

UN NUEVO TIPO DE MEMBRANA PARA FONOCARDIOGRAFIA DIRECTA *

por el doctor

FEDERICO P. ARRIGHI

En un trabajo anterior ¹, se han realizado determinaciones sobre la capacidad de respuesta y frecuencia natural del método fonocardiográfico de Wiggers y Dean ² ligeramente modificado ³ y se establecieron las ventajas y las limitaciones del mismo.

A pesar de la eficiencia de este método dentro de esas limitaciones, existen algunos inconvenientes ya de orden práctico, ya de orden puramente físico.

Entre los primeros hay que señalar la gran fragilidad de la membrana que se rompe a veces en pocos minutos durando a lo sumo algunos días; entre los últimos tenemos la baja frecuencia natural de la membrana que generalmente, en el método empleado comúnmente entre nosotros ⁴, es alrededor de 60 vibraciones por segundo ¹.

Como se sabe, desde el trabajo fundamental de Frank ², que expresa la ecuación de las vibraciones forzadas, así como en los comentarios de Frey ³, la distorsión máxima del registro de las vibraciones aparece cuando la frecuencia natural del sistema registrador (membrana en este caso) coincide con la frecuencia de las oscilaciones a registrar.

Por lo tanto, esta baja frecuencia natural de 60, puede traer, si la intensidad de los ruidos es grande y no se emplea un amortiguamiento artificial adecuado, una distorsión importante en el registro de las amplitudes, ya que justamente las frecuencias de los ruidos cardíacos abundan alrededor de esa frecuencia. Además, como se comprenderá, el amortiguamiento natural es deficiente, originándose por lo tanto alteraciones en el registro de la duración de los ruidos si no se emplea, como dijimos, un amortiguamiento artificial adecuado. Para mayores detalles puede consultarse el trabajo citado ¹.

Con el fin de evitar los inconvenientes de la fragilidad, he

* Cátedra de Clínica Médica del Profesor Rafael A. Bullrich. — Hospital Ramos Mejía, Buenos Aires.

ideado membranas de colodión elástico (solución alcohólico etérea de piroxilina) que son muy resistentes, pues llevan más de cuatro años de duración. Sin embargo, su excesiva tensión y su módulo de elasticidad relativamente elevado en relación a la de Wiggers y Dean, la hacen poco sensible para registrar ruidos cardíacos y si bien su frecuencia natural es mayor, los fenómenos de distorsión persisten todavía.

Ahora bien, si ejercemos sobre esta membrana una presión con el dedo más allá de su límite de elasticidad y la deformamos intencionalmente de modo que se formen pliegues permanentes que en general se disponen paralelamente a la parte achatada de la cápsula y por lo tanto son perpendiculares al eje de oscilación del espejito obtendremos teóricamente lo siguiente:

1º) Un gran aumento de la sensibilidad de la membrana al disminuir su tensión.

2º) Una cierta aperiodicidad de la membrana cuyas oscilaciones dentro de ciertos límites (sobre todo para las frecuencias bajas) serían íntegramente de tipo forzado lo que traería una gran disminución de la distorsión en el registro de las amplitudes y además un gran amortiguamiento natural con lo cual quedaría evitado o atenuado el 2º inconveniente antes citado del método de Wiggers y Dean usado entre nosotros⁵.

OBTENCION DE LA MEMBRANA Y AJUSTE DEL FONOCARDIOGRAFO

Para fabricar la membrana se emplea el colodion elástico que se vende en las farmacias. La proporción de los elementos más importantes es aproximadamente la siguiente:

Piroxilina	4 grs.
Alcohol etílico	12 ..
Eter sulfúrico	84 ..

El aro de alambre que debe sumergirse en esta solución para obtener la membrana tiene que ser finísimo (el alambre fino de cobre del haz que constituye los cables eléctricos comunes puede servir): es necesario operar rápidamente, pues el colodion se solidifica con facilidad en el aire. El aro debe medir alrededor de $1\frac{1}{2}$ ctms. de diámetro. La cápsula segmentaria mide alrededor de 6 mm. de diámetro. El espejito es rectangular y se pega paralelo a la parte achatada con una pequeñísima gotita de goma arábiga de pegar.

Se usó como receptor el fonendoscopio de Bazzi-Bianchi, el tubo de goma que va del receptor a la cápsula es de paredes gruesas midiendo unos 40 ctms. de largo por $\frac{1}{2}$ ctm. de luz en su interior. Existe una abertura lateral en la

mitad del tubo de goma (intercalando un tubo de vidrio en T) de 3 mm. de diámetro y otra de 1 mm. de diámetro a la altura de la cápsula. Ambas aberturas se cierran incompletamente con un sistema obstructor regulable según la intensidad de los ruidos a registrar, para absorber los ecos y oscilaciones de origen mecánico en el interior del tubo, de modo que la línea de base sea nítida y el trazado suficientemente amplio.

Las demás precauciones son comunes y están descriptas en los libros⁵ y artículos de fonocardiografía.

DETERMINACIONES SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LA MEMBRANA Y DISPOSITIVO FONOCARDIOGRÁFICO

I. — Con el fin de comprobar si efectivamente se obtenían las ventajas teóricas antes señaladas se han realizado las siguientes comprobaciones.

Se empleó el mismo audiómetro que en el trabajo anterior¹, consistente en un aparato que emite a voluntad tonos fundamen-

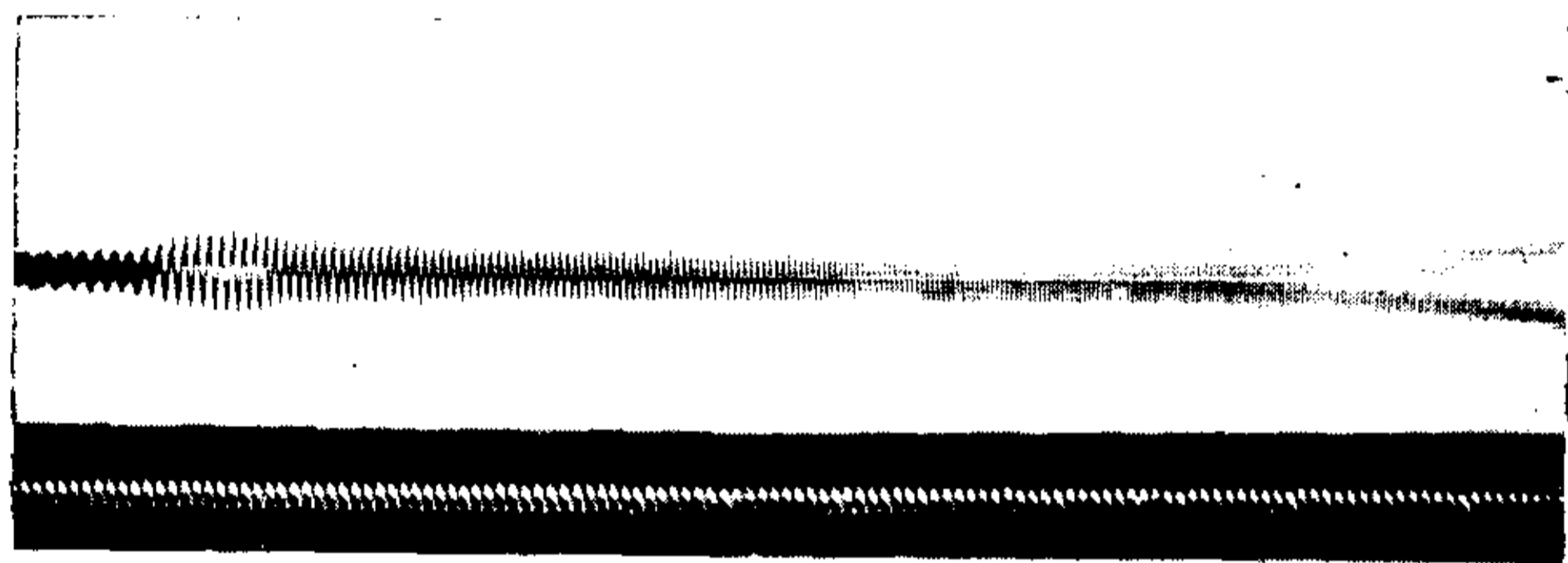


FIG. 1. — Registro de frecuencias de 20 a 170.
Tiempo en $1/50$ de segundo.

tales de frecuencia 10 hasta más de 10.000 ciclos con una amplitud bastante recta desde 10 hasta 1.000 ciclos.

Se colocó el auricular frente a un embudo de vidrio (receptor), el dial de las intensidades se fijó en su punto máximo y se hizo girar lentamente el dial de las frecuencias de 0 a 2.400.

El trazado obtenido dió el siguiente resultado:

1º) Se registraron frecuencias entre 20 y 2.400, lo que demuestra que la membrana capta todas las frecuencias correspondientes a la mayoría de los ruidos y soplos cardíacos. La sensibilidad es menor que la de la membrana de Wiggers y Dean usada entre nosotros², ya que hubo que emplear una sola abertura lateral en el tubo que va del embudo a la membrana para obtener una amplitud semejante a esta última¹, pero suficiente para el uso clínico como luego veremos.

2º) La amplitud de las frecuencias es pareja entre 20 y 170 ciclos, figura 1 (la mayoría de los ruidos cardíacos pertenecen a esta frecuencia), luego se eleva rápidamente de 170 a 250 y se mantiene relativamente elevada hasta 400 donde decrece hasta 2.400 con elevaciones a la altura de 750 y de 1.250, como puede verse en el gráfico de la figura 2 (quizás estas elevaciones correspondan a resonancias parciales de los pliegues de la membrana para las frecuencias altas).

Como resultado de estas investigaciones puede deducirse que la membrana es sensible a todas las frecuencias habituales de los ruidos cardíacos; que el registro de las amplitudes para estas frecuencias es prácticamente sin distorsión (fig. 1) entre 20 y 170 que es el margen habitual de las que corresponden a los ruidos cardíacos; que ésta sólo se hace manifiesta en el momento que aparecen frecuencias supe-

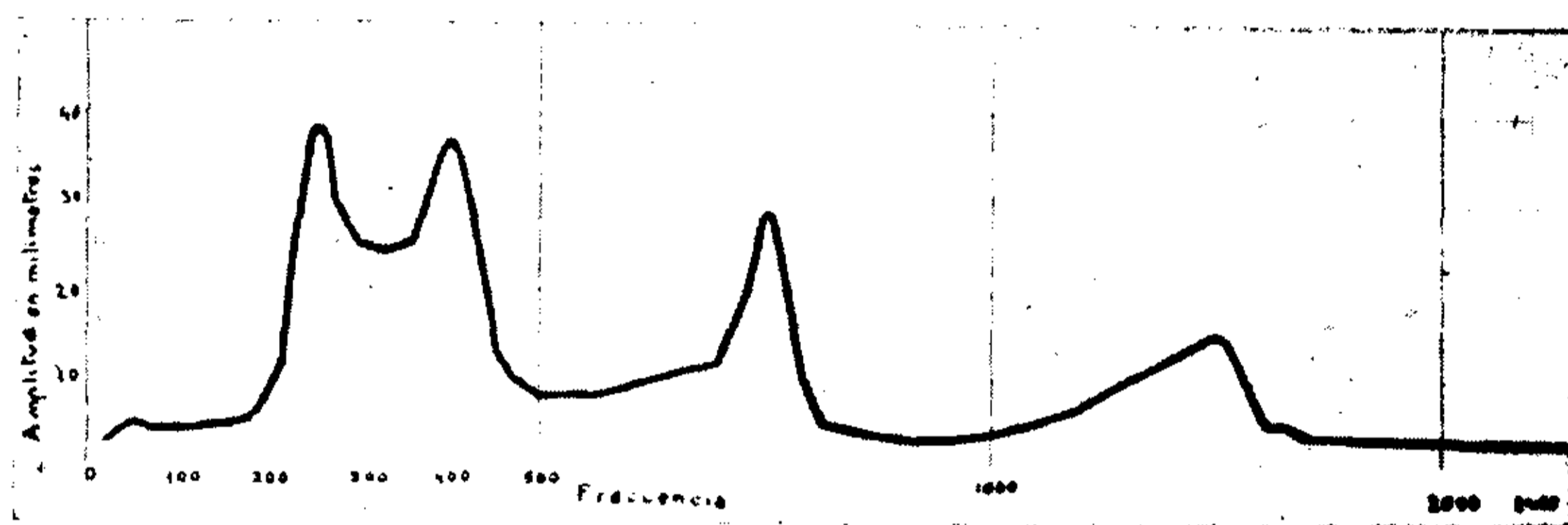


FIG. 2. — Gráfica del registro de las frecuencias de 20 a 2400. Ordenadas: amplitud en milímetros. Abscisas: frecuencia en vibraciones por segundo.

riores a 170 para las cuales es más sensible*, y que el registro de todas las frecuencias entre 20 y 2.400 se hace ininterrumpidamente.

II. — Como comprobación ulterior queda la eficiencia del método a través de su uso: Durante 4 años nos ha servido para aclarar toda clase de dudas de orden auscultatorio. Siempre se han registrado

* A pesar de la distorsión para las frecuencias altas, esta gran sensibilidad a frecuencias de 250 a 400 es una ventaja en cierto modo. En efecto, la intensidad de un sonido I depende de la energía acústica del mismo por unidad de superficie y de tiempo ($E = 2 M \pi^2 a^2 n^2$), siendo por lo tanto proporcional al cuadrado de la amplitud "a" y al cuadrado de la frecuencia "n". Cuando se nos presenta un sonido de frecuencia elevada pero de intensidad igual a otros de baja frecuencia, la amplitud de las oscilaciones registradas fielmente en el más frecuente debe ser tantas veces menor cuantas veces mayor es su frecuencia; de ahí la dificultad de su registro, sobre todo si el sonido agudo es de intensidad débil. Por lo tanto, una mayor sensibilidad para las frecuencias altas favorece grandemente su registro como en el caso de los soplos cardíacos de alta frecuencia.

todos los ruidos fácil o difícilmente auscultables normales y patológicos: 1º, 2º y 3º ruidos, ruido auricular, galopes presistólicos y de lleno rápido, frotos pericárdicos, soplos de baja frecuencia o de frecuencia más alta pero de cierta intensidad.

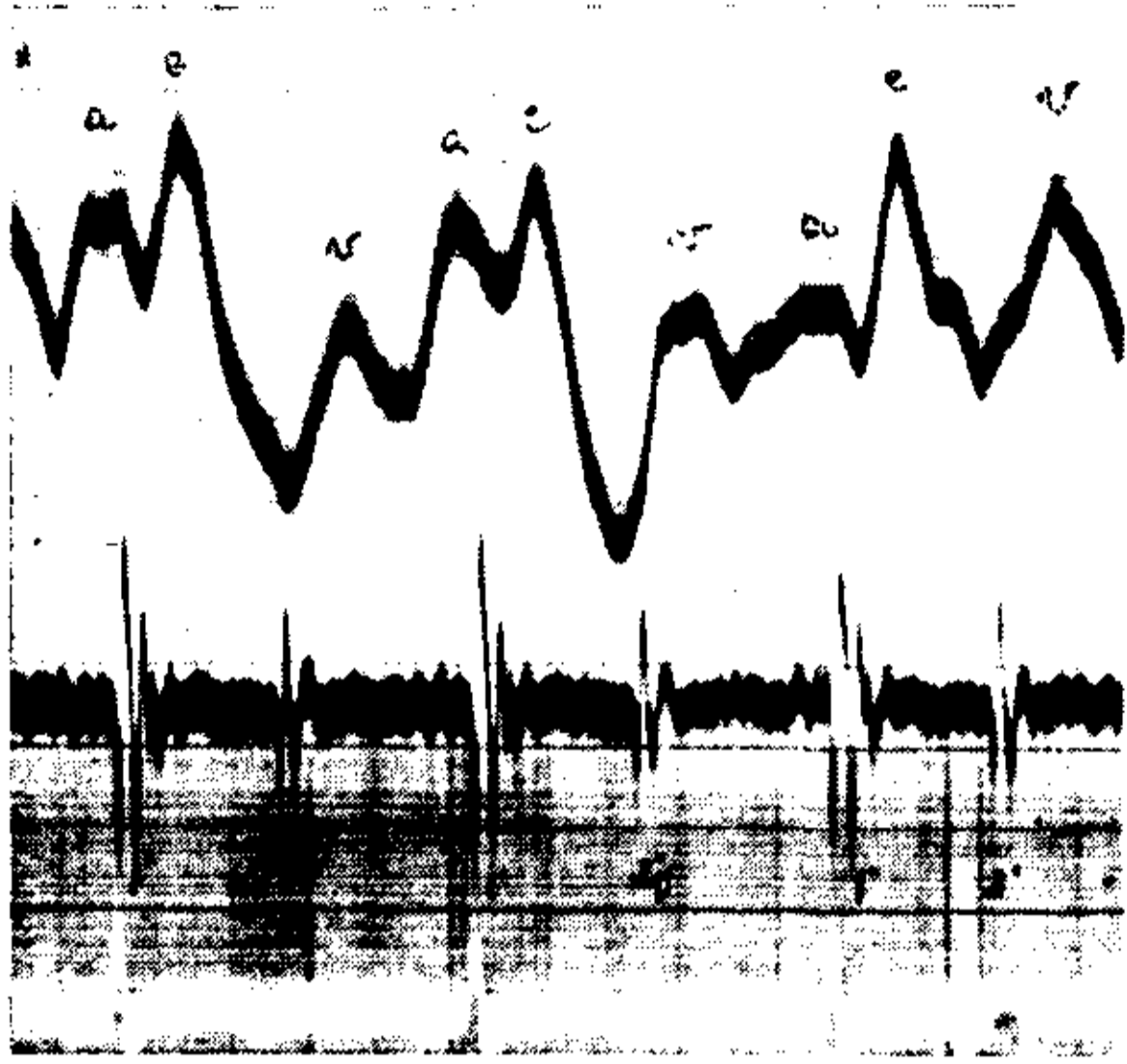


FIG. 3. — Flebograma, fonocardiograma y electrocardiograma en un sujeto normal.

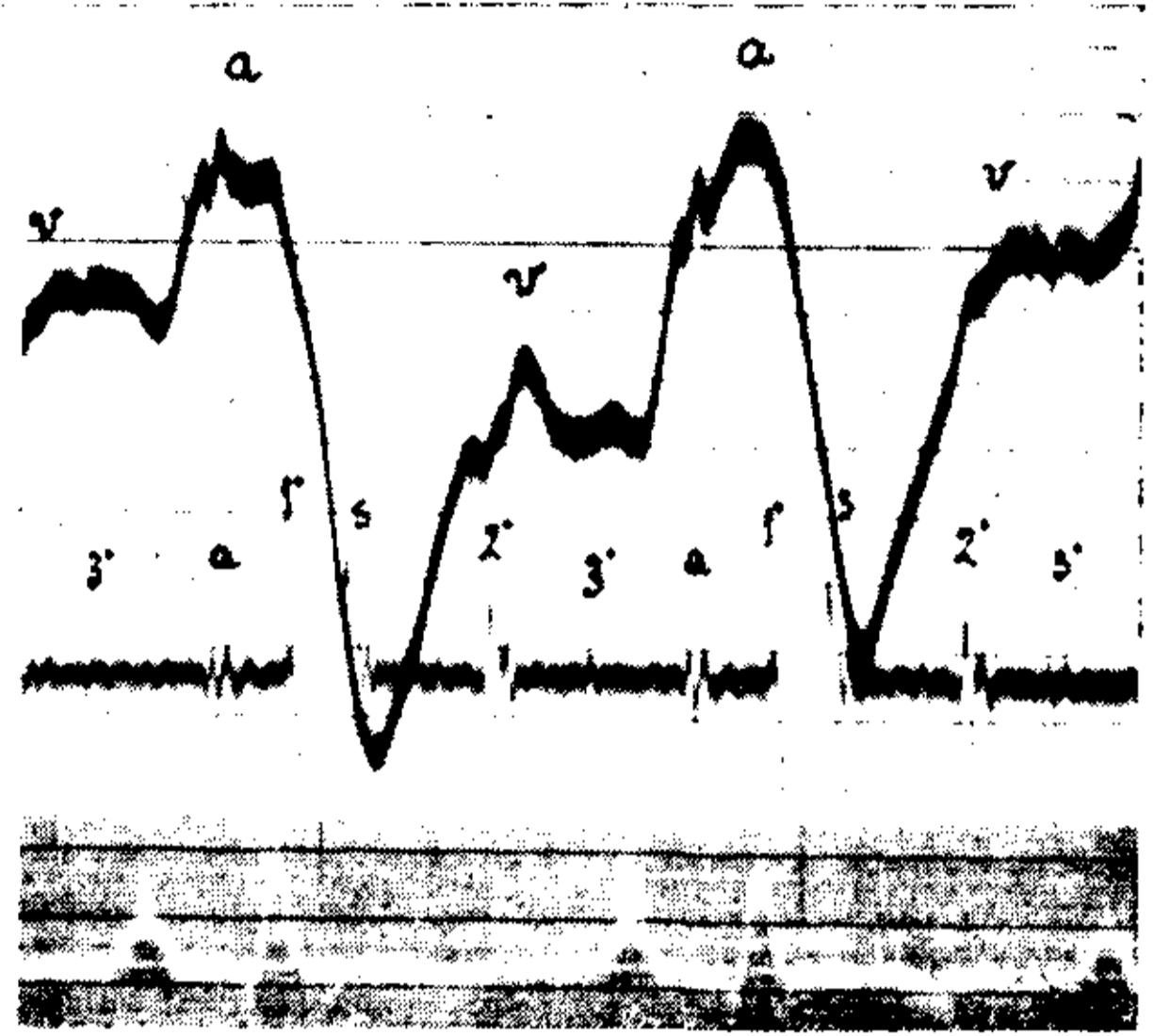


FIG. 4. — Ruido auricular (a). 1er. ruido, soplo sistólico (s): 2º y 3er. ruido en un caso de tetralogía de Fallot.

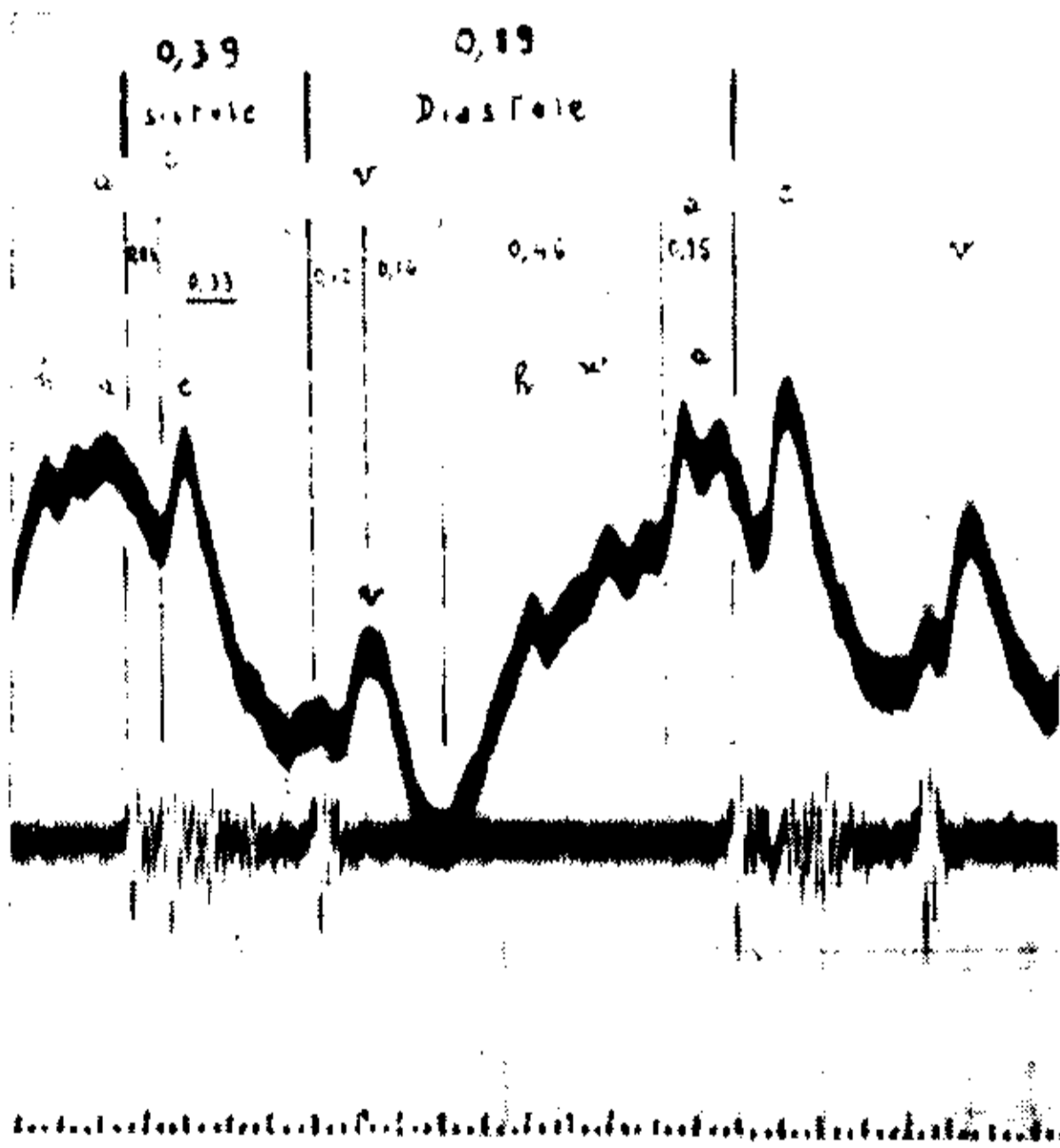


FIG. 5. — Soplo sistólico en una estrechez aórtica. Tiempo en 0.03 de segundo.

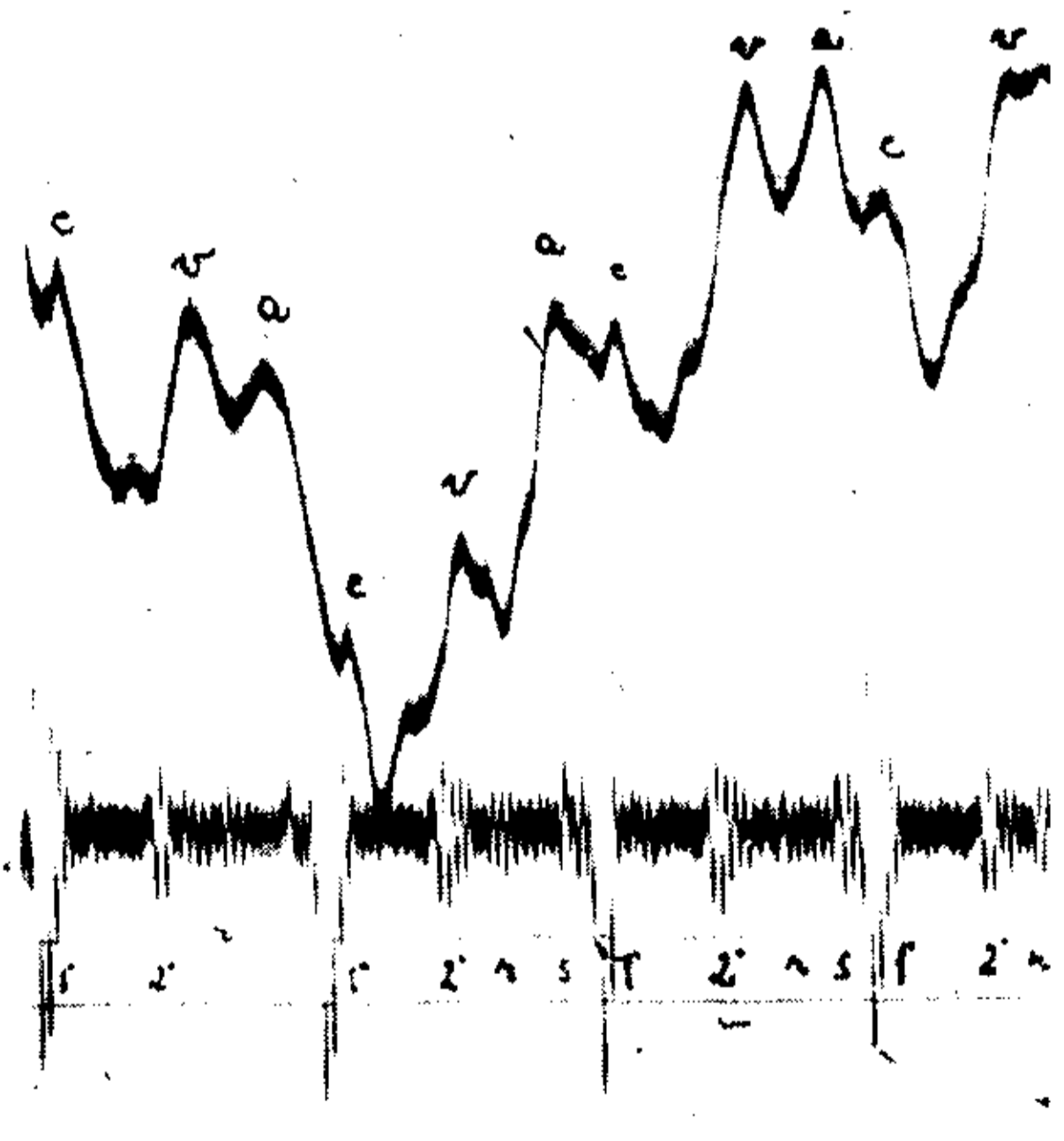


FIG. 6. — Roulement diastólico (r), soplo presistólico (s) y primer ruido soplante en una enfermedad mitral.

En la figura 3 pueden verse los ruidos normales y apreciarse el buen amortiguamiento de la membrana (falta de oscilaciones

posteriores a las reales). En la figura 4 se ve claramente el ruido auricular y el tercer ruido en un caso de tetralogía de Fallot con un soplo sistólico muy corto. En la figura 5 se puede apreciar la inscripción de un soplo sistólico en una estrechez aórtica. En la figura 6 el roulement diastólico, el soplo presistólico y el soplo sistólico de una enfermedad mitral.

Como puede observarse la línea de base está casi exenta de oscilaciones extrañas perturbadoras.

CONCLUSIONES

El empleo en fonocardiografía directa de una membrana de colodión elástico (solución alcohólica etérea de piroxilina) arrugada intencionalmente ofrece las siguientes ventajas:

- 1º) Buena sensibilidad para el uso clínico.
- 2º) Relativa aperiodicidad que trae como consecuencia: escasa distorsión sobre todo para los ruidos cardíacos y buen amortiguamiento (falta de inscripción de oscilaciones posteriores a las reales).
- 3º) Duración prácticamente indefinida.
- 4º) Obtención de buenos trazados.

RESUMEN

Se describe un nuevo tipo de membrana para fonocardiografía directa.

Está construída con una solución de piroxilina en alcohol y éter sulfúrico (colodion elástico) y se arruga intencionalmente para que sea más sensible y más aperiódica.

De este modo se obtiene buena sensibilidad, escasa distorsión, buen amortiguamiento, buenos trazados y una duración de la membrana de varios años.

BIBLIOGRAFIA

1. Arrighi F. P. y Braun Menéndez E. — ESTA REVISTA, 1940, 7.
2. Frank O. — "Zeitschrift für Biologie". 1914, LXIV, 125.
3. Frey W. — "Die Prinzipien der Schallregistrierung. Bethe Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie". 1926, VII, 1. 271-276.
4. Louarte R. G. — "Física General". La Plata 1936, II, pág. 310.
5. Orias O. y Braun Menéndez E. — "Los ruidos cardíacos en condiciones normales y patológicas". El Ateneo. Buenos Aires. 1937.
6. Wiggers C. J., Dean A. L. — "The American Journal of Physiology". 1917, 42, 476.

RÉSUMÉ

L'on décrit un nouveau type de membrane pour être utilisée en phonocardiographie directe. Elle est faite avec du colodion élastique (solution de pypyroxilin en éther alcool et éther sulfurique) qui se plie exprès pour la rendre plus sensible et plus aperiodique.

La membrane ainsi fabriquée peut durer plusieurs années et a une très bonne sensibilité et assouplissement, ce qui permet d'obtenir de très bons tracés avec peu de distortion.

SUMMARY

A new type of membrane for direct phonocardiography is described. It is made of elastic collodion (solution of pyroxilin in alcohol and ether), and once applied on the segmented capsule it is wrinkled to make it more sensitive and aperiodic.

The membrane thus prepared has good sensitivity, is well damped, gives good tracings with scarcely any distortion and may last for many years.

ZUSAMMENFASSUNG

Man beschreibt einen neuen Membrantyp für direkte Phonokardiographie. Sie besteht aus einer Lösung von Pyroxilin in Alkohol und Aether sulfuricum. (elastisches Colodium) und sie wird absichtlich gerunzelt damit sie empfindlicher und mehr aperiodisch ist. Auf diese Weise erhält man eine gute Sensibilität, geringe Distortion, gute Abdämpfung, gute Kurven und eine Gebrauchsdauer von mehreren Jahren.

