

肥大心における拡張期左室内異常血流について

Abnormal left ventricular flow during diastole in hypertrophic heart disease

井内 和幸
清川 裕明
石川 忠夫
鮎野 謙介

Kazuyuki IUCHI
Hiroaki KIYOKAWA
Tadao ISHIKAWA
Kensuke KASENO

Summary

This study was performed to investigate the characteristics of isovolumic relaxation flow velocity (IRFV) in the mid-portion of the left ventricle. Doppler examinations were performed at rest in 20 subjects with normal heart and 18 with hypertrophic heart disease. To assess the left ventricular flow conditions in hyperdynamic states, 10 healthy subjects underwent exercise Doppler echocardiography. From the apical transducer position, left ventricular filling velocities were obtained at the mitral valve orifice level and at the mid-ventricle, and the changes of peak velocities in the rapid filling (R_0 , R_1) and atrial contraction phases (A_0 , A_1) were measured [$\%R=(R_1-R_0)/R_0$, $\%A=(A_1-A_0)/A_0$]. There was a good correlation between IRFV and $\%R$ ($IRFV=0.69 \times \%R+25.9$, $r=0.75$, $p<0.001$). However, there was no correlation between IRFV and $\%A$. Prominent IRFV (≥ 30 cm/sec) was demonstrated in 13 subjects, including 10 with hypertrophic heart disease. During exercise, IRFV, $\%R$ and $\%A$ did not increase.

It was concluded that a prominent IRFV was associated with the acceleration of rapid filling velocity at the mid-ventricle. This phenomenon may be caused by regional and asynchronous hyperdynamic states demonstrated in hypertrophic heart disease.

Key words

Hypertrophic heart disease

Isovolumic relaxation flow velocity

Acceleration of rapid filling velocity

はじめに

肥大型心筋症や過動心において、等容性拡張期に心室中部から心尖部方向へ向う血流速度の増加が認められ、それが主に等容性拡張期の心尖部付近の asynchrony によるものと報告されている¹⁾が、その他の拡張期の血流速度への影響について

は十分検討されていない。今回、正常な収縮能をもつ正常例や肥大心でドップラー心エコー図法を用い、拡張期の左室内血流異常について検討した。

対象と方法

非定型的胸痛や不整脈の精査のため来院し、正

富山県立中央病院 内科
富山市西長江 2-2-78 (〒930)

Department of Internal Medicine, Toyama Prefectural Hospital, Nishinagae 2-2-78, Toyama 930

Received for publication February 10, 1989; accepted May 7, 1989 (Ref. No. 36-190)

常な左室収縮能を有する正常者 20 名, および心エコー図上, 心室中隔または後壁が 13 mm 以上の肥大心 18 名 (うち肥大型心筋症 14 名, 高血圧 4 名), 平均年齢 56 ± 13 歳, 男 17 名, 女 21 名を対象とした. ドップラー心エコー図は, アロカ製 SSD 860 で, プローベは 2.5 MHz または 3.0 MHz を使用し, 安静臥位にて, 4 または 5 chamber view で, カラー表示を参考にして, Fig. 1 のごとく, 僧帽弁直下および左心室中部に sample volume をおき, 僧帽弁輪部の拡張期の血流速度のうち, 急速流入期を R_0 , 心房収縮期を A_0 , さらに心室中部の血流速度のうち, R_0, A_0 に一致する血流速度を R_1, A_1 とし, R_1 の前で II 音より開始する血流速度を等容性拡張期のものと考え, isovolumic relaxation flow velocity (IRFV) とした. いずれも最大血流速度で測定した. さらに, 拡張期に左房よりの血流速度が左室内で減衰または加速されるかをみるため, $\%R =$

$(R_1 - R_0)/R_0 \times 100$, $\%A = (A_1 - A_0)/A_0 \times 100$ を計算した. つまり, これらの値がプラスであれば血流は左室内で加速され, マイナスであれば減速したことになる.

過動心での左室内血流速度をみるため, 健康成人 8 名 (全例男, 平均年齢 37 ± 10 歳) で, 坐位エルゴメーターによる運動負荷中にドップラー心エコー図を記録し, 前述と同様に左室内血流速度を記録した. 負荷は 50 W で, 負荷前および負荷中, 呼吸時に記録し, 心拍数, 血圧も同時に測定した.

結 果

Fig. 2 は上段が 52 歳の正常例で, R 波, A 波ともに左室内で減速し, IRFV も 19.3 cm/sec と低値であった. 下段は 55 歳の非閉塞性肥大型心筋症の症例で, 左心室中部で 60.3 cm/sec の IRFV を認め, $\%R$ は 41.3% と R 波は加速さ

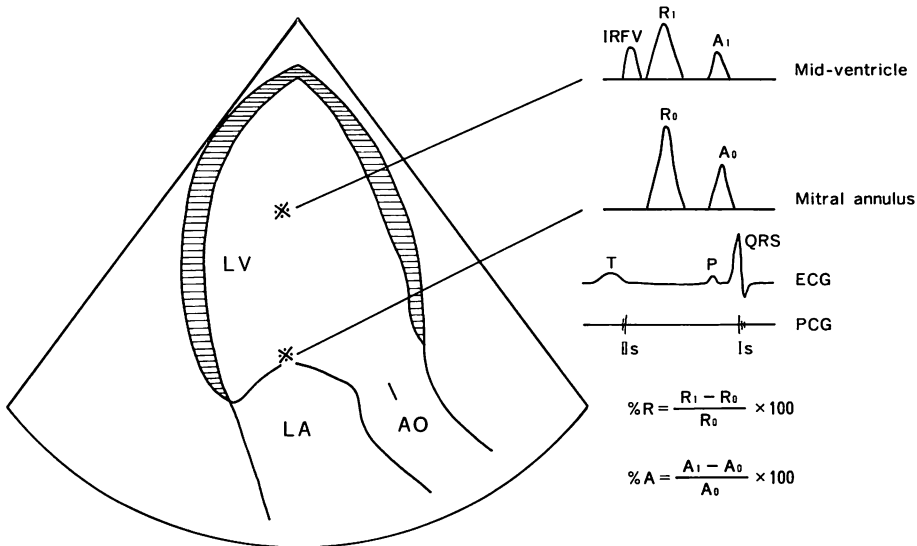


Fig. 1. Schema of left ventricular flow velocity analysis using Doppler echocardiography.

R_0 =peak flow velocity in the rapid filling phase at the mitral valve orifice level; A_0 =peak flow velocity in the atrial contraction phase at the mitral valve orifice; R_1 =peak flow velocity in the rapid filling phase at mid-ventricle; A_1 =peak flow velocity in atrial contraction phase at mid-ventricle; IRFV=peak flow velocity in the isovolumic relaxation phase at mid-ventricle; LV=left ventricle; Ao=aorta; LA=left atrium.

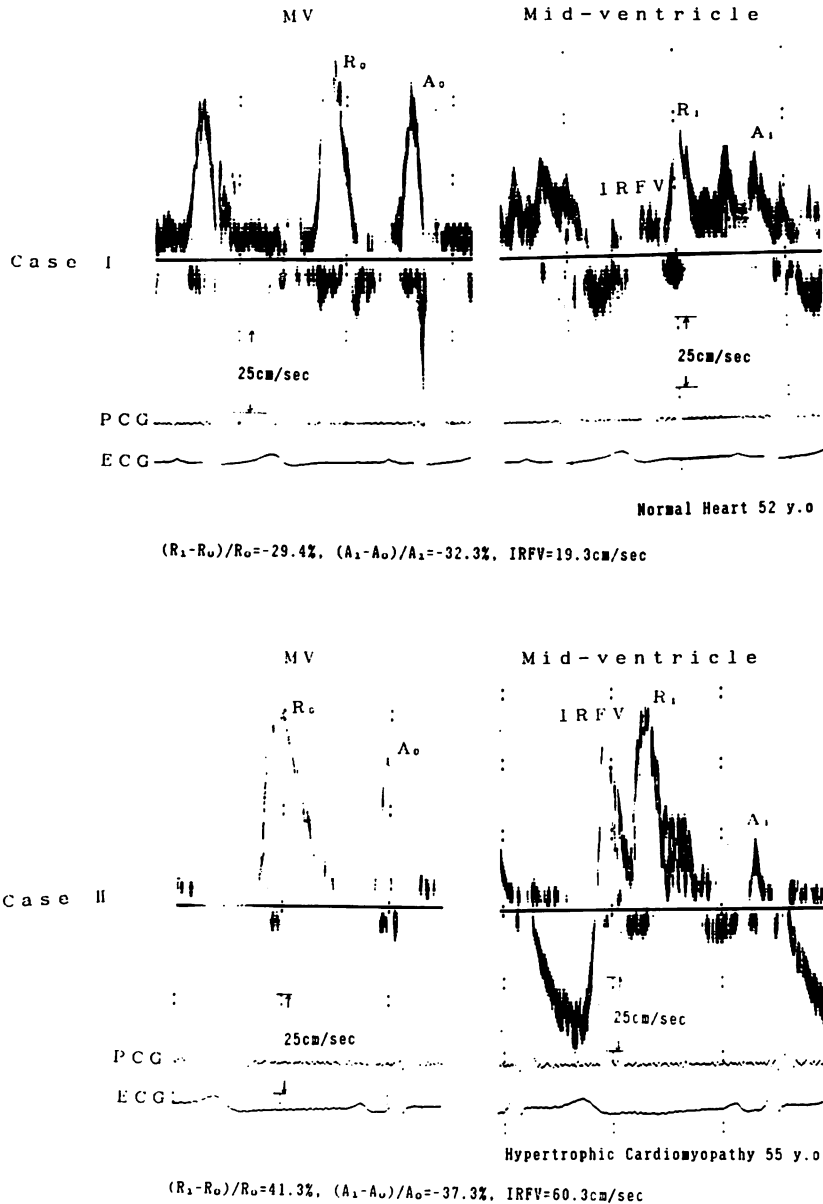


Fig. 2. Pulsed Doppler flow velocity tracings at the mitral valve orifice level and mid-ventricle.

(Case I) In a normal heart, both R and A waves are reduced at mid-ventricle.

(Case II) In a patient with non-obstructive hypertrophic cardiomyopathy, the prominent IRFV and the acceleration of an R wave are observed at mid-ventricle.

れ, A 波は減速した. 本症例の左心室造影では, 等容性拡張期に心尖部方向の asynchronous relaxation を認めた.

Fig. 3 は IRFV と %R との関係を示すが, $r=0.75$, $p<0.001$ で良好な正相関を認め, 著明な IRFV には, 等容性拡張期のみでなく, 急速流入期にも心尖部方向への血流増加が認められ,

30 cm/sec 以上の TRFV を認めた 13 名中, 10 名が肥大心で, 高血圧に伴うものも含まれていた.

Fig. 4 は IRFV と %A との関係を示すが, A 波は心室内でほとんど減速し, IRFV との関連性は認められなかった.

一部正常例でも著明な IRFV と R 波の心室

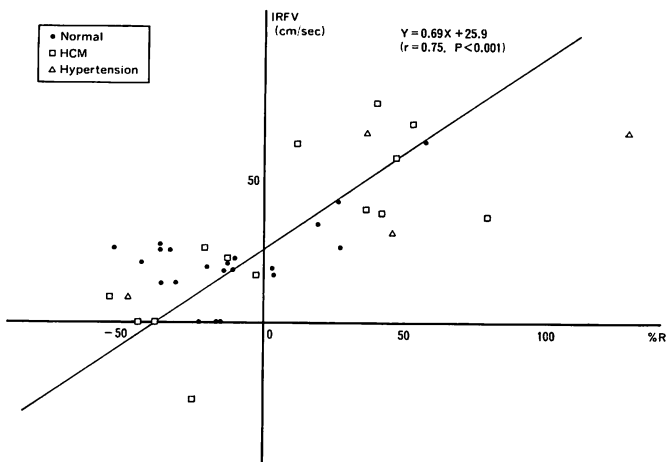


Fig. 3. Correlation between IRFV and %R.

There is a good correlation between IRFV and %R.
HCM=hypertrophic cradiomyopathy.

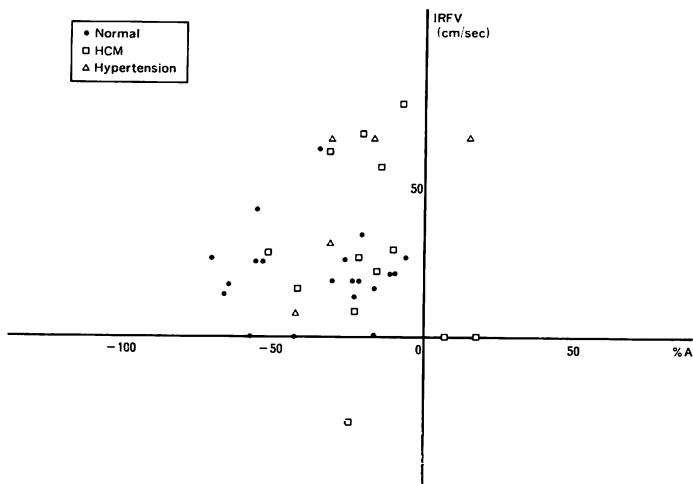


Fig. 4. Correlation between IRFV and %A.

There is no correlation between IRFV and %A.

内での加速を認めたことより、過動心との関係を見るため、運動負荷での IRFV と他の血流速度との関連を検討した。Fig. 5 は運動前後での心拍数と血圧をみたものであるが、心拍数は運動前後で $66 \pm 13/\text{min}$ から $94 \pm 14/\text{min}$ と増加、収縮期血圧は運動前 $118 \pm 12 \text{ mmHg}$ 、後 $141 \pm 10 \text{ mmHg}$ と増加、拡張期血圧は運動前 $78 \pm 10 \text{ mmHg}$ 、後 $80 \pm 11 \text{ mmHg}$ と変化を認めな

かった。Fig. 6 は僧帽弁輪部と左室内での血流速度の変化を示したものであるが、僧帽弁輪部では A 波は 34 ± 5 から $73 \pm 12 \text{ cm/sec}$ 、R 波は 62 ± 13 から $96 \pm 23 \text{ cm/sec}$ 、左心室中部では A 波は 21 ± 7 から $48 \pm 14 \text{ cm/sec}$ 、R 波は 46 ± 14 から $72 \pm 24 \text{ cm/sec}$ と、いずれも運動により各血流速度は著明に増加した。しかし、Fig. 7 に示す如く、IRFV は 15 ± 7 から $23 \pm 14 \text{ cm/sec}$ と

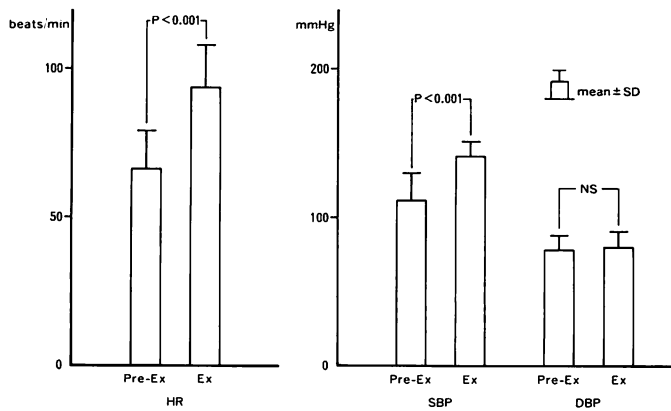


Fig. 5. Exercise response in heart rate and blood pressure.

In healthy subjects, heart rate and systolic blood pressure increase during exercise.

HR=heart rate; SBP=systolic blood pressure; DBP=diastolic blood pressure; Pre-Ex=pre exercise; Ex=peak exercise

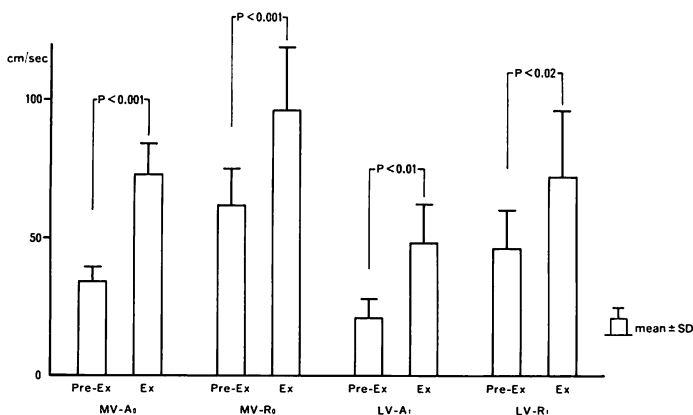


Fig. 6. Exercise response in diastolic flow velocities at the mitral orifice level and mid-left ventricle.

All of diastolic flow velocities increase during exercise.

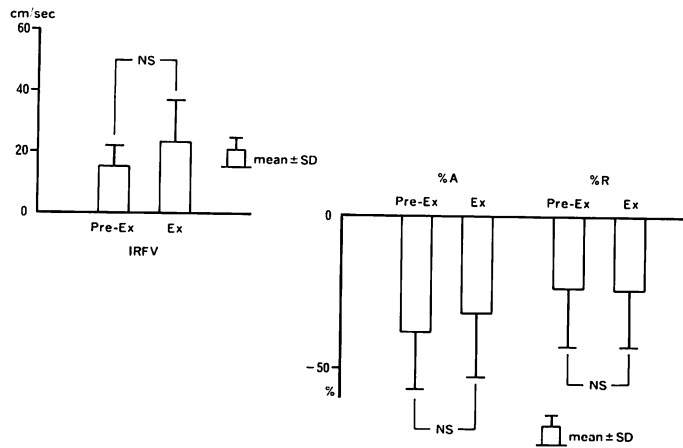


Fig. 7. Exercise response in IRFV, %R and %A.
 IRFV, %R and %A do not increase during exercise.

増加傾向はあったが、有意なものではなく、A と R 波の変化率からみても、%A が -38 ± 18 から $-32 \pm 21\%$ 、%R は -24 ± 19 から -25 ± 18 で、運動による過動心状態では IRFV の増加もなく、左心室の血流速度の加速現象も認められなかった。

考 察

従来、明らかな左室内の IRFV は心室中部閉塞性肥大型心筋症で報告されている²⁾。今回、我々の症例では、心臓カテーテル検査は全例では施行していないが、左室内閉塞の所見は心エコー図やドップラー心エコー図上認めず、またこの IRFV は高血圧性の軽度の肥大型心でも認められている。したがってこの血流は閉塞性肥大型心筋症にのみ特異的な所見でなく、肥大型のもつ、局所的に不均一な収縮性、拡張性によるものと考えられ、特に、心尖部付近の等容性拡張の asynchrony が関与しているものと思われる。しかし単に等容性拡張期のみでなく、急速流入期における異常も伴っており、したがって拡張期における心室の suction 作用の亢進もあるものと思われた。

左室は同時期に一樣に伸展するのでなく、従来の報告でみると、ヒト正常例では、心尖部より始

まって心基部へと広がり、伸展開始時点は心尖部で早く、収縮終期より始まり、心基部では遅くなる。また正常心でも心尖部の asynchrony が存在するものと思われるが、肥大型心筋症ではこの不均一性が増大しており^{5,6)}、今回の IRFV の増大の原因になっているものと考えられた。しかし、左室心基部など、他の部位で不均一性が生じた場合は、IRFV や %R の増大にならず、本報告の 1 例にみられたようにマイナスの IRFV を生じるものと考えられた。また、正常な例でも著明な IRFV が認められているが、運動負荷により心室内血流速度の変化に影響がなかったことより、左室全体が一樣に収縮、拡張を示す状態では、過動心でも IRFV や %R の増大は認めず、IRFV の増大を示す症例では、一見、正常例でも左室伸展性の不均一性が増大しているものと思われた。また、動物実験であるが、拡張早期の左房と左室の圧較差は、わずかであるが心尖部付近の方が心基部に比べ大で、これが左室の suction 効果になっていると報告⁷⁾があり、あるいは肥大型心では壁運動のみでなく、この圧較差がより大きく関与している可能性も考えられた。

一方、僧帽弁輪部の血流速度は左室全体の拡張能を反映しているともいわれ^{8,9)}、これはドップラ

一法にて容易に測定できるようになっている。しかし僧帽弁付近の血流速度が左室内で最大である症例は問題ないが、本報告におけるように左室内で血流が加速されていく症例では、sample volume の少しのずれが正しい左室機能を示さなくなる可能性もあると考えられた。

要 約

拡張期に僧帽弁から心尖部へ向う血流速度のうち、等容性拡張期と他の拡張期の血流速度との関連性を正常心 20 名、肥大心 18 名について検討した。左室中部で著明な等容性拡張期血流速度を示す症例は、急速流入期には左室内で加速現象が認められ、この現象は肥大心で多くみられた。心房収縮期血流速度ではそのような関係はなかった。さらに過動心での状態をみるため、運動負荷時に同様の検討を行ったが、運動により等容性拡張期血流速度の増大や、急速流入期血流速度の左室内での加速現象は認められなかった。

以上の如き等容性拡張期血流速度の増加は、急速流入期血流速度の心室内での加速現象を伴い、これは単なる過動心では出現せず、肥大心で多く認められたことより、左室の不均一な収縮、拡張に伴うものと考えられた、また、このことはドプラー法による左室拡張能評価にさいし、僧帽弁輪部付近の sample volume の設定方法に注意する必要があることを示すものと思われた。

文 献

- 1) Sasson Z, Hatle L, Appleton CP, Jewett M, Alderman EL, Popp RL: Intraventricular flow during isovolumic relaxation: Description and characterization by Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* **10**: 539-546, 1987
- 2) Nakamura T, Kitamura H, Furukawa K, Tsuji Y, Takahashi T, Kunishige H, Shimoo K, Azuma A, Asayama J, Katsume H: Intraventricular flow profiles in patients with hypertrophic cardiomyopathy with mid-ventricular obstruction using Doppler echocardiography. *Jpn J Med Ultrasonics* **14**: 600-606, 1987
- 3) Scher AM: Excitation of the heart. *in Handbook of Physiology* (ed by Hamilton WF and Dow P) Am Physiol Soc, Washington DC, 1962, Sec 2, Circulation, Vol. 1, Chapt 12, p 287-322
- 4) Ishikawa K, Osato S, Ogai T, Kanamasa K, Katori R: Regional differences in shortening and relaxation characteristics of the left ventricular wall of normal subjects as studied by biplane coronary cineangiograms. *Jpn Circ J* **47**: 1377-1386, 1983
- 5) Osato S, Ishikawa K, Kanamasa K, Ogai T, Oda A, Katori R: Time constant of the left ventricular pressure fall, and onset and rate of expansion of the left ventricular segment in hypertrophic cardiomyopathy. *J Cardiol* **17**: 489-495, 1987
- 6) Bonow RO, Vitale DF, Maron BJ, Bacharach SL, Frederick TM, Green MV: Regional left ventricular asynchrony and impaired global left ventricular filling in hypertrophic cardiomyopathy: Effect of verapamil. *J Am Coll Cardiol* **9**: 1108-1116, 1987
- 7) Courtois M, Kovacs SJ Jr, Ludbrook PA: Trans-mitral pressure-flow velocity relation: Importance of regional pressure gradients in the left ventricle during diastole. **78**: 661-671, 1988
- 8) Matsuo H, Kitabatake A, Asao M, Terao Y, Mishima M, Senda S, Shimazu T, Tanouchi J, Abe H: Noninvasive evaluation of diastolic properties of the left ventricle by pulsed Doppler flowmetry combined with realtime two-dimensional echocardiography. *J Cardiol* **10**: 697-708, 1980
- 9) Oki T, Asai M, Takemura H, Fukuda N, Sakai H, Tominaga T, Murao A, Ohshima C, Kusaka Y, Niki T, Mori H: Pulsed Doppler echocardiographic assessment of diastolic left ventricular hemodynamics in hypertrophic cardiomyopathy: Relationship between the mode of left ventricular filling and the distribution of left ventricular hypertrophy. *J Cardiol* **13**: 523-535, 1983