

《原 著》

シンチグラムによる非観血的筋肉局所灌流異常の診断

成田 充啓* 宇佐美暢久* 栗原 正* 瓦谷 仁志*
 本田 稔** 小川 正** 金尾 啓祐**

緒 言

近年における核医学的手技の発展は、虚血性心疾患の評価や研究における種々のアプローチを可能としつつある。とりわけ K 同族体である ^{201}Tl , ^{81}Rb の導入は、これらの RI が、静注後、速やかに、その局所灌流状態に応じて、機能筋肉内に分布する^{1)~3)} ことにより、単に心硬塞壊死部を明示するのみでなく、一過性に生じた筋肉虚血の診断をも可能とすることが示唆されてきた^{4)~6)}。

われわれは、 ^{201}Tl , ^{81}Rb を用いて、非観血的に筋肉の局所灌流異常の診断を行なうことを目的とし、次のごとき研究を行なった。

1) 筋肉ファントムを作成し、シンチグラム上に表現しうる筋肉壊死部の大きさの実験的検討。

2) 健常例、虚血性心疾患を対象とした、安静時および運動負荷時における筋肉シンチグラム。このシンチグラムと心電図所見、一部の症例では冠動脈造影所見と対比すること。

3) 心筋硬塞群では、 $^{99\text{m}}\text{Tc-HSA}$ (人血清アルブミン) による RI 心血管造影から、左室駆出率、左室不共同収縮 (asynergy) を求め、これらと筋肉シンチグラムでみた低灌流領域の広がりとの相関

をみる。

以上の3項目である。

方法および対象

Pho/Gamma HP 型シンチカメラと心電図を、オンラインでミニコンピューター (Scintipac 230) に接続し分析を行なった。

1) 筋肉ファントムにおける研究

筋肉ファントムは Fig. 1 に示すごとく、半径 3.7cm と半径 2.6cm の2つのガラスビーカーを同心円状に配し、この両者の間を筋肉とみなし、 $150\ \mu\text{Ci}$ の Tl を含む水を入れ、小ビーカー内を心腔とし、水を入れた。この筋肉ファントムを $33\ \text{cm} \times 13\ \text{cm} \times 10\ \text{cm}$ のプラスチック容器内に入れ、筋肉ファントム周囲に $200\ \mu\text{Ci}$ の Tl を含む $1700\ \text{ml}$ 水を配し、肺組織とし、さらにこのプラスチック容器の周囲を厚さ 2cm のフィルムで包み、このフィルムを軟部組織とみなした。厚さ 1cm で種

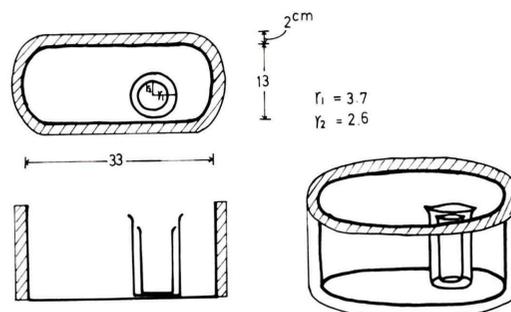


Fig. 1 Diagram of our myocardial phantom

* 住友病院 内科

** 住友病院アイソトープ室

受付: 52年5月4日

最終稿受付: 52年6月22日

別刷請求先: 大阪市北区中之島5丁目15番地 (〒530)

住友病院内科 成田 充啓

種の直径 (1.5~4.5 cm, 0.5 cm 間隔) を有する円柱形のワックスを作成し, これを2つのピーカーの間に挿入し, 貫壁性の心筋壊死部とした. ワックスの位置をコリメーター (15000 pararell hole, high resolution) に対し, 前面, 斜位 (45°), 側面, 後面とし, シンチグラムをえた (ポラロイドには 200,000 カウント集積, コンピューターには 300 秒記録).

2) 心筋シンチグラム

コリメーターは, ^{201}Tl では 15000 pararell hole high resolution collimator を, ^{81}Rb では pinhole collimator と, 高エネルギー γ 線の散乱を除去するための 5 cm の厚みを有する鉛遮蔽板^{5),7)} を使用した. Tl 使用時は臥位とし, 80 KeV の photon peak を利用し, ポラロイド上に 300,000 カウント, コンピューター上に 300~400 秒記録した. Rb 使用時は坐位で 511 KeV の photon peak を利用し, ポラロイド上に 100,000~200,000 カウント, コンピューター上 200~300 秒記録した. 少なくとも正面, 左前斜位 (45°), 左側面の 3 方向でイメージをえた⁷⁾.

^{201}Tl ($^{201}\text{TlCl}$) は 2~3 mCi, ^{81}Rb ($^{81}\text{RbCl}$) は 4 mCi (いずれも日本メジフィジックス社製) を静注した.

i) 運動負荷心筋シンチグラム

運動負荷は, モナルク社製自転車エルゴメータを用い, 3分間に 150 kpm/分の漸増負荷法を行な

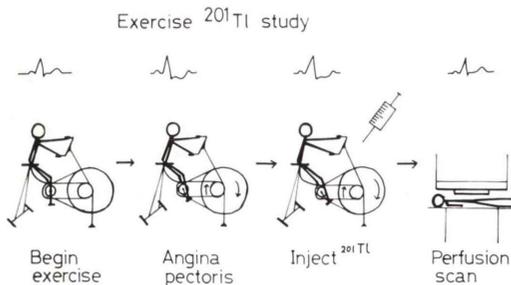


Fig. 2 Protocol for myocardial imaging during exercise. Note the injection of Tl-201 exercise induced ST-depression (or angina) and the subsequent imaging during patient recovery. Diagrammatic representations of typical Ecg changes are shown above.

い, 胸部双極誘導 CM_5 でモニターを行なった. 心電図上 STj 2 mm 以上の低下出現時, 狭心症様の胸痛出現時, または maximal predicted heart rate の 85% である Scandinavian Myrtle Beach Committee の target heart rate に至った際, Tl あるいは Rb を静注し, さらに同レベルの運動を 1 分間継続せしめた後, 心筋イメージをえた (Fig. 2). 負荷後心筋シンチグラムは, 短時間で多方向イメージをえるため, 心電図同期心筋イメージングは行なわなかった.

負荷心電図は, 負荷中胸部双極誘導, 負荷直後標準12誘導心電図での ST 低下の程度より Table 1 に示すごとく, positive, equivocal, negative の 3 群に分類した.

安静時心筋シンチグラムと, 負荷心筋シンチグラムの間隔は 1 週間である.

ii) %低灌流の計測 (心硬塞群)

心筋硬塞群では, 3 方向 (正面, 左前斜位, 左側面) でえた心筋イメージのおのおので, 心筋全面積に対する cold area の比をプランメーターにて計測し, 3 方向の計測値のうち, 大なる 2 つの平均値をもって %低灌流とした. この計測にあたっては, ポラロイド像と, コンピューターを用い, ランダムマップ表示した心筋像に, 種々の cut level をつけ表現したものの両者を使用した.

また cold area の広がりの大なる例では, 直後に $^{99\text{m}}\text{Tc-HSA}$ による心プールのスキャンを行ない, 欠損の範囲を明瞭とした (Fig. 3).

さらに一部の症例では, 心電図同期で心筋スキヤニングを行ない, 拡張終期, 収縮終期像 (各 50~60 msec ずつを) 1300~1500 心拍集積し描記

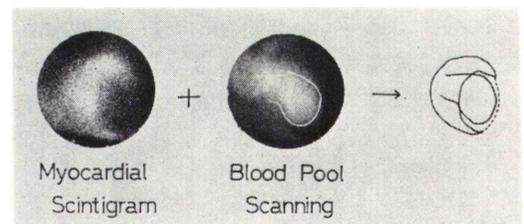


Fig. 3 The combination use of myocardial scintigram and cardiac blood pool scanning defined the extent of the cold area.

した。

3) RI 心血管造影

RI 心血管造影は $^{99m}\text{Tc-HSA}$ (10~15 mCi) の bolus injection を行ない、心電図データとともにデータを採取した。心電図同期RI心血管造影⁸⁾を、心筋硬塞群の一部に施行した。左室駆出率をカウント法⁹⁾にて求め、さらに左室 asynergy の診断⁸⁾もおこなった。

% asynergy は、右前斜位 (30°) で、 $^{99m}\text{Tc-HSA}$ 左室第 1 回通過時のデータを用いて求めた拡張終

期、収縮終期像より、大動脈弁口部を除く、拡張終期左室周囲長に対する、局所性無収縮 (akinesis) または局所性収縮期膨隆 (dyskinesis) 部位の占める長さの比として表現⁹⁾した (Fig. 4)。

RI 心血管造影と心筋シンチグラムの間隔は 1

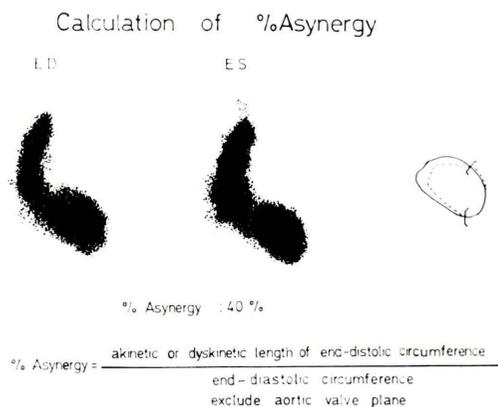


Fig. 4 Calculation of %-asynergy
%-asynergy was expressed as ratio between akineti c or dyskinesi c length of end-diastoli c circumference and total end-diastoli c circumference exclude aorti c valve plane.

Table 1 Judging criteria of exercise stress Ecg.

- | | | |
|-----------------------|--|---|
| 1) Positive | both during exercise and post-exercise | ST depression J-type $\geq 2\text{mm}$ & QX/QT $\geq 50\%$
H or S-Type $\geq 1\text{mm}$ |
| 2) Equivocal (a or b) | a) during exercise | ST depression J-type $\geq 2\text{mm}$ & QX/QT $\geq 50\%$
H or S-type $\geq 1\text{mm}$ |
| | b) post-exercise | ST depression H or S-type $0.5 \leq < 1.0\text{mm}$ |
| 3) Negative | | |

Table 2 Resting myocardial scintigrams, Ecg findings and sites of asynergy in 20 myocardial infarctions

Patient	Age	Sex	abnormal Q	Scintigraphic defect	Site of asynergy
KT	70	M	V1-V4	apex, ant.	apex-ant.
NS	70	M	V1-V4	IVS, apex	not examined
NK	80	M	V2-V6, aVL	apex, ant. lat.	apex-ant.
NT	70	M	V1-V3	apex, ant.	apex
KM	68	M	V2-V5	apex, ant.	apex-ant.
SK	55	M	V1-V4	IVS, apex, ant.	apex-ant.
KK	68	F	V1-V4	IVS, apex, ant., lat.	apex-antero-lat.
NY	72	M	V1-V5	IVS, apex, ant., lat.	apex-antero-lat.
NNa	68	M	V1-V4	IVS, apex, ant.	not examined
YK	56	F	V1-V4	aex, ant.	apex
MN	76	M	II, III, aVF	apex, inf.	inf.
TS	69	M	II, III, aVF	inf.	inf.
KS	48	M	II, III, aVF	apex, inf.	not examined
IM	46	F	V1-V6 II, III, aVF	ant., lat., inf.	ant., lat., inf.
KH	35	M	V1-V5	IVS, apex, ant.	apex, ant.
IK	66	M	V1-V4	IVS, apex	apex
NN	60	M	V1-V4	IVS, apex, ant.	not examined
FU	52	M	II, III, aVF	apex, inf.	not examined
MK	67	M	(II, III, aVF)	inf., post.	inf., posterolateral
HO	59	M	(V3-V5)	apex, ant.	apex, ant.

Table 3 Stress scintigram and stress Ecg in 29 patients
 abbreviations: EA effort angina
 MI myocardial infarction

Patient	Age	Sex	Exercise		Ecg (ST ↓)		Ex. scintigram developed defect	Clinical Dx.
			Du.	Ex.	Pre Ex.	Post Ex.		
1) ST	66	M	H	1.5		V5, 6	apex, ant.	EA
2) ST	65	M	H	1.5			postero-lat.	EA
3) SK	55	M	H	2.5		II, III, aVF V5, 6	inf. ant.	MI+EA
4) AM	59	M	H	1.0		V5, 6	ant., lat.	EA
5) MM	74	M	H	2.0		II, III, aVF V5, 6	inf. ant.	EA
6) KY	50	M	J	2.0		V5	(-)	EA
7) TY	51	M	H	2.0		V5 (II, III, aVF)	ant. inf.	EA
1) IY	44	F	H	2.0		(-)	ant.	angina?
2) MY	52	M	H	1.0		(II, III, aVF)	inf.	EA
3) MJ	50	M	J	2.0		(-)	(-)	angina?
4) KH	44	M	J	2.0		(-)	(-)	angina?
5) IK	66	M	H	1.0		(-)	ant.	MI+EA
6) NN	59	M		(-)		(V5)	ant.	EA
7) IS	49	M		(-)		(V5, II, aVF)	ant. inf.	IHD s pain
1) YK	56	F		(-)		(-)	ant.	MI+EA
2) MH	45	F		(-)		(-)	ant.	angina?
3)-15)				(-)		(-)	(-)	

週間であり、急性期より2カ月以上を経過した陳旧硬塞例で、かつ臨床状態の安定した例にのみ限って、RI心血管造影をも施行した。

4) 対象 (Table 2, Table 3)

健常5例(28~45歳, 男4例, 女1例), 心筋硬塞20例: 陳旧性硬塞19例と急性心硬塞1例(NN例)(35~80歳, 男17例, 女3例), 労作性狭心症12例(52~74歳, 男11, 女1), 安静時狭心症2例(52, 53歳, 男2), 無痛性虚血性心疾患3例(49~54歳, 男3). 狭心症の疑い6例(45~52歳, 男2, 女4)である。

陳旧性硬塞例は、全例急性期に胸痛、酵素の上昇、心電図でのST上昇を来した例で、検査時17例では異常Q波をみたが、2例(MK, HO例)(Table 2)では心電図上異常をみなかった。またMK例では、冠動脈造影にて右冠状動脈の近位部と左冠状動脈回旋枝の末梢部に、HO例では左冠状動脈前下行枝の中央部に100%の閉塞を来していた。労作性狭心症は、特徴的な胸痛、ニトログリセリンの著効、発作中の心電図、以前なされた

運動負荷心電図より診断された群で、4例(Table 3, SK, MM, TY, IK, NN例)で冠動脈造影が行なわれ、全例で冠動脈の1枝(IK, NN例)または2枝(MM, TY例)に75%以上の狭窄をみた。この他安静時狭心症の2例、健常の1例でも冠動脈造影を施行しており、3例とも冠動脈造影上異常をみなかった。

安静時および運動負荷シンチグラムの両者を施行したのはTable 3に示すごとく29例である。

結 果

1) 心筋ファントムによる研究 (Fig. 5)

欠損が存在しない対照群では、心筋が接線方向に表現される部分のTIカウント数は、肺部バックグラウンドの2.3倍、心腔部が表現される部位のTIカウント数は、心筋接線方向部の80~85%で、健常例での安静時心筋シンチグラムと同様なTIカウント数の分布を示した。

心筋壊死部(ワックス)が、コリメーターに対し、前面に存在する際、ワックスの直径2.0cmに

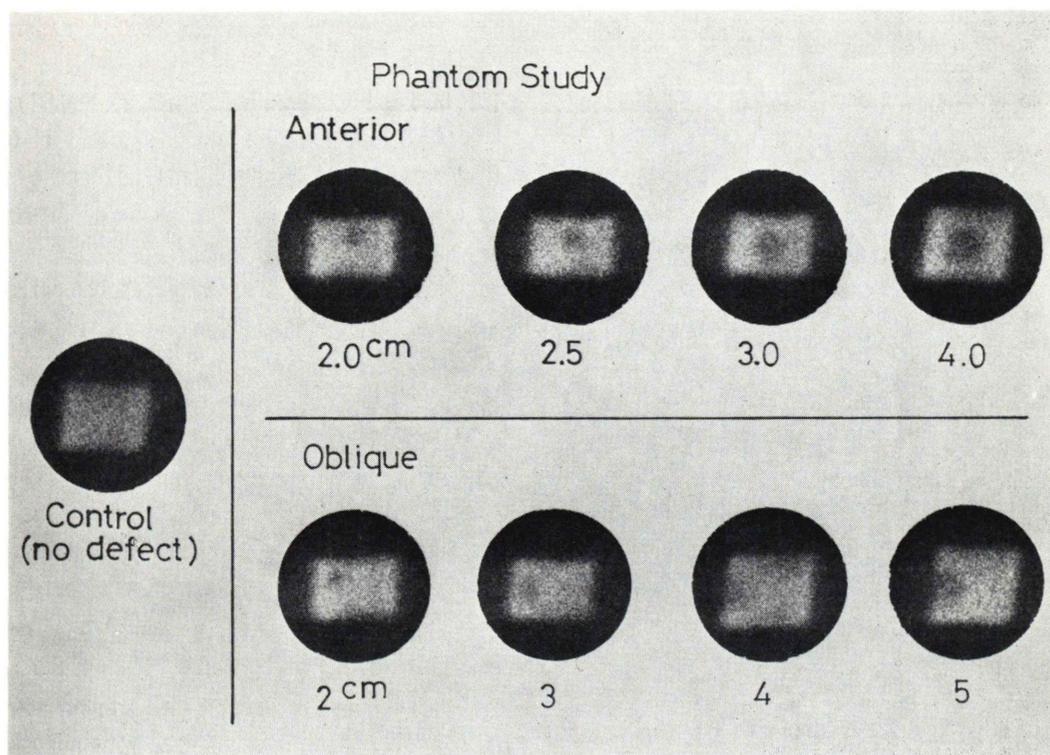


Fig. 5 The results of phantom study

て、明らかにcold areaとしてシンチグラム上に描出された。しかしこの欠損の大きさが正確にシンチグラム上に反映されるには2.5 cm以上の直径を必要とした。側面、斜位では、欠損の直径2.5 cmで、cold areaが出現したが、欠損の大きさが正確に反映されるには、おのおの3.0, 3.5 cmの直径を必要とした。欠損がコリメーターに対し後面に存在する際は、直径を4.5 cmとしても、明瞭なcold areaとしては描出されなかったが、直径4 cm以上では、コンピュータを用いたのカウント表示で、同部位のTIカウント数が対照に比し異常に低下しているのが認められた。

2) 心筋シンチグラム

i) 心筋硬塞群安静時心筋シンチグラム (Table 2)

心筋硬塞20例全例で、心筋シンチグラム上明瞭なcold areaを描出した。心筋シンチグラム時、心電図上異常Q波を有していた18例(急性硬塞

NN例を含む)では、このcold areaの部位と、心電図異常Q波の部位の一致をみた。シンチグラム時正常心電図を示した2例(MK例, HO例)でのcold areaの広がり、急性期STの上昇をみた部位(MK例ではII, III, aVF, HO例ではV₃-V₅)と一致していた。さらにこのcold areaの部位は冠動脈造影所見(MK例は右冠状動脈近位部および回旋枝の末梢部, HO例では左前下行枝の完全閉塞)とも一致していた。

陳旧性心筋硬塞例15例でRI心血管造影を施行し、asynergyの存在部位と心筋シンチグラムでの欠損部位の一致をみた。

Fig. 6は、陳旧性前壁硬塞例での心筋シンチグラムとRI心血管造影を示したものである。

ii) 硬塞群での%低灌流, 左室駆出率, %asynergyの関係 (Table 4, Fig. 7)

%低灌流, 左室駆出率は陳旧性硬塞例14例で計測した。うち2例(NT例, YK)例では、局所性

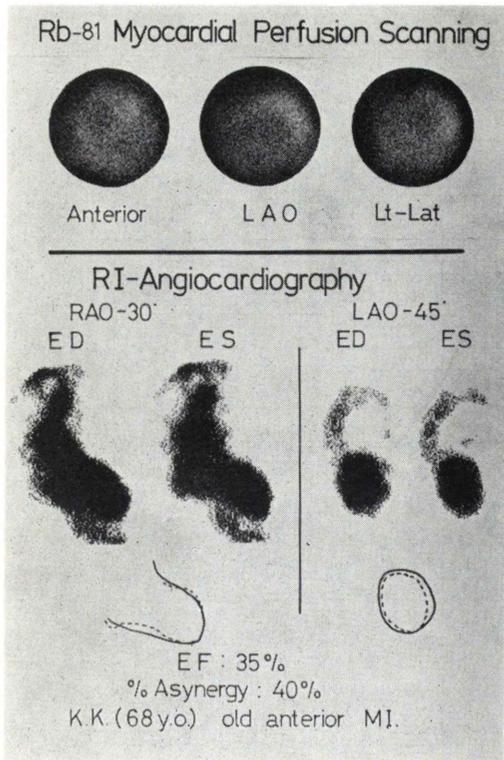


Fig. 6 A case of old anterior myocardial infarction (old) (resting scintigram)

低収縮 (hypokinesis) を呈するのみであったため、% asynergy は 12 例で計測した。

%低灌流と左室駆出率の間には、 $r = -0.87$ ($p < 0.001$)、%低灌流と % asynergy の間には $r = 0.85$ ($p < 0.001$) の高度の相関が存在した。ちなみにこの 12 例での左室駆出率と % asynergy の間には $r = -0.90$ ($p < 0.001$) の相関が存在した。

%低灌流が 20% 以下の 2 例 (NT, YK 例) では、asynergy の程度も軽く (hypokinesis)、左室駆出率も 50% 以上を示した。

心電図所見と%低灌流の関係をみると、前壁+下壁硬塞では%低灌流が大であり、前壁硬塞では、異常 Q 波の数がますにつれ、%低灌流が大となる傾向にあった。

iii) 運動負荷心筋シンチグラム (Table 3)

運動負荷群 29 例を負荷心電図より 3 群に大別したが、内訳は positive 7 例, equivocal 7 例, negative 15 例であった。負荷シンチグラムにより、安静時存在しなかった低灌流部の出現をみた負荷シンチ陽性群は、positive 7 例中 6 例, equivocal 7 例中 5 例, negative の内 2 例の計 13 例であった。健常例の 5 例, 安静時狭心症の 2 例 (冠動脈造影

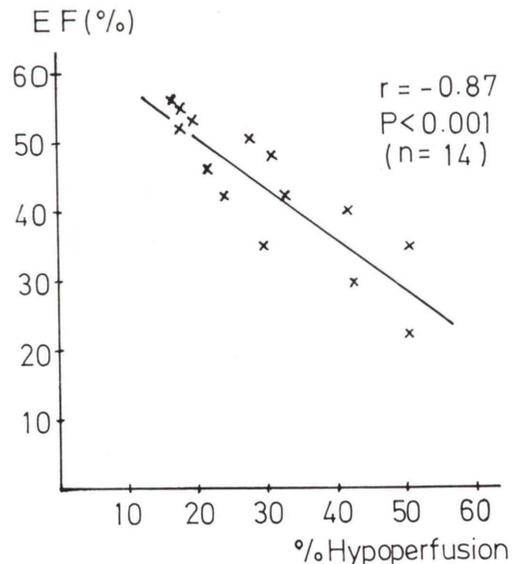
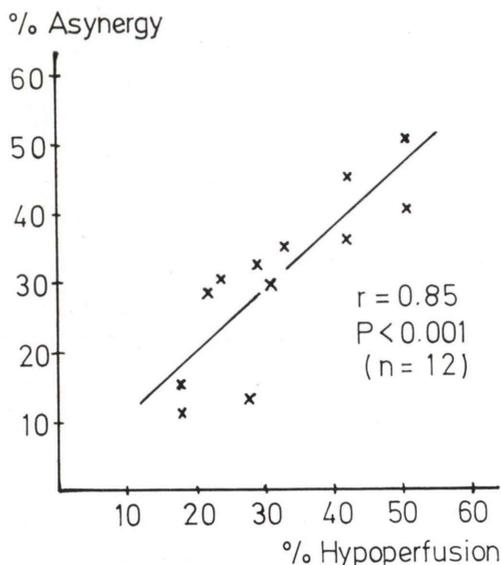
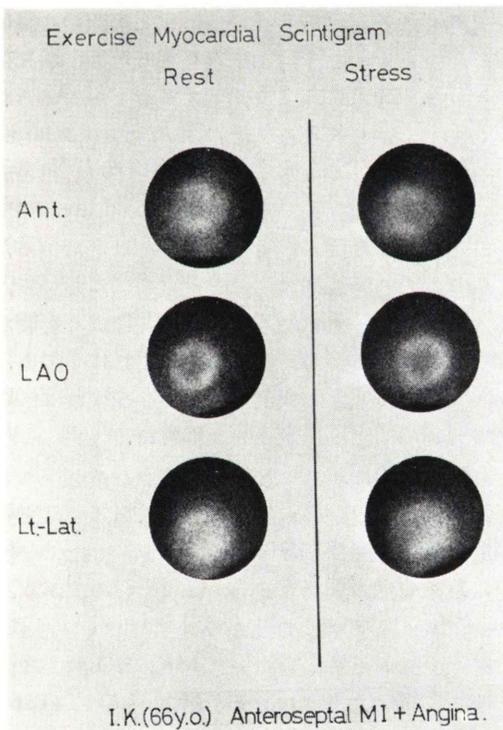
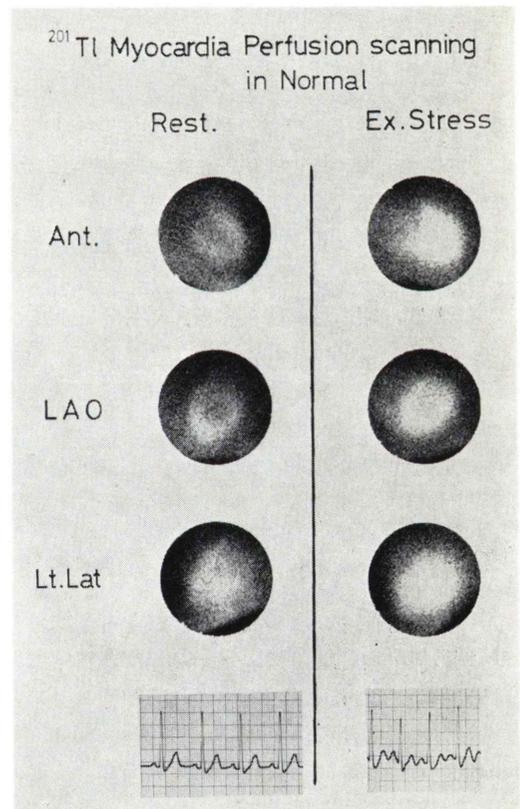


Fig. 7 Comparison of %-hypoperfusion and EF, %-asynergy in old myocardial infarctions

Table 4 %-hypoperfusion, EF and %-asynergy in 14 old myocardial infarctions

Patient	Age	Sex	abnormal Q in Ecg	%-hypo- perfusion	EF (%)	%-asynergy
1) KT	70	M	V1-V4	18	55	15
2) NK	80	M	V1-V4	42	40	36
3) NT	70	M	II, III, aVF V1-V3	20	53	
4) SK	55	M	V1-V4	29	35	32
5) KK	68	F	V1-V4, aVL	51	35	35
6) HO	59	M	(V3-V5)	31	48	29
7) NY	72	M	V1-V5	43	30	45
8) YK	56	F	V1-V4	17	56	
9) MN	76	M	III, III, aVF	22	46	28
10) MK	67	M	(II, III, aVF)	24	42	30
11) TS	69	M	II, III, aVF	28	50	13
12) IM	46	F	V1-V6 II, III, aVF	51	22	50
13) IK	66	M	V1-V4	33	52	42
14) KH	35	M	V1-V5	33	42	35

**Fig. 8** Resting and stress myocardial scintigrams in a case of effort angina and old myocardial infarction. Stress scintigram showed exercise induced peri-infarctional ischemia. (stress Ecg: equivocal)**Fig. 9** Resting and stress myocardial scintigrams in normal

にて異常をみない)は、負荷心電図 negative, 負荷シンチ陰性であった。

Fig. 8 は健常例での安静時および負荷シンチグラムを示したものである。安静時、負荷時とも心筋イメージは本質的に変りなく、心筋は馬蹄形または O 型に描出され、RI は心腔部、心尖部を除いてほぼ均一に分布している。負荷時は安静時より、心筋への RI の取り込みが良好となり、均一度がまし、肺、肝のバックグラウンドが減じている。

負荷シンチ陽性13例の疾患別の内訳は、労作性狭心症10例、狭心症の疑い2例、無痛性虚血性心疾患1例であった。

労作性狭心症12例の診断率を負荷心筋シンチと負荷心電図と比較すると、負荷シンチ陽性は10/12 (83%)、負荷心電図 positive は7/12 (58%) と、負荷心筋シンチがすぐれていた。また、負荷シンチ、負荷心電図のいずれか一方が陽性とする、11/12 (92%) に診断が可能であった。冠動脈造影を行なった労作性狭心症4例で、計6主冠動脈に有意(75%以上)の狭窄があり、負荷心筋シンチの冠動脈造影所見との一致率は6/6、負荷心電図は一致率が3/6であった。

Fig. 9 は、陳旧性前壁硬塞兼労作性狭心症例である。負荷心電図は equivocal であったが、負荷心筋シンチでは、負荷により硬塞周辺に広範な虚血の出現がみられた。

なお運動負荷心筋イメージングに要した時間は、1症例あたり、40分以内であった。

考 案

Tl, Rb は生物学的に K と同じ性格を有しており、細胞膜の能動輸送機能によって、正常心筋内にとり込まれる^{10), 11)}。これら RI の心筋細胞内への取り込みには、局所の灌流状態、細胞膜の Na-K dependent ATPase, 細胞内の K 含有量など、種々の因子が関与している^{11), 12)}。しかし radioactive microsphere technique によって測定した心筋局所灌流状態と、これら RI の心筋細胞内分布の比較では、これら RI の分布は、心筋局所灌流状態を

反映しているという^{1), 3), 13)}。さらにこれら RI は Cs とことなり、血中より心筋への移行がすみやかで^{1), 4)}、Tl, Rb とともに静注後1~2分以内には、その大半が機能心筋内にとり込まれる。この細胞内にとり込まれた RI の心筋から血中への再移行は、比較的ゆるやかで、1時間以内であれば、初期分布に一致したイメージを得られるという^{3), 15)}。したがって ²⁰¹Tl, ⁸¹Rb は、単に心筋硬塞で壊死した部分や、恒久的な虚血部を描出するのみでなく、運動負荷あるいは、狭心症発作中に生じた一過性の虚血をも診断する利点を有する。

心筋ファントムの研究では、壊死部がコリメーターに対し、至適位置(正面もしくは側面)にあれば、直径2ないし2.5 cm より描出可能であることを示した。この結果は、Cook ら¹⁶⁾ のファントム研究とも一致する。このことは、心筋イメージングにおいて、できるだけ多方向からのイメージングの必要性を示唆している。また実際の心臓は、ファントムと異なり、拍動を有するため、壊死部欠損検出能力はこれより低下することが考えられる。しかし、心筋硬塞例での non gated polaroid image と、心電図同期により1400~1800心拍合成により作成した拡張終期心筋像で cold area の広がりを検討した際、両者の優劣はつけがたかった。これには心筋壊死部は、ほとんどの例において、種々の程度の asynergy を伴う⁹⁾ ことによる影響が加味されていると考えられる。いずれにしても、ファントム研究と同程度の欠損が存在すれば、心筋壊死部の描出が可能と考えられた。

心筋硬塞例における安静時心筋シンチグラムでは、全例で心電図異常Q波の分布、あるいは冠動脈造影所見に一致した cold area を示した。一般的に異常Q波の広がり、cold area の広がり、asynergy の程度および広がりとは平行していたが、心電図所見が正常化していた MK, HO 例では、比較的広範な cold area, asynergy を呈し (Table 2, Table 4)、安静時でも、心筋シンチが心電図より虚血性心疾患の診断にすぐれていることを示した。

硬塞部の広がり (%低灌流) と左室駆出率および

び % asynergy の間には、おのおの $r = -0.89$, $r = 0.85$ の高度の相関が存在した。Rigo ら¹⁷⁾は、⁴³K による心筋シンチグラムで得た % 低灌流と % asynergy の間に $r = 0.74$ の、Zaret ら¹⁸⁾も ⁴³K での心筋シンチで計測した % 低灌流と % asynergy、左室拡張終期容積の間に、おのおの $r = 0.77$, $r = 0.79$ の相関ありと報告している。この成績はわれわれの示した成績より劣るようであるが、Rigo ら¹⁷⁾、Zaret ら¹⁸⁾は一定方向のみでえた心筋イメージより計測した % 低灌流と、他のパラメーターを比較しているのに対し、われわれは、3方向の各々で cold area の広がりをみ、この内大なる2つの平均値をもって % 低灌流を表現したため、より正確に % 低灌流を表わしえたと考えられた。

虚血性心疾患を対象とした運動負荷心筋シンチと負荷心電図の比較では、労作性狭心症例の診断率において、さらに冠動脈造影所見との対比で、負荷シンチが負荷心電図よりすぐれていることを示した。この結果は、冠動脈造影上 75% 以上の冠動脈狭窄を有する例を対象とした研究で、運動負荷心筋シンチの診断率が 88%、負荷心電図の診断率は 58%、両者を併用すると 94% とする Berman ら⁵⁾の報告や、Hamilton ら⁶⁾、Bailey ら¹⁹⁾の報告とも一致する。さらに Bailey ら²⁰⁾は、56人の冠動脈疾患を対象とした詳細な研究で、負荷シンチが負荷心電図より診断能力がすぐれているのは、主として安静時心電図に異常のある例（心筋硬塞等）、十分な負荷がかけえない例、冠動脈一枝疾患であり、三枝疾患では、両者の診断率が等しくなると述べている。いずれにしても冠動脈疾患診断の sensitivity において、負荷心筋シンチは負荷心電図よりすぐれているが、さらに運動によって生じた虚血がわずかな例をも診断し、sensitivity を向上せしめるには、安静時、運動時において心筋内に取り込まれた RI 量の定量的比較も必要ではないかと考えられる。

以上のごとく、安静時心筋シンチグラムと RI 心血管造影の併用、運動負荷心筋シンチグラムと負荷心電図の併用により、非観血的な虚血性心疾患の診断および心機能評価が可能と考えられる。

Maseri ら¹⁵⁾は、心筋シンチグラムを用い、異型狭心症の病態解明につとめており、また冠血流量の測定も可能と考えられ、本法の虚血性心疾患の診断、病態解明における役割は大であると考えられる。

結 論

²⁰¹Tl, ⁸¹Rb の静注による心筋シンチグラムを虚血性心疾患を対象として、安静時、運動負荷時におこない次のごとき結果をえた。

1) 心筋硬塞例では全例で硬塞部に一致した cold area をみた。この部位と左室 asynergy の部位との一致をみた。

2) 陳旧性心筋硬塞例での % 低灌流は、左室駆出率、左室 % asynergy と高度の相関を示した。

3) 運動負荷心筋シンチグラムの虚血性心疾患に対する診断率は、負荷心電図（負荷中：胸部双極誘導 CM₆、負荷直後：標準12誘導）よりすぐれていた。

4) ²⁰¹Tl を用いての心筋ファントム研究では、2.0~2.5 cm 以上の欠損を明瞭に示した。

文 献

- 1) Prokop EK, Strauss HW, Shaw J et al: Comparison of regional myocardial perfusion determined by ionic potassium-43 to that determined by microsphere. *Circulation* 50: 978-984, 1974
- 2) Nishiyama H, Sodd VJ, Adolph RJ et al: Intercomparison of myocardial imaging agents: ²⁰¹Tl, ¹²⁹Cs, ⁴³K and ⁸¹Rb. *J Nucl Med* 17: 880-889, 1976
- 3) Pohost GM, Zir LM, Moore RH et al: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. *Circulation* 55: 294-302, 1977
- 4) Strauss HW, Zaret BL, Martin ND et al: Noninvasive evaluation of regional myocardial perfusion with potassium 43. *Radiology* 108: 85-90, 1973
- 5) Berman DS, Salel AF, De Nardo GL et al: Noninvasive detection of regional myocardial ischemia using Rb-81 and scintillation camera. *Circulation* 52: 619-626, 1975
- 6) Hamilton GW, Trobaugh GB, Rithie JL et al: Detection of coronary artery disease by rest and exercise Tl-201 myocardial imaging. *J Nucl Med* 17: 522, 1976
- 7) 成田充啓, 宇佐美暢久, 栗原正他: ²⁰¹Tl, ⁸¹Rb によ

- る非観血的心筋局所灌流異常の診断. *Radioisoptoes* **26**: 26-31, 1977
- 8) 成田充啓, 宇佐美暢久, 栗原正他: 心拍連動 心血管造影による左心機能の診断. *核医学* **14**: 21-31, 1977
 - 9) 成田充啓, 宇佐美暢久, 栗原正他: 心電図同期 RI 心血管造影による心硬塞例における心機能評価. 呼吸と循環, 25巻11号掲載予定.
 - 10) Lebowitz E, Green MW, Fairchild R et al: Thallium-201 for medical use I. *J Nucl Med* **16**: 151-155, 1975
 - 11) Martin ND, Zaret BI, Well HP Jr. et al: Rubidium-81, a new myocardial scanning agent. *Radiology* **111**: 651-656, 1974
 - 12) Strauss HW et al: Cardiovascular nuclear medicine. p 181, Mosby, St Louis, 1974
 - 13) Becker L, Ferreria R, and Thomas M: Comparison of ^{86}Rb and microsphere estimates of left ventricular blood distribution. *J Nucl Med* **15**: 969-972, 1974
 - 14) Bradley-Moore PR, Lebowitz E, Green MW et al: Thallium-201 for medical use II. *J Nucl Med* **16**: 156-160, 1975
 - 15) Maseri A, Parodi O, Severi S et al: Transient transmural reduction of myocardial blood flow by Tl-201 scintigraphy as a cause of variant angina. *Circulation* **54**: 280-288, 1976
 - 16) Cook DJ, Bailey IB, Strauss HW et al: Thallium-201 for myocardial imaging: appearance of normal heart. *J Nucl Med* **17**: 583-589, 1976
 - 17) Rigo P, Strauss HW, and Pitt B: The combined use of gated cardiac blood pool scanning and myocardial imaging with potassium-43 in the evaluation of patients with myocardial infarction. *Radiology* **115**: 378-391, 1975
 - 18) Zaret BL, Vlay SC, Freedman GS et al: Quantitative relationship between potassium-43 imaging and left ventricular cineangiography following myocardial infarction in man. *Circulation* **52**: 1076-1085, 1975
 - 19) Bailey IK, Strauss HW, and Pitt B: Thallium-201 myocardial perfusion image at rest and stress. *J Nucl Med* **17**: 522, 1976
 - 20) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J 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

Summary

Noninvasive detection of regional myocardial perfusion abnormality by scintigraphic technique

Michihiro NARITA*, Masahisa USAMI*, Tadashi KURIHARA*,
Hitoshi KAWARADANI*, Minoru HONDA**, Tadashi OGAWA**,
and Keisuke KANAOK**

**Department of Internal Medicine, Sumitomo Hospital*

***Division of Nuclear Medicine, Sumitomo Hospital*

For the detection of regional myocardial perfusion abnormality noninvasively, myocardial scintigrams were obtained at rest and during exercise by using ^{201}Tl or ^{81}Rb .

Myocardial imagings were performed using a scintillation camera (Pho/Gamma HP) equipped with either parallel-hole high resolution collimator (in case of Tl) or pinhole collimator and specially constructed lead shielding (in case of Rb). Scintigrams were obtained in anterior, left anterior oblique and left lateral position.

1) Resting scintigrams in myocardial infarctions.

Twenty patient of myocardial infarction were examined. All of them showed regional perfusion defect by scintigram, which locations coincided with the sites of infarction diagnosed by Ecg or coronary angiograms, and with asynergic zones obtained by Ecg synchronous RI-angiocardiograms.

%-hypoperfusion (extent of cold area/total left ventricular area) correlated well with %-asynergy ($r=0.85$) and with left ventricular ejection fraction ($r=-0.87$).

2) Exercise stress scintigram.

For exercise studies, patients underwent graded ergometer exercise stress test under continuous

Ecg monitoring. Patients exercised to the point of positive ST-change, anginal chest pain or 85% of predicted maximal heart rate, at which time tracer was administered intravenously. Exercise was continued additional one minute.

On the basis of ST-change of exercise Ecg, patients were divided into 3 groups: positive 7, equivocal 7 negative 15.

Exercise induced hypoperfusion was detected in 14 patients (exercise Ecg positive 6, equivocal 5, negative 2).

Effort angina was diagnosed 83% by stress scintigram, but 58% by stress Ecg.

Findings of stress scintigram more coincided with coronary angiogram findings than stress Ecg.

3) Phantom study.

The myocardial phantom was composed of two concentric glass beakers. The space between two vessels simulated myocardium and was filled with $150\mu\text{Ci}$ of Tl. Wax "lesions" of various size were placed in the space between the two vessels. To simulate background activity in the lung, water containing $200\mu\text{Ci}$ of Tl was arranged around the cardiac phantom.

Wax lesions above 2.5–3.0 cm were clearly detected.