

インジウム-111-オキシン 標識血小板による血栓検索 の検討

Scintigraphic detection of thrombi using indium- 111-labeled autologous platelets

池岡 清光
藤堂 泰宏
小西池 篤
藤末 龍
大柳 光正
安富 栄生
谷本 真穂
河合 喜孝
岩崎 忠昭

Kiyomitsu IKEOKA
Yasuhiro TODO
Atsushi KONISHIIKE
Ryu FUJISUE
Mitsumasa OHYANAGI
Nagao YASUTOMI
Masaho TANIMOTO
Yoshitaka KAWAI
Tadaaki IWASAKI

Summary

Intracardiac and arterial thrombi were examined by scintigraphy using In-111-oxine labeled autologous platelets.

1. In 22 cases of myocardial infarction including six with ventricular aneurysms, four had positive findings of thrombi on imaging and detected also by echocardiography. All four had ventricular aneurysms. The so-called "moya-moya" echoes (fuzzy echoes) were demonstrated in two of these four cases.

2. We encountered two cases with positive findings on imaging in 13 with mitral valve disease. These two had systemic embolic episodes after scintigraphic examination. "Moya-moya" echoes were detected in the left atrial cavity in four with negative findings on imaging.

3. Positive images were obtained in two of three with acute arterial occlusive disease, and in both cases platelet deposition was observed in the proximal site of obstruction. Though thrombectomy was performed for one of these two cases, no thrombus was detected at the site of platelet deposition. After one month, re-examination revealed only negative findings in all sites in both these patients.

4. In the six cases of aortic aneurysm, three had platelet deposition within their aneurysms, and surgery was performed for these positive cases, but one of them had no thrombus.

5. Positive images were obtained in only one of seven patients with chronic arterial occlusive disease.

6. Coagulation tests and platelet studies were investigated for patients with positive or negative platelet scans. Only the data of the thrombo-test showed a significant difference ($97 \pm 9\%$ vs $23 \pm 7\%$, $p < 0.001$). Three cases of positive imaging became negative after anticoagulant therapy.

7. We tried ECT for eight cases 24 hours after injection of In-111-oxine labeled platelets. Three

兵庫医科大学 第一内科
西宮市武庫川町1-1 (〒663)

The First Department of Internal Medicine, Hyogo
College of Medicine, Mukogawa-cho 1-1, Nishino-
miya 663

Received for publication March 30, 1984; accepted July 2, 1984 (Ref. No. 27-75)

cases showed clear images of thrombi, while the planar images could not detect them at an early stage. Therefore, we propose that ECT can be a useful technique for diagnosing intracardiac thrombi in early stage.

Key words

Thrombus

In-111-oxine

Platelet imaging

はじめに

塞栓源としての血栓の検索は臨床的に重要な課題であり、従来、心血管造影法、心エコー図法、CT法などがその診断に用いられ、それぞれ成果をあげてきた。しかしこれらの方法は純粋に形態学的診断法であり、血栓の形や大きさ、その存在部位によって判定が困難な場合も少なくない。最近、血栓形成に参加する血小板に indium (In)-111-oxine を標識して患者に注入し、image を得る血小板シンチグラフィ（以下血小板シンチ）が、非侵襲的であること、血栓の活性を反映すること、全身のいかなる部位でも判定が可能なことなどの、優れた特長をもつことから、有力な血栓診断法として注目をあびている。今回、我々はこの血小板シンチを用いて心腔内および動脈系の血栓検索を行い、他の方法との比較においてその特性を検討した。

対象と方法

1. 心腔内血栓

対象は心筋梗塞症 22 例（うち心室瘤 6 例）、僧帽弁疾患 13 例、急性動脈閉塞症 3 例、慢性閉塞性動脈硬化症 7 例、動脈瘤 6 例の計 51 例である。Amersham-International Ltd. 製の indium-111-oxine 液を用い、油井ら¹⁾の方法に準じて血小板への標識を行った。平均標識率は 49.7% であった。標識血小板注入後 24 時間、48 時間、72 時間の 3 回にわたり、心臓の場合は原則として正面、左前 40°、左側面の 3 方向から、動脈の場合は正面 1 方向より、データ収集を行った。エミッション CT は medium energy general purpose コリメーターを装着した回転型ガンマカメ

ラ (GE 製マキシカメラ 400A/T) を用い、180° 回転の場合は 32 方向、360° 回転の場合は 64 方向から 30 秒ずつデータ収集し、データ処理装置 (GE 製マキシスター) に収納した。再構成は逆投影されたデータを重畳積分し、心臓全体をカバーする厚さ 6 mm の多層の横断 (水平) 断面を得た。場合により前額面や矢状面の断面も再構築した。

結 果

心筋梗塞群 22 例 (Table 1) のうち、血小板シンチ陽性例は 4 例、心エコー図法陽性例は 8 例で、シンチ陽性の 4 例はすべて心エコー図法でも血栓が確認された。4 例とも心室瘤を有し、3 例は広汎な前壁梗塞症例であった。心エコー図法陽性例の血栓のエコー性状をシンチ陽性例と陰性例の各 4 例に分け、それぞれの血栓形状、大きさ、部位、エコー輝度などを検討したが、両群間の差はみられなかった。血小板シンチ陽性の 4 例のうち 2 例に、心エコー図上、いわゆるモヤモヤエコーが検出された。

僧帽弁疾患群 (Table 2) 13 例中、心房細動は 9 例、塞栓症の既往を有するものは 8 例であった。血小板シンチ陽性例は 2 例で、剖検上、いずれにも血栓が確認されたが、1 例は心エコー図法で検出できなかった (左心耳内血栓)。心エコー図法陽性例は 4 例で、10 例の手術もしくは剖検上、4 例に血栓が確認された。Specificity は血小板シンチ、心エコー図法とも 100% で、sensitivity は血小板シンチで 50%、心エコー図法で 75% であった。血小板シンチ陰性、心エコー図法陽性の 2 例の手術では、1 例では約 5 g の固く器質化した血栓、他の 1 例では左房後壁に血栓付着の痕跡が確認された。4 例に左房内モヤモヤエコーが認

Table 1. Clinical features of patients with myocardial infarction

Case	Clinical features			Diagnosis of thrombi		
	Time from infarct to platelet study	ECG infarct location	Aneurysm	Platelet imaging	Echocardiography	
					Thrombus	Fuzzy echo
1	12 Mo	BA	+	+	+	+
2	4 Yr	BA	+	+	+	+
3	60 D	AS	+	+	+	
4	18 D	BA	+	+	+	
5	21 D	L			+	
6	9 D	BA			+	
7	66 D	AS	+		+	
8	7 D	AL			+	
9	10 D	AS				
10	30 D	AS				
11	24 Mo	I				
12	2 Yr	AS				
13	26 D	I				
14	24 D	AS				
15	21 D	AS				
16	30 D	BA				
17	6 Yr	BA	+			
18	60 D	BA				
19	47 D	I				
20	4 Yr	AS				
21	80 D	AL				
22	47 D	BA				

D=days; Mo=months; Yr=years; BA=broad anterior; AS=anteroseptal; L=lateral; I=inferior; AL=anterolateral.

められたが、いずれも血小板シンチは陰性であった。

Fig. 1 は心エコー図法では捉えられなかった血栓の増大が、血小板シンチにて明瞭に捉えられ、かつその表面活性が最低 60 日にわたって保たれていた症例である。広汎前壁心筋梗塞で心室瘤を有する 57 歳の男性で、梗塞発症後 18 日目および 80 日目に血小板シンチを施行した。この間、冠動脈バイパス手術を受け、80 日目の検査の段

階では 14 日前よりアスピリン 750 mg/日 を内服中であった。In-111 の投与量は 450 μ Ci, 420 μ Ci とほぼ等しく、データ収集条件も同じであるが、断層心エコー図法では分らない血栓の増大が、血小板シンチでは明瞭に捉えられている。また血栓が器質化するのに要する時間に関しては諸説があるが、この症例は少なくとも 60 日以上にわたり、抗血小板剤の投与にもかかわらず、活性が保たれ、増大したものと考えられる。

2. 動脈系血栓

急性動脈閉塞性疾患 3 例中 2 例、慢性閉塞性動脈硬化症の 7 例中 1 例、動脈瘤 6 例中 5 例が血小板シンチ陽性であった (**Table 3**)。

Fig. 2 は心房細動を有する 66 歳、男性例である。労作中、突然左下腿に激痛を感じ、急性動脈閉塞と診断され、検査の 2 日前よりヘパリン 20,000 単位/日 を投与されていた。症状発現後 6 日目に血小板シンチを施行した。血管造影にて左膝窩動脈の完全閉塞が認められたが、その閉塞部位より上方に血小板の集積を認めた。塞栓源の検索のため全身を scan したが、他に集積部位は認められなかった。Fogarty catheter による血栓除去術を施行し、40 mm の長さの血栓が摘出されたが、血小板シンチ上、集積の認められた部位に血栓は存在しなかった。

Fig. 3 は両側総腸骨動脈に動脈瘤をもつ閉塞性動脈硬化症の 74 歳、男性例である。動脈瘤の部に強い血小板の集積が認められ、手術により同部位に比較的新しい薄い壁在性血栓が確認された。狭窄を示した部分には集積は認められなかった。

Fig. 4 は解離性大動脈瘤(III 型)の 71 歳、男性例である。解離発症後 7 日目に血小板シンチを施行したが、解離の部分には血小板の集積がみられず、以前より存在した大動脈弓部の囊状動脈瘤の部位に高い集積がみられた。手術により同部位の血栓の存在が確認された。

3. 血小板シンチと凝固能 (**Table 4**)

血小板シンチ陽性例と陰性例の間に、血小板機

Table 2. Clinical features of patients with mitral valve disease

Case	Clinical features			Diagnosis of thrombi				
	Diagnosis	Af	Emboli	Platelet imaging	Echocardiography		Angiocardiography	Surgery or autopsy
					Thrombus	Fuzzy echo		
1	Lutembacher syndrome after operation	+	+	+	+		ND	+
2	MS, ASr	+	+	+			ND	+
3	MSr, AR	+			+	+	ND	ND
4	MsR, AsR	+	+			+		
5	MS, AR	+	+		+	+	+	+
6	MS, AR	+			+		+	+
7	MR, AR		+			+		
8	MSr, AR							
9	MSr, AR	+	+					
10	MS	+	+					
11	MSr						ND	ND
12	MR, TR						ND	ND
13	MSr, AR	+	+					

Af=atrial fibrillation; MS=mitral stenosis; MR=mitral regurgitation; AS=aortic stenosis; AR=aortic regurgitation; MSr=mitral stenosis with mild regurgitation; ASr=aortic stenosis with mild regurgitation; ND=not done.

Table 3. Platelet imaging in patients with arterial occlusive disease and aneurysms

Platelet imaging	Arterial occlusive disease		Aneurysm
	Acute	Chronic	
(+)	2	1	5
(-)	1	6	1
Total	3	7	6

能における差異がみられるか否か検討した。血小板数, 出血時間, 凝固時間, 血小板凝集能, 血小板粘着能, ベータ・トリグリセライド, アンチ・トロンビン III, プロトロンビン時間, 部分トロンボプラスチン時間, フィブリノーゲン, フィブリノーゲン分解産物 (FDP) を測定したが, いずれも有意差はみられず, トロンボテストの値にのみ差がみられた ($p < 0.001$)。心エコー図法では血栓が認められたが, 血小板シンチで陰性であった7例 (心筋梗塞4例, 僧帽弁疾患3例)は, トロン

Table 4. Result of thrombotest (%)

Case	Platelet imaging	(+)	(-)
1	100-		26-
2	100	Myocardial infarction	23
3	100		32
4	100-		16-
5	98-	Mitral valve disease	22-
6	100-		15
7	100-		30-
8	100		
9	100		
10	100		
11	90	Vascular disease	
12	100		
13	65		
14	100		
15	100		
16	100-		

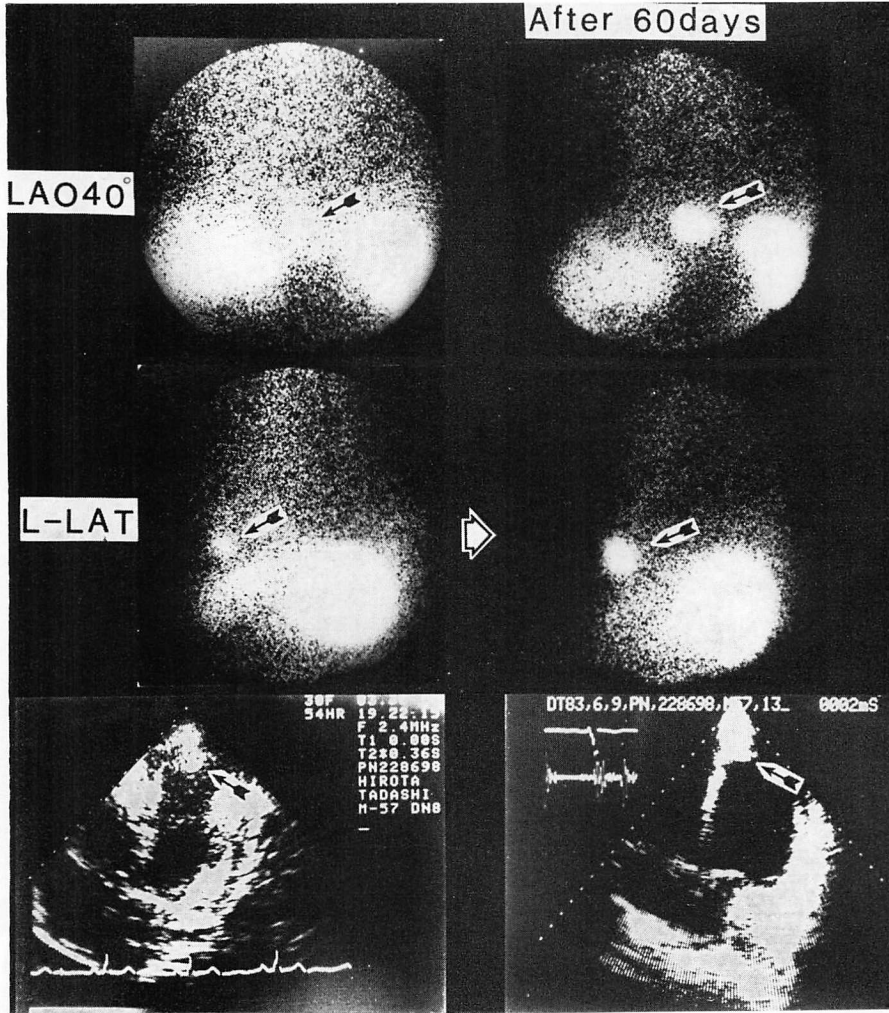


Fig. 1. Scintigrams and two-dimensional echocardiograms in a patient with myocardial infarction.

Platelet imaging reveals an increase in the size of thrombus while echocardiography cannot show it clearly. This thrombus remains still active for at least 60 days.

ボテストの値が 15~32% (平均 23%) という低値であった。一方、血小板シンチ陽性 16 例のトロンボテストは 13 例で 100% であり、他の 3 例は 98%、90%、65% で、全 16 例の平均は 97% であった。

抗凝固療法が血小板シンチの成績に与える影響を prospective にみるため、血小板シンチ陽性例にワーファリンを投与して再検した。Fig. 5 は

心室瘤を有する前壁中隔心筋梗塞例 (48 歳、男性: Case 3) である。初回の血小板シンチで心尖部に集積が認められ、その時点でのトロンボテストの値は 100% であった。抗凝固療法を開始し、トロンボテストが 14% となった 2 週間後の再検では、断層心エコー図では血栓が以前と同様に存在するのにもかかわらず、血小板シンチは陰性化

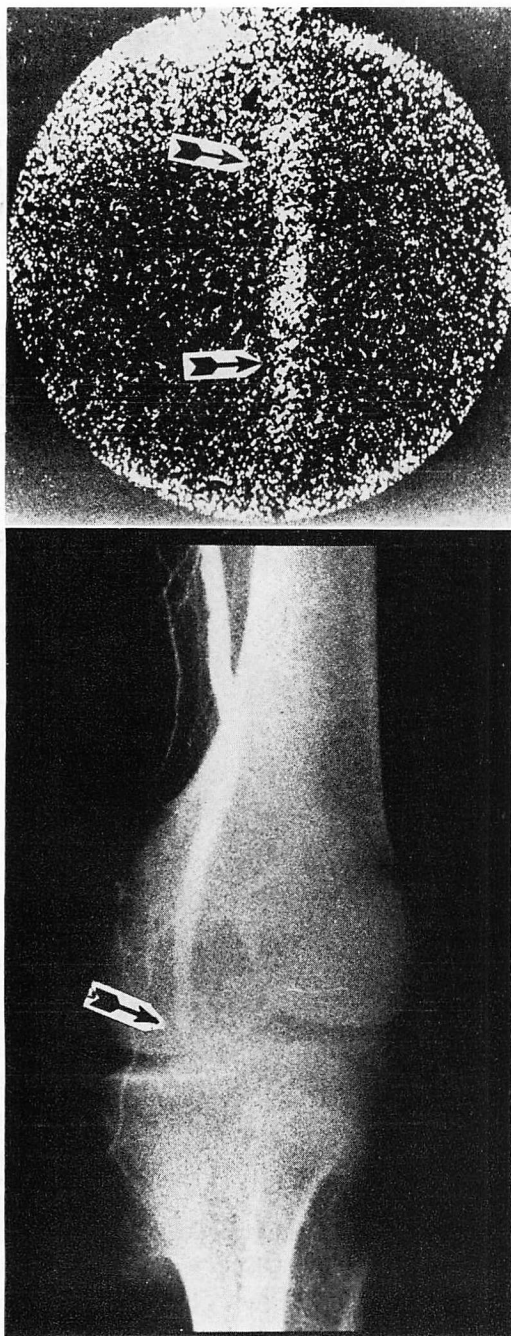


Fig. 2. Scintigram and angiogram in a patient with acute arterial obstruction.

This image is obtained in the anterior view at the sixth day from the onset of disease. It shows platelet deposition at the proximal portion of obstruction.

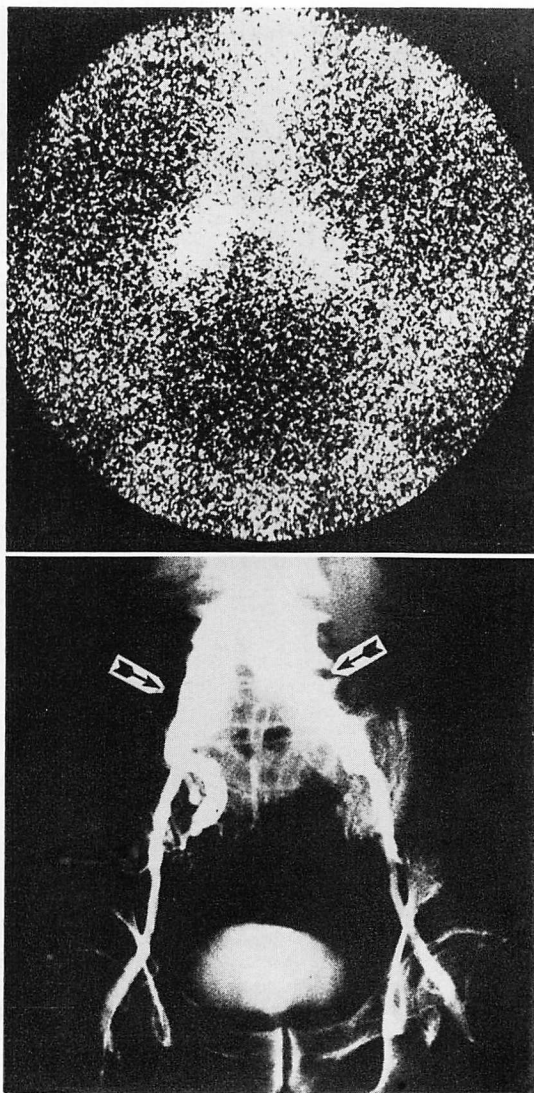


Fig. 3. Scintigram and angiogram in a patient with aneurysms of both common iliac arteries.

On angiography aneurysms seem to have no thrombi, but high activity images are noted at the sites of aneurysms. The surgery revealed mural thrombi within the aneurysms.

した。心エコー図上、血栓はやや縮小し、変化がみられた。

4. 血小板シンチとエミッション CT

左室内血栓で血小板シンチ陽性の3例 (Case 1,

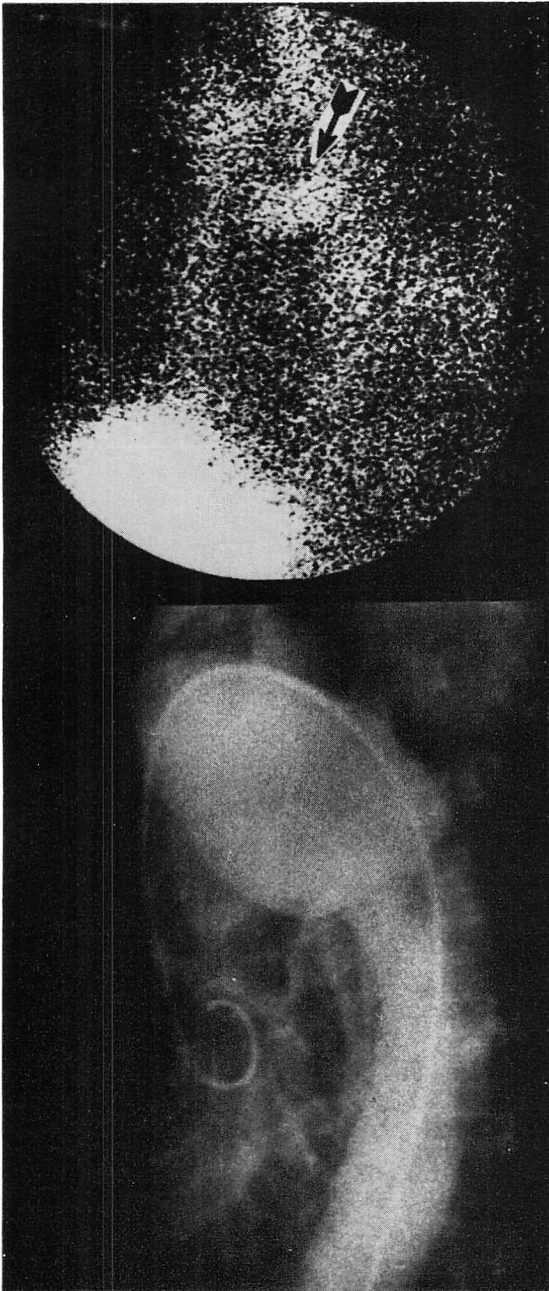


Fig. 4. Scintigram and angiogram in a patient with dissecting and sacral aneurysms.

3, 4) にエミッション CT を施行したところ、明瞭にこの断面像を得ることができた。Fig. 6 は心室瘤を有する広汎前壁心筋梗塞例である(57歳, 男性)。標識血小板注入72時間後の planer image で心尖部に high activity を認めるが, 24時間後の像では心プール像と重なって明らかではない。この時点でエミッション CT を施行したところ, 深さ方向の background が消失し, 明瞭な血栓像を各断面で得ることが可能であった。

考 察

Thakur ら²⁾の報告以来, In-111-oxine による血小板標識に関する報告が相次いでみられ, 血小板寿命測定および血栓の抽出などにおいて, その有用性が確かめられている。特にその血栓検索能に関しては, 実験的, 臨床的にさまざまな疾患に試みられており, 心筋梗塞症^{3,4)}, 僧帽弁疾患⁵⁾をはじめ, 肺梗塞⁶⁾, 動静脈血栓症^{7,8)}, 細菌性心内膜炎⁹⁾, 人工血管¹⁰⁾, 冠動脈血栓¹¹⁾やその bypass graft の血栓¹²⁾に関する報告がみられる。脳梗塞も含めて, 全身性の梗塞症は 80~90% が心臓由来とされており, 特にその心腔内血栓の検索における血小板シンチの役割は重要であると思われる。

左室内血栓の形成機序については, 急性心筋梗塞患者の剖検所見に基づいて種々の説が唱えられているが, 総合的には壁運動に異常がみられるもの, 駆出率が低下して左室内に血液の停滞が生じているものなどに多く認められている。本報告では心筋梗塞群 22 例中心室瘤を有するものは 6 例で, そのうちの 4 例が血小板シンチ陽性例であった。また心室瘤を有しないものの中ではシンチ陽性例はなかった。シンチ陽性 4 例中 3 例に心カテーテル検査を施行したが, 駆出率はそれぞれ 23%, 42%, 55% であり, 血栓のない心筋梗塞例でも, これらよりも低値の駆出率を有する例が多く認められることから, 心機能の低下よりも, 心室瘤の存在が血栓形成に大きな役割りを果たすものと思われる。下壁梗塞例に血栓の合併が少ない

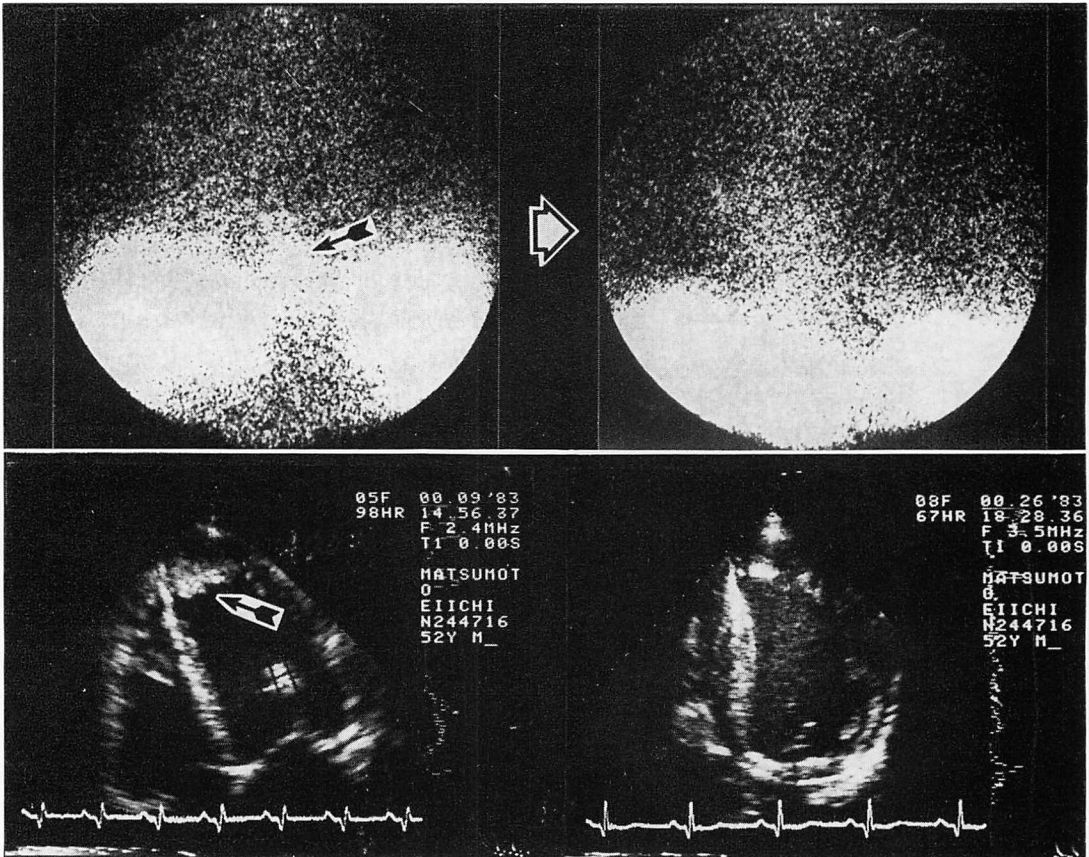


Fig. 5. Scintigrams and two-dimensional echocardiograms in a patient with a thrombus before and after anticoagulant therapy.

As the value of thrombotest lowers, only platelet imaging becomes negative, while this thrombus remains positive by echocardiography.

というのもそれを裏付ける。また4例のうち2例に、心エコー図法でいわゆるモヤモヤエコーが観察された。モヤモヤエコーは血液のうっ滞を示し、これは血栓形成の一つの条件であることから、血栓の activity を反映するシンチ陽性例に出現しやすいのは当然といえる。しかし僧帽弁疾患群の場合、左房内モヤモヤエコーが4例に認められているにもかかわらず、血小板シンチ陽性例は1例もなく、また心エコー図法でモヤモヤエコーと血栓が認められ、手術で確認された症例でも、血小板シンチ陰性の場合があった。モヤモヤエコーの成因自体に関してはいまだ明確な結論はな

く、モヤモヤエコーの出現度と血小板シンチの成績との相関に関しては、今後、症例を重ね検討しなければならない。

一般に左房内血栓は 29~68% の頻度で梗塞症をおこすとされている^{13,14)}。血小板シンチ陽性例と梗塞例との間に強い相関があれば、この方法は臨床的に非常に有力な検査となるが、過去の報告に関する限り、その相関はいまだに不明である。今回の結果では僧帽弁疾患群 13 例中 8 例が梗塞症の既往を有していたが、検査以後、2 ヶ月の間に梗塞症状をおこしたものは陽性にてた 2 例のみであった。しかしながら症例も少なく、これは今

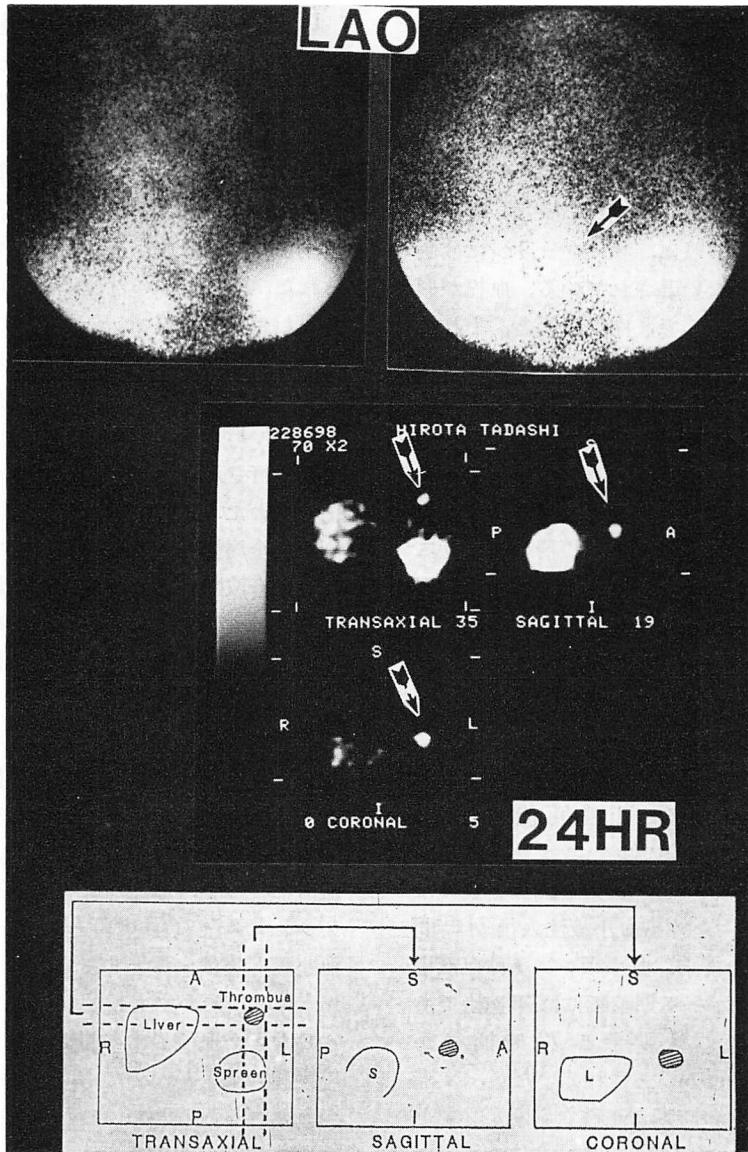


Fig. 6. Planar and emission CT images in a patient with a thrombus.

Twenty-four hour planar image shows vague platelet deposition, while emission CT images can represent high activity at the same time. On planar image, platelet deposition increases in relation to the background overtime.

後の検討課題である。

血小板シンチ陽性例と陰性例の間で、血小板機能検査、凝固機能検査において有意の差が認められたのは、トロンボテストのみであった。血小板

シンチを用いて抗血小板剤の効果をみた報告には、in vitro, in vivo とも、いくつかのものがある^{5,15,16}。また Fedullo ら¹⁷はヘパリンの血栓形成に及ぼす影響について実験報告をしているが、

ワーファリンの治療効果の指標であるトロンボテストと、血小板シンチとの相関について言及した報告はいまだみられない。過去に遡ってみた場合だけでなく、心エコー図法で依然存在し続ける血栓が、拡張固療法により、シンチ上陰性化した例も3例経験している(心筋梗塞群 Case 3, 4, 僧帽弁疾患群 Case 2)。一般に、ワーファリンには血小板機能抑制効果はないとされている。血栓が形成される最初の過程として、内皮障害と、それに引き続く血小板の粘着凝集が重要な役割を果たすが、血栓が発育するためには、凝固因子が活性化され、トロンビンが形成されることが不可欠である。そして血栓は発育しながら、動脈血流のためにたえず形成と崩壊を繰り返し、壁に血栓が大きくなると、フィブリン層と血小板層とが交互に重なった層状構造を示すようになる。そこで凝固因子の活性化がワーファリンにより阻害されると、血栓への血小板のとりこみがおこらなくなり、シンチ上陰性化するものと考えられる。

エミッション CT は得られた情報をコンピューターにより再構築し、従来の2次元的な映像を3次元画像として評価することを可能とした。In-111-oxine による血栓の像をエミッション CT で捉えた報告はいまだみられない。我々はエミッション CT を標識血小板注入後24時間の時点で施行した。従来、血小板シンチは血液中の背景雑音が高いため早期診断には不适当であり、十分に背景雑音の減少する72時間後が optimum time window とされていたが、実際の臨床では、より早い時期に正確な診断が必要とされる。エミッション CT で心臓全体をカバーするに足る大きさの任意の断面を再構成すると、深さ方向の雑音が除去され、24時間後の画像でも high activity の部分が明瞭に示された。我々は3例の陽性例を含む8例に24時間後に本法を施行し、72時間後の判定と較べて、その accuracy は100%であった。データ収集の時間が長くなるなどの問題もあるが、エミッション CT は血小板シンチの早期診断に有用な方法と思われる。

Davis ら⁸⁾は、鞍状血栓で血栓除去術を施行した患者に、3日後、血小板シンチを施行したところ、右大腿動脈に high activity を示す spot が検出され、しかもその後右下腿の閉塞症状が出現した例を報告している。我々の経験した急性動脈閉塞の2症例は、Davis の報告と異なり、閉塞部位より上方に血小板が集積している所見が認められた。そしてその部位には、血管造影上、血栓を思わせる壁不整などは認められず、1例は Fogarty catheter による血栓除去術を施行しても、血小板集積部位に血栓は認められなかった。2例とも1ヵ月後に再検査しているが、拡張固療法も施行されており、ともに血小板シンチは陰性化していた。動脈瘤の症例では、6例中5例に、瘤内に全周性に血小板が集積している所見がみられ、超音波断層法で観察された最も多い壁在血栓の型¹⁸⁾と一致しているが、手術を施行した3例のうち、1例は動脈硬化のみで血栓は存在しなかった。

血栓形成の初期段階として血小板粘着がおこるには、血管内皮細胞の障害が前提とされているが、Mustard らは種々の分岐を有するプラスチック管の体外循環を豚に装着し、渦流部における血流によって、赤血球障害の結果放出されたアデノシン2リン酸(ADP)と渦流そのものによって、血小板が集積するとしている。このような現象は in vivo においても起こりうると推定され、閉塞や瘤など、血流異常の起こる部位では、たとえ血管内膜の障害がなくても、血小板が集積しうると考えられる。しかし、これが血栓に発達していくか否かは別の問題である。

また我々は血小板シンチ陽性例の心筋梗塞を再検したところ、血栓の増大が認められた例(Case 2)、自然消滅した例(Case 1)を経験している。これらの結果は臨床的に重要な意味を持ついくつかの問題を提起する。すなわち、血小板の集積が以後どのように発展し、血栓となるのはどれ位の割合なのか、また血栓が存在した場合、血小板を巻き込んでいる例とそうでない例とは運命が違う

文 献

のか、単なるステージの違いなのか、などという問題である。これらは、今後、血小板シンチを用いて、臨床的にも実験的にも解決していかなければならないものと思われる。

要 約

In-111-oxine 標識血小板シンチグラフィを心腔内および動脈系の血栓検索に用い、以下の結果を得た。

1. 心筋梗塞症 22 例 (心室瘤 6 例を含む) に施行し、4 例の陽性例を得た。全例心室瘤を有し、心エコー図法でも血栓の存在が確認されていた。2 例にはいわゆるモヤモヤエコーを認めた。
2. 僧帽弁疾患群 13 例に施行し、陽性例は 2 例であった。左房内モヤモヤエコーを 4 例に認めたが、それらは血小板シンチでは認められない陰性例であった。陽性の 2 例は検査以後に梗塞症状をおこした。
3. 急性動脈閉塞症 3 例中 2 例が陽性で、閉塞部位より上方に血小板の集積を認めた。1 例では血栓除去術を施行したが、血小板の集積部位に血栓は認められなかった。1 ヶ月後の再検では両例とも陰性化していた。
4. 動脈瘤の症例は 6 例中 5 例が瘤内に血小板の集積を認めた。手術を施行した 3 例のうち 1 例は動脈硬化のみで、血栓は認められなかった。
5. 慢性閉塞性動脈硬化症では 7 例中 1 例のみ陽性であった。
6. 血小板シンチ陽性例と陰性例のあいだで血小板機能、凝固能を比較したところ、トロンボテストの値にのみ有意の差がみられた ($97 \pm 9\%$ 対 $23 \pm 7\%$, $p < 0.001$)。又、陽性 3 例に抗凝固療法を施行後再検したところ、全例陰性化した。
7. Planar image では陽性と判定し難い標識血小板注入後、24 時間の時点で、エミッション CT を 8 例に施行し、陽性の 3 例に明瞭な断層像を得た。エミッション CT は血栓の早期診断に有用であると考えられた。

- 1) Yui T, Uchida T, Matsuda S, Muroi S, Tanaka T, Saito M, Kariyone S: Basic study of platelet labeling with In-111-oxine. *Jpn J Nucl Med* **18**: 463-472, 1981 (in Japanese)
- 2) Thakur ML, Welch MJ, Joist JH, Coleman RE: Indium-111 labeled platelets: Studies on preparation and evaluation of in vitro and in vivo functions. *Thromb Res* **9**: 345-357, 1976
- 3) Ezekowitz MD, Leonard JC, Smith EO, Allen EW, Taylor FB: Identification of left ventricular thrombi in man using indium-111-labeled autologous platelets: A preliminary report. *Circulation* **63**: 803-810, 1981
- 4) Stratton JR, Ritchie JL, Hamilton GW, Hammermeister KE, Harker LA: Left ventricular thrombi: in vivo detection by indium-111 platelet imaging and two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* **47**: 874-881, 1981
- 5) Yui T, Uchida T, Matsuda S, Muroi S, Sato M, Kijima M, Ebitani S, Iwaya F, Hoshino S: Detection of intracardiac thrombi by scintiphography with In-111-labeled autologous platelets. *Kokyu to Junkan* **30**: 401-410, 1982 (in Japanese)
- 6) Ezekowitz MD, Eichner ER, Scatterday R, Elkins RC: Diagnosis of a persistent pulmonary embolus by indium-111 platelet scintigraphy with angiographic and tissue confirmation. *Am J Cardiol* **72**: 839-842, 1982
- 7) Goodwin DA, Bushberg JT, Dohertz PW, Lipton MJ, Conley FK, Diamanti CI, Meares CF: Indium-111-labeled autologous platelets for location of vascular thrombi in humans. *J Nucl Med* **19**: 626-634, 1978
- 8) Davis HH, Siegel BA, Welch MJ: Scintigraphic detection of an arterial thrombus with In-111-labeled autologous platelets. *J Nucl Med* **21**: 548-549, 1980
- 9) Riba AL, Thakur ML, Gottschalk A, Andriole VT, Zaret BL: imaging experimental infective endocarditis with indium-111 labeled blood cellular components. *Circulation* **59**: 336-342, 1979
- 10) Stratton JR, Thiele BL, Ritchie JL: Platelet deposition on dacron aortic bifurcation grafts in man: Quantitation with indium-111 platelet imaging. *Circulation* **66**: 1287-1293, 1982
- 11) Riba AL, Thakur ML, Gottschalk A, Zaret BL: Imaging experimental coronary artery thrombosis with indium-111 platelets. *Circulation* **60**: 767-775, 1979
- 12) Fuster V, Dewanjee MK, Kaye MP, Josa M,

- Metke MP, Chesebro JH: Noninvasive radioisotopic technique for detection of platelet deposition in coronary artery bypass grafts in dogs and its reduction with platelet inhibitors. *Circulation* **60**: 1508-1512, 1979
- 13) Parker BM, Friedenberg MJ, Templeton AW, Burford TH: Preoperative angiocardigraphic diagnosis of left atrial thrombi in mitral stenosis. *N Engl J Med* **273**: 136-140, 1965
- 14) Lewis KB, Criley JM, Ross RS: Detection of left atrial thrombus by cineangiocardigraphy. *Am Heart J* **70**: 612-619, 1965
- 15) Pumphery CW, Fuster V, Dewanjee MK, Chesebro JH, Vlietstra RE, Kaye MP: Comparison of the antithrombotic action of calcium antagonist drugs with dipyridamole in dogs. *Am J Cardiol* **51**: 591-595, 1983
- 16) Ritchie JL, Stratton JR, Thiele BL, Hamilton GW, Warrick AN, Huarry TW, Harker LA: Indium-111 platelet imaging for detection of platelet deposition in abdominal aneurysms and prosthetic arterial grafts. *Am J Cardiol* **47**: 882-889, 1981
- 17) Fedullo PF, Moser KM, Moser KS, Konopka R, Hartman MT: Indium-111-labeled platelets: Effect of heparin on uptake by venous thrombi and relationship to the activated partial thromboplastin time. *Circulation* **66**: 632-637, 1982
- 18) Muraki N: Ultrasonic studies of the abdominal aorta with special reference to hemodynamic considerations on thrombus formation in the abdominal aortic aneurysm. *J Jpn Coll Angiol* **23**: 401-413, 1983 (in Japanese)