

## 《研究速報》

# 負荷デジタル肺血流像 (stress-DPI) による心機能の評価

田中 健\* 広沢弘七郎\* 牧 正子\*\* 日下部きよ子\*\*  
山崎統四郎\*\*

## はじめに

肺内血流分布を反映する肺血流像は1963年 Taplin らにより導入された macroaggregated albumin (MAA) によって得られた<sup>1)</sup>。この後各種心疾患診断、肺内血流分布の測定に利用された<sup>2)</sup>。また計算機を利用して、デジタル化像<sup>3)</sup>、機能的肺血流像<sup>4)</sup>なども得られるようになった。肺内血流分布は放射性同位元素を利用して研究がなされ、肺高血圧症の時には、分布様式が変化することなどが報告されているが<sup>5)</sup>、運動負荷による血流分布様式の変化に関する報告は少ない<sup>6)</sup>。

すでにデジタル肺血流像 (digital perfusion images DPI) は、僧帽弁狭窄症では様々なパターンを示し<sup>7,8)</sup>、また手術前後で著しく変化することを報告した<sup>9,10)</sup>。心機能評価には運動負荷前後の比較も重要であるので<sup>11)</sup>、今回運動負荷前後における DPI の変化の有無を検討し、心機能を客観的基準によって分類し得る可能性を得たのでここに報告する。

## 対象と手段

対象は1979年1月より1979年12月までの間に、心疾患の精査治療を目的として、本院に入院し、心カテーテル法などによって、安静時心機能の評

価がされた患者より選ばれた。

運動負荷は高さ 2.4 m, 20 段の病陳の階段昇降を1単位とし、可能な場合は4単位を90秒間で行なったが、時には患者の可能なペースか、または症状が強くなって負荷を持続し難くなるまでの負荷とした。長期安静を保っていた重症例では歩行負荷を行なった。

負荷前後の DPI (stress-DPI) は本学放射線科で得た。負荷前後像を得るため、1週間後に使用した Tc-99m の減衰を待って行なった場合と、計算機のサブトラクションを利用した場合と注入量を変える2回注入法を用いた場合がある。どの方法でも結果に差は認め難かったが、最後の方法は簡便で利用しやすかった。ガンマカメラは GCA-401 (東芝) に平行コリメーターを着けて、データ処理は Varican system を用いた。DPI のパターンの上で中央部淡黒色域を高肺血流域 (H: 80% 以上の等カウント域)、内側白色域を中肺血流域 (M: 50~60%)、外側白~黒色域を低肺血流域 (L: 20% 以下) とした (Fig 1)。

DPI のパターン表現は正常像との差異を基準にして、stage 3=高肺血流域のパターンが正常像と明らかに異なる、stage 2=中肺血流域で異なる、stage 1=正常像とほぼ同じパターンと 3 stages に類した。運動負荷前後の DPI の変化の有無は高、中肺血流域での明らかな変化の有無とした。

心機能分類は、4単位90秒間の負荷で症状が生じない群を、さらに負荷による DPI の変化の有無によって、NYHA Ia° と NYHA Ib° とした。負荷によって症状の生じる場合は、症状の生じる負荷の程度によって従来の NYHA II° ~ IV° に

\* 日本心臓血圧研究所

\*\* 東京女子医科大学放射線科

受付: 55年1月22日

最終稿受付: 55年3月24日

別刷請求先: 東京都新宿区河田町10 (☎ 162)

日本心臓血圧研究所

田中 健

分類し、負荷によって生じる DPI の変化の程度を検討した。なお、心カテーテル法による負荷時血行動態の評価は行っていない。

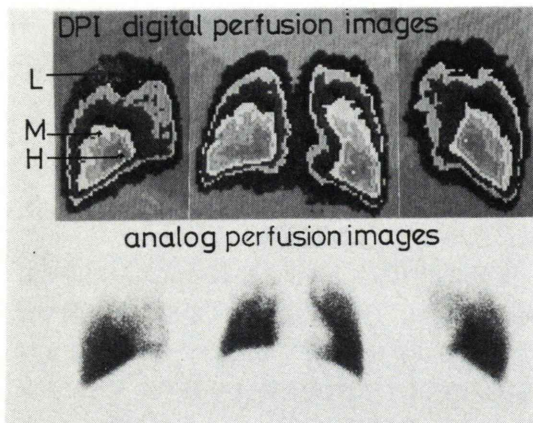


Fig. 1 DPI and corresponding analog images of a normal subject. H: hyperperfused area (80% isocount contour), M: moderately perfused area (50-60% isocount contour), L: hypoperfused area (20% isocount contour). Note that hyperperfused area exist at posterior-lower zone of lungs.

## 結果

僧帽弁狭窄症を主に30症例を検討した。負荷前後の DPI を比較する時、側面像で著明な変化を認めても、前後像では著明な変化として認められないことが多かった (Fig. 2)。様々な例が得られたが、NYHA Ia°, Ib° 各3例, NYHA II° ~ IV° 各2例ずつ、各々の右側面像の変化を示す (Fig. 3, 4)。case 1 は正常例の負荷前後で肺尖部の低肺血流域の減少を認めるのみである。case 2, 3 は同一症例の術後24日, 45日に行なった結果であるが stage も3から2へと著明に変化し、術後の肺血行動態の改善を示唆する。case 4, 5, 6 はいずれも術後例であるが、DPI の著明な変化が認められ、ある程度以上の肺血行動態の変化が運動によって生じたことが予測される。このように従来 NYHA I° として扱われていた症例を、stress-DPI によって更に客観的に細分し得る可能性があることが具体的に示された<sup>11)</sup>。case 7, 8 は、いずれも4単位の運動負荷後、強い息切れが生じ、DPI でも著明な

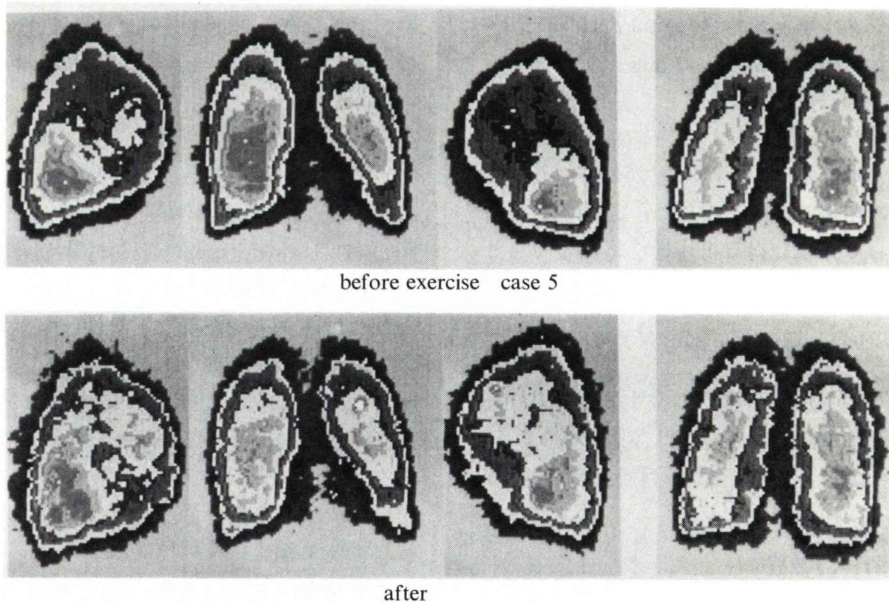


Fig. 2 Stress DPI of case 5.

Marked changes were noted in both lateral DPI after 4 units exercise, however slight changes were noted in anterior and posterior DPI. It might be suspected that lateral DPI were sensitive to detect differences between DPI.



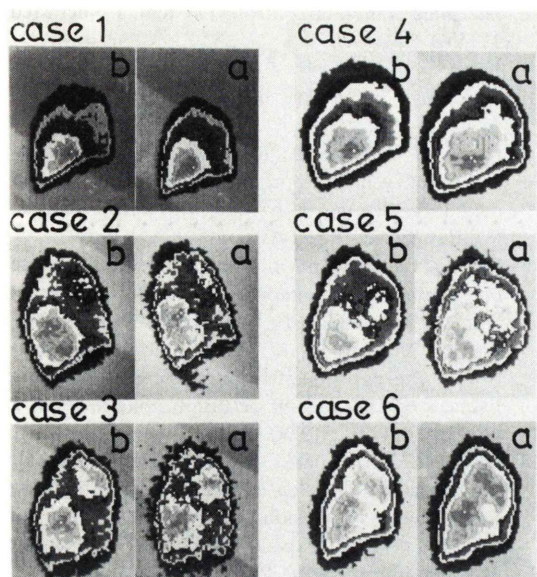


Fig. 3 Stress DPI of case 1-6. (NYHA I°)

All images are right lateral DPI before (b) and after (a) 4-units stress (90 second). The patients were free from symptom after exercise, however in case 4-6 marked changes were noted.

変化が認められた。case 9, 10 では 1 単位程度の運動負荷によっても症状が生じ、DPI でも変化が認められた。case 11 は歩行 30 m ほどでも息切れが生じたが、DPI の変化はわずかであった。case 12 は歩行もできない状態であったので、ニトログリセリンによる DPI の変化をみた。NYHA II°~IV° に属する例はいずれも DPI は stage 3 であった。なお case 5 と case 7 は同一症例で、case 7 は術前であるが、僧帽弁置換手術によって stage は 3 から 2 に改善したが、術後も運動負荷によって DPI の変化が認められた。なお、30 症例の内訳は、NYHA Ia° 7 例、NYHA Ib° 6 例、NYHA II° 10 例、NYHA III° 4 例、NYHA IV° 3 例であった。

### 考 案

心機能を評価するためには、安静時血行動態を知ることも重要であるが、運動負荷によって生じる変化を知ることは、心機能を評価するためにさらに一層重要なことで、従来より、運動負荷前後

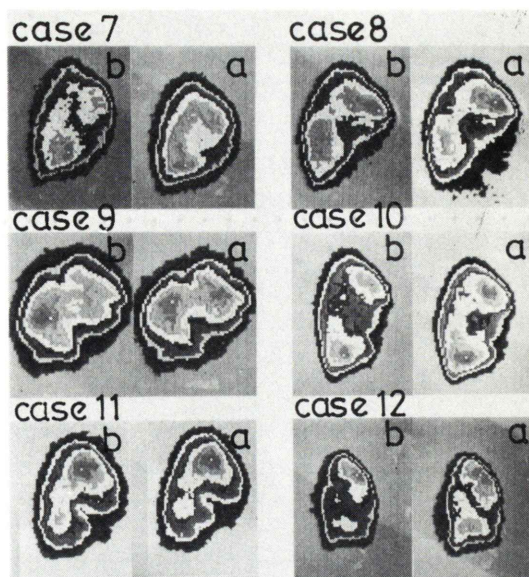


Fig. 4 Stress DPI of case 7-12. (NYHA II°~IV°)

All images are right lateral DPI before (b) and after (a) various stress test. Various degree of changes of DPI were noted.

の評価の目的で、侵襲的なカテーテル法、非侵襲的な心電図、超音波、核医学的方法などが利用されている。また、肺内血流分布の運動負荷による変化の報告もみられるが、Tc 99m MAA による肺血流像、特に DPI の運動負荷による変化を利用した報告は少ない。

今回示したように、stress-DPI によって、心機能を客観的に、非観血的に分類する可能性が示された。従来の NYHA 分類<sup>12)</sup>は主観的基準に基づいた 4 段階分類である。本法によって、NYHA I°として扱われていた心機能を客観的に更に細かく分類する可能性が示され、非観血的に心機能低下の早期発見、手術後心機能改善の程度をより詳しく評価することが可能となると考えられる。また、負荷により症状が発現した時に、DPI でどのような変化が生じるのかは、今後症例を重ねることによって、新たな規則性の存在が期待され、NYHA II°~IV° の心機能が客観的に細分化されることが考えられ、手術適応決定などにも有用な役割を果たすことが期待される。

本法は容易で、非侵襲的で、再現性もよく、利用する計算機の容量もそれ程必要としない。また、従来の他の方法では負荷中にのみしか記録出来ないが、肺血流像は注入時の状態を反映するので、本法によれば運動負荷終了後、しばらくの時間が経た後にも、負荷中の状態を記録できる。従って重症者にも安全に行ない得る検査と考えられる。今後症例を重ね、心機能をより客観的に評価する試みを行なっていく予定である。

### 結 論

stress-DPI によって、非観血的に、客観的に、しかも容易に心機能が分類される可能性があることを示した。

多くの協力を頂いた放射線科核医学部、斎藤、荒井、亀掛川、日下部、金谷技師、また日本心臓血圧研究所、消化器センター写真室、美山、菅原、鈴木、斎藤、寺井技師の方々に厚くお礼申し上げます。

### 文 献

- 1) Taplin GV, Johnson DE, Dore EK, et al: Suspension of radioalbumin aggregates for photoscanning the liver, spleen, lung and other organs. *J Nucl Med* **5**: 259-275, 1964
- 2) Tow DE, Wagner HN, Lopez-Majano, et al: Validity of measuring regional pulmonary arterial blood flow with macroaggregates of human serum albumin. *Am J Roentgenol* **96**: 664-676, 1966
- 3) Ashburn WL, Moser KM, Guisan M: Digital and analog processing of anger camera data with a dedicated computer-controlled system. *J Nucl Med* **11**: 680-688, 1970
- 4) Burdine JA, Murphy PH, Alagarsamy V, et al: Functional pulmonary imaging. *J Nucl Med* **13**: 933-938, 1972
- 5) Dollery CT, West JB: Regional uptake of radioactive oxygen, carbon monoxide and carbon dioxide in the lungs of patients with mitral stenosis. *Cir Res* **8**: 765-771, 1960
- 6) Bjure J, Liander B, Widimsky J: Effect of exercise on distribution of pulmonary blood flow in patients with mitral stenosis. *Brit Heart J* **33**: 438-444, 1971
- 7) Tanaka T, Hirosawa K, Maki M, et al: Classification of the patients with mitral stenosis by using patterns of DPI (digital perfusion images). *Jap J Nucl Med* **17**: 325-329, 1980
- 8) Tanaka T, Takahashi S, Kusumoto M, et al: Noninvasive estimation of mitral stenosis by using DPI (digital perfusion images). 19th Annual Meeting of the Japanese Society of Nuclear Medicine, Nov 27-29, 1979, Tokyo, Japan
- 9) Tanaka T, Hirosawa K, Maki M, et al: Changes of digital perfusion images (DPI) after mitral valve replacement. *Jap J Nucl Med* **17**: 331-335, 1980
- 10) Tanaka T, Hirosawa K, Yamazaki T: Estimation of mitral stenosis by using digital perfusion images (DPI). *Image technology & information display (Medical)* **12**: 278-285, 1980
- 11) Schlant RC: Altered cardiovascular function of rheumatic heart disease and other acquired valvular disease. The heart, 4th edition, Hurst JW, Logue RB, Schlant RC, Wenger NK. McGraw-Hill, New York, 1978, p. 971
- 12) Criteria Committee of the New York Heart Association: Diseases of the Heart and Blood Vessels, 6th edition. Little Brown, Boston, 1964, p. 1

## Summary

### Estimation of Cardiac Function by Using Stress Digital Perfusion Images (Stress-DPI)

Takeshi TANAKA\*, Koshichiro HIROSAWA\*, Masako MAKI,  
Kiyoko KUSAKABE and Toshiro YAMAZAKI

*\*Heart Institute Japan*

*Department of Radiology, Tokyo Womens' Medical College, Tokyo*

Utility of pulmonary perfusion images treated by computer system (digital perfusion images; DPI) for assessing cardiac function were studied by evaluating changes of DPI under exercise in patients admitted at Heart Institute Japan. DPI before and after exercise were obtained at Department of Radiology Tokyo Womens' Medical College by using ordinary computer system. Patterns of DPI were characterized with hyper, moderately, and hypo-perfused area (Fig. 1). DPI at rest were classified to 3 stages, i.e. stage 3=hyperperfused area were dissimilar to normal, stage 2=moderately perfused area were dissimilar to normal, stage 1=almost normal. Changes of DPI were defined as the marked changes of hyperperfused and/or moderately perfused area in DPI. 1-unit exercise was defined as exercise from

one floor to next and 4-units (90 seconds) or symptom limited stress were loaded on the patients.

Cardiac function were tentatively classified to 5 classes by using changes of DPI and symptom. Lateral DPI proved to be useful to detect changes of DPI, so right lateral DPI of each cases before and after exercise were shown (Fig. 3, 4). It might be possible noninvasively and objectively to classify cardiac function. Especially functional class of NYHA I° were subdivided to two classes. This method might be useful both for early detection of cardiac dysfunction and for precise estimation of results of cardiac surgery. Stress DPI might have promising future because this method is noninvasive, reproducable, easy (it required only 20 minutes).

**Key words:** stress-DPI (stress digital perfusion images), cardiac function, noninvasive estimation