《原著》

運動負荷 Thallium-201 心筋 SPECT による 右室壁の評価一正常例の検討

茜部 寬* 大島 統男* 佐久間貞行* 山本 秀平**
河合 直樹** 外畑 巖**

要旨 運動負荷 Thallium-201 (TI-201) 心筋 Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) を用いて右室壁の定量評価を正常例において試みた. 正常者 12 例に坐位エルゴメータによる多段階運動負荷を行い,心筋 SPECT を施行した. 短軸像のなかで右室壁が描出されているスライスを選出し, ROI 法にて右室壁・左室壁を分離し,心筋円周プロファイル (circumferential profile) 法にて右室・左室の 10°ごとの相対的摂取率カーブ (RV-LV curve) 法を作成した. 正常者 12 例より求めた正常域 (平均±2 標準 偏差) は,右室自由壁が左室最大値の 30.1~38.6% で偏差も小さく,右室の定量評価に有用性が示された.

I. 緒 言

TI-201 心筋シンチは,主として左心系の診断法 として用いられているのは衆知のごとく^{1~3)}であ るが,Cohen ら⁴⁾が本法を用いて慢性肺高血圧に 伴う右室肥大について検討した成績を報告して以 来,本法を用いた右室の虚血や負荷の評価の有用 性に関する成績が報告されてる^{5~9)}しかしこれら の多くは,平面(planar)像のみによる右室の虚血 や負荷の定性的解析を行ったものであり^{5~7)},平面 像における定量的解析は少なく^{8,9)},また SPECT を用いた定量的解析の報告は認めていない.

われわれは、運動負荷時の Tl-201 心筋 SPECT を施行,正常例において,右室の Tl-201 の分布 状態および正常人の間における偏位の程度につい て検討したので報告する.

II. 対象および方法

1) 対象 高血圧症や弁膜疾患などを伴わない

症例で,冠動脈造影にて有意狭窄(≧75%)のない 9 例と,健常人ボランティア3例の計12例を対 象とした.年齢は38.8±12.3歳で,男11例,女1 例であった.

 2) 運動負荷 運動負荷は坐位エルゴメータを 用い、2 分ごとに 25 W ずつ漸増する多段階運動 負荷とし、年齢別予測最大心拍 (210-年齢)の 85%まで運動を増加した.最大負荷時に TI-201 を 2 mCi 静注し、さらに1分間運動を持続させ、TI-201 静注後 10 分以内に撮像を行った.

3) SPECT SPECT は低エネルギー汎用コリ メータを装着した対向角型デジタルガンマカメラ (東芝製 GCA-70A 特) およびオンラインで接続し たデータ処理装置 (東芝製 GMS-55A)を用いた. 1 方向20秒で,6°ずつ180°回転させ,対向する 2 つの検出器で計60方向よりデータを収集した. 得られた投影データを重畳積分法により心臓全体 をカバーする8mmごとの連続した水平断層面を 作成し,心臓の軸に沿った長軸断面および短軸断 面を再構成した(Fig.1). この際吸収補正は行わ なかった.

4) データ処理 TI-201 心筋 SPECT を次のように定量評価した. 短軸断層像の心尖部から心基部までの像のなかで,右室壁がよく描出される3 断面を選出した. その3スライスを心尖部より順 に心尖部 (apex)・中央部 (middle)・心基部 (base) 像とした.それぞれの断面像にて関心領域を設定 し、中隔が右室壁・左室壁ともに含まれるように、 右室と左室とを分離した (Fig. 2 上段).分離した 右室壁を右室中心を原点、左室中心方向を 0°と し、反時計方向に 10° ずつ分割し、心筋円周プロ ファイルカーブを求めた.同様に分離した左室壁 についても3 断面像において左室中心を原点、右 室中心方向を 0°とし,時計方向に 10°ずつ分割 し,心筋円周プロファイルカーブを求めた (Fig. 2 下段).

この心筋円周プロファイルカーブを心臓短軸像 のスライスにより以下のごとく、1) 心尖部像の み、2) 中央部像のみ、3) 心基部像のみ、4) 3 ス イラス像の加算像(心尖部像+中央部像+心基部 像) の4とおり算出した.そしてそれぞれのスラ



Fig. 1 A short axial image of stress thallium-201 ECT in a normal subject. The right ventricular wall was seen well in slice 7-9.



Fig. 2 (a) Each ventricle was flagged by manual and was divided into 36 parts at every 10 degree. (b) Circumferential profile curves of right and left ventricle were shown.

1776



Fig. 3 RV-LV curves in 12 normal subjects were traced in left side. Normal range (mean ± 2 standard deviation) of RV-LV curves were shown in right. (a) shows summed curves of apex, middle and base slice. (b), (c) and (d) show apex, middle and base slice, respectively.

イスにおいて, 左室最大値を 100% とし心臓短軸 像における右室壁 36 分割, 左室壁 36 分割の連続 した心筋円周プロファイルカーブを作成し,右室・ 左室カーブ (RV-LV curve) と名づけた.

なお、Fig. 2 上段で示すよう 36 分割された右 室壁・左室壁をそれぞれ 4 部分に大別した. すな わち右室壁については、A=右室前壁 (右室 50°~ 130°)、F=自由壁(140°~220°)、P=右室後壁(230° ~310°)、S=右室 としての中隔 (320°~40°) とし た. 左室壁については、S'=左室 としての中隔 (左室 320°~40°)、A'=左室前壁(50°~130°)、F'= 側壁 (140°~220°)、P'=左室後壁(230°~310°) と 大別した.

5) 統計処理 運動負荷時の正常 12例の右室・ 左室カーブをプロットした. さらに各心室 36 分 割における平均 ±2 標準偏差を算出した. これよ り右室壁の TI-201 の分布状態および正常人の間 の偏位の程度の検討をした. さらに右室壁と左室 壁の両方に分割された中隔について右室壁として のカウント値と左室壁のカウント値について t-検 定を行った.

III. 結 果

1) 正常域 (normal range) Fig. 3 左側に正常 12 例の 3 スライス像 (b, c, d), およびその加算像 (a) の右室・左室カーブを示した.またこの右室・ 左室カーブからもとめた正常域 (平均±2 標準偏 差) をその右側に示した.3 スライス加算像にお ける右室・左室カーブは,各領域において大きな ばらつきを認めなかった.またこれより求めた正 常域は,右室前壁 (A) は自由壁に向かうにつれて $62.7\pm18.4\%$ (平均±2 標準偏差)から $33.2\pm11.4\%$ と漸減した.右室自由壁(F)は最大値 $38.6\pm8.8\%$, 最小値 $30.1\pm12.4\%$ と低値であった.右室後壁 (P) は中隔に向かうにつれて $40.4\pm7.8\%$ から $60.0\pm21.4\%$ と漸増した.右室としての中隔(S) は $65.2\pm17.2\%$ から $71.7\pm14.2\%$ であった.

心尖部像(b)と中央部像(c)の右室・左室カー ブは加算像に比し右室中隔と左室全体においてや やばらつきが大きかった.心基部像(d)の右室・



Fig. 4 Relative counts from right and left ventricle in septum area were calculated in five directions. Counts in septum area were not statistically significant between right and left ventricle.

左室カーブは右室壁全体に相対的カウント値が低 下していた.

2) 中隔の検討 中隔は Fig. 2 に示すごとく右 室壁としてもまた左室壁としても計算されるが, 統計的に有意義があるか否かについて正常 12 例 の加算平均像において paired t-検定を行った. 両 室中心を結んだ方向では, Fig. 4-c で示すごとく 右室 69.8±6.5% (平均 ± 標準偏差), 左室 68.6± 6.4% であり, paired t-検定にて有意差を認めな かった. また中心線より前方 20° (Fig. 4-a) は右 室壁としては 70.8±6.5%, 左室壁としては 71.4± 7.7% であり, 前方 10° (Fig. 4-b) はそれぞれ 70.4 ±6.6%, 69.3±7.3%, 後方 10° (Fig. 4-d) は 70.0± 6.4%, 69.5±6.0%, 後方 20° (Fig. 4-e) は 70.8± 6.5%, 72.2±6.5% であった. これら 4 方向につ いても paired t-検定を行ったところ有意差を認め なかった.

IV. 考 察

最近,右室心筋の虚血・梗塞や負荷・肥大の診 断は,その治療・予後の決定上から重要性を増し てきている.心臓カテーテル検査や^{10,11} 心エコ 一図¹²⁾ などにて一部診断されているが,非観血 的でより精度の高いものとして特に核医学的な方 法つまり心 RI アンジオグラフィ¹³⁾ および Tl-201 心筋シンチグラフィなどが4~6,8,9,14,15)注目を浴び ている.

TI-201 心筋シンチによる右室負荷の診断は, 最 初に Cohen ら⁴⁾ が慢性肺高血圧 に伴う 右室肥大 について検討した. Cook ら¹⁴⁾ は TI-201 心筋シ ンチにおける右室自由壁の描出増強は右室灌流量 の増大を示すと述べている.また右室虚血に関し ては, Brachman ら⁶⁾ は運動負荷 TI-201 心筋シン チ像の右室自由壁の再分布所見により右冠動脈病 変が示唆された 2 症例を報告した.西村ら¹⁵⁾は右 室梗塞 11 症例の全例に後壁中隔部位にて欠損像 を認め, TI-201 心筋シンチは右室梗塞の診断にき わめて有意義であると述べている.また片岡ら⁵⁾ は TI-201 心筋シンチの左前斜方向 30°, 60° 像に おける右室自由壁の描出度ならびに形態的特徴を 視覚的判断にて評価し,右室虚血性心病変の評価 に意義のある成績が得られたと記している.

これら定性的評価に対し渡辺ら⁸⁾は TI-201 心 筋シンチの平面像において右室自由壁・心室中隔 および左室側壁に ROI を設定し単位面積当たり のカウント値により右室・左室壁 TI-201 摂取率 を求め、右心カテーテル法と対比し、TI-201 心筋 シンチは、右室負荷の定量的評価に有用と結論し ている. 宮永ら⁹⁾は、ファーストパス法を加える ことにより右心関心領域を設定し、右室・左室の TI-201 心筋摂取率を求め右室壁全体の評価が可能 で有用と述べている. しかし、上記渡辺らおよび 宮永らの報告も SPECT を用いた右室壁心筋の定 量的解析は行われていない.

Tl-201 は,心筋灌流に比例し左室壁心筋の虚血・ 負荷の評価に役立ち^{1~3)},さらに心筋 SPECT に より定量的に評価しうる¹⁶⁾といわれている.

われわれは,正常人 12 例を対象として 運動負 荷 TI-201 心筋 SPECT 法により 右室壁の 定量的 評価法を検討した.左室の最大値を 100% として 右室・左室カーブを作成したところ正常例のばら つきが少ない満足すべき結果が得られた (Fig. 3). しかし加算像に比し各スライス (心尖部像,中央 部像,心基部像) における正常域のばらつきは, やや大きかった. 症例数が多くなれば各スライス における偏差も小さくなり右室壁の立体的把握に 役立つと思われる.また中隔において右室壁とし てまた左室壁として算出したが,有意差を認めな かった (Fig. 4).したがってこの方法により左室 壁のみならず右室壁における虚血や肥大の定量的 評価に役だつものと考えられる.

謝辞:本検査のコンピュータ処理等にご協力をいただ いた名古屋大学放射線部の安部哲太郎氏に感謝します.

文 献

- Wackers FJ, Schoot JB, Sokole EB, et al: Noninvasive visualization of acute myocardial infarction in man with thallium-201. Brit Heart J 37: 741-744, 1975
- 2)河合直樹、岡田充弘、都田裕之,他:運動負荷タリ ウム心筋像による冠動脈病変部位の非観血的診断. 核医学 20: 371-383, 1983
- 3) Maddahi J, Garcia EV, Verman DS, et al: Improved noninvasive assessment of coronary artery desiase by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and washout of Thallium-201 Circulation 64: 924–935, 1981
- 4) Cohen HA, Baird MG, Rouleau JR, et al: Thallium-201 myocardial imaging in patients with pulmonary hypertension. Circulation 54: 790-795
- 5) 片岡 一, 高岡 茂, 大窪利隆, 他: 負荷 Thallium-201 心筋シンチグラフィーによる右室虚血性病変の 評価. 核医学 19: 1475-1481, 1982
- 6) Brachman MB, Rozanski A, Charuzi Y, et al: Thallium-201 stress redistribution abnormalities of the right ventricle: A manifestation of proximal right coronary artery stenosis. Am Heart J 101: 288-291, 1981
- Wackers FJ, Klay JW, Laks H, et al: Pathophysiologic correlates of right ventricular thallium-201 uptake in a canine model. Circulation 64: 1256– 1264, 1981
- 渡辺俊也,都田裕之,小池斌碩,他:Thallium-201 心筋灌流シンチグラフィによる右室負荷の定量的評 価の検討.核医学 20: 179-191, 1983
- 9) 宮永 一,足立晴彦,杉原洋樹,他:肥大型心筋症 における 201-Tl 心筋シンチグラムの検討. 核医学 20: 329-333, 1983
- Cohn JN: Right ventricular infarction. Am J Cardiol 43: 666–668, 1978
- Adelman AG, Wigle ED: Two types of intraventricular Pressure difference in the same patient. Circulation 38: 649-655, 1968

1780

- 12) Cardiel EA, Alonso M, Delcan JL: Echocardiographic sign of right-sided hypertrophic obstructive cardiomyopathy. Brit Heart J 40: 1321-1324, 1978
- 13) 高橋恒男,桂川茂彦,阿部知博,他:フーリェ解析に よる右室梗塞例の検討. 核医学 21: 427-433, 1984
- 14) Cook DJ, Bailley I, Strauss HW, et al: Thallium-201 for myocardial imaging: Appearance of the normal

heart. J Nucl Med 17: 583-589, 1976

- 15) 西村恒彦, 植原敏男,林田孝平,他:右室梗塞の核 医学的診断に関する研究——心 RI アンジオ,心筋 シンチの併用による——.核医学 19:745-755,1982
- 16) 玉木長良,児玉秋生,米倉義晴,他:タリウム心筋 エミッション CT の定量的評価(第一報)健常心筋の 検討. 核医学 21: 35-40, 1984

Summary

Quantification of the Right Ventricular Wall Using Stress Myocardial Emission Computed Tomography with Thallium-201 in Normal Subjects

Hiroshi Akanabe*, Motoo Oshima*, Sadayuki Sakuma*, Shuhei Yamamoto**, Naoki Kawai** and Iwao Sotobata**

> *Department of Radiology, **First Department of Internal Medicine, Nagoya University School of Medicine, Nagoya

Although many studies of quantitative analysis of left ventricular myocardial wall (LVMW) have been reported using stress thallium-201 (TI-201), few reports of right ventricular myocardial wall (RVMW) have been estimated. In this study we determined whether single photon emission computed tomography (SPECT) with TI-201 could accurately define normal range of RVMW in normal subjects.

Twelve persons who have no valvular disease, nor coronary artery disease were included in this study. Stress SPECT study was reconstructed to make a short axial images of ventricles. RVMW and LVMW were flagged by mamual. Each ventricle was divided into 36 parts at every 10 degree. Relative activity counts in each ventricle were calculated as a percent counts of maximum counts in left ventricle.

The normal range of RVMW with stress SPECT was as follows: anterior wall $(33.2\pm11.4\%)$, mean ± 2 standard deviation, $-62.7\pm18.4\%)$, free wall $(30.1\pm12.4\%-38.5\pm8.8\%)$, inferior wall $(40.4\pm7.8\%-60.0\pm21.4\%)$, septal wall $(65.2\pm17.2\%-71.1\pm14.2\%)$.

Above the results, SPECT with Tl-201 can accurately define the normal range of RVMW, and this method is usefull to quantify the degree of ischemia and hypertrophy in RVMW.

Key words: Thallium-201, Single photon emission computed tomography, Right ventricular wall.