

《原 著》

99mTc-パーテクネテートによる Double First Pass 法の検討

高岡 茂* 村田 啓* 外山比南子* 川口新一郎*
大竹 英二* 野口 雅裕* 飯尾 正宏**

要旨 99mTc-パーテクネテートを用いて First Pass 法を反復して行いその再現性を検討した。4心拍加算と8心拍加算のマルチゲートイメージで第1回と2回目の左室駆出分画を検討したが、ともによい相関を示した。局所壁運動異常の判定も全例1回目と2回目で一致した。新しい試みとして、スラントホールコリメータを使用し、左室と大動脈を分離した画像を撮影した。8心拍加算したマルチゲートイメージを作成し、従来の4心拍加算画像と比較検討したところ、左室駆出分画は両者でよく相関し、絶対値も一致する傾向を示した。8心拍加算による画像は画質が優れ、統計精度の高いイメージであった。

I. はじめに

虚血性心臓病のうちでも、特に狭心症など一定の負荷をかけることによって初めて、局所壁運動の異常が惹起される疾患の診断には、安静時と負荷時の壁運動を比較することが必要である^{1,2)}。

マルチゲート法によるラジオアイソトープ(RI)心室造影法の中で、ピロリン酸を用いて生体内の赤血球を標識し、平衡に達した状態で行う平衡時法では、安静時と負荷時をつづけて行うことが容易である³⁾。しかし、局所壁運動の観察は左室と右室を空間的に分離しうる左前斜位からの観察のみに限られる。一方、第1回循環時法(First Pass 法)では、左室の壁運動を右前斜位から観察することが可能で、壁運動を最も広く観察でき、望ましい体位であるが、安静時と負荷時とを比較するためには、できれば First Pass 法をくり返して行うことが必要となる⁴⁾。われわれは今回、99mTc-パーテクネテートを用いて First Pass 法を短時間内に2回反復して行った場合の左室駆出分画、局

所壁運動異常の判定等の再現性について検討した。

また、現在 First Pass 法では RI ボラースが左室を通過する時点の4心拍を重ねて DATA を構成するのが一般的であるが、得られるカウントが比較的少なく、統計精度の悪いイメージになることがある。

そこで、より統計精度の高い画像を得るために、8心拍加算のイメージを作成し、4心拍加算のものとの比較を行った。また、First Pass 法におけるスラントホールコリメータの有用性についても検討した。

II. 対象と方法

1) 対象

対象は Table 1 に示す如く First Pass 法を2回反復して行った、心筋梗塞症7例(心室瘤合併2例)、高血圧症3例の計10例である。

2) 方法

撮影はスラントホールコリメータを装直したγカメラ (Sear 社製 Pho/Gamma V) にて行い、コンピューターシステム(島津シンチパック1200改良型)にて DATA を収録した。今回用いたスラントホールコリメータは、コリメータ面に対して30度の傾斜をもつ平行型のコリメータで、胸壁正面に密着させて右前斜位30度からのイメージを得ることができるものである。検査前に患者の胸部 X

* 養育院付属病院核医学放射線部

** 東京大学医学部放射線科

受付: 56年4月21日

最終稿受付: 56年7月23日

別刷請求先: 鹿児島市宇宿町 1208-1 (番号 890)

鹿児島大学医学部第2内科第一研究室

高岡 茂

線写真正面と第1斜位像および心電図を参考にし, たとえば反時計回りの rotation を有するものでは, スラントホールコリメータをコリメータ自身の入射角に加え約10度の右前斜位をかけ, 左心室と大動脈のイメージが重ならないようにした. この場合, 撮影角度は右前斜位40度となる.

被検者を安静仰臥位として, 右肘静脈より 99m Tc-パーテクネート, 約 20 mCi を注入し, 20 mL の生食でフラッシュした. データ採取は 40 msec 間隔で 24 秒間行い, 600枚の DATA をイメージモードで DISK 収録した. 採取した DATA はまず 15枚ずつ加算して 600 msec ごとの心放射図を作製した. ついでこの心放射図より右室, 左室, 大動脈に ROI を設定して, それぞれの time activity curve を作製し, R 波信号とともに図示した左室の time activity curve からピークを求め, その 1 心拍前から 4 心拍重ねた 40 msec 間隔のマルチゲート画像と 8 心拍重ねたマルチゲート画像を作製した.

つぎに 1 回目の検査終了後, 約 10 分後に同じ安静仰臥位で 2 回目の First Pass 法を行って同様の画像を得た. こうして得た 2 回の First Pass 法の画像にて First Pass 法の反復による再現性および, 4 心拍加算と 8 心拍加算のマルチゲート画像について比較検討を行った.

III. 結 果

1) First Pass 法の再現性

Table 2, 3 に第 1 回目の First Pass 法における

Table 1 Breakdown of 10 cases studied

No.	Patient	Sex	Age	Diagnosis
1.	M.O.	M	59	MI (Ant, Apex), Aneurysm, CHF
2.	F.N.	F	63	MI (Post)
3.	K.I.	M	67	MI (Inf, Post, Sept), CHF
4.	K.T.	M	63	MI (Ant, Inf), Angina Pectoris, CHF
5.	E.N.	M	70	MI (Lat)
6.	S.M.	M	60	MI (Amt, Lat), CHF
7.	C.M.	F	69	Hypertension
8.	N.F.	F	72	Hypertension, HHD
9.	M.S.	F	60	MI (Inf, Post, Sept), CHF
10.	S.S.	M	65	Hypertension, CVD

4 心拍加算と 8 心拍加算の結果を, また Table 4, 5 に第 2 回目における 4 心拍加算と 8 心拍加算の結果をそれぞれ示す.

第 1 回目と第 2 回目の左室駆出分画は, 4 心拍加算で, $y=0.823x+9.328$ $R=0.908$, 8 心拍加算で, $y=0.918x+3.343$ $R=0.974$ と良い相関を示した. また, 絶対値もほぼ一致する傾向を示した (Fig. 1).

バッゲグランド (以下 BG) の値は 2 回目でも大きな増加は示さず, BG の左室拡張終期における

Table 2 First study of first pass radionuclide angiography by 4 beats summation

No.	Patient	E.F.	Max	Min	BG	BG/Max	BG/Min
1.	M.O.	32.3	42.4	33.1	17.2	40.6	52.0
2.	F.N.	53.6	37.2	22.7	12.9	34.6	56.8
3.	K.I.	32.4	53.9	39.8	18.8	34.9	47.2
4.	K.T.	27.5	89.9	71.3	31.2	34.7	43.8
5.	E.N.	55.2	37.2	23.4	14.0	37.6	59.8
6.	S.M.	35.6	69.9	49.0	17.2	24.6	35.1
7.	C.M.	76.1	44.3	20.6	13.5	30.5	65.5
8.	N.F.	74.3	69.0	27.2	16.6	24.0	61.0
9.	M.S.	24.8	45.8	37.9	19.3	34.6	50.9
10.	S.S.	65.7	46.7	25.5	17.5	37.5	68.6

E.F.: Ejection fraction of left ventricle

Max: Maximum counts per pixel at end-diastolic LV image

Min: Minimum counts per pixel at end-systolic LV image

BG: Background counts per pixel

BG/Max: BG counts over MAX counts ratio (%)

BG/Min: BG counts over MIN counts ratio (%)

Table 3 First study of first pass radionuclide angiography by 8 beats summation

No.	Patient	E.F.	Max	Min	BG	BG/Max	BG/Min
1.	M.O.	32.3	72.5	55.4	25.9	35.7	46.8
2.	F.N.	47.2	60.3	37.6	17.3	31.0	51.3
3.	K.I.	33.0	97.0	69.7	29.1	30.0	41.8
4.	K.T.	30.5	152.8	119.8	46.8	30.6	39.1
5.	E.N.	59.5	55.5	33.2	19.7	35.5	59.3
6.	S.M.	37.6	128.3	87.0	28.3	22.1	32.5
7.	C.M.	76.3	65.9	32.2	22.9	34.7	71.1
8.	N.F.	73.6	97.0	43.3	28.3	29.2	65.4
9.	M.S.	24.8	80.1	65.4	29.4	36.7	45.0
10.	S.S.	64.8	80.8	44.8	29.1	36.0	65.0

Table 4 Second study of first pass radionuclide angiography by 4 beats summation

No	Patient	E.F.	Max	Min	BG	BG/ Max	BG/ Min
1.	M.O.	32.2	51.9	39.7	19.1	36.8	48.1
2.	F.N.	49.3	47.2	29.1	15.4	32.6	52.9
3.	K.I.	29.1	53.7	40.3	18.9	34.1	45.4
4.	K.T.	30.2	85.5	68.3	36.3	42.5	53.1
5.	E.N.	49.6	40.4	26.0	12.9	31.9	49.6
6.	S.M.	35.3	84.3	59.3	20.9	24.8	35.2
7.	C.M.	80.5	62.1	24.1	17.7	28.5	73.4
8.	N.F.	70.8	89.8	44.8	23.4	26.1	52.2
9.	M.S.	47.3	37.2	19.1	19.4	40.4	51.3
10.	S.S.	62.0	44.5	25.8	17.0	38.2	65.9

Table 5 Second study of first pass radionuclide angiography by 8 beats summation

No	Patient	E.F.	Max	Min	BG	BG/ Max	BG/ Min
1.	M.O.	34.5	95.5	79.2	49.0	51.3	61.9
2.	F.N.	52.7	67.1	41.5	21.3	31.7	51.3
3.	K.I.	31.0	119.7	89.6	50.0	41.8	55.8
4.	K.T.	33.3	160.0	135.1	68.0	42.5	50.3
5.	E.N.	58.5	64.2	39.6	24.8	38.6	62.2
6.	S.M.	33.9	157.4	117.3	47.3	30.1	40.3
7.	C.M.	80.5	99.9	41.2	27.9	27.9	67.7
8.	N.F.	63.3	145.0	79.3	45.0	31.0	56.7
9.	M.S.	27.3	93.2	78.8	45.8	49.1	58.1
10.	S.S.	61.9	74.1	41.2	25.3	34.1	61.4

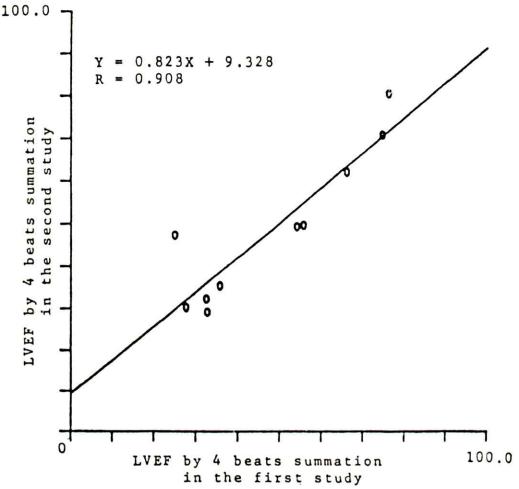
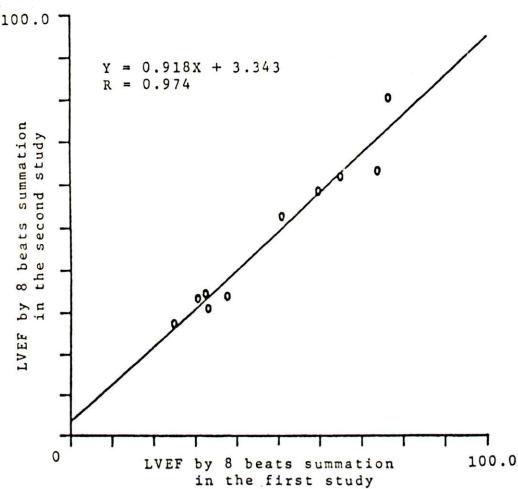


Fig. 1 Correlation between the values of LVEF in the initial study and the second study of first pass radionuclide angiography was demonstrated. Right shows correlation by 4 beats summation image and left show 8 beats summation. There obtained a good correlation between the initial and the second studies.

最大カウントに対する割合は、両者ともに1回目と2回目で最大9.3%の変動にとどまった。

壁運動の観察では、2回目の画像も1回目のものとほとんど画質に差がなく、壁運動の観察は充分可能で、局所壁運動異常の有無の判定は全例1回目と2回目で一致した。

2) 4心拍加算と8心拍加算画像の比較

Table 3, 5はそれぞれ第1回目と第2回目のFirst Pass 法の8心拍加算マルチゲート画像の成績である。第1回目の検査では、4心拍加算と8

心拍加算の駆出分画は、 $y=0.969x+2.016$ $r=0.995$ 、第2回目では $y=0.915x+3.203$ $r=0.904$ (Fig. 2) と2回の検査とも4心拍加算と8心拍加算では良い相関を示し、絶対値も一致する傾向を示した。

8心拍を加算することによって1ピクセルの平均カウントは増加し、左室拡張終期最大カウント、収縮終期最小カウント、BGカウントは第1回目でそれぞれ4心拍加算の1.67倍、1.68倍、1.59倍、2回目で1.82倍、2.03倍、2.00倍となった。

局所壁運動異常の有無の判定では4心拍加算と

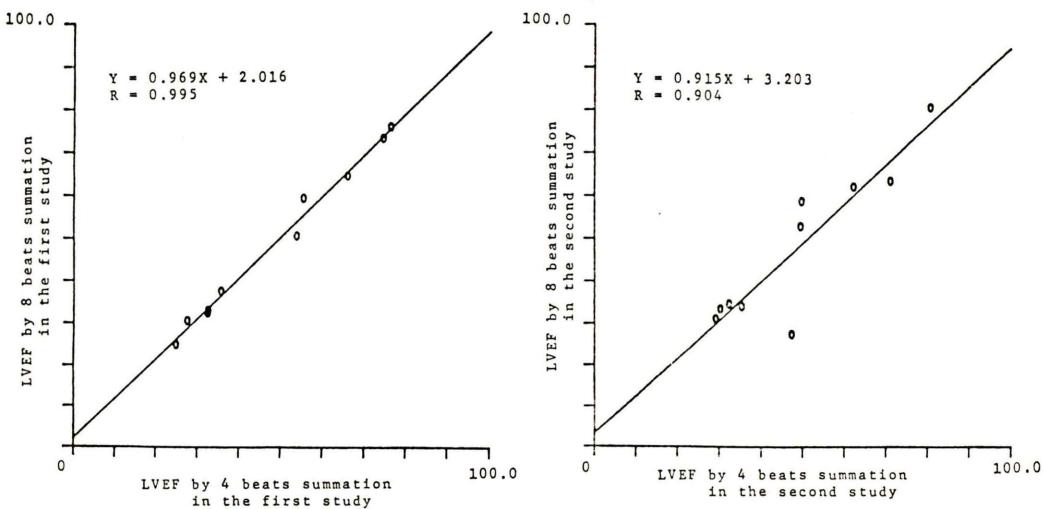


Fig. 2 Correlation between the value of LVEF obtained from 4 beats and 8 beats summation data. Left figure shows correlation in the initial study and right figure shows the second study of first pass method. Good correlation was observed between 4 beats and 8 beats summation data both in initial and second study.

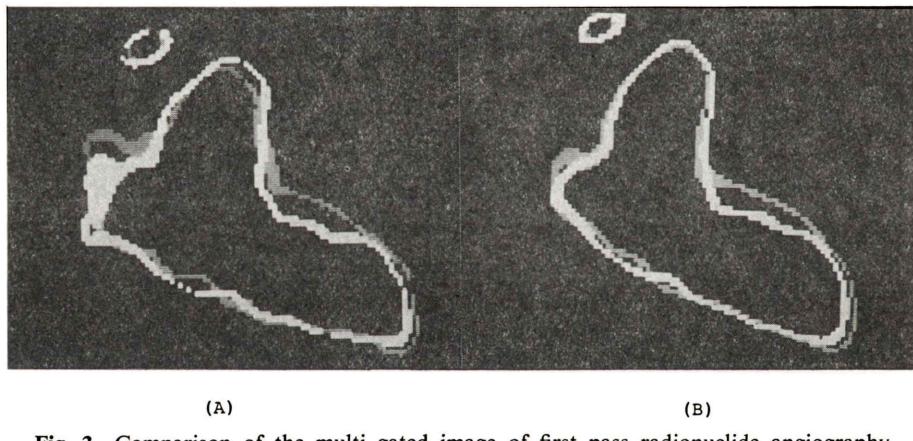


Fig. 3 Comparison of the multi gated image of first pass radionuclide angiography obtained by 4 beats (A) with 8 beats (B) summation. The (B) shows better image than (A) due to improved statistics.

8心拍加算で全例一致した。イメージの画質は8心拍加算の方がすぐれているものが多かった(Fig. 3)。

IV. 考 察

1) First Pass 反復法における再現性について

First Pass 法を反復して行う場合、1回目に比

し2回目にはBGが有意に上昇するとこれまで考えられていた。このため、第1回目には排泄の早いテクネチウム標識DTPA⁵⁾や、肝に摂取されるフィチン酸などを用いる試みがある。

しかし、^{99m}Tc-パーテクネテート使用による今回のわれわれの検討では、BG拡張終期、収縮終期のマトリックス平均カウントは1回目と2回目

ではほとんど変らず、著明な増加傾向は認められなかった。また、BG カウントの拡張終期と収縮終期平均カウントに対する割合も大きな変動を示さず、同じ条件で 2 回くり返し行われたのと同様の結果となった。First Pass 法をくり返しても BG の増加が見られなかった理由は、1 回目に投与された RI が全身の血液で希釈され、2 回目の RI のボーラスが通過する際の放射能に比べ、ほとんど問題にならない程に低いためである。

2) 4 心拍加算と 8 心拍加算法の比較

心拍加算数を増やすことにより、ピクセル当たりのカウント数は増加したが、増加の程度は駆出分画が低く、心機能低下の著しいもの程大きく、心機能の低下により循環時間が延長したために心拍加算数の増加が直接カウント数の増加と結びついたものと思われる。

一方、心拍加算数を 4 心拍から 8 心拍へと 2 倍にしても、カウント数の増加は平均 70% 前後にとどまっており、これ以上の加算は心室の RI の変化ではなく、BG カウントのみの加算となり、First Pass 法の画像構成における心拍加算の限界である。

3) スラントホールコリメータの利点

在来の平行型コリメータを使って First Pass 法による画像を構築する際、左心室と下行大動脈の分離が困難なことがある。したがって、左室と大動脈を時間的に分離する工夫として、できるだけ短い時間、すなわち、左室を RI ボーラスが通過する時点の 3~4 心拍を重ねて解析する方法が行われている。

しかし、4 心拍加算による画像は、平衡時法によるイメージに比較して積算カウントが低く、統計精度が劣る傾向があることは否定できない。しかし、より多くの心拍数を重ねるために、大動脈と左室を完全に分離する方向をとると、平行型コリメータではコリメータ面と左室がかなり離れ、得られるイメージの感度や分解能が失なわれる結果となる。そこで、これらの問題を解決するためにスラントホールコリメータの応用を考え検討した。

スラントホールコリメータの RI Angiography への適応は、J. A. Parker⁶⁾ によって発表されて以来、しだいに注目されるようになった。スラントホールコリメータを胸壁に密着して得られた左室イメージは、感度を改善し、左房と左室をよく分離し、駆出分画の算出等にも非常に適している。

今回われわれが経験した症例の多くは、心筋梗塞による左室機能低下のため左室拡大があり、その結果反時計回りの回転をしている症例が多かった。そこで、スラントホールコリメータ自身の 30 度の入射角に、さらに 10 度以内の右前斜位を加えて、下行大動脈と左室を分離して左室造影を行なった。得られたイメージは鮮明でカウント数も従来報告されたものに比べ倍程になり⁷⁾、統計精度も改善された。

V. 結 論

^{99m}Tc-パーテクネートを用い、First Pass 法を反復して行い、その再現性を検討した。

- 1) 左室駆出分画は、4 心拍加算でも 8 心拍加算でも、共に 1 回目と 2 回目は良い相関を示した。
- 2) 局所壁運動異常の判定は、全例 2 回とも一致し、2 回目のイメージも良好な画質であった。
- 3) スラントホールコリメータを使用し、左室と大動脈を分離した画像を撮映し、8 心拍加算したマルチゲート画像を作成した。従来の心拍加算による画像と比較して、左室駆出分画は良い相関を示したが、画質は 8 心拍加算のものがすぐれており、統計精度の高い First Pass 法のイメージとなった。

文 献

- 1) Jengo JA, Freeman R, Brizendine M: Detection of coronary artery disease: Comparison of exercise stress radionuclide angiography and thallium stress perfusion scanning. Am J Cardiol **45**: 535, 1980
- 2) Borer JS, Kent KM, Bacharach SL: Sensitivity, specificity and predictive accuracy of radionuclide cineangiography during exercise in patients with coronary artery disease. Circulation **60**: 572-580,

1979

- 3) Sorensen SG, Rithie JL et al: Serial exercise radionuclide angiography. *Circulation* 61, NO 3, 600-609, 1980
 4) Jengo JA, Oren V, Conant R: Effects of Maximal exercise stress on left ventricular function in patients with coronary artery disease using first pass radionuclide angiography. *Circulation* 59: 60-65, 1979

- 5) Kobayashi T and Miyamoto A et al: Evaluation of the left ventricular performance in patients with ischemic heart disease using radionuclide angiography. *Jpn circul J* 45: 79-90, 1981
 6) Parker JA, Uren RF et al: Radionuclide left ventriculography with the slant hole collimator. *J Nucl Med* 18: 848-851, 1977
 7) 外山比南子:心電図同期心臓核医学の画像構築. 日本医学放射線学会雑誌第39巻11号, 1176-1179, 1979

Summary

Reproducibilities of the Successive First Pass Radionuclide Angiography Using Pertechnetate-99m

Shigeru TAKAOKA*, Hajime MURATA*, Hinako TOYAMA*, Eiji OOTAKE*,
 Shinichiro KAWAGUCHI*, Masahiro NOGUCHI* and Masahiro IIO**

*Department of nuclear medicine and radiological sciences
 Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital, Tokyo

**Department of Radiology, Tokyo University, Tokyo

Reproducibilities of the successive first pass radionuclide angiography using pertechnetate-99m was evaluated. Ten minutes after the initial study of the first pass angiography, successive study was performed at the same resting condition. The LVEF showed good correlation between initial study and successive study. By using slant hole collimator attached close to the chest anteriorly, left ventricle was separated from the

descending artery completely. Multigated image was obtained by 8 beats summation in this condition. Good correlation was obtained between 8 beats method and 4 beats method and the eight beats method produced image with better configuration and improvement in statistics.

Key words: Multi gate image, Double first pass method, Slant hole collimator