った。
- 3) 右室、右房それぞれの圧曲線と容積曲線を描かせしめ、右室で ventricular emptying phase (右室流出期)、Early ventricular filling phase (早期右室充満期)、Equilibrium (平衡期)、Late ventricular filling phase (後期右室充満期) の4相に、右房で、Atrial filling phase (右房充満期)、Early atrial emptying phase (早期右房流出期)、Equilibrium (平衡期)、Late atrial emptying phase (後期右房流出期) の4期に分割、検討できた。

- 4) 症例において、実際の右室圧容積曲線と右房圧容積曲線を同時に描かせしめ、その位置関係、曲線の形態等の分析により、各種心疾患における臨床応用の可能性が示唆された。

文 献

- 1) Watanabe S, Suzuki T, Douglass K, et al: Monitoring right ventricular function with nuclear stethoscope and Kr-81m. J Nucl Med 23 (5): 62, 1982
- 2) 渡辺佐知郎、安江隆夫、石黒源之、他：Kr-81m による心機能検査。^{81m}Kr Users' Meeting 記録集：30, 1983
- 3) 渡辺佐知郎、安江隆夫、石黒源之、他：平衡時相 RI 心血管造影法と同時に右室圧測定から求めた右室圧一容積ループ。核医学 18 (1): 75-80, 1981
- 4) 安江隆夫、渡辺佐知郎、石黒源之、他：RI 心プー

- ルシンチと右室圧同時測定より求めた右室圧、容積ループの臨床応用. *Journal of Cardiology* **13** (3): 511-521, 1983
- 5) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他: Kr-81m による右房、右心機能に関する研究—Intervention study への応用—. *核医学* **18** (10): 1431-1436, 1981
- 6) Horn M, Witztum K, Neveu C, et al: Krypton 81m imaging of right ventricle. *J Nucl Med* **26**: 33-36, 1985
- 7) Wong DF, Natarajan TK, Summer W, et al: Right ventricular ejection fraction measured by first-pass intravenous Krypton-81m: reproducibility and comparison with Technetium-99m. *Am J Cardiol* **56**: 776-780, 1985
- 8) Knapp WH, Helus F, Lamorecht RM, et al: Kr-81m for determination of right ventricular ejection fraction (RVEF). *Eur J Nucl Med* **5**: 487-492, 1980
- 9) Marmor A, Biello DR, Sampathkumaran KS, et al: A new scintigraphic technique for assessment of right atrial function. *Radiology* **139**: 719-723, 1981
- 10) Marmor A, Frankel A, Blondeheim DS, et al: Scintigraphic assessment of atrial function in patients with longstanding hypertension. *Radiology* **151**: 483-486, 1984

Summary

Assessment of Right Atrial (RA) and Ventricular (RV) Function by Kr-81m Gated Blood Pool Scan —RA and RV Pressure-Volume Loops with Simultaneous Pressure Data—

Motoyuki ISHIGURO*, Sachirou WATANABE*, Takao YASUE*, Nobuyoshi SUGISHITA*,
Hiroshige OHASHI*, Akira GOTO** and Saichi HOSODA***

*Division of Cardiology, Prefectural Gifu Hospital

**Division of Radiology, Prefectural Gifu Hospital

***Division of Cardiology, Jichi Medical School

We evaluated right atrial and right ventricular function using Kr-81m with simultaneous pressure data through a bedside catheter (a 3 lumens Paceport Catheter). Kr-81m is ideally potential for right heart study because (1) short half life, (2) exhalation from lung, (3) no activity from the left heart. Computerized method for LIST mode data aquisition were developed to collect the data from gamma camera, ECG wave and RA, RV pressure simultaneously. RA and RV volume curve were obtained calibrating time-activity curve with end diastolic volume calculated from the relation of ejection fraction and cardiac output measured by thermodilution method. From RA and RV pressure and volume curves RA and RV pressure-

volume loops were created simultaneously, displayed on the same plane.

One RV beat was separated into 4 phases, ventricular emptying phase, early ventricular filling phase, equilibrium, late ventricular filling phase. One RA beat was separated into 4 phases, atrial filling phase, early atrial emptying phase, equilibrium, late atrial emptying phase. RA and RV P-V loops were shifted after NG sublingual administration.

This new method is potentially useful in the study of right heart hemodynamics.

Key words: Kr-81m, Right atrial pressure-volume loop, Right ventricular pressure-volume loop.