

《原 著》

脚ブロックを合併した心筋梗塞の診断における
Tc-99m 心プール像位相解析の有用性

松島 英夫* 河合 直樹* 鈴木 晃夫* 山本 秀平*
外畑 巖* 安部哲太郎** 佐久間貞行**

要旨 心室興奮伝導異常および心筋梗塞の合併例における Tc-99m 心プール像位相解析の有用性を検討することを目的とし、心筋梗塞合併例を含む脚ブロック 36 名、脚ブロックのない心筋梗塞 10 名および健康人 12 名を対象に、心電図同期心プール像の位相解析を施行した。健康人では両心室の平均位相角は左右ほぼ同時であったが、脚ブロック患者ではブロック側の心室の位相角遅延がみられ、梗塞を合併する症例では左室内に局所位相遅延部位を認めた。左室位相角の標準偏差値は左室駆出率と有意な負相関 ($r = -0.77$) を示し、左室の不均等収縮を反映するものと考えられた。心電図同期心プール像の位相解析は、脚ブロックの診断のみならず、心電図学的診断の困難な脚ブロックに合併した心筋梗塞の診断にも有用と考えられた。

I. はじめに

心電図同期心プール像の位相解析は Adam ら¹⁾の報告以来広く普及し、今日までの数多くの報告の中で心室壁運動異常^{2,3)}、あるいは心室興奮伝導異常^{4,5)}の診断における本解析法の有用性が強調されている。しかし心室興奮伝導異常に合併した心筋梗塞の診断における位相解析の有用性についてはあまり検討されていない。本研究の目的は脚ブロック患者および脚ブロックと心筋梗塞の合併患者について位相解析を行い、心電図学的診断の比較的困難な興奮伝導異常と心筋梗塞の合併例における本解析法の有用性を検討することである。

II. 対象および方法

完全右脚ブロック患者 20 名 (平均 60.6 歳, 男 17 名, 女 3 名), 完全左脚ブロック患者 16 名 (平

均 60.3^{1/2}歳, 男 9 名, 女 7 名), 脚ブロック合併のない陳旧心筋梗塞 10 名 (平均 51.5 歳, 全例男子), および健康人 12 名 (平均 54.1 歳, 男 9 名, 女 3 名) の計 58 名を対象とした。右脚ブロックの 11 名 (平均 63.2 歳, 全例男子) および左脚ブロックの 7 名 (平均 67.6 歳, 男 3 名, 女 4 名) では、病歴、急性期の酵素学的所見, TI-201 心筋 SPECT あるいは左室造影等により陳旧心筋梗塞の合併が診断された。

心電図同期心プール像はテクネ標識用ピロリン酸 2 mg の静注 30 分後に Tc-99m を 20 mCi 静注する体内赤血球標識法により行った。データ収集はスラントホールコリメータを装着した低エネルギー用ガンマカメラ (東芝 GCA-10A) を用い、modified LAO 40° にて 15 分間行った。位相解析はミニコンピュータシステム (東芝 GMS-55A) を用いて 1 次項フーリエ解析により行い、早期位相を青色、遅延位相を赤色とする 16 色のカラースケールにて位相イメージを表示した。位相イメージ上の左室および右室にジョイスティックによりそれぞれ関心領域を設定し、さらに左室内の局所に 1 階調 (約 23°) 以上の位相遅延部位を認める症例ではその局所位相遅延部位にも関心領域を設定し

* 名古屋大学医学部第一内科

** 同 放射線科

受付: 60 年 10 月 29 日

最終稿受付: 61 年 3 月 5 日

別刷請求先: 名古屋市昭和区鶴舞町 65 (☎ 466)

名古屋大学医学部第一内科

松 島 英 夫

て、それぞれ位相角ヒストグラムを作成した。ヒストグラムは心電図 (CM₅ 誘導) の R 波頂点を 0° とし、その前後に $\pm 180^\circ$ の範囲で作成した。また左室容量曲線より左室駆出率 (LVEF) を算出し、左室位相角の標準偏差 (SD) 値との相関を検討した。

III. 結 果

左室および右室のそれぞれの位相角ヒストグラムの平均値より求めた両心室の位相時間差 (左室-右室) を健常人、右脚ブロック、左脚ブロックおよび脚ブロックのない心筋梗塞の各群につい

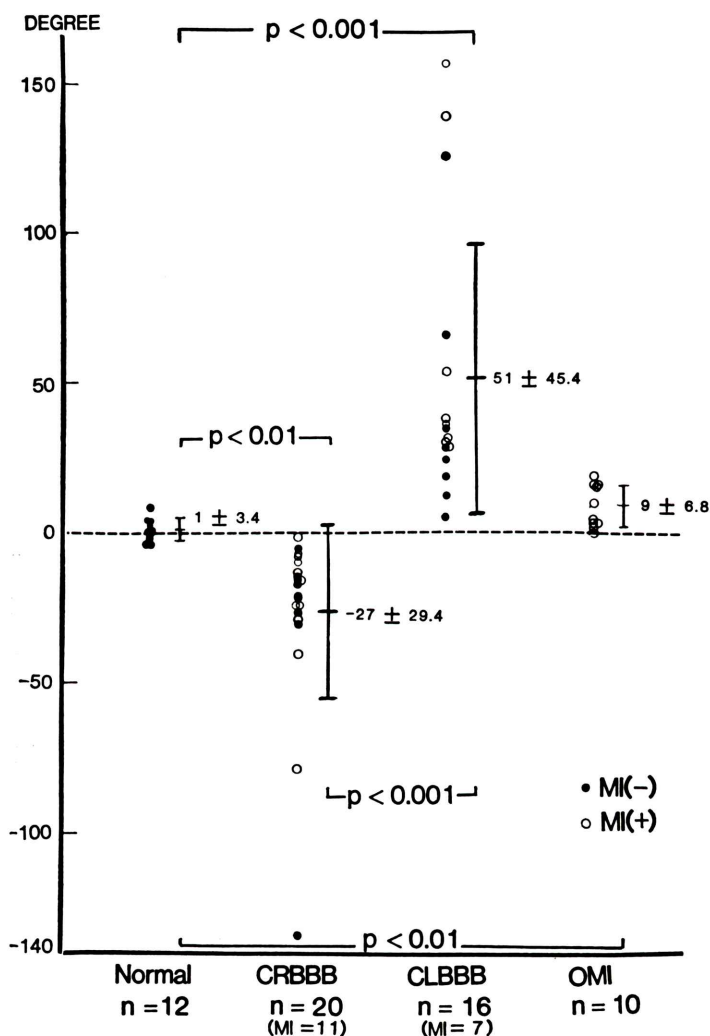


Fig. 1 The phase difference between LV and RV (LV-RV) in subjects with normal controls, RBBB, LBBB and OMI with BBB. The mean phase angle of both ventricle was significantly delayed in RV and LV in patients with RBBB and LBBB, respectively. In patients with RBBB complicated with OMI, the phase difference was smaller than in those with RBBB without OMI. In cases of LBBB complicated with OMI, the phase difference was larger than in those without OMI.

て Fig. 1 に示す。心室平均位相角は、健常人では左室が右室に比しわずかに早く、右脚ブロック例では右室が、左脚ブロック例および脚ブロックのない心筋梗塞例では左室が健常人よりも有意に遅延した（それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.001$ および $p < 0.01$ ）。右脚ブロック例のうち梗塞合併例では

梗塞非合併例に比し左室と右室の平均位相角差は小となる傾向にあった。左脚ブロック例のうち梗塞合併例では梗塞非合併例に比し左室と右室の平均位相角差は大となる傾向にあった。また梗塞患者 28 名すべてにおいて、脚ブロック合併の有無にかかわらず左室に局所位相遅延部位を認めた (Table 1)。

各群における左室の SD 値を Fig. 2 に示す。健常人および梗塞合併のない右脚ブロック例では SD 値に有意差はなく、 6° から 23° の範囲にあった。梗塞患者ではいずれの群でも健常人の SD 値を有意に上まわった。左脚ブロック例では梗塞非合併例でも健常人よりも有意に SD 値は大きく ($p < 0.01$)、梗塞合併左脚ブロック例では脚ブ

Table 1 Presence or absence of LV regional phase delay in all subjects

	BBB (-)		BBB (+)	
	MI (+)	MI (-)	MI (+)	MI (-)
Regional phase delay (+)	10	0	18	0
Regional phase delay (-)	0	12	0	18

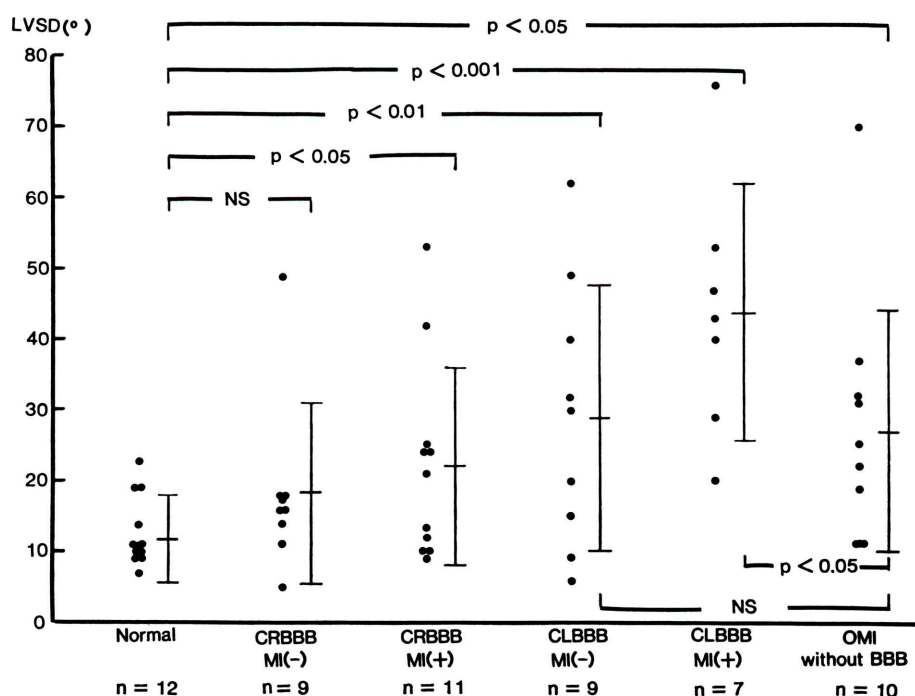


Fig. 2 The left ventricular standard deviation (LVSD) in subjects with normal controls, CRBBB without OMI, CRBBB with OMI, CLBBB without OMI, CLBBB with OMI and OMI without BBB. The LVSD of the patients with OMI was significantly larger than normal controls, irrespective of complicated BBB or not. Patients with CLBBB without OMI were showed larger LVSD than normal controls ($p < 0.01$), significantly. Patients with CLBBB with OMI had significantly larger LVSD than OMI without BBB ($p < 0.05$).

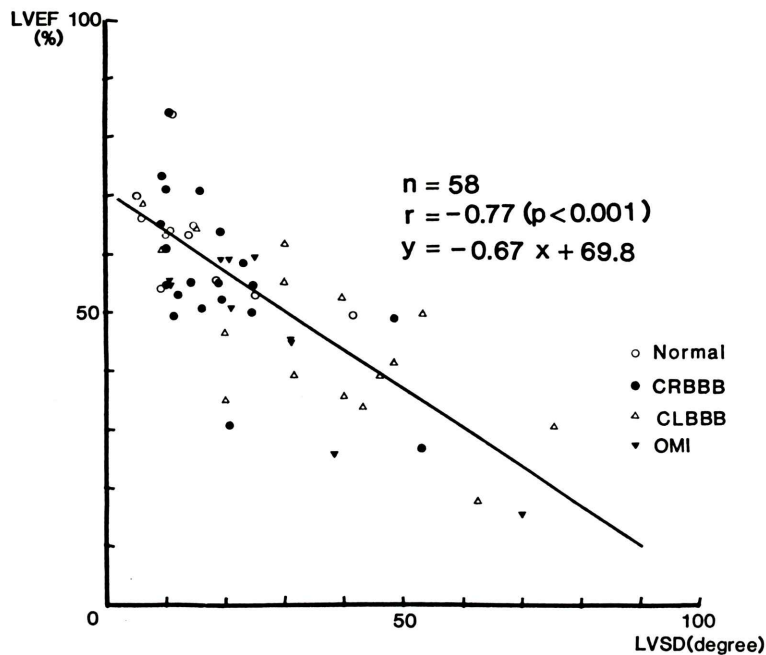


Fig. 3 Correlation between SD of the LV phase angles and LVEF. Patients with OMI showed a lower LVEF and a larger SD than normal controls. Patients with LBBB showed a lower LVEF and a larger SD, irrespective of the presence or absence of OMI.

ックのない心筋梗塞よりも有意に大であった ($p < 0.05$).

健常人および梗塞合併のない右脚ブロック例では LVEF は正常であったが、心筋梗塞例、左脚ブロック例などの SD 値が高値を示す症例では LVEF が小さくなる傾向にあった。全 58 例において左室の SD 値と LVEF との間には負の相関 ($r = -0.77$, $p < 0.001$) がみられた (Fig. 3).

IV. 症例呈示

症例 1: 59 歳, 男性, 完全右脚ブロックを合併する前壁中隔梗塞。

標準 12 誘導心電図では $V_1 \sim V_3$ に異常 Q を認め、QRS 波は幅広く (0.15 秒), V_1 および V_2 で late R を認めた (Fig. 4)。本例では位相は左室側壁の健常部に比し、右室では全体に遅延し、心室中隔から左室心尖部にかけての梗塞部と考えられる領域でも遅延していた (Fig. 5)。右室平均位相角は

$+15^\circ$ であった。左室では位相角ヒストグラムは梗塞の合併のため 2 峰性となったが、左室全体の平均位相角は 0° であり、右室よりも早期位相を示した。左室局所位相遅延部位の平均位相角は $+19^\circ$ で右室よりもさらに遅延する傾向にあった。本例は左室造影で前壁および心室中隔に無収縮領域が、また冠動脈造影で左前下行枝 (AHA 分類⁶⁾ の segment 6) に 90% 狭窄が認められた。

症例 2: 66 歳, 男性, 完全左脚ブロックを合併する下壁梗塞。

標準 12 誘導心電図では III , aV_F で小さな R 波を示し、単極胸部誘導の QRS 波は 0.15 秒であり、 V_1 , V_2 , V_3 で小さな R 波, V_5 , V_6 は RR' 型を示した (Fig. 6)。本例は完全左脚ブロックと診断されるが、心筋梗塞の合併を診断することは必ずしも容易ではない。本例の位相イメージでは左室は右室よりも位相が遅延し、左室下壁は左室の他の部位よりもさらに遅延を示す (Fig. 7)。平均位相

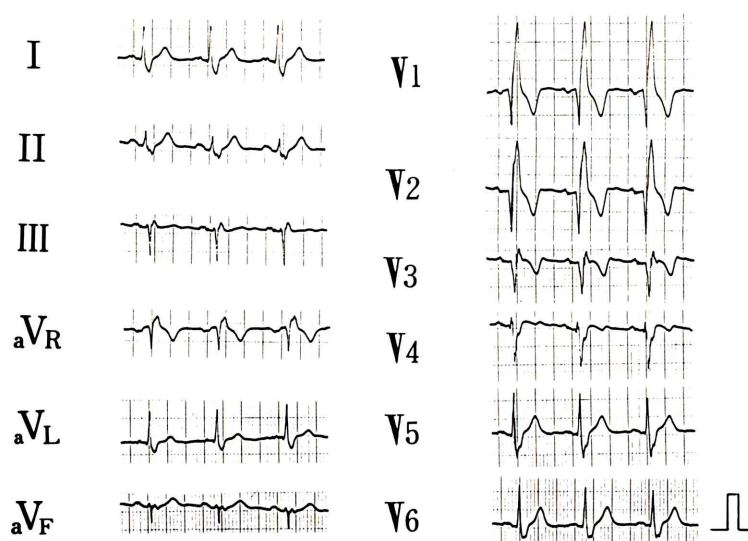


Fig. 4 Case 1 59-year-old male with old anteroapical MI complicated with CRBBB. Q waves were shown in V₁, V₂ and V₃. And QRS interval was 0.15 seconds.

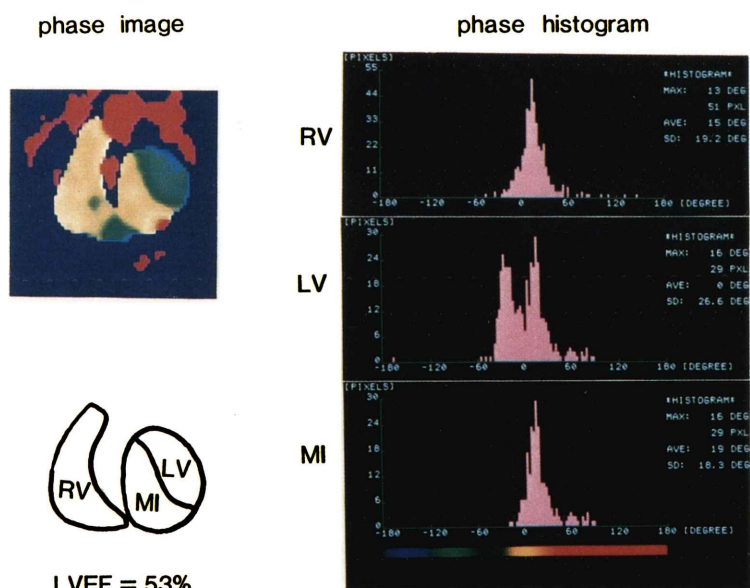


Fig. 5 Phase image of case 1. The mean phase angle of RV was delayed than LV. LV anteroapical wall was delayed than LV lateral wall.

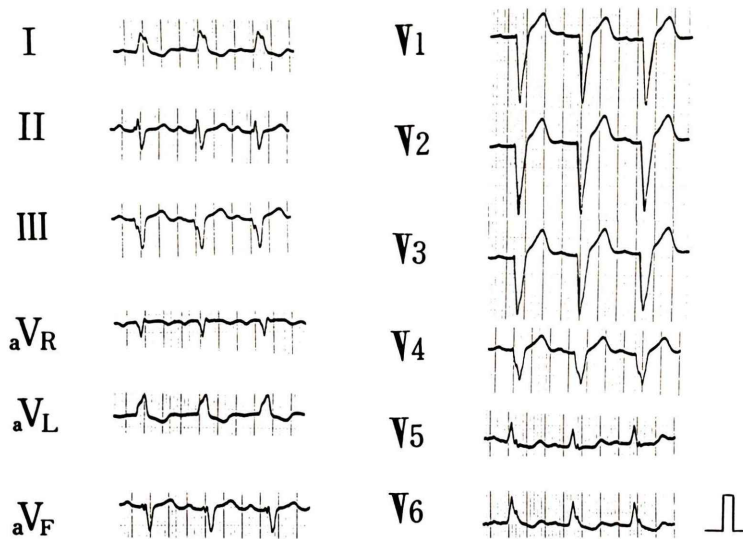
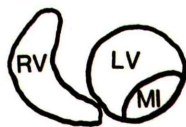
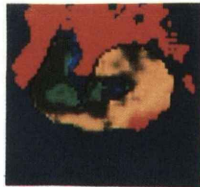


Fig. 6 Case 2 66-year-old female with old inferior MI complicated with CLBBB. Small R waves were shown in III and aVF. And QRS interval was 0.15 seconds.

phase image



LVEF = 39%

phase histogram

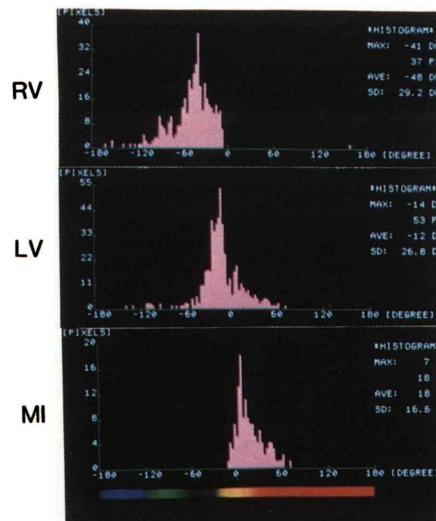


Fig. 7 Phase image of case 2. The mean angle of LV was delayed than RV. LV inferior wall was delayed than LV anterior wall.

角は右室、左室、および左室局所位相遅延部位でそれぞれ -48° 、 -12° および $+18^{\circ}$ であり、左脚ブロックを合併した下壁梗塞と診断された。本例は心プール像検査の2年4か月前に急性下壁梗塞の既往があり、その2年後に完全左脚ブロックを併発した患者であった。左室造影では下壁に無収縮領域を認め、冠動脈造影では右冠動脈 (AHA 分類の segment 2) に 90% 狭窄を認めた。

V. 考 案

1. 心筋梗塞合併のない脚ブロックにおける位相解析

本研究において健常人の位相イメージでは両心室がほぼ均一に表示され、両心室の平均位相角もほぼ同値であった。右脚ブロックでは右室全体の、左脚ブロックでは左室全体の位相遅延が位相イメージより肉眼的に容易に診断でき、平均位相角も脚ブロック側の心室で健常人よりも有意に遅延した。これらの結果は Fraiss ら⁴⁾の報告と一致しており、脚ブロックの診断において位相解析法は臨床的に有用と考えられた。

2. 脚ブロックと心筋梗塞合併例における位相解析

右脚ブロックでは初期 QRS ベクトルが健常人と同じであるため⁷⁾、心電図から心筋梗塞の合併を診断するのは必ずしも困難ではない。しかし左脚ブロックと心筋梗塞の合併症例では左脚ブロックが心筋梗塞心電図所見を mask することが多い⁸⁾。Abben ら⁹⁾は間欠的左脚ブロック患者を対象として左脚ブロック時における12誘導心電図の心筋梗塞診断精度を検討したが、これは59%とあまり良好ではない。また Havelda ら¹⁰⁾は左脚ブロックに合併した心筋梗塞例の剖検所見と心電図所見を比較し、特に下壁梗塞において心電図の診断感度が低いことを報告した。

本研究において梗塞患者は脚ブロックの有無にかかわらずすべて室内に局所位相遅延部位を認めたことより、この部位は心筋梗塞を反映するものと考えられた。脚ブロック例ではブロック側心室全体の位相遅延が存在し、梗塞部では同側心室の

他の部位に比しさらに強い位相遅延が観察された。このため左脚ブロックに合併した心筋梗塞でも梗塞の存在および部位診断が可能であった。しかし梗塞量が小さく、左室壁運動異常が低収縮にとどまる症例では位相イメージによる梗塞合併診断は困難なことが予想される。また modified LAO 40° の位相イメージは左室と右室の分離にはすぐれているが、左室心尖部と左室下後壁が重なるため梗塞部位の同定には限界があることも否定できない。しかし SPECT による断層心プール像の位相解析がこの問題を解決すると思われる。

3. 左室 SD 値と LVEF との相関

左室の SD 値が左室機能の重篤度を反映することはすでに報告されている。玉木ら³⁾は心筋梗塞における左室駆出率と左室の SD 値が有意に負相関することを報告したが、本研究でも同様の結果を得た。本研究では心筋梗塞の合併のない左脚ブロック症例でも左室駆出率は健常人よりも低値を示し、かつ左室の SD 値は高値であった。この所見は、左脚ブロックでは心室中隔が異常運動を示すこと、あるいは左室の興奮伝導がプルキンエ線維を介さない筋性伝導によるため左室自由壁運動が協調性に欠ける可能性があることに原因すると考えられた¹¹⁻¹³⁾。また左脚ブロック例では心筋梗塞の合併がなくとも冠動脈硬化と関連した心筋虚血をしばしば合併することも否定できない^{14,15)}。

VI. 結 語

1) 心筋梗塞合併例を含む脚ブロック36名、脚ブロックのない心筋梗塞10名および健常成人12名を対象として心電図同期心プール像の位相解析を施行し左右心室における位相角、および左室内に局所位相遅延部位を認める症例ではその部位における位相角の比較検討を行った。

2) 左室および右室の平均位相角は、健常人では左右ほぼ同時であったが、右脚ブロックでは右室の、左脚ブロックでは左室の平均位相角の遅延がみられた。梗塞合併脚ブロック症例では左室内に左室全体の平均位相角よりも有意に遅延する局所位相遅延部位が存在した。

3) 左室位相角の標準偏差値は左室駆出率と有意な負相関($r = -0.77, p < 0.001$)を示し、左室の不均衡収縮を反映するものと考えられた。

4) 心電図同期心プール像の位相解析は、脚ブロックの診断のみならず、心電図学的診断の困難な脚ブロックに合併した心筋梗塞の診断に有用と考えられた。

本稿の要旨は第25回日本核医学会総会(1985年10月、徳島)において発表した。

文 献

- 1) Adam WE, Tarkowska A, Bitter F, et al: Equilibrium (gated) radionuclide ventriculography. *Cardiovasc Radial* 2: 161-173, 1979
- 2) Botvinic E, Dunn R, Fraiss M, et al: The phase image: Its relationship to patterns of contraction and conduction. *Circulation* 65: 551-560, 1982
- 3) 玉木長良, 向井孝夫, 湊小太郎, 他: Phase analysisによる左室局所壁運動の定量評価——位相分布ヒストグラムによる検討——. *核医学* 19: 1241-1248, 1982
- 4) Fraiss MA, Botvinic EH, Shosa DW, et al: Phase image characterization of ventricular contraction in left and right bundle branch block. *Am J Cardiol* 50: 95-105, 1982
- 5) Swiryn S, Pavel D, Byrom E, et al: Sequential region phase mapping of radionuclide gated biventriculograms in patients with left bundle branch block. *Am Heart J* 102: 1000-1010, 1981
- 6) AHA Committee Report: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. *Circulation* 51: 7-40, 1975
- 7) Okajima S, Okumura M, Sotobata I: Comparison of Frankvectorcardiograms of normal conduction and right bundle branch block in patient with intermittent or transient right bundle branch block. *Jpn Heart J* 21: 257-271, 1979
- 8) Sodi-Pallares D, Cisneros F, Medrano GA, et al: Electrocardiographic diagnosis of myocardial infarction in the presence of right and left bundle branch block, ventricular premature beats, and WPW syndrome. *Prog CV Dis* 6: 107-136, 1963
- 9) Abben R, Denes P, Rosen KM: Evaluation of criteria for diagnosis of myocardial infarction. Study of 256 patients with intermittent left bundle branch block. *Chest* 75: 575-578, 1979
- 10) Havelda CJ, Sohi GS, Flowers NC, et al: The pathologic correlates of the electrocardiogram: Complete left bundle branch block. *Circulation* 65: 445-451, 1982
- 11) Williams RS, Behar VS, Peter RH: Left bundle branch: angiographic segmental wall motion abnormalities. *Am J Cardiol* 44: 1046-1049, 1979
- 12) Hirzel HO, Senn M, Kuesch K, et al: Thallium-201 scintigraphy in complete left bundle branch block. *Am J Cardiol* 53: 764-769, 1984
- 13) Rosenbush SW, Ruggie N, Turner DA, et al: Sequence and timing of ventricular wall motion in patients with bundle branch block. Assessment by radionuclide cineangiography. *Circulation* 66: 1113-1119, 1982
- 14) Smith S, Hayes WL: The prognosis of complete left bundle branch block. *Am Heart J* 70: 157-159, 1965
- 15) Lewis CH, Dagenais GR, Friesinger GC, et al: Coronary arteriographic appearances in patients with left bundle branch block. *Circulation* 41: 299-307, 1970

Summary

The Clinical Usefulness of the Phase Analysis of Tc-99m Blood-pool Imaging in Patients with Old Myocardial Infarction Complicated with Bundle Branch Block

Hideo MATSUSHIMA*, Naoki KAWAI*, Akio SUZUKI*, Shuhei YAMAMOTO*,
Iwao SOTOBATA*, Tetsutaro ABE** and Sadayuki SAKUMA**

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

The purpose of the present study was to evaluate the clinical usefulness of phase analysis of Tc-99m gated blood-pool imaging in patients with old myocardial infarction (OMI) complicated with bundle branch block (BBB).

Tc-99m gated blood-pool imaging was performed on 28 OMI patients with BBB (18) or without BBB (10), 18 BBB patients without OMI, and 12 normal controls. Eighteen of the 36 patients with BBB complicated with OMI were diagnosed by clinical history, serum CK levels and/or left ventriculography. The phase analysis was carried out on all 58 subjects, and regions of interest were set around the right and left ventricular (RV and LV) cavity and around partially phase-delayed areas in LV. Phase histograms were obtained in each ventricle, and the mean value and standard deviation (SD) were calculated in each phase histogram. Phase histograms were also obtained in a partially phase delayed region in LV. Left ventricular ejection fraction (LVEF) was calculated from the time-volume curve.

The mean phase angle of both ventricles was

almost similar in normal controls. It was significantly delayed in RV and LV in patients with RBBB and LBBB, respectively. In patients with RBBB complicated with OMI, the phase difference between LV and RV (LV—RV) was smaller than in those with RBBB without OMI. In cases of LBBB complicated with OMI, the phase difference was larger than in those without OMI. All patients with OMI had a locally delayed region in LV. SD of the LV phase angles showed a significant correlation with LVEF ($r = -0.77$). Patients with OMI showed a lower LVEF and a larger SD than normal controls. Patients with LBBB showed a lower LVEF and a larger SD, irrespective of the presence or absence of OMI. SD of LV regional phase angles was considered to suggest asynchronous contraction of LV.

It was concluded that the phase analysis of blood-pool imaging was useful in diagnosing OMI in patients with BBB.

Key words: Tc-99m red blood cells, Bundle branch block, Old myocardial infarction, Gated blood-pool imaging, Phase analysis.