

《原 著》

ガンマカメラ回転型 Emission Computed Tomography
による ^{201}Tl 負荷心筋断層像

——Segmental analysis による冠状動脈狭窄性病変の検出率——

竹田 寛* 前田 寿登* 中川 毅* 山口 信夫*
 田口 光雄* 浜田 正行** 二神 康夫** 小西 得司**
 竹沢 英郎**

要旨 冠動脈造影の施行された67例を対象とし、ガンマカメラ回転型 ECT 装置により ^{201}Tl 負荷心筋断層像を作成し、planar images (PL) と比較し、冠動脈狭窄性病変の検出率を検討した。ECT 画像は、左室長軸に対し横断、矢状断、水平断像を作成、PL は、前方、左前斜位、左側面像を求め、左室壁を8分割し、各 segment ごとに ^{201}Tl 集積の程度を視覚的に判定した。ECT による有病正診率は、前下行枝(LAD)76% 右冠枝(RCA)96%、回施枝(CX)69% で、PL による56%、50%、56% に比べ、いずれも上昇した。無病正診率は、LAD で85%から88%に上昇した他は、RCA で72%から70%、CX で88%から84%に軽度低下したが、診断精度は LAD, RCA でそれぞれ67%から81%、64%から79%に上昇し、CX では、両者ともに81%で差がなかった。本法は、PL に比べ、RCA 領域などの深部病変や多枝病変での検出率が高く、 ^{201}Tl 心筋像による冠動脈狭窄の診断精度向上のために有用と思われた。

I. 緒 言

^{201}Tl による心筋シンチグラムは、今日、虚血性心疾患の診断に欠かせぬ検査法の一つとなり、種々の断層法、特にガンマカメラ回転型 emission computed tomography (ECT) 装置の開発により、診断精度はさらに向上し¹⁻³⁾ 日常臨床に果たす役割は、ますます拡大しつつある。一方、従来より、 ^{201}Tl 心筋シンチグラムを用いて、虚血性心疾患における冠状動脈狭窄部位を診断しようとする試みは広く行われている。Lenaers ら⁴⁾ の提唱した、“Segmental analysis” すなわち、planar images (PL) における多方向からの心筋イメージをいく

つかの segment に分け、各 segment ごとの ^{201}Tl 集積の程度を、定性的、あるいは定量的に判定し、その領域を支配する冠状動脈の狭窄の有無を診断することにより、良好な成績が得られたという報告が多数みられる⁴⁻¹¹⁾。

今回、われわれは、ガンマカメラ回転型 ECT 装置を用い、虚血性心疾患を対象として、運動負荷後に得た ECT 像に対し、Lenaers ら⁴⁾ の方法に準じて、segmental analysis を行い冠状動脈狭窄部位の検出率を、PL によるものと比較検討する機会を得たので報告する。

II. 対象および方法

対象は、昭和56年6月より昭和57年4月まで、狭心症あるいは心筋梗塞が疑われ、本院にて、心筋シンチグラムの施行された患者のうち、X線シネアンジオ装置にて左室造影、および選択的冠状動脈造影の施行された67例である。男女比 60:7 で、年齢は15歳から66歳に分布、平均53歳であった。

* 三重大学医学部放射線科
 ** 同 第一内科
 受付: 57年8月11日
 最終稿受付: 57年10月19日
 別刷請求先: 三重県津市江戸橋2-174 (☎514)
 三重大学医学部放射線科

竹田 寛

使用した装置は、2台の大型ガンマカメラを対向させた回転型 ECT 装置(東芝製 GCA-70A-S)および、オンラインで連結した核医学データ処理装置(東芝製 GMS-90)である。

方法は、自転車エルゴメーターによる多段階負荷法により、被検者に運動負荷を与え、胸痛や心電図上 ST 変化などを目安として最大負荷に達した時点で ^{201}Tl 2.5 mCi を急速静注し、1 分間運動を続けさせ、10 分後に ECT 像を、ついで PL を撮像した。

ECT 撮像の方法は、患者を検査台に背臥位にて寝かせ、対向ガンマカメラを、被検者の胸部を中心にして、6 分間で 180 度連続回転させ、その間 4 度ごとにデータを収集し、計 90 方向からの投影像を得た。

ついで、ウインド幅 25%，preset count 200K で、前方、左前 30 度、左前 45 度、左側面の 4 方向から PL を撮像した。使用したコリメーターは、ECT、PL ともに、低エネルギー用、汎用型である。

ECT の画像再構成には、convolution 法を用い、フィルター関数として Shepp & Logan のフィル

ターを使用し、スライス幅 5.4 mm で体軸横断像を作成した。吸収補正は行わなかった。

得られた体軸横断像をもとに、われわれの先に報告した方法¹²⁾すなわち、体軸に対する左室長軸の水平、および垂直方向の偏位角を求め、それぞれの角度分だけ画像を水平、および垂直方向へ回転させることにより、左室長軸を基準とした断層像(左室軸断層像: left ventricular (LV) axial tomogram)を作成した。Fig. 1 にわれわれの作成した左室軸断層像の模式図を示す。

図左は、左室長軸に対して直交する断面(横断断層像: transaxial section)中央は、左室長軸に平行で矢状方向の断面(矢状断断層像: sagittal section)および、右は、左室長軸に平行で、水平方向の断面(水平断断層像: horizontal section)を示している。全例、心筋シンチグラム施行後、1 週間以内に、パイ・プレーン・シネアンジオ装置にて、左室造影および、選択的冠状動脈造影が行われた。

III. データ解析方法

Lenaers ら⁴⁾の方法に準じ、左室壁を、前側壁(antero lateral)、前壁(anterior)、心尖部(apical)、

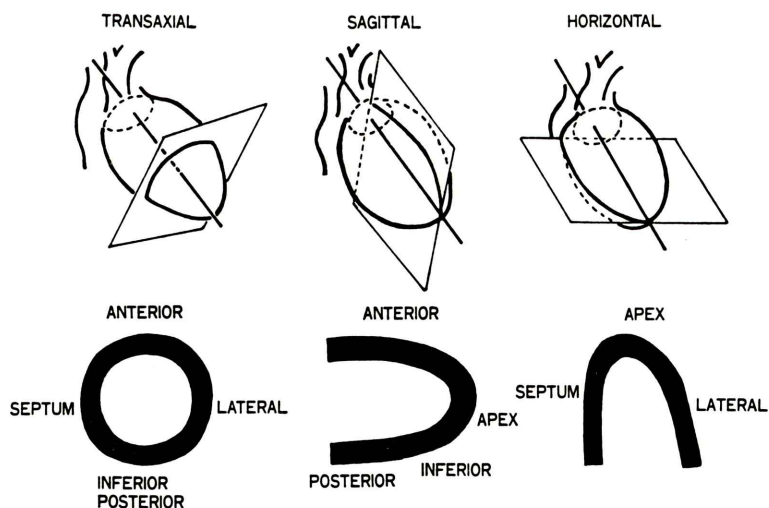


Fig. 1 Schematic representation of left ventricular (LV) axial tomogram. Transaxial (left), sagittal (middle) and horizontal (right) tomograms represent sections which are perpendicular in the former and parallel in the latter two relative to the long axis of LV (straight line).

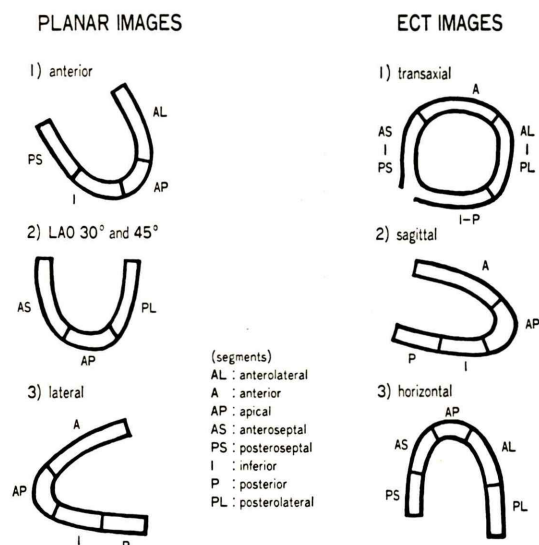


Fig. 2 Location of the 8 segments in the planar (anterior, 30° and 45° left anterior oblique (LAO) and left lateral views) and ECT images (transaxial, sagittal and horizontal sections).

前中隔 (antero septal), 後中隔 (postero septal), 下壁 (inferior), 後壁 (posterior) および後側壁 (postero lateral) の 8 個の segment に分けた。

各 segment は, PL および ECT 像にて, Fig. 2 に示す部位に位置するものと考えられる。

3 人の検者により, PL および ECT 像における各 segment ごとの ^{201}Tl の集積を, 正常 (2), 減少ないし部分欠損 (1), ほぼ完全な欠損 (0) の三段階の基準で評価を行い, 1 あるいは 0 を異常とした。

左室造影および冠状動脈造影像の読影に関しては, AHA 分類の基準¹³⁾に基づいて, 3 人の検者により, 左室壁運動および, 冠状動脈狭窄度の判定が行われた。冠状動脈は, 左前下行枝 (left anterior descending artery: LAD), 回折枝 (circumflex artery: CX) および右冠状動脈 (right coronary artery: RCA) の三枝に大別し, それぞれ 75% 以上の狭窄を, 有意の狭窄とした。

3 人の検者で一致をみなかった場合には, 2 人の選んだ評価を採用した。

Table 1 Materials in this study (LAD: left anterior descending artery, RCA: right coronary artery, CX: circumflex artery).

1) Single-vessel disease	31	{ LAD 19 RCA 10 CX 2
2) Two-vessel disease	16	{ LAD+RCA 8 LAD+CX 8
3) Three-vessel disease	6	
4) Normal	14	
Total	67	

Table 2 Comparison of results from planar (PL) and emission computed tomographic (ECT) images to predict coronary artery disease (CAD).

	P L		E C T	
	(+)	(-)	(+)	(-)
CAD(+) 53	44	9	52	1
CAD(-) 14	3	11	2	12
Sensitivity	44/53(83%)		52/53(98%)	
Specificity	11/14(79%)		12/14(86%)	
Accuracy	55/67(82%)		64/67(96%)	

IV. 成 績

対象 67 例における冠状動脈造影の結果を Table 1 に示す。75% 以上の有意狭窄を一枝にのみ認めたもの (一枝病変) は 31 例で, 内訳は, LAD: 19 例, RCA: 10 例, CX: 2 例であった。二枝に狭窄のみられたもの (二枝病変) は 16 例で, LAD+RCA: 8 例, LAD+CX: 8 例であり, 三枝全てにみられたもの (三枝病変) は 6 例であった。また, 冠状動脈に有意の狭窄性変化を認めず, 左室造影における壁運動にも異常を認めなかったもの (正常者) は 14 例であった。

Table 2 に, PL および ECT における冠状動脈狭窄の存在診断に関する, 有病正診率 (sensitivity), 無病正診率 (specificity) および, 診断精度 (accuracy) を比較した結果を示す。冠状動脈に有意の狭窄のみられた 53 例のうち, PL では 44 例, ECT では, 52 例に, 異常所見がみられ, 有病正診率は, それぞれ 83%, 98% であった。一方, 正常者 14 例のうち, PL では 11 例, ECT では 12 例が正常と診

Table 3 Relation between segmental hypoperfusion and LAD, RCA and CX disease. Comparison of results from PL and ECT images.

			Segments							
			Antero-lateral	Anterior	Apical	Antero-septal	Postero-septal	Inferior	Posterior	Postero-lateral
LAD	PL	p<	0.025	0.001	0.05	0.001	NS	NS	NS	NS
	ECT	p<	0.01	0.001	0.001	0.001	NS	NS	NS	NS
RCA	PL	p<	NS	NS	NS	NS	0.025	0.025	0.05	NS
	ECT	p<	NS	NS	NS	NS	0.001	0.001	0.001	NS
CX	PL	p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.001
	ECT	p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.001

断され、無病正診率は、それぞれ79%、86%であった。以上より、診断精度は、PL 82%、ECT 96%となり、有病正診率、無病正診率、診断精度全てにおいて、ECTの方がPLより高値を示した。

対象67例において、LAD、RCA、CXそれぞれの有意狭窄と、PLおよびECTにおける各segmentの²⁰¹Tl集積低下との関係を、 χ^2 検定(chi-square test)を行った結果をTable 3に示す。PL、ECTともに、LAD狭窄では、前側壁、前壁、心尖、前中隔、RCA狭窄では、後中隔、下壁、後壁、CX狭窄では、後側壁の各segmentにおける²⁰¹Tl集積低下と、それぞれ、危険率5%以下で有意の相関を有していることが示される。また、LAD狭窄における前側壁、心尖の各segmentと、RCA狭窄における後中隔、下壁、後壁の3segmentでは、危険率はPLに比べECTで小さく、ECTにおいてより相関性の高いことを示している。

Table 4は、 χ^2 検定により、LAD、RCA、CXのそれぞれと、相関性の示された各segmentにおける、有病、無病正診率、診断精度を、PLとECTとで比較した結果を示す。

有病正診率は、LAD、RCA、CXいずれも各segmentにおいてECTが優れ、特にRCAにおいての上昇が著しい。無病正診率は、LADでは、ECTがすぐれているが、RCA、CXでは、いずれのsegmentにても軽度低下した。診断精度は、LAD、RCAでECTがすぐれ、CXではPLとECTで同値を示した。

Table 5に、LAD、RCA、CXのそれぞれと有

Table 4 Reliability of hypoperfusion in individual segments best correlated with LAD, RCA and CX disease. Comparison of results from PL and ECT images.

L A D						
		Sensitivity	Specificity	Accuracy		
Antero-lateral	PL	13/41(32%)	23/26(88%)	36/67(54%)		
	ECT	16/41(39%)	24/26(92%)	40/67(60%)		
Anterior	PL	21/41(51%)	23/26(88%)	44/67(66%)		
	ECT	27/41(66%)	25/26(96%)	52/67(78%)		
Apical	PL	21/41(51%)	19/26(73%)	40/67(60%)		
	ECT	28/41(68%)	23/26(88%)	51/67(76%)		
Antero-septal	PL	20/41(49%)	25/26(96%)	45/67(67%)		
	ECT	26/41(63%)	26/26(100%)	52/67(78%)		
R C A						
		Sensitivity	Specificity	Accuracy		
Postero-septal	PL	10/24(42%)	36/43(84%)	46/67(69%)		
	ECT	18/24(75%)	35/43(81%)	53/67(79%)		
Inferior	PL	13/24(54%)	33/43(77%)	46/67(69%)		
	ECT	18/24(75%)	32/43(74%)	50/67(75%)		
Posterior	PL	11/24(46%)	34/43(79%)	45/67(67%)		
	ECT	16/24(67%)	33/43(77%)	49/67(73%)		
C X						
		Sensitivity	Specificity	Accuracy		
Postero-lateral	PL	9/16(56%)	45/51(88%)	54/67(81%)		
	ECT	11/16(69%)	43/51(84%)	54/67(81%)		

意の相関を有する各segmentのいずれかに異常のあった場合を陽性として、各冠状動脈狭窄病変の検出率をPLとECTとで比較した結果を示す。

LAD、RCA、CXの有病正診率は、それぞれPLの56%、50%、56%に比べ、ECTでは、76%、96%、69%といずれも有意の増加を示した。一方、無病

Table 5 Assessment of LAD, RCA and CX disease by analysis of best correlated segments with individual coronary artery. Comparison of results from PL and ECT images.

		LAD	RCA	CX
		Anterolateral Anterior Apical Anteroseptal	Posteroseptal Posterior Inferior	Posterolateral
PL	Sensitivity	23/41(56%)	12/24(50%)	9/16(56%)
	Specificity	22/26(85%)	31/43(72%)	45/51(88%)
	Accuracy	45/67(67%)	43/67(64%)	54/67(81%)
ECT	Sensitivity	31/41(76%)	23/24(96%)	11/16(69%)
	Specificity	23/26(88%)	30/43(70%)	43/51(84%)
	Accuracy	54/67(81%)	53/67(79%)	54/67(81%)

Table 6 Assessment of single- or multi-vessel disease by myocardial scintigraphy. Comparison of results from PL and ECT images.

		LAD	RCA	CX
Single-vessel	PL	11/19(58%)	6/10(60%)	2/2(100%)
	ECT	16/19(84%)	10/10(100%)	2/2(100%)
Multi-vessel	PL	12/22(55%)	6/14(43%)	7/14(50%)
	ECT	15/22(68%)	13/14(93%)	9/14(64%)

正診率は、LAD にて PL の 85% から ECT にて 88% に上昇したが、RCA, CX では、それぞれ 72% から 70%, 88% から 84% といずれも軽度低下した。診断精度は、PL に比し、ECT では LAD で 67% から 81%, RCA で 64% から 79% に上昇したが、CX では、PL, ECT とともに 81% で変化を認めなかった。

PL および ECT における各冠状動脈狭窄病変の検出率を、一枝病変群と、二枝以上に狭窄を有する多枝病変群とで比較した (Table 6)。

一枝病変群では、CX 狭窄は、例数が少なく比較の対象とし得ないが、LAD, RCA 両冠状動脈狭窄ともに、PL に比べ、ECT にて検出率の向上を見た。一方、多枝狭窄病変においても三枝とともに、ECT での検出率が高く、特に RCA 病変での検出率は高値を示した。

Table 7 に、PL および ECT における、罹患冠状動脈の本数に関する診断率を比較した結果を示す。一枝病変群の診断率は、PL, ECT それぞれ 61%, 68% と大差ないが、二枝病変群では、PL

の 25% に比べ、ECT では 63% の診断率が得られた。三枝病変群は、数が少ないため、正確な評価はできないが、PL に比べ ECT の診断率が、わずかながら高かった。

また PL では、一枝病変群のうち 23% を正常、二枝病変群の 63% を一枝病変と診断したのに対し、ECT では、一枝病変群の 26% を二枝病変、二枝病変群の 19% を三枝病変と診断し、PL では、読み落とし (under reading), ECT では読み過ぎ (over reading) の傾向がみられた。

V. 考 察

^{201}Tl の心筋への分布が、局所心筋血流量に比例する¹⁴⁾ことを利用して、心筋シンチグラムにより狭窄ないし閉塞冠状動脈の存在、および部位、程度、数を診断しようとした報告は多数みられる。

諸家の報告¹⁵⁻¹⁸⁾によると、運動負荷タリウム心筋シンチグラムによる、有意の冠状動脈狭窄 (50% あるいは 75% 以上) の存在診断に関する有病正診率は 80% 前後、無病正診率は 90% 前後であり、運動負荷心電図法における値に比べ、両者とも 10~20% 程高いとされている。

狭窄冠状動脈の部位診断に関しては、運動負荷後の多方向心筋イメージを用いて、定性的あるいは、定量的な方法で segmental analysis を行い検討した報告がいくつかみられる。定性的、すなわち、各 segment ごとの ^{201}Tl の集積の程度を視覚的に判定する方法で解析した、Lenaers⁴⁾, Massie⁵⁾,

Table 7 Assessment of the number of diseased coronary arteries by myocardial scintigraphy. Comparison of results from PL and ECT images.

			²⁰¹ Tl-scintigram			
			Normal	Single-vessel	Two-vessel	Three-vessel
Coronary angiography						
Normal	14	PL	10(71%)	1(7%)	3(21%)	0(0%)
		ECT	12(86%)	1(7%)	0(0%)	1(7%)
Single-vessel	31	PL	7(23%)	19(61%)	3(10%)	2(6%)
		ECT	1(3%)	21(68%)	8(26%)	1(3%)
Two-vessel	16	PL	1(6%)	10(63%)	4(25%)	1(6%)
		ECT	0(0%)	3(19%)	10(63%)	3(19%)
Three-vessel	6	PL	2(33%)	0(0%)	4(67%)	0(0%)
		ECT	0(0%)	0(0%)	4(67%)	2(33%)

Rigo⁶⁾らの報告を総合すると、各冠状動脈狭窄の検出に関する有病正診率は、報告者間における変動が大きいものの、ほぼ LAD: 63~84%, RCA: 50~79%, CX: 21~49% 程度の値を示し、傾向として、体表に近い前壁から心尖、中隔に分布する LAD 病変の検出率が高いが、体幹深部に位置する後下壁に灌流する RCA, CX 病変の検出率の低いところが示されている。

また、定性的解析法では、狭窄冠状動脈診断率は、一枝病変群では、3枝ともに良好であるが、病変が多枝に及ぶと著明に低下するとされている^{7,8)}。その原因として、タリウム心筋シンチグラムにおける ²⁰¹Tl の局所的な集積低下は、局所心筋血流の相対的低下によるものであり、病変が多枝に存在する際には、その中で狭窄度の最も大きい分枝の灌流域が欠損として示され、他の領域は、たとえ灌流量が低下していても相対的に正常像として認められるものと考えられている。

一方、Maddahi⁹⁾は、運動負荷タリウム心筋シンチグラフィーの、負荷および再分布イメージの解析に際し、従来の視覚による定性的解析法による場合と、負荷像における circumferential profile curve を基準とし、40分および3~5時間後における再分布像の circumferential profile curve より各 segment ごとの ²⁰¹Tl 集積の時間的变化(wash out)を百分率表示した定量的解析法を用いた場合とで、狭窄冠状動脈の部位診断率を比較し

た。定性的方法による有病正診率、すなわち LAD 56%, RCA 65%, CX 34% に対し、定量的方法では、LAD 80%, RCA 94%, CX 63% といずれも有意に上昇し、多枝病変例における診断率も低下しなかったとしている。また、定量的方法による他の報告^{10,11)}も、ほぼ同等の診断率を示し、それらを総合すると、定量的解析法による狭窄冠状動脈の部位診断率はそれぞれ LAD, 80~95%, RCA 75~94%, CX 63~85% 程度の値をとるものと考えられる。

他方、セブンピンホール(7P)コリメーター¹⁹⁾、スキャナー式 ECT 装置^{21,22)}、あるいはガンマカメラ回転型装置^{1~3)}などを用いた断層法により、心筋イメージを立体的に把握して、虚血性心疾患の診断率向上を図ろうとする試みも数多く行われている。

玉木ら²⁾は、心筋梗塞患者を対象として、各症例ごとに、²⁰¹Tl 投与後、PL, 7P コリメーター断層像、さらに、回転型ガンマカメラによる ECT 像を求め、梗塞病巣の検出率を比較した。PL での有病正診率 75%、無病正診率 89%、診断精度 81% に比べ、7P コリメーター断層像では、有病正診率は 93% に上昇したものの、無病正診率は 68% に低下し、診断精度は 83% と余り上昇をみなかった。一方、ECT 像では、有病正診率 96%、無病正診率 89%、診断精度 94% と、いずれも著明に上昇し、虚血性心疾患の診断に、回転型ガンマ

カメラによる ECT 法が最も有効であるとしている。

また、同じ ECT 法でも、ガンマカメラ回転型 ECT 法が、スキャナー式のものに勝る点は、後者では、1 スキャンで 1 横断像しか得られず、また、横断像以外の断層像を作成することは困難であるが、前者では、1 回転で同時に多スライスの横断像が得られ、それらを用いて、矢状断、冠状断断層像を作成することにより、心筋イメージを多方向から観察できる点にある。

例えば、心尖部梗塞の診断に、矢状断、横断断層像が、後下壁梗塞の診断には、矢状断、冠状断断層像が有効であるが、このように病変の検出率を高めるためには、常に、病変の存在する心室壁に対し、直交する断層面で観察する必要があり、横断像しか得られないスキャナー式に比べ、横断、矢状断、冠状断などの多方向からの断層像の得られる回転型ガンマカメラ方式の ECT 法が有用性が高い。

さらに、心筋 ECT 断層像作成に際して、われわれの用いた、左室長軸を基準として、それに対する横断、矢状断、水平断層像を作成する（左室軸断層法）方法は、われわれの報告¹²⁾も含め、すでにいくつか報告されている^{23,24)}。

従来の体軸を基準とした断層法では、左室長軸の方向、心臓の大きさなどが個人により異なるため、各断層面の心筋イメージの形態、方向などに変動がみられ、心室壁の部位同定がしばしば困難となる。本法では左室長軸を基準として断層像を作成するため、各断層面における心筋像は個人差はなく、一様の形態、方向で描画され、左室壁の解剖学的部位同定が容易かつ、正確になり、病変の存在部位、大きさ、伸展範囲をより正しく認識し得るようになる¹²⁾。

特に、今回のわれわれの検討のように、ECT 像において、segmental analysis を施行する際には、左室壁の正確な部位同定が要求され、本法は必須の方法と思われる。

われわれの装置、方法を用いて作製された ECT 像における検討では、狭窄冠状動脈の存在診断に

関し、有病、無病正診率、診断精度はそれぞれ、98%、86%、96% と PL に比べいずれも高く、玉木らの成績とほぼ等しい (Table 2)。

また、狭窄冠状動脈の部位診断に関しては、有病正診率は、PL では LAD 56%、RCA 50%、CX 56% に比べ、ECT では、LAD 76%、RCA 96%、CX 69% といずれも高く、特に RCA、CX 病変の検出率の上昇が著しい。

Fig. 3 に、48歳女性の狭心症患者の PL および ECT 像を示す。冠状動脈造影により RCA に 90% の狭窄が見られた。PL 像では、どの segment にも、はっきりとした集積の低下を指摘し得ないが、ECT 像では、後下壁から後中隔にかけて明瞭な集積低下を認める。本例のごとく、RCA や CX 領域のように体幹深部に存在する部位は、 ^{201}Tl の集積低下があったとしても、前後の重なりや background (BG) のために、病変部が不明瞭化し、検出し得ない場合も多いが、ECT 像では、明瞭に示され、偽陰性率が低下し、診断率が向上したのと思われる。

これらの値は、前述のいくつかの報告における PL の定性的解析法により得られた値より、いずれも高く、Maddahi ら⁹⁾の示した定量的解析法による診断率にほぼ等しいものである。また一枝病変群、多枝病変群別に、PL と ECT における診断率を比較しても、いずれも ECT の方が勝り、特に多枝病変群においても、各冠状動脈狭窄の診断率は高値を示した。その理由として、多枝病変群における PL は、肺の BG 上昇のため²⁵⁾、心筋イメージが不明瞭化し、特に後下壁など、深部に存在する部位では、 ^{201}Tl 集積の程度の判定が困難となる。ところが、ECT 像では PL に比べ、心筋カウントの BG に対する比が大きくなる傾向があり³⁾、相対的に、BG が減少した状態となるため、たとえ、肺の BG が高くても、心筋イメージは、その影響を受けず明瞭に示され、深部病変の検出率が上昇するものと思われる。

一方、狭窄冠状動脈の部位診断に関する無病正診率は、LAD では上昇したものの、RCA CX では軽度ながら低下した。この原因として、 ^{201}Tl

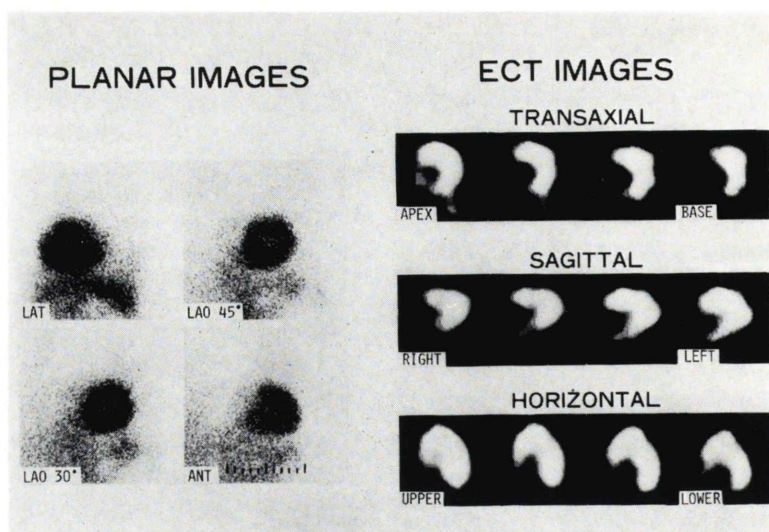


Fig. 3 PL and ECT images after exercise in patient with angina pectoris who had a narrowing of greater than 90% in the right coronary artery proved by coronary angiography. In PL images, no perfusion defect can be visualized. In ECT images, however, a perfusion defect through posterior and posteroseptal segment is clearly seen.

のガンマ線エネルギースペクトルは、その約60%が、79keVの低エネルギーの部分にあるため、組織吸収が大きく正常でも体幹深部に位置する後下壁では、浅部にある前壁に比べ、カウント値が低下し、偽陽性率が上昇し、無病正診率の低下を来したと思われる。

これを補正するため種々の吸収補正法^{26,27)}が開発されており、今後十分な吸収補正を行った上での検出率を再検討する必要がある。

また、われわれの検討では、 χ^2 検定にて、心尖部病変がLAD狭窄と有意の相関を有し、他のRCA, CXとは相関のない結果となった。

しかし、心尖部心筋は、LADだけでなく、RCA, CXからも血流を受けることが多く、他の報告でも、心尖部欠損のLAD狭窄に対する有病正診率は高いが無病正診率が低く、有意の相関はないとするものが多い。われわれの検討例では、LAD狭窄に比してRCA, CX狭窄例が少なく、また、二枝病変群にRCA+CXの組み合わせがないため、心尖部病変のLAD狭窄に対する無病診断率が低下せずこのような結果になったものと

思われる。

今回のわれわれの分析は、心筋ECT像を定性的に評価したものであるが、Maddahiら⁹⁾のPLにおける検討でも明らかのように、定性的解析法に比べ、定量的解析法の方が、より客観的な診断ができるだけでなく、診断精度の上昇することが期待される。それゆえ、ECT像に関しても、負荷および再分布像において、circumferential profile法や、wash out法などの定量的方法を用いて解析を行えば冠状動脈狭窄性病変の検出率は、さらに上昇するものと思われる。

またECT像のPLに対する大きな特徴の一つとしてBGの影響少なく、他部位との重なりなしに病変部を描出しうることが挙げられる。すなわちPLに比べ梗塞巣や虚血巣の部位に、大きさ、伸展範囲、程度などをより正確にかつ定量的に認識できるようになるものと思われ、虚血性心疾患における重症度の判定や治療方針の決定など、臨床的価値は大きいものと考えられる。

今後、この方面の検討も急がれるものと思われる。

(本論文の要旨は、日本核医学会第2回中部地方会にて発表した。)

文 献

- 1) Burdine JA, Murphy PH, DePuey EG, et al: Radio-nuclide computed tomography of the body using routine radiopharmaceuticals. II. Clinical applications. *J Nucl Med* **20**: 108-114, 1979
- 2) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison with seven-pin-hole tomography. *J Nucl Med* **22**: 849-855, 1981
- 3) Maublant J, Cassagnes J, Jourde M, et al: Myocardial emission tomography with thallium-201. Value of multiple and orthogonal sections in the study of the myocardial infarction. *Eur J Nucl Med* **6**: 289-294, 1981
- 4) Lenaers A, Block P, Thiel E, et al: Segmental analysis of Tl-201 stress myocardial scintigraphy. *J Nucl Med* **18**: 509-516, 1977
- 5) Massie BM, Botvinick EH, Brundage BH: Correlation of thallium-201 scintigrams with coronary anatomy: Factors affecting region by region sensitivity. *Am J Cardiol* **44**: 612-622, 1979
- 6) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, et al: Value and limitations of segmental analysis of stress thallium myocardial imaging for localization of coronary artery disease. *Circulation* **61**: 973-981, 1980
- 7) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, et al: Stress thallium-201 myocardial scintigraphy for the detection of individual coronary arterial lesions in patients with and without previous myocardial infarction. *Am J Cardiol* **48**: 209-216, 1981
- 8) McKillop JH, Murray RG, Turner JG, et al: Can the extent of coronary artery disease be predicted from thallium-201 myocardial images? *J Nucl Med* **20**: 715-719, 1979
- 9) Maddahi J, Garcia EV, Berman DS, et al: Improved non-invasive assessment of coronary artery disease by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and washout of thallium-201. *Circulation* **64**: 924-935, 1981
- 10) Wainwright RJ, Maisey MN, Sowton E: Segmental quantitative analysis of digital thallium-201 myocardial scintigrams in diagnosis of coronary artery disease. Comparison with rest and exercise electrocardiography and coronary arteriography. *Br Heart J* **46**: 478-485, 1981
- 11) Gibson RS, Taylor GJ, Watson DD, et al: Predicting the extent and location of coronary artery disease during the early postinfarction period by quantitative thallium-201 scintigraphy. *Am J Cardiol* **47**: 1010-1019, 1981
- 12) 竹田 寛, 前田寿登, 中川 毅, 他: 対向型ガンマカメラによる ^{201}Tl 心筋断層像: 左室軸断層像の臨床的有用性. *核医学* **19**: 1237-1242, 1982
- 13) Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al: Reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. *Circulation* **51**: AHA Committee Report 7-40, 1975
- 14) Strauss HW, Harrison K, Langan JK, et al: Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of thallium-201 to regional myocardial perfusion. *Circulation* **51**: 641-645, 1975
- 15) Botvinick EH, Taradash MR, Shames DM, et al: Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the clinical clarification of normal, abnormal and equivocal electrocardiographic stress tests. *Am J Cardiol* **41**: 43-51, 1978
- 16) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, et al: Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise. Comparison with coronary arteriography and resting and stress electrocardiography. *Circulation* **56**: 66-71, 1977
- 17) Iskandrian AS, Segel BL: Value of exercise thallium-201 imaging in patients with diagnostic and nondiagnostic exercise electrocardiographs. *Am J Cardiol* **48**: 233-238, 1981
- 18) Melin JA, Piret LJ, Vanbutsele RJM, et al: Diagnostic value of exercise electrocardiography and thallium myocardial scintigraphy in patients without previous myocardial infarction: A Bayesian approach. *Circulation* **63**: 1019-1024, 1981
- 19) Vogel RA, Kirch D, LeFree M, et al: A new method of multiplanner emission tomography using a seven pinhole collimator and an Anger scintillation camera. *J Nucl Med* **19**: 648-654, 1978
- 20) Holman BL, Hill TC, Wynne J, et al: Single-photon transaxial emission computed tomography of the heart in normal subjects and in patients with infarction. *J Nucl Med* **20**: 736-740, 1979
- 21) Treves S, Hill TC, VanPraagh R, et al: Computed tomography of the heart using thallium-201 in children. *Radiology* **133**: 707-710, 1979
- 22) 多田 明, 前田敏男, 松田博史, 他: 201 塩化タリウムによる心筋断層像. *核医学* **17**: 1241-1247, 1980
- 23) Borrello JA, Clinthorne NH, Rogers WL, et al: Oblique-angle tomography: A restructuring algorithm for transaxial tomographic data. *J Nucl Med* **22**: 471-473, 1981
- 24) 三塩宏二, 中島哲夫, 杉山純夫, 他: シングルフォトン・エミッション CT における任意軸断層像の再構成プログラムの開発と応用. *核医学* **19**: 507-511,

- 1982
- 25) Kushner FG, Okada RD, Kirshenbaum HD, et al: Lung thallium-201 uptake after stress testing in patients with coronary artery disease. *Circulation* 63: 341-347, 1981
- 26) Chang L: A method for attenuation correction in radionuclide computed tomography. *IEEE Trans Nucl Sci NS* 25: 638-643, 1978
- 27) Sorenson JA: Quantitative measurement of radioactivity in vivo by whole body counting. In *Instrumentation in Nuclear Medicine* Hine GJ, Sorenson JA, eds. Vol 2 New York, Academic Press, 1974, p. 311

Summary

Emission Computed Tomography Using Rotating Gamma Cameras for Stress ^{201}Tl Myocardial Imaging: Qualitative Segmental Analysis for Localization of Coronary Artery Disease

Kan TAKEDA*, Hisato MAEDA*, Tsuyoshi NAKAGAWA*, Nobuo YAMAGUCHI*, Mitsuo TAGUCHI*, Masayuki HAMADA**, Yasuo FUTAGAMI**, Tokushi KONISHI** and Hideo TAKEZAWA**

**Department of Radiology, **Department of 1st Internal Medicine, Mie University School of Medicine, Tsu*

The purpose of this study is to evaluate the efficacy of emission computed tomography (ECT) for stress ^{201}Tl myocardial imaging to localize coronary artery disease (CAD) in comparison with planar (PL) images.

In a series of 14 normal subjects and 53 patients with CAD proved coronary arteriography, ECT and PL imaging were performed successively. ECT data were collected for 90 projections in a 64×64 matrix form with a total acquisition time of 6 minutes over 180° of opposed dual cameras rotation and tomographic sections oriented perpendicular and parallel to the long axis of left ventricle were reconstructed.

PL images were obtained for left lateral, left anterior oblique (30° and 45°) and anterior projections. Both ECT and PL myocardial images were divided into 8 segments and segmental

analysis was performed by visual interpretation.

The ECT images remarkably increased sensitivity over the PL images in left anterior descending (LAD) artery (from 56% to 76%), right coronary artery (RCA) (from 50% to 96%), and circumflex artery (CX) (from 56% to 69%) lesions. The specificity for ECT images, as compared with PL images, was higher in LAD (88% against 85%) but slightly lower in RCA (70% against 72%) and CX (84% against 88%). Overall accuracy, therefore, was improved in LAD (from 67% to 81%) and RCA (from 64% to 79%) but equal in CX (81%).

We conclude that stress ^{201}Tl ECT imaging result in a remarkable improvement in the localization of CAD, especially in patients with RCA lesions and multi-vessel disease.

Key words: Emission computed tomography, ^{201}Tl myocardial imaging, coronary artery disease.