

心プール emission computed tomography subtraction 法による左室壁運動異常の検出

Left ventricular asynergy detected by cardiac blood pool emission computed tomography using the subtraction method

成瀬 均
大柳 光正
岩崎 忠昭
藤堂 泰宏
藤末 龍
安富 栄生
谷本 真穂
福地 稔*

Hitoshi NARUSE
Mitsumasa OHYANAGI
Tadaaki IWASAKI
Yasuhiro TODO
Ryu FUJISUE
Nagao YASUTOMI
Masaho TANIMOTO
Minoru FUKUCHI*

Summary

To evaluate left ventricular regional wall motion, ECG dual-gated cardiac blood pool ECT was performed for 25 patients with ischemic heart disease, including 19 cases of myocardial infarction, five cases of angina pectoris, and one case of post A-C bypass surgery. There were six normal controls. Following SPECT obtained using 32 views (180°), the vertical and horizontal long axes were reconstructed from transaxial images. Then, regional wall motion was evaluated from subtraction images; (end-diastolic)–(end-systolic) and (end-systolic)–(end-diastolic) images. SPECT images were compared with left ventriculography (LVG); vertical long-axial ECT images with segments 1–5 of LVG by the AHA classification, and horizontal ECT long-axial images with segments 6 and 7 of LVG, respectively.

The subtraction images from ECG dual-gated cardiac blood pool ECT corresponded with left ventriculography in 79.4% of 175 segments in 25 patients with ischemic heart disease (sensitivity 92.6%, specificity 68.0%, and accuracy 79.4%). When wall motion was classified as normal, hypokinesis, akinesis, and aneurysmal, good agreement was observed between the two methods in 68% of these segments. The locations of asynergy as obtained by this method were closely in accord with those of perfusion defects by Tl-201 myocardial SPECT in 74.4% of segments. Left ventricular aneurysms were detected using subtraction image; (end-systolic)–(end-diastolic).

We conclude that this subtraction method is useful for evaluating left ventricular asynergy.

兵庫医科大学 第一内科
*同 RI センター診療部
西宮市武庫川町 1-1 (〒663)

The First Department of Internal Medicine and
*RI center, Hyogo College of Medicine, Mukogawa-
cho 1-1, Nishinomiya 663

Received for publication January 20, 1986; accepted March 27, 1986 (Ref. No. 31-47)

Key words

Cardiac blood pool ECT

Left ventricular asynergy

緒 言

虚血性心疾患における左室局所壁運動異常の検出は、部位診断や予後判定に重要であり、その方法として、従来、心臓カテーテル法、心エコー図法、RI 心プール法等が行われている。しかし心臓カテーテル法による左室造影は侵襲的であり、非侵襲的な心エコー図法は検者の技術や超音波ビームの方向が壁運動の検出に影響を与え、又従来の心プール法は、通常、左前斜位一方向のみの撮影であるため、下壁と心尖部等、部位による診断限界という問題がある。今回我々は、左室長軸面での局所壁運動評価を行う目的で、心拍同期心プール emission computed tomography (以下 ECT) を施行し、さらに subtraction image を作成し、その有用性を検討した。また一部の症例に ^{201}Tl 心筋シンチを施行し、心筋の血流状態とも比較検討を行った。

対象と方法

対象は正常 6 例および心筋梗塞 19 例 (前壁 15 例, 下壁 4 例), 狭心症 5 例, A-C バイパス術後 1 例の計 31 例で、虚血性心疾患 25 例中、男性 21 例, 女性 4 例で、年齢は 40 歳から 73 歳まで (平均 59.5 歳) である。また全例に心臓カテーテル法による左室造影と冠動脈造影を施行した。

方法は Tc-99m 20 mCi を静注して赤血球 in vivo 標識を行ない、GE 製 Maxicamera 400AT を用い、180 度 32 方向より、心拍同期にて 100 msec の gate 幅で、拡張末期と収縮末期にデータを収集し、核医学データ処理システム Maxistar により処理を行った。得られた体軸横断像より左室の水平および垂直長軸像を再構成し、各断層像の拡張末期像 (D) と収縮末期像 (S) より subtraction 像である (D-S) を作成して、拡張末期像 (D) と収縮末期像 (S) の辺縁の差を局所壁運

動とし、2 人の検者により視覚的に判定した。判定は normal, hypokinesis, akinesis の 3 段階に分類し、心臓カテーテル検査による左室造影との対比は、AHA 分類の segment 1~5 を心プール ECT の垂直長軸像と、AHA 分類の segment 6, 7 を心プール ECT の水平長軸像と対比した。Fig. 1 は正常例の垂直長軸像、Fig. 2 は水平長軸像である。両図とも図の左上段は拡張末期像 (D)、右上段は収縮末期像 (S)、左下段は subtraction 像 (D-S)、右下段は subtraction 像 (S-D) である。図中の番号は AHA 分類の各 segment に対応する心プール ECT 上の segment である。病的心において、各 segment が本例と同程度の幅で陽性として残っている場合を normal、全くまたはほとんど残らない場合を akinesis、その間を hypokinesis と判定した。又 (S-D) において陽性として残っている部分を aneurysmal (dyskinesis を含む) とした。

結 果

Table 1 は虚血性心疾患 25 例の segment 1~7 における合計 175 segments に関して、心プール ECT と心血管造影法を比較した結果である。Hypokinesis, akinesis, aneurysmal の分類による局所壁運動異常での両方法の一致率は 79.4% であった (sensitivity 92.6%, specificity 68.0%, accuracy 79.4%)。さらに normal, hypokinesis, akinesis, aneurysmal の 4 段階に分けた検討では、全く同等に評価して一致した segment は 68.0% であった。後壁と側壁に相当する segment 5 と 7 の合計 50 segments に限ると (Table 2), 壁運動異常の有無は 82.0%, 4 段階に分けての評価では 76.0% で一致した。

また ^{201}Tl 心筋 SPECT を行なった 19 例の 133 segments に関しては、defect の有無と心プール ECT の局所壁運動異常の有無は 74.4% で一

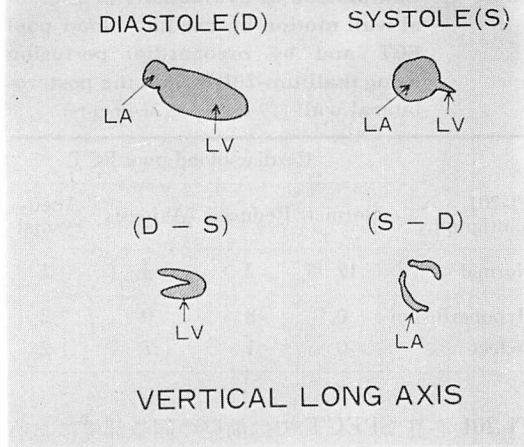
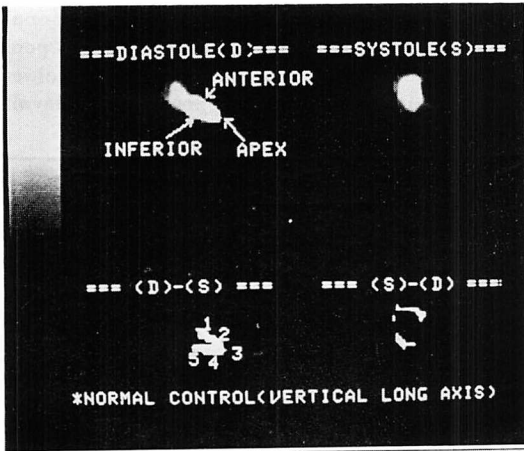


Fig. 1. Vertical long-axial images by cardiac blood pool ECT in a normal case.

Abbreviations: (D)=end-diastolic phase, (S)=end-systolic phase, (D-S) and (S-D)=subtraction image. Numbers (1-5) are defined according to the AHA classification of left ventriculography.

致した (Table 3). また後壁と側壁に相当する segment 5 と 7 の合計 50 segments に限ると (Table 4), 壁運動異常の有無は 84.2% において一致した. 心室瘤に関しては, 両方法でともに aneurysmal であったのは 13 segments, 心プール ECT のみが aneurysmal であったのは 4 segments, 心血管造影法のみが aneurysmal であったのは 7 segments であった.

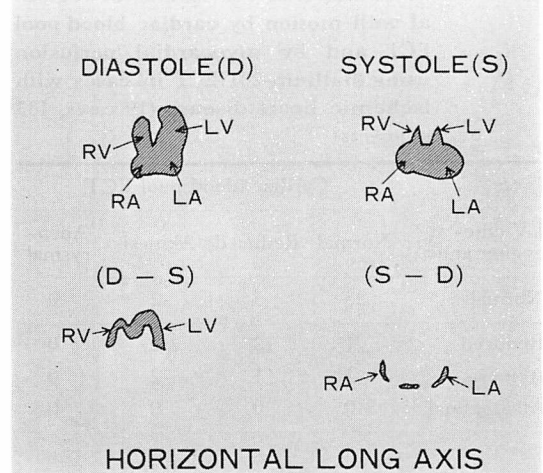
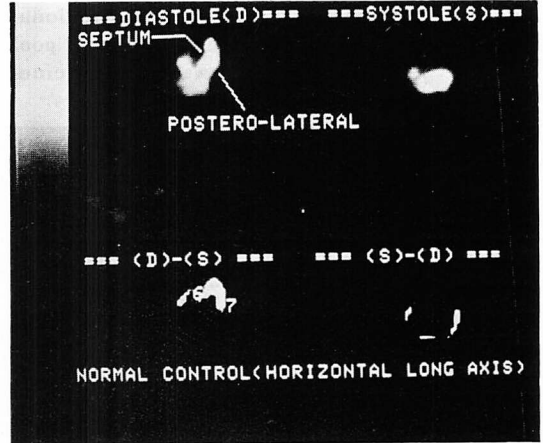


Fig. 2. Horizontal long-axial images by cardiac blood pool ECT in a normal case.

Abbreviations: (D)=end-diastolic phase, (S)=end-systolic phase, (D-S) and (S-D)=subtraction image. Numbers (6, 7) are defined according to the AHA classification of left ventriculography.

症例の呈示

症例 1: 55 歳, 男性, 下壁心筋梗塞

心電図上, II, III, aVF に q 波が見られた.

Fig. 3 は垂直長軸 ECT 像であるが, 左下段の (D-S) 像で下壁部分, すなわち AHA 分類 segment 4 と 5 に相当する部分が薄くなっており, この部の壁運動が低下していた. Fig. 4 は同症例の

Table 1. Comparison of evaluations of regional wall motion by cardiac blood pool ECT and by left ventricular cine-angiography (25 cases, 175 segments)

LV cine-angiography	Cardiac blood pool ECT			
	Normal	Reduced	Akinesis	Aneurysmal
Normal	64	25	5	0
Reduced	5	34	3	0
Akinesis	1	6	8	4
Aneurysmal	0	3	4	13

Table 2. Comparison of evaluations of regional wall motion by cardiac blood pool ECT and by myocardial perfusion using thallium-201 ECT in cases with ischemic heart disease (19 cases, 133 segments)

LV cine-angiography	Cardiac blood pool ECT			
	Normal	Reduced	Akinesis	Aneurysmal
Normal	23	5	2	0
Reduced	1	13	2	0
Akinesis	1	1	2	0
Aneurysmal	0	0	0	0

左室造影と Tl-201 心筋 SPECT である。左室造影では同様に segment 4, 5 の壁運動の低下が認められ, Tl-201 心筋 SPECT でも同部位の perfusion が低下している。

症例 2: 55 歳, 女性, 広汎前壁心筋梗塞

心電図上, I, aVL, V₁₋₆ にて q 波が見られた。

Fig. 5 は垂直長軸 ECT 像であるが, 左下段の (D-S) 像では segment 1, 2 の壁運動の低下が見られるとともに, 右下段 (S-D) 像において segment 3 に陽性部分があり, 心尖部が aneurysmal になっている事を示している。Fig. 6 は同症例の左室造影と Tl-201 心筋 SPECT である。左室造影で segment 1, 2 に相当する前壁の壁運動の低下のほか, 心尖部が aneurysmal となっており,

Table 3. Comparison of evaluations of regional wall motion by cardiac blood pool ECT and by left ventricular cine-angiography in the posterolateral wall (25 cases, 50 segments)

Tl-201 scintigraphy	Cardiac blood pool ECT			
	Normal	Reduced	Akinesis	Aneurysmal
Normal	27	18	6	1
Hypoperfusion	9	23	2	3
Defect	0	18	12	14

Table 4. Comparison of evaluations of regional wall motion by cardiac blood pool ECT and by myocardial perfusion using thallium-201 ECT in the posterolateral wall (19 cases, 38 segments)

Tl-201 scintigraphy	Cardiac blood pool ECT			
	Normal	Reduced	Akinesis	Aneurysmal
Normal	12	2	3	1
Hypoperfusion	0	8	0	2
Defect	0	1	7	2

Tl-201 心筋 SPECT では前壁の同じ部位において広範な defect が見られる。

考 按

局所壁運動を評価する方法としての心臓カテテル法は, 侵襲的である事や, 造影剤によるアレルギーの問題¹⁾, 繰り返し行い難いなどの欠点がある。非観血的な方法として心エコー図法が有用であるが, 検者の技術が壁運動の評価に影響する事, 肺気腫, 肥満などの症例では撮像し難い等の問題がある。これに対し, 近年 RI を用いた平衡時心プールによる局所壁運動の評価が行なわれており, 非観血的で, 撮像が検者の技術に関係なくできる反面, 通常, 左前斜位一方向のみの撮像であるため心尖部や下壁等の部位の判定に限界がある。これに対し右前斜位で壁運動をみたという報

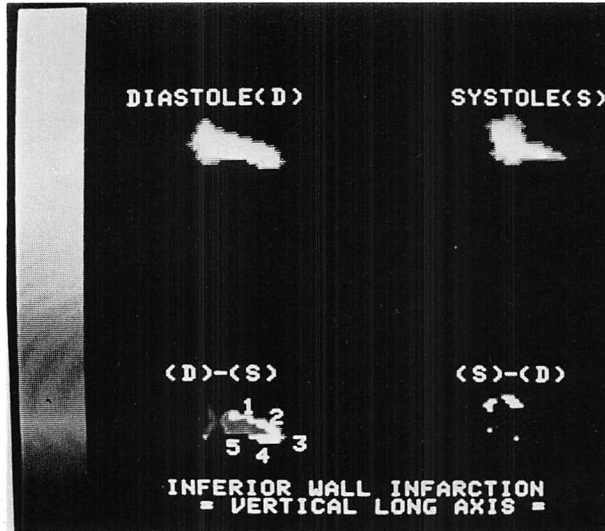


Fig. 3. A case of inferior myocardial infarction.
Decreased inferior wall motion is observed in the subtraction image (D-S).

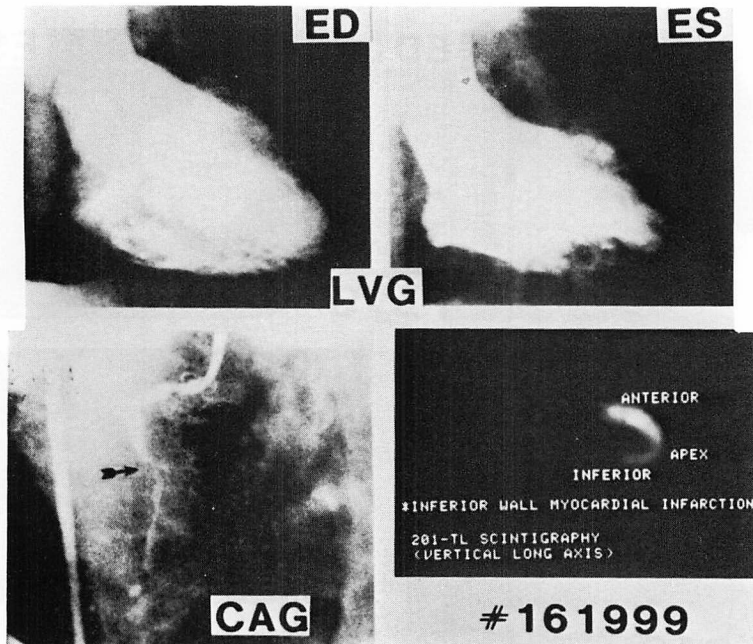


Fig. 4. Left ventricular cineangiograms, coronary angiogram and thallium-201 ECT image (vertical long-axis) of the same case as Fig. 3.

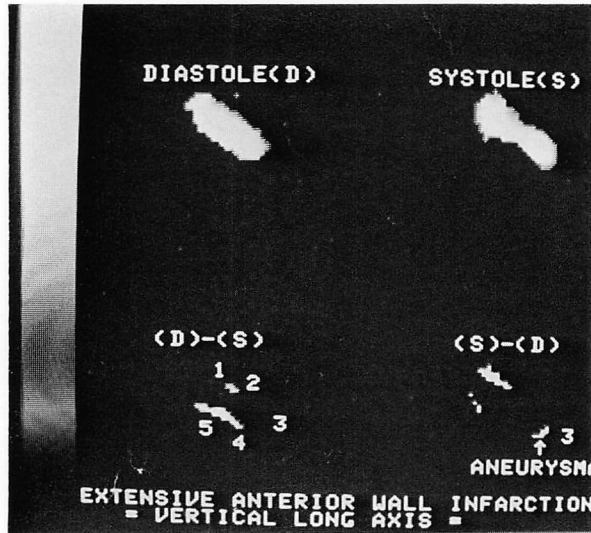


Fig. 5. A case of anterior wall myocardial infarction.

Decreased anterior wall motion is observed in the subtraction image (D-S). In the subtraction image (S-D), the positive area means aneurysm.

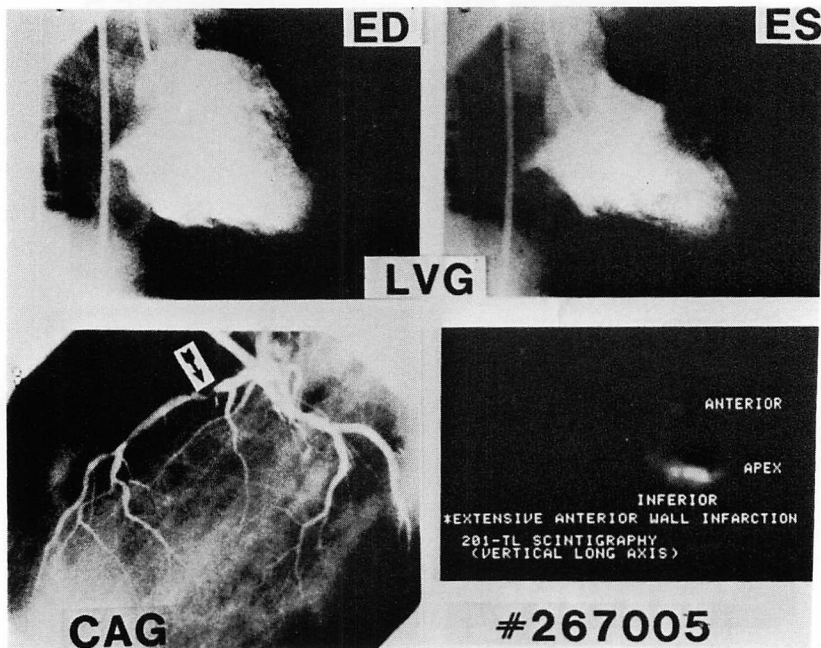


Fig. 6. Left ventricular cineangiograms, coronary angiogram and thallium-201 ECT image (vertical long-axis) of the same case as Fig. 5.

告もあるが²⁾、右室との重なりが避けられない欠点がある。また RI フェーストパス法による局所壁運動異常の評価も行われているが³⁾、数心拍の情報しか得られない欠点がある。

我々の心プール ECT では、非侵襲的に繰り返し任意の断面で壁運動異常を検出でき⁴⁻⁶⁾、軸のとりなおしも可能である等の長所があり、左室造影所見や Tl-201 心筋 SPECT とよく一致し⁷⁻⁹⁾、臨床的に有用であると考えられた。壁運動評価を normal, hypokinesis, akinesis, aneurysmal の 4 段階に分けると、左室造影所見が normal であるが心プール ECT が hypokinesis という segment が比較的多い (25 segments)。しかし心プール ECT が akinesis で造影法が normal または hypokinesis という segment は 8、前者で aneurysmal、後者で normal, hypokinesis または akinesis という segment は 4 と少ない。このため、心プール ECT の過大評価は考えられないので、心プール ECT は狭い局所の軽微な壁運動異常の検出にも有用と考えられた。このような不一致の理由として、左室造影法ではある面に対する投影図を見ているのに対し、心プール ECT は当該するスライス幅だけの壁運動を見ている事になり、したがって左室造影法は比較的広い範囲での壁運動異常の検出に、心プール ECT は狭い局所の軽微な壁運動異常の検出に有用と考えられた。

心プール ECT と心筋シンチの比較では、後者による myocardial perfusion が normal であるのに、前者による wall motion が hypokinesis である segment は 18 ある反面、心筋シンチが defect であるのに、心プール ECT で hypokinesis であるとされる segment も 18 あり、心筋シンチに対して特に心プール ECT の方が過大評価または過小評価する傾向はなかった。

渡辺ら¹⁰⁾は心プール ECT は狭い局所の軽微な壁運動異常の検出に有用と報告しており、小西ら¹¹⁾はむしろ軽微な壁運動異常を見落とす可能性があるとしているが、我々の検討では軽微な壁運動異常の検出に有用であるという結果になった。

さらに心プール ECT は再構成の過程で画像を見ながら軸を決定しているのに対し、左室造影では軸に個体差があり、かならずしも軸方向にそった撮影が得られるとはいえないという点で異っており、これらの撮像方法の違いが両方法の結果に差を生じさせたと考えられた。また検出能がやや悪いとされている後側壁¹²⁾に相当する segment 5, 7 に限ってみても、左室造影法や ²⁰¹Tl 心筋 SPECT との比較において一致率は良好で⁸⁾、後側壁部分の検出にも、心プール ECT が有用であると考えられた。

結 語

1. 心拍同期心プール ECT subtraction 法による局所壁運動異常の有無は、左室造影所見や Tl-201 心筋 SPECT とよく一致し、一致率はおのおの 79.4%, 74.4% であった。またこの場合の sensitivity は 92.6%, specificity は 68.0%, accuracy は 79.4% であった。

2. (収縮末期-拡張末期) subtraction 像を作成することにより、心室瘤の検出も可能であった。

3. 後側壁に相当する segment に限ってみても、心臓カテーテル法や ²⁰¹Tl 心筋 SPECT との比較において、一致率はおのおの 82.0%, 84.2% と良好で、後側壁部分の壁運動異常検出にも、心プール ECT が有用であると考えられた。

4. 左室造影法で normal であるのに、心プール ECT では hypokinesis である segment が比較的多かったが、akinesis や aneurysmal の部分を見ると、特に心プール ECT が過大評価となっている傾向はなかった。

5. したがって心プール ECT は、正常との境界に近い比較的軽微な壁運動異常の検出能が良好であると考えられた。

要 約

左室長軸面での局所壁運動の評価を行う目的で、正常 6 例および心筋梗塞 19 例(前壁 15 例, 下壁 4 例), 狭心症 5 例, A-C バイパス術後 1 例の,

計 31 例に対して, 心拍同期心プール ECT を施行し, さらに subtraction image を作成した. すなわち Tc-99m による赤血球 in vivo 標識を行い, 180 度, 32 方向よりデータ収集し, 得られた体軸横断像より, 左室の垂直および水平長軸像を再構成した. ついで各断層像の拡張末期像 (ED) と収縮末期像 (ES) より subtraction 像である (ED-ES) を作成し, 局所壁運動を視覚的に判定した. 左室造影の segment 1~5 を心プールの垂直長軸像と, segment 6, 7 を水平長軸像と比較した. 19 例には Tl-201 心筋 SPECT を施行し, perfusion defect の部位と比較した.

その結果心プール ECT と左室造影法の各 segment における壁運動の対比では, 局所壁運動異常の有無は, 25 例, 175 segment のうち, 79.4% において一致した. さらに normal, hypokinesis, akinesis, aneurysmal の 4 段階に分けた検討では, 全く同等に評価した segment は 68.0% であった. この結果, 左室造影法を golden standard とした場合の局所壁運動異常の有無の sensitivity は 92.6%, specificity は 68.0%, accuracy は 79.4% であった. 心プール ECT の壁運動異常の部位と, Tl-201 心筋 SPECT の perfusion defect の部位とは 19 例, 133 segment のうち, 74.4% において一致した. また逆の subtraction 像 (ES-ED) を作成し, 心室瘤の検出も可能であった.

以上より心プール ECT subtraction 法は, 非観血的に, 左室造影法や従来の心プール法では得られない断面で局所壁運動の評価を行うことができ, かつ断層心エコー図法と比較して, 検者の技術に影響されず, 撮像と軸の決定が容易であり, 臨床的に有用と考えられた.

文 献

- 1) Madowitz JS, Schweiger MJ: Severe anaphylactoid reaction to radiographic contrast media. *JAMA* **241**: 2813, 1979
- 2) Brady TJ, Thrall JH, Keyes JW, Braymer JF, Walton JA, Pitt B: Segmental wall-motion analysis in the right anterior oblique projection:

Comparison of exercise equilibrium radionuclide ventriculography and exercise contrast ventriculography. *J Nucl Med* **21**: 617-621, 1980

- 3) Marshall RC, Berger HJ, Costin JC, Freedman GS, Wolberg J, Choen LS, Gottschalk A, Zaret BL: Assessment of cardiac performance with quantitative radionuclide angiography. *Circulation* **56**: 820-829, 1977
- 4) Holman BL, Hill TC, Wynne Joshua, Lovett RD, Zimmermann RE, Smith EM: Single-photon emission computed tomography of the heart in normal subjects and in patients with infarction. *J Nucl Med* **20**: 736-740, 1979
- 5) Moore ML, Murphy PH, Burdine JA: ECG-gated emission computed tomography of the cardiac blood pool. *Radiology* **134**: 233-235, 1980
- 6) 中嶋憲一, 分校久志, 多田 明, 小島一彦, 滝 淳一, 南部一朗, 四位例靖, 利波紀久, 久田欣一: 心プール断層法における壁運動定量化と収縮位相の解析. *核医学* **22**: 347-353, 1985
- 7) Maublant J, Bailly P, Mestas D, Cassagnes J, Lussion JR, Zurowski S, Huffer E, Veyre A, Jallut H, Meyniel G: Feasibility of gated single-photon emission transaxial tomography of the cardiac pool. *Radiology* **146**: 837-839, 1983
- 8) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, Yonekura Y, Yamamoto K, Kadota K, Kambara H, Kawai C, Torizuka K: Multiaxial tomography of heart chambers by gated blood-pool emission computed tomography using a rotation gamma camera. *Radiology* **147**: 547-554, 1983
- 9) Barat JL, Brendel AJ, Colle JP, Magimel-Pelonier V, Ohayon J, Wynchank S, Lessia F, Besse P, Ducassou D: Quantitative analysis of left-ventricular function using gated single photon emission tomography. *J Nucl Med* **25**: 1167-1174, 1984
- 10) 渡辺 健, 池部伸彦, 田中 啓, 内藤雄一, 後藤隆之, 後藤義一, 小林泰彦, 南 博, 永井義一, 山沢育一, 伊吹山千晴, 村山弘泰: 心電図同期心プール断層法による局所壁運動の検討. *核医学* **22**: 1317-1332, 1985
- 11) 小西得司, 山室匡史, 牧野克俊, 二神康夫, 中野 赴, 竹澤英郎, 前田寿登, 中川 毅: 心プール(心機能) regional 指標のデータ解析. *ニュータウンカンファレンス心臓核医学* **8**: 35-38, 1984
- 12) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 小西得司, 中野 赴, 竹澤英郎, 竹田 寛, 前田寿登: 心筋梗塞患者の多枝病変検出における運動負荷心筋 ²⁰¹Tl single photon emission computed tomography の有用性と限界. *核医学* **20**: 1339-1347, 1983