

拡張終期僧帽弁逆流：超音波パルス・ドプラー法による検討

Late diastolic mitral regurgitation: Pulsed Doppler echocardiographic study

真田 純一
川平 正純
窪 博道
黒岩 宣親
中村 一彦
橋本 修治

Jun-ichi SANADA
Masazumi KAWAHIRA
Hiromichi KUBO
Nobuchika KUROIWA
Kazuhiko NAKAMURA
Shuji HASHIMOTO

Summary

Since the description of late diastolic mitral regurgitation (MR) detected by left ventriculography, the risk of overestimating systolic MR has been pointed out. However, it has not been well studied by pulsed Doppler echocardiography, though this method is thought to be extremely useful to analyze systolic MR. The purpose of this study was to evaluate the usefulness of pulsed Doppler echocardiography in assessing late diastolic MR and to clarify the pathophysiology of this MR.

With the probe in the apical position, the blood flow pattern at the left atrial outflow tract was investigated in 226 consecutive cases who underwent left ventriculography. Late diastolic MR, which could not be attributed to ventricular premature contraction, was observed in 10 cases (4.4%) by left ventriculography. Meanwhile, by pulsed Doppler echocardiography, late diastolic disturbed flow directing towards the left atrial cavity in late diastole was detected in 15 cases (6.6%) including 10 cases with positive left ventriculographic MR. Among these 15 cases, 14 (93%) had atrial fibrillation and exhibited this MR only in the cardiac cycle with prolonged R-R intervals. The limitation in number of cardiac cycles which could be analyzed and the rapid heart rate eliminating the appearance of the beat with prolonged R-R intervals may be the reasons for the paucity of late diastolic MR by left ventriculography. Ten cases (66%) of late diastolic MR, including one with sinus rhythm, had aortic regurgitation, three cases showed high-grade systolic MR, and two had atrial septal defect. The simultaneous recording of pulmonary arterial wedge pressure and left ventricular pressure in three patients show a reversal of pressure gradient across the mitral valve in late diastole when the R-R interval was prolonged.

In conclusion, pulsed Doppler echocardiography is useful in detecting late diastolic MR, and in reducing overestimates of systolic MR by ventriculography which was induced by erroneous addition of late diastolic MR, because Doppler method has better time resolution in phase analysis. We believe that incomplete premature mitral valve closure caused by a delay in left ventricular contrac-

鹿児島大学医学部 第二内科
鹿児島市宇宿町 1208-1 (〒890)

The Second Department of Internal Medicine,
Faculty of Medicine, Kagoshima University, Usuki-
cho 1208-1, Kagoshima 890

Received for publication December 4, 1984; accepted January 22, 1985 (Ref. No. 29-2)

tion following prolonged R-R intervals, and the reversal of left atrial-left ventricular pressure gradient induced by left ventricular over-filling played important roles in the occurrence of late diastolic MR.

Key words

Pulsed Doppler echocardiography
fibrillation

Late diastolic mitral regurgitation

Aortic regurgitation

Atrial

はじめに

Aldridge ら¹⁾の報告以来, 左室造影上の拡張終期僧帽弁逆流 (late diastolic mitral regurgitation, 以下拡張終期 MR) の存在が報告されており, 同逆流は心室性期外収縮後の R-R 間隔延長時^{1,2)}, 大動脈弁閉鎖不全症¹⁻⁵⁾あるいは, 肥大型心筋症⁶⁾において, 比較的高頻度に出現するとされる. この逆流の出現は, 時相的に収縮早期との区別が紛わしいことより, 左室造影上, 収縮期僧帽弁逆流に対する過大評価の危険性がある⁷⁾. 一方, 超音波パルス・ドプラー法の収縮期僧帽弁逆流評価に対する有用性については, すでに広く認められているところであるが⁸⁾, 同法を用いた拡張終期 MR に関する詳細な検討は, ほとんどない⁹⁾.

本研究の目的は, 超音波パルス・ドプラー法を用い, この方法の拡張終期 MR 評価に対する有用性について検討するとともに, 同逆流の病態生理学的意義について考察を加えることにある.

対象及び方法

対象は心疾患が疑われ左室造影法を施行した連続 254 例中, 良好な左房内血流ドプラー信号の得られた 226 例 (虚血性心臓病 90 例, 心弁膜症 73 例, 特発性心筋症 34 例, 先天性心臓病 19 例, 高血圧性心臓病 2 例, 収縮性心膜炎 1 例, ウイルス性心筋炎 1 例, 特発性心房細動 1 例, 胸痛症候群 5 例) である. 大動脈弁閉鎖不全及び僧帽弁閉鎖不全例における重症度評価は, Sellers の分類¹⁰⁾に従い, 造影所見から 4 段階評価を行なった. 超音波パルス・ドプラー法はアロカ SSD-910 (発振周波数 2.75 MHz, パルス繰り返し周波数 4.4 KHz, ドプラー信号の time delay 22 msec¹¹⁾) を

用いた. 検査に際しては, 対象者を軽度の左側臥位とし, 主に心尖部より超音波ビームを投入し, 左房流出路における血流を検討した.

結 果

Fig. 1 に大動脈弁閉鎖不全症 (III 度) と心房細動合併例の左房流出路血流信号を示す. 矢印で示す如く, 心電図上の R-R 間隔延長時に左房方向への拡張終期乱流成分を認め, これは拡張終期 MR を示すものと思われた. 同時記録した M モード心エコー図では, 同所見に一致して, 僧帽弁は plateau から軽度左室方向への移動を示し, 拡張終期 MR に伴う左室容量の減少を反映した所見のように思われた. **Fig. 2** は **Fig. 1** と同一症例の R-R 間隔延長時における左室造影所見を示すが, 矢印で示す如く, 拡張終期に左房への逆流所見を認めた. **Fig. 3** は大動脈弁閉鎖不全 (II 度) 及び僧帽弁閉鎖不全 (II 度) 兼狭窄症で心房細動合併時の左房流出路血流信号であるが, R-R 間隔延長時, 矢印で示す如く, **Fig. 1** と同様の拡張終期 MR 所見を認めた. 同所見に一致して M モード心エコー図では, 僧帽弁は左室等容性収縮の直前までほぼ plateau 位を示した. 左室造影所見 (**Fig. 4**) では, R-R 間隔延長時, 拡張終期における左房への逆流を認めた.

同様の拡張終期 MR は, 左室造影法では, 今回の対象例 226 例中, 心室性期外収縮後の R-R 間隔延長時に認められた 14 例以外に, 10 例 (4.4%) において認められたのに対し, パルス・ドプラー法では, これら 10 例を含む 15 例 (6.6%) で認められた. これらの症例の臨床所見を **Table 1** に示す. 心拍数はドプラー法施行時の測定値であるが, これら 15 例中 10 例 (66%) は大動脈弁閉

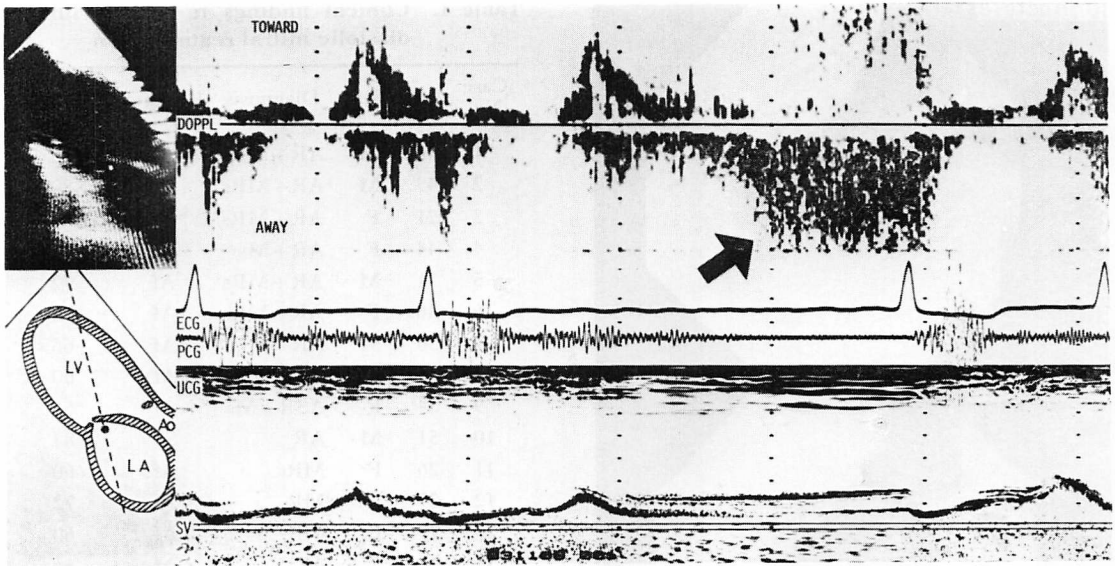


Fig. 1. Doppler signals at the left atrial outflow tract obtained from a case with grade 3 aortic regurgitation complicated by atrial fibrillation.

Late diastolic disturbed flow towards the left atrial cavity is observed in the cardiac cycle with prolonged R-R interval (arrow), indicating late diastolic mitral regurgitation. Coincidentally, the mitral valve shows plateau movement or slight motion towards the left ventricular cavity on M-mode echocardiogram, reflecting the decreasing left ventricular volume.

DOPPL=Doppler; ECG=electrocardiogram; PCG=phonocardiogram; UCG=ultrasound cardiogram; SV=sample volume; LV=left ventricle, LA=left atrium; Ao=aorta.

鎖不全を有しており、3例は高度の収縮期 MR 例、2例は心房中隔欠損症例であった。また15例中8例(53%)に収縮期 MR を認めたが、5例(33%)では、僧帽弁疾患を認めなかった。一方、15例中14例(93%)は心房細動合併例であり、とくに R-R 間隔延長を示した心周期において拡張終期 MR を認めた。また今回検討した226例中13例に大動脈弁閉鎖不全と心房細動合併を認めたが、このうち拡張終期 MR は9例に認められ、拡張終期 MR を認めなかった4例はすべて僧帽弁狭窄症合併例であった。洞調律を示した1例(症例10)は、III 度の大動脈弁閉鎖不全例であった。同症例の左房流出路血流信号を Fig. 5 に示すが、M モード心エコー図上の僧帽弁早期閉鎖に一致して、黒矢印で示す如く、左房方向への比較的層流性の僧帽弁逆流所見を示し、僧帽弁 C

点にほぼ一致して消失している。

Table 2 は、拡張終期 MR 症例の血行動態及び造影所見のまとめである。拡張終期 MR を認めた洞調律の大動脈弁閉鎖不全例(症例10)では、肺動脈楔入圧が 13 mmHg なのに対し、左室拡張終期圧は 30 mmHg と著明な上昇を示し、今回検討した洞調律の大動脈弁閉鎖不全 14 例中、最大の左房-左室圧較差の逆転が示された。一方、左室造影法施行時とドプラ法施行時の心拍数の比較では、ドプラ法で拡張終期 MR を認めたものの、左室造影法では同所見を認めなかった5例では、ドプラ法施行時に比し、すべて心拍数は増加しており、うち4例(症例4, 8, 9, 11)では1分間に20前後の増加を示した。これに関連して、心房細動合併例のパルス・ドプラ法における R-R 間隔の検討では、全例で1秒以上の延長を

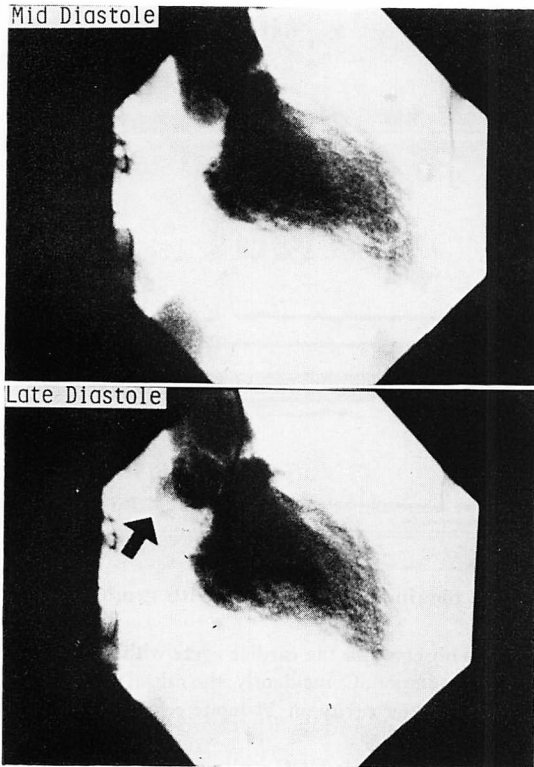


Fig. 2. Left ventriculograms obtained from the same case as in Fig. 1.

Mitral regurgitation is observed in late diastole (arrow).

示した心周期において拡張終期 MR の出現をみている。

拡張終期 MR を認めた 15 例中 3 例(症例 1, 4, 5)で, 肺動脈楔入圧と左室圧の同時記録を検討した. Fig. 6 は症例 5 の左房流出路血流信号であるが, 矢印で示す如く, 先に示した症例と同様の R-R 間隔延長時における拡張終期 MR を認める. 同症例の同時圧所見を Fig. 7 に示すが, 矢印で示す如く, R-R 間隔延長時, 拡張終期において圧較差の逆転を認めた. Fig. 8 と Fig. 9 に症例 1 の左房流出路血流信号および同時圧所見を示したが, 症例 5 と同様に, R-R 間隔延長時における拡張終期 MR 所見, 及び拡張終期圧較差の逆転を認めた.

Table 1. Clinical findings in cases with late diastolic mitral regurgitation

Case No.	Age	Sex	Diagnosis	Rhythm	Heart rate* (beats/min.)
1	40	M	AR+MRs	Af	66
2	47	M	AR+MRs	Af	80
3	21	F	AR+MRs	Af	84
4	44	F	AR+Ms	Af	63
5	31	M	AR+MRs	Af	72
6	36	F	AR+MRs	Af	60
7	56	M	AR	Af	66
8	65	F	ASR	Af	60
9	34	F	ASR+Ms	Af	54
10	51	M	AR	S	83
11	26	F	MRs	Af	60
12	27	F	MR	Af	72
13	29	F	MR	Af	60
14	46	M	ASD	Af	51
15	63	M	ASD	Af	66

M=male; F=female; AR=aortic regurgitation; As=aortic stenosis; MR=mitral regurgitation; Ms=mitral stenosis; ASD=atrial septal defect; Af=atrial fibrillation; S=sinus rhythm.

* Heart rate during pulsed Doppler echocardiography.

心室性期外収縮後の R-R 間隔延長時における拡張終期 MR を示した 14 例は, 虚血性心臓病 7 例, 心弁膜症 2 例, 肥大型心筋症 2 例, 拡張型心筋症 1 例, 心房中隔欠損症 1 例, 高血圧性心臓病 1 例であった。

考 按

Belhause¹²⁾ の報告以来, 拡張期左室内渦流形成による僧帽弁閉鎖機転が指摘されているが, 一方, 同血流に引き続く左室収縮, 特に左室容性収縮期における弁下組織と弁輪部の収縮, 及び同時相における心基部方向への血流の存在が, 僧帽弁完全閉鎖にとって重要な役割を演ずることについては, 既に指摘した如くである¹¹⁾. したがって, 後続する左室収縮の出現前に房室間圧較差の逆転現象が出現すれば, 拡張期における僧帽弁逆流を

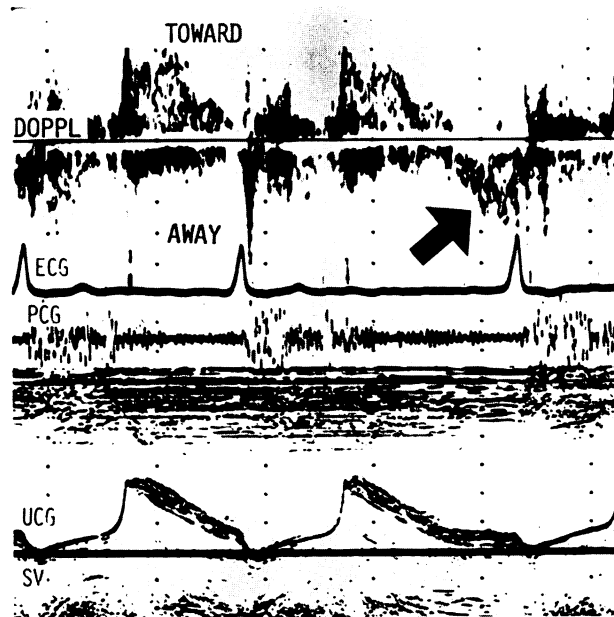


Fig. 3. Doppler signals at the left atrial outflow tract obtained from a case with grade 2 aortic regurgitation, grade 2 mitral regurgitation and mitral stenosis complicated with atrial fibrillation.

Late diastolic disturbed flow directing towards the left atrial cavity is observed in the cardiac cycle with prolonged R-R interval (arrow), suggesting mitral regurgitation. At this phase, mitral valve motion appeared to plateau on M-mode echocardiogram.

Abbreviations as in Fig. 1.

生ぜしめる可能性がある。同現象は、とくに完全房室ブロック例で容易に観察可能であり、超音波パルス・ドプラー所見上は、P-Q 間隔延長時の心房収縮直後に、左房流出路における左房方向への乱流成分として認められる¹³⁾。今回の検討では、これと同様のドプラー所見を認めた 15 例中 14 例 (93%) は心房細動を合併しており、Wong ら¹⁴⁾の報告と同様、R-R 間隔延長を示した心周期において認められた。すなわちこのことは、心房細動に伴う後続左室収縮の遅れによる僧帽弁不完全閉鎖状態の持続が、拡張終期 MR 出現の一因となることを示唆するものと考えられた。

大動脈弁閉鎖不全症で、左室造影上みられる拡張終期 MR の存在は、比較的数多く報告されているが¹⁻⁵⁾、その出現機転として、Aldridge ら¹⁾は、大動脈弁逆流による左室の過剰充満に伴う左

房-左室間圧較差の逆転を指摘している。今回の検討においても、15 例中 10 例 (66%) は大動脈弁閉鎖不全例あるいは同合併例であり、肺動脈楔入圧と左室圧の同時記録の検討では、拡張終期 MR を認めたのと同様の R-R 間隔延長を示した心周期において、この圧較差の逆転を示し、左房-左室間圧較差の逆転を示唆するものと思われ、Aldridge らの報告を支持するものと考えられた。今回の 226 例中、心房細動を合併した大動脈弁閉鎖不全 13 例中、拡張終期 MR を認めなかった 4 例は僧帽弁狭窄症合併例であり、左房圧上昇により R-R 間隔延長時においても、左房-左室間圧較差の逆転が出現しにくいものと考えられた。一方、洞調律の高度の大動脈弁閉鎖不全 1 例でも拡張終期 MR を認めたが、同症例は P-Q 間隔 0.21 秒に対し、P 波から 0.17 秒の時相で、M モード心



Fig. 4. Left ventriculograms obtained from the same case as in Fig. 3.

Mitral regurgitation is observed in late diastole (arrow).

エコー図上の僧帽弁早期閉鎖に一致して拡張終期 MR の出現をみており、このことは後続左室収縮の遅れがなくても、高度の大動脈弁逆流による著明な左室圧の上昇が存在すれば、拡張終期 MR が出現し得ることを示すものであろう。事実、本症例は今回検討した洞調律の高度の大動脈弁閉鎖不全8例中、最高の左房-左室間圧較差を有しており (Table 2), Lochaya ら³⁾の報告に一致する所見と考えられた。

Wong ら¹⁴⁾は、拡張終期 MR を示した4例の心弁膜症例を報告し、3例では大動脈弁閉鎖不全

の合併を認めたものの、他の1例は高度の収縮期僧帽弁閉鎖不全例であり、大動脈弁閉鎖不全例と同様、R-R 間隔延長時において同所見を示したと述べている。今回の検討においても、心房細動を合併した III 度以上の MR 7例中3例(症例 11, 12, 13)で拡張終期 MR を認めたが、このことは、速度の増大した左室流入血流¹⁵⁾と R-R 間隔延長に伴う左室への比較的軽度の過剰充満でも、著明な僧帽弁不完全閉鎖状態の存在する症例では、拡張終期 MR を生ずる可能性があることを示唆するものと思われた。先に示した如く、拡張終期 MR を認めた大動脈弁閉鎖不全合併例 10例中3例では、僧帽弁病変を認めなかったものの、5例では収縮期 MR の合併を認めており (Table 1), したがって上記所見は、一方では、収縮期 MR の症例では拡張終期 MR がより出現し易い状況にあったことを示唆するものと考えられた。

拡張終期 MR を合併した心房中隔欠損症の報告は過去には認められないが、今回検討した 12例の心房中隔欠損症のうち、心房細動を合併した 2例(症例 14, 15)で、左室造影法及びパルス・ドプラー法のいずれにおいても、R-R 間隔延長時、拡張終期 MR の存在が確認された。これらの症例では、M モード心エコー図上、心室中隔は明らかな奇異性運動を示しており、とくに拡張終期において最大の左室方向への偏位を示すとともに (Fig. 10), 断層心エコー図では、同時相において著明な左室の狭小化を認めた¹⁶⁾。すなわち同所見は、心室中隔奇異性運動に伴う拡張終期左室容量の減少が、拡張終期 MR 出現に寄与している可能性を示すものと考えられ、心弁膜症と異なる拡張終期 MR 発生機転を有する可能性が示唆された。

一方、Jamal ら⁶⁾は、肥大型心筋症 31例の検討で、左室造影上、4例 (12.4%) に不整脈あるいは房室ブロックと関連のない拡張終期 MR を認めたと報告しており、左室 compliance の低下に起因した現象であることを主張している。しかしながら今回の検討では、肥大型心筋症 20例中2例

Table 2. Hemodynamic and angiographic findings in cases with late diastolic mitral regurgitation

Case No.	Heart rate (beats/min.)		Pressures (mmHg)				Angiograms		
	Pressure recording	LVG	PA(W)P (mean)	LAP (mean)	LVEDP	Simultaneous recording	AR	Systolic MR	LDMR
1	58	66	13	—	9	+	II	II	+
2	60	100	42	—	23	—	II	III	+
3	85	90	33	—	16	—	I	III	—
4	78	84	13	—	11	+	II	—	—
5	80	78	15	—	7	+	III	II	+
6	80	78	8	—	8	—	II	II	+
7	66	77	14	—	12	—	III	—	+
8	78	78	8	—	—	—	III	—	—
9	72	76	26	—	12	—	III	—	—
10	96	90	13	—	30	—	III	—	+
11	80	78	28	—	11	—	—	III	—
12	78	90	22	—	14	—	—	IV	+
13	66	72	—	—	10	—	—	IV	+
14	60	60	—	8	12	—	—	—	+
15	78	80	—	4	8	—	—	—	+

LVG=left ventriculography; PA(W)P=pulmonary artery wedge pressure; LAP=left atrial pressure; LVEDP=left ventricular end-diastolic pressure; AR=aortic regurgitation; MR=mitral regurgitation; LDMR=late diastolic mitral regurgitation.

で, Aldridge ら¹⁾の報告と同様, 左室造影上, 心室性期外収縮後の R-R 間隔延長時における拡張終期 MR を認めたのみであった。

拡張終期 MR 検出率に対する左室造影法とパルス・ドプラー法の比較では, 前者における 226 例中 10 例 (4.4%) に対し, 後者ではこれらを含む 15 例 (6.6%) に認められており, ドプラー法で数多く認められたが, このことは左室造影法により検討し得る心周期は数が限られているのに対し, ドプラー法では多数の心周期で検討可能であること, 及び左室造影法ではドプラー法施行時に比し頻拍傾向を示し, R-R 間隔延長を示すことが比較的少なかったことによるものと考えられた。

以上述べた如く, 超音波パルス・ドプラー法を用いることにより, 比較的容易に拡張終期 MR を検出することが出来, 時相的な検討も容易である。したがって, 臨床的には特に左室造影上の収縮期僧帽弁逆流に対する過大評価を避けるとい

う点で, 本法が有用であることが示された。

結 論

1. 拡張終期 MR の評価に対する超音波パルス・ドプラー法の有用性, 及び同逆流の病態生理学的意義について検討した。
2. 拡張終期 MR は, 226 例の左室造影中, 10 例 (4.4%) に認められたのに対し, ドプラー法ではこれらを含む 15 例 (6.6%) に認められた。
3. これら 15 例中 14 例 (93%) は心房細動合併例であり, R-R 間隔延長時に同逆流を認めた。
4. 洞調律 1 例を含む 15 例中 10 例 (66%) は大動脈弁閉鎖不全例あるいは同合併例であり, 3 例は高度の収縮期僧帽弁閉鎖不全例, 2 例は心房中隔欠損症例であった。
5. 肺動脈楔入圧-左室圧の同時記録では, R-R 間隔延長時の拡張終期に, これらの圧較差の逆転を認めた。

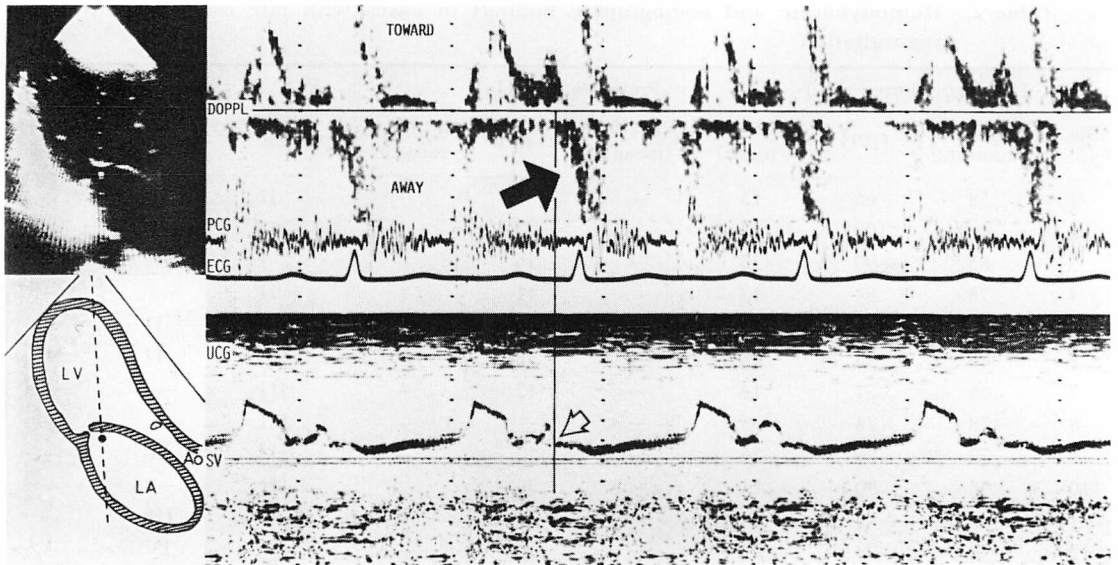


Fig. 5. Doppler signals at the left atrial outflow tract obtained from a case with grade 3 aortic regurgitation without atrial fibrillation (Case 10).

Late diastolic mitral regurgitant signal is observed (arrow). The overshooting signal at the opposite side is aliasing due to high flow velocity. On M-mode echocardiogram, the mitral valve exhibits early closure corresponding with this flow (open arrow).

Abbreviations as in Fig. 1.

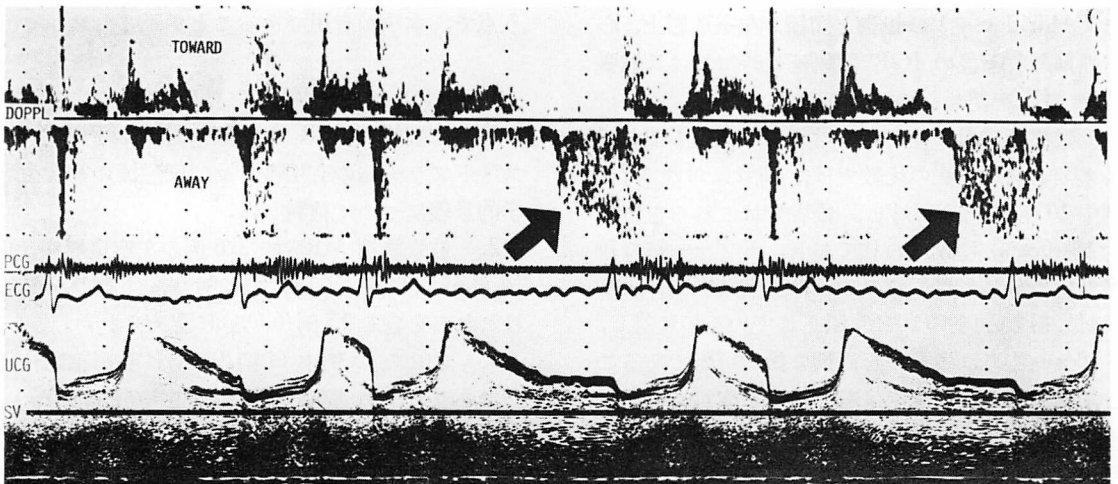


Fig. 6. Doppler signals at the left atrial outflow tract obtained from a case with grade 3 aortic regurgitation, grade 2 mitral regurgitation and mitral stenosis complicated with atrial fibrillation (Case 5).

Late diastolic mitral regurgitant signal (arrows) is observed in the cardiac cycle similar to those in Fig. 1 or 3.

Abbreviations as in Fig. 1.

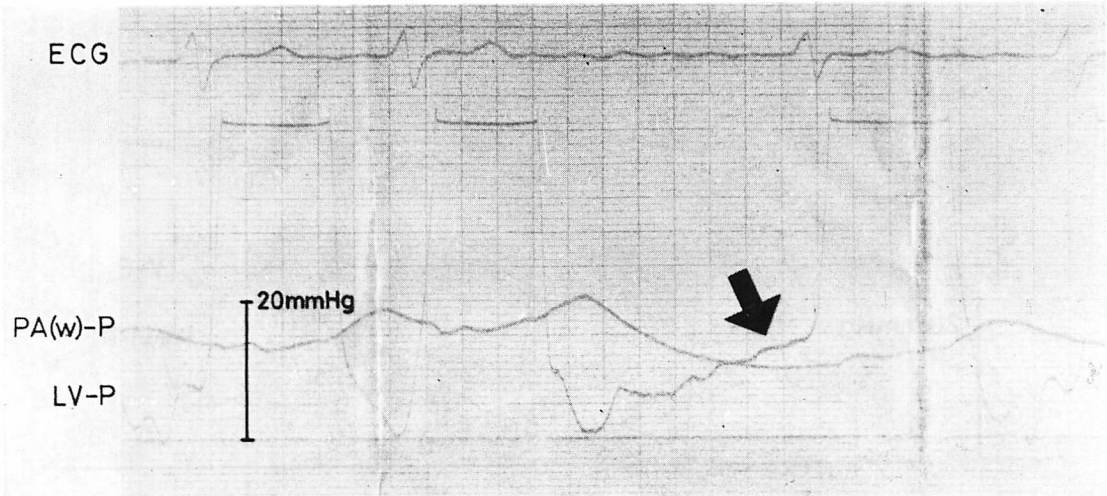


Fig. 7. Simultaneous recording of pulmonary arterial wedge pressure and left ventricular pressure obtained from the same case as in Fig. 6.

Reversal of pressure gradient across the mitral valve at late diastole is observed in the cardiac cycle with prolonged R-R interval (arrow).

LV-P=left ventricular pressure.

For other abbreviations, see Fig. 1 and Table 2.

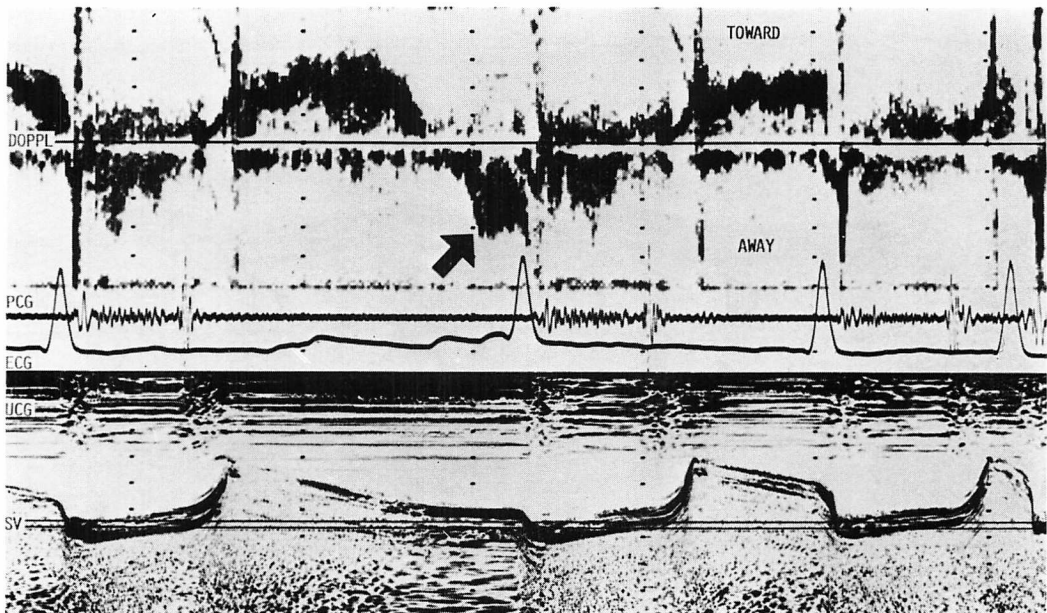


Fig. 8. Doppler signals at the left atrial outflow tract obtained from a case with grade 2 aortic regurgitation, grade 2 mitral regurgitation and mitral stenosis complicated with atrial fibrillation (Case 1).

Late diastolic mitral regurgitant flow is observed in the cardiac cycle similar to those in Figs. 1, 3 and 6 (arrow).

Abbreviations as in Fig. 1.

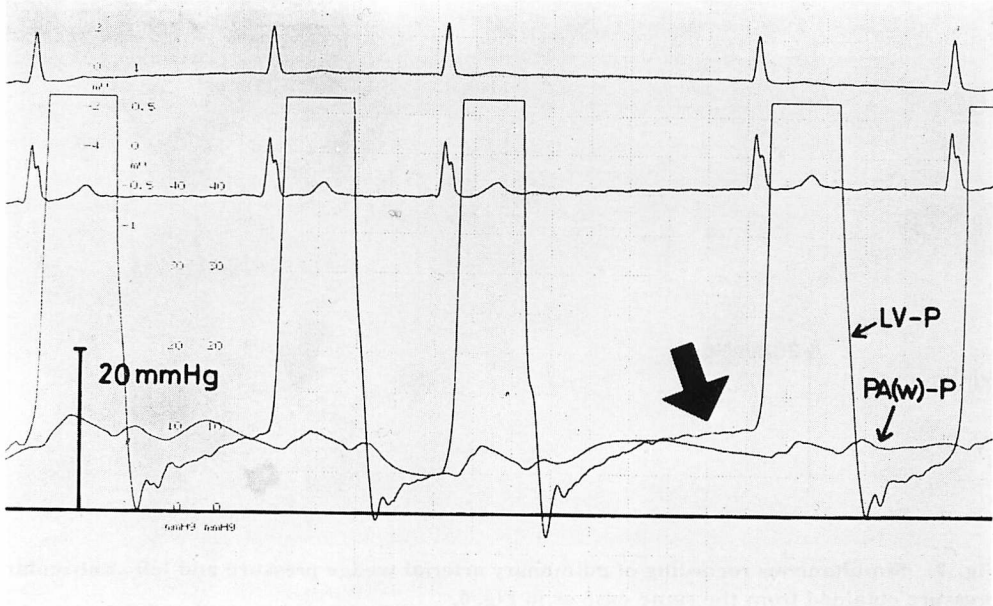


Fig. 9. Simultaneous recording of pulmonary arterial wedge pressure and left ventricular pressure obtained from the same case in as Fig. 8.

Reversal of pressure gradient is observed at the cardiac cycle with prolonged preceding R-R interval (arrow).

Abbreviations as in Table 2 and Fig. 7.

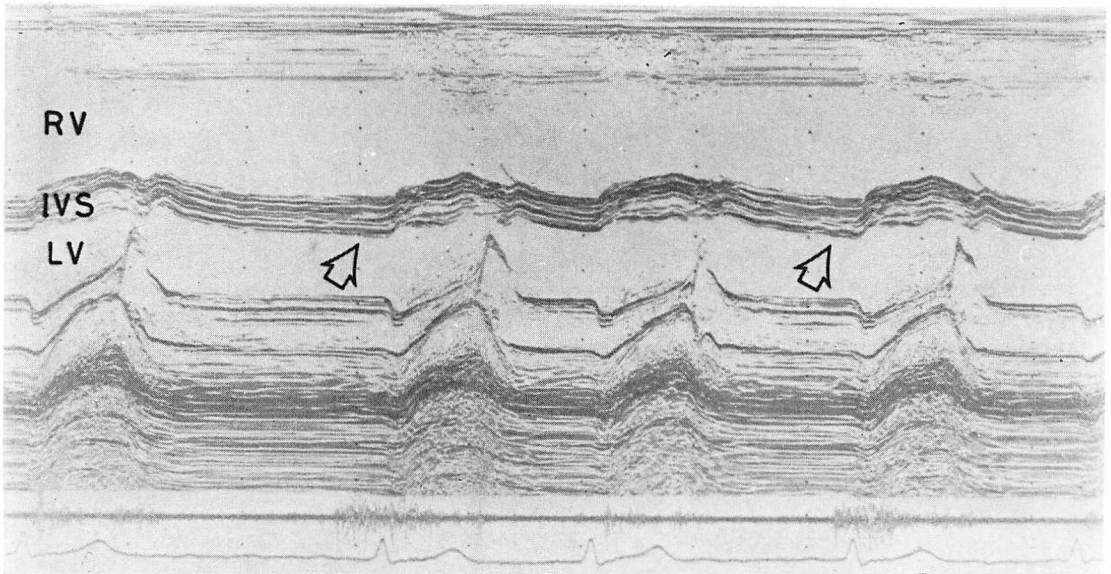


Fig. 10. M-mode echocardiogram obtained from a case with atrial septal defect complicated with atrial fibrillation (Case 14).

The interventricular septum shows paradoxical motion with the maximal movement towards the left ventricle in late diastole. This finding suggests the possibility of the reduction of left ventricular volume induced by the interventricular paradoxical motion contributing to the occurrence of late diastolic mitral regurgitation.

RV=right ventricle; IVS=interventricular septum; LV=left ventricle.

6. 以上より、拡張終期 MR 評価に対するドプラー法の有用性が示唆された。同現象は、左房-左室間圧較差の逆転、及び後続左室収縮の遅れによる僧帽弁不完全閉鎖状態において生ずるものと考えられた。

要 約

従来より左室造影上の拡張終期僧帽弁逆流 (MR) の存在が報告されており、収縮期 MR に対する過大評価の危険性が指摘されている。一方、超音波パルス・ドプラー法の収縮期 MR 評価に対する有用性については広く認められているところであるが、同法を用いた拡張終期 MR に関する検討はほとんどない。

本研究では、拡張終期 MR の評価に対するパルス・ドプラー法の有用性、及び同血流の病態生生理学的意義について検討した。

左室造影法を施行した連続 226 例に対し、心尖部アプローチにより、左房流出路の血流を検討した。その結果、左室造影法では 10 例 (4.4%) で心室性期外収縮と関連のない拡張終期 MR を認めたのに対し、ドプラー法ではこれらを含む 15 例 (6.6%) で左房方向への拡張終期乱流成分を認めた。これら 15 例中 14 例 (93%) は心房細動合併例であり、R-R 間隔延長時に同所見を示した。ドプラー法で左室造影法よりも検出率が高かったのは、左室造影法で検討し得る心周期の数には制約があるのに対し、ドプラー法では多数の心周期で検討が可能であること、及び左室造影法ではドプラー法施行時に比し頻拍傾向を示し、R-R 間隔延長所見が少なかったことによるものと考えられた。洞調律 1 例を含む 10 例 (66%) は大動脈弁閉鎖不全例あるいは同合併例であり、3 例は高度の収縮期 MR 例、2 例は心房中隔欠損症例であった。3 例で肺動脈楔入圧と左室圧を同時記録した結果、R-R 時間延長時における拡張終期にこれらの圧較差の逆転を認めた。

以上より、超音波パルス・ドプラー法により比較的容易に拡張終期 MR の検出が可能であり、

時相的な検討も容易であることから、左室造影で、誤って同血流を加えることにより、収縮期 MR を過大評価することを避けうると考えられた。

この拡張終期血流の出現機転としては、R-R 間隔延長に伴う後続左室収縮の遅れによる僧帽弁不完全閉鎖状態の存在と、左室の拡張期過剰充満に伴う左房-左室間圧較差の逆転現象の出現が、重要な因子であると考えられた。

文 献

- 1) Aldridge HE, Lansdown EL, Wigle ED: Diastolic mitral insufficiency. *Circulation* **34** (Suppl III): 42, 1966
- 2) Honey M, Gough JH, Katsaros S, Miller GAH, Thuraisingham V: Left ventricular cine-angiography in the assessment of mitral regurgitation. *Br Heart J* **31**: 596, 1969
- 3) Lochaya S, Igarashi M, Shaffer AB: Late diastolic mitral regurgitation secondary to aortic regurgitation: Its relationship to the Austin Flint murmur. *Am Heart J* **74**: 161, 1967
- 4) Wong M: Diastolic mitral regurgitation: Haemodynamic and angiographic correlation. *Br Heart J* **31**: 468, 1969
- 5) Nelson RJ, Feldman IM, Criley JM, Cleveland RJ: Diastolic mitral regurgitation in patients with aortic valve replacement. *Arch Surg* **107**: 26, 1973
- 6) Jamal N, Raizner AE, Ishimori T, Chahine RA: Diastolic mitral regurgitation in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Angiology* **29**: 773, 1978
- 7) Linhart JW, Hildner FJ, Samet P: Diastolic mitral regurgitation: A pitfall in the angiographic assessment of the mitral valve. *Am Heart J* **81**: 439, 1971
- 8) Sanada J, Nakamura K, Minami Y, Kubo H, Kawahira M, Ohshige T, Hashimoto S: Pulsed Doppler echocardiographic assessment of mitral regurgitation. *Jpn J Med Ultrason* **10**: 5, 1983 (in Japanese)
- 9) Minami Y, Nakamura K, Sanada J, Okumiya K, Tabuchi H, Furukawa S, Miyahara K, Hashimoto S: Non-invasive detection of diastolic mitral regurgitation by the pulsed Doppler echocardiography. Proc 38th Scientific Meeting of Jpn Soc Ultrason Med: 41, 1981 (in Japanese)
- 10) Sellers RD, Levy MJ, Amplatz K, Lillekei CW: Left retrograde cardioangiography in acquired cardiac disease: Technique, indications and interpretations in 700 cases. *Am J Cardiol* **14**: 437, 1964

真田, 川平, 窪, ほか

- 11) Sanada J, Nakamura K, Minami Y, Kuroiwa N, Ohshige T, Hashimoto S: Assessment of left ventricular isovolumetric contraction flow by the use of pulsed Doppler echocardiography. *Kokyu to Junkan* **31**: 81, 1983 (in Japanese)
- 12) Belhause BJ: Fluid mechanics of a model mitral valve and left ventricle. *Cardiovasc Res* **6**: 199, 1972
- 13) Sanada J, Nakamura K, Kawahira M, Hashimoto S: Assessment of diastolic mitral regurgitation in complete A-V block: Pulsed Doppler echocardiographic study. *Kokyu to Junkan* **32**: 77, 1984 (in Japanese)
- 14) Wong M: Diastolic mitral regurgitation: Haemodynamic and angiographic correlation. *Br Heart J* **31**: 468, 1969
- 15) Sanada J, Nakamura K, Kawahira M, Ohshige T, Hashimoto S: Quantitation of mitral regurgitation by left ventricular blood flow dynamics: A pulsed Doppler echocardiographic study. *J Cardiography* **14**: 471, 1984
- 16) Tei C, Tanaka H, Minagoe S, Nakao S, Tahara M, Katanasako H, Kashima T, Kanehisa T: Diastolic paradoxical movement of the inter-ventricular septum: Clinical and experimental study. *J Cardiography* **9**: 477, 1979