

《研究速報》

ポジトロン CT による局所心筋血流量の測定

——ジピリダモール負荷についての検討——

氷見 寿治* 遠藤 真広** 加賀谷秋彦* 吉田 勝哉*
 増田 善昭* 稲垣 義明* 福田 寛** 福田 信男**
 飯沼 武** 山崎統四郎** 館野 之男**

I. はじめに

Tl-201 を利用した負荷心筋シンチグラムは虚血部位の診断等に有用であり各種負荷試験等と組み合わせられて行われている。しかし、各種負荷による局所心筋血流量の変化を定量的に示すことは困難であり、健常部と病変部の画像の比較により相対的評価が行われているに過ぎない。一方、吉田らは N-13 アンモニアをトレーサーとしてダイナミックポジトロン CT を行い、肥大型心筋症例に First-pass 法を用いることにより局所心筋血流量を定量的に計測できることを示している¹⁻³⁾。

今回われわれはジピリダモール負荷による N-13 アンモニアを使用したダイナミックポジトロン CT 検査を行い、負荷による局所心筋血流量の変化を First-pass 法を用いて定量的に検討した。

II. 方法および対象

1) ポジトロン CT 装置

全身用ポジトロン CT 装置ポジトロジカ II を使用した。本装置は 18 mm 間隔で 5 断層の撮影を同時に行うことができる。解像度は半値幅として視野中心部および周辺部でそれぞれ 9.2 mm, 12 mm である。

2) 対 象

対象は正常 2 例、心筋梗塞 4 例、肥大型心筋症 3 例である。

3) 撮像方法

最初にトランスミッションスキャンを施行し、その後 N-13 アンモニアを 8-10 mCi 静注し、その直後より 5.5 秒間隔 20 フレームの負荷前のポジトロン CT 像を撮像した。アンモニア 1 回目静注後約 50 分経過後にジピリダモール 0.35-0.56 mg/kg を 4 分間かけて静注し、静注終了 2 分後に 2 回目の N-13 アンモニア静注を行い負荷前と同様の方法で撮像を行った。

4) 局所血流の算出

画像再構成後に左室心筋と左心房に関心領域を設定して時間放射能濃度曲線を作成し、First-pass 法によって負荷前後の局所心筋血流量を算出した。この方法は N-13 アンモニア静注後最初の循環で心筋にトレーサーの大部分が到達し、再循環が始まる前の時相をとらえて、この時点での心筋放射能濃度 C_m とそこまでの動脈血放射能濃度の積分値 C_b 、心筋密度 ρ から次式により局所心筋血流量 $RMBF$ を算出するものである。

$$RMBF = \frac{C_m \times 100}{C_b \times \rho} \quad (\text{ml}/100 \text{ g} \cdot \text{min})$$

今回は $\rho = 1.05$ とした。

このとき心筋壁厚が十分に厚いならば部分容積効果等を考慮せずに $RMBF$ を絶対値として得られる。また十分に厚くない場合は部分容積効果のために $RMBF$ の絶対値は得られないが負荷前後では壁厚に大きな変化はないため両者間の変化

* 千葉大学医学部第三内科
 ** 放射線医学総合研究所臨床研究部
 受付：62 年 12 月 10 日
 最終稿受付：63 年 3 月 3 日
 別刷請求先：千葉市亥鼻 1-8-1 (☎ 280)
 千葉大学医学部第三内科

氷 見 寿 治



Fig. 1 Myocardial images of a patient with old myocardial infarction at rest (right) and after dipyrindamole infusion (left). Each image was obtained from 120 to 150 seconds after injection of N-13 ammonia.

Table 1 Regional myocardial blood flow (RMBF, ml/min·100 g) at rest and after Dipyrindamole (DP) infusion and percent changes of RMBF

Case		Dose of DP (mg/kg)	Septum		Anterior		Lateral	
			Rest	After	Rest	After	Rest	After
1	T.O. HCM	0.35	59	96 (+63%)	67	125 (+87%)	70	123 (+76%)
2	Y.K. HCM	0.5	75	103 (+37%)	79	107 (+35%)	77	109 (+42%)
3	G.T. HCM	0.56	47	124 (+164%)	53	84 (+58%)	53	91 (+72%)
4	I.U.* Normal	0.5	71	131 (+85%)	76	117 (+54%)	92	133 (+45%)
5	S.T.* Normal	0.56	77	147 (+91%)	70	129 (+84%)	84	142 (+69%)
6	I.S.* OMI (ant.)	0.4	80	71 (-11%)**	58	59 (+2%)**	100	101 (+1%)
7	H.O.* OMI (ant.)	0.56	88	92 (+4.5%)**	72	58 (-19%)**	73	116 (+59%)
8	A.S.* OMI (inf. post.)	0.56	65	125 (+92%)	80	169 (+111%)	71	165 (+132%)
9	S.M.* OMI (ant. inf.)	0.56	73	149 (+104%)	72	109 (+51%)**	78	148 (+90%)

(*Myocardial wall thickness is not enough for absolute RMBF, **Infarcted region)

HCM: hypertrophic cardiomyopathy, OMI: old myocardial infarction, ant.: anterior wall, inf.: inferior wall, post.: posterior wall.

率を定量的に求めることができる。

III. 結 果

N-13 アンモニア静注後 120-150 秒後の陳旧性心筋梗塞例の画像を Fig. 1 に示す。負荷後は肺野に対して正常心筋がより明確に表示されている。また梗塞部が低集積部としてより明確に表示されている。しかし、梗塞部の局所心筋血流が負荷前と負荷後でどのように変化しているかは画像のみからは判定できない。

First-pass 法によって算出した負荷前後の局所

心筋血流量の変化を Table 1 に示す。正常例、肥大型心筋症例では全ての部位において局所心筋血流量の増加を認め、各部位において負荷前に比べ 1.35 倍ないし 2.64 倍 (平均 1.71 倍) に増加した。一方、冠動脈病変のある例では病変部位に一致して局所心筋血流量の増加不良または減少が認められ (平均 1.06 倍)、非病変部の反応は症例によって種々の反応をとり、ほぼ不変から 2.32 倍 (平均 1.84 倍) に増加した。

なお、このとき心拍数は 58.5 ± 5.6 (mean \pm SD) から 70.9 ± 9.1 と有意に増加し、収縮期血圧は

128±19 mmHg から 127±22 mmHg, 拡張期血圧は 79±6 mmHg から 78±10 mmHg と有意な変化を認めなかった。また胸痛を肥大型心筋症の一例に認めた。

IV. 考 察

本研究は First-pass 法を利用し, ジピリダモール負荷による局所心筋血流量の変化を検討したものである。一般に, 再循環相を含む画像を利用する場合には, 負荷によって変化した心筋血流量に対する心筋へのトレーサー取り込み率の変化と再循環による誤差を考慮する必要がある。しかし, 本研究の方法は原理的に放射性微粒子による局所血流測定法と近似したものであり, 十分に早い時相で計算を行うならば, トレーサーが組織中に留まっているために, 局所心筋血流量の変化を実用上, 十分な正確さで評価できると考えられる。また, 現在のところ, 壁厚の薄い例では部分容積効果のために絶対値を評価できにくい, 今回のような負荷試験における変化率を得るには十分使用できるものと思われる。変化率の計測に際しては再現性の検討が必要であるが, われわれの検討によればこの方法による無負荷時の再現性は肥大型心筋症例では $3.1 \pm 3.8\%$ (mean±SD) 健常例, 心筋梗塞例等では $8.6 \pm 5.7\%$ であり⁴⁾, 今回の負荷前後の局所心筋血流量の変化率は有意なものと考えられる。ただし, 負荷時に壁運動の変化が起これば誤差要因となると考えられるが, それについては今後検討したい。

ジピリダモール負荷による心筋血流の変化は観血的にはすでに得られており, Brown らは冠静脈カテ等を使用しジピリダモール 0.56 mg/kg の負荷により冠血流は 2.4 倍に増加するとしており⁵⁾, Sorenson らは Xenon-133 を使用して心筋血流は正常者では 1.73 倍に冠動脈疾患患者では 1.5 倍に増加するとしている⁶⁾。また戸嶋らは冠静脈カテ等を使用し肥大型心筋症患者では 63 ml/100 g・min から 131 ml/100 g・min に変化するとしており⁷⁾, これらの観血法と比較し, 今回のポジトロン CT による非観血法の成績は矛盾するものでは

なく, First-pass 法は負荷時局所心筋血流量の評価法として妥当なものと考えられる。

今回の研究では, 心筋梗塞例における梗塞部血流はジピリダモールにより, わずかに減少または増加を示し平均 5.5% の増加を示した。それに対して非梗塞部では平均 84% の増加を示した。これは, それぞれの支配冠動脈の狭窄度によりこのような反応が生じたと考えられ, 今後冠動脈造影等と比較することにより冠血流病態を把握する上で重要な手段となることが考えられる。

また, 従来ジピリダモール負荷心筋スキャンにおいてジピリダモール負荷量は 0.56 mg/kg が用いられることが多かったが⁸⁾ より少ない量においても心筋血流量が変化することがポジトロン CT 画像にて確認され, 従来の使用量の 2/3 の 0.35 mg/kg でも検査が十分可能であることが示された。

以上, N-13 アンモニアポジトロン CT によるジピリダモール負荷法の有用性について述べたが, 本法は他の薬剤負荷, 運動負荷にも応用できるものと思われる, 今後心筋虚血の診断および各種薬剤の効果判定に有用と考えられる。

文 献

- 1) Yoshida K, Himi T, Shukuya M, et al: Fast dynamic study in cardiac positron CT using ¹³N-ammonia in man. *Eur J Nucl Med* 12: 226-230, 1986
- 2) Mullani NA, Gould KL: First-pass measurements of regional blood flow with external detectors. *J Nucl Med* 24: 577-581 1983
- 3) 吉田勝哉, 遠藤真広, 氷見寿治, 他: ¹³N-アンモニアポジトロンCTによる局所心筋血流量測定——肥大型心筋症を対象に——. *核医学* 23: 403-407, 1986
- 4) 吉田勝哉, 遠藤真広, 氷見寿治, 他: ¹³N-アンモニアポジトロンCTによる局所心筋血流量測定——再現性の検討——. *核医学 (suppl)* 24: 1155, 1987
- 5) Brown G, Josephson MA, Petersen RB, et al: Intravenous Dipyridamole Combined with Isometric Handgrip for Near Maximal Acute Increase in Coronary Flow in Patients with Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol* 48: 1077-1085, 1981
- 6) Sorenson S, Groves B, Chaudhuri T: Regional Myocardial Blood Flow and Hemodynamics in Man after Intravenous Dipyridamole (abstr). *Circulation* 62 (Suppl III): III-9, 1980
- 7) 戸嶋裕徳, 島松昌由, 芝尾敬吾, 他: 肥大型心筋症

の冠循環——Dipyridamole に対する反応性からの検討——。厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和 59 年度研究報告集, pp. 344–353, 1984

8) Gould KL, Westcott RJ, Albrow PC, et al: Non-

invasive Assessment of Coronary Stenoses by Myocardial Imaging during Pharmacologic Coronary Vasodilatation: II. Clinical Methodology and Feasibility. *Am J Cardiol* 41: 279–287, 1978

Summary

Usefulness of Positron Emission Tomography in the Assessment of the Effect of Dipyridamole on Regional Myocardial Blood Flow

Toshiharu HIMI*, Masahiro ENDO**, Akihiko KAGAYA*, Katsuya YOSHIDA*, Yoshiaki MASUDA*, Yoshiaki INAGAKI*, Hiroshi FUKUDA**, Nobuo FUKUDA**, Takeshi IINUMA**, Toshiro YAMAZAKI** and Yukio TATENO**

*The Third Department of Internal Medicine, Chiba University School of Medicine, Chiba

**The Department of Clinical Research, National Institute of Radiological Sciences, Chiba

We assessed the percent changes of regional myocardial blood flow (RMBF) after infusion of dipyridamole. Positron emission tomography was performed in 3 patients with hypertrophic cardiomyopathy (HCM), 2 normal subjects and 4 patients with myocardial infarction. N-13 ammonia was injected intravenously and fast dynamic study (1 frame=5.5 sec) was done. RMBF at rest was measured by first-pass flow model using time-activity curves of left atrial blood pool and mid level of left ventricular myocardium. After N-13 ammonia was decayed, dipyridamole was infused intravenously (0.35–0.56 mg/kg) and during coronary hyperemia N-13 ammonia was reinjected

for RMBF measurement. Dipyridamole increased RMBF in every segment from 38% to 164% ($70.8 \pm 30.8\%$ mean \pm SD) in patients with HCM and in normal subjects. In the cases of myocardial infarction mean percent changes of RMBF and SD were $5.5 \pm 24.3\%$ in the segments supplied by stenosed coronary arteries and in the segments supplied by non stenosed coronary arteries they were $84.1 \pm 39.7\%$ after hyperemia. It is concluded that positron computed tomography is useful to assess the change of RMBF induced with dipyridamole by using first-pass flow model.

Key words: Positron emission tomography, Regional myocardial blood flow, Dipyridamole.