

《ノート》

虚血性心筋疾患の $^{201}\text{TlCl}$ 及び $^{99\text{m}}\text{Tc-diphosphonate}$ による核医学複合検査

Complex Examination of Myocardial Ischemia with $^{201}\text{TlCl}$ and $^{99\text{m}}\text{Tc-Diphosphonate}$

大澤 保* 澤田 敏* 菅野 敏彦* 藤井 忠一*
延澤 秀二*

Tamotsu OHSAWA, Satoshi SAWADA, Toshihiko KANNO, Tadakazu FUJII
and Shuji NOBEZAWA

Department of Radiology, Kenseibu Hamamatsu Medical Center

I. はじめに

従来、虚血性心疾患の診断に種々の方法が用いられて来たが、虚血の程度、部位、範囲等を確実に把握できにくい欠点があった。

非侵襲的方法として、 ^{43}K , ^{86}Rb , ^{131}Cs をはじめ数多くの放射性医薬品を用いた核医学診断法が行われて来たが、エネルギー、半減期等に問題点があり、広く用いられるに至らなかった。

1970年に Kawana ら¹⁾ が、 ^{199}Tl による心筋イメージングの可能性を報告し、1975年に Lebowitz ら²⁾ が、 ^{201}Tl による心筋イメージングを発表して以来、虚血性心疾患の診断への利用が急上昇した。

今回、われわれは第1ラジオアイソトープ研究所より $^{201}\text{TlCl}$ の、またダイナボット RI 研究所より $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ジホスホネート調整用バイアルの提供を受け、虚血性心筋疾患における $^{201}\text{TlCl}$ (以下タリウム) 心筋スキャン、 $^{99\text{m}}\text{Tc-diphosphonate}$ (以下ジホスホネート) による Radionuclide An-

giocardiography (以下 RI アンギオ) および心筋スキャンの核医学複合検査の有用性について検討を加えた。

II. 検査対象

検査対象は、虚血性心筋疾患を疑われ、タリウム心筋スキャン、ジホスホネートによる RI アンギオおよび心筋スキャン、選択的冠状動脈造影、逆行性左室造影、心電図検査等を1週間以内に実施しえた29歳から77歳迄の男44例、女8例、計52例で、その疾患別分布は、陈旧性心筋梗塞25例、狭心症7例、特発性心筋症7例、弁膜疾患4例、その他9例である。

III. 検査方法

タリウム心筋スキャンは、安静時タリウム静注5~20分後より右前斜位30°、前面、左前斜位30°、45°、60°及び左側面の6方向をピンホールコリメーターで、さらに左前斜位30°を20,000孔および1,500孔平行コリメーターを用いてスキャンした。

撮像条件は、アイソトープ・レンジ80 KeV, ウィンドウ幅±30%, カウント/イメージはピンホ

* 県西部浜松医療センター放射線科

受付: 53年4月3日

最終稿受付: 53年6月23日

別刷請求先: 浜松市富塚町328番地 (☎432)

県西部浜松医療センター放射線科

大澤 保

Key words: Ischemic heart disease, Myocardial infarction, $^{201}\text{TlCl}$, $^{99\text{m}}\text{Tc-diphosphonate}$, Radionuclide angiocardiology

ール型コリメーターを用いた場合には 100,000 カウント, 1,500 孔平行コリメーターおよび 20,000 孔平行コリメーターを用いた場合には 200,000 カウントで行った。

ジホスホネートによる RI アンギオは, 19 gage teflon 針を用いて右大腿静脈穿刺三方活栓法により実施し, 東芝製ガンマカメラ GCA-202 および東芝製データ処理装置 DAP-5000N を用いて核種注入直後より毎秒 5 コマにて 20~30 秒間撮像した。同時に日本光学社製 35 mm time lapse camera にて, 毎秒 1 コマで 30 秒間撮像した。

ジホスホネート注入 4~5 時間後に, タリウム心筋スキャンと同一体位にて, ジホスホネート心筋スキャンを実施した。

なお, 選択的冠状動脈造影は, Sones 法にて実施した。

IV. 結 果

A. 核医学複合検査は, 副作用もなく安全な検査法であった。

B. タリウム心筋スキャン

1) 各種コリメーターによる描画能を IAEA ス

ライスファントームを用いて比較検討した結果, ピンホール型がもっとも描画能に優れていた。ついで 1,500 孔平行型, 20,000 孔平行型コリメーターの順であった。

2) ガンマカメラに接続したデータ処理装置を用いて, 心筋, 心内腔, 肺臓, 肝臓, 腎臓等に関心領域を設定し 2.5 秒に 1 回の割合でタリウム静注直後より放射能分布を観察した結果, ほとんどの症例で静注 3 分後には上記の各々の関心領域で安定したカウント数を記録した (例: Fig. 1)。

3) 正常像は必ずしも均一分布を示すとは限らず, また拡張した左房等による左室への圧迫は, 軽度の集積低下を示した。さらに, 他検査にて正常とみなされた 1 例において, 心尖部が低集積を示した。

4) Fig. 2 は前壁及び前壁中隔梗塞例であるが, 上段のオリジナルフィルムに比し下段のコンピューター処理後の方が, 梗塞部位が欠損像として明瞭に描画されている。

5) Fig. 3 は前壁および下壁梗塞例であるが, 6 方向イメージングで梗塞部位がよく描画しえている。6 方向イメージングでは虚血部の有無, 部位

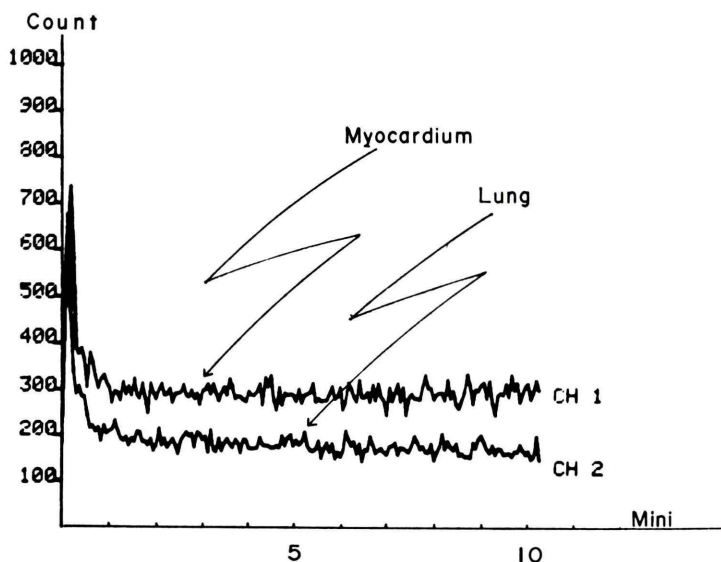


Fig. 1 Radionuclide accumulation curve of Thallium-201 in the myocardium and lung of a normal person. The blood clearance of this tracer is extremely rapid.

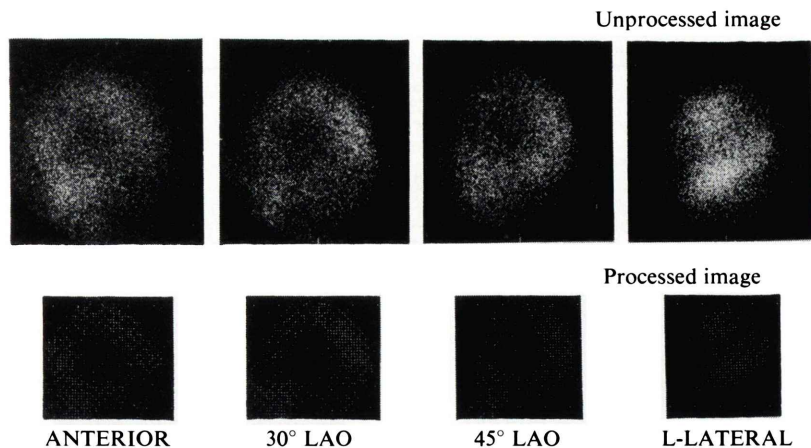


Fig. 2 Comparison of Thallium-201 myocardial scans with unprocessed (upper) and processed (lower) imagings. Focal defects at anterior and anteroseptal walls of left ventricle due to old myocardial infarction show more clearly at the processed images compared with unprocessed one.

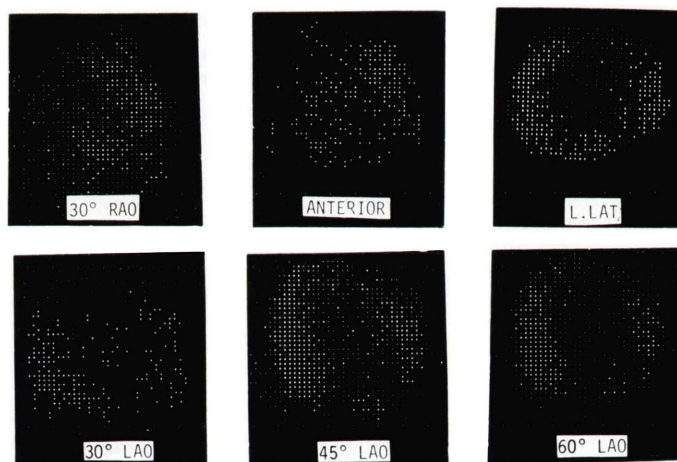


Fig. 3 Thallium-201 myocardial scan by method of six different views. Regions of decreased tracer concentration in the anterior and inferior walls of the left ventricle due to old myocardial infarction are seen in multiple views.

及び範囲の判定が比較的容易で、選択的冠状動脈造影および左室造影にて確認した心筋梗塞25例34病変について検討したのが Table 1 である。タリウムスキャンでは34病変中28病変、82%が欠損部として描画でき、他検査による判定と良く一致した。なお、陰性例は下壁梗塞4例、前壁梗塞2例であった。

6) Fig. 4 の左図は前壁及び前壁側壁の心筋梗塞を伴った僧帽弁閉鎖不全症例、Fig. 4 の右図は特発性心筋症のうっ血型の症例で、共に右室自由壁が描画されている。僧帽弁閉鎖不全症等により右室負荷が存在すると、正常例では認められない右室自由壁描画がみられたが、特発性心筋症の一部では右室負荷が存在しないにもかかわらず右室

Table 1 Ischemic lesions found by Thallium-201 scan and electrocardiographic examination in 25 patients with myocardial infarction.

| | +Scan +ECG | +Scan -ECG | -Scan +ECG | -Scan -ECG | Total Lesions |
|------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| Number lesions | 20 | 8 | 6 | 0 | 34 |
| % of total number | 59% | 23% | 18% | 0% | 100% |
| + Scan=positive scan + ECG=positive electrocardiography | | | | | |
| - Scan=negative scan - ECG=negative electrocardiography | | | | | |

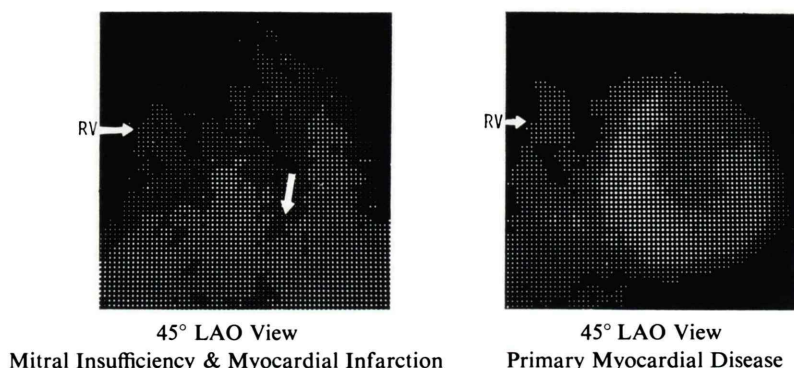


Fig. 4 Thallium-201 scans in a mitral insufficiency (left panel) with old myocardial infarction (arrow) and a congestive type of primary myocardial disease (right panel). The right ventricular myocardium of the both conditions is visualized in the 45° LAO scans.

自由壁描画がみられた。したがって、右室自由壁描画の有無のみにて右室負荷の存否判定は困難であった。

C. Radionuclide Angiocardiology

1) RI アンギオは手技が簡単で副作用もなく多くの施設で実施されているが、そのほとんどが左右の肘静脈を利用している。肘静脈を利用したRI アンギオでは鎖骨下静脈でRI が滞溜することがあり、ボーラスの確保が困難である。

われわれの右大腿静脈穿刺三方活栓法は右心房迄の経路が直線的であり、右心房までの経路中にRI が滞溜する現象は認められなかった。したがって、右大腿静脈穿刺三方活栓法によるわれわれのRI アンギオ法は、ボーラスの確保に優れた方法であり、血流動態の解析等に有用であった。

2) Fig. 5 は前壁の陈旧性心筋梗塞例のRI アンギオの一部である。RI 注入直後より毎秒5コマの割合で、30秒間連続撮像した。33コマで左房、38コマで左室、42コマで上行大動脈が描画されて

いる。左房、左室、大動脈の撮像時期は、まず正常範囲内と考えられる。Fig. 5 の53コマは拡張期、57コマは収縮期の像である。心基部の収縮は良いが、心尖部の収縮は不良である(矢印)。このように、心筋梗塞部は何らかの形で同所の運動異常が見られることが多く、RI アンギオは梗塞部位を間接的に知る良い方法であると思われる。

タリウム心筋スキャンによる見落とし例6病巣中、前壁の2病巣はRI アンギオにて左室壁の運動異常を認めた。したがってタリウム心筋スキャンとRI アンギオを併用することにより、心筋梗塞34病巣中30病巣、88%が指摘でき、両検査を併用することにより心筋梗塞の核医学検査による診断率の上昇をみた。

D. ^{99m}Tc-diphosphonate 心筋スキャン

1) 心筋梗塞症例25例のうち梗塞発作後10日以内の急性期にもジホスホネートによる心筋スキャンを実施した7例中2例、29%にのみ、梗塞部位へのジホスホネートの異常集積が認められた。

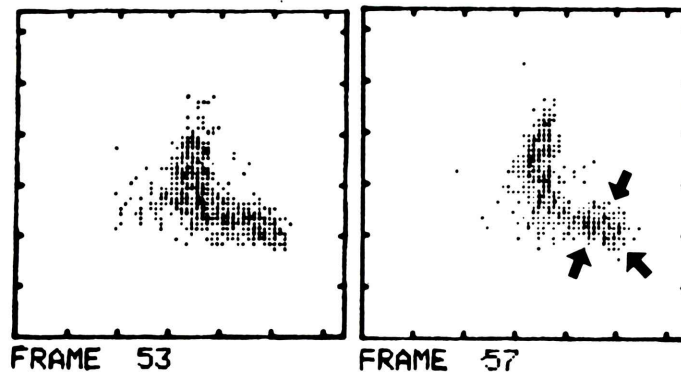


Fig. 5 Selected frames from radionuclide angiography in a patient with myocardial infarction of apical portion. Images are obtained at a rate of 5 frames per second with scintillation camera connected to minicomputer. At diastole with 53 frame and systole with 57 frame, motion of apical area is shown aknetic (arrows).

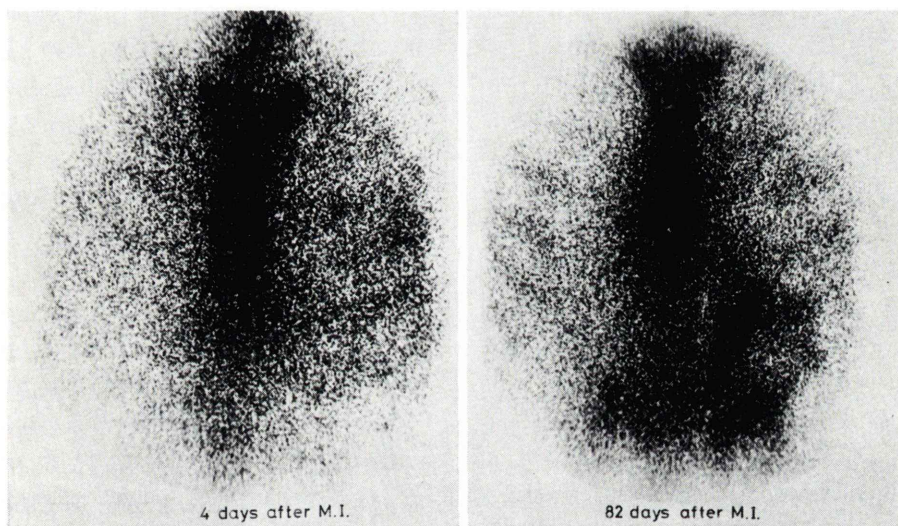


Fig. 6 Tc- $^{99\text{m}}$ -diphosphonate myocardial scans of acute and old myocardial infarctions at anterior, septal and inferior walls of left ventricle. Abnormal concentration of nuclide in the myocardium is not seen at 4 days (left panel) but seen at 82 days (right panel) after myocardial infarction in the anterior position.

2) Fig. 6 の左図は梗塞部作後4日目、Fig. 6の右図は梗塞発作後82日目に行ったジホスホネート心筋スキャンである。ジホスホネートの異常集積は4日目には認められず、82日目には梗塞部位への異常集積が認められている。したがって、ジホスホネート心筋スキャンでの異常集積の有無のみで、梗塞の急性、陳旧性の鑑別は困難であった。

V. 考 案

臨床症状、酵素学的検査、心電図検査等による心筋の虚血部の有無等の判定は、現時点では充分であるとはいいがたい³⁾。心筋疾患において、心筋の虚血部あるいは瘢痕部の有無、部位および範

開等を決定することは、重要なことである。

ラジオアイソトープを用いた心疾患の診断は、近年注目をあびている。心疾患に対する核医学的検査法としては、従来より広く普及している心プールスキャン、心 RI アンギオ及び心筋スキャン^{4)~7)}に大別される。

心筋スキャンは、心筋の虚血部位が陰性又は陽性像として描画される。

陰性描画は、⁴³K, ⁸⁶Rb, ¹³¹Cs^{8)~10)}らが用いられてきたが、半減期の問題、エネルギーの問題等があり必ずしも適当な核種とはいえなかった。生物学的に K と類似性のある ²⁰¹Tl がよく心臓に集積することが、1975 年 Lebowitz らにより報告され²⁾、これまでの核種に比し ²⁰¹Tl は優れていることが証明され、心筋スキャンは飛躍的に増加した^{11)~21)}。

静注された ²⁰¹Tl は急速に血中よりクリアーされる。Bradley-Moore ら¹¹⁾は山羊を用いた実験において、²⁰¹Tl 静注 10 分後に心筋への ²⁰¹Tl の最大集積が見られ、最初の 2 時間は高集積を持続すると報告している。われわれもデーター処理装置を用いて心筋、肺臓、肝臓等に関心領域を設定し、²⁰¹Tl 静注後の体内放射能分布をしらべたが、²⁰¹Tl 静注後約 3 分には既に心筋への最大集積がみられた (Fig. 1)。したがって、タリウム心筋スキャンは、²⁰¹Tl 静注 3 分後よりスキャン可能と思われた。

さらに Bradley-Moore ら¹¹⁾は、心筋と肺臓、肝臓等の隣接臓器との集積比は ²⁰¹Tl 静注 10 分~25 分が最高で、100 分後の心筋集積は周囲臓器の 2 倍であると報告している。したがって、タリウム心筋スキャンは、²⁰¹Tl 静注後なるべく 100 分以内に終了することが望ましいと思われる。

また Jambroes ら¹²⁾は、タリウム心筋スキャンは最低 5 方向像が必要であると報告している。

われわれの協同研究者菅野らの研究¹³⁾では、タリウム心筋スキャンでの使用コリメーターはピンホール型コリメーターが最も描画能に優れており、最少直径 8 mm の欠損部位の検出が可能であった。したがって、われわれはピンホール型コリメータ

ーを用いて 6 方向イメージングを実施するのが最良の方法と考える。

この方法では 1 画像当たり約 5~6 分で撮像可能で、全体の検査はタリウム静注後約 60~80 分以内に終了した。心筋と周囲臓器との集積比の高い間に検査が終えることができ、われわれの方法は心筋スキャンに適したイメージング方法と思われる。

非梗塞例のタリウムシンチフォトは、左室自由壁及び心室中隔により形成される O 字型又は U 字型として描画される。心筋へのタリウムの分布は必ずしも均一とは限らず、心尖部が集積低下を示した例もみられた。これは正常心筋でのタリウム集積の不均一性を論じた報告¹⁴⁾でも明らかであり、また心尖部の集積低下は解剖学的に筋層が薄いことと心尖部の動きによるものと思われる。

タリウム心筋スキャンの原理が心筋の血流の多少に応じてタリウムが心筋に集積することを利用しているので、梗塞例では心筋スキャンにて欠損像として描画される。この欠損部の切線方向がコリメーションの方向と一致する時に、欠損部が明瞭に描画しえた (Fig. 3)。

ピンホール型コリメーターを用いた 6 方向イメージングでは Table 1 に示すごとく、選択的冠状動脈造影及び逆行性左室造影にて確認しえた 34 病変中 28 病変 (82%) が、タリウム心筋スキャンにて描画できた。タリウム心筋スキャンで描画しえなかったのは、下壁梗塞 4 例、前壁梗塞 2 例であった。梗塞部位が多発性であったり、梗塞病変の大きさが検出限界を越えたためと考えられる。また偽陽性例は、右冠状動脈 99% 狭窄の狭心症症例と正常例の計 2 例で、前者は前壁梗塞、後者は心尖部梗塞と判定された。これらはタリウムの心筋への不均一分布と心尖部の筋層の薄さおよび動きによるものと考えられる。

心筋梗塞部検出に対するタリウム心筋スキャンの信頼度は 78% であった。この成績は、諸家の報告^{15)~21)}と良く一致している。

Wackers ら²⁰⁾は、心筋梗塞発症 1 時間後に描画でき、また発症後の経過が長いほど梗塞部位検出

率が低下すると報告している²¹⁾。われわれの症例は発症後7週間より約6年経過したものであったが、発症後長期間経過した症例も梗塞部位がよく検出された。

左前斜位像等で右室自由壁が描画された症例が7例認められた。その多くは僧帽弁閉鎖不全症等による右室負荷が存在したが、特発性心筋症の一部でも右室自由壁描画を認めた (Fig. 4)。安静時心筋スキャンでは、正常例の右室自由壁描画は通常認めないが、右室負荷の存在する症例で右室壁描画を認めた。右室自由壁描画は右室負荷の存在を推定する良い指標と考えられたが、特発性心筋症を除外する必要があると思われる。

つぎに、心筋梗塞の場合には、左室全体の駆出機能と共に左室壁の局所の動きを観察することも重要である。心筋梗塞症の場合には被検者は決して良い状態とは言えず、被検者の負担が少ない検査法が望まれる。その点 RI アンギオは被検者の負担が少なく、左室全体の動きおよび局所の動きがよく把握でき、心筋梗塞部位を間接的に知るよい方法だと思われる。われわれの実施した右大腿静脈穿刺三方活栓法は副作用がなく、ボーラスの確保にすぐれた方法であった。

タリウム心筋スキャンによる見落とし例6病巣中、前壁の2病巣は RI アンギオにて左室壁の運動異常を認めた。したがって、タリウム心筋スキャンと RI アンギオを併用することにより、心筋梗塞34病巣中30病巣、88%が指摘しえ、両検査を併用することにより心筋梗塞の核医学診断率を上昇させた。したがって、心筋梗塞を疑われる場合には、タリウムスキャンと RI アンギオを併用することが望ましいと思われる。

つぎに心筋梗塞の陽性描画に関しては、新鮮な心筋梗塞巣により多く集積する物質を何らかの放射性同位元素で標識し、心筋梗塞巣を陽性像として描画しようとする試みが最近広く行われている。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識物質としては、梗塞巣中の変性蛋白質に親和性を有するテトラサイクリン²²⁾や dimer-capto iso-succinic-acid, glucoheptonate による報告もみられるが²³⁾²⁴⁾、梗塞巣中に多いカルシウム

に親和性を持つピロリン酸^{25)~27)}が多く利用されている。

われわれは、ピロリン酸と同じく骨シンチグラム用製剤であるジホスホネートも急性心筋梗塞巣中に異常集積するのではないかと考えた。

心筋梗塞25症例のうち、梗塞発作後10日以内の急性期にもジホスホネートによる心筋スキャンを実施しえた7例中2例にのみ梗塞巣に一致して陽性像が得られた。この成績は、ピロリン酸による諸家の報告^{25)~27)}に比して余り良い結果とは言いがたい。Marcus ら²⁸⁾は、梗塞巣内の RI 分布は局所血流の多少によって決定され、壊死の程度とは相関しないと報告している。梗塞巣への副血行路の発達がみられない場合には、RI の集積がみられずスキャン上陽性像を示さないことも考えられる。

また梗塞発作後4日目にはジホスホネートの異常集積が見られず、発作後82日目に梗塞部位に一致して異常集積が見られた前壁、前壁中隔及び下壁梗塞をともなった症例も見られた (Fig. 6)。

Cowley ら²⁷⁾は、梗塞発作後6週から6年の陳旧性心筋梗塞125例中8例がピロリン酸による心筋スキャンで陽性像を示したと報告している。このことは急性期には副血行路の発達が悪く、陳旧性の時期になって副血行路が発達し、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -リン酸化化合物が梗塞巣に異常集積を示したと考えられる。われわれの症例 (Fig. 6) も、陳旧性となった時期に梗塞巣への副血行路が発達し陽性像を示したと思われる。ジホスホネートによる心筋スキャンの急性心筋梗塞陽性描画率が何故低く、また陳旧性心筋梗塞巣が何故陽性描画されたかについては推論にすぎず、今後の課題としたい。

結局、心筋梗塞の急性、陳旧性の鑑別に対するジホスホネートの有用性は、余り認められなかった。

VI. ま と め

1. タリウム心筋スキャン、ジホスホネートによる RI アンギオカルジオグラフィーおよび心筋スキャンは、安全な検査法であった。

2. タリウム心筋スキャン

a) ピンホール型コリメーターによる多方向イメージングにコンピューター処理を加えることにより、心筋梗塞の有無、梗塞部位及び範囲等の把握が比較的容易で、他検査所見とよく一致した。

b) 右室自由壁描画は、右室負荷の存在を推定する良い指標と考えられたが、特発性心筋症を除外する必要があった。

3. RI アンギオカルジオグラフィーは、左室の全体的及び部分的機能状態の把握、梗塞部位の推定および血行動態解析に有用であった。

4. ジホスホネート心筋スキャンでは、梗塞部位への RI の異常集積の有無による梗塞の急性、陳旧性の鑑別は、困難であった。

以上のように、虚血性心筋疾患を疑われた場合には、副作用がなく非侵襲的なタリウム心筋シンチ、ジホスホネートによる RI アンギオカルジオグラフィー及び心筋シンチの核医学複合検査が望ましいと思われた。

本論文の要旨は第17回日本核医学会総会で発表した。

最後に、貴重な症例を御提供、御教示いただいた循環器内科、藤原千冬先生、一部の症例の手術をお引受下さった聖隷浜松病院、大澤幹夫先生に感謝いたします。

文 献

- 1) Kawana M, Krizek H, Porter J, et al: Use of ^{199}Tl as a potassium analog in scanning. *J Nucl Med* **11**: 333, 1970
- 2) Lebowitz E, Greene MW, Rairchild R, et al: Thallium-201 for medical use. *J Nucl Med* **16**: 151-155, 1975
- 33) Carr EA Jr, Carroll M, DiGiulio, et al: The use of radio-iodinated toluidine blue for myocardial scintigrams. *Am Heart J* **86**: 631-643, 1973
- 4) 上田英雄, 町田喜久雄, 開原成允他: 心臓のシンチグラム法—心縦隔スキャン法と心筋スキャン法について—. *最新医学* **21**: 577-582, 1966
- 5) Rejali AM, MacIntyre WJ, Friedell HL: A radioisotope method of visualization of blood pools. *Amer J Roentgen* **79**: 129-137, 1958
- 6) Kriss JP, Enright LP, Hayden WG, et al: Radioisotopic angiocardiology. Wide scope of applicability in diagnosis and evaluation of therapy in diseases of the heart and great vessels. *Circulation* **43**: 792-808, 1971
- 7) Bulkley BH, Hutchins GM, Bailey I, et al: Thallium 201 imaging and gated cardiac blood pool scans in patients with ischemic and idiopathic congestive cardiomyopathy. A clinical and pathologic study. *Circulation* **55**: 753-760, 1977
- 8) Hurley PJ, Cooper M, Reba RC, et al: ^{43}K : A new radiopharmaceutical for imaging the heart. *J Nucl Med* **12**: 516-519, 1971
- 9) Carr EA Jr, Beierwaltes HW, Wegst AV, et al: Myocardial scanning with rubidium-86. *J Nucl Med* **3**: 76-82, 1962
- 10) McGreehan JT, Rodriguez-Artunex A, Lewis RC, et al: Cesium 131 photoscan. Aid in the diagnosis of myocardial infarction. *JAMA* **204**: 585-589, 1968
- 11) Bradley-Moore PR, Lebowitz E, Green MW, et al: Thallium-201 for medical use. *J Nucl Med* **16**: 156-160, 1975
- 12) Jambroes G, Rijk PP, et al: Improved scintigraphy of the heart using Thallium-201. *J Nucl Med* **16**: 539, 1975
- 13) 菅野敏彦, 大澤 保, 藤井忠一, 他: $^{201}\text{TlCl}$ による心筋スキャンニングの検討. *しずおか放射線* **26**: 11, 1977
- 14) Bailey IK, Griffith LSC, et al: Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise. Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* **55**: 79-87, 1977
- 15) 石井 靖, 神原啓文, 米倉義晴 他: ^{201}Tl による心筋シンチグラフィー及び心筋血流量測定について. *核医学* **13**: 787-797, 1976
- 16) 分校久志, 利波紀久, 久田欣一: 大視野ガンマカメラによる ^{201}Tl 心筋スキャンにおける撮像条件と早期臓器集積の検討. *Radioisotopes* **25**: 32-37, 1976
- 17) 浅原 朗: 放射性同位元素 (RI) による診療 (29): ^{201}Tl による心筋 Scintigraphy. *交通医学* **30**: 53-62, 1976
- 18) 伊藤安彦, 市川恒次, 沢山俊民他: 心筋梗塞を主とした心疾患の ^{201}Tl シンチグラフィー. *核医学* **14**: 11-19, 1977
- 19) 松尾導昌, 西山章次, 近藤健爾他: ^{201}Tl による心筋シンチグラフィー. *核医学* **14**: 555-564, 1977
- 20) Wackers FJ, Schoot JB, Sokole EB, et al: Noninvasive visualization of acute myocardial infarction in man with Thallium-201. *Br Heart J* **37**(7): 741-744, 1975
- 21) Wackers FJ, Schoot JB, et al: Value and limitation of Thallium-201 scintigraphy in acute phase of myocardial infarction studied by repeated myocardial imaging. *J Nucl Med* **17**: 523, 1976
- 22) Holman BL, et al: Detection and sizing of acute myocardial infarcts with Tc-99m (Sn)-tetracycline. *N Engl J Med* **291**: 159-163, 1974

- 23) Rossman DJ, Rouleau J, Strauss HW, et al: Detection and size estimation of acute myocardial infarction using $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -glucoheptonate. *J Nucl Med* **16**: 980-985, 1975
- 24) Wellman H, Shauwecker D: Canine myocardial infarct scinti-imaging with Tc-99m (Sn) DMSA compared to other reported Tc-(Sn) compounds. *J Nucl Med* **16**: 582-586, 1975
- 25) 岡部真也, 友田春夫, 笹本 浩他: 心筋梗塞のシンチグラム. *Medicana* **14**: 46-53, 1977
- 26) 鈴木 豊, 渡辺日出海, 岡部真也 他: 心筋梗塞の RI 診断. *日本臨床* **35**: 26-37, 1977
- 27) Cowley MJ, Mantle JA, Rogers WJ, et al: Technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial scintigraphy. Reliability and limitations in assessment of acute myocardial infarction. *Circulation* **56**: 192-198, 1977
- 28) Marcus RL, Tomanek RJ, Ehrhardt JC, et al: Relationships between myocardial perfusion, myocardial necrosis, and technetium-99m pyrophosphate uptake in dogs subjected to sudden coronary occlusion. *Circulation* **54**: 647-653, 1976