

無症候性陰性T波例における経静脈性コントラストエコー図法による左室造影の有用性

Usefulness of Left Ventricular Opacification With Intravenous Contrast Echocardiography in Patients With Asymptomatic Negative T Waves on Electrocardiography

朱 紅^{*1}
室 生 卓
穂積 健之
渡辺 弘之
安保 浩二^{*2}
中尾 満^{*2}
吉川 純一

Hong ZHU, MD^{*1}
Takashi MURO, MD, FJCC
Takeshi HOZUMI, MD, FJCC
Hiroyuki WATANABE, MD, FJCC
Koji ABO, RDCS^{*2}
Mitsuru NAKAO, RDCS^{*2}
Junichi YOSHIKAWA, MD,

Abstract

Objectives. Patients with electrocardiography (ECG) abnormalities sometimes present without obvious symptoms or abnormal physical findings. In some cases, echocardiography fails to reveal abnormalities compatible with the ECG findings because of poor echocardiographic image quality. New intravenous contrast agents now enable opacification of the left ventricular cavity in the clinical setting. The usefulness of left ventricular opacification (LVO) by ultrasonic contrast agent was examined in asymptomatic patients with negative T waves on ECG.

Methods. Thirty-four consecutive patients (23 males, 11 females, mean age 68 ± 10 years) with negative T waves without symptoms or abnormal physical findings underwent routine transthoracic echocardiography and LVO by intravenous injection of Levovist using harmonic imaging.

Results. Without LVO, abnormal echocardiographic findings compatible with the negative T waves were identified in 22 (65%) of the 34 patients. With LVO, the endocardial border of the left ventricle was observed in all patients and findings compatible with negative T waves were detected in 32 (94%) of the 34 patients, which was significantly higher than that without LVO ($\chi^2 = 9.79, p = 0.0055$). Furthermore, LVO revealed additional findings in nine patients such as mural thrombus or apical thinning. In total, LVO revealed abnormal apical findings in 22 patients (65%), which was significantly higher than that without LVO ($\chi^2 = 10.0, p = 0.0013$).

Conclusions. LVO is useful for identifying abnormal findings, especially in the apex in asymptomatic patients with negative T waves on ECG.

J Cardiol 2002 Dec; 40(6): 259 - 265

Key Words

- Contrast echocardiography (left ventricular opacification)
- Electrocardiography (negative T waves)
- Cardiomyopathies, hypertrophic (apical hypertrophy)

大阪市立大学大学院医学研究科 循環器病態内科学: 〒545-8585 大阪市阿倍野区旭町1-4-3; *1(現)中華人民共和国黒龍江省医院外來部 物理診断科, 中国; *2大阪市立大学医学部附属病院 中央臨床検査部, 大阪

Department of Internal Medicine and Cardiology, Osaka City University Medical School, Osaka; *1(present)Physical Diagnosis Section, Clinic of Heilongjiang Provincial Hospital, China; *2Central Clinical Laboratory, Osaka City University Medical School, Osaka

Address for correspondence: MURO T, MD, FJCC, Department of Internal Medicine and Cardiology, Osaka City University Medical School, Asahi-cho 1-4-3, Abeno-ku, Osaka 545-8585

Manuscript received September 5, 2002; revised October 10, 2002; accepted October 10, 2002

RDSCS = resistered diagnostic cardiac sonographer

はじめに

検診や一般外来などで、自覚症状や理学的異常所見に乏しいにもかかわらず、心電図異常を呈する症例にときに遭遇する。精査目的で心エコー図法を施行しても、画質不良などの理由で心電図異常に一致した所見が得られず、やむなく経過観察とすることもある。近年、経静脈投与により左心系の造影が可能な超音波造影剤が臨床で使用できるようになり、超音波造影剤による左室造影 (left ventricular opacification) が容易に施行可能となった。左室造影は左室心内膜面の同定を飛躍的に改善し^{1,2)}、左室内血栓の診断³⁾や壁運動異常の検出⁴⁾などに有用であると報告されており、さまざまな臨床の場で診断に寄与することが期待される。

本研究の目的は、心電図胸部誘導に陰性T波を呈するが、症状や理学的所見に乏しい症例における左室造影の有用性を検討することである。

対象と方法

1. 対象

対象は、2000年1月 - 2001年4月に経胸壁心エコー図検査目的で来院し、心電図上V₁を除く連続2胸部誘導に陰性T波を認めた症例のうち、自覚症状や理学的異常所見に乏しい連続34例(男性23例、女性11例、平均年齢68 ± 10歳、年齢範囲41 - 79歳)である。全例、通常経胸壁心エコー図検査後、インフォームドコンセントを得て、静注によるコントラスト左室造影を施行した。

2. 方法

超音波断層装置はPHILIPS製SONOS 5500およびSIEMENS製SEQUOIA 512を用いた。経胸壁心エコー図検査は送信周波数1.3 - 3.5MHzで行い、通常の断層像、ドップラー像を観察し、必要に応じてズーム機能やハーモニクイメージを併用した。左室造影施行時の装置設定はフレームレート5 - 30Hz、メカニカルインデックスは0.8 - 1.6、ハーモニクモード(送受信周波数: 1.3/3.6, 1.75/3.5ないし1.8/3.6MHz)を用い、ゲイン、フォーカスは症例により適宜調整し、必要に応じてハーモニクパワードップラー法を使用した。心尖部アプローチを基本にし、その他の断層を適宜追加した。

Table 1 Comparison of echocardiographic findings with and without left ventricular opacification

	Echocardiographic findings	
	Without LVO	With LVO
ASH	11	10
APH	5	12
ASH+APH	2	3
Apical asynergy	2	4
Others	2	3
Unknown	12	2

Values are number of patients. * Noncompaction of the left ventricle.

LVO = left ventricular opacification; ASH = asymmetric septal hypertrophy; APH = apical hypertrophy.

超音波造影剤はレボピストを用い、300 mg/mlの濃度で、3 mlを末梢静脈よりボラス投与した。

判定は2人の検者が独立して行い、両者の所見が一致しないときは第3の検者が判定した。判定には以下の基準を用いた。1) 心室中隔の厚さが1.4 cm以上、心室中隔と左室後壁の厚さの比が1.3以上であるものを非対称性中隔肥大 (asymmetric septal hypertrophy)⁵⁾、2) 拡張末期の心尖部壁厚が1.5 cm以上のものを心尖部肥大 (apical hypertrophy)⁶⁾、3) 左室壁運動の評価はAmerican Society of Echocardiographyの推奨に従い⁷⁾、4) 壁運動異常を呈する左室壁の心内膜面に隣接した塊状エコーを左室壁血栓⁸⁾、5) 左室壁厚5 mm以下を菲薄化とした。

統計学的検討において、左室造影施行前と後の比較にはFisherの直接確率計算法を用い、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

結 果

造影前の心エコー図検査において、34例中22例(65%)に陰性T波に符合する所見が認められた。その内訳は非対称性中隔肥大11例、心尖部肥大5例、非対称性中隔肥大と心尖部肥大の合併2例、心尖部壁運動異常 (apical asynergy) 2例、側壁肥大1例、拡張型心筋症1例であった。残りの12例(35%)については陰性T波に符合する所見が得られなかった (Table 1)。コントラスト左室造影により全例で左室腔の染影を得るこ

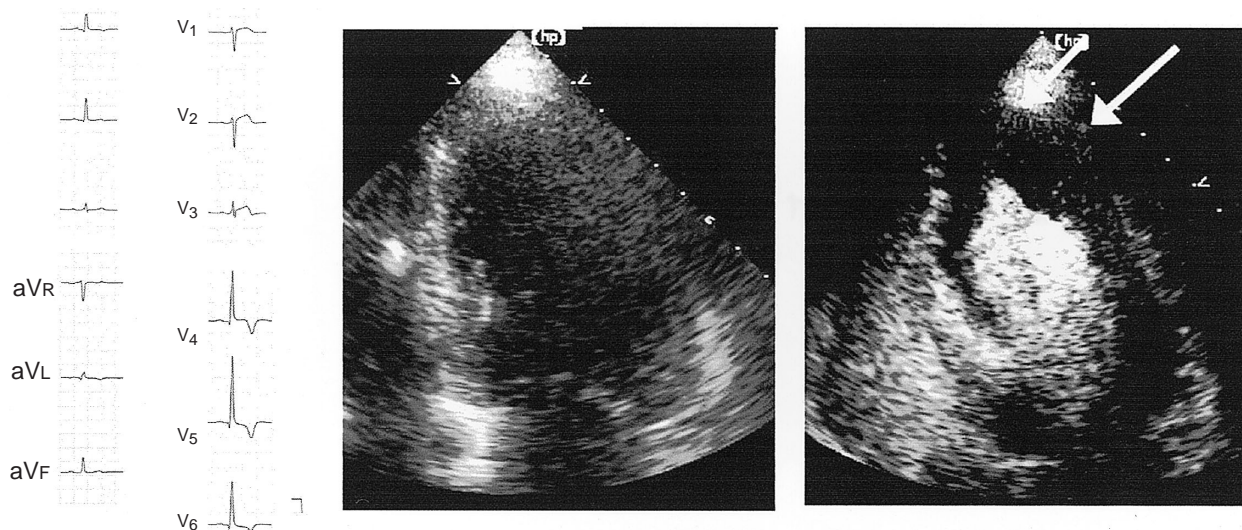


Fig. 1 Representative case of apical hypertrophy

Left: Electrocardiogram showed negative T waves in V₄ - V₆.

Middle: Transthoracic echocardiogram failed to show apparent abnormalities.

Right: Intravenous contrast echocardiogram clearly showed localized apical hypertrophy(arrows)

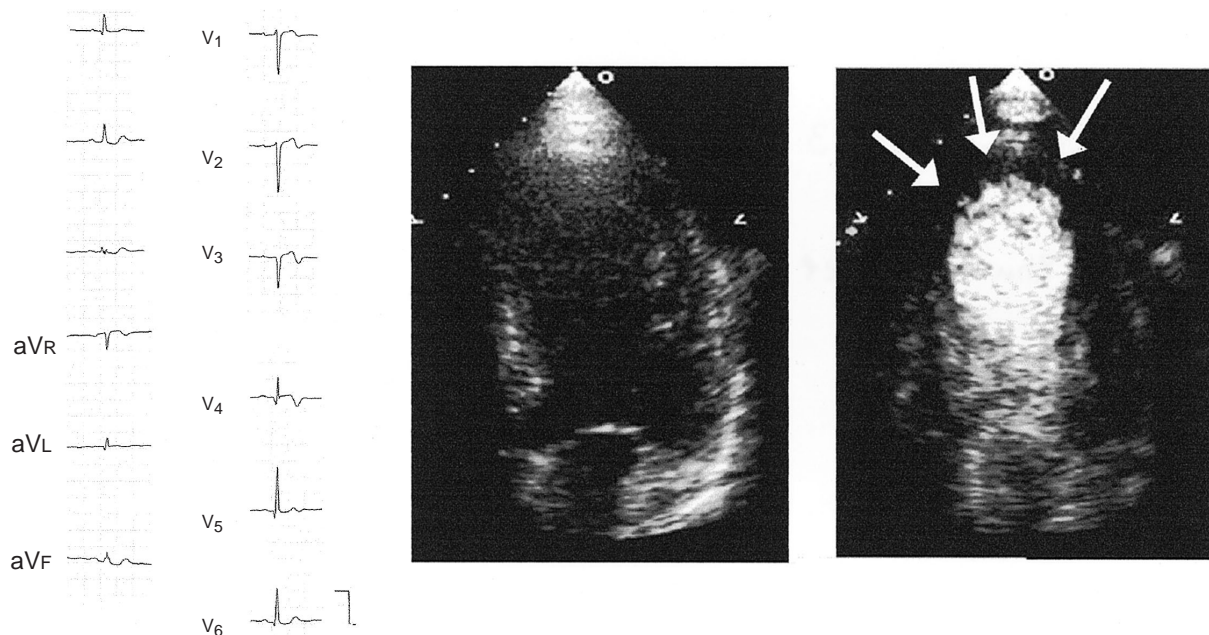


Fig. 2 Representative case of apical asynergy

Left: Electrocardiogram showed negative T waves in V₃ - V₅.

Middle: Transthoracic echocardiogram failed to show abnormalities in the apex.

Right: Intravenous contrast echocardiogram clearly showed apical asynergy(arrows)

とができ、合併症は認められなかった。左室造影を施行することにより造影前に陰性T波に符合する所見が認められた22例では、全例で同様の所見を認め、造影前に陰性T波に符合する所見が得られなかった12

例中10例(83%)に陰性T波に符合する所見が得られた。その内訳は心尖部肥大7例(Fig. 1), 心尖部壁運動異常2例(Fig. 2), 左室緻密化障害(noncompaction of the left ventricle)1例であった(Table 1)。全体では34

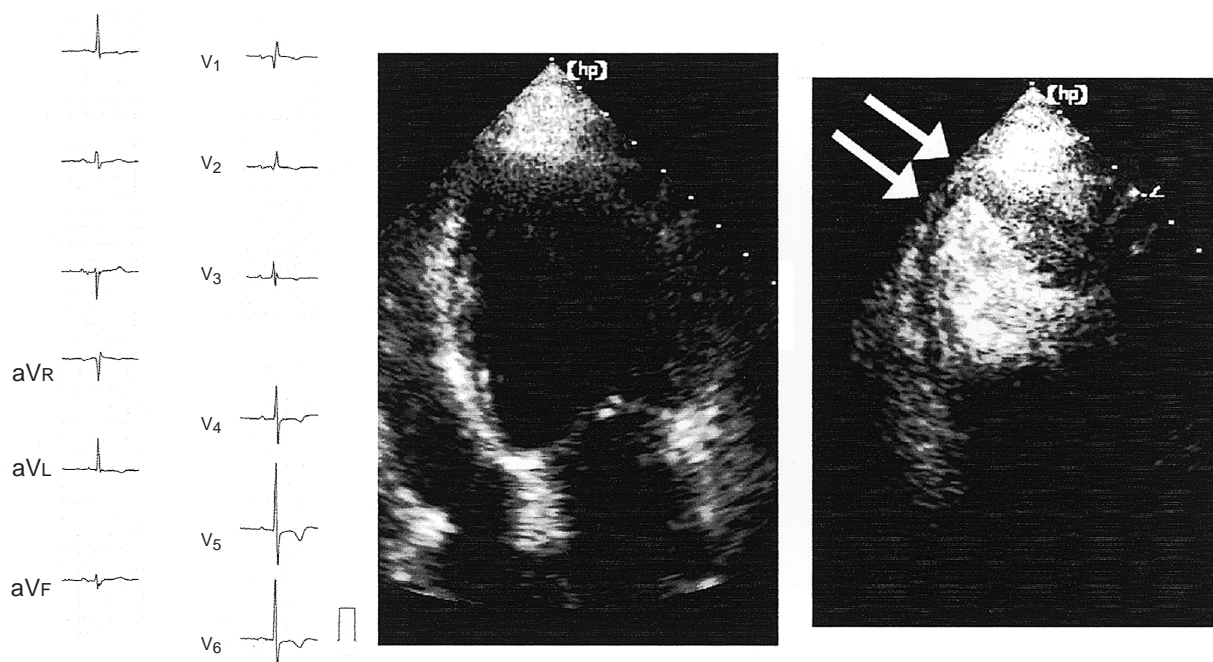


Fig. 3 Representative case of apical thinning associated with apical hypertrophy

Left: Electrocardiogram showed negative T waves in V₄ - V₆.

Middle: Transthoracic echocardiogram failed to reveal abnormalities in the apex.

Right: Intravenous contrast echocardiogram clearly showed apical wall thinning (arrows) with apical hypertrophy.

例中、左室造影により32例(94%)で陰性T波に符合する所見が得られ、左室造影施行前に比べて有意に高率であった($\chi^2 = 9.79, p = 0.0055$; Table 1). その内訳は非対称性中隔肥大10例、心尖部肥大12例、非対称性中隔肥大と心尖部肥大の合併3例、心尖部壁運動異常4例、側壁肥大1例、拡張型心筋症1例、左室緻密化障害1例であった。なお、左室造影施行により非対称性中隔肥大の1例に心尖部肥大の合併を認めたため非対称性中隔肥大は11例から10例となり、非対称性中隔肥大と心尖部肥大の合併が2例から3例となった(Table 1)。さらに34例中9例(26%)において左室造影により付加所見が得られた。その内訳は、心尖部壁菲薄化6例(Fig. 3)、心尖部壁運動異常に合併した壁血栓2例(Fig. 4)、非対称性中隔肥大に心尖部肥大の合併1例で、いずれも心尖部の異常所見であった。心尖部の異常所見は左室造影施行前9例(26%)から左室造影施行後22例(65%)と有意に増加した($\chi^2 = 10.0, p = 0.0013$)。

考 察

本研究では前胸部誘導により陰性T波を呈する症例について、超音波造影剤の経静脈投与により左室造影を施行し、以下の結果を得た。1) 左室造影により、全例で左室腔造影が得られ、合併症は認められなかった。2) 左室造影により陰性T波に符合する所見が得られたのは22例(65%)から32例(94%)に有意に増加した。3) 左室造影により、心尖部の異常所見は9例(26%)から22例(65%)に有意に増加した。

心電図上陰性T波を呈する疾患は心筋症、虚血性心疾患、心臓弁膜症、脳血管障害、肺塞栓など多彩である。多くの場合、病歴や自覚症状、あるいは心雑音など理学的所見から原因は推定できるが、中には異常所見に乏しい例がある。Sakamotoら⁵⁾は原因不明の巨大陰性T波を呈する9例を検討し、心尖部に限局した心筋肥大を認め、非対称性心尖部肥大(asymmetrical apical hypertrophy)と名づけた。森本ら⁹⁾は集団検診34,000例における巨大陰性T波出現頻度を検討し、17例の巨大陰性T波症例を認め、このうち精査できた11

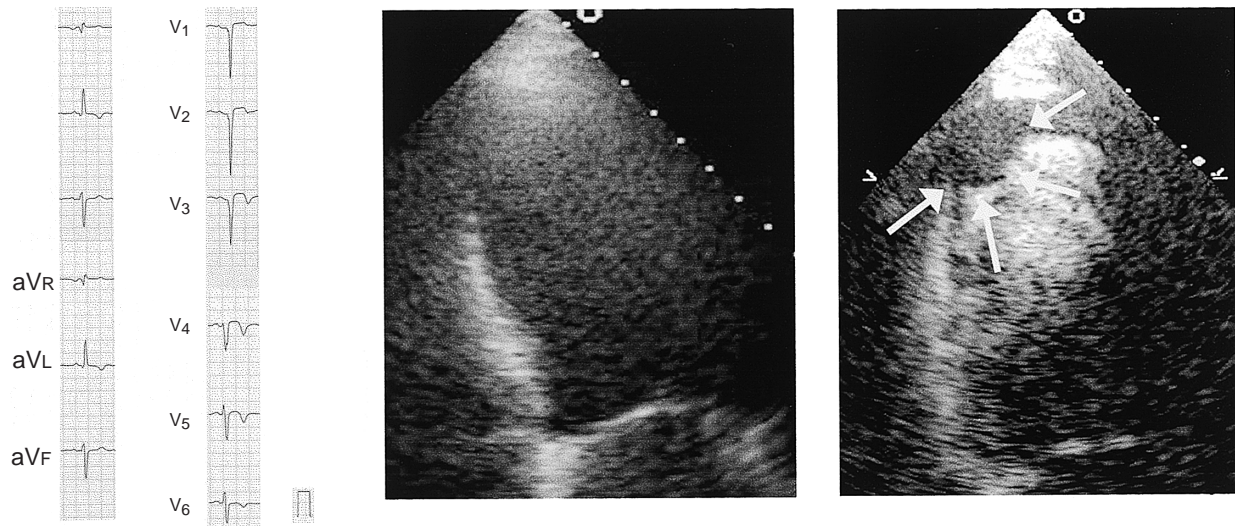


Fig. 4 Representative case of mural thrombus associated with apical asynergy

Left: Electrocardiogram showed negative T waves in V₄ - V₆.

Middle: Transthoracic echocardiogram failed to reveal abnormalities in the apex.

Right: Intravenous contrast echocardiogram clearly showed focal thickening (arrows) in the akinetic area.

例中5例(45%)に肥大型心筋症を、2例(18%)に心尖部肥大を認めたと報告している。本研究においても左室造影施行前には34例中、非対称性中隔肥大を11例、心尖部肥大を5例、側壁肥大を1例と全体の50%に肥大型心筋症を認め、これまでの報告と一致する結果となった。さらに左室造影を施行することにより、新たに8例の心尖部肥大(1例は非対称性中隔肥大との合併)を認め、総計では34例中24例(71%)と高頻度に肥大型心筋症を認めた。以上の結果から、心電図上陰性T波を認めるにもかかわらず、症状や理学的所見に乏しい例では肥大型心筋症がかなりの頻度で存在することが想定される。左室造影により、陰性T波例の半数以上で心尖部肥大が認められたことから、無症候性の陰性T波の原因として心尖部肥大が最も大きな原因と考えられた。これは症例選択に差はあるもののSakamotoらの報告と一致する。

心尖部肥大型心筋症の診断には経胸壁心エコー図法⁵⁾、コンピューター断層撮影^{10,11)}、磁気共鳴画像¹²⁾などが用いられるが、このうち経胸壁心エコー図法は検診や一般外来での心電図異常の二次精査に広く利用されている。経胸壁心エコー図法は非侵襲的、安価であり、また繰り返し施行可能である点でも極めて有用であるが、心エコー図法の診断能は画質に大きく依存しており、とくに心尖部異常の診断に関してはノイズ

などの影響で評価が困難なものが少なくない。近年、経静脈性超音波造影剤が臨床でも使用可能となり、超音波による左心系の造影が可能となった。中でも超音波造影剤による左室造影は煩雑な装置設定も不要で比較的容易に施行できることから、さまざまな臨床応用が期待されている。これまで左室造影により左室内膜面の同定が飛躍的に向上し^{1,2)}、左室内血栓の診断³⁾や壁運動異常の検出⁴⁾などで有用であることが報告されている。

超音波造影剤は微小気泡からなり、その造影効果は送信された超音波により微小気泡が共振、あるいは破壊されることによって生じる散乱信号により得られる。この反射信号には送信周波数の2倍の周波数成分(セカンドハーモニック信号)を多く含むことから、この二次高調波を画像化するハーモニックモードの登場により飛躍的に造影効果が向上した。本研究では左室造影にハーモニックイメージを使用した結果、34例全例において左室腔の造影が得られ、ハーモニックイメージの超音波造影における有効性が裏づけられた。また、左室造影により心尖部の異常を新たに発見できたことから、これまで経胸壁心エコー図法の弱点であった心尖部の評価が左室造影を用いて、正確になされることが示された。本研究では、左室造影施行前には心尖部肥大は5例であったが、左室造影を施行する

ことにより新たに8例に心尖部肥大を認め、経静脈性コントラスト剤の併用が心尖部肥大の検出に極めて有用な方法であることが明らかとなった。

本研究では心尖部の壁運動異常を4例に認めた。このうち2例は左室造影施行前に診断され、残る2例は左室造影を施行することで診断された。これは本研究の対象が一般外来患者であり、潜在的に冠動脈疾患患者を含んでいるためと思われる。とくに心筋虚血に際し、明らかな自覚症状を欠く、いわゆる無症候性心筋虚血は予想以上に頻度が高いことが指摘されている¹³⁾。本研究で認められた壁運動異常も無症候性の心筋虚血により、壁運動異常をきたし、陰性T波を契機に診断されたものと思われる。本研究では全例で冠動脈造影を施行しておらず、冠動脈疾患の確定診断が下されたわけではないが、無症候性であっても、陰性T波の原因として虚血性心疾患を考慮しておくべきである。

本研究には言及すべきいくつかの限界がある。第1に左室造影を行っても、陰性T波の原因と思われる所見が得られなかった症例が2例(6%)あった。このう

ち1例は左室造影により心尖部に軽度の肥大を認めたが診断基準に達せず、他の1例は左室造影を施行しても異常所見を認めなかった。これらの症例における心電図異常の原因、あるいはその臨床的意義は今後の課題として残ると思われる。第2に、本研究では一般外来患者を対象としているので、多くの症例では心エコー図法の所見で診断を下しており、心臓カテーテル、心筋シンチグラム、磁気共鳴画像などの精査を施行していない。本来、心エコー図法、とくに左室造影で得られた所見は他の信頼できる方法で確認することが望ましい。しかし、心エコー図法は時間、空間分解能にすぐれ、断層像からの距離計測や壁運動評価は十分検証されているので⁷⁾、本研究で得られた所見は信頼性はあると思われる。

結 語

心電図上、前胸部誘導に陰性T波を呈する症例において、心尖部に限局した肥大や壁運動の診断に左室造影はきわめて有用である。

要 約

目的: 心電図異常により心エコー図法を施行しても、画質不良などの理由でそれを説明する異常所見が認められないことがある。最近、左心系を造影できる経静脈性超音波造影剤の登場により非侵襲的に超音波左室造影ができるようになり、このような症例での有用性が期待される。心電図上陰性T波を呈するが、明らかな症候を欠く症例における左室造影の有用性を検討した。

方法: 心電図上胸部誘導で連続2誘導以上に陰性T波を認め、病歴や理学的所見などに明らかな異常を欠いた連続34例(男性23例、女性11例、平均年齢 68 ± 10 歳)に対し、通常経胸壁心エコー図検査後、左室造影を施行した。左室造影はハーモニックモード下にレボピストを経静脈的に投与し、心尖部断層で壁厚や壁運動、異常構造物の有無などを観察した。

結果: 左室造影により全例で良好な左室造影が得られ、合併症は認められなかった。左室造影施行前に陰性T波に符合する所見が得られたのは34例中22例(65%)であった。その内訳は非対称性中隔肥大11例、心尖部肥大5例、心尖部壁運動異常2例、非対称性中隔肥大に心尖部肥大の合併1例、側壁肥大1例、拡張型心筋症1例で、残りの12例(35%)では陰性T波に符合する所見を認めなかった。この12例中10例(83%)において、左室造影により陰性T波に符合する所見が得られた。その内訳は心尖部肥大7例、心尖部壁運動異常2例、左室緻密化障害1例であった。全体では34例中32例(94%)で陰性T波の原因と思われる所見が認められ、左室造影施行前に比べて有意に高率であった($\chi^2 = 9.79, p = 0.0055$)。また9例において付加的な所見(心尖部肥大1例、心尖部菲薄化6例、心尖部血栓2例)が得られた。全体では34例中22例(65%)で心尖部に異常所見を認め、左室造影施行前に比べて有意に多かった($\chi^2 = 10.0, p = 0.0013$)。

結論: 左室造影は無症候性の陰性T波における心尖部の異常、とくに心尖部肥大の検出に有用である。

文 献

- 1) Kasprzak JD, Paelinck B, Ten Cate FJ, Vletter WB, de Jong N, Poldermans D, Elhendy A, Bouakaz A, Roelandt JR: Comparison of native and contrast-enhanced harmonic echocardiography for visualization of left ventricular endocardial border. *Am J Cardiol* 1999; **83**: 211 - 217
- 2) Chen L, Colonna P, Corda M, Cadeddu C, Montisci R, Caiati C, Meloni L, Iliceto S: Contrast-enhanced harmonic color Doppler for left ventricular opacification: Improved endocardial border definition compared to tissue harmonic imaging and optimization of methodology in patients with sub-optimal echocardiograms. *Echocardiography* 2001; **18**: 639 - 649
- 3) Bach DS: Adherence of alburnex to an apical left ventricular thrombus. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; **12**: 761 - 762
- 4) Dolan MS, Riad K, El-Shafei A, Puri S, Tamirisa K, Bierig M, St Vrain J, McKinney L, Havens E, Habermehl K, Pyatt L, Kern M, Labovitz AJ: Effect of intravenous contrast for left ventricular opacification and border definition on sensitivity and specificity of dobutamine stress echocardiography compared with coronary angiography in technically difficult patients. *Am Heart J* 2001; **142**: 908 - 915
- 5) Sakamoto T, Tei C, Murayama M, Ichiyasu H, Hada Y, Hayashi T, Amano K: Giant T wave inversion as a manifestation of asymmetrical apical hypertrophy(AAH) of the left ventricle: Echocardiographic and ultrasono-cardiographic study. *Jpn Heart J* 1976; **17**: 611 - 629
- 6) Maron BJ, Gottdiener JS, Epstein SE: Patterns and significance of distribution of left ventricular hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy: A wide angle, two-dimensional echocardiographic study of 125 patients. *Am J Cardiol* 1981; **48**: 418 - 428
- 7) Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, Gutgesell H, Reichek N, Sahn D, Schnittger I: Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography: American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; **2**: 358 - 367
- 8) Meltzer RS, Guthaner D, Rakowski H, Popp RL, Martin RP: Diagnosis of left ventricular thrombi by two-dimensional echocardiography. *Br Heart J* 1979; **42**: 261 - 265
- 9) 森本紳一郎, 長村好章, 松村研二, 原田昌範, 小松行雄, 広江道昭, 関口守衛: 集団検診34,000例における巨大陰性T波の出現頻度とその観血的心臓検査所見9例の検討. *呼吸と循環* 1981; **29**: 1337 - 1345
- 10) 佐久間一郎, 安在貞祐, 柿木滋夫, 三神大世, 金森勝士, 工藤俊彦, 坂本三哉, 安田寿一: 巨大陰性T波. 心尖部肥大症例と肥大型心筋症の関連: 特に心X線CT法, 断層心エコー図法, 左室造影法による検討. *呼吸と循環* 1986; **34**: 1205 - 1213
- 11) 関谷 透, 白川崇子, 阪元二哉, 大城雅也: 超高速CTによる肥大型心筋症の診断. *臨床放射線* 1992; **37**: 43 - 47
- 12) Suzuki J, Sakamoto T, Takenaka K, Amano K, Hasegawa I, Shiota T, Amano W, Kawakubo K, Sugimoto T, Nishikawa J: Distribution patterns of hypertrophy at the apical level in patients with giant negative T waves: Identification by magnetic resonance imaging. *J Cardiol* 1988; **18**: 673 - 682 (in Jpn with Eng abstr)
- 13) Pepine CJ, Coy K, Lambert C: Silent myocardial ischemia during daily activities in asymptomatic patients with positive treadmill tests. *in Silent Myocardial Ischemia and Angina* (ed by Singh B) Pergamon, New York, 1988; pp 149 - 158