

# Los efectos del ejercicio isométrico en la auscultación cardíaca

Dres. RODOLFO C. SIRITO, ALBERTO J. DEMARTINI y JACQUELINE ROMANO

## RESUMEN

*Con el fin de valorar la utilidad del denominado ejercicio isométrico sostenido se estudió su respuesta en una serie de 45 pacientes portadores de cardiopatías y en 20 normales. En todos los casos se produjo un aumento de la frecuencia cardíaca promedio de 16 latidos por minuto, incrementándose además las cifras de la presión arterial en 22 mm de mercurio de promedio.*

*En los pacientes con cardiopatías valvulares el soplo aumentó, en la insuficiencia mitral, estenosis mitral e insuficiencia aórtica, no variando en la estenosis aórtica. En las cardiopatías congénitas el soplo se intensificó en la comunicación interventricular, ductus, Tetralogía de Fallot y coartación de aorta. En la comunicación interauricular no hubo modificaciones. Asimismo se comprobó en todos los sujetos (Normales y cardiopatas) acentuación del primero y segundo ruido cardíaco. En 8 casos se hizo evidente un cuarto ruido.*

Se conocen como técnicas no invasivas una serie de métodos que de una forma incruenta intentan investigar distintos aspectos que hacen a la dinámica cardiovascular, tratando de llegar al diagnóstico cardíaco correcto.

Dentro de estas técnicas, la fonocardiografía clásica constituye la más conocida y sin lugar a dudas la más experimentada de todas ellas. Además, el registro gráfico de la auscultación ha aumentado sus posibilidades diagnósticas con el empleo de diversas maniobras, respiratorias, cambios de decúbito del paciente y el uso de drogas vasoactivas, que configuran lo que Weissel denominó en 1950 (1) "fonocardiografía dinámica".

Recientemente se ha agregado una nueva modalidad: el ejercicio isométrico sostenido empleado por algunos autores en la determinación de la función del ventrículo izquierdo (2, 3, 4) y, por otros, de aquí nuestro interés, en la evaluación clínica de los ruidos y soplos cardíacos (5, 6).

Fue propósito de este trabajo, analizar los resultados de esta nueva técnica no invasiva. Para tal fin la efectuamos en una serie de pacientes portadores de soplos cardíacos y en sujetos normales.

**Material y métodos:** Estudiamos 45 pacientes, sin insuficiencia cardíaca, cuyos diagnósticos figuran en la tabla I. Para confirmar los diagnósticos, en 15 de ellos se efectuó cateterismo cardíaco y en los 30 restantes se emplearon los comunes métodos empleados en clínica.

Además fueron estudiados 20 individuos considerados normales. Su inclusión en este trabajo se debió a que se quiso establecer claramente los efectos del ejercicio isométrico sobre la presión arterial y sobre la frecuencia cardíaca.

Los registros fonocardiográficos fueron tomados con el paciente en decúbito dorsal y en muchos en decúbito lateral izquierdo, utilizando un aparato Twin Beam modelo 62 con velocidad de papel de 75 mm y micrófono de frecuencia logarítmica. En la mayoría de los trazados se obtuvo como referencia un electrocardiograma simultáneo en derivación III, por ser los pacientes diestros y en muy pocos, apenas 3 por ser zurdos, en derivación II.

Para el ejercicio isométrico se utilizó el dinamómetro que se observa en la figura N° 1. A todos los pacientes se les indicó que alcanzaran la máxima deter-

Pabellón de Cardiología Dr. Luis Inchauspe. Hospital J. M. Ramos Mejía.

TABLA I

DIAGNOSTICOS	Nº de casos	RESPUESTA DE LOS SOPLOS AL EJERCICIO ISOMETRICO		
		Aumenta	No varía	Disminuye
Insuficiencia mitral	9	6	3	—
Síndrome Click mesosistólico y soplo telesistólico	4	3	1	—
Estenosis mitral	7	7	—	—
Insuficiencia aórtica	8	8	—	—
Estenosis aórtica	4	—	3	1
Estenosis subaórtica	2	1	1	—
Comunicación interventricular	5	4	1	—
Comunicación interauricular	2	—	2	—
Tetralogía de Fallot	1	1	—	—
Persistencia del ductus	2	2	—	—
Coartación de aorta	1	1	—	—
Total de pacientes	45			

minación posible, luego se los instruyó para que mantuvieran el esfuerzo en más del 75 % de la máxima marca lograda durante 1 minuto, registrándose el fonocardiograma en los últimos 15 segundos.

Mientras realizaban el esfuerzo, se tuvo especial cuidado en que todos los sujetos respiraran normalmente a los efectos de evitar que efectuaran la maniobra de Valsalva.

#### RESULTADOS

Se consignan en la tabla I.

En la tabla II se observan las modificaciones logradas en las cifras de la presión arterial con el ejercicio isométrico en los pacientes y en los sujetos normales.

Respecto de las variaciones en la frecuencia cardíaca, se obtuvieron los resultados de la tabla III.

#### DISCUSION Y COMENTARIOS

Como lo señalan Nutter y colaboradores (7), las contracciones musculares pueden clasificarse en dos grupos generales:

1) Contracción isotónica o dinámica, cuando el músculo varía de longitud durante su contracción, siendo los ejemplos más comunes: correr, nadar, caminar, etc.

2) Contracción isométrica o estática, que es cuando ambos extremos del músculo permanecen fijos, de forma que,

significativamente, no se produce ningún acortamiento durante la contracción. Esta situación se la puede observar en muchas actividades diarias y habituales, tales como sostener o empujar objetos, mantener la posición erecta, etc.

Los efectos del ejercicio isotónico o dinámico son bien conocidos y han sido largamente usados como medio de descubrir anomalías fisiopatológicas de la función cardíaca (3).

En cambio, sobre el ejercicio isométrico, que constituye un diario y constante stress, se tiene poca información de sus acciones fisiológicas, en particular se conoce poco acerca de sus efectos sobre la función ventricular normal y patológica.

Fue Donald en 1967 (8) quien demostró que la contracción isométrica sostenida, envolviendo los músculos del grupo extensor de los miembros inferiores en la rodilla o del grupo flexor del antebrazo en el codo, resultaba un marcado aumento de la presión arterial sistémica, tanto la sistólica, la diastólica y la media. Este aumento sería debido por una parte al acrecentamiento del gasto cardíaco debido a su vez a un incremento de la frecuencia cardíaca, con escaso aumento del volumen sistólico (10, 11) y por la otra, a una vasoconstricción de los lechos vasculares en zonas inactivas (10).

Además, este comportamiento de la presión arterial sería también debido a un mecanismo reflejo con objeto de favo-

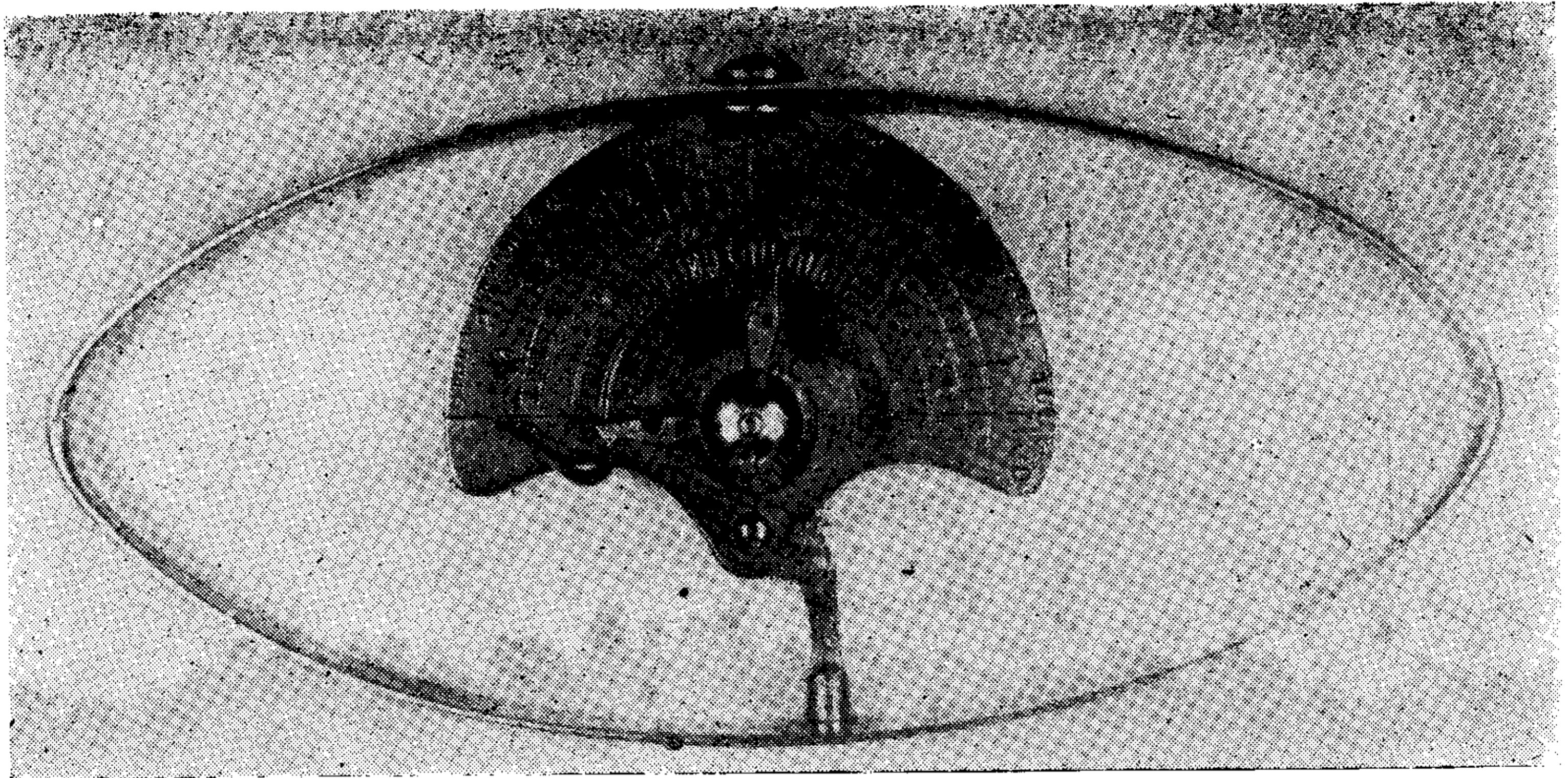


Fig. 1. — Dinamómetro utilizado para efectuar el ejercicio isométrico sostenido.

recer el aumento de perfusión al músculo activo, el cual al contraerse impide precisamente el flujo a través de él.

Cuando el esfuerzo cesa la presión arterial y la frecuencia cardíaca retornan a sus valores normales.

Debido a la simplicidad del método, recientemente varios autores han estudiado los efectos del ejercicio isométrico sostenido en la performance ventricular izquierda (2, 6) y en las variaciones que dicho esfuerzo podría ocasionar sobre los ruidos y soplos cardíacos (4, 5).

El resultado de nuestros casos indican, como ya lo señalaron otros investigadores (2, 3), que la presión arterial y la frecuencia cardíaca aumentaron en todos, ya sea en los normales como en los portadores de cardiopatías.

Al respecto, es interesante señalar que el aumento porcentual de la presión arterial diastólica, fue mayor, tanto en los sujetos normales como en los cardiopa-

tas (tabla II), que el aumento porcentual de la presión arterial sistólica. Este comportamiento es debido a que la presión diastólica se halla íntimamente relacionada con la resistencia periférica, mientras que la presión sistólica depende en mayor grado del volumen minuto.

Con la frecuencia cardíaca notamos que en los sujetos normales el aumento de la misma fue menor que en los pacientes. Esta diferencia la suponemos vinculada a la existencia de cardiopatía orgánica.

Estos cambios son explicados por el hecho de que el ejercicio isométrico provoca un aumento de la resistencia a la salida de la sangre del ventrículo izquierdo, es decir, genera lo que actualmente se denomina aumento de la post-carga. El efecto es bastante similar al obtenido con el uso de drogas hipertensivas tales como fenilfedrine, metoxamina, etc. (9). Sin embargo el ejercicio isométrico tiene

TABLA II

	Nº de casos	Presión arterial	Reposo	Ejercicio isométrico	Porcentaje de aumento
Normales	20	Sistólica	132,5	154	16,2
		Diastólica	86,5	106	25,4
Cardiópatas	45	Sistólica	123	149	21
		Diastólica	81	100	24,6

TABLA III

	Nº de casos	Frecuencia cardíaca		
		Reposo	Ejercicio isométrico	Porcentaje de aumento
Normales	20	75,2	87,9	16,6
Cardiópatas	45	75,9	95,1	25,2

la ventaja frente a las drogas hipertensivas que sus efectos desaparecen bruscamente al interrumpir el ejercicio.

Como cabe esperar, estas modificaciones hemodinámicas habrán de producir cambios en la auscultación cardíaca intensificando o atenuando diversos fenómenos estetoacústicos.

En la insuficiencia mitral clásica, el aumento de la post-carga provoca una acentuación, a veces marcada de la regurgitación mitral, con lo que el soplo sistólico tiende a incrementarse. De igual manera, se intensifica con el ejercicio isométrico el soplo telesistólico de los sujetos portadores del denominado Síndrome del Click mesosistólico y soplo telesistólico (12). Observamos que dicho so-

plo creció en 3 de los 4 casos estudiados (tabla I). Incluso, comprobamos que el soplo, originariamente telesistólico se acercó y apareció en la protosístole, vale decir que el soplo se hizo holosistólico. Esto lo hemos considerado de importancia, ya que en nuestra experiencia, el ejercicio isométrico sostenido nos parece más útil que la inhalación del nitrito de amilo para el reconocimiento del citado síndrome de Click mesosistólico y soplo telesistólico; como es notorio, con el nitrito de amilo el soplo puede aumentar (13) en tanto también puede disminuir de intensidad (14).

En la estenosis mitral se observa en todos los casos una acentuación de los fenómenos diastólicos (figura 2). Este in-

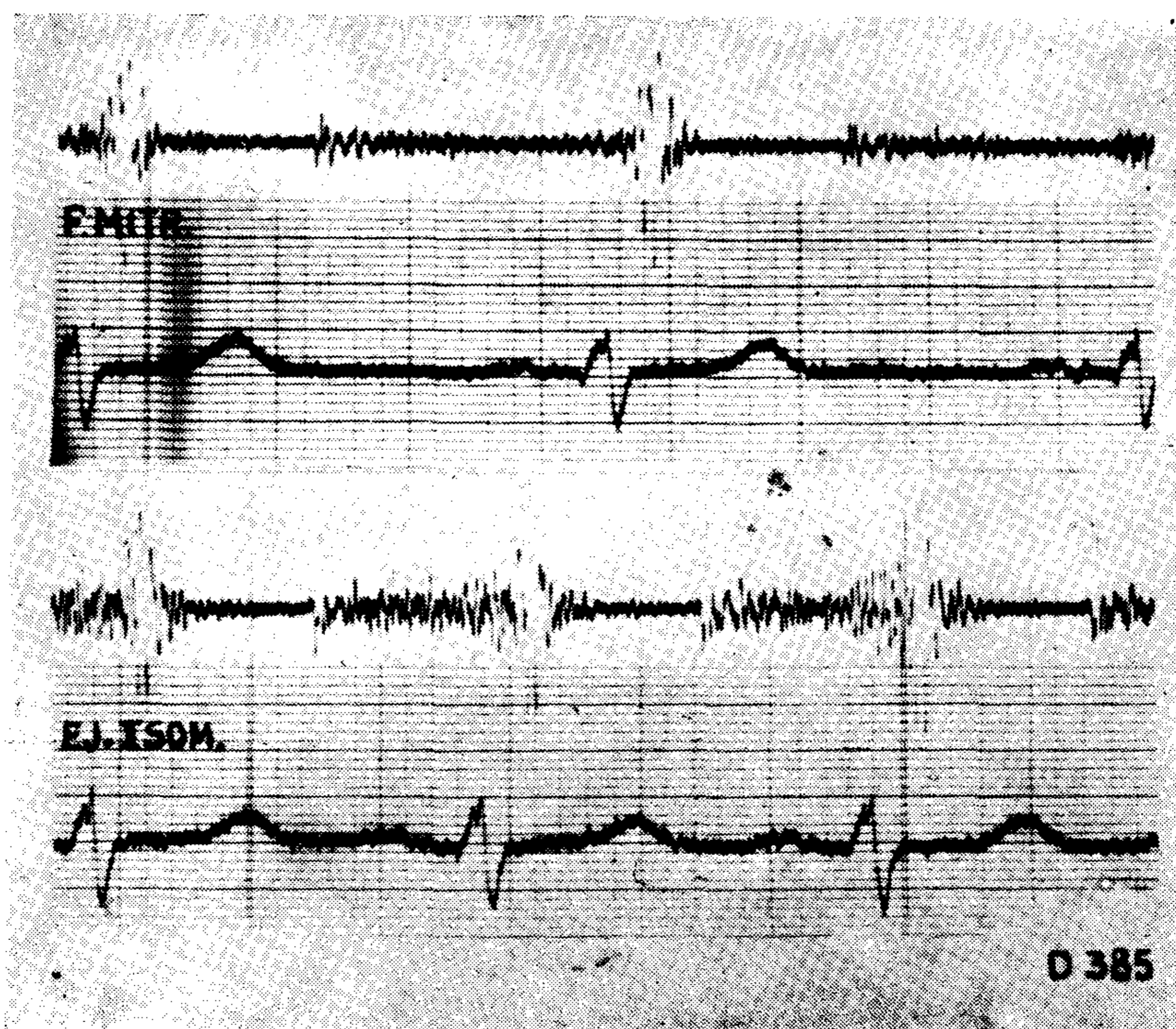


Fig. 2. — Registro fonocardiográfico en foco mitral de un paciente con estenosis mitral. Arriba en reposo. Abajo durante el ejercicio isométrico.

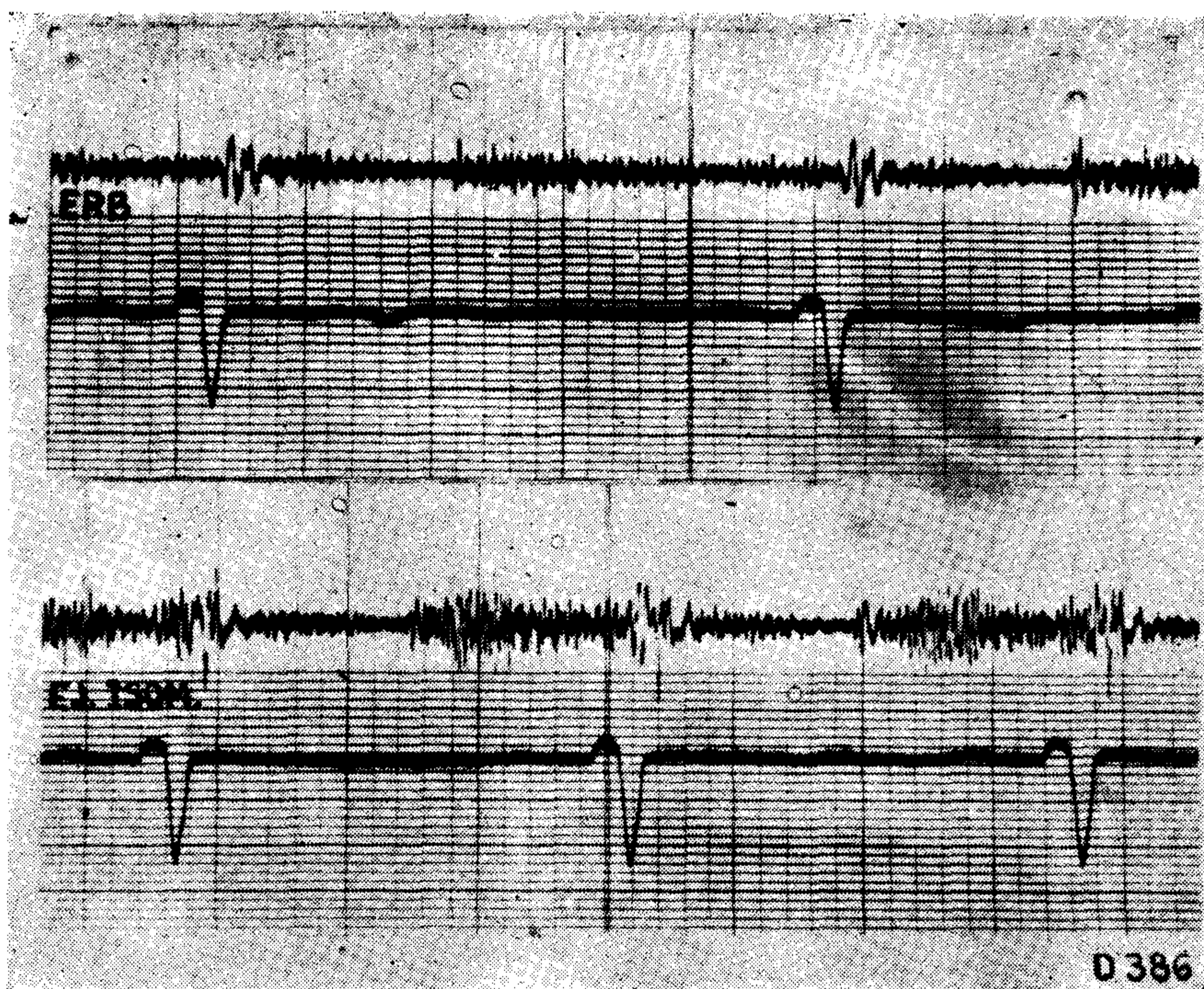


Fig. 3. — Registro fonocardiográfico en foco de Erb. de un paciente con insuficiencia aórtica. Arriba en reposo. Abajo durante el ejercicio isométrico.

cremento, en algunos casos muy notable, lo creemos debido fundamentalmente al aumento de la frecuencia cardíaca y no al aumento de la presión arterial. Pensamos así, pues cuando se usan drogas hipertensoras, las cuales generalmente provocan bradicardia (16), el retumbo y el soplo presistólico se atenúa, mientras que cuando usamos el ejercicio isométrico, que a la vez de aumentar la presión arterial provoca taquicardia, los soplos de la estenosis mitral aumentan, hecho no sólo observado por nosotros sino también por otros autores (5). Por extensión, podemos agregar que el aumento notable de los soplos de la estenosis mitral que suele verse bajo los efectos de la inhalación del nitrito de amilo lo son también por la taquicardia y no por el señalado aumento de retorno venoso, ya que según ciertos estudios recientes dicho retorno no tendría lugar (15). De igual manera, lo podemos referir a la acentuación que se observa cuando se somete al paciente a un ejercicio cualquiera, que provoque aumento de la frecuencia cardíaca, o simplemente cuando se inyecta atropina.

En la insuficiencia aórtica (figura Nº 3), el aumento del soplo protodiastólico es

ocasionado por el aumento de la resistencia vascular periférica. Lo hemos observado en todos los casos y ponemos de manifiesto la gran utilidad de este sencillo método para el diagnóstico de insuficiencias aórticas ligeras.

Asimismo, al aumentar el reflujo en las insuficiencias aórticas por efecto del ejercicio isométrico observamos acentuación del soplo de Austin Flint. Sin embargo, esta maniobra no es útil para el diagnóstico diferencial entre soplos de estenosis mitral relativa (Austin Flint) y orgánicas, pues según nuestra experiencia ambos se acentúan con el ejercicio isométrico sostenido.

En las estenosis aórticas valvulares, el ejercicio isométrico sostenido provoca, al aumentar la presión en la aorta, una disminución del gradiente transvalvular aórtico; esto llevaría a una atenuación del soplo sistólico; sin embargo, esta circunstancia la observamos en sólo uno de los 4 casos estudiados. El resto no varía.

En relación con las cardiopatías congénitas y según puede apreciarse en la tabla I, hallamos que el soplo de comunicación interventricular se intensificó en casi todos los casos. Se explica este comportamiento, pues al crecer la presión ar-

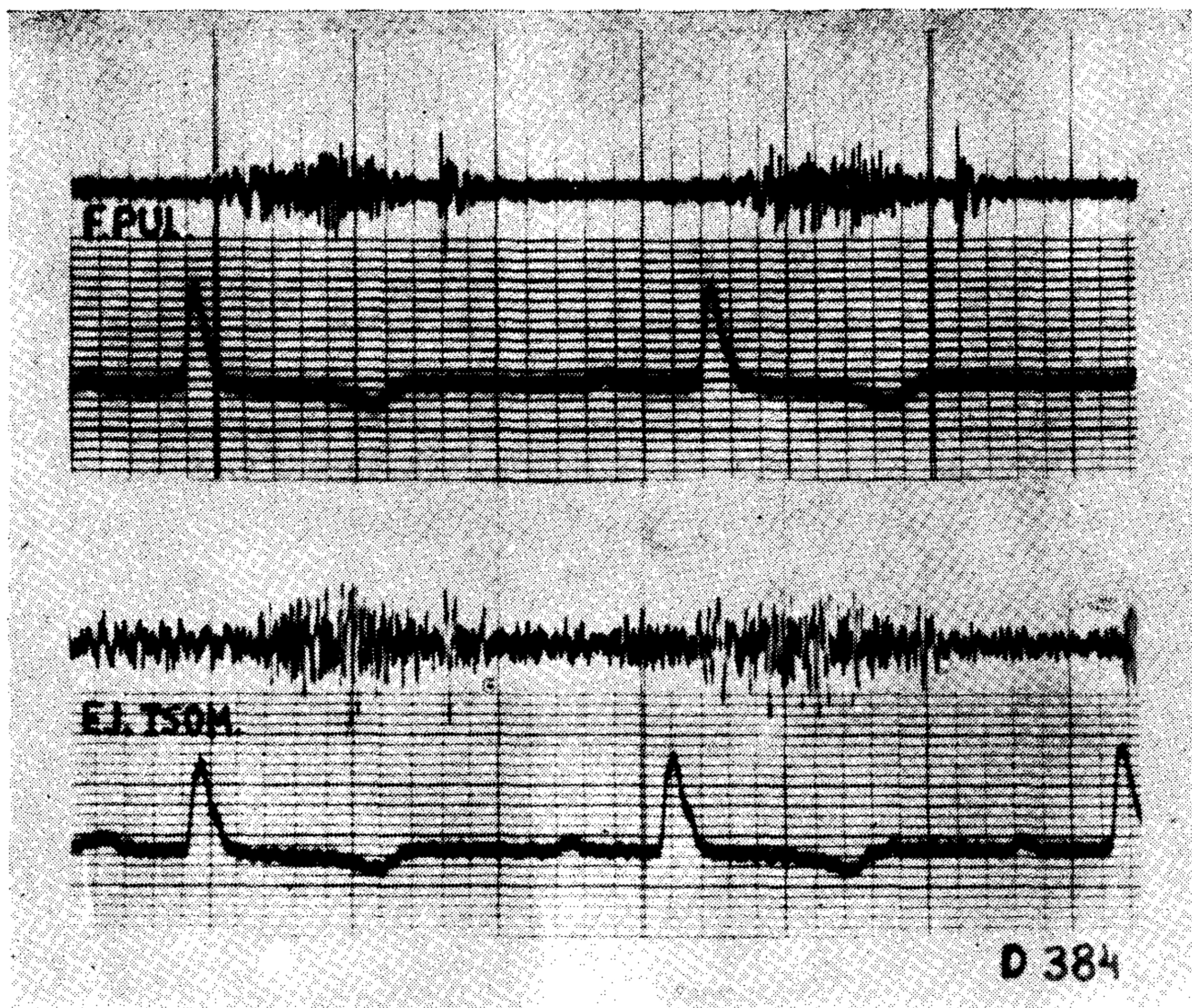


Fig. 4. — Registro fonocardiográfico en foco pulmonar de un paciente con Tetralogía de Fallot. Arriba en reposo. Abajo durante el ejercicio isométrico.

terial en la aorta, facilita un mayor cortocircuito izquierda-derecha y como el soplo en las comunicaciones interventriculares sin hipertensión pulmonar guarda una relación bastante estrecha con el shunt, también se acentúa.

En las comunicaciones interauriculares estudiadas no observamos cambios en la auscultación:

En la Tetralogía de Fallot comprobamos un aumento del soplo a nivel del foco pulmonar, con simultánea disminución de la cianosis. Nuestro caso correspondía a un Fallot con cabalgamiento aórtico de cerca del 50 %. Al crecer la presión arterial dentro de la aorta, como ocurre cuando se suministran drogas hipertensoras (16), disminuye el shunt de derecha-izquierda y por lo tanto aumenta la intensidad del soplo a nivel de la válvula pulmonar. Tal se ve en la figura N° 4.

También observamos acentuación del soplo sistólico en la coartación de aorta. Habitualmente, se acepta que dicho soplo es originado en la zona estricturada. Cuando la constricción es muy importante puede existir un doble soplo, tipo continuo, debido al permanente gradiente

de tensiones entre las zonas pre y post estrictural. Por lo tanto, si se aumenta la presión en la región proximal cabe esperar un aumento del soplo por ser más amplio el gradiente. Este es precisamente lo que observamos en nuestro caso.

En la persistencia del conducto arterioso el soplo continuo aumentó tanto en la sístole como en la diástole. Su génesis se entiende pues el ejercicio isométrico sostenido, produce un aumento en la presión arterial aórtica tanto sistólica como diastólica.

Los dos casos de estenosis subaórtica estudiados en nuestra serie presentaron un comportamiento desigual: en uno el soplo aumentó, mientras que en el otro no varió. En la literatura se menciona un caso en el cual el soplo disminuyó de intensidad (5). Por una parte pueden influir las condiciones hemodinámicas de esta enfermedad (estenosis aórtica no fija) que expliquen estos distintos comportamientos, y por la otra la frecuencia cardíaca. El caso en que observamos acentuación del soplo fue notable el incremento de la frecuencia cardíaca.

Con respecto a los ruidos cardíacos, en general, notamos acentuación tanto del primero como del segundo ruido en todos los casos estudiados (normales y cardiopatas). Acerca del primer ruido cardíaco su acentuación fue seguramente por la taquicardia presente, en cambio la intensificación del segundo ruido creemos fue debida al incremento de la presión arterial sistémica. En muchos de los pacientes, en particular los portadores de estenosis aórtica, comprobamos presencia y acentuación del cuarto ruido cardíaco.

### CONCLUSIONES

Consideramos que la contribución de la maniobra del ejercicio isométrico sostenido a la clínica cardiológica es valiosa. Su mejor aprovechamiento lo hemos comprobado para el reconocimiento de insuficiencias aórticas ligeras, en particular aquellas que muy frecuentemente pasan inadvertidas en el examen clínico corriente.

La eficacia de esta técnica no invasiva se puso además de manifiesto particularmente en la estenosis mitral y en las distintas cardiopatías, adquiridas y congénitas en las cuales se usó.

Señalamos por último, la ausencia en nuestra experiencia de los inconvenientes y anomalías referidas por algunos autores (17). Lo que hace del ejercicio isométrico sostenido una maniobra útil, sencilla e inocua para el reconocimiento de algunas cardiopatías.

### SUMMARY

*Sustained isometric exercise was studied in 45 cardiac patients and in 20 normal controls. Heart rate and arterial pressure rised in all cases with a mean increase of 16 beats per minute and 22 mm Hg.*

*An increase of the murmurs intensity appeared in mitral insufficiency, mitral stenosis and aortic insufficiency among valvular heart diseases and in interventricular communication, persistent ductus, Fallot and aortic coartation among congenital heart diseases. There were no variation of murmurs intensity in aortic stenosis and interatrial communication.*

*Intensity of the first and second heart sounds rised in all cases, both in cardiac patients and controls.*

*In 8 cases a fourth heart sound present before the study increased during it.*

*Usefulness of the method is discussed.*

### BIBLIOGRAFIA

1. Weissel, W.: Funktionelle Phonokardiographie. *WeinZtschr inn. Med.*, 31: 471, 1950.
2. Kivowits, Ch.; Parmeley, W.; Donoso, R.; Marcus, H.; Ganz, W. and Swan, H. J.: Effects of Isometric exercise on cardiac performance. *Circulation*, 44: 994, 1971.
3. Helfant, R. H.; De Villa, M. A. and Meister, S. G.: Effects of substained isometric handgrip exercise on left ventricular performance. *Circulation*, 44: 982, 1971.
4. Matthews, O. A.; Blomqvist, C. G.; Cohen, L. S. and Mullins, Ch.: Left ventricular function during isometric exercise. Significance of an atrial gallop. *Circulation*, 42 (suppl. III), III-31, 1970.
5. Mc Craw, D. B.; Siegel, W.; Stonecipher, H. K.; Nutter, D. O.; Schlant, R. C. and Hurst, J. W.: Response of heart murmur intensity to isometric (handgrip) exercise. *Brit. Heart J.*, 34: 605, 1972.
6. Jacobs, W. F.; Nutter, D. O.; Siegel, W.; Schlant, R. C. and Hurst, J. W.: Hemodynamic responses to isometric handgrip in patients with heart disease (Abstr.). *Circulation*, 42: (Suppl. III) III-169, 1970.
7. Nutter, D. O.; Schlant, R. S. and Hurst, J. W.: Ejercicio isométrico y el sistema cardiovascular. *Conceptos Mod. sobre Enf. Cardio.*, 41: 15, 1972.
8. Donald, K. W.; Lind, A. R.; Mc Nicol, G. W.; Humphreys, P. W.; Taylor, S. H. and Stauton, H. P.: Cardiovascular responses to substained contractions. *Circulation Research*, 20: Suppl. 1-15, 1967.
9. Luisada, A. A. and Madoery, R. J.: Functional test as an aid cardiac auscultation. *Medical Clinics of North America*, 50: 73, 1966.
10. Humphreys, P. W. and Lind, A. R.: Blood Flow through active and inactive muscles of the forearm during substained handgrip contractions. *J. Physiol. (London)*, 166: 120, 1963.
11. Lind, A. R.; Taylor, S. H.; Humphreys, P. W.; Kenelly, B. M. and Donald, K. W.: Circulatory effects of substained voluntary muscle contraction. *Clin. Sci.*, 27: 229, 1964.
12. Engle, M. A.: The syndrome of apical systolic click, late systolic murmur and abnormal T waves. *Circulation*, 39: 1, 1969.
13. Perloff, J. K. and Harvey, W. P.: Manifestaciones auscultatorias y fonocardiográficas de la insuficiencia mitral pura. *Prog. Enf. Cardio.*, 4: 55, 1964.
14. Esper, R. J.; Nordaby, R. A. y Toppazzini, J.: Observaciones fonomecanocardiográficas sobre el síndrome del click mesosistólico y soplo telesistólico. *Rev. Arg. de Cardiol.*, 40: 163, 172.
15. Lesch, M. and Gorlin, R.: Farmacoterapia en la angina de pecho. *Concep. Modern. sobre Enf. Cardio.*, 42: 7, 1973.
16. Beck, W.; Schire, V.; Vogelpoel, L.; Nellen, M. and Swanepoel, A.: Hemodynamic effects of amyl nitrite and phenylephrine on the normal human circulation and their relation to changes in cardiac murmurs. *Am. J. Cardiol.*, 8: 341, 1961.
17. Athins, J. M.; Matthews, C. A.; Houston, J. D.; Blomqvist, C. G. and Mullins, Ch.: Arrhythmias induced by isometric (handgrip) exercise. *Cli. Res.*, 19: 303, 1971.