

拘束型血行動態を示す心筋疾患における心房および心室流入動態: ドップラー心エコー図法による検討

Doppler echocardiographic features of the atrial and ventricular filling modes and their significance in restrictive myocardial diseases

泉 司郎*
宮武 邦夫
別府慎太郎
山岸 正和
秋山 剛
平岡 久豊
山本 一也
鈴木 伸
永田 正毅
榊原 博
仁村 泰治

Shiro IZUMI*
Kunio MIYATAKE
Shintaro BEPPU
Masakazu YAMAGISHI
Tsuyoshi AKIYAMA
Hisatoyo HIRAOKA
Kazuya YAMAMOTO
Shin SUZUKI
Seiki NAGATA
Hiroshi SAKAKIBARA
Yasuharu NIMURA

Summary

The filling modes into the right atrium and both ventricles were observed using pulsed Doppler echocardiography in six cases of restrictive myocardial diseases, and these were compared with those of 13 cases of constrictive pericarditis, six cases of lone atrial fibrillation and 16 healthy subjects. Special attention was paid to the mechanical properties of the cardiac walls which might be reflected in the filling modes.

1. In the restrictive cases, right atrial filling from the superior caval vein during ventricular systole was reduced in velocity and duration, but the atrial filling during ventricular diastole was not appreciably changed. This flow pattern was similar to that of lone atrial fibrillation, indicating reduced distensibility or impaired contraction and ejection fraction of the right atrium. In constrictive pericarditis, the right atrial filling time was shortened both in ventricular systole and diastole, reflecting stiffening of the pericardium.

国立循環器病センター 研究所, 病院
吹田市藤白台 5-7-1 (〒565)
*(現) 島根医科大学 第四内科
出雲市塩冶町 89-1 (〒693)

National Cardiovascular Center, Research Institute and Hospital, Fujishiro-dai 5-7-1, Suita 565
*(present address): The Fourth Department of Internal Medicine, Shimane Medical University, Enya-cho 89-1, Izumo 693

Received for publication March 1, 1989; accepted August 5, 1989 (Ref. No. 34-18)

2. In the restrictive cases, the first half of the left ventricular rapid filling wave was steep and the skirt of the descending limb was prolonged, while there was no such tendency in the right ventricle. In constrictive pericarditis, the rapid filling time was shortened in the right ventricle, and was not significantly changed in the left ventricle.

3. The differences in the atrial and ventricular filling patterns between restrictive myocardial disease and constrictive pericarditis may serve to distinguish these two disease entities.

Key words

Restrictive cardiomyopathy

Pulsed Doppler echocardiography

はじめに

心室の圧パターンが dip-and-plateau を示す病態には 2 つの場合があり, 一つは収縮性心膜炎, 他の一つは拘束型心筋症である. この両者の鑑別は治療上非常に重要で, 古くから種々の試みがある^{1,2)}. 収縮性心膜炎は心膜の疾患, 他方は心筋の疾患であり, 異質な疾患同士であるにもかかわらず, 心室圧曲線が類似のパターンを示すには, 何らかの共通した要素の関与が考えられる. 収縮性心膜炎における血液流入動態については既に超音波ドップラー法を用いて報告したが³⁾, 拘束型心筋症はその代表である心内膜心筋線維症⁴⁾が本邦ではほとんど認められない疾患であり, そのため本研究では拘束型の血行動態を示す心筋疾患について収縮性心膜炎とを対比し, 両者が同じく dip-and-plateau を示しながらもその心臓血流動態は異なることを示し, その意義に対し考察を加えた.

対象と方法

対象は拘束型血行動態を示す心筋疾患 6 例 (男 2 例, 女 4 例: 年齢は 28 歳~67 歳, 平均 49 歳) である. その内容は, 拘束型心筋症以外の心筋疾患で, 心臓カテーテル法により心室内圧曲線が dip-and-plateau pattern を示したものである. 圧測定は全例 water-filled system で行い, またそのうち 2 例では catheter-tipped manometer による測定も行った. また全例に心筋生検を行い, 3 例はアミロイドーシス, 1 例は心室の軽度の肥

大と心筋線維の錯綜配列の認められた例, 2 例は著明な線維化例である. 対照は収縮性心膜炎例 13 例 (年齢 28 歳~66 歳, 平均 47 歳) および健常者 16 例 (22 歳~44 歳, 平均 32 歳) である. また対象中には心房細動例があるので, 比較のため, 別に孤立性心房細動 6 例も対照に含めた. 使用装置は扇型電子走査型超音波断層装置, 東芝製 SSH-40A にパルス・ドップラー機構 SDS-21A を組み込んだものである. 使用探触子周波数は 2.5 MHz であり, サンプル領域の大きさは深さ 2 mm, 方位方向に 4 mm である. 低周波成分を除去するための濾波器の臨界周波数は 100 Hz, 200 Hz, 400 Hz である.

ドップラー検査の記録部位は上大静脈および左右心室の流入部とした. 上大静脈血流の検出には, 患者を仰臥位とし, 右鎖骨上窩からのアプローチで行った. 心室流入血流の検出には, 患者を左半側臥位とした. 四腔断面にて三尖弁輪中央部にサンプル領域を設定して右室流入血流を, また心尖からの左室長軸断面にて左室流入血流を検出した. 呼吸停止にてこれらの血流信号を心電図, 心音図とともに記録し, 以下のごとき項目について波形の計測, 分析を行った.

上大静脈血流波形からは収縮期成分 (S 波) および拡張期成分 (D 波), それぞれのピーク流速の比 (S/D 比) と, それぞれの持続時間, 心室流入波形からは拡張期急速流入波の基部における時間幅 (TR) と 1/2 ピーク流速における時間幅 (TH), およびその比を計測した (Fig. 1). 得られた値をいずれも 3~5 心拍平均し, また時間幅を心拍数

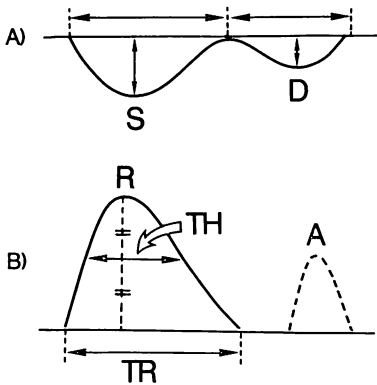


Fig. 1. Schematic diagrams of flow patterns.

A) Superior caval vein: The flow pattern consists of two peaks during ventricular systole (S wave) and diastole (D wave). Peak velocity and filling time of each wave are measured. The S/D ratio is also calculated.

B) Ventricular filling wave: The flow pattern consists of rapid filling wave (R wave) and atrial filling wave (A wave). The filling time at the skirt of the R wave (TR) and the half peak velocity (TH) are also measured.

で基準化する目的で、R-R 間隔の平方根で除した。計測値の差の検定には分散分析を用い、それぞれ $p < 0.05$ をもって有意とした。

結 果

1. 上大静脈血流

1) S/D 比: 健常者の S 波, D 波の関係は, 既に報告された如く, 洞調律では S 波が D 波よりも大きく, S/D 比は 1.0 より大であり, 孤立性心房細動例では S 波は小さく, S/D 比は 1.0 より小であった (Fig. 2). 拘束型心筋疾患では, 調律に関係なく, S/D 比は常に 1.0 より小さく, 孤立性心房細動例に類似していた. 収縮性心膜炎では 1.0 を中心とする分布を示した (Fig. 3).

2) 流入時間 (Fig. 4): 収縮期および拡張期流入時間の態度には, 拘束型心筋疾患, 収縮性心膜炎, 健常者の三者それぞれに差異が認められた. 収縮期 S 波の持続時間 (Fig. 4a) は孤立性心房細動では健常者に比し短縮を示した. 拘束型心筋

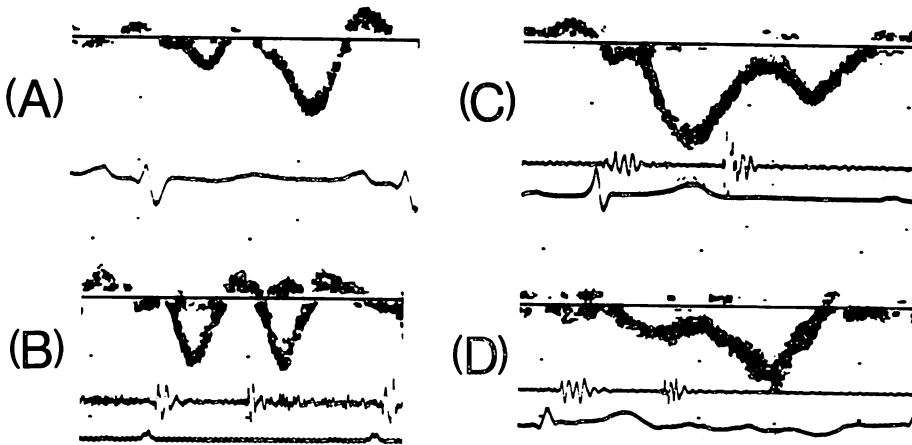


Fig. 2. Flow patterns of the superior caval vein.

A) Restrictive myocardial disease: S wave is smaller than D wave. The filling time of S wave is shortened.

B) Constrictive pericarditis: Filling times of S and D waves are shortened.

C) Healthy subjects: S wave is larger than D wave.

D) Lone atrial fibrillation: S wave is reduced, being smaller than D wave.

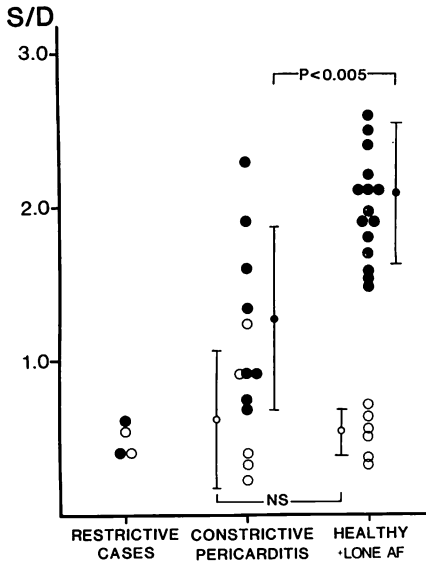


Fig. 3. Ratio of peak velocities of S wave to those of D wave (S/D) in the flow patterns of the superior caval vein.

The ratio is smaller in restrictive cases and constrictive pericarditis than in the healthy subjects. This is particularly true in cases of atrial fibrillation, including cases with lone atrial fibrillation.

Closed circles=cases with sinus rhythm; open circles=cases with atrial fibrillation. AF=atrial fibrillation; NS=statistically insignificant.

疾患は症例が少ないので統計的比較には問題があるが、その流入時間は洞調律例、心房細動例ともに健常者に比し著明に短縮していた。収縮性心膜炎もまた健常者と比べ有意な短縮を示し、特に心房細動例ではより明らかな短縮を示した。

拡張期 D 波の流入時間 (Fig. 4b) は収縮期 S 波のそれと大きく異なっていた。孤立性心房細動例では D 波の持続時間は延長し、また拘束型心筋疾患ではいずれの調律の場合も洞調律の健常者より延長する傾向があった。収縮性心膜炎では調律による差を認めず、いずれも健常者と比べ有意に短縮していた。

2. 心室流入

急速流入波形は拘束型心筋疾患、収縮性心膜

炎、健常例の三者でそれぞれ特徴を有し、かつ、それは左右心室で異なるところがあった (Fig. 5)。

急速流入時間、および 1/2 ピーク流速時の流入時間は、左室側では三者間に統計的な差を認めなかったが、拘束型心筋疾患では急速流入波の下行脚に slurring を伴うものが多く、時間的に延長傾向を示し、収縮性心膜炎では逆にやや短縮を示す症例があった (Fig. 6a)。また、収縮性心膜炎の急速流入時間を除いては有意差はなかったが、右室の 1/2 ピーク流速時間、急速流入時間ともに、拘束型心筋症では上下にばらつく傾向があり、収縮性心膜炎では短縮傾向があった (Fig. 6b)。

1/2 ピーク流速時の流入時間と全流入時間との比は、右室では有意差はなかったが、左室では拘束型心筋疾患において著明に短縮していた (Fig. 7)。

考 按

健常者に比し、拘束型血行動態を示す症例の右房流入における著しい特徴は、収縮期波 (S 波) と拡張期波 (D 波) の流速比、すなわち S/D 比の減少、および S 波の幅の短縮とである。この様相は孤立性心房細動のそれに似ている。すなわち、この血行動態から予想されることは、右房の収縮、弛緩が著しく抑制されているということである。

収縮性心膜炎では上大静脈波形の S/D 比の減少、S 波および D 波の流入時間短縮が特徴である⁹⁾。今回の結果はこの点を改めて確認するとともに、S/D 比の減少、S 波の流入時間短縮は心房細動、拘束型心筋疾患、収縮性心膜炎の三者に共通の現象であることが明らかとなった。

以上の S/D 比の減少、S 波の流入時間短縮は、収縮性心膜炎では心膜の癒着、肥厚のために右房が reservoir 機能を失い、硬い conduit と化しているからと思われる。一方、拘束型心筋疾患では、心房細動との類似性もふまえ、次の二つのことが考えられる。

その一つは、心筋疾患では心膜の変化はないも

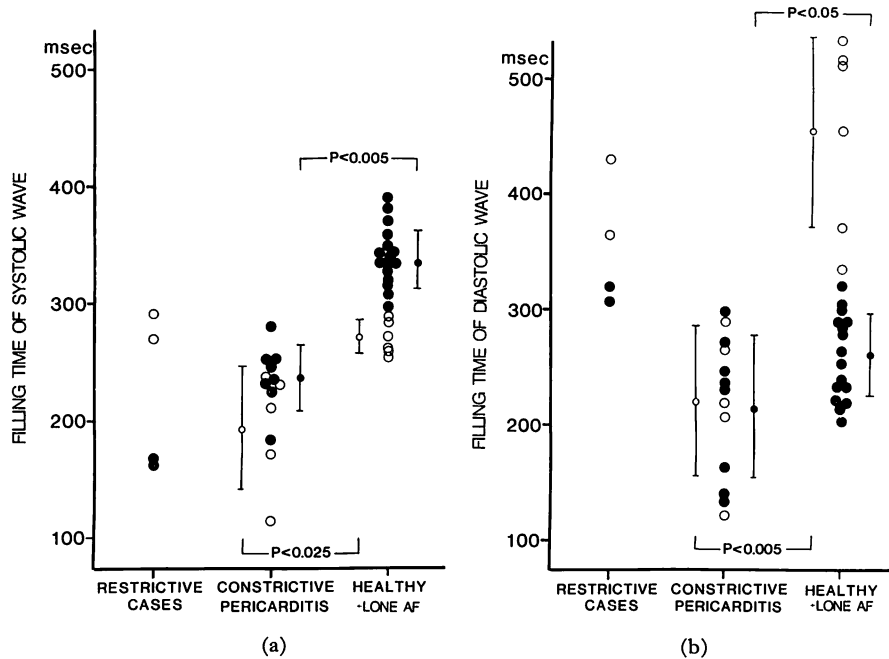


Fig. 4. Filling times from the superior caval vein into the right atrium.

a) Filling time of S wave: The filling time appears to be shorter in cases of restrictive myocardial disease and constrictive pericarditis than that in the healthy subjects. The filling time is obviously short in cases with atrial fibrillation.

b) Filling time of D wave: The filling time appears to be prolonged in cases of restrictive myocardial disease with atrial fibrillation, although it is not statistically significant. In cases of lone atrial fibrillation, it is prolonged. It is shorter in constrictive pericarditis than in the healthy subjects and the restrictive cases, regardless of cardiac rhythm.

Closed circles=sinus rhythm; open circles=atrial fibrillation; AF=atrial fibrillation.

の、右房壁は収縮性心膜炎の心膜に類似した性質を持っていること、他の一つは、心房筋の変化による心房駆出率低下の可能性である。特発性、二次性のいずれにせよ、心房筋の組織学的変化⁵⁾と同様の変化が心房筋に及んでいる可能性が示唆される。また症例によっては、心臓収縮減弱のため、三尖弁の下方移動が少なく、したがって心房の機械的伸展が減少するという可能性もある。

拘束型心筋疾患では収縮性心膜炎同様、S/D比は減少し、S波の流入時間は短縮したが、D波の流入時間は短縮せず、その点に違いが認められた。この上大静脈血流のD波は右室拡張早期の急速流入を反映することから、拘束型心筋疾患およ

び収縮性心膜炎の血液流入動態の差の一つに、この拡張期右室流入の差があることが示唆される。

拘束型心筋疾患と収縮性心膜炎の心室拡張期圧パターンの特徴は、いずれも dip-and-plateau、すなわち restrictive physiology を示すことである^{1,6)}。その成因は、一定量の血液流入まで心室は容易に伸展するが、一定程度に達すると、それより先は急に伸展しがたくなるためである。

本研究では、心室血液流入の面から拘束型心筋疾患と収縮性心膜炎とを対比すると、拡張早期の急速流入波形に違いが認められた。拘束型心筋症では右室、左室ともに急速流入時間の延長傾向、短縮傾向の両者がみられたが、収縮性心膜炎では

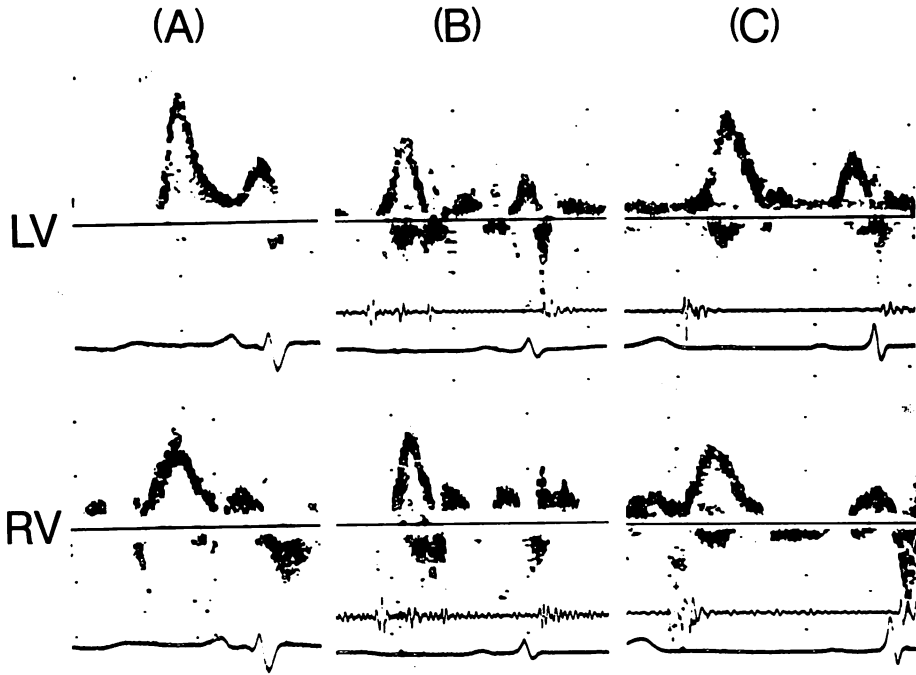


Fig. 5. Flow patterns of ventricular inflow.
A) Restrictive myocardial disease. B) Constrictive pericarditis. C) Healthy subjects.
The ventricular rapid filling waves are different among the 3 cases.
LV=left ventricular filling pattern; RV=right ventricular filling pattern.

短縮傾向にあった。後者における右室流入以外は統計的に有意差はなかったが、この両疾患間の差異は、1/2 ピーク流速時間と全急速流入時間との比によって明らかとなった。すなわち拘束型心筋疾患では拡張早期の初期には急速に流入するが、すぐに減速に移る傾向にあり、しかもその後も緩徐な流入が持続する。一方、収縮性心膜炎では急速流入が早く完了する傾向にあり、後方に続く成分がない。また両疾患におけるこの傾向は、拘束型心筋疾患では左室で見られ、右室では見られないが、収縮性心膜炎では右室でより明らかであるという違いがある。

この違いは、例えば収縮性心膜炎では左室よりも薄い右室筋が心膜の影響を受け易いが³⁾、拘束型心筋疾患では心膜の影響はなく、左室筋の厚みそのものを考えればよく、この左右心室筋の厚み

の差が血液流入様式の差となって現れると考えられる。また拘束型心筋疾患の左室急速流入波形で前半は尖鋭で、その後長く持続する傾向のあるパターンは、この病態の一つの特色といえる。一方、収縮型心膜炎では、特にその右室においてその時間が短縮する傾向があり、それぞれの心室壁の物性的条件を反映している。両疾患における D 波の差異も、これら心室流入時の差異から容易に理解できよう。

拘束型心筋疾患と収縮性心膜炎とは、心室内圧、頸静脈波⁷⁾などに共通点があり、鑑別が困難な場合がある。この際、左室造影での volume filling curve²⁾、心エコー図での心室中隔または左室後壁の動きより、あるいは X 線 CT における心膜肥厚の有無¹⁰⁾などが鑑別に役立つ。超音波パルス・ドップラー法による上大静脈血流および

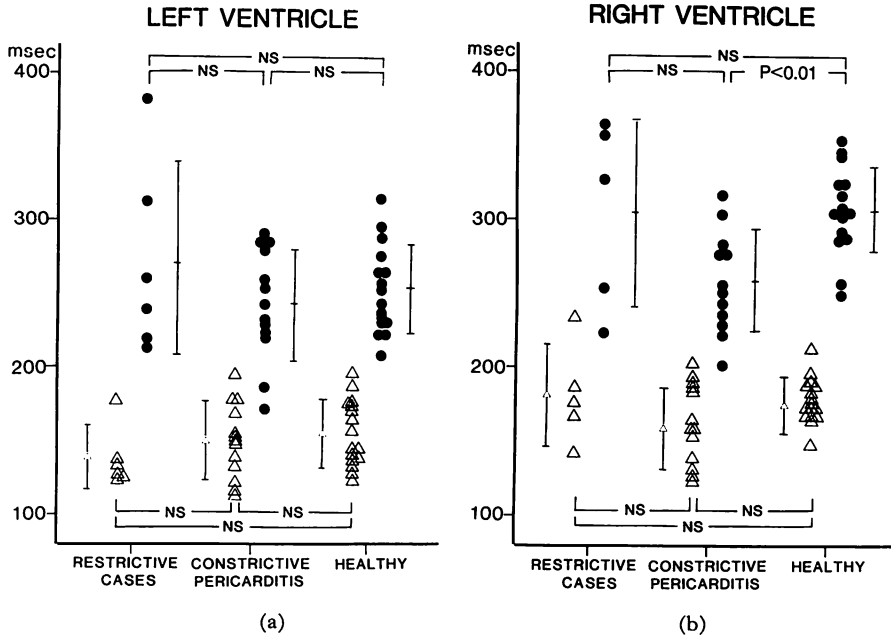


Fig. 6. Filling times of rapid ventricular inflow and half peak velocities.

a) Left ventricle: The filling times (●) and half peak velocities (△) have no statistical difference among the 3 groups.

b) Right ventricle: The filling time is shortened in the right ventricle in constrictive pericarditis.

心室流入波形もまた、その鑑別に利用できよう。

しかし、上述のようなパターンが本来の拘束型心筋症に特異的か否かには問題がある。最近 Appleton ら¹¹⁾は拘束的性質を示す各種の症例で、急速流入の幅が狭まることを示している。本研究の対象例にも、個々にはそのような傾向が見られた。これは壁の拘束的性質の直接の現れと考えられるが、拘束的性質を示す心筋疾患に多少とも伴う心室壁の肥大の影響が心室急速流入波を修飾する可能性もある。結論的にはこれら両方の影響の強弱によって心室流入パターンが決まるものと考えられる。この点は、この方法を鑑別診断に応用する場合、注意すべきことであろう。

要 約

拘束型の血行動態を示す心筋疾患 6 例において、超音波パルス・ドップラー法を用い右房流

入、両心室流入を分析し、同じく拘束性の病態を示す収縮性心膜炎と比較し、両疾患の血液流入病態の特徴、ひいては両疾患鑑別の可能性について検討した。

1. 拘束型心筋疾患、収縮性心膜炎ともに、心室収縮期における上大静脈からの心房流入流速の低下、流入時間の短縮が認められた。心室拡張期における右房流入は、収縮性心膜炎では短縮していたが、拘束型心筋疾患ではその傾向は見られなかった。

2. 収縮性心膜炎では右室急速流入時間の短縮が認められたが、拘束型心筋疾患でのそれは一定の傾向を示さず、また一方、左室急速流入波の初期、ピーク部分が尖鋭になり、その後の裾が長く持続する傾向があった。

3. 以上から、拘束型心筋疾患および収縮性心膜炎は類似の血行動態を示すが、心房流入、心室

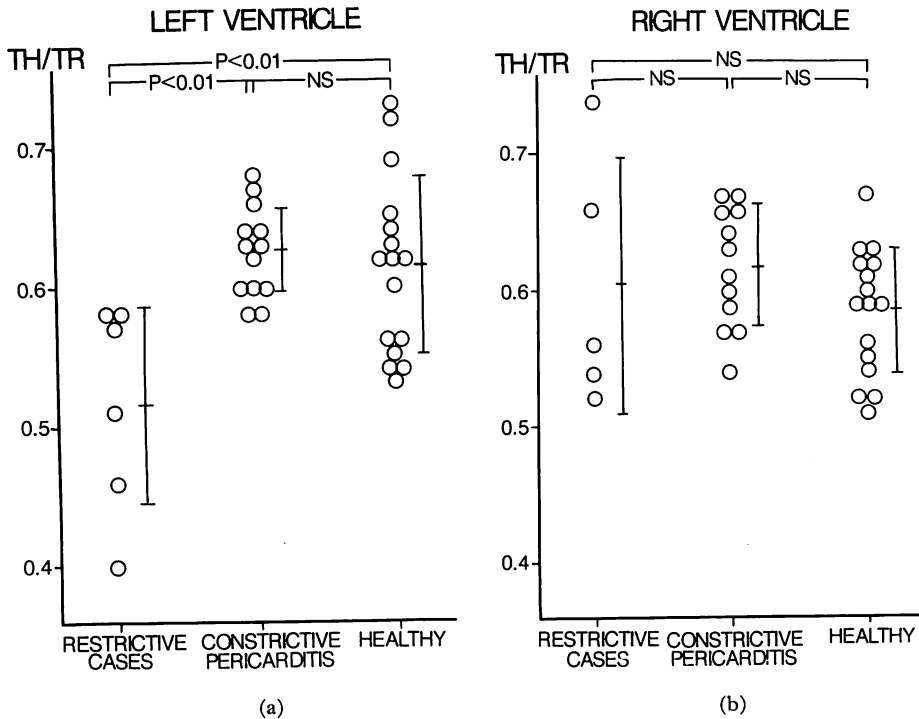


Fig. 7. The ratio of filling time at half peak velocity to that of rapid filling wave (TH/TR).

- a) Left ventricle: The ratio is very small in cases with restrictive myocardial disease.
 b) Right ventricle: There is no significant difference in the ratios among the 3 groups.

流入はいずれもそれぞれ特異な所見を有し、ドップラー法による両疾患の鑑別が可能と考えられた。

文 献

- 1) Meaney E, Shabetai R, Bhargava V, Shearer M, Weidner C, Mangiardi LM, Smalling R, Peterson K: Cardiac amyloidosis, constrictive pericarditis and restrictive cardiomyopathy. *Am J Cardiol* **38**: 547-556, 1976
- 2) Tyberg TI, Goodyer AVN, Hurst VW III, Alexander J, Langou RA: Left ventricular filling in differentiating restrictive amyloid cardiomyopathy and constrictive pericarditis. *Am J Cardiol* **47**: 791-796, 1981
- 3) 泉 司郎, 別府慎太郎, 宮武邦夫, 山岸正和, 秋山剛, 平岡久豊, 山本一也, 鈴木 伸, 榊原 博, 仁村泰治: 収縮性心膜炎における心臓血液流入異常. *J Cardiol* **19**: 529-539, 1989 (in Japanese)
- 4) Davies JN, Ball JD: The pathology of endomyocardial fibrosis in Uganda. *Br Heart J* **17**: 337-359, 1955
- 5) Okada R: Pathomorphological aspects of cardiomyopathies. *in* *Cardiomyopathy* (ed. by Sekiguchi M and Olsen EGV), Univ. Tokyo Press, Tokyo and Univ. Park Press, Baltimore, 1980, p. 79
- 6) Benotti JR, Grossman W, Cohn PF: Clinical profile of restrictive cardiomyopathy. *Circulation* **61**: 1206-1212, 1980
- 7) Wood P: Chronic constrictive pericarditis. *Am J Cardiol* **7**: 48-61, 1961
- 8) Tei C, Child JS, Tanaka H, Shah P: Atrial systolic notch on the interventricular septal echogram: An echocardiographic sign of constrictive pericarditis. *J Am Coll Cardiol* **1**: 907-912, 1983
- 9) Janos GG, Arjunan K, Meyer RA, Engel P, Kaplan S: Differentiation of constrictive pericarditis and restrictive cardiomyopathy using dig-

- itized echocardiography. *J Am Coll Cardiol* **1**: 541-549, 1983
- 10) Isner JM, Carter BL, Bankoff MS, Pastore JO, Ramaswamy K, McAdam KPWJ, Salem DN: Differentiation of constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy by computed tomographic imaging. *Am Heart J* **105**: 1019-1024, 1983
- 11) Appleton CP, Hatle LK, Popp RL: Demonstration of restrictive ventricular physiology by Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* **11**: 757-768, 1988