

REVISTA

DE LA

FACULTAD DE MEDICINA

VOLUMEN 29

OCTUBRE — DICIEMBRE

4

FONOCARDIOGRAFIA Y PRESIONES INTRACARDIACAS SIMULTANEAS POR MEDIO DE UN MICROMANOMETRO

Por A. LEIVA SAMPER,
F. BOUCHARD, P. LAURENS

Introducción:

Después de que Forssmann, en 1929, practicó sobre él mismo el primer cateterismo del corazón humano, y principalmente después del impulso dado por las investigaciones de Cournand y Ranges en los Estados Unidos, y de Lenègre y Maurice en Francia, el cateterismo cardíaco ha ganado un primerísimo lugar entre los exámenes funcionales del corazón, ya que él nos informa sobre las presiones reinantes en las diferentes cavidades, así como el estado de las válvulas (insuficiencia, estenosis) y las malformaciones de los septa interauricular e interventricular (C. I. A., C. I. V.), ya sea por el paso directo a través de éstas o por las diferentes dosificaciones de oxígeno en las muestras sanguíneas que se toman a través de la sonda.

Pero a pesar de las numerosas ventajas y de la gran ayuda que el cateterismo ordinario nos presta, presenta varias dificultades técnicas, y en otros

casos no nos permite el diagnóstico preciso de una cardiopatía, sobre todo cuando es compleja. Por esto tiende a perfeccionarse cada día, y este trabajo no tiene otro objeto que el de dar a conocer un importante, si no extraordinario, perfeccionamiento del cateterismo cardíaco.

Principio del método:

Como decíamos antes, la técnica actual del registro de las presiones por el cateterismo presenta varios inconvenientes mecánicos, debidos a que la presión que reina en una cavidad cardíaca es transmitida al manómetro por intermedio de una columna líquida (suero), contenida dentro de la luz del catéter.

El primer inconveniente viene a presentarse en las oscilaciones de esta columna líquida, producidas por los movimientos del catéter violentamente agitado dentro de las cavidades car-

díacas a cada contracción y por las variaciones bruscas de presión (de sístole a diástole). Estas oscilaciones son más grandes mientras mayor sea la masa de la columna líquida y más "blando" el catéter. La morfología de la curva de presión es entonces alterada y a veces completamente falseada.

Es posible entonces, por un lado, anular las oscilaciones propias del sistema hidráulico catéter-manómetro, realizando el "amortiguamiento hidráulico", o sea disminuyendo la vena líquida por medio de una llave, y, por otro lado, reducir las oscilaciones debidas al movimiento del catéter, disminuyendo la masa líquida, o sea reduciendo el calibre interior del mismo. Pero entonces se agrega otro tipo de inconvenientes: el retardo y el amortiguamiento de las curvas que presentan los fenómenos de variaciones rápidas.

Además de las anteriores enumeraciones, existen otros inconvenientes:

a) El riesgo de coagulación de la sangre dentro de la luz del catéter, sobre todo cuando éste es de pequeño calibre y no permite el correcto registro de las presiones.

b) El riesgo de introducir una burbuja de aire dentro del manómetro, la cual, por pequeña que sea, amortigua considerablemente las curvas.

c) La débil respuesta dinámica del sistema catéter-manómetro, que en los mejores casos no pasa de cien periodos por segundo.

Además, claro está, nuestro clásico cateterismo no nos informa nada sobre los ruidos fisiológicos o patológicos que tienen origen dentro de las cavidades cardíacas en cada revolución.

Todos estos inconvenientes son evitados si se puede colocar un manómetro suficientemente pequeño en la extremidad interna de un catéter para *suprimir* así la transmisión hidráulica.

Pero la realización técnica de un aparato así presenta innumerables dificultades. Desde hace varios años los investigadores han afrontado el problema y hecho esfuerzos para su construcción: en 1951 Verhagen y Palm en Holanda, y Ganer y Gienapp en los Estados Unidos construyeron manómetros, pero de una frecuencia real poco elevada.

En 1955 Yamakawa y sus colaboradores en el Japón, construyeron un micromanómetro con condensador, y en 1956 Lewis y colaboradores presentan un microfono intracardiaco piezo-eléctrico. Estos aparatos registran los ruidos intracardiacos, pero no la presión.

En Francia, desde 1949, el médico ingeniero P. Laurens, en compañía del ingeniero Allard, comenzaron la construcción de un micromanómetro que responde a frecuencias elevadas. La respuesta en frecuencia (de 0 a 5.000 ciclos por segundo) es tal, que este micromanómetro permite no solamente el registro de las variaciones de presión, sin retardos ni parásitos, simultáneamente, sino también las vibraciones de frecuencia acústica como son los ruidos y soplos del corazón, realizando una verdadera "auscultación intracardiaca", lo que nos da enormes ventajas y las precisiones diagnósticas que reclama el desarrollo de la cirugía intracardiaca.

La amplitud de los fenómenos acústicos es medida por referencia a una señal correspondiente a la traducción gráfica de una variación de presión igual a 1 mm. de Hg. El ruido de fondo ha sido reducido a 3 por 100 mm.

Numerosos estudios experimentales, en animales primero, y clínicos en el hombre, después, se han efectuado en este laboratorio bajo la dirección del doctor François Bouchard, y han probado la inocuidad del aparato y la comodidad de su empleo, que no difiere

en nada al empleo de un catéter a doble luz número 8F:

La producción de extrasístoles no es mayor que con un catéter ordinario. Su esterilización se hace con soluciones germicidas. Ninguna acción modificadora sobre el tiempo de coagulación se ha visto. El cuidadoso examen del endocardio de los perros sacrificados no mostró ninguna lesión.

Descripción del aparato:

No haremos más que una somera descripción del micromanómetro, pues los detalles técnicos de estructura y de funcionamiento son más del dominio de la electrónica y de la mecánica. Tiene la forma de un cilindro de plexiglas de 8 mm. de largo por 2.6 mm. de diámetro. En el interior hay una bobina que recibe corriente de alta frecuencia (150 kilociclos), generada por una unidad electrónica exterior, en el eje de la cual se desplaza un núcleo de propiedades magnéticas, y que está unido en cada extremidad a una membrana elástica en látex especial. La presión sanguínea actúa sobre la membrana interna provocando su desplazamiento, el cual se transmite al centro magnético que con su oscilación hace variar la autoinducción de la bobina, provocando la modulación de la corriente de alta frecuencia, la cual es transmitida por el cable del catéter a la unidad electrónica (Figura 1). La "cabeza manométrica" va bien adherida a un catéter de doble luz 8F. Por uno de los canales pasa el cable de 0.5 mm. de diámetro, que va a la unidad electrónica. El otro canal desemboca en un orificio lateral situado a 15 mm. de la extremidad, el que nos permite tomar las muestras de sangre para las dosificaciones gaseosas y obtener el cero de presión y una segunda presión a través de la columna líquida del suero por medio de

un manómetro exterior. Esto nos permite tener simultáneamente dos presiones dentro de una o dos cavidades diferentes. Por ejemplo, la de la arteria pulmonar, por el micromanómetro, y la del ventrículo derecho, por el agujero lateral. (Figura 8).

Técnica del registro:

Las dos presiones y los sonidos intracardíacos recogidos por el catéter-micromanómetro de doble luz son enviados a:

1º) Un registro fotográfico que puede seguir las frecuencias hasta de 1.000 ciclos por segundo.

2º) Un oscilógrafo catódico que no tiene límite en su respuesta de las frecuencias, por elevadas que sean.

3º) Un magnetofón que nos permite tener un documento acústico de la exploración.

4º) El sonido lo hacemos pasar por un analizador de las frecuencias, permitiéndonos así dos registros de éstas: una curva global de todas las frecuencias, y otra de las frecuencias que sobrepasan los 300, 600 o 1.000 ciclos por segundo, y que nosotros graduablemos a voluntad. Esto nos permite localizar el sitio exacto del máximo de un soplo en amplitud y frecuencia, determinando el sitio de la lesión.

Podremos obtener el registro simultáneo de las curvas siguientes:

(Figura 3, de arriba abajo).

La curva de las frecuencias que pasan de 1.000 ciclos.

La curva global de todas las frecuencias.

La curva de presión recogida por el agujero lateral de la sonda, que presenta los artefactos y el retardo (con relación a la curva del micromanómetro), debidos a la transmisión hidráulica.

La curva de presión dada por el micromanómetro, desprovista de artefactos.

E. C. G. como control y reparo.

Fonocardiograma exterior.

La curva de las vibraciones acústicas que constituyen el soplo.

Frecuencias superiores a 600.

RESULTADOS

Aplicación:

Después de lo expuesto anteriormente, nos es fácil deducir las aplicaciones indudables del micromanómetro en los estudios de los fenómenos normales y patológicos intracardíacos e intravasculares.

El nos ha permitido practicar los estudios siguientes con las respectivas conclusiones:

1º) *De los ruidos normales del corazón* registrados dentro de cada cavidad y relacionados al E. C. G., valorados en amplitud y frecuencia.

a) Dentro de la aurícula derecha: los dos ruidos son de muy débil amplitud (alrededor de 0.1 a 0.3 mm. Hg.); su frecuencia también baja (no pasa de 50 ciclos por segundo).

b) Dentro del ventrículo derecho: el primer ruido es mejor percibido en la cámara de llenado, se produce dos o tres centésimos de segundo después del ascenso brusco de la curva de presión. El segundo ruido es más neto en la cámara de salida y sobrepasa raramente una amplitud correspondiente a una variación de presión de 1 mm. Hg. Aparece 0.04" después de la onda T eléctrica y al principio de la relajación isométrica de la curva de presión. Su frecuencia media es de 100 ciclos por segundo.

c) Dentro de la arteria pulmonar: el primer ruido aparece con el ascenso

de la presión. El segundo es más intenso (alrededor de 1 mm. de Hg.), y se sitúa al principio de la caída de la presión, pero *antes* del resalto sigmoidiano.

d) Dentro de las cavidades izquierdas, que hemos explorado mucho menos, los ruidos son más intensos, sobre todo en el ventrículo izquierdo, donde son de una amplitud de dos a cinco veces mayor que en el derecho.

De este estudio hemos comprobado que un ruido producido en el interior del corazón, no se produce *jamás* sin que haya una variación de presión.

2º) *De los ruidos patológicos.* Del estudio de 372 cardiopatías, tanto congénitas como adquiridas, hemos comprobado las siguientes características de los sonidos producidos dentro de las cavidades cardíacas:

a) Un soplo no se produce sino en el sitio donde la vena líquida sufre una *variación de presión o de velocidad*.

b) Su propagación no se hace sino en el sentido de la misma.

Así tenemos que *todo soplo de estenosis* no se propaga sino *hacia adelante* del obstáculo, y nosotros no hemos registrado nunca vibraciones acústicas antes del mismo. Al contrario, todo soplo de insuficiencia se propaga hacia atrás del agujero incontinente, y nunca hacia adelante. En el caso de doble lesión, insuficiencia y estenosis, registramos los dos soplos en el sitio respectivo, según lo dicho anteriormente.

En presencia de una comunicación anormal por defecto de los tabiques intracardíacos, la transmisión se hace también en dirección de la vena líquida, la cual irá de la cavidad de mayor presión a la de menor. Siempre hemos registrado un soplo sistólico dentro del ventrículo derecho en las comuni-

caciones interventriculares a presiones normales, y nunca dentro del izquierdo.

En la comunicación interauricular, como las dos aurículas tienen igual presión, no se produce soplo dentro de ninguna de ellas (ver más adelante).

c) La mayor intensidad y amplitud de las frecuencias vibratorias se encuentran siempre en el sitio mismo del cambio de presión o de velocidad, y en su propagación disminuyen a medida que el catéter se aleja del sitio de producción.

d) Las vibraciones producidas dentro de una cavidad cardíaca no se propagan a una cavidad vecina que no esté comunicada a ella. Es decir, no hacen a través de la pared que las separa. Por ejemplo, el soplo diastólico de la insuficiencia aórtica, o el retorno diastólico de la estenosis mitral, no se transmiten a las cavidades derechas.

Expondremos ahora, como complemento de lo dicho anteriormente, algunos resultados obtenidos en la exploración micromanométrica de diversas cardiopatías, en varias de las cuales el diagnóstico sólo ha sido posible gracias a los datos suministrados por el micromanómetro.

1) *Comunicación inter-auricular:* El diagnóstico se basa sobre todo en el pasaje de ella y en la diferencia de oxigenación de la sangre. El micromanómetro sólo nos muestra un soplo sistólico dentro de la arteria pulmonar con irradiación a sus ramas, probándonos así que el soplo en esta entidad es debido a una *estenosis relativa* del anillo valvular pulmonar, por aumento del flujo sanguíneo a través de las cavidades derechas, como lo habían su-

gerido ya clínicamente Laubry y Pezzi. * (Figura 5).

2) *Comunicación inter-ventricular:* Encontramos un soplo sistólico en el ventrículo derecho, cuyo máximo se encuentra hacia la región del septum. La presencia de dicho soplo nos ha permitido afirmar la existencia de una comunicación, a pesar de la falta de aumento de oxígeno dentro del ventrículo derecho. Hemos podido precisar también la situación (alta o baja) de la comunicación (Figuras 6 y 7), y quince veces hemos diagnosticado una comunicación interventricular, con comunicación directa concomitante entre el ventrículo izquierdo y la aurícula derecha, encontrando en esos casos un soplo sistólico intenso dentro de ésta, hacia la región septal, cerca de la tricúspide.

3) *Canal arterial:* Registramos un soplo continuo, sistólico y diastólico, dentro de la arteria pulmonar, que desaparece cuando se pasa el micromanómetro dentro de la aorta. En presencia de un soplo sistólico dentro de ella, acompañando un canal, nosotros hemos hecho el diagnóstico exacto de estenosis aórtica concomitante, lo que clínicamente era imposible. La intensidad y características del soplo nos permiten informar aproximadamente sobre el tamaño de un canal como de una C. I. V. Además, el máximo del soplo nos permite también su localización y su pasaje.

4) *Estenosis pulmonares:* El micromanómetro nos permite conocer el sitio de la estenosis de la vía pulmonar:

* Ultimamente hemos iniciado el estudio de la cronología de los ruidos en las diferentes cavidades, izquierdas y derechas, valiéndonos de dos micromanómetros introducidos simultáneamente (uno por vía axilar y otro por vía safena), lo cual nos ha permitido importantes observaciones sobre el desdoblamiento del 2º ruido que caracteriza la CIA., que será motivo de una publicación posterior.

a) Si ella es *orificial*, el soplo, a pesar de la gran intensidad que alcanza en estos casos, está ausente en todo el ventrículo derecho y en su infundíbulo, apareciendo sólo inmediatamente por encima de las sigmoides, donde presenta el máximo de intensidad y de frecuencia. Estas varían con relación a la posición del micromanómetro con el orificio y con el "chorro" líquido postestenótico. Cuando su extremidad se aproxima a la zona de impacto de la vena líquida sobre la pared del tronco arterial pulmonar (cúpula y origen de la rama izquierda casi siempre), el micromanómetro registra vibraciones cuya intensidad es bastante grande, pero cuya frecuencia es menor a la producida cerca del orificio pulmonar. Esto es debido a los fenómenos de "turbulencia", determinados por el choque del chorro sanguíneo sobre la pared arterial.

Notamos que el clásico aspecto en "rombo", con máximo de amplitud y de frecuencia en la telesístole, de las vibraciones correspondientes al soplo que se registra en el fonocardiograma extracardiaco, no aparece sino en las ramas de la arteria pulmonar. Nosotros lo atribuimos a los fenómenos de turbulencia y no a las frecuencias elevadas producidas en el mismo orificio estenosado.

b) Es bien conocida la existencia de *estenosis de la vía infundibular pulmonar* y su dificultad de diagnóstico al examen clínico, y sobre todo su diferenciación de las estenosis valvulares. La exploración con el micromanómetro nos da en este caso informaciones fundamentales, pues los caracteres del soplo que él nos transmite en las estenosis infundibulares se oponen netamente a los de la estenosis valvular: el soplo es registrado ya por debajo de las válvulas pulmonares, dentro de la región infundibular del ventrículo derecho y su máximo es *proto* y *mesosistólico*. La morfología

de la curva de presión nos permite afirmar con mayor exactitud que el control radioscópico, la situación del catéter.

c) En los casos de *doble* y a veces *triple estenosis* (infundibular, valvular, y de una de las ramas), hemos hecho el diagnóstico basados en la aparición sucesiva de sitios de máxima intensidad en vibración, y por la morfología de las curvas.

5) En las *insuficiencias mitral o tricúspide*, el micromanómetro nos registra al paso por la válvula un soplo sistólico que se propaga hacia la aurícula respectiva y que no se encuentra en el ventrículo. Este soplo y su irradiación son más o menos localizados según la magnitud de la insuficiencia. En ocasiones hay que hacer varios pasajes para poder descubrir una insuficiencia localizada en una de las comisuras, pues cuando el micromanómetro pasa por las comisuras sanas no recoge ninguna vibración anormal.

En estas insuficiencias valvulares aurículo-ventriculares, la curva de presión es típica por su deformación al paso de las válvulas, deformación que según el grado de insuficiencia alcanza la curva auricular que presenta una gran onda *v* y disminución de la depresión *x*. Hemos encontrado la comprobación del signo de Rivero Carvallo en todos los casos de insuficiencia tricúspide.

6) En las *estenosis mitral o tricúspide*, fuera de las características de morfología de la curva de presión auricular, encontramos en el ventrículo correspondiente las vibraciones de frecuencia que constituyen el "retumbo diastólico".

7) *Aneurisma del Seno de Valsalva roto en el ventrículo derecho*: Se sabe que el aneurisma del seno aórtico anterior derecho se abre en general en

el ventrículo derecho en la región situada hacia adelante de la valva septal de la tricúspide y hacia atrás del septum fibroso. El determina una o varias venas líquidas que se producen tanto en la sístole como en la diástole del ventrículo. Se trata entonces de una verdadera "insuficiencia aórtica dentro del ventrículo derecho". Clínicamente, y con el cateterismo ordinario, el diagnóstico que se hace más frecuentemente es el de C. I. V. + insuficiencia aórtica. Es entonces el micromanómetro el que recoge y sitúa el soplo continuo con reforzamiento diastólico en el sitio del aneurisma y nos permite precisar el diagnóstico.

8) Igualmente el micromanómetro nos ha permitido hacer el diagnóstico en los casos de *arterias coronarias anormales*:

a) En dos casos de diagnóstico preciso, imposible clínicamente, el micromanómetro nos ha registrado la presencia de un soplo continuo, intenso y bien localizado hacia el borde externo y $\frac{1}{3}$ inferior de la imagen radioscópica de la aurícula derecha. La muestra de sangre tomada en este sitio daba franco aumento de su oxigenación. Nosotros hicimos el diagnóstico de *arteria coronaria que desemboca en la aurícula derecha*, lo cual con un cateterismo ordinario sería imposible de afirmar. Ambos casos fueron confirmados con angiocardiografía.

b) En otro caso fue posible cate-terizar una arteria coronaria que desembocaba en la cámara de llenado del ventrículo derecho, siguiendo el máximo de intensidad de un soplo continuo, bien localizado, recogido en este sitio.

9) Muchas otras malformaciones que sería largo enumerar (fístula aorto-pulmonar, estenosis e insuficiencia aórtica, insuficiencia pulmonar, etc.) nos han sido posibles de diagnosticar con la ayuda del micromanómetro.

El nos facilita además el diagnóstico y la localización exacta de las fistulas arterio-venosas del sistema periférico.

10) Para terminar pongamos el ejemplo de tres cardiopatías relativamente frecuentes que presentan dos malformaciones asociadas: a) El canal arterial + insuficiencia pulmonar; b) El canal arterial + C. I. V., y c) La C. I. V. + insuficiencia aórtica.

Las dos primeras se presentan clínicamente con un "soplo continuo" de localización semejante; la tercera se presenta con un doble soplo, sistólico y diastólico, que puede parecer continuo. Las tres pueden entonces confundirse clínicamente, lo mismo que al cateterismo ordinario, ya que todas presentan un enriquecimiento en oxígeno de la sangre del ventrículo derecho, debido a que en a) la insuficiencia deja pasar la sangre de la arteria pulmonar ya oxigenada por el canal, y en b) y c), por la C. I. V. misma.

Es, pues, el micromanómetro el que viene a permitirnos un diagnóstico diferencial exacto, puesto que en a) nos da el soplo continuo típico del canal, dentro de la arteria pulmonar, y un soplo diastólico dentro del ventrículo derecho, más intenso en la región infundibular inmediatamente por debajo de las válvulas sigmoides; en b), además del soplo de canal, un soplo sistólico dentro del ventrículo derecho que nos revela la comunicación interventricular; y en c) recogemos dentro del ventrículo derecho únicamente el soplo sistólico de la C. I. V., sin encontrar ningún componente diastólico dentro del mismo. Pero si, guiados por la mayor intensidad del soplo pasamos a través de la comunicación, registramos entonces dentro del ventrículo izquierdo el soplo diastólico de la insuficiencia aórtica.

RESUMEN

Presentan los autores un nuevo perfeccionamiento del cateterismo cardíaco, por medio de un micromanómetro a modulación de frecuencia que permite el registro simultáneo de la presión y de los sonidos intracardíacos, montado en la extremidad interna de un catéter. Insisten sobre la inocuidad y facilidad de maniobra de la "sonda-micromanómetro" que no agrega ningún nuevo riesgo al cateterismo ordinario.

Exponen algunos de los resultados obtenidos con el nuevo sistema, en la investigación de los ruidos y sonidos normales y anormales del corazón, y muestran la importancia fundamental para el diagnóstico de algunas cardiopatías, de la dicha investigación micromanométrica.

SUMMARY

The authors present a new improvement of the cardiac catheter, by means of a micromanometer set by modulation frequency, mounted on the inside rim of a catheter, which permits the simultaneous registration of the blood-pressure and intercardiac murmurs and sounds.

They insist on the inoffensiveness and facility of operation of this "micromanometer catheter" since it does not imply any new risk to ordinary catheterization.

The authors explain some of the results obtained with this new method in the investigation of normal and abnormal murmurs and sounds of the heart, and demonstrate its fundamental importance in the diagnosis of some cardiopathological cases from such micromanometer research.

BIBLIOGRAFÍA

1. ELLIS, E. J.; GAUER, O. H.; & WOOD, E. H.: "Intracardiac Manometer: Its Evaluation and Application". *Circulation*, 3: 390-398, March, 1951.
2. LEWIS, D. H.; DEITZ, G. W.; WALLACE, J. D.; & BROWN, J. R.: "Studies in Intracardiac Phonocardiography". *American Heart Association, 29th. Scientific Sessions*, 1956.
3. LEIVA SAMPER, A.: "Hémodynamique de la Fistule Artério-Veineuse". Paris, 1961. Thèse.
4. LUISADA, A. A., & LIU, C. K.: "Intracardiac Phonocardiography in Mitral and Aortic Valve Lesions". *Circulation*, 5: 989-1958.
5. LUISADA, A. A., & LIU, C. K.: "Simple Methods for Recording Intra-Cardiac Electrocardiograms and Phonocardiograms during Left or Right Catheterization". *Am. Heart J.*, 54: 531-1957.
6. MOSCOVITZ, H. L.; DONOSO, E.; & GELB, I. J.: "The Demonstration of Flow Murmurs by Intra-cardiac Phonocardiography". *Clin. Res. Proc.*, April, 1957.
7. SOULIE, C.; LAURENS, P.; ALLARD, E.; BOUCHARD, F.; & CORNU, C.: "Le Micromanometre Intracardiaque Allard-Laurens". (En: *Congreso Mundial de Cardiología*, 2º, Washington, 1954).
8. VERHAGEN, C. J., *et al.*: "Construction and Properties of Sub-miniatures Pressure Pickups". *Appl. Sci. Res.*, B.3: 409, 1953.
9. YAMAKAWA, K., *et al.*: "Intracardiac Phonocardiography". *Am. Heart J.*, 47: 424-431, March, 1954.

MICROMANOMETRE

ALLARD LAURENS

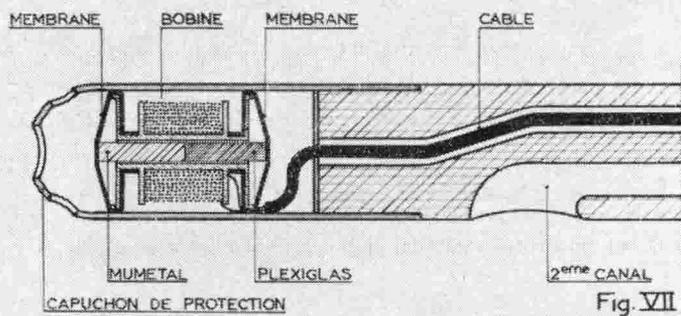


Figura 1.—Esquema que muestra la constitución interna del Micromanómetro ALLARD - LAURENS.

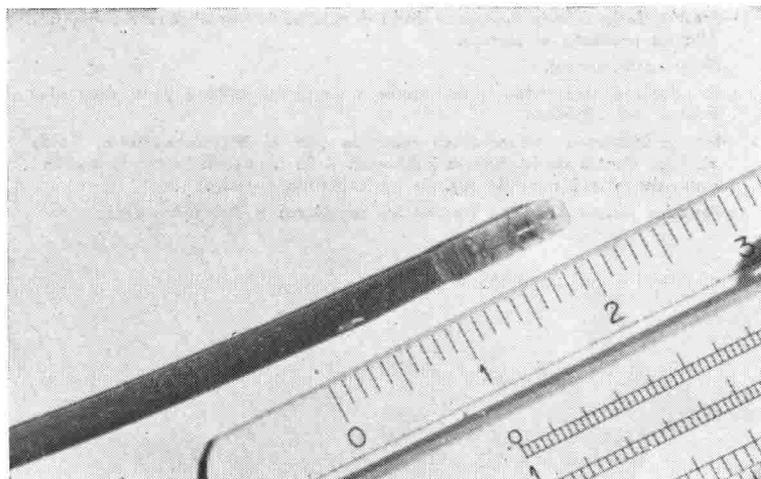


Figura 2.—Extremidad interna de la "sonda-Micromanómetro".

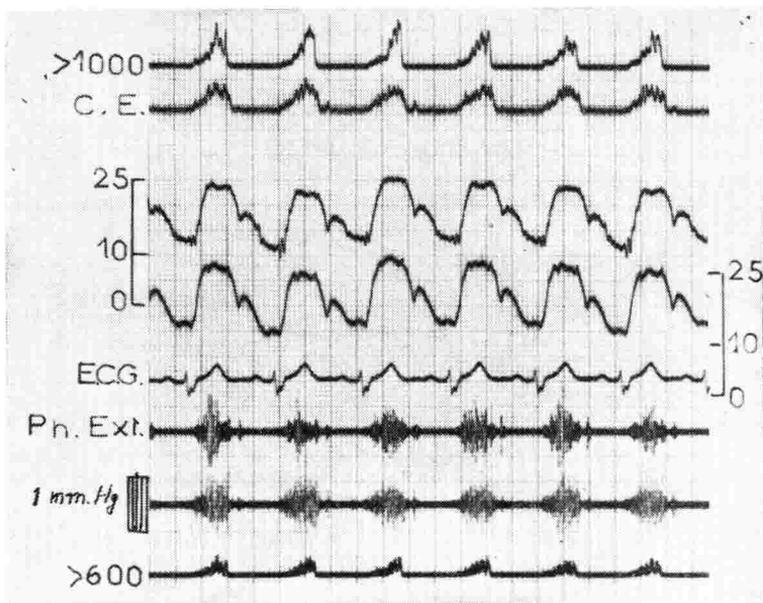


Figura 3.—Ejemplo de un registro de presiones y sonido intracardiaco simultáneos, obtenidos con el Micromanómetro dentro de una Arteria Pulmonar. Las vibraciones acústicas son analizadas simultáneamente. Hemos registrado también el Fonocardiograma exterior.

De arriba a abajo las curvas de:

- Períodos positivos de las frecuencias acústicas superiores a 1.000 ciclos/segundo.
- Períodos positivos de todas las oscilaciones de frecuencia acústica, recogidas por el Micromanómetro.
- Presión de la Arteria Pulmonar, transmitida por el agujero lateral de la sonda al Manómetro exterior.
- Presión de la Arteria Pulmonar dada directamente por el Micromanómetro. Ella no presenta artefactos.
- Electrocardiograma.
- Fonocardiograma exterior. Se observan un soplo sistólico y un desdoblamiento del 2º ruido.
- Fonocardiograma intracardiaco recogido por el Micromanómetro. Soplo sistólico dentro de la Arteria Pulmonar. A la izquierda "estandarización" equivalente a 1 mm. de Hg. de variación de presión.
- Períodos positivos de las frecuencias superiores a 600 ciclos/seg.

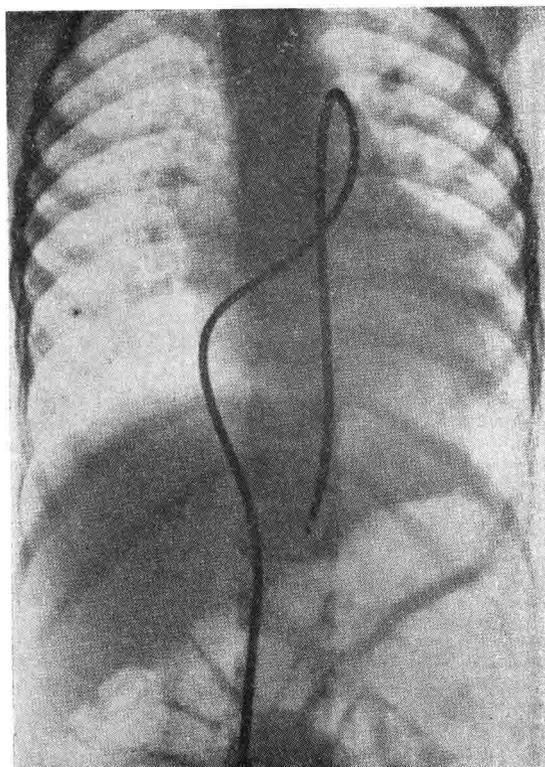


Figura 4.—Radiografía que muestra el Micromanómetro dentro de la Aorta, después de haberlo pasado por un Canal Arterial persistente. La sonda había sido introducida por vía Safena derecha.

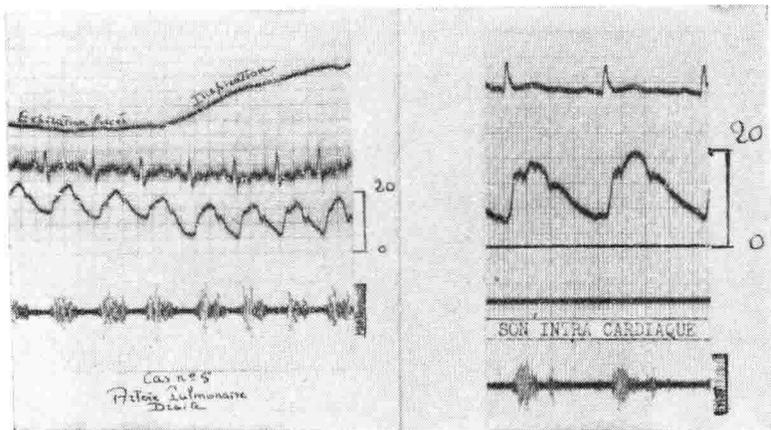


Figura 5.— Dos curvas de presión y sonido intracardiaco dentro de la Arteria Pulmonar. Se trata de dos casos de Comunicación Interauricular. El único soplo que se encuentra en ambas casos está dentro de la Arteria Pulmonar y sus ramas.

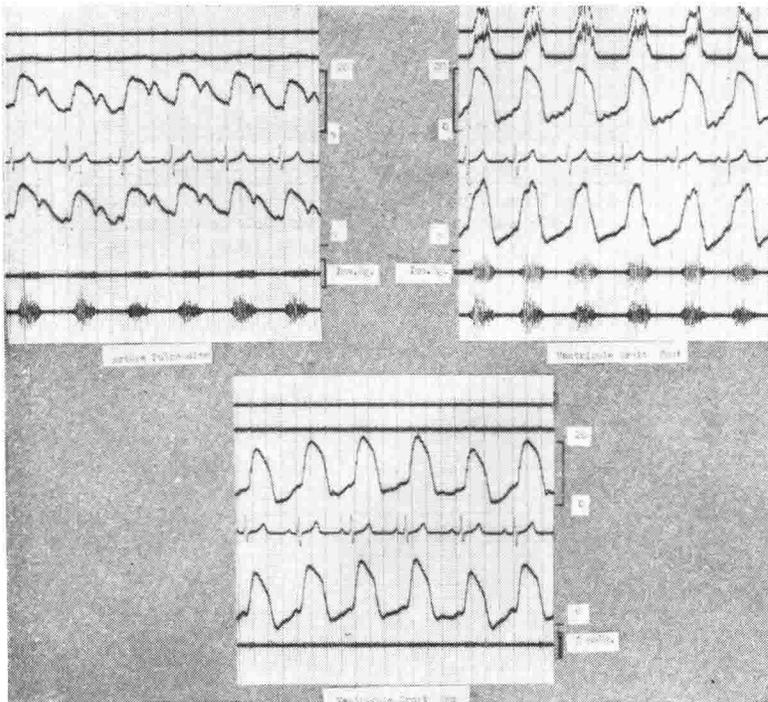


Figura 6.— Comunicación Interventricular. Obsérvese:
 a) Abajo, la ausencia absoluta de soplo dentro de la "cámara de llenado" del Ventrículo Derecho.
 b) Arriba derecha, su aparición con máximo de amplitud y de frecuencia en la parte alta del mismo Ventrículo Derecho.
 c) Arriba izquierda, su transmisión a la Arteria Pulmonar.

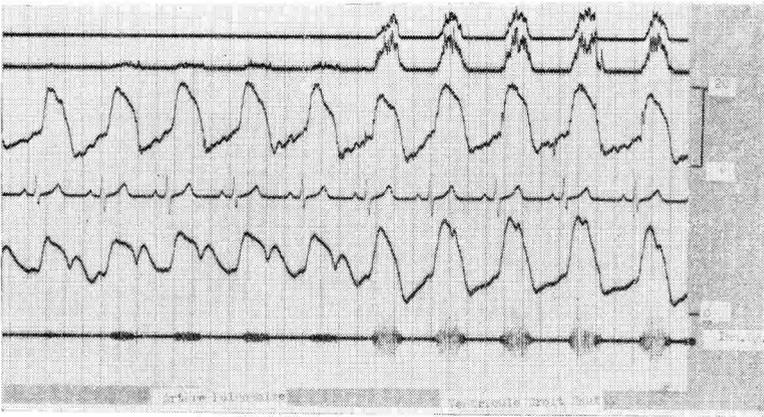


Figura 7.—Otro ejemplo de C. I. V.—Se observa la gran intensidad del soplo en la parte alta del Ventrículo Derecho, en frente de la comunicación, en donde alcanza 5 mm. de Hg. y su propagación con disminución de la intensidad, hacia la Arteria Pulmonar.

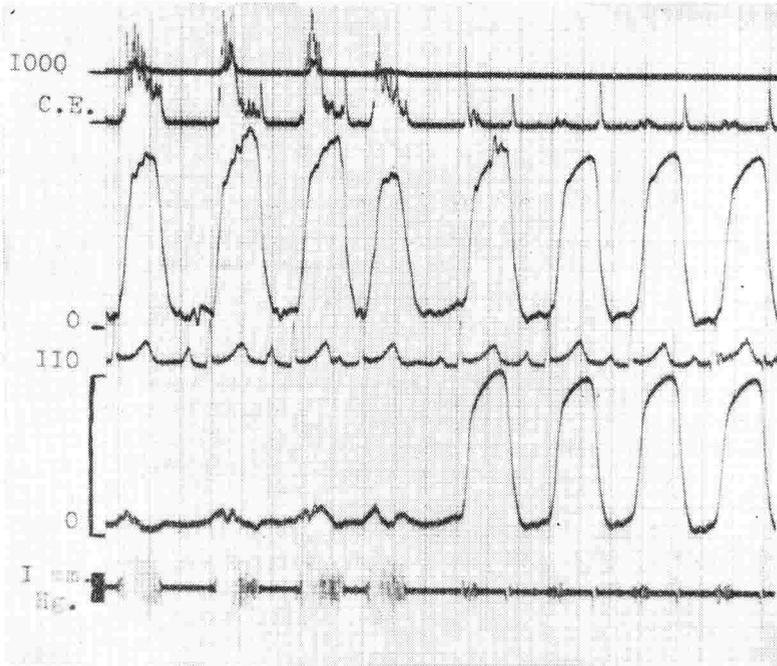


Figura 8.—Estenosis valvular pulmonar. Observamos sobre la curva inferior, del Micromanómetro, la neta y grande diferencia de presión entre el Ventrículo Derecho y la Arteria Pulmonar. En ésta observamos, además, las depresiones sistólicas correspondientes al "fenómeno de Venturi". Se ve la aparición de un soplo holosistólico de gran amplitud (3 mm. Hg.) y con frecuencias superiores a 1.000 ciclos/seg. tan pronto la extremidad del catéter (Micromanómetro) se encuentra por encima de las válvulas sigmoides. El agujero lateral, que nos transmite la presión de la curva superior, permanece dentro del Ventrículo: la morfología de la curva de presión del Ventrículo Derecho nos permite hacer el diagnóstico de Tetralogía de Fallot, en este caso con estenosis valvular.

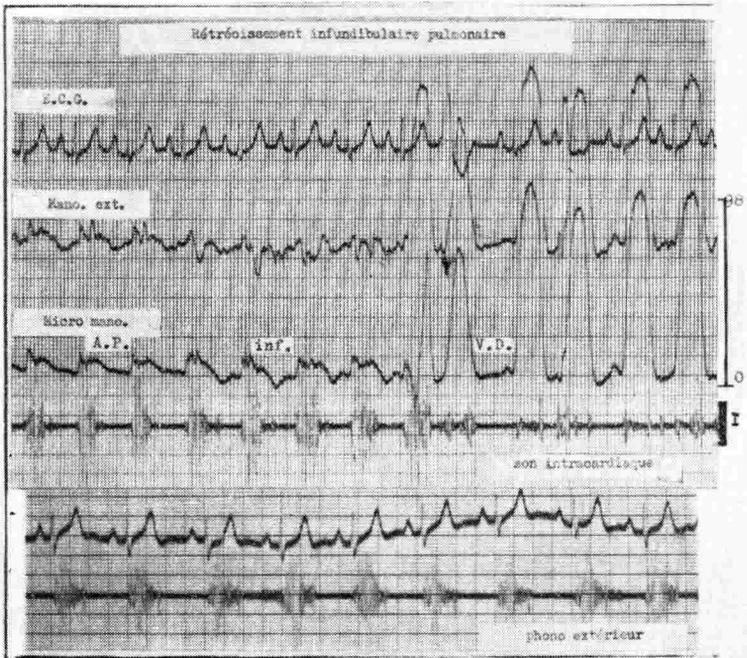


Figura 9. — Estenosis infundibular pulmonar. Observamos aquí, también, la neta y grande caída de presión entre la "cámara de llenado" del Ventrículo Derecho y el infundíbulo, donde además aparece un soplo sistólico. Podemos asegurar que la curva es "infundibular" porque su diástole es ascendente, como en todo el V. D.; la diástole de la Arteria Pulmonar es en cambio, descendente. Se trata de una Tetralogía de Fallot. Abajo, el Fonocardiograma exterior.

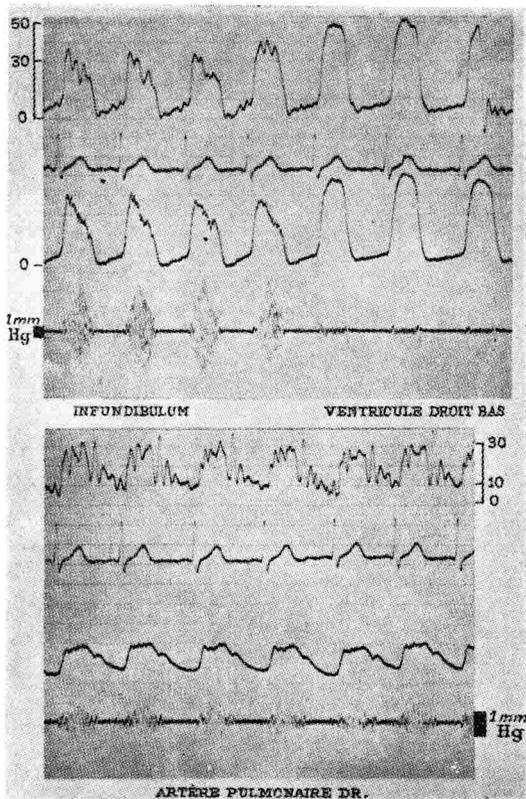


Figura 10. — Otro caso de Estenosis infundibular pulmonar.—Arriba vemos la deformación de las curvas de presión dentro del Infundíbulo, mientras que en la parte baja del V. D. son elevadas pero de morfología normal. Además, se ve la aparición del soplo típico holosistólico con mayor amplitud en la mesosístole. En el V. D. bajo, no existe soplo. — Abajo, las curvas dentro de la Arteria Pulmonar derecha. Su presión es normal, pero conserva la irradiación del soplo infundibular.

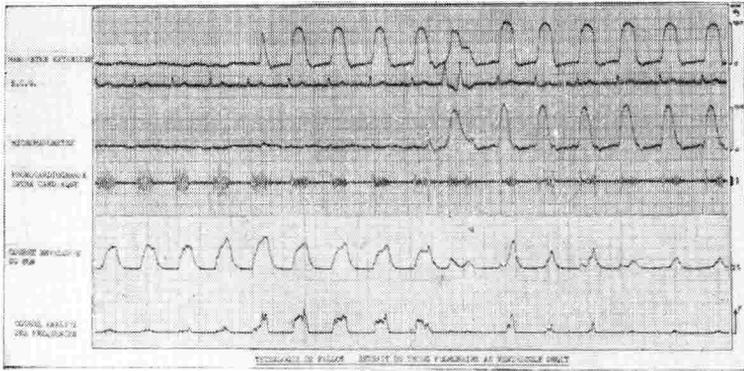


Figura 11. — Tetralogía de FALLOT.—Curva de registro refiriendo la sonda-Micromanómetro desde el tronco de la Arteria Pulmonar (izq.) hasta la "cámara de llenado" del V. D. (agujero lateral, curva superior). Obsérvese la baja presión y el intenso soplo dentro de la A. P., traducción de una Estenosis Valvular. — A la derecha, sobre la curva del Micromanómetro, una presión deformada y un soplo sistólico de moderada intensidad, traducción de una Estenosis Infundibular. — Las frecuencias acústicas más elevadas, curva inferior, se encuentran en la vecindad de la estenosis valvular.

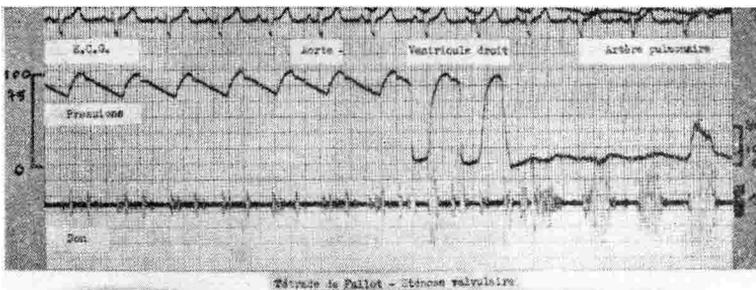


Figura 12. — Otra tetralogía de Fallot con estenosis valvular. El Micromanómetro ha sido pasado dentro de la Aorta (izquierda); luego retirado al Ventriculo Derecho e inmediatamente introducido en la Arteria Pulmonar. Obsérvese las variaciones de presión, y en la curva inferior del sonido la ausencia de soplo dentro de la Aorta y el Ventriculo Derecho, y la aparición del intenso holosistólico tan pronto el Micromanómetro pasa las válvulas pulmonares.

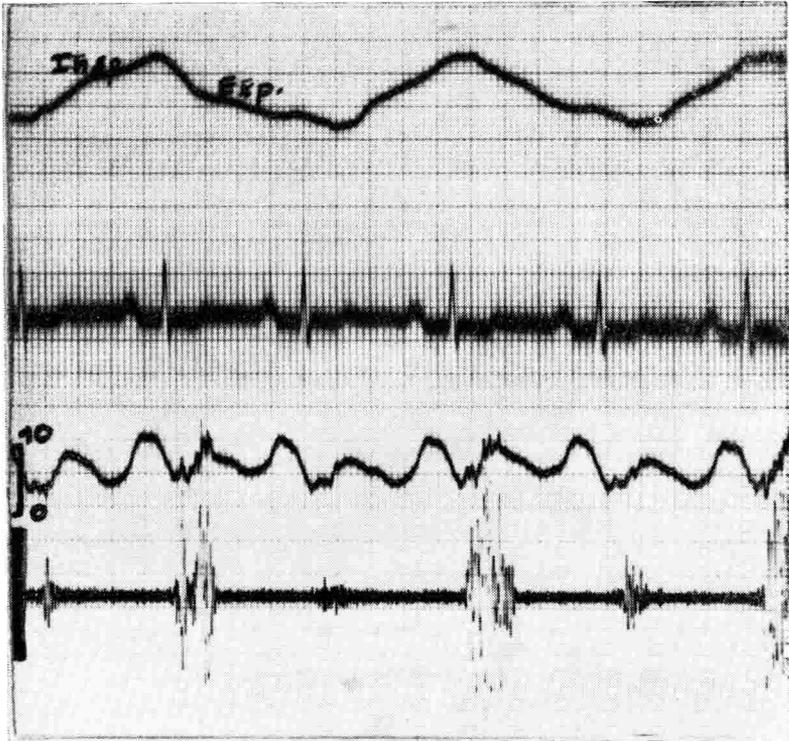


Figura 13.—Insuficiencia tricúspide. Observamos un soplo sistólico moderado (curva inferior), que se hace mucho más amplio a la inspiración profunda. Es entonces evidente el signo de Rivero Carvallo.

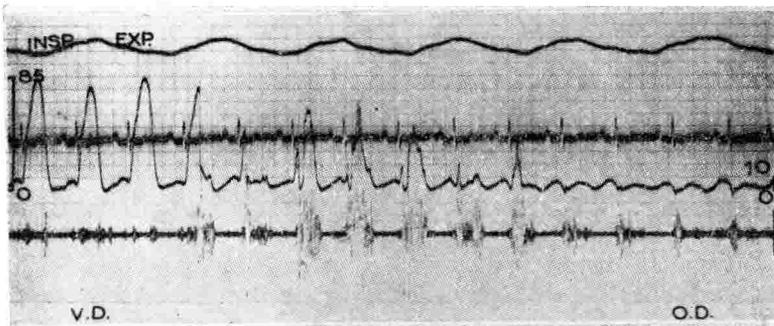


Figura 14.—Otro caso de Insuficiencia tricúspide. Observamos la deformación de la curva valvular y la aparición de un soplo intenso en el sitio mismo de la válvula, con propagación hacia la aurícula.

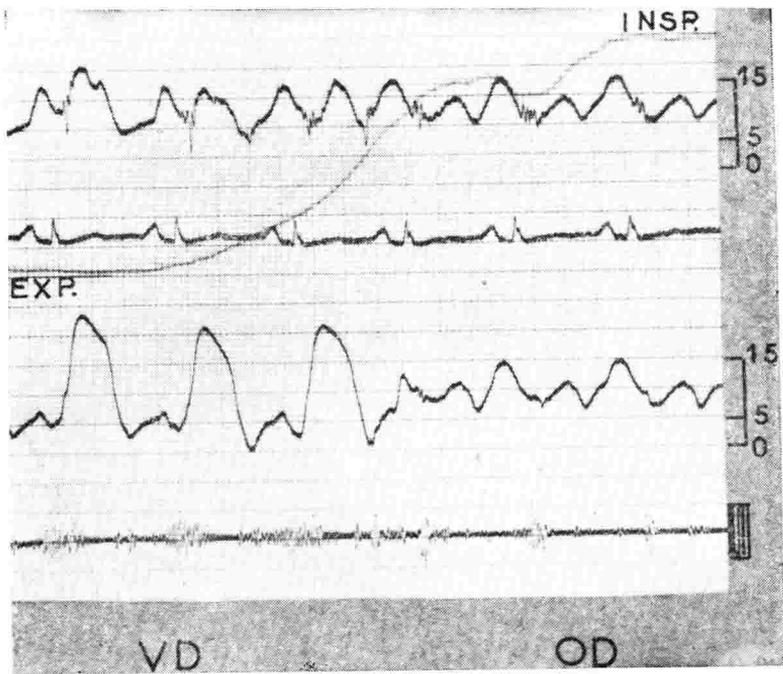


Figura 15.— Estenosis Tricúspide. Observamos la presión elevada (sistólica y diastólica) dentro de la Aurícula Derecha. Dentro del Ventrículo Derecho obtenemos el "retumbo diastólico", con refuerzo presistólico.



Figura 16.— Insuficiencia Mitral. Nótese la deformación de la curva de la Aurícula Izquierda (gran onda V), sobre todo cerca de la válvula donde se encuentra un soplo sistólico intenso (3 mm. de Hg.). El soplo disminuye a medida que el Micromanómetro se aleja de la válvula insuficiente.

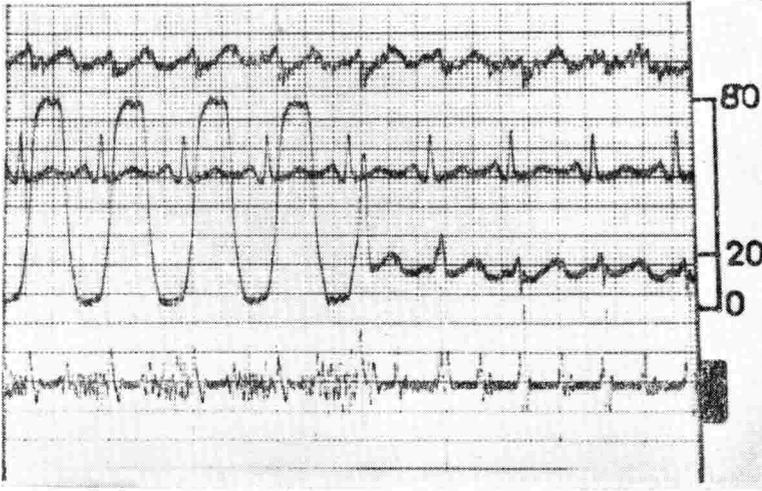


Figura 17.— Estenosis Mitral. Vemos las elevadas presiones (sistólica y diastólica) dentro de la Aurícula Izquierda (derecha de la figura). Dentro del Ventrículo Izquierdo el Micromanómetro nos registra las vibraciones acústicas de un "retumbo diastólico mitral".

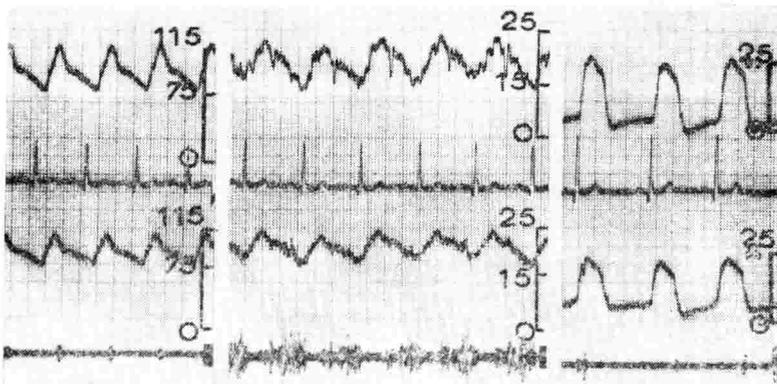


Figura 18.— Es un ejemplo de Canal Arterial. De derecha a izquierda tenemos los registros de la Aorta, de la Arteria Pulmonar y del Ventrículo Derecho. Las presiones son normales. El examen de la oxigenación de las muestras de sangre, no nos permitían asegurar el diagnóstico. Pero el Micromanómetro nos recogía (curva inferior) un soplo continuo en la parte alta del tronco pulmonar, guiados por el cual pasamos a través de un pequeño canal hasta la Aorta. Nótese la ausencia absoluta del soplo dentro de la Aorta y dentro del Ventrículo Derecho.

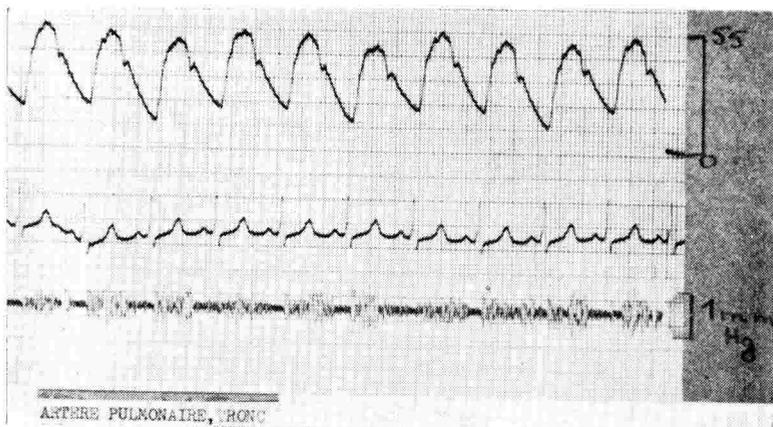


Figura 19. — Canal Arterial con hipertensión arterial pulmonar. Dentro del tronco de la Arteria Pulmonar encontramos el soplo continuo sístolo - diastólico.

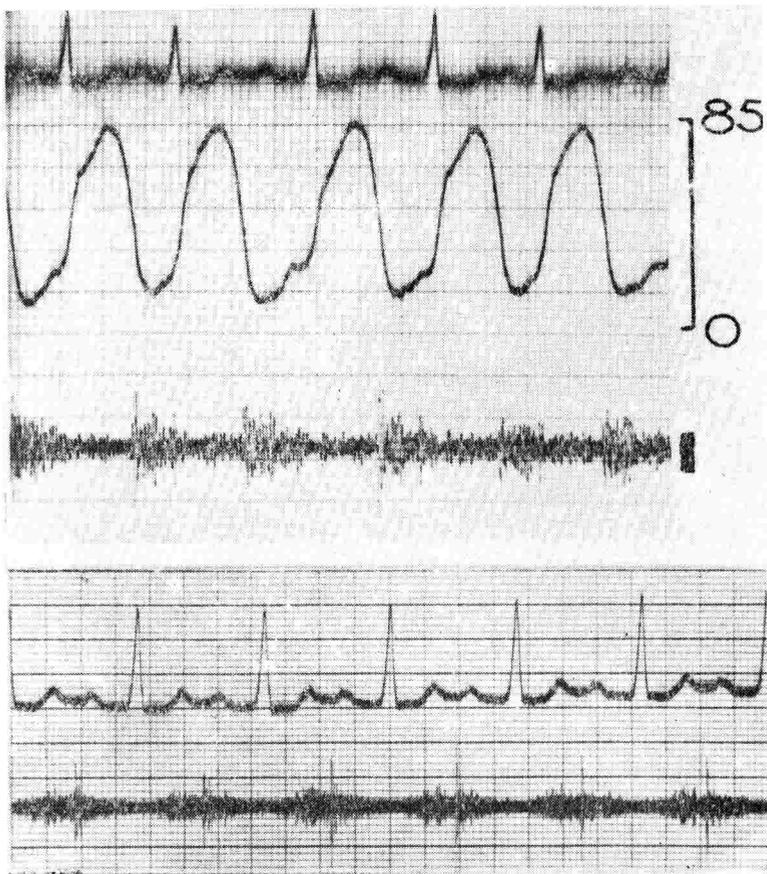


Figura 20. — Registro obtenido por el Micromanómetro dentro del Ventrículo Derecho. Es un soplo continuo sístolo-diastólico, bastante intenso en todo el Ventrículo pero cuyo máximo estaba por encima de la tricúspide. Corresponde a un Aneurisma del seno de Valsalva, roto en el Ventrículo Derecho. Abajo hemos colocado el Fonocardiograma exterior de la región parasternal izquierda.

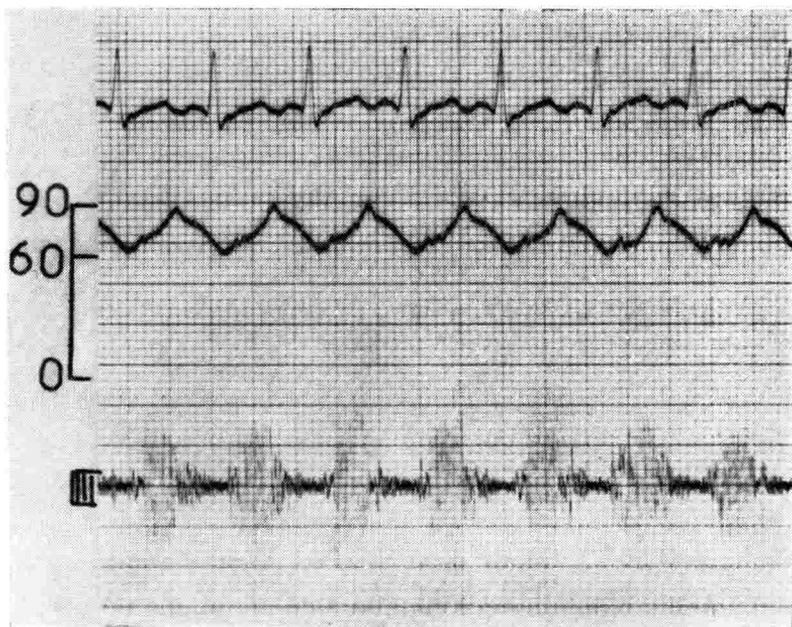


Figura 21. — Estenosis Aórtica. El Micromanómetro ha sido introducido por vía arterial retrógrada (axilar derecha) y se encuentra dentro de la Aorta inmediatamente por encima de las sigmoides. Obsérvese la morfología típica de la curva de presión (baja y de subida lenta), y el intenso soplo holosistólico que alcanza a 4 mm. de Hg.

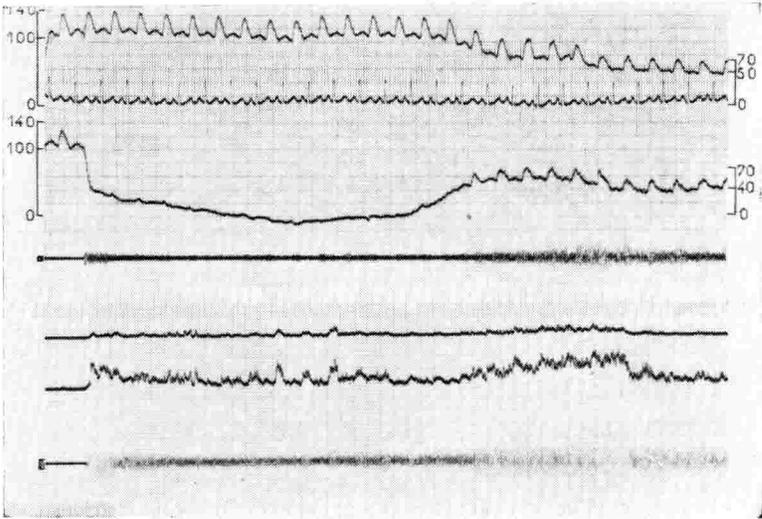


Figura 22. — Curva obtenida por el Cateterismo Arterial de un perro, al cual uno de nosotros había practicado una fístula arterio-venosa iliaca experimental. El Micromanómetro ha sido introducido por la Arteria Femoral. Tenemos de arriba abajo las curvas siguientes:

- Presión dada por el manómetro exterior (por intermedio del agujero lateral).
- Electrocardiograma.
- Presión del Micromanómetro.
- Sonido intracardiaco.

Abajo hemos agregado el análisis de este mismo sonido.

Obsérvense las variaciones de presión cuando la sonda se retira desde la Aorta (Izq.) hasta la Femoral, pasando frente de la fístula. La extremidad de la sonda que lleva el Micromanómetro, cae dentro del lado venoso a través de la fístula, registrándonos una presión vecina de cero y un intenso soplo continuo que se propaga por la Arteria Femoral hacia abajo de la fístula. Dentro de la Aorta y la Íliaca (por encima de la fístula. Izquierda de la figura) no hay ninguna vibración acústica.

Por la intensidad y frecuencia de las vibraciones acústicas dadas por el Micromanómetro, localizamos el sitio exacto de la fístula.