

## 《原 著》

# 7-ピンホールコリメータによる心筋断層 シンチグラフィ (第1報)

—— 心筋梗塞症例における有用性と限界について ——

西村 恒彦\*    山田 幸典\*    植原 敏勇\*    林田 孝平\*  
香川 雅昭\*    伊藤 慎三\*    林 真\*    小塚 隆弘\*

**要旨** 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィを導入, 心筋ファントム実験および臨床的検討を行った. 心筋ファントム実験は *in vivo simulation* による手法を用い, 各断層面にて D/N 比を求めたところ, 心尖部から遠ざかるにつれ分解能の低下および他の断層面との重なりのため本コリメータの *tomo-graphic power* の低下が梗塞診断に影響を与えることを示した. 次いで虚血性心疾患 152 症例を対象として従来法と比較した結果, 前壁, 下壁梗塞にて (H-RES, 7-PIN) の *sensitivity* はそれぞれ (88%, 96%) (66%, 91%) と 7-pinhole collimator の方が優れていた. しかし, *specificity* は (63%, 52%) と低下を示した. したがって, 本コリメータは単にシンチカメラに装着するのみで断層像を得られる利点はあるが, その臨床評価に際しては有用性ととも限界を熟知する必要がある, 本コリメータのみでは従来法を凌駕するものでなく, 相補って用いることにより診断精度の向上が期待される.

## I. 緒 言

<sup>201</sup>TICI による心筋シンチグラフィは, 心筋梗塞, 狭心症などにおける梗塞, 虚血部位を視覚的に捉えられることから心臓領域における検査法として特異な位置を占めている. しかし, その心筋像は, 各方向における心筋縦断像であり, その欠損像の同定に際し, 前後方向すなわち健常部位と梗塞部位との重なり, 肝を始めとする腹部臓器との重なりなどのため診断精度の低下を招いている. これらの問題を解決する方法として多方向撮像が有意義であり, 著者らの施設ではスラントコリメータを併用した心筋全周囲にわたる心筋シンチグラフィを施行, とくに前側壁, 後下壁梗塞の検出,

心尖部, 下壁部位の鑑別および心臓長軸, 短軸方向に順じたアプローチにより診断精度の向上をめざしてきた<sup>1-3)</sup>.

一方, Kirch ら<sup>4-5)</sup> により開発された 7-pinhole collimator は, 従来のシンチカメラに装着するだけで心筋断層像が得られる利点がある. もちろん, 本法による断層像はシンチカメラに平行な面で縦断したものであり, 本来の意味での断層とは異なるが, *single photon CT* に比し, その簡便性を考慮するならば心筋のような単純な構造を有する臓器における適応は有意義と考えられる.

そこで, 著者らは, 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィを心筋梗塞症例を中心として, その部位, 拡がり診断に関する臨床的検討を行なった. この際, 本コリメータの特性を考慮して心筋ファントムによる実験, および臨床例においては, 従来の高分解能平行型コリメータによる多方向撮像と対比することにより, 本法の有用性と限界について検討したので報告する.

\* 国立循環器病センター放診部

受付: 56 年 6 月 16 日

最終稿受付: 56 年 8 月 18 日

別刷請求先: 吹田市藤白台 5-125 (☎ 565)

国立循環器病センター

西 村 恒 彦

## II. 対 象

昭和55年9月から昭和56年3月までの間に国立循環器病センター RI 検査室にて  $^{201}\text{TlCl}$  による従来の心筋シンチグラフィおよび 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィを同時に施行した虚血性心疾患 152 例である。その内訳は Table 1 に示す。これらの症例のうち、貫通性心筋梗塞の診断は、心電図、酵素 (CPK)、心筋シンチグラム、心エコー図および左室造影、冠動脈造影などの成績によりその存在が確認された症例である。なお、梗塞部位診断に関しては 5 方向像による心筋シンチグラムの欠損像の部位から Table 1 のように分類した。すなわち、前側壁梗塞は、前壁中隔 (AS)、前壁 (ANT)、前側壁 (A-L) および前下壁 (ANT, INF) におよぶものに、後下壁梗塞は、下壁 (INF)、後壁 (POST)、下後壁 (IP)、および後壁中隔 (PS) におよぶものに大別した。

心内膜下梗塞の診断は、全例、臨床所見、心電図および酵素 (CPK) の成績により臨床的に判定したものである。また、狭心症の診断は、臨床症状および負荷心電図、負荷心筋シンチグラムなどにより判定したものであり、すべて今回の対象は安静時心筋シンチグラムを施行している。なお、心筋症、弁膜症、先天性心疾患、およびこれらを合併した症例は対象から除外した。

**Table 1** Lists of 152 cases with coronary artery diseases.

Myocardial infarction (MI)	
Anterior MI	(69)
AS	22
ANT	28
AL	12
ANT, INF	7
Inferior MI	(47)
INF	20
POST	6
IP	6
PS	15
Subendo MI	(9)
Angina pectoris (AP)	(27)
Total	152

## III. 方 法

$^{201}\text{TlCl}$  2~3 mCi (日本メジフィジクス社製) 静注後 10~15 分後から低エネルギー用高分解能コリメータを装着したシンチカメラ (Ohio-Nuclear  $\Sigma 410\text{S}$  型) にて、前面、左前斜位  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ 、および左側面より、各方向ともに 300 K カウントによる心筋シンチグラムを撮像した。次いで、シンチカメラに 7-pinhole collimator (CMS 社製) を装着して、オンラインで接続したミニコンピューター (DEC, PDP 11/60) を用い、 $128 \times 128$  マトリックスサイズにて、750 K カウント (5~10 分間) データを収集した。

7-pinhole collimator による撮像は、左前斜位すなわち左室短軸像を主とし、症例により、右前斜位、正面より撮像を行った。しかし、今回の対象ではいわゆる Angled view に準じた tilting は行わず、コリメータ面はすべて体軸に平行な方向とした。撮像に際しては、心筋像が 7 つのピンホールコリメータのそれぞれの視野の中央におさまるように、しかもできるだけコリメータ面を胸壁に近接させた状態で行った。コリメータの口径は通常 5 mm のものを用い、コリメータと胸壁の距離は、8 cm 位とした。また、7-pinhole collimator の感度補正のため、本装置に付属した面線源、点線源を用いて適宜 calibration data を採取した。

従来の高分解能平行型コリメータによる像と 7-pinhole collimator による断層像の梗塞すなわち欠損像の検出能を比較するために、基礎的検討として心筋ファントムによる実験を行った。心筋ファントムは左室心筋を想定した厚さ 1 cm の中腔、紡錘状ファントムをプラスチックにて作成し、心筋壁に相当する部位に  $^{201}\text{TlCl}$  ( $600 \mu\text{Ci}/200 \text{cc}$ ) を注入、かつ

- A. 3 cm 大の梗塞で心尖部に近いもの、
- B. 3 cm 大の梗塞で心尖部から遠いもの、
- C. 5 cm 大の大きな梗塞に相当するもの

の 3 種類のファントムとした (Fig. 1)。

次いで、この心筋ファントムを水槽中に入れ、高分解能平行型コリメータ、7-pinhole collimator

を装着した状態で、かつ心筋ファントムにて作成した梗塞部位をコリメータ面に水平方向に近接して、それぞれ、300 K カウント、750 K カウント像をデータ収集した (Fig. 2). コリメータと心筋ファントム A, B, C の位置関係は、7-pinhole collimator では Fig. 1 に示すとおりである。

断層像の再構成はオンラインで接続したミニコンピュータシステム (DEC, PDP 11/60) を用い、既存の CMS ソフトウェアにて行った。CMS ソフトウェアは、TOMREC, TOMCAL, CIRCLE プログラムより構成されている。すなわち、TOMREC はメインプログラムとして 10~12 スライスにわたる断層像を得るものであり、TOMREC 使用に際し TOMCAL に 2 点線源、面線源の補正を行う。また、CIRCLE は得られた画像の定量的評価の一手法として心尖部から心基部にかけて 3 断層像の 360° 方向 (心筋全周囲) にわたるカウント数の変化を表示するものである。

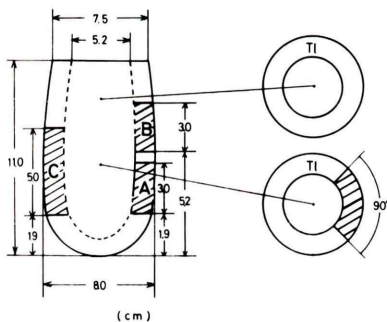


Fig. 1 Heart phantom (A, B, C) used for evaluation of 7-pinhole collimator with  $^{201}\text{TlCl}$ .

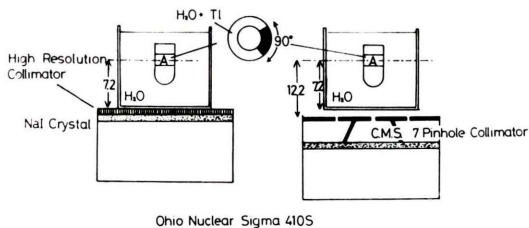


Fig. 2 Planar (H-RES) and tomographic (7-PIN) imaging configuration.

ところで、CMS ソフトウェアにより、コリメータ面より約 8 cm から 25 cm にわたる深さの情報がコリメータ面に平行な断層像として得られる。しかし、この際に得られる断層像のスライスの厚みは Fig. 3 のように、コリメータ面からの距離により異なり、コリメータに近い断面で約 0.8 cm、距離が離れると約 2.5 cm であり、さらに、再構成画像は深さにより拡大率が異なり、コリメータ面から 10 cm の断層像は、20 cm の深さの断層像より約 2 倍に拡大されている。

臨床的検討としては、虚血性心疾患 152 例にて 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィを施行、心尖部から心基部にわたる 10~12 スライスの断層像を再構成し、従来の心筋シンチグラフィによる 5 方向像と対比した。この際、欠損像の程度は、perfusion defect, hypoperfusion, normal の 3 段階とし、3 人の専門医により視覚的に総合判定した。この結果に基づき、梗塞に対する検出能を sensitivity, specificity を算出することにより評価した。次いで、左室造影所見、心 RI アンジオグラフィにより得られた左室駆出分画と比較することにより 7-pinhole collimator による梗塞の部位、拡がり診断に関しても検討を加えた。

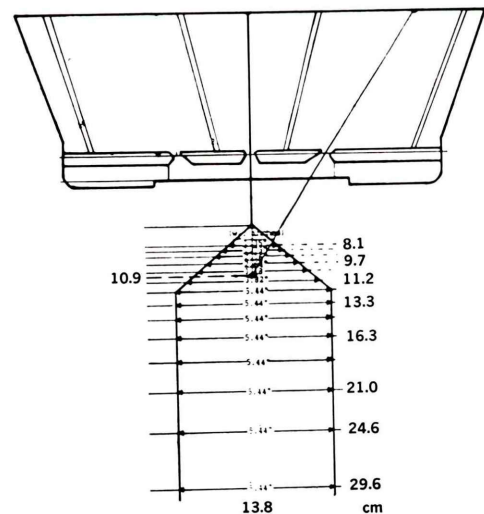


Fig. 3 Geometry and dimensions of 7-pinhole collimator.



## IV. 結 果

### 1) 心筋ファントム実験

心筋ファントムによる欠損像の検出に関する評価はWilliams<sup>6)</sup>らと同様に in vivo simulation study として、両コリメータについて、正常心筋 (Normal) と欠損部位 (Defect) の比、D/N 比を算出することにより行った。1例としてファントムAにおける結果を Fig. 4 に示す。D/N 比は、具体的には、コンピュータ画像にて、正常、欠損部位を含む横断曲線 (profile curve) を作成し、そのカウント数の比で表現したものであるが、ファントムAでは、高分解能平行型コリメータでは0.57、7-pinhole collimator では0.39であった。B、Cのファントムについても同様にD/N比を求めたところ、それぞれBでは、0.88、0.70、Cでは0.53、0.10であり、ファントムC、A、Bの順で梗塞検出力は優れていた。ここで、7-pinhole collimator によるD/N比として採用した値は、1例としてファントムAにおける結果を示すが12スライスにおける断層像にて、D/N比が最少のものである (Fig. 5)。

また、7-pinhole collimator によるファントムA、B、Cにおける実際の欠損部位と再構成像における各断層面におけるD/N比を求めたものを Fig. 6 に示す。心尖部に近い梗塞を仮定したファントム

Aでは、ほぼ欠損部位に一致して、D/N比が最小である。しかし、心尖部から遠ざけた梗塞を仮定したファントムBでは、D/N比は高く、かつ欠損部位とは多少のずれが見られ、そのD/N曲線は、Aに比し急峻でなく、他の断層面との重なりが大きいことが認められる。一方、大きな梗塞を仮定したファントムCではD/N比は低く、かつ高分解能平行型コリメータでも同様に明瞭な欠損像を呈した。

### 2) 臨床的評価

#### (1) 梗塞部位診断における両コリメータによる心筋シンチグラフィの比較

代表的な前壁 (前壁中隔、前壁、前側壁) による梗塞症例における両コリメータによる心筋シンチグラフィを呈示する (Fig. 7)。高分解能平行型コリメータを用いた心筋シンチグラフィにて多方向像から連続的な拡張りとして捉えられる梗塞部位は、7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィでは、心尖部から心基部における深さ情報を加味した断層像としてかつ各断層面における拡張りとして捉えられる。一般に、従来法で推定される梗塞部位の拡張りが、心筋断層シンチグラフィでもこれに比例して欠損像が認められる。また、幅の狭い前壁梗塞、ないし小さな前壁中隔梗塞において本コリメータの使用が有用なことが示された。

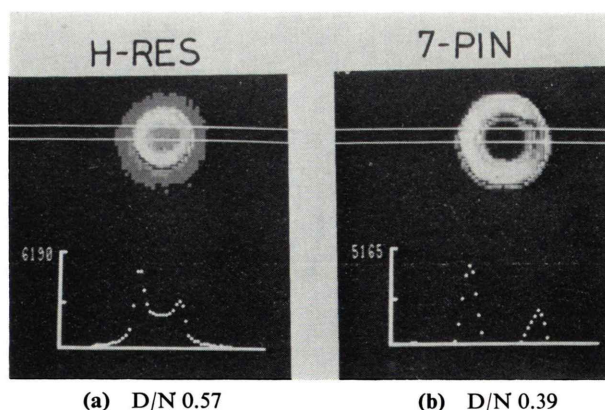


Fig. 4 The ratio of defect-to-normal wall activity (D/N ratio) by planar (a) and tomographic (b) method.



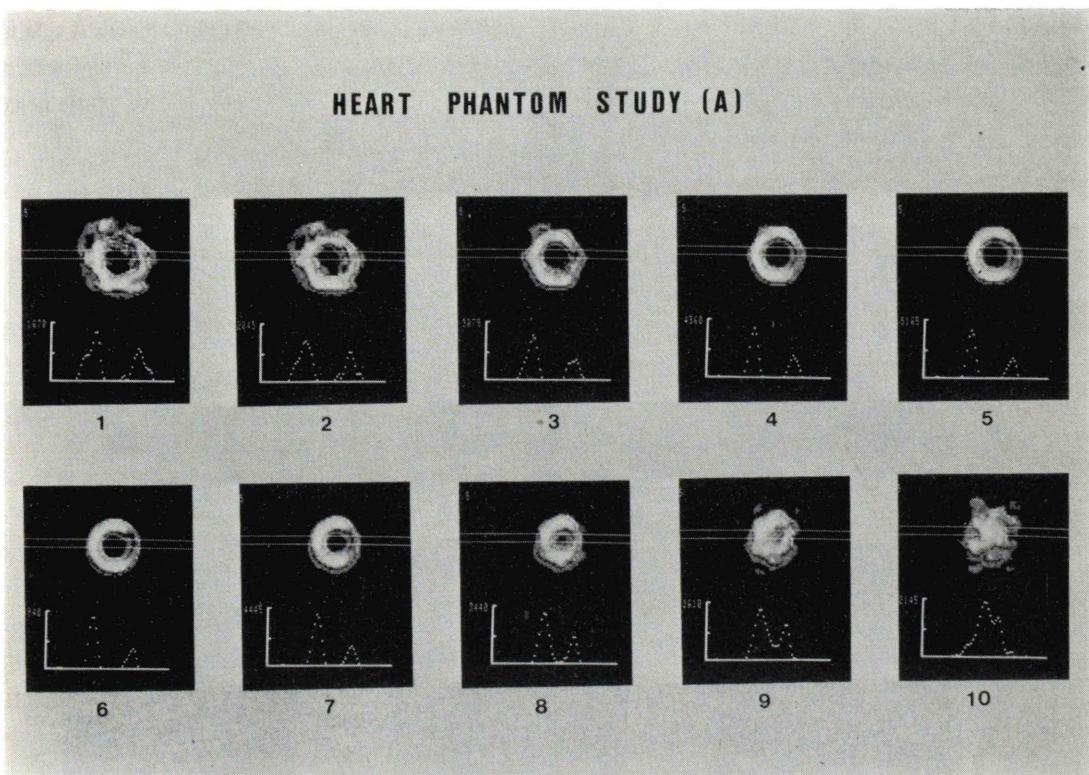


Fig. 5 Reconstructed images of phantom A.

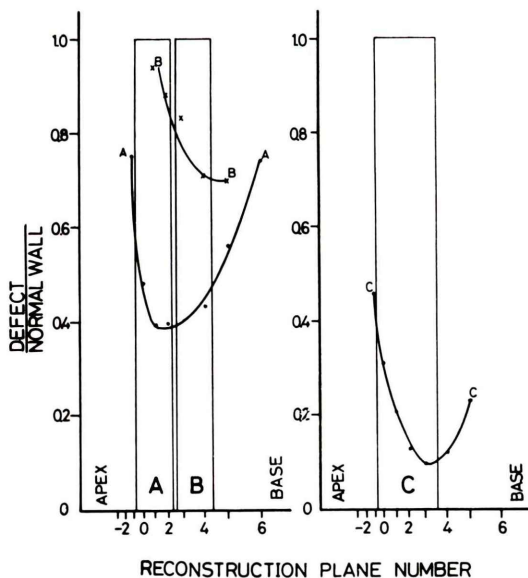


Fig. 6 Propagation of the defect into reconstructed slices other than those which geometrically intersect it (phantom A, B, C).

代表的な下壁（下壁，下後壁，後壁中隔におよぶもの）梗塞症例における両コリメータによる心筋シンチグラフィを呈示する (Fig. 8).

前壁梗塞の場合と同様に，従来法で推定される梗塞部位の拡がり心筋断層シンチグラフィでもこれに比例して欠損像が認められる．とくに，腹部臓器との重なりのある場合，ないし小さな下後壁梗塞において有用なことが示された．

次に，両コリメータによる梗塞部位診断の sensitivity, specificity についての成績を Fig. 9 に示す．心筋シンチグラフィにおける読影に関しては，従来の5方向撮像では，ガンマイメジャーによるフィルムおよび  $64 \times 64$  マトリックスによるカラー画像，7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィでは  $128 \times 128$  マトリックスによるカラー画像を用いた．その判定は perfusion defect, hypoperfusion, normal とした．かつ3名の専門医にて，その判定が不一致の場合は，2名の同意

を得るものとした。また, sensitivity に関しては, 心筋梗塞の存在する症例に対して, 心筋シンチグラフィにて perfusion defect を認めるもの,  $\text{true positive}/(\text{true positive} + \text{false positive}) (\%)$  とし,

specificity に関しては心筋梗塞の存在がない症例に対して心筋シンチグラフィにて normal を認めるもの,  $\text{true negative}/(\text{true negative} + \text{false negative}) (\%)$  とした。

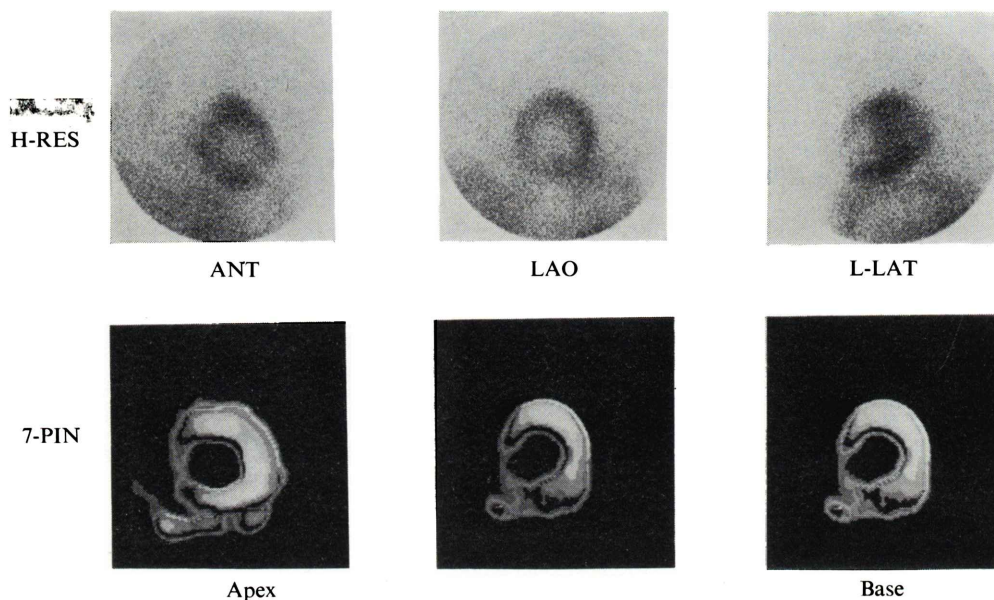


Fig. 7a Antero-septal infarction.

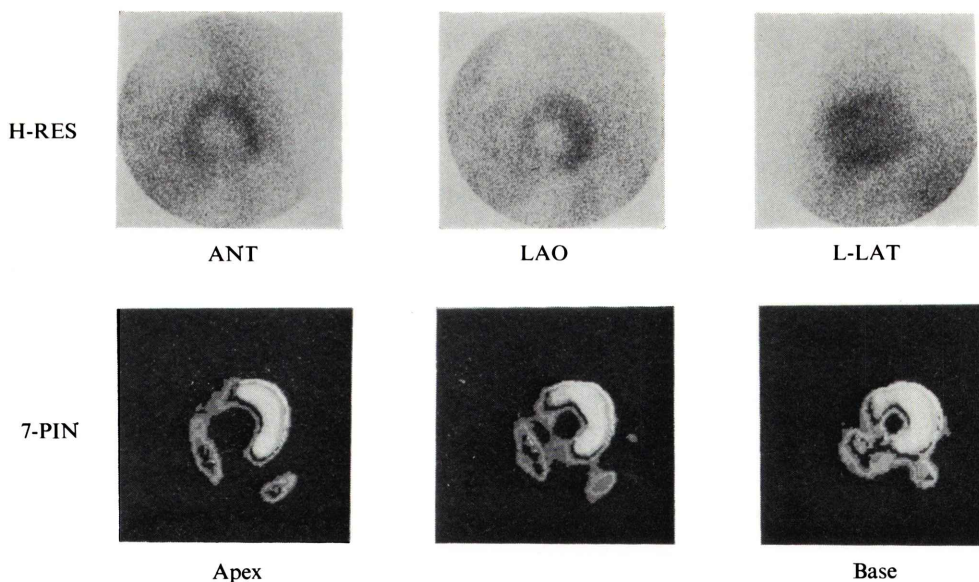


Fig. 7b Antero-apical infarction.



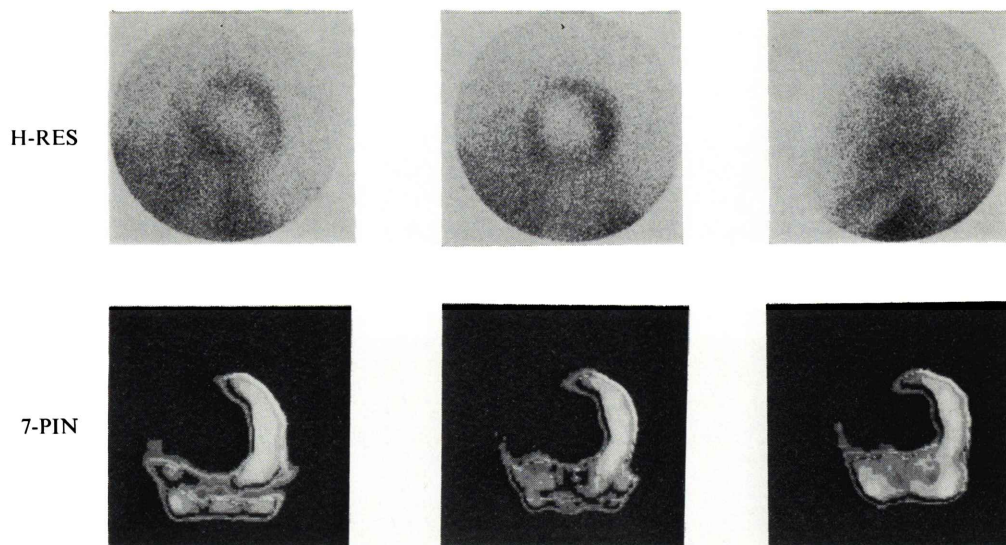


Fig. 7c Antero-lateral infarction.

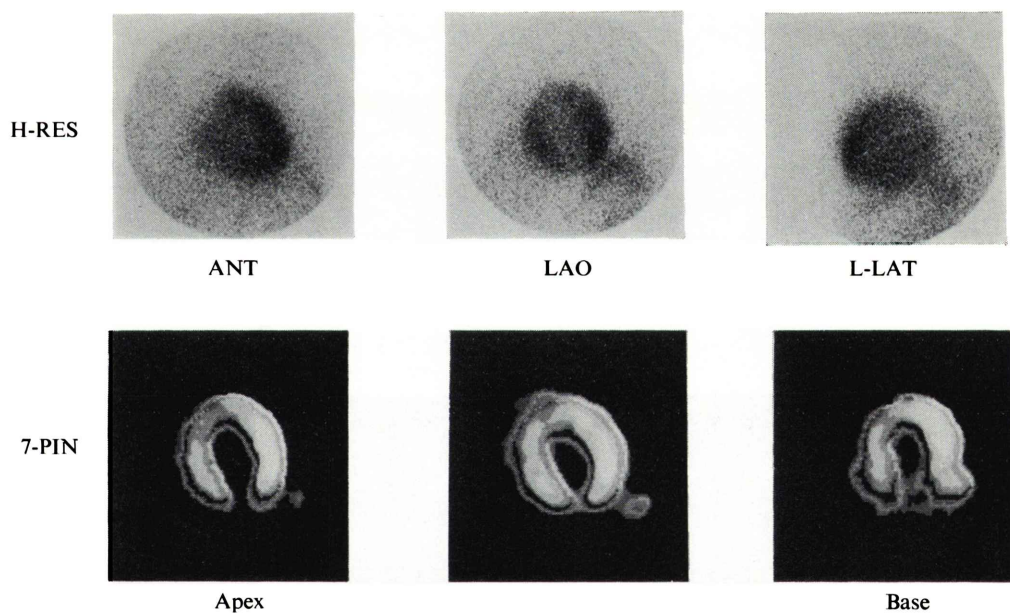


Fig. 8a Inferior infarction.

前壁梗塞症69例では全体として、5方向像による心筋シンチグラフィ、7-pinholeによる心筋断層シンチグラフィ (H-RES, 7-PIN) にて梗塞診断における sensitivity は (88%, 96%) であった。また、

各部位別について比較すると、前壁中隔、前壁、前側壁、前下壁梗塞について、それぞれ (68%, 90%), (96%, 100%), (100%, 100%), (100%, 100%) であった。すなわち、前壁から側壁におよ



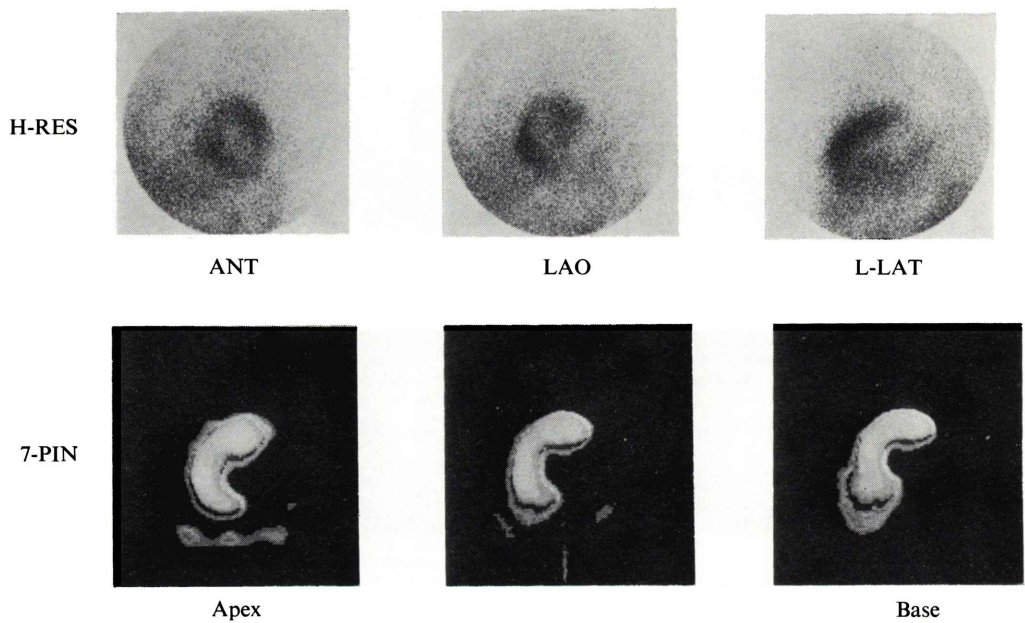


Fig. 8b Infero-posterior infarction.

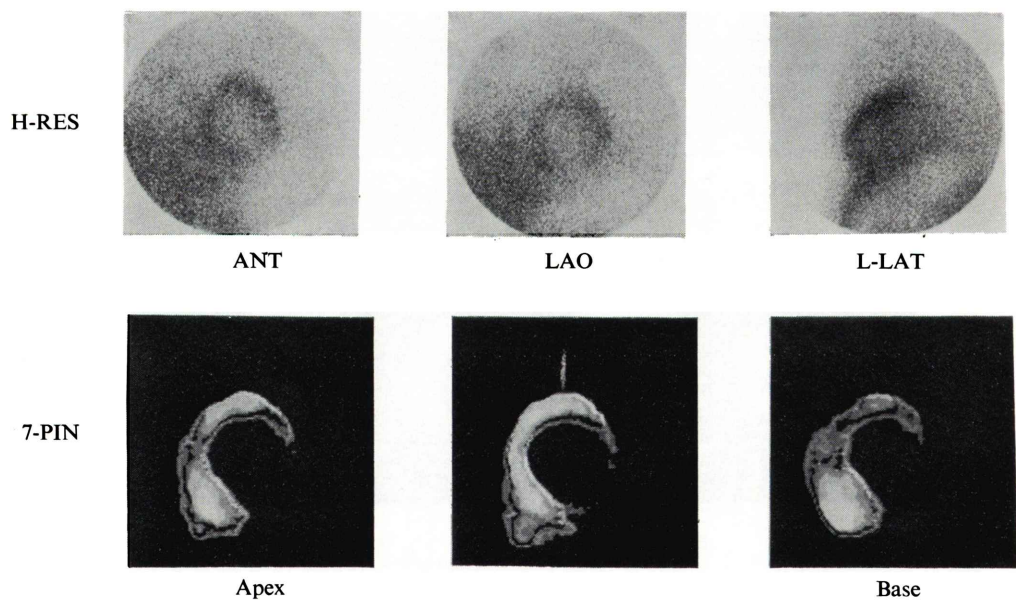


Fig. 8c Infero-posteroseptal infarction.

ぶ広汎な梗塞では、7-pinhole collimator および従来法による比較では梗塞診断に際し著明な差異はなかった。しかし、前壁中隔梗塞では小さな梗

塞における検出能の向上のため 68% から 90% へと 7-pinhole collimator にて sensitivity が上昇した。

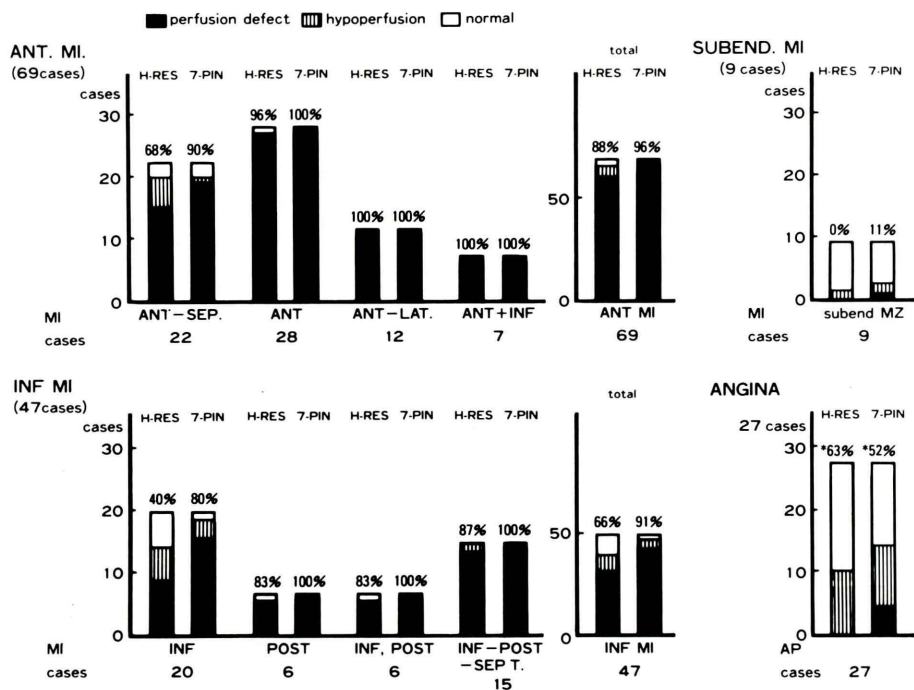


Fig. 9 Detection of prior MI by H-RES, 7-PIN HOLE Collimator.

また、下壁梗塞 47 症例に関しても、前壁梗塞の場合と同様に検討すると、(H-RES, 7-PIN)にて梗塞診断における sensitivity は全体として (66%, 91%) であった。また各部位別について比較すると、下壁、後壁、下後壁および後壁中隔についてそれぞれ (40%, 80%), (83%, 100%), (83%, 100%), (87%, 100%) であった。すなわち、下壁から後壁、後壁中隔におよぶ広汎な梗塞では梗塞診断に際し両法に著明な差異は認めなかった。しかし、小さな下壁梗塞では 7-pinhole collimator にて 40% から 80% へと sensitivity は向上した。

心内膜下梗塞に関しては 9 症例中 1 例 (11%) にて 7-pinhole collimator により perfusion defect を認めたが、必ずしも心内膜側のみにて RI activity の低下を認めなかった。また、その他の症例では perfusion defect はなく、その存在診断は困難であった。

狭心症では、27 症例にて従来法では、perfusion

defect はなく hypoperfusion を認めた症例が 10 例あり、7-pinhole collimator では 4 例にて perfusion defect, 9 例にて hypoperfusion を認めた。したがって、非梗塞診断に対する specificity は、(H-RES, 7-PIN) にて (63%, 52%) であった。すなわち、その検出能に関する specificity は 7-pinhole collimator を使用した場合低下した。

## (2) 7-pinhole collimator による梗塞拡がり診断と左室造影との比較

前壁梗塞症例における左室造影および従来法、7-pinhole collimator による心筋シンチグラフィを示す (Fig. 10)。

左室造影では、segment 2, 3, 4 にわたる心室瘤を認める。従来法では前壁部位における perfusion defect, かつ 7-pinhole collimator では心尖部から心基部にかけて前壁から中隔領域にて perfusion defect を認め、心基部になるに従って hypoperfusion になる。このように、左室造影における akinesis, dyskinesis は、7-pinhole collimator にお

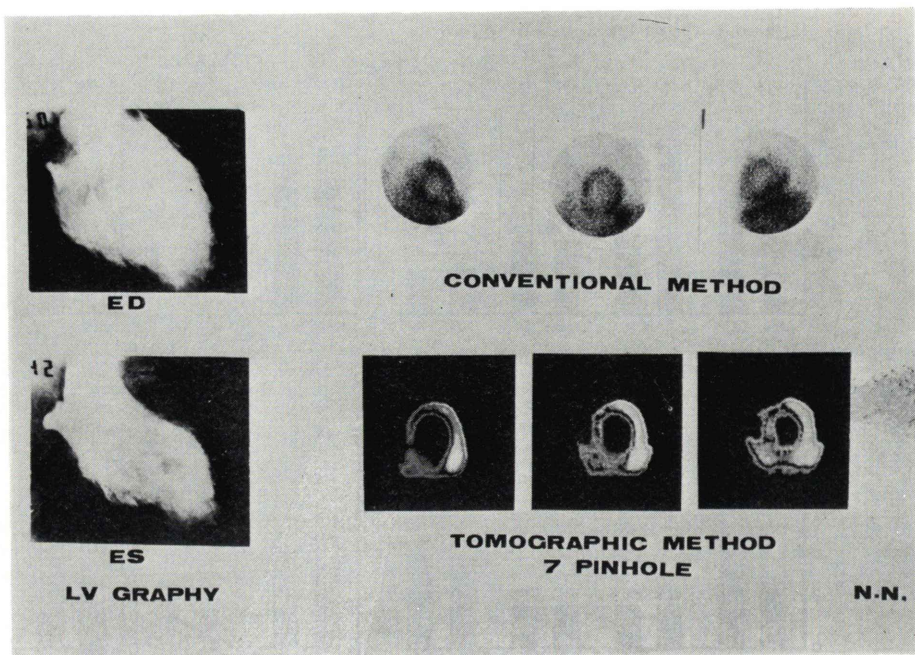


Fig. 10 Myocardial perfusion imaging (H-RES, 7-PIN) and left ventriculography in the anterior infarction case.

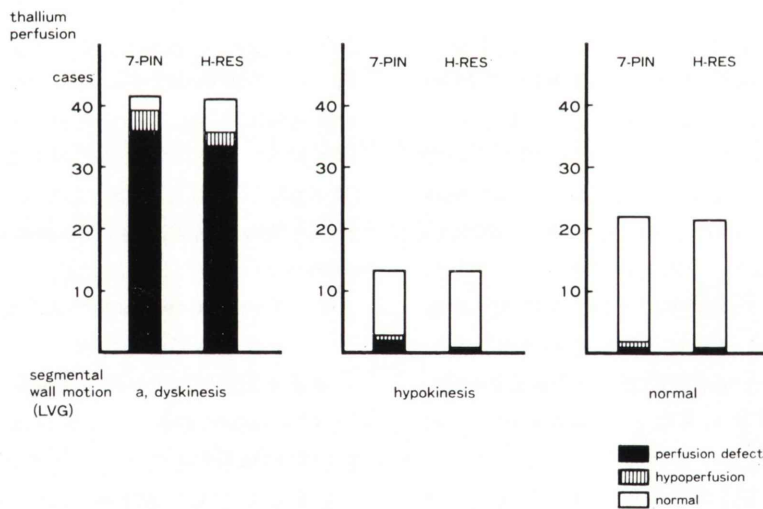


Fig. 11 LV wall motion (LVG) and thallium perfusion by conventional and tomographic method.

ける perfusion defect と一致することが多い。

そこで、虚血性心疾患 152 症例の中で、左室造影を施行している 77 症例にて、梗塞拡がり診断

と 7-pinhole collimator による心筋シンチグラフィを比較した。

左室造影における収縮様式を akinesis (dyskin-



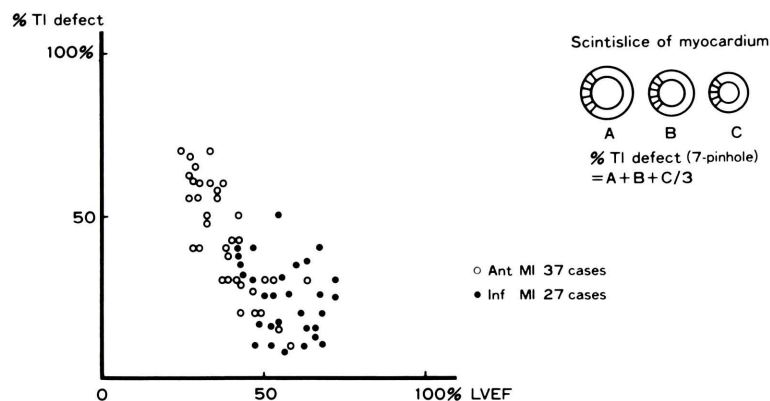


Fig. 12 Correlation between infarct size and LV function in myocardial infarction cases.

esis), hypokinesis, normal に分け, かつ 7-pinhole collimator による心筋シンチグラフィを perfusion defect, hypoperfusion, normal に分けそれぞれを対応させた結果を Fig. 11 に示す. すなわち, 左室造影における akinesis (dyskinesis) は perfusion defect とよく一致することがわかる. とくに, 従来法では困難であった左室造影における小範囲の梗塞の検出が 7-pinhole collimator 使用により検出可能な症例もあった. 一方, 左室造影における hypokinesis の部位では perfusion defect は 7-pin-hole collimator 使用にて 15% に認め, 従来法に比し過大評価する傾向がみられた. しかも, 正常の収縮様式の場合でも perfusion defect が出現することがあり (1) の成績に合致するものであった.

### (3) 7-pinhole collimator による梗塞部位拡がり診断と左室駆出分画 (LVEF) との比較

7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィにて得られた心尖部から心基部に到る 10~12 スライスの断層面にて最も明瞭に perfusion defect を示す断層面を中心として前後にわたる 3 断層面を選び, 心筋全周囲と欠損部位の比 (TI defect area), と心 RI アンジオグラフィにおける LVEF を 64 症例 (前壁 37, 下壁 27 症例) にて比較検討した (Fig. 12).

前壁梗塞症例では, 0.75, 下壁梗塞症例では 0.54 と良好な相関を, とくに前壁梗塞群にて高度に認めた. また, 梗塞の拡がりの増加とともに LVEF

は低下傾向を示した.

## V. 考 察

Kirch らによる 7-pinhole collimator が心筋シンチグラフィにおいて, 断層法として従来法に比し, とくに梗塞診断における診断精度の向上をもたらすものとして導入されてきた<sup>4,5,7)</sup>.

しかし, 7-pinhole collimator は, 元来 single photon CT とは異なり同一のシンチカメラの視野内に 7 方向からの像を同時に結像させてその結果を画像加工し近似的な縦断層像を 10~12 スライスにわたり再構成するものである. 7-pinhole collimator による深さ, 水平方向の解像力は 1 mm×60mm の <sup>201</sup>Tl 線々源をピンホール面より平行に 9.6 cm のところにおいてデータを収集し 8~21 cm までの 12 枚の断層像を作成, 深さ方向に対する線拡がり関数 (LSF) を作成し半値幅を求めると Fig. 13 のように, 深さ方向の分解能はコリメータから離れるにつれ劣化する. また, 水平方向の解像力は同様に求めたところ焦点面 (10.9 cm) で 4.1 mm コリメータ面より 16 cm のところで 6 mm であり深さ方向に比しその分解能の低下は著明であった<sup>8)</sup>. このように本コリメータが tomographic power の低下をもたらすことは否定できない.

そこで, 心筋梗塞診断における本コリメータの有用性と限界について, 心筋ファントム実験およ

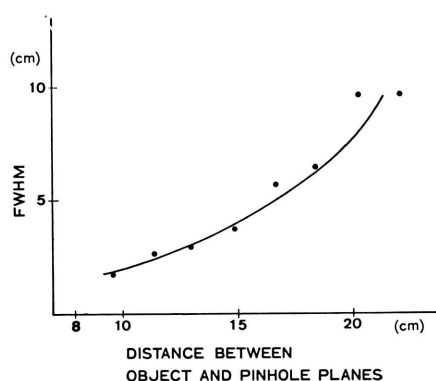


Fig. 13 Spatial resolution (FWHM) and distances from 7-pin-hole collimator.

び従来法と比較検討することにより検討した。

ファントム実験は Williams ら<sup>6)</sup>と同様に Fig. 1 のように心筋ファントムを作成し、しかも種々の梗塞を想定した基礎実験を行ったわけである。この際、深さ方向の分解能、断層幅の増加に留意して、A. 心尖部に近いもの、B. 心尖部から離れたもの、C. 大きな梗塞の3種類の場合を想定した。かつ、高分解能コリメータと 7-pin-hole collimator において、正常心筋 (normal wall) と欠損部位 (defect) を D/N 比とし、横断曲線表示から算出した。7-pin-hole collimator では再構成画像において各断層面におけるこの値を算出し、スライス数と対応させてプロットしてみると、従来法に比し、ファントム A, B, C いずれの場合でも断層シンチグラフィという点から D/N 比は小さいが、再構成の際に欠損部位以外に、他の断面像が干渉することが示され、これが欠損部位を過大評価することになり、基礎的検討からも sensitivity の向上と specificity の低下という著者らの臨床成績の一端を窺い知ることができる。

しかも、大きい梗塞を仮定したファントム C では両者のコリメータに差異はないが、心尖部から離れた欠損部位を想定したファントム B では、A に比し D/N 比が低くなく、かつ他断面像との重なりや分解能の低下のために正確に欠損部を反映しない。

このため LAO に比し RAO からのアプローチ

は、心臓長軸面ということで重要とは考えられるが、読影に際し慎重さを必要とする<sup>7)</sup>。著者らの経験では LAO からのアプローチで充分であろう。実際、著者らも RAO, ANT, LAO 各方向からのアプローチを 30 症例に試みたが現在 LAO からのみのアプローチで、しかも、tilting など Angled view を考慮した撮像は行なっていない。これは、心臓の長軸方向からアプローチするのが理想的であるが心エコー図のように体外からその設定を正確に行うことが困難であり、得られた画像にて読影の際かえって混乱をもたらすことがあるためである。

次に、このような基礎的検討に留意して虚血性心疾患 154 症例にて臨床的評価を行った。この際、欠損像の読影に関しては、3 人の専門医の総合判定により perfusion defect, hypoperfusion, normal に分類して行った。かつ、患者の病歴、心電図などの他検査の成績を考慮せずに行い、また比較的小さな梗塞を多く含んでいたため従来法による判定が多少 sensitivity の低い傾向を示した。これらの成績は永井ら<sup>10)</sup>のタリウム心筋シンチにおける客観的解析の評価からも窺い知ることができる。

前壁、下壁梗塞群に大別し、しかも部位別に分けて検討したところ、7-pin-hole-collimator は小さな前壁、下壁梗塞および腹部臓器との重なりのある症例にて有用なことが示唆された。とくに下壁梗塞においてその sensitivity の向上が認められた。しかし大きな梗塞では両者のコリメータによる差異はそれほど大きくないことが示された。このことは、前述した心筋ファントム実験における成績ともよく合致するものである。

心内膜下梗塞の診断に関しては、臨床所見心電図、酵素 (CPK) の成績により判定したものであり確証はないが、著者らの成績では心内膜下梗塞を想定した心筋ファントム実験では検出可能であったが臨床例では必ずしもその検出は容易ではなかった。米倉ら<sup>7)</sup>は心ブールスキャンによる心拍同期断層法と併用すればより検出能は優れていることを報告している。しかし、本法のみで心内膜下梗塞の診断はなお未解決な問題であろう。



7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィは、従来法に比し specificity が低く、これも心筋ファントム実験に合致するものである。また、虚血性心疾患のみならず正常例でも前壁中隔にて、とくに前壁に近い部位にて RI activity の低下を認めることがあることに注意する必要がある。

また、これらの視覚的判定に加え、circumferential analysis 法<sup>11)</sup>を用いれば、心筋全周囲にわたる RI activity の変化をみることができ梗塞部位、拡がりを中心全周囲の中で捉えられることができる。Fig. 14 は前壁および後壁症例における circumferential analysis 法を示したものであるが、perfusion defect の存在がより明瞭になる。

ところで、臨床検査として診断に役立つために

はその検査法として sensitivity, specificity が高いことが望まれるわけであるが、今回の検討では、全体として sensitivity の向上, specificity の低下するという成績であった。しかも、大きな梗塞ではその sensitivity に著明な差異がなかった。Ritchie<sup>12)</sup>は、同様に 7-pinhole collimator の使用により従来法に比し、診断精度という点で決して凌駕するものでないということを報告している。したがって、従来法が本コリメータに代替される可能性はなく、むしろ相補って用いるときに威力を発揮すると考えられる。また efficacy という点からいえばシンチカメラに簡単に装着でき、小さな梗塞、とくに下後壁梗塞の診断に求められることになる。

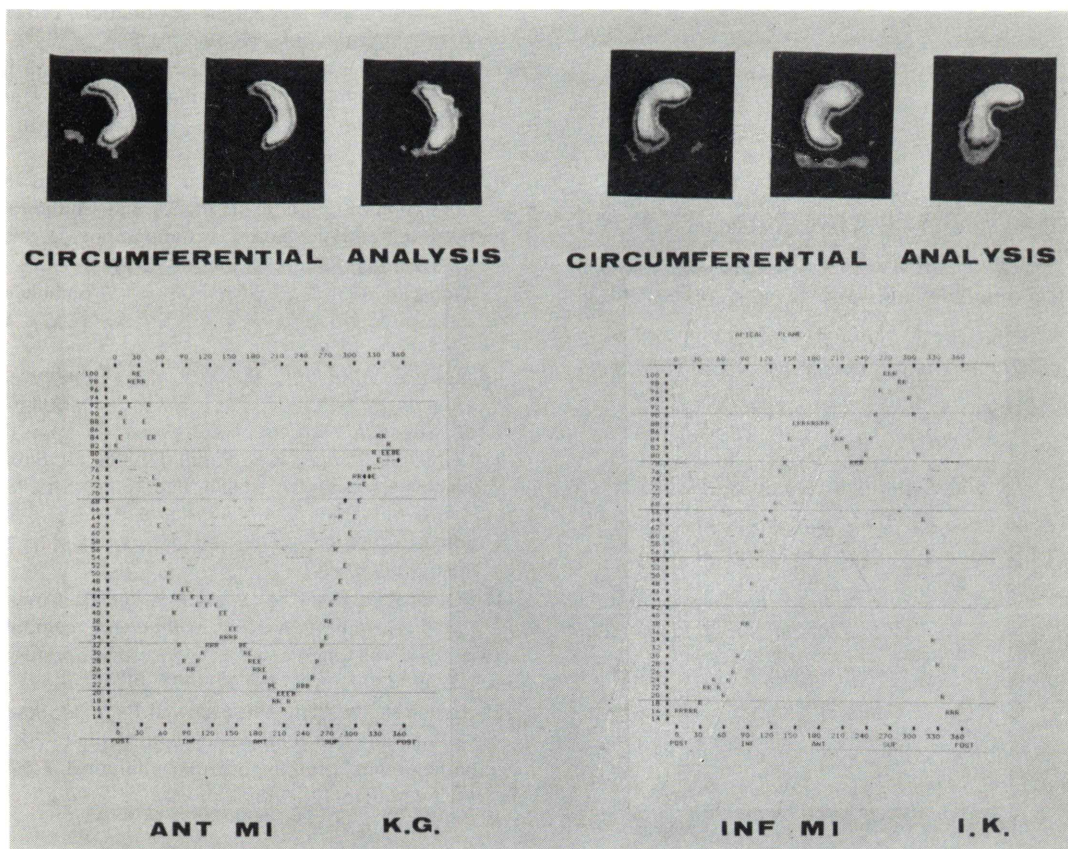


Fig. 14 Circumferential analysis by 7-pinhole collimator in the case of anterior (a), inferior (b) infarction.



## VI. 結 論

(1) 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィを導入, 心筋ファントム実験および臨床的検討を行った。

(2) 心筋ファントム実験は in vivo simulation による手法を用い, 各断層面にて D/N 比を求めたところ, 心尖部から遠ざかるにつれ分解能の低下および他の断層面の重なりのため本コリメータの tomographic power の低下が梗塞診断に影響を与えることを示した。

(3) 虚血性心疾患 152 症例を対象として本コリメータによる心筋断層シンチグラフィを施行, 従来法と比較した結果, 前壁梗塞, 下壁梗塞にて, 梗塞診断における sensitivity (H-RES, 7-PIN) はそれぞれ (88%, 96%), (66%, 91%) と 7-pinhole collimator の方が優れていた。とくに小さな梗塞では健常心筋や腹部臓器との重なりを避けることができるため適している。しかし, 大きな梗塞では両者にて著明な差異はなかった。一方, 心内膜下梗塞では, その検出が困難であった。また, specificity に関しては (63%, 50%) と 7-pinhole collimator の使用にて低下を示した。

(4) 7-pinhole collimator による梗塞部位の描画は左室造影における a (dys) kinesis の部位とよく一致した。また, 心筋断層シンチグラムから求めた梗塞の大きさは, 心 RI アンジオグラフィから求めた LVEF とよい相関を示した。

(5) 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィは, 単にシンチカメラに装着するのみで断層像が得られる利点があるが, 本コリメータの特性に基づく他の断層面との重なり, 分解能の低下などのため, 臨床評価に際しては, その有用性とともに関界についても熟知するべきである。

(6) したがって, 従来の心筋シンチグラフィとともに相補って使用すれば梗塞部位診断の診断精度の向上が期待される。しかし, 本コリメータのみでは従来法を凌駕するものではない。

本論文の作成に際し, 御協力いただいた心臓内科, 外科の諸先生に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 西村恒彦, 植原敏勇, 香川雅昭, 他: スラントコリメータの心臓核医学への応用. 映像情報 12: 602-607, 1980
- 2) 植原敏勇, 西村恒彦, 林田孝平, 他: 各種心臓用コリメータの心臓イメージングにおける臨床的評価. 第3回心臓イメージング研究会論文集, p. 7-8, 1980年12月(京都)
- 3) 植原敏勇, 西村恒彦, 林田孝平, 他: スラントコリメータを併用した心筋シンチ長軸像(第1斜位像)による心筋虚血の評価——心エコー図, 左室造影, 冠動脈造影との対比および諸検査の特性, 信頼性に関する考察——第22回臨床心音図研究会講演(印刷中)
- 4) Vogel RA, Kirch Det al; A new method of multi-planar emission tomography using a seven pinhole collimator and an Anger scintillation camera. J Nucl Med 19: 773-782, 1978
- 5) Vogel RA, Kirch D et al; Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy; results of standard and multi-pinhole tomographic techniques. Am J Cardiol 43: 787-793, 1979
- 6) Williams DW, Ritchie JL, Harp GD, et al; In vivo simulation of thallium-201 myocardial scintigraphy by seven-pinhole emission tomography. J Nucl Med 21: 821-828, 1980
- 7) 米倉義晴, 向井孝夫, 山本和高, 他: 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラム. 核医学 17: 1267-1278, 1980
- 8) 西村恒彦, 山田幸典, 植原敏勇, 他: 7-pinhole collimator による心筋断層シンチグラフィ. 映像情報 13: 169-176, 1981
- 9) Lefree MI, Vogel RA, Kirch DL, et al; Seven-pinhole tomography. J Nucl Med 22: 48-54, 1981
- 10) 永井輝夫: 放射性タリウム心筋梗塞イメージの客観的解析(第20回核医学会会長講演). 核医学 17: 1060-1063, 1980
- 11) Burow RD, Pond M, Schafer W, et al; Circumferential profiles: A new method for computer analysis of thallium-201 myocardial perfusion images. J Nucl Med 20: 771-777, 1979
- 12) Ritchie JL, Williams PL, Caldwell JH, et al; Seven-pinhole emission tomography with thallium-201 in patients with prior myocardial infarction. J Nucl Med 22: 107-112, 1981

## Summary

### Value and Limitation of Seven-pinhole Emission Tomography with Thallium-201 in Patients with Prior Myocardial Infarction

Tsunehiko NISHIMURA, Yukinori YAMADA, Toshiisa UEHARA, Kohei HAYASHIDA, Masaaki KAGAWA, Shinzo ITO, Makoto HAYASHI and Takahiro KOZUKA

*Department of Radiology and Nuclear Medicine, National Cardiovascular Center*

Seven-pinhole emission tomography with thallium-201 has been studied in the patients with myocardial infarction and was compared with planar imaging. In this study, the sensitivity and specificity of the two approaches for the detection of prior myocardial infarction were compared.

In 69 cases of anterior infarction, the sensitivity of tomographic and planar imaging was 88, 96%, while in 47 cases of inferior infarction, 61, 91% respectively. However, the specificity of tomographic and planar imaging was 50, 63%. And sub-endocardial infarction could not be detected by tomographic method.

By basic and clinical studies, the seven-pinhole technique produced reconstructed images that offered a tomographic presentation of the object

but did not quantitatively represent true cross sections of the object's activity distribution. The defect's activity concentration is not accurately reconstructed and it propagates longitudinally into some reconstructed planes that do not contain it because of the lack of tomographic power.

In conclusion, the seven-pinhole tomographic approach has value and limitation in the detection of prior myocardial infarction, and seven-pinhole tomographic approach would be performed in addition to the conventional method.

**Key words:** myocardial perfusion imaging, seven-pinhole emission tomography, myocardial infarction, sensitivity/specificity, in vivo simulation of heart phantom