

## 《原 著》

## 拡張性心筋症における肺血流シンチ像の有用性

——デジタル肺血流像 (DPI) による評価——

田中 健\* 川越 康博\* 笠貫 宏\* 木全 心一\*  
 関口 守衛\* 広沢弘七郎\* 牧 正子\*\* 日下部きよ子\*\*  
 重田 帝子\*\*

**要旨** 拡張性心筋症 (DCM) における肺内血流分布異常を肺血流シンチ像を用いて検討した。Tc-99m-MAA は坐位で静注した。画像をデジタル化し、デジタル肺血流像とし、辺縁は 10% 域とした。肺の高さの 70% と 30% におけるカウント比 (distribution index: DI) によって分布異常程度を評価した。対象とした DCM 24 症例には正常分布例から、肺血流が上肺野に限局した異常例まで様々な程度の例が含まれた。

$mPw = 12.7 + 7.6 \text{ DI}$  ( $r=0.66, n=24$ ,  $mPw$ : 平均肺動脈楔入圧) との良好な相関が得られ、DI によって  $mPw$  が推定し得る可能性が得られた。DI  $\geq 1$  は  $mPw \geq 20 \text{ mmHg}$  に対して specificity, predictive value ともに 100% であった。

DI  $\geq 1$  に属した13例の  $mPw$  はすべて 20 mmHg 以上であり、10例の心機能は NYHA III°～IV° にあり、さらに 9 例が 2 年以内に死亡していた。DI  $\geq 1$  でありながら臨床症状の軽い症例には特に厳重な外来管理が必要なものと考えられる。DI  $\geq 1$  は予後不良なことに対して有用な指標と考えられた。

デジタル肺血流像は非観血的で容易に行いうる検査であるので DCM の治療方針決定、予後推定に有用な役割を果たすものと期待される。

## I. はじめに

拡張性心筋症 (dilated cardiomyopathy: DCM) は進行性で予後不良な疾患である。外来管理においては、非観血的で容易かつ精度のよい病態評価が望まれる。DCM は肺高血圧症をきたしやすいことが知られているが、本症における肺内血流分布異常に關しての報告はほとんど知られていない<sup>1)</sup>。

著者らは肺内血流分布を容易に評価するため従来の Tc-99m-MAA による肺血流像を計算機処理

し、等カウント域表示としたデジタル肺血流像 (digital perfusion images: DPI) を導入した<sup>2)</sup>。僧帽弁狭窄症における有用性を報告した<sup>3)</sup>。さらに検査を容易にするために Micro View System (TOSHIBA) を開発した<sup>4)</sup>。また DPI の画像的特性、再現性、客観性なども検討した<sup>5)</sup>。虚血性心疾患の病態評価にも有用なことを報告した<sup>6)</sup>。

DCM においても時に上肺野を主とする肺内血流分布となることを経験したので、DPI による DCM 病態評価の可能性を検討し、従来報告のない有用と思われる所見を得たので報告する。

## II. 対象と方法

対象は本院に入院し、精査の結果 DCM と診断された24例である。各種検査は内科的治療によって状態が安定した時になされた。

肺内血流分布の検査は本学放射線科で行われた<sup>4,5)</sup>。被検者を坐位に保ち、5 mCi の Tc-99m-

\* 東京女子医科大学日本心臓血圧研究所

\*\* 同 放射線科

受付：60年2月7日

最終稿受付：60年4月30日

別刷請求先：東京都新宿区河田町10 (162)

東京女子医科大学日本心臓血圧研究所

田 中 健

MAA を静注した。低エネルギー高分解能平行コリメータを装着したガンマカメラ GCA-401 (TOSHIBA) を用いた。エネルギーレベル 140 KeV, ウィンド幅土 20 KeV,  $64 \times 64$  画素, 16 ビット, フレームモード, プリセットタイム 1 分で撮像した。総カウント数約 30 万カウントとなり、これを等カウント域像として、 $128 \times 128$  画素カラー表示を行った (digital perfusion images: DPI)。右肺野内の最高カウント部を 100 として 100-70% 域を高肺血流域とした。DPI の定量評価は辺縁を 10% 域として、肺尖部と肺底部を決め、この高さの 70% におけるカウントと 30% におけるカウントとの

比を分布指數 (distribution index: DI) として行った。

### III. 結 果

今回対象とした 24 例より様々な DPI が得られた。高肺血流域のパターンによって 6 段階に分類し得た (Fig. 1)。G-0 は正常分布で高肺血流域は二等辺三角形をなしている。G-1 は分布異常が生じ始めた段階に対応し、上肺野にも高肺血流域が認められる。G-2 では高肺血流域が肺野全域に認められ長方形をなしている ( $DI = 1$ )。G-3 では肺底部の高肺血流域が消失し始めている。G-4 では

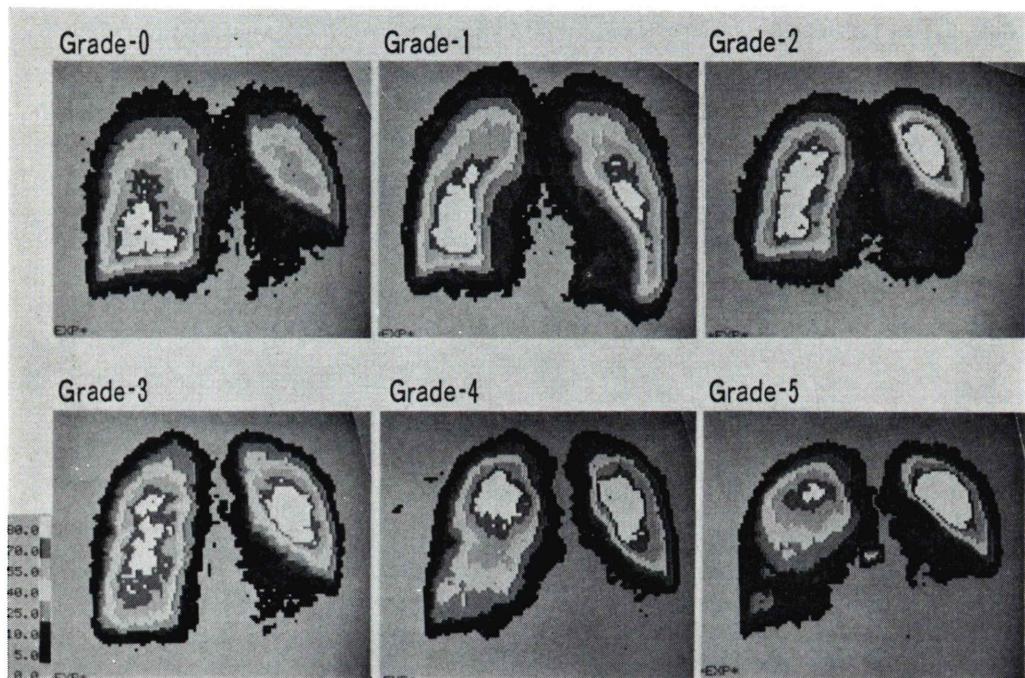


Fig. 1 Digital perfusion images (DPI) in patients with dilated cardiomyopathy (DCM). Patterns of DPI were classified to 6 grades (G) according to patterns of hyperperfusion area (H: 100-70% isocount area) in anterior DPI. In G-0, that of normal distribution, H were restricted to basal zone of lung and shape of H was triangle. G-1, that of slightly abnormal distribution, H were still noted at basal zone and H could be noted at upper zone of lung. In G-2, that of uniform distribution of pulmonary perfusion, H were noted not only at lower zone but also at upper zone. In G-3, disappearance of basal H, pulmonary perfusion per unit lung volume at basal zone did not take maximal value in all over lung area. In G-4, restriction of H to upper zone of lung, oval shape of H were noted at upper zone. In G-5, that of extremely abnormal distribution, pulmonary perfusion were restricted to upper zone of lung and pulmonary perfusion at lower zone began to decrease.

**Table 1** Specificity, sensitivity and predictive value of DI for various factors

n	NYHA functional class				death
	1°	2°	3°	4°	
DI<1 11	4	5	2	0	3
DI≥1 13	0	3	4	6	9

death: died within 2 years

DI≥1 for NYHA 3°&amp;4°

Specificity 75% (9/12)

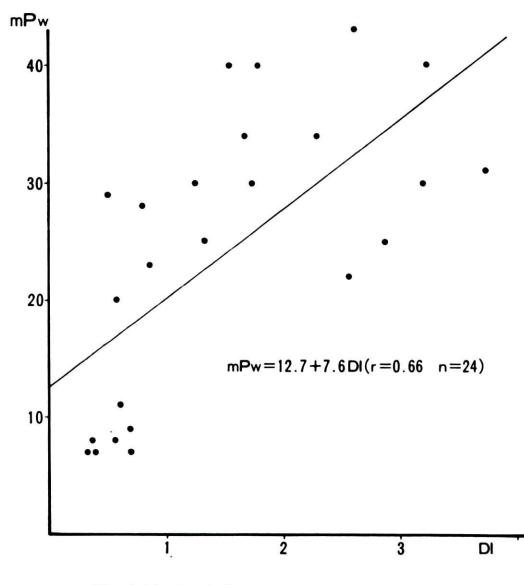
Sensitivity 83% (10/12)

Predictive value 77% (10/13)  
(P<0.05)

DI≥1 for mPw 20mmHg

Specificity 100% (7/7)

Sensitivity 76% (13/17)

Predictive value 100% (13/13)  
(P<0.01)

DI: distribution index

mPw: mean pulmonary artery wedge pressure (mmHg)

**Fig. 2** Correlation between mean pulmonary artery wedge pressure (mPw) and distribution index (DI).

高肺血流域が上肺野に限局して認められる。G-5では下肺での肺血流量の減少が認められる。

DI≥1 の13例中10例が NYHA III~IV でこのうち9例が検査後2年以内に死亡した。DI<1 の

11例中2例が NYHA III で、この1例と NYHA II の2例が検査後2年以内に死亡した。DI≥1 の NYHA III~IV に対する sensitivity は 83% (10/12), specificity は 75% (9/12) であった。DI≥1 であることは状態が重篤で予後不良であることに対して有用な指標と考えられた (Table 1)。

DI と肺動脈楔入圧 (mPw) との間の相関を検討し  $mPw = 12.7 + 7.6 DI$  ( $r = 0.66$ ,  $n = 24$ ) の良好な結果を得、肺内血流分布異常程度より mPw が推定し得る可能性が示された。DI≥1 は  $mPw \ge 20$  mmHg に対して specificity 100% (7/7), predictive value 100% (13/13) で sensitivity は 76% (13/17) であった (Fig. 2)。

#### IV. 考 案

僧帽弁狭窄症は容易に肺高血圧症をきたし、正常では下肺野を主とする肺内血流分布に異常が生じ、時には上肺野を主とする分布となることが知られている。また放射性同位元素を用いて非観血的に評価しうる肺内血流分布異常程度により肺高血圧症の程度が推定し得ることや、僧帽弁術後評価が行われうることが数多く報告されている<sup>7)</sup>。

著者らは肺内血流分布評価のために従来の  $Tc-99m$ -MAA による肺血流像を計算機処理したデジタル肺血流像 (digital perfusion images: DPI) を導入した<sup>2)</sup>。DPI の 100~70% カウント域を高肺血流域とすると DPI 正面像における高肺血流域のパターンによって僧帽弁狭窄症の肺内血流分布異常程度が 6 段階に分類し得ることを示した<sup>3)</sup>。しかもこの分類は肺高血圧症の程度、単位肺血流量分布の観点からも有意義であった。また虚血性心疾患における肺内血流分布異常に関する報告は少ないが、虚血性心疾患においては、肺内血流分布異常が生じ難く、上肺野を主とした分布となる例は少なく、このような例ではすべて低心機能であることを示した。さらに肺内血流分布異常程度を定量評価するために上下肺野間のカウント比を導入し、これと肺動脈楔入圧との間には良好な相関があることを示した<sup>6)</sup>。

拡張性心筋症 (dilated cardiomyopathy: DCM)

の肺内血流分布異常程度に関しては、他疾患とともに検討した報告がみられるのみである<sup>8)</sup>。今回の症例より DCM においても、僧帽弁狭窄症と同じように、正常では下肺野を主とする肺内血流分布に異常が生じ上肺野を主としたり、時には上肺野に限局する分布となり、さらに DPI は 6 段階に分類し得た。しかも肺内血流分布異常程度の指標とした DI と臨床状態や肺動脈楔入圧との間に良好な相関関係が得られた。

今回肺動脈楔入圧(mPw)と DI との間に良好な相関が得られたので、DCM においても肺内血流分布異常程度より肺動脈楔入圧が推定しうるものと考えられる。今回の症例では  $DI \geq 1$  は  $mPw \geq 20 \text{ mmHg}$  に対して 100% の specificity (7/7) と predictive value (13/13) を示した。また  $DI \geq 1$  である 13 例中 10 例は NYHA III~IV で、このうち 9 例は 2 年以内に死亡している。 $DI = 1$  は DCM において臨界的な値と考えられ、肺内血流分布を評価することは治療方針決定や予後推定に有用な役割を果たすことが期待される。

DCM における一年生存率を規定する因子として肺動脈楔入圧は重要な役割を果たしており、 $mPw = 20 \text{ mmHg}$  を境として有意に予後不良になるとの報告がある<sup>9)</sup>。これより今回得られた  $DI \geq 1$  であることは予後不良であるとの結果は DI と  $mPw$  との関係からも妥当なことであると考えられる。今回良好な相関が得られた DI と  $mPw$  との間を詳細に検討すると、 $DI < 1$  でありながら  $mPw \geq 20 \text{ mmHg}$  である例が 4 例、 $DI \geq 1$  であるが NYHA I~II の例が 3 例認められた。対象の増加によって specificity, predictive value は変化するであろうが、DCM 評価における DI と  $mPw$  の有用性と限界、また肺内血流分布の規定因子が明らかになるものと期待される。

$DI = 1$  の状態を単位肺血流量分布の観点で考えてみる。正常では単位肺容量あたりの肺血流量は肺底部で最大で、上肺野程減少することが知られている。分布異常が進行すると上肺野の血流が増し、肺内で単位肺血流量が一様となる。この状態を越えると肺底部における単位肺血流量が肺内で

最大とならなくなり、DPI では肺底部にみられた高肺血流域の消失が生じる。 $DI = 1$  は肺内で単位肺血流量が一様になつた状態、すなわち DPI では G-2 に対応すると考えられる。

DCM は進行性で予後不良な疾患で、心機能分類で NYHA III~IV となってからは、内科的治療に抵抗し、平均余命がきわめて短いことを特徴としている<sup>10)</sup>。心臓移植が可能となり、その成績が良好となるにしたがって、心臓移植は本症に対する有効な治療手段となった感がある。しかし手術の難しいことや臓器提供者出現の不確実性を考えると内科的治療の重要性は今後も変わらないものと考えられる<sup>11)</sup>。したがって DCM 患者外来管理には容易かつ客観的詳細に病態評価ができることが望ましい。今まで DCM 病態評価に有用と考えられる多くの因子が報告してきた。胸部 X 線写真、超音波像、核医学検査より得られる心拡大の程度、心収縮力の低下程度などは DCM の診断に必要なパラメータであって、同じような心拡大、左心駆出力低下群の中に様々な程度の心機能状態が含まれていることはよく知られている。心拡大、低駆出率を特徴とする DCM を、これらを用いてさらに評価することは、これらパラメータの精度ないし数値分類からみても不適と考えられる。心電図より評価される心室内伝導障害の程度を示す QRS の幅、ホルター心電図から得られる不整脈出現の程度は心筋障害の程度を反映し、予後推定に有用な因子とされている<sup>12)</sup>。しかしこれらの指標は鋭敏度に欠けている。血行動態を規定する肺動脈楔入圧、右房圧、心拍出量などのパラメータは病態に応じて変化するので、治療方針決定にきわめて有用な役割を果たしている。しかも肺動脈楔入圧は心収縮力がある程度以上低下して、始めて上昇する傾向を有し、 $mPw \geq 20 \text{ mmHg}$  の状態は予後不良であるとの報告が多い。このように心カテーテル法は本症診断や病態評価に有用な方法であるが観血的方法であるために頻回に施行し難い。

DCM 病態評価に用いられている指標は容易さ、客観性、感度、特異性にそれぞれ特徴を有してい

るが、様々な指標が悪化している程病態が重篤となるので、容易な検査であるなら病態評価に利用するのが望ましいと考えられる。

今回の結果より、非観血的、容易に得られる DPI は客観的で、mPw とも強い相関を有し、しかも病態評価、予後推定などに有用なことが示された。特に  $DI \geq 1$  でありながら心機能が NYHA I~II の症例は自覚症が少ない割合に予後不良なことが推定されるので嚴重な外来管理が望まれると考えられる。これらより DPI は DCM 病態評価に有用な役割を果たすことが強く期待される。

### 補 足

DPI 定量化のために第三肋間と肺底部間のカウント比を導入し、PRI (pulmonary redistribution index) としてすでに発表を行った<sup>3)</sup>。しかし症例をまし、高肺血流域が上肺野に認められる状態を評価しようとすると PRI の値が著しく大きくなり誤差が増大することがしばしば生じた。これらを解決するために画像上で肺野の 70% と 30% の高さにおけるカウント比 (DI: distribution index) を今回導入した。前回の虚血性心疾患 30 例に対して  $PRI = 0.3 + 0.73 DI (r = 0.84)$  の関係であった<sup>6)</sup>。

DPI の評価方法は様々考えられるが、臨床的な面からは上肺野の高肺血流域が増し、下肺野高肺血流域が消失しているか、否かが適格に判断できれば十分と考えられる。

肺梗塞検出のために 4 方向、時に 6 方向の撮像が行われている。

著者らは今まで約 1,000 例余の肺内血流分布を評価してきたが、このためには正面像のみで十分であった。

本論文の要旨は American College of Chest Physicians の 1985 年第 51 回総会 (New Orleans), 日本核医学

会の第 25 回総会 (徳島) で発表予定である。

多くの協力を頂いた放射線科核医学教室亀掛川、金谷、南技師の方々に厚くお礼申しあげる。

### 文 献

- 1) Goodwin JF, Gordon H, Hollman A, et al: Clinical aspects of cardiomyopathy. Br Med J 1: 69-79, 1961
- 2) 田中 健、広沢弘七郎、牧 正子、他: DPI (digital perfusion images) による僧帽弁狭窄症の分類(DPI-1)——非観血的血行動態推定法——. 核医学 17: 325-329, 1980
- 3) 田中 健、木全心一、広沢弘七郎、他: 僧帽弁狭窄症におけるデジタル肺血流像(DPI)の特徴. 核医学 19: 223-237, 1982
- 4) 田中 健、木全心一、広沢弘七郎、他: Micro View System (TOSHIBA). 映像情報 13: 1365-1370, 1981
- 5) 田中 健、広沢弘七郎、牧 正子、他: 二回注入法とストレスデジタル肺血流像. 核医学 18: 375-379, 1981
- 6) 田中 健、木全心一、関口守衛、他: 虚血性心疾患における肺内血流分布の特徴——デジタル肺血流像 (DPI) による評価——. 核医学 20: 641-650, 1983
- 7) Harris DNF, Taylor DNT, Rao KS, et al: Pulmonary perfusion imaging applied to prediction of pulmonary vascular pressure in mitral and aortic valve disease. Br Heart J 46: 643-646, 1981
- 8) Urbina A, Okada RD, Palacios L, et al: Pulmonary wedge pressure, as inferred from lung areas in gated blood-pool scintigrams. J Nucl Med 22: 950-954, 1981
- 9) Unverferth DV, Magorien RD, Moeschberger ML, et al: Factors influencing the one-year mortality of dilated cardiomyopathy. Am J Cardiol 54: 147-152, 1984
- 10) Lengyel M, Kokeny M: Follow-up study in dilated cardiomyopathy. Acta Cardiol 1: 35-48, 1981
- 11) Pennock JL, Oyer PE, Reitz BA, et al: Cardiac transplantation in perspective for the future. J Thorac Cardiovasc Surg 83: 168-177, 1982
- 12) Huang SK, Messer JV, Denes P: Significance of ventricular tachycardia in idiopathic dilated cardiomyopathy: observations in 35 patients. Am J Cardiol 51: 509-512, 1983

### Summary

#### Utility of Tc-99m-MAA Pulmonary Perfusion Images in Patients with Dilated Cardiomyopathy

Takeshi TANAKA\*, Yasuhiro KAWAGOE\*, Hiroshi KASANUKI\*, Shinichi KIMATA\*,  
 Morie SEKIGUCHI\*, Koshichiro HIROSAWA\*, Masako MAKI\*\*,  
 Kiyoko KUSAKABE\*\* and Teiko SHIGETA\*\*

\*Heart Institute Japan, \*\*Department of Radiology, Tokyo Womens' Medical College

To study utility of Tc-99m-MAA computerized pulmonary perfusion images (digital perfusion images: DPI) for estimating state of the patients with dilated cardiomyopathy (DCM) DPI were underwent in 24 patients with DCM. DPI were evaluated by the counts at 70% hight to the counts at 30% hight ratio (distribution index: DI). Various types of DPI were obtained and DPI were classified to 6 grades according to patterns of hyperperfusion area in anterior DPI. Well correlation between DI and mPw (mean pulmonary artery wedge pressure) were obtained, i.e.  $mPw = 12.7 + 7.6DI$  ( $r=0.66$ ,  $n=24$ ). Specificity and predictive value of DI 1 for mPw 20 mmHg were 100% (7/7

and 13/13 respectively). In 13 patients with  $DI \geq 1$  mPw exceeded 20 mmHg, 10 of 13 patients belonged to functional class NYHA 3° & 4° and 9 patients died within 2 years.  $DI = 1$  was thought to be critical value for patients with DCM. It was concluded that asymptomatic outpatients with  $DI \geq 1$  must be treated under cautious medical attention.

Noninvasive DPI were expected as a useful images for establishing prognosis and selection of therapy in patients with DCM.

**Key words:** Dilated cardiomyopathy, Distribution of pulmonary perfusion, Pulmonary hypertension, Digital perfusion images (DPI).