

《原 著》

虚血性心疾患における thallium-201 心筋シンチグラフィー

—— 体表計測による thallium-201 の経時的変化ならびに心筋血流量測定に関する検討 ——

大和田憲司* 東原 康文* 阿部 裕光* 小野 和男*
 蛭谷 勸* 室井 秀一* 松田 信* 池田 精宏*
 待井 一男* 内田 立身* 木田 利之** 刈米 重夫*

要旨 陈旧性心筋梗塞 34 例, 狭心症 13 例にタリウム 201 心筋シンチグラフィーを行ない, 心筋血流量 MBF/CO (%) と MBF (ml/min/m²) を算出し, 検討した. 6 例については, 各臓器での放射能集積の変化を観察した. 1) タリウム-201 の体表計測では, 5 分から 50 分後まで, 心, 肺, 肝, 腎において, ほぼ一定の放射能集積を示したが, 心不全例では, 血液中の放能能クリアランスが遅延し, 肺での放射能が多かった. 2) MBF/CO (%) は, 対照群で $3.49 \pm 0.45\%$, 心筋梗塞群で $2.84 \pm 0.47\%$, 狭心症群で $3.00 \pm 0.37\%$ で, 後者の 2 群で有意に低値を示した. 3) MBF (ml/min/m²) は対照群では 100.4 ± 12.7 ml/min/m², 心筋梗塞群では 80.5 ± 21.1 , 狭心症群では 77.3 ± 15.4 と, 後者の 2 群で低値を示し, CPK 高値の心筋梗塞例では MBF が有意に減少した. 以上より, MBF は心筋梗塞や狭心症例において, 心筋血流の減少度合を反映すると結論した.

I. 緒 言

虚血性心疾患の予後判定や手術の適応決定は, 左室造影や冠動脈造影のような観血的検査法により行なわれているのが現状である. しかし, これらの検査法は優れてはいるが, 侵襲的であるために被検者の一般状態や年齢により適応の限界がある. 近年, 核医学的検査法の進歩により, 非観血的に虚血部位の診断だけでなく, 画像解析も可能となった. 心筋シンチグラフィーに最適の RI としては, タリウム-201 やテクネチウム-99m ピロリン酸などがあり, 患者の病態に関係なく, 簡単にできる検査法として著者らも広く利用してきた.

今回, 生体内において, カリウム類似の行動を

とり, 虚血部位を陰性像 cold area として描出する thallium-201 を用いて, 心筋梗塞や狭心症症例に, 心筋シンチグラフィーを行ない, 心筋血流量 myocardial blood flow を MBF/CO (%), MBF (ml/min/m²) として求め, その臨床的意義について検討した. 6 例については, thallium-201 の心, 肺, 肝, 腎での放射能集積の変化をも観察した.

II. 対 象

対象は, 1976年12月より1979年6月までに福島県立医科大学第1内科に入院ないしは外来通院の58症例である. 内訳は心筋梗塞34例, 狭心症13例, そのほか11例で, 男性は46例, 女性は12例である. 年齢は31~76歳で, 平均57歳である. 心筋梗塞は発症時に明らかな前胸部痛を有し, 同時に ECG で特徴的な変化が出現し, 血清酵素値 (CPK, GOT, LDH) の上昇を示した症例を, 狭心症は胸痛発作時に ST-T の変化を示したか, もしくはマスターの二階段負荷試験で陽性と判定した症例を用いた. その他の症例は, 心筋梗塞や狭心症を有

* 福島県立医科大学第1内科

** 福島県立医科大学放射線科

受付: 55年5月2日

最終稿受付: 55年5月2日

別刷請求先: 福島市杉妻町4-45 (☎960)

福島県立医科大学第1内科

大和田 憲 司

しない，軽症の弁膜疾患や不整脈例で，対照群として用いた。

III. 実験方法

1. 体表面計測による thallium-201 の経時的变化

対照群 5 例を用いて，thallium-201 の放射能集積の変化を経時的に観察し，加えて心不全を有する例との比較をした。装置は東芝製 GCA-202 型ガンマカメラを用い，thallium-201 シンチグラムの撮像を行ない，同時に磁気ディスクに収録した。方法は患者を背臥位とし，胸部から腹部にかけてガンマカメラを設置して，2mCi の thallium-201 を肘静脈より急速に注入し，その直後からの放射能集積分布を，1 分ごとに 10 分間，さらに 30 分，50 分後にディスクへ 64×64 のマトリックスとして分割収録した。検査終了後に心・肺・肝・腎の各

部位に関心領域(ROI)を設定し，各臓器における放射能の経時的变化をみた。また，2 症例については，血中クリアランスをみるために，thallium-201 投与後 1 分，5 分，10 分，30 分，50 分に採血し，血液中の放射能の測定を行なった。

2. 心筋血流量の測定

全例について thallium-201 心筋シンチグラフィを行ない，その正面像を用いて心筋血流量の測定を行なった。また，そのうち 45 例については色素稀釈法により心拍出量の測定を行なった。方法は，患者を背臥位にして，胸郭全体が十分にガンマカメラ内に入るように設定し，Fig. 1 の上段に示すごとく，thallium-201 静脈内投与直後より，1 秒ごとに 30 秒間ディスクに収録し，その maximum count を in vivo における total injected dose とした。次いで，下段に示すごとく，5 分後の正

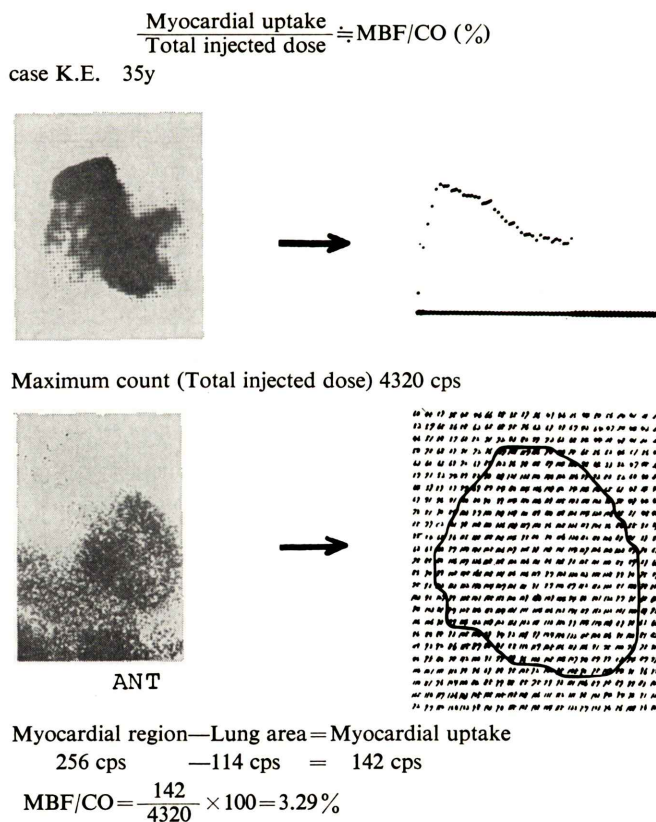


Fig. 1 Calculation of Myocardial Blood Flow/Cardiac Output ratio (MBF/CO).

面像の心筋シンチグラムより、心筋の最大カウント部位の55%以上を示す領域をmyocardial regionとして求め、バックグラウンドとして同じ面積のlung area（上縦隔部）のカウント数を減じて、これをmyocardial uptakeとした。このようにして、総投与量（total injected dose）に対する心筋摂取量（myocardial uptake）の比を算出し、心筋血流量/心拍出量比 MBF/CO（%）を求めた。さらに、色素稀釈法により求めた心拍出量を乗じて、実測値としての心筋血流量 MBF (ml/min/m²) を算出した。

IV. 実験成績

1. 体表面計測による thallium-201 の経時的变化

対照群 5 例における thallium-201 投与直後から 50 分後までの各臓器の経時的变化を Fig. 2 に示した。心・肺・肝・腎の各臓器部位に関心領域を設定し、1 matrix 当たりの平均カウント数を縦軸に、時間を横軸に示した。上段は心・肺での変化をみたもので、myocardial region (A) では、心腔内の放射能減少に相当して急速に減じ、3～4 分後よりほぼ一定となり、50 分後まで続いた。lung (B) では、同様に最初に急速に減少し、5 分後よりほぼ一定となった。myocardial region (A) での放射能は、左室心筋の他に心腔や肺の一部を含んでいるので、肺（上縦隔部）での放射能 lung (B) を減じて、左室心筋の放射能集積を myocardium (A-B) としてプロットすると、黒丸で示したように左室心筋の放射能は 1 分後より徐々に増加し、5 分後より 50 分後までほぼ一定となった。

下段は肝・腎における体表面計測で、静脈内投与直後より徐々に増加し、7 分後よりほぼ一定となり 50 分後まで続いた。

以上より、心・肺・肝・腎共に 5～7 分後より 50 分後までは、ほぼ一定の放射能集積を認めた。

一方、心不全を有する症例では、肺での放射能集積が多く、明瞭な心筋シンチグラムを得られない場合が多い。そこで、心不全を有しない軽症の僧帽弁閉鎖不全症例と、慢性心不全を有する陳旧性心筋梗塞症例との比較をした。Fig. 3 は心不全

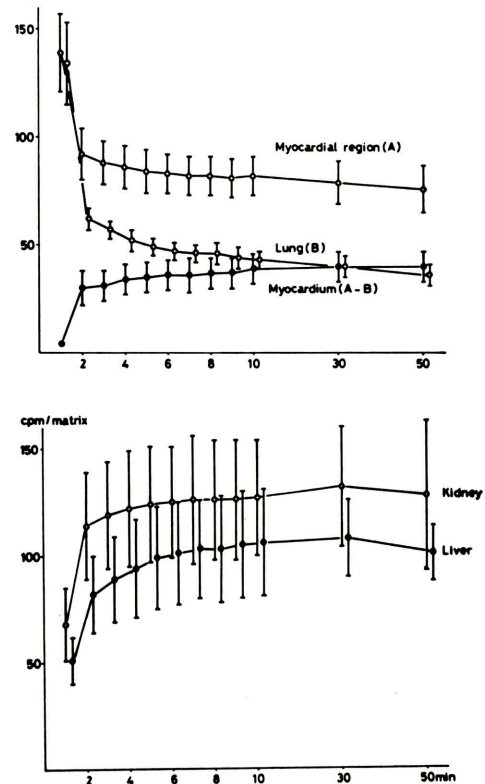


Fig. 2 Changes of thallium-201 activity in various organs in normal cases.

例の thallium-201 心筋シンチグラム像で、心尖部から下壁にかけて cold area を認め、右心自由壁の描出があり、肺の放射能集積が多い。これらの 2 症例における thallium-201 の血中クリアランスの結果を Fig. 4 に示した。静脈内投与 1 分後の血液中の放射能カウントを 100% とすると、心不全を有しない例では、5 分後で 26% と急激に減少し、10 分以後では 5～10% であった。それに比し、心不全例では、5 分後で 56%、10 分後でも 40% と高値を示した。同様に、心・肺における変化の比較を Fig. 5 に示した。上段は心不全のない例で、肺の放射能は心でのその 50% ぐらいであり、肺と上縦隔部に分けて比較しても、両者はほぼ一定の傾向を示した。下段は心不全例で、上縦隔部では、3 分後から心とほぼ平行に漸減するが、肺では、直後より 30 分後まで高値を示した。

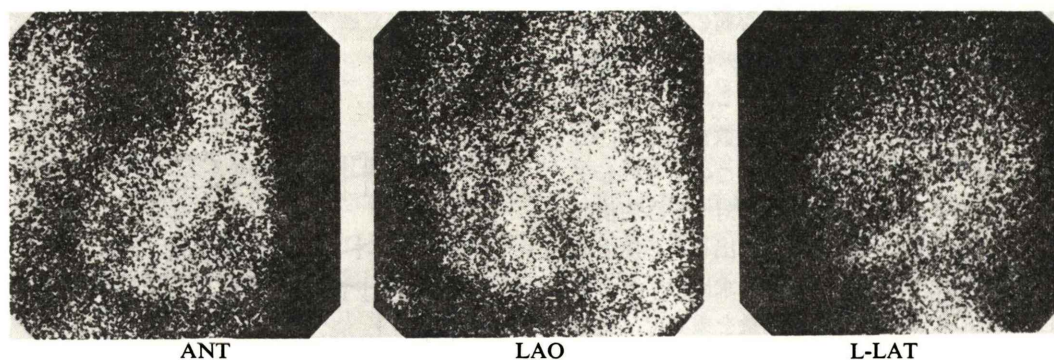


Fig. 3 Thallium-201 myocardial scintiphotogram in a case with myocardial infarction (case B.K.)

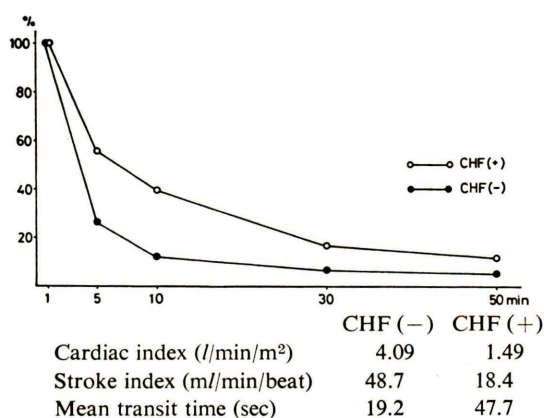


Fig. 4 Blood clearance of thallium-201 in the patients with or without congestive heart failure.

以上のことから、心不全のない症例においては、thallium-201 投与後5～50分の間は心・肺・肝・腎の各臓器における放射能集積は、ほぼ一定であったが、心不全例においては、血中クリアランスが遅延するため、肺での放射能集積が長く続いた。従って、心筋血流量測定には、バックグラウンドとしては上縦隔部が適し、また、心筋の画像解析には30分以後の撮像が適当であった。

2. 心筋血流量の測定

心筋血流量 MBF/CO (%), MBF (ml/min/m²) の結果を Table 1 に示した。対照群 11 例では、MBF/CO (%) は $3.49 \pm 0.45\%$ 、MBF は 100.4 ± 12.7 ml/min/m² であった。心筋梗塞群、狭心症群および対照群における MBF/CO (%) の比較を

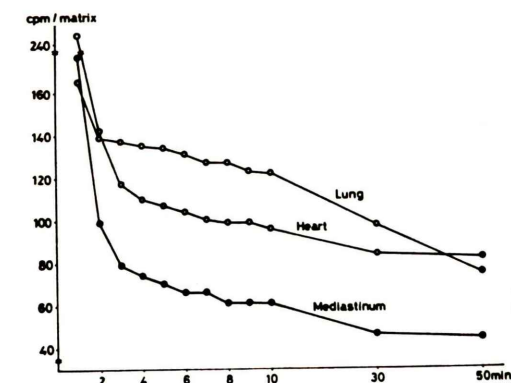
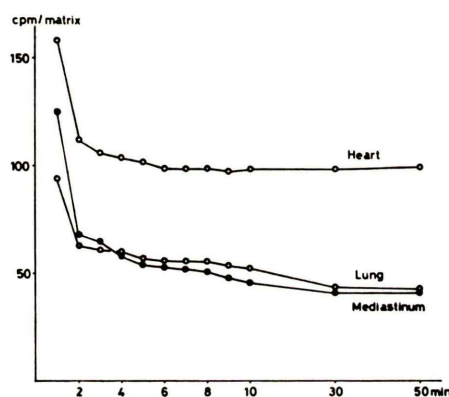
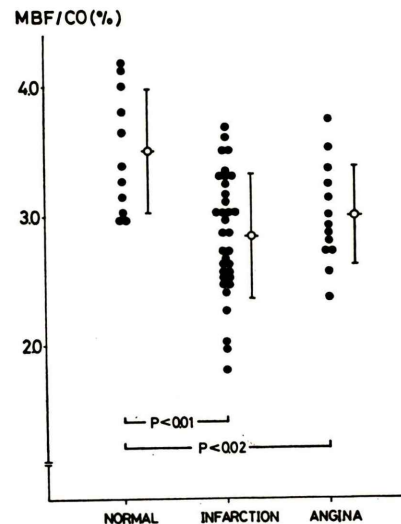


Fig. 5 Comparison of thallium-201 activities in the organs in the cases of normal control and congestive heart failure.

Fig. 6 に示した。対照群では $2.94 \sim 4.17\%$ に分布し、平均は $3.49 \pm 0.45\%$ であった。心筋梗塞群では $1.79 \sim 3.68\%$ に分布し、平均は $2.84 \pm 0.47\%$ で

Table 1 Myocardial Blood Flow/Cardiac Output ratio (MBF/CO), Cardiac Index (CI) and Myocardial Blood Flow (MBF) in all cases.

		MBF/CO (%)	CI (l/min/m ²)	MBF (ml/min/m ²)
Myocardial infarction				
1.	N.K.	1.79	4.20	75.2
2.	S.S.	1.97	2.23	43.9
3.	H.T.	2.27	3.71	84.2
4.	T.H.	2.47	3.94	97.3
5.	Y.S.	2.51	2.63	66.0
6.	J.N.	2.52	4.48	112.9
7.	T.T.	2.56	3.66	93.7
8.	N.K.	2.57	4.26	109.5
9.	H.N.	2.60	3.67	95.4
10.	T.F.	2.62	2.78	72.8
11.	S.K.	2.67	1.72	45.9
12.	K.F.	2.70	2.92	78.8
13.	M.S.	2.72	1.66	45.2
14.	B.K.	2.86	1.50	42.9
15.	I.T.	2.86	2.72	77.8
16.	E.O.	3.02	2.49	75.2
17.	W.N.	3.04	3.14	95.5
18.	T.W.	3.15	2.87	90.4
19.	K.K.	3.24	3.32	107.6
20.	S.T.	3.28	2.09	68.6
21.	H.M.	3.29	2.85	93.8
22.	K.E.	3.29	2.21	72.7
23.	R.K.	3.51	3.31	116.2
24.	S.K.	3.61	2.38	85.9
25.	K.F.	3.68	1.76	64.8
26.	A.S.	2.00		
27.	K.K.	2.39		
28.	M.A.	2.47		
29.	H.Y.	2.97		
30.	R.M.	3.02		
31.	Y.K.	3.06		
32.	T.Y.	3.10		
33.	M.K.	3.34		
34.	N.S.	3.51		
Angina pectoris				
1.	K.S.	2.36	2.73	64.4
2.	T.S.	2.57	3.45	88.7
3.	A.T.	2.75	3.49	96.0
4.	S.S.	2.86	2.04	58.3
5.	Y.K.	2.92	3.48	101.6
6.	M.W.	3.01	2.05	61.7
7.	S.S.	3.23	2.94	95.0
8.	T.S.	3.35	2.73	68.0
9.	T.I.	3.52	2.02	71.1
10.	M.A.	3.74	1.82	68.1
11.	K.S.	2.70		
12.	Y.K.	2.80		
13.	K.S.	3.13		
Control group				
11 cases		3.49±0.45	2.96±0.21	100.4±12.7

**Fig. 6** MBF/CO (%) in normal control, myocardial infarction and angina pectoris.

あった。症例 1, 2, 26 の 3 例は 2.0% 以下であったが、逆に、症例 23, 24, 25, 34 の 4 例は 3.5% 以上であった。狭心症群では 2.36~3.74% に分布し、平均は $3.00 \pm 0.37\%$ であった。心筋梗塞群と狭心症群との間には有意差はみられなかったが、対照群との間には、おのおの 1% および 2% 以下の危険率で有意差がみられた。発症 3 か月以内に thallium-201 シンチグラフィーを行ない得た心筋梗塞 16 例について、発症時の血清 CPK, GOT, LDH 値と MBF/CO (%) とを比較し、Fig. 7 に示した。血清酵素値の上昇と MBF/CO (%) との間には有意差はみられなかった。

色素稀釈法より測定した心拍出量は Table 1 に示したように、対照群では 2.63~3.31 l/min/m² に分布し、平均は 2.96 ± 0.21 l/min/m² であった。25 例に行なった心筋梗塞群では 1.50~4.48 に分布し、低心拍出量の例が多かったが、症例 1, 4, 6, 8 のように 3.9 l/min/m² 以上の例もみられた。狭心症 10 例では、1.82~3.49 に分布し、症例 4, 6, 9, 10 では低値であった。

以上のことから、MBF/CO (%) が 2.5% 以下であっても、Cardiac index が 4.0 l/min/m² 以上の症例もあり、逆に、MBF/CO (%) が 3.5% 以上

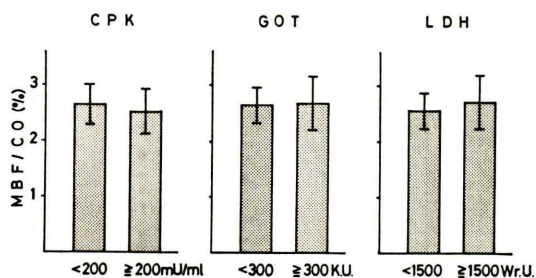


Fig. 7 Comparison of MBF/CO (%) and CPK, GOT or LDH values in the cases with myocardial infarction within 3 months after onset.

であっても、 2.5 l/min/m^2 以下の症例もみられることから、心筋血流量の評価には、心拍出量に対する心筋血流量のパーセントをみるだけでなく、心拍出量そのものも無視できず、実測値としての心筋血流量 MBF を算出する必要があると考えた。

そこで、MBF/CO (%) に Cardiac index (l/min/m^2) を乗じて心筋血流量 MBF (ml/min/m^2) を求めた。対照群10例、心筋梗塞25例、狭心症10例の計45例の結果を Table 1 および Fig. 8 に示した。対照群では $85.8 \sim 122.3$ に分布し、平均は $100.4 \pm 12.7 \text{ ml/min/m}^2$ であった。心筋梗塞群では $42.9 \sim 116.2$ に分布し、平均は $80.5 \pm 21.1 \text{ ml/min/m}^2$ であった。MBF が $40 \sim 45$ と低値の症例2, 11, 13, 14は、いずれも広範囲な梗塞巣を有する症例であった。逆に、症例4, 6, 7, 8, 9においては、MBF/CO (%) は $2.47 \sim 2.60\%$ と低値だが、MBF は $93.7 \sim 112.9$ と高値を示し、かつ4例では梗塞巣も小さかった。狭心症群では $58.3 \sim 101.6$ に分布し、平均は $77.3 \pm 15.4 \text{ ml/min/m}^2$ あったが、MBF 70 ml/min/m^2 以下の低値群と 85 ml/min/m^2 以上の正常値群に分かれた。

MBF も MBF/CO (%) の結果と同様に心筋梗塞群と狭心症群との間に有意差はなかったが、後者でやや低値を示した。対照群との間にはおのおの1.0% 以下の危険率で有意差があった。また、前述した発症3か月以内の心筋梗塞例について、血清酵素値との比較をすると、Fig. 9 のように CPK 200 mU/ml 以上の群において、有意に心筋血流量 MBF の減少がみられ、GOT, LDH 高値

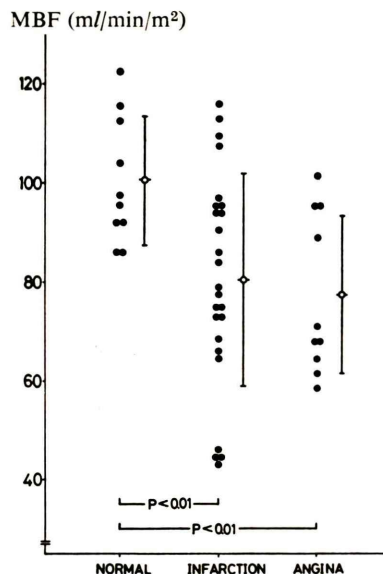


Fig. 8 Myocardial blood flow in normal control, myocardial infarction and angina pectoris.

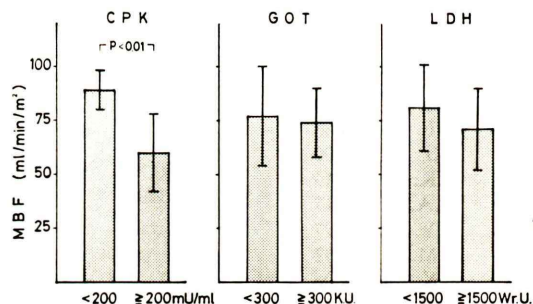


Fig. 9 Comparison of Myocardial blood flow and CPK, GOT or LDH values in the cases with myocardial infarction within 3 months after onset.

群にても低値の傾向があった。

以上より、心筋梗塞や狭心症例では、正常例に比し、MBF/CO (%) および MBF (ml/min/m^2) が有意に低値を示した。さらに、実測値として測定した心筋血流量 MBF (ml/min/m^2) の方が、CPK 高値で、梗塞巣の大なる心筋梗塞症例において、より心筋血流の減少をみたので、心筋梗塞や狭心症例では、MBF は心筋血流の減少度合を反映することを示した。

V. 考 案

thallium-201 は1970年に Kawana ら¹⁾が、カリウムと生物学的に類似していると報告、1974年には Lebowitz ら^{2,3)} がヤギで鮮明な心筋シンチグラムを得たと報告して以来、注目されるようになった。thallium-201 は ^{43}K , ^{81}Rb などよりも、心筋への放射能集積が多く⁴⁾, X線 (80 KeV), γ 線 (167 KeV) のエネルギーも低く、半減期も73時間と比較的長いことから、それ以後、虚血性心疾患に広く利用されてきた^{5,6)}。しかし、従来の研究では、心筋梗塞での虚血部位の定性的診断や狭心症における運動負荷前後の比較にとどまるものが多く、定量的に評価することが必要となってきた。一つは、梗塞巣の大きさ (infarct size) を測定する方法で、1977年に Wackers ら⁷⁾の報告があり、著者ら⁸⁾も報告してきた。もう一つは心筋血流量 (MBF/CO) を測定する方法で、石井ら⁹⁾の報告があり、著者らも今回検討を加えた。

1. 体表面計測による thallium-201 の経時的变化

thallium-201 は、心筋へ効率よく取りこまれるとともに、血中から急速に消失し³⁾, ^{43}K および ^{81}Rb と比較して、心筋への放射能集積が高く、肝への集積が低い⁴⁾ という特徴をもっている。著者らの正常例における体表面計測による変化では、心・肺においては、静脈内投与直後は高い放射能集積を示すが、3分後よりほぼ一定となり、肝・腎においても、投与直後より増加し5分後からほぼ一定となった。10～30分後の放射能集積は腎・肝・心・肺の順で、分校ら¹⁰⁾, 鈴木ら¹¹⁾の結果と一致し、かつ Strauss ら⁴⁾のマウスの実験結果と同様の傾向を示した。血中クリアランスについても、静注1分後の値を100%とすると、5分後にはすでに26%となり、Bradley-Moore ら³⁾と同様の結果であった。しかし、心不全例については、正常例に比し、血中クリアランスが遅延し、肺の放射能集積も多く、30分後まで減少が続いた。バックグラウンドと心筋放射能との関係には、撮像時間による差というのが問題となるが、上縦隔部の放射能は、3分以後の心における減少度と、ほ

ぼ平行して減少するので、両者の関係を利用することにより、心不全例においても画像解析が可能となった。

2. 心筋血流量について

^{42}K や ^{86}Rb などが静脈内投与後、心拍出量の末梢血流分布に従い、各臓器に摂取されるということは、Sapirstein¹²⁾により報告され、インディケータ・フラクショネーションの原理として心筋血流測定に応用されてきた。臨床的には、 ^{42}K , ^{86}Rb などが最初に用いられ^{13,14)}, その後 thallium-201 の使用により⁹⁾, 非侵襲的に心筋血流量の測定ができるようになった。

著者らの結果では、正常例で心筋血流量 MBF/CO (%) は $3.49 \pm 0.45\%$ であった。石井ら⁹⁾は、 $4.0 \pm 0.5\%$ と報告しており、やや高値を示すが、これは静注3分後と早い時間での測定と、心筋領域の設定による相違も加味していると思われた。 ^{84}Rb により求めた Knoebel ら¹⁵⁾の成績では、MBF/CO (%) は $5.2 \pm 1.6\%$, MBF は $269 \pm 61 \text{ ml/min}$, Mymin ら¹⁶⁾の同様の方法では、MBF は $380 \pm 81 \text{ ml/min}$ と thallium-201 による結果よりも高値を示した。これは核種による測定方法の違いが考えられ、また、著者らは心係数 (cardiac index) を乗じて MBF を ml/min/m^2 として求めていることも低値の要因と思われた。

心筋血流量 MBF/CO (%) は、石井ら⁹⁾によると、正常例と虚血性心疾患との比較では、後者でやや低下したが、有意差はないとしたのに対し、著者らの結果は、心筋梗塞、狭心症例にて有意に低値を示した。

心拍出量については、心筋梗塞では低値の例が多かったが、中には 4.0 l/min/m^2 以上の高値例もみられた。MBF/CO (%) と心拍出量の比較をしてみると、MBF/CO (%) が低値例でも心拍出量は高値のことがあり、心筋への冠血流の割合が少なくても、心拍出量の増加により、総体として、一定の心筋血流量を保持している場合もあることが示唆された。

そこで、 $\text{MBF/CO} (\%) \times \text{Cardiac index}$ を MBF (ml/min/m^2) として求めると、MBF/CO (%) と同

様に心筋梗塞, 狭心症群との間には有意差はみられなかったが, 正常例との比較では有意に低値を示した. これは前述した Knoebel ら¹⁵⁾, Mymin ら¹⁶⁾の正常例と虚血性心疾患例の比較結果と一致した. また, 心筋梗塞例にて, 血清酵素値との比較をすると, CPK 高値群で MBF (ml/min/m²) の低下がみられ, MBF/CO (%) とは異なる態度をとった.

心筋シンチグラフィーは, 非観血的検査のために, 反復して行なうことができ, 心筋梗塞巣の広がり, また, その経過を観察することができる. さらに, 心筋血流障害の程度をみるには, 定性的診断のみでなく, 狭心症のような cold area を明瞭に呈さない例でも, 心筋血流量を数値的に測定することにより, 虚血性心疾患の重症度の判定や心筋梗塞後の改善指標として利用しうると結論した.

VI. 結 論

thallium-201 の基礎的検討と虚血性心疾患例の心筋血流量測定により, 次の結果を得た.

1) thallium-201 静脈内投与による体表面計測では, 5分から50分後までほぼ一定の放射能集積を示した. しかし, 心不全例では, 血中の放射能クリアランスが遅延し, 肺での放射能が多かった.

2) 心筋血流量 MBF/CO (%) は, 正常例で, $3.49 \pm 0.45\%$, 心筋梗塞群で $2.84 \pm 0.47\%$, 狭心症群で $3.00 \pm 0.37\%$ と, 心筋梗塞・狭心症群にて有意に低値であった.

3) 実測値としての心筋血流量 MBF (ml/min/m²) は, 正常例では 100.4 ± 12.7 , 心筋梗塞群では 80.5 ± 21.1 , 狭心症群では 77.3 ± 15.4 と, 心筋梗塞・狭心症群にて有意に低値であった. また, 心筋梗塞例においては, CPK 高値群で MBF の有意な減少がみられ, MBF/CO (%) よりも MBF (ml/min/m²) の方が, 心筋血流の減少度合をよく反映した.

本論文の要旨は 第17・18回 日本核医学会総会において発表した.

文 献

- 1) Kawana M, Krizek H, Porter J, et al: Use of ¹⁹⁹Tl as a potassium analog in scanning. *J Nucl Med* **11**: 333, 1970
- 2) Lebowitz E, Greene MW, Fairchild R, et al: Thallium-201 for medical use (I). *J Nucl Med* **16**: 151-155, 1975
- 3) Bradley-Moore PR, Lebowitz E, Greene MW, et al: Thallium-201 for medical use. II. biologic behavior. *J Nucl Med* **16**: 156-160, 1975
- 4) 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
- 5) Wackers FJTh, Schoot JB, Sokole EB, et al: Noninvasive visualization of acute myocardial infarction in man with thallium-201. *Brit Heart J* **37**: 741-744, 1975
- 6) Pitt B, Strauss HW: Myocardial imaging in the noninvasive evaluation of patients with suspected ischemic heart disease. *Am J Cardiol* **37**: 797-806, 1976
- 7) Wackers FJTh, Becker AE, Samson G, et al: Location and size of acute transmural myocardial infarction estimated from thallium-201 scintiscans. *Circulation* **56**: 72-78, 1977
- 8) 大和田憲司, 内田立身, 刈米重夫, 他: 心筋梗塞巣の面積測定の試み *Jap. Circul J*, **42**: 809, 1978
- 9) 石井 靖, 神原啓文, 米倉義晴, 他: ²⁰¹Tl 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
- 10) 分校久志, 利波紀久, 久田欣一: 大視野ガンマカメラによる ²⁰¹Tl 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**: 794-799, 1976
- 11) 鈴木雅紹, 森川正浩, 富田一穂, 他: 塩化タリウム-²⁰¹Tl *核医学* **15**: 27-39, 1978
- 12) Sapirstein LA: Regional blood flow by fractional distribution of indicators. *Am J Physiol* **193** (I): 161-168, 1958
- 13) Donato L, Bartolomei G, Giordani R: Evaluation of myocardial blood perfusion in man with radioactive potassium or rubidium and precordial counting. *Circulation* **29**: 195-203, 1964
- 14) Ishii Y, Hamamoto K, Torizuka K, et al: Evaluation of myocardial blood flow in man with radioactive rubidium-86 by means of precordial counting method. *Jap Nucl Med* **3**: 44-45, 1966
- 15) Knoebel SB, Mc Henry PL: Myocardial blood flow. *Arch Intern Med* **127**: 767-772, 1971
- 16) Mymin D, Sharma GP: Total and effective coronary blood flow in coronary and noncoronary heart disease. *J Clin Invest* **53**: 363-373, 1974

Summary

Clinical Studies on the Thallium-201 Myocardial Scintiphotography in the patients with Ischemic Heart Diseases: Studies in Organ Distribution of Thallium-201 and in the Measurement of Myocardial Blood Flow

Kenji OWADA, Yasunori TSUKAHARA, Hiromitsu ABE, Kazuo ONO, Susumu EBITANI, Shuichii MUROI, Shin MATSUDA, Kiyohiro IKEDA, Kazuo MACHII, Tatsumi UCHIDA, Toshiyuki KIDA* and Shigeo KARIYONE

*First Department of Internal Medicine and *Department of Radiology, Fukushima Medical College, Fukushima*

Thallium-201 (^{201}Tl) myocardial scintiphotography was performed in 34 patients with myocardial infarction and 13 with angina pectoris. Changing pattern of ^{201}Tl activity in various organs observed. Myocardial blood flow was calculated from the relation of these activities.

The body surface radioactivity of ^{201}Tl decreased rapidly in initial phase, it gradually slowed down then reached to plateau on the heart and the lungs, while it increased gradually on the liver and kidneys. In patients with congestive heart failure, blood clearance of ^{201}Tl was delayed and radioactivity on the lung area was increased compared with normal case.

MBF/CO (%) ratio was calculated by the following way. Soon after the injection of ^{201}Tl , serial images including whole chest were taken one frame in each one second during 30 seconds. Total injected dose was calculated from the maximum radioactivity in the frame. Myocardial uptake was calculated by the anterior view subtracting the mediastinal activity as the background at 5 minutes after the injection. MBF/CO (%) ratio was calcu-

lated as the myocardial uptake divided by the activity of total injected dose. Its mean value were $3.49 \pm 0.45\%$ in normals, $2.84 \pm 0.47\%$ in myocardial infarction and $3.00 \pm 0.37\%$ in angina pectoris, respectively, which showed significant low values in the latter two groups.

The cardiac output was measured by dye dilution method, then myocardial blood flow (MBF) was calculated by the following formula;

$\text{MBF (ml/min/m}^2\text{)} = \text{MBF/CO (\%)} \times \text{Cardiac index (CI)}$. The mean value of MBF was $100.4 \pm 12.7 \text{ ml/min/m}^2$ in normals, 80.5 ± 21.1 in myocardial infarction and 77.3 ± 15.4 in angina pectoris, respectively, showing also significant low values in the latter two groups. Especially, MBF was most significant low in the groups of myocardial infarction with high serum CPK values.

It is concluded that MBF (ml/min/m^2) value is more useful than MBF/CO (%) ratio for the expression of coronary blood flow.

Key words: myocardial blood flow, thallium-201 scintigraphy, ischemic heart disease, body surface radioactivity