

Temas de actualidad

Echocardiographic findings during and after acute rheumatic fever

Hallazgos ecocardiográficos durante y después de la fiebre reumática aguda

BASIL S. LEWIS MRCP (SA)
NOGA LEWIS BSc
MERWYN S. GOTSMAN FRCP, FACC
RICHARD L. POPP* FACC

Cardiology Department,
Hadassah Hospital
and the Hebrew University,
Jerusalem, Israel.

Echocardiograms were recorded in 5 patients suffering their first known episode of acute rheumatic fever with carditis. The echocardiographic picture during the acute attack was clearly different from that of chronic rheumatic mitral valve disease. The mitral leaflets did not reflect dense multiple echoes and the posterior leaflet opened normally at the onset of diastole suggesting that important commissural fusion had not occurred. Minor non-specific fluttering of the anterior mitral leaflet was present in diastole, causing a shoulder on the DE opening of the anterior mitral leaflet and rounding of the E point; in two patients there was mild fluttering of the posterior leaflet also. There were no signs of chronic mitral valve disease two years later and the mitral valve appeared normal except in one patient who had recurrent episodes of acute rheumatic fever and in whom there was progression of the disease. Left ventricular size and function and left atrial diameter were normal during the acute attack and did not change over the two year period. Echocardiography may provide valuable information relating to the time course and development of chronic rheumatic mitral valve disease.

Se registraron ecocardiogramas en 5 pacientes que padecían su primer episodio conocido de fiebre reumática aguda con carditis. El cuadro ecocardiográfico durante el ataque agudo fue claramente diferente del de la valvulopatía mitral reumática crónica. Las valvas de la mitral no reflejaban múltiples ecos densos y la valva posterior se abría normalmente al comienzo de la diástole, sugiriendo que no se había producido todavía una importante fusión de las comisuras de la válvula. Un leve aleteo, no específico, se observó durante la diástole en la valva anterior mitral, provocando un hombro en la apertura D-E y un redondeamiento del punto E de la valva anterior mitral; en dos pacientes había también un leve temblor en la valva posterior. Luego de dos años, no había signos de valvulopatía mitral reumática crónica y la válvula mitral tenía aspecto normal, excepto en un paciente que tuvo episodios recurrentes de fiebre reumática aguda y en el cual hubo una progresión de la enfermedad. El tamaño y la función ventricular izquierda así como el diámetro de la aurícula izquierda fueron normales durante el ataque agudo y no cambiaron en un período de dos años. La ecocardiografía puede dar importante información relacionada con el tiempo, curso y evolución de la valvulopatía mitral reumática crónica.

* Dirección postal:
Division of Cardiology,
Department of Medicine,
Stanford University, Medical School,
Stanford, California, U.S.A.

La fiebre reumática aguda con carditis es todavía un problema común en muchos países. Mientras

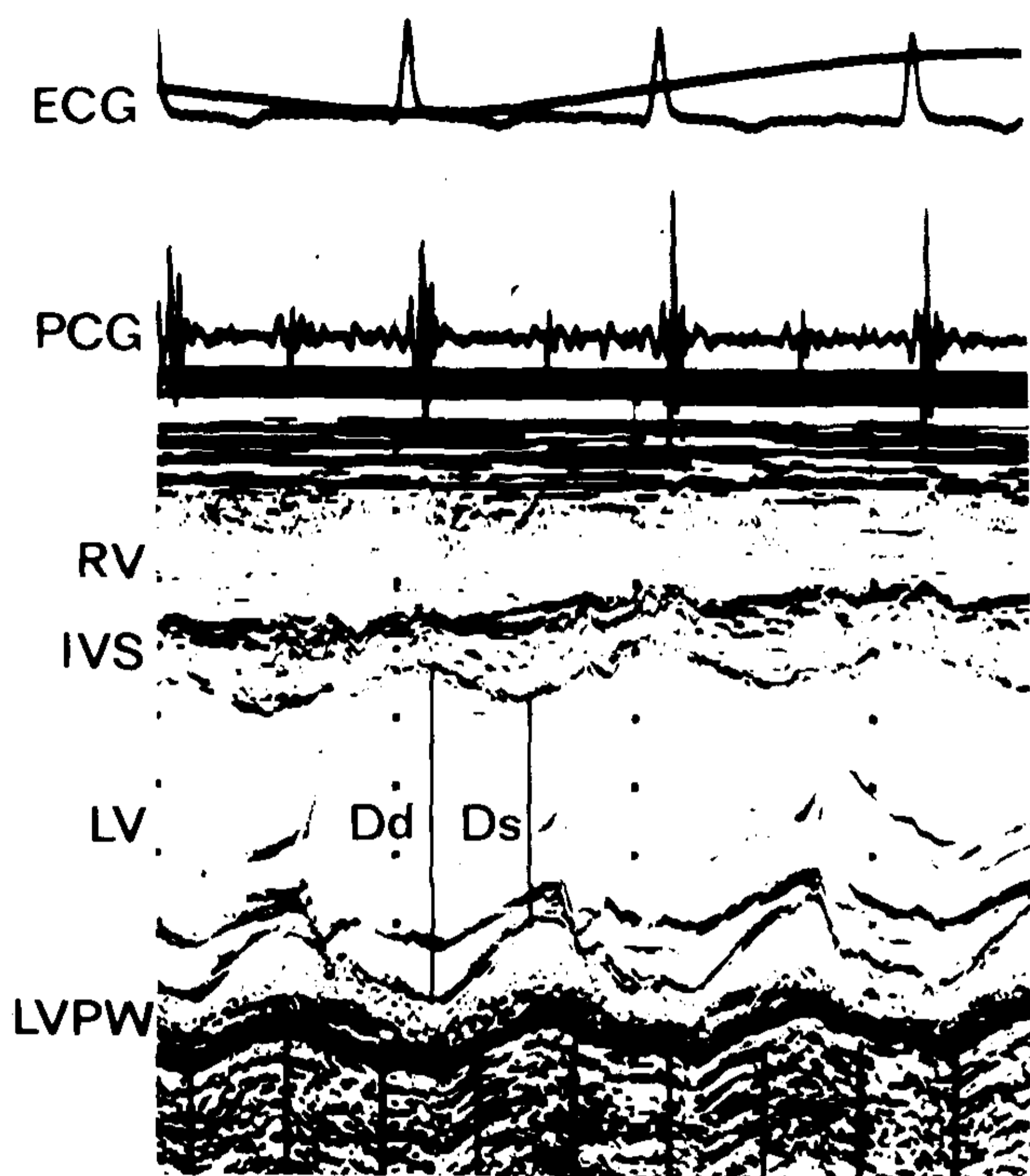


Fig. 1. M-mode echocardiogram of the left ventricle (LV) in a patient with rheumatic fever. Dd = diastolic diameter; Ds = systolic diameter; ECG = electrocardiogram; PCG = phonocardiogram; RV = right ventricle; IVS = interventricular septum; LVPW = left ventricular posterior wall.

Fig. 1. Ecocardiograma modo-M del ventrículo izquierdo (LV) en un paciente con fiebre reumática. Dd = diámetro diastólico; Ds = diámetro sistólico; ECG = electrocardiograma; RV = ventrículo derecho; IVS = septum interventricular; LVPW = pared posterior del ventrículo izquierdo.

Acute rheumatic fever with carditis is still a common problem in many countries. While the echocardiographic features of chronic mitral valve disease are well known, there is little information relating to the mitral valve during the acute rheumatic episode, to the progression of abnormalities to the stage of chronic scarring or to the probable time course of such changes.^{2,3,4,5,8} Moreover, the patients are often seriously ill and it is important to assess myocardial function in relation to the clinical state of the patient since the treatment and prognosis may be determined by the contractile state of the left ventricle.

We have studied a group of patients with acute rheumatic fever and carditis to examine the mitral valve and the function of the left

que las características ecocardiográficas de la valvulopatía mitral reumática crónica son bien conocidas, hay en cambio poca información relacionada con la válvula mitral durante el episodio reumático agudo y sobre la progresión de anomalías hacia la etapa de cicatrización crónica o sobre el probable tiempo de evolución de esos cambios.^{2,3,4,5,8} Por otra parte, los pacientes están a menudo seriamente enfermos y es importante evaluar la función miocárdica en relación con el estado clínico del paciente desde que el pronóstico y el tratamiento pueden estar determinados por el estado contráctil del ventrículo izquierdo.

Para este trabajo, se ha estudiado un grupo de pacientes con fiebre reumática aguda y carditis, con la finalidad de examinar la válvula mitral y la función ventricular izquierda: durante la fase aguda de la enfermedad, precozmente luego del tratamiento del brote agudo de fiebre reumática y finalmente luego de un prolongado período de seguimiento.

MATERIAL Y METODOS

En el laboratorio de ecocardiografía se estudiaron 21 pacientes con fiebre reumática aguda (FRA) en un período de tres años (1975-1978). La carditis reumática activa fue diagnosticada en pacientes que tenían pruebas indicando fiebre reumática aguda (antiestreptolisina "O" > 500 U., eritrosedimentación acelerada, proteína C reactiva positiva, leucocitosis) y uno o más de los siguientes criterios: 1) Nuevos soplos cardíacos y especialmente la presencia de un soplo de Carey-Coombs. 2) Desproporcionada taquicardia en reposo. 3) Intervalo P-R prolongado en el electrocardiograma. Algunos pacientes tenían además otras manifestaciones de fiebre reumática aguda: típica artritis, nódulos o exantema. Solamente cinco pacientes reunían todos los criterios, estaban en su primer episodio conocido de fiebre reumática aguda y tenían ecocardiogramas previamente al tratamiento que podría haber alterado su curso. Esta comunicación se ciñó a estos cinco pacientes.

Los ecocardiogramas fueron repetidos a las 2-6 semanas, cuando el tratamiento con salicilatos y/o corticoesteroides había mejorado el

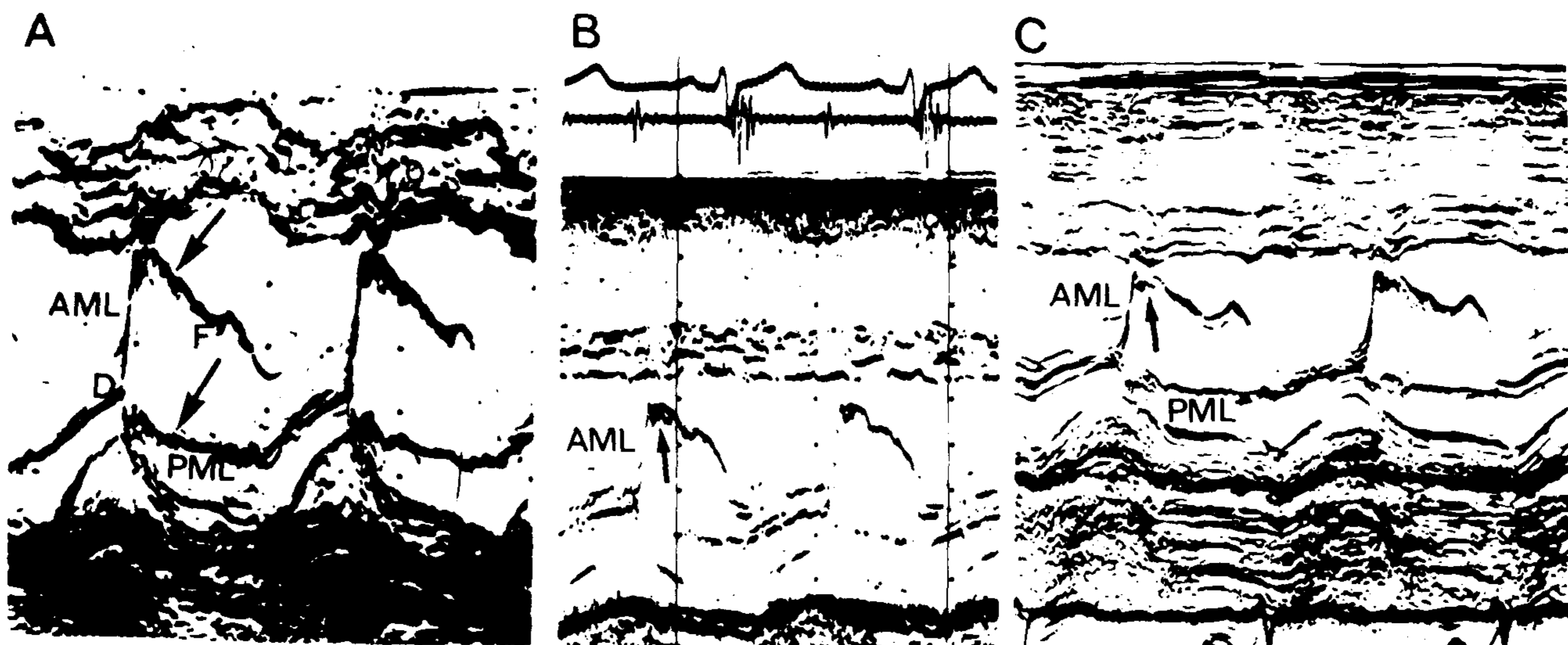


Fig. 2. Mitral valve echocardiogram from a patient with acute rheumatic fever. A: Acute phase. The E point is rounded and there is fluttering of the anterior mitral leaflet (AML) during the EF slope. The posterior leaflet (PML) moves normally during diastole, with mild fluttering (arrow). B: Recovery period (2 weeks later). The arrow shows rounding of the E point and fluttering of the AML. C: Late followup period (2 years). There is minor rounding at the E point (arrow) on the anterior mitral leaflet (AML) echo. The posterior leaflet (PML) opens normally at the onset of diastole.

Fig. 2. Ecocardiograma de la válvula mitral de un paciente con fiebre reumática aguda. A: Fase aguda. El punto E está redondeado y hay temblor de la valva anterior de la mitral (AML) durante la pendiente EF. La valva posterior (PML) se mueve normalmente durante la diástole, con leve temblor (flecha). B: Período de recuperación (2 semanas después). La flecha señala el redondeamiento del punto E y aleteo de la valva anterior mitral (AML). C: Período de seguimiento alejado (2 años). En el eco de la valva anterior mitral (AML) hay un redondeamiento menor en el punto E (flecha). La valva posterior (PML) se abre normalmente en el comienzo de la diástole.

ventricle during the acute phase of the disease, soon after treatment of the acute rheumatic attack and after a longer period of follow up.

PATIENTS AND METHODS

Over a three year period (1975-1978) we studied 21 patients with acute rheumatic fever (ARF) in our echocardiographic laboratory. Active rheumatic carditis was diagnosed in patients who had activity tests indicating acute rheumatic fever (ASOT > 500 units, high ESR, positive CRP, leucocytosis) and one or more of the following criteria: (1) New cardiac murmurs and especially the presence of a Carey-Coombs murmur. (2) Disproportionate resting tachycardia. (3) Prolonged PR interval on the electrocardiogram. Some patients also had other manifestations of acute rheumatic fever: typical arthritis, nodules or skin rashes. Only five patients met all criteria, were in their first known episode of acute rheumatic fever, and

estado clínico. En 4 pacientes se repitió nuevamente el estudio a los 18-24 meses.

Se obtuvieron los ecocardiogramas empleando un ultrasonoscopio Ekoline 20 A (Smith-Kline Instruments) acoplado a un registrador sobre banda de papel tipo Honeywell 1857 en el cual se podían obtener fonocardiogramas simultáneos; se utilizó un transductor de 2,25 MHz enfocado. Los ecocardiogramas se efectuaron en la forma habitual, desde el borde parasternal izquierdo. Se efectuaron rastreos en el eje mayor del ventrículo izquierdo con la finalidad de examinar la aorta, la aurícula izquierda, la válvula mitral y el ventrículo izquierdo, con movimientos desde la raíz aórtica en dirección hacia el ápex cardíaco. La medición del ventrículo izquierdo se obtuvo, como es corriente, en el plano que pasa a nivel de las cuerdas tendinosas (Fig. 1). El diámetro ventricular izquierdo fue medido al final de la diástole (Dd) y al final de la sístole (Ds). El porcentaje de acortamiento durante la sístole

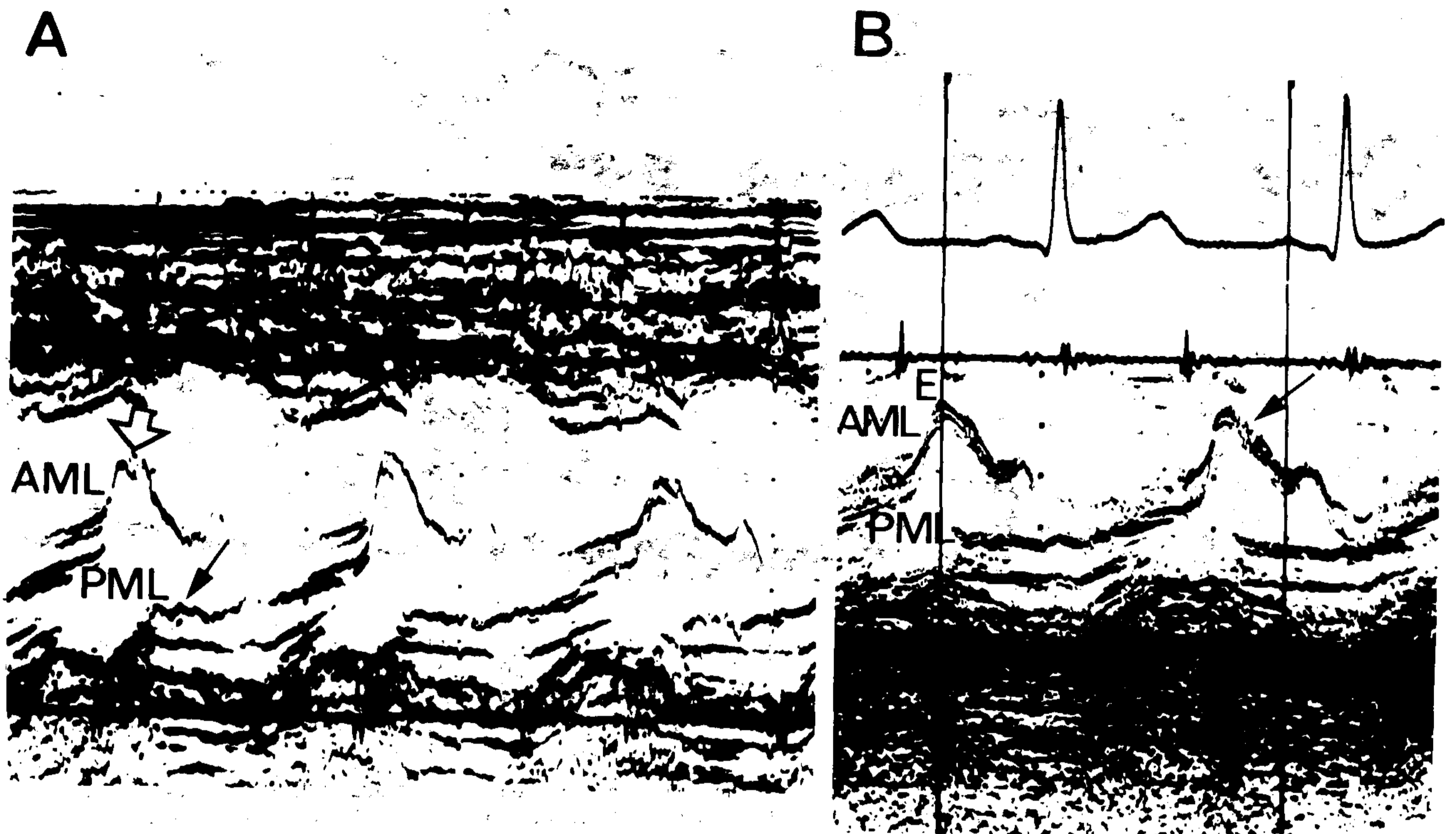


Fig. 3. Echocardiogram from patient 2. A: Acute phase. There is a notch (open arrow) at the E point of the anterior mitral leaflet (AML). Mild fluttering of both the AML and PML is seen. B: 2 years later, the shoulder at the E point has disappeared, but there is fine flutter of the AML during diastole (arrow). The posterior mitral leaflet (PML) has decreased amplitude of excursion.

Fig. 3. Ecocardiograma del paciente 2. A: Fase aguda. En el punto E de la valva anterior mitral (AML) hay una muesca (flecha abierta). Se observa leve temblor tanto en la valva anterior (AML) como en la posterior (PML). B: 2 años más tarde. El hombro en el punto E ha desaparecido, pero hay un temblor fino de la valva anterior (AML) durante la diástole (flecha). Ha disminuido la amplitud de la excursión de la valva posterior de la mitral (PML).

had had echocardiograms before treatment could alter their course. We confine this report to these five patients.

Echocardiography was repeated 2-6 weeks later when the clinical state had improved following treatment with salicylates and/or steroids. In 4 patients a repeat study was made 18-24 months later.

Echocardiograms were recorded with an Ekoline 20A ultrasonoscope (Smith-Kline Instruments) coupled to a Honeywell 1856 strip chart recorder on which a simultaneous phonocardiogram could be recorded. A 2.25 MHz focused transducer was used. The echocardiograms were recorded in standard fashion from the left parasternal border. Sweeps were made in the long axis of the left ventricle from the aortic root to the cardiac apex to

(% ΔS) y la velocidad de acortamiento fueron calculados; la velocidad media de acortamiento circunferencial (Mean Vcf) se calculó por la siguiente fórmula:

$$\text{Mean Vcf} = \frac{Dd - Ds}{Dd \times Pex} \text{ (circ/seg)}$$

donde el período expulsivo (PEX) fue medido por un registro externo de pulso carotídeo. La velocidad media del movimiento de la pared posterior (max Vpwm) fue la más empinada tangente al movimiento del endocardio de la pared posterior del ventrículo izquierdo durante la sístole.

El diámetro de la aurícula izquierda fue medido en el plano de la válvula aórtica. Las mediciones fueron relacionadas con la superficie corporal para obtener un índice que permitiese

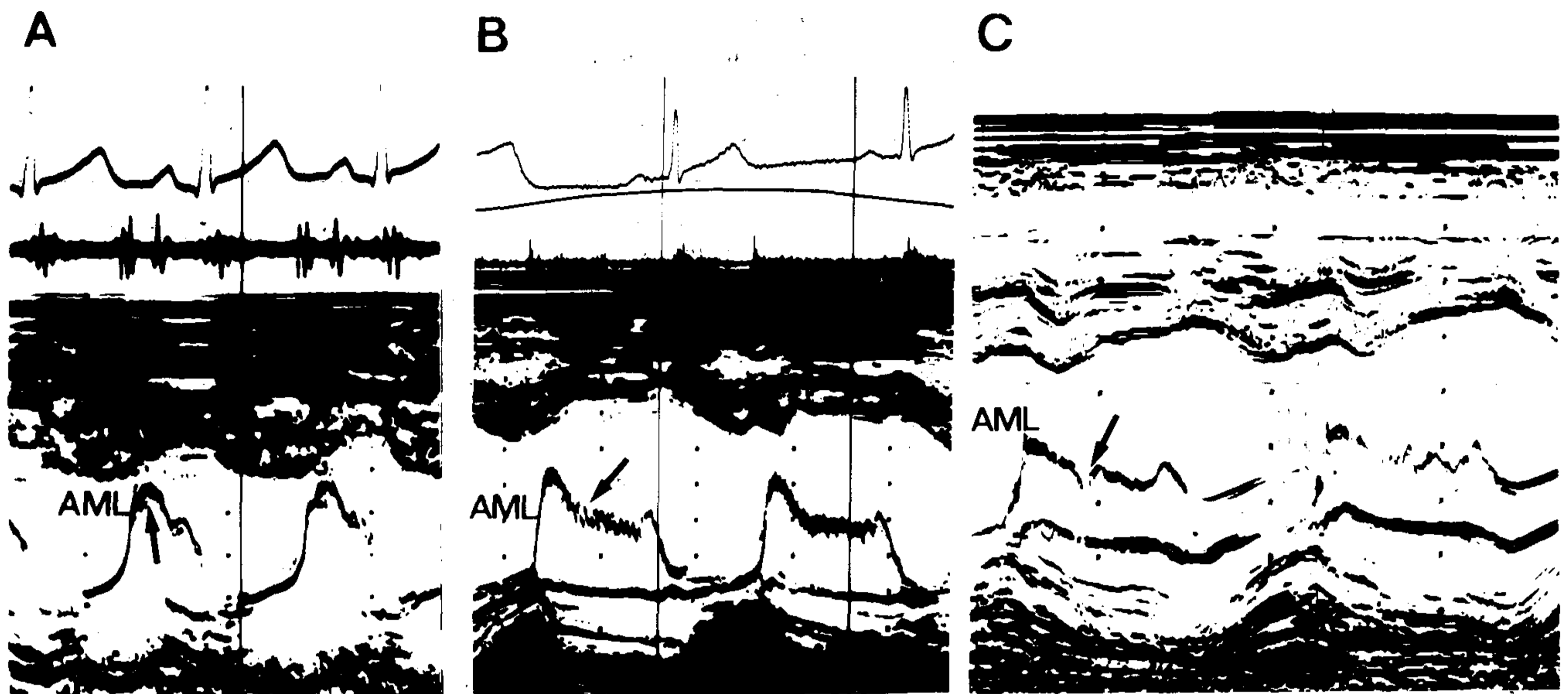


Fig. 4. A: Mitral valve echocardiogram from a patient with acute rheumatic fever. There is a shoulder on the DE upstroke, rounding of the E point (arrow) and fluttering in early diastole. B: Mitral valve echocardiogram from a patient with aortic regurgitation. There is fine fluttering of the anterior mitral leaflet (AML) during diastole. C: Echocardiogram from a patient with torn chordae of the anterior mitral leaflet (AML). There is coarse chaotic fluttering of the AML during diastole (arrow).

Fig. 4. A: Ecocardiograma de la válvula mitral de un paciente con fiebre reumática aguda. Hay un hombro en el ascenso D-E, redondeamiento del punto E (flecha) y aleteo en el comienzo de la diástole. B: Ecocardiograma de un paciente con insuficiencia aórtica. Hay un temblor fino durante la diástole en la valva anterior de la mitral (AML). C: Ecocardiograma de un paciente con ruptura de una cuerda de la valva anterior mitral (AML). Se observa un aleteo grueso y caótico (flecha) de la valva anterior mitral durante la diástole.

show aorta, left atrium, mitral valve and left ventricle. The left ventricular dimension was measured in the standard plane at the level of the chordae tendineae (Fig. 1). The left ventricular minor diameter was measured at end-diastole (Dd) and end-systole (Ds). The percentage shortening during systole (% Δ S) was calculated. The velocity measurement mean Vcf was calculated:

$$\text{Mean Vcf} = \frac{Dd - Ds}{Dd \times \text{LVET}} \text{ (circ/sec)}$$

where left ventricular ejection time (LVET) was measured from an external carotid pulse tracing. Maximum velocity of posterior left ventricular wall motion (max Vpwm) was the steepest tangent to the posterior endocardial wall motion during systole.

Left atrial diameter was measured in the plane of the aortic valve. The measurements were indexed for body surface area to permit comparison between patients and for serial studies.

la comparación entre pacientes para estudios seriados.

RESULTADOS

Válvula mitral

La pendiente E-F fue difícil de medir a causa del tosco movimiento de temblor en la valva anterior mitral (AML), especialmente durante la parte inicial de la diástole (Figs. 2a y 3a). Hay un hombro en el ascenso D-E y un redondeamiento o muescas en el punto E; esto se observó en todos los cinco pacientes considerados y se lo veía mejor en el rastreo al pasar por el nivel de la parte media de la valva anterior mitral. La valva posterior mitral (PML) se mueve de la forma normal hacia atrás en el comienzo de la diástole^{1,5} y muestra un movimiento diastólico normal. En dos casos había también un leve temblor de la valva posterior mitral (PML) (Figs. 2a y 3a). No había engrosamiento importante de las valvas de la mitral.

Table 1
Echocardiographic measurements

Tabla 1
Mediciones ecocardiográficas

Patient Caso	Age (years) Edad (años)		LV measurements mediciones de V.L.			Mean Vcf Vel.Ac.Circ. circ/sec	Max Vpwm V.Máx.PP mm/sec	LA diameter Diámetro de A.I. cm/m ²
			Dd cm	Ds cm	%ΔS			
1	12 1/2	Acute	5.2	3.2	39	—	73	1.7
	12 1/2	Treated	5.2	3.3	37	1.33	57	2.0
	14 1/2	Late	5.2	3.2	39	1.26	48	1.3
2	14	Acute	5.4	3.4	37	1.23	46	2.3
	16	Late	5.3	3.0	43	1.56	43	2.1
3	15	Acute	4.2	2.6	38	1.46	42	2.3
	15	Treated	4.2	2.5	40	1.48	63	2.0
	17	Late	4.2	2.7	37	1.23	41	2.3
4	14	Acute	4.7	3.1	34	1.26	56	1.9
	14	Treated	5.0	3.0	40	1.36	61	2.0
5	12	Acute	4.3	2.8	35	1.46	63	2.2
	13 1/4	Late	4.9	3.2	35	1.30	78	2.0

See text for details of indices and abbreviations.

Ver el texto para detalles de los índices y abreviaturas.

RESULTS

Mitral valve

The EF slope was difficult to measure because of a rather coarse fluttering movement of the anterior mitral leaflet (AML), especially during the early part of diastole (Figs. 2a, 3a). There was a shoulder on the upstroke DE and rounding or notching of the E point; this was present in all 5 patients and was best seen on the echo sweep at the level of the middle of the anterior mitral leaflet. The posterior mitral leaflet (PML) moved posteriorly in normal fashion at the onset of diastole^{1,5} and showed normal movement in diastole. In two patients there was mild flutter of the PML also (Figs. 2a, 3a). There was no important thickening of the mitral leaflets. A loud third heart sound was present and occurred soon after the E point of the echocardiogram.

Un fuerte tercer ruido aparecía registrado precozmente luego del punto E del ecocardiograma.

Después del tratamiento con drogas antiinflamatorias, el hombro en el ascenso no se veía más y las valvas se abrían más rápidamente con un punto E más agudo. El aleteo durante la pendiente E-F todavía estaba presente, pero era menos marcado (Fig. 2b).

En el período de seguimiento alejado (18-24 meses), un paciente, que sufrió otros dos ataques posteriores de fiebre reumática aguda y que desarrolló una insuficiencia aórtica clínica, mostraba temblor fino en las valvas de la mitral, típicos de la insuficiencia aórtica (Fig. 3b). En este caso, los ecos de la válvula mitral eran ligeramente más intensos y la valva posterior había disminuido su excursión posterior diastólica. Los otros pacientes no tuvieron signos clínicos ni ecocardiográficos de la instalación de una valvu-

After treatment with anti-inflammatory drugs, the shoulder on the upstroke was not seen and the leaflet opened more rapidly with a sharper E point. The flutter during the EF slope was still present but less marked (Fig. 2b).

In the late followup period (18-24 months), one patient, who had had two further attacks of acute rheumatic fever and had developed clinical aortic incompetence showed finer fluttering movements of the mitral leaflets typical of aortic incompetence (Fig. 3b). In her case, the mitral leaflet echoes were slightly more intense and the posterior leaflet had decreased posterior movement in diastole. The other patients had neither clinical nor echocardiographic signs of established chronic mitral valve disease (Fig. 2c); the posterior leaflet opened normally and there was no increase in the number or intensity of echoes recorded from the valve.

Left ventricular size and function

Left ventricular diameter (Dd) was normal in all the patients and the ventricle contracted normally ($\% \Delta S > 30\%$, mean Vcf > 1.15 circ/sec and max Vpwm > 40 mm/sec) (Table 1). There was no change comparing the early and late followup periods.

Left atrial size

The left atrium was normal in size or on the upper limit of normal in all the patients and did not change during the study (Table 1).

DISCUSSION

The study implies that acute rheumatic fever does not cause immediate mitral valve commissural fusion even in the presence of carditis and a Carey-Coombs murmur. The echocardiographic findings are completely different from those of established chronic mitral valve disease, and at least in four of our patients the echo picture of chronic rheumatic mitral valve disease had not appeared 18-24 months later. In patients who have minor abnormalities of the leaflets initially, the echocardiogram may be useful to identify those who will develop chronic mitral valve disease later, but this study

lopatía mitral crónica (Fig. 2c); la valva posterior se abría normalmente y no había aumento en el número o intensidad de los ecos registrados desde la válvula.

Tamaño y función ventricular izquierda

El diámetro ventricular izquierdo (Dd) fue normal en todos los pacientes y la contracción ventricular era normal, el porcentaje de acortamiento sistólico ($\% \Delta S > 30\%$), la velocidad media de acortamiento circunferencial (mean Vcf $> 1,15$ circ/seg) y la velocidad máxima del movimiento de la pared posterior (max Vpwm > 40 mm/seg) (Tabla 1). No hubo cambios al comparar los períodos de seguimiento precoz y alejado.

Tamaño de la aurícula izquierda

El tamaño de la aurícula izquierda fue normal o en el límite superior de lo normal en todos los casos y no cambió a lo largo del estudio (Tabla 1).

DISCUSION

El estudio infiere que la fiebre reumática aguda no causa inmediata fusión comisural de la válvula mitral aun en presencia de carditis y un soplo de Carey-Coombs. Los hallazgos ecocardiográficos son completamente diferentes de aquellos de la valvulopatía mitral crónica establecida, y en por lo menos cuatro de los pacientes del estudio el cuadro ecocardiográfico de la valvulopatía mitral reumática crónica no apareció 18 a 24 meses más tarde. En pacientes que inicialmente tienen anomalías menores en las valvas, el ecocardiograma puede ser apto para identificar a aquellos que van a desarrollar posteriormente una valvulopatía mitral crónica, pero este estudio no tiene duración suficiente como para contestar esta pregunta.

La valva anterior de la mitral muestra un movimiento de aleteo durante la diástole. La causa exacta del aleteo es incierta pero sucede durante la fase de lleno rápido del ventrículo, que comienza muy poco después de la apertura de las valvas y termina en el momento del tercer ruido.⁶ El hallazgo no es específico: un movimiento de aleteo similar se presenta algunas

does not have sufficient length to answer this question.

The anterior mitral leaflet showed a fluttering movement during diastole. The exact cause of the flutter is uncertain but it occurred during the rapid filling phase of the ventricle, which starts soon after mitral leaflet opening and ends at the time of the third heart sound.⁶ The finding is not specific: a similar fluttering movement is sometimes present in normal subjects and may be entailed to the relation between the volume and/or velocity of mitral blood flow and the state of the mitral leaflets. It is possible that in acute rheumatic fever the mitral leaflets are inflamed and oedematous so that the mitral apparatus offers some resistance to rapid blood flow producing turbulence and vibration of the leaflets. The fluttering seen on the echocardiogram in these patients may have a common etiology, then, with the Carey-Coombs murmur, which was present in three patients. The fluttering was also reminiscent of other causes of mitral leaflet flutter: aortic regurgitation, severe mitral regurgitation and flail mitral leaflet, and ventricular septal defect (Fig. 4). The slight differences in our cases of acute rheumatic fever were the timing of the flutter in the early part of diastole, the rounding of the E point and the rather coarse vibration of the leaflet compared to aortic incompetence. The subtle abnormalities of mitral leaflet motion in acute rheumatic fever were less obvious after 2-4 weeks treatment and disappeared two years later except when had been further attacks of acute rheumatic fever.

It is interesting that systolic left ventricular function was normal in all our patients. A loud third heart sound was present in four of them: this probably indicates a compliance abnormality of the ventricle. Schieken and Kerber⁷ have shown a decrease in left ventricular systolic function in patients with acute rheumatic fever, valvar incompetence and congestive heart failure. However, they studied a selected group of patients who are not comparable to the present group. In their study left ventricular function improved after treatment with steroids but even in their patients the echocardiographic picture was not that of severe congestive cardio-

veses en sujetos normales y puede ser vinculado a la relación entre el volumen y/o la velocidad del flujo sanguíneo transvalvular mitral y el estado de las valvas. Es posible que en la fiebre reumática aguda las valvas de la mitral estén inflamadas y edematosas de forma que el aparato mitral produce alguna resistencia al flujo rápido, originando turbulencia y vibración de las valvas. El aleteo visto en estos pacientes en el ecocardiograma puede tener una etiología en común con el soplo de Carey-Coombs, que se encontraba en tres casos. El aleteo recuerda también otras causas de aleteo de las valvas de la mitral: insuficiencia aórtica, severa regurgitación mitral y ruptura de una valva de la mitral y comunicación interventricular (Fig. 4). Las leves diferencias entre estos casos de fiebre reumática aguda y la insuficiencia aórtica se encuentran en la cronología del temblor en la parte inicial de la diástole, el redondeamiento del punto E y las toscas vibraciones de las valvas de la mitral. Las sutiles anomalías en el movimiento de las valvas de la mitral en la fiebre reumática aguda son menos evidentes luego de 2 a 4 semanas después del tratamiento y desaparecen dos años más tarde, excepto cuando suceden posteriores ataques de fiebre reumática aguda.

Es interesante que la función ventricular fue normal en todos estos pacientes. Un fuerte tercer ruido estaba presente en cuatro casos; esto indica probablemente una anomalía en la distensibilidad del ventrículo. Schieken y Kerber⁷ habían mostrado una depresión en la función sistólica del ventrículo izquierdo en pacientes con fiebre reumática aguda, insuficiencia valvular e insuficiencia cardíaca congestiva. Sin embargo, ellos estudiaron un grupo seleccionado de enfermos que no son comparables con este grupo. En ese estudio, la función ventricular mejoraba luego del tratamiento con esteroides, pero aún en sus pacientes el cuadro ecocardiográfico no era el de una severa cardiomiopatía congestiva. El presente estudio enfatiza que la función ventricular izquierda está relativamente bien preservada en pacientes con fiebre reumática aguda.

myopathy. Our study emphasizes that left ventricular systolic function is relatively well preserved in many patients with acute rheumatic fever.

REFERENCES
(BIBLIOGRAFIA)

1. Duchak JM Jr, Chang S, Feigenbaum H: The posterior mitral valve echo and the echocardiographic diagnosis of mitral stenosis. *Am J Cardiol* 29: 628, 1972.
2. Feigenbaum H: *Echocardiography*, 2nd ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1976.
3. Goldberg SJ, Allen HD, Sahn DJ: Pediatric and adolescent echocardiography. Year Book Medical Publisher, 1975.
4. Joyner CR: *Ultrasound in the diagnosis of cardiovascular-pulmonary disease*. Year Book Medical Publisher, 1974.
5. Popp RL: Echocardiographic assessment of cardiac disease. *Circulation* 54: 538, 1976.
6. Prewitt T, Gibson DG, Brown DJ, Sutton G: The rapid filling wave of the apex cardiogram. Its relation to echocardiographic and cineangiographic measurements of ventricular filling. *Br Heart J* 37: 1256, 1975.
7. Schieken RM, Kerber RE: Echocardiographic abnormalities in acute rheumatic fever. *Am J Cardiol* 38: 458, 1976.
8. Williams RG, Tucker CR: *Echocardiographic diagnosis of congenital heart disease*. Little Brown and Co, Boston, 1977.