

FONOCARDIOGRAFIA NORMAL EN EL FOCO MITRAL (MEDALLA DE FISIOLOGIA DE 1941)

Por *Alejandro Jiménez Arango y Juan Jacobo Muñoz Delgado*

Introducción.

El presente trabajo ha sido ejecutado en el Laboratorio de Fisiología de la Facultad Nacional de Medicina, y ha sido dirigido por nuestro Profesor de Fisiología, doctor Alfonso Esguerra Gómez, a quien manifestamos el más sincero y profundo agradecimiento.

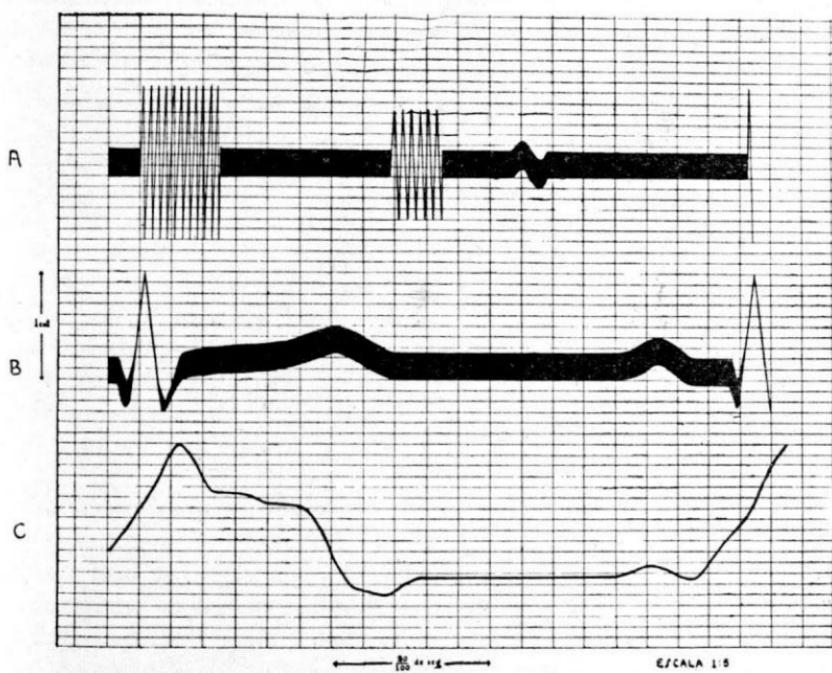
Las gráficas sobre las cuales han sido basadas las conclusiones que adelante expondremos, fueron tomadas con el "Stheto-Cadiette" de la casa Sanborn, recientemente adquirido por el Laboratorio de Fisiología. Hemos seguido la técnica corriente en el manejo de tales aparatos, y, en muchos de los casos, aparte del fonocardiograma que era la gráfica de nuestro mayor interés, tomamos también un electrocardiograma sincrónico en derivación II, para mayor ilustración de los respectivos casos.

Es de advertir que todos los datos que traemos han sido sacados de fonocardiogramas tomados en el foco de auscultación mitral, exclusivamente.

Los individuos de cuyas gráficas hablamos fueron 488, de los que se presentaron al Concurso de Admisión para las diversas dependencias de la Universidad Nacional en el presente año. Comprenden hombres y mujeres cuya edad oscila, más o menos, entre los 16 y los 25 años. Este personal es bastante heterógeno en cuanto a su procedencia, pues son individuos venidos de todas partes de Colombia y aún del exterior, pero todos ellos tuvieron una permanencia en Bogotá, anterior al momento en que fueron examinados, por lo menos de dos semanas. Está tal vez por demás advertir que todos ellos han sido considerados clínicamente sanos, en el examen médico que con muy pocos días de anterioridad les fué practicado en el Servicio Médico-Social Universitario.

Los fonocardiogramas a que hacemos referencia se encuentran en el archivo del Laboratorio de Fisiología, debidamente valorados y marcados con los números correspondientes a las fichas de examen.

Quizás sobra advertir la importancia de estos resultados tanto para la Fisiología Experimental, como para la Clínica, pues con estos datos el experimentador y el médico pueden tener puntos fijos y precisos para colocar dentro de un margen de normalidad re-



A: FONOCARDIOGRAMA

B: ELECTROCARDIOGRAMA

C: CARDIOGRAMA EN D.L.I.

FIG. 1

A: FONOCARDIOGRAMA TRAZADO SEGUN LOS PROMEDIOS ARITMETICOS QUE CITAMOS EN EL PRESENTE TRABAJO.

B: ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL

C: CARDIOGRAMA EN D.L.I. SEGUN LAS CIFRAS MEDIAS OBTENIDAS POR EL SEÑOR JULIAN DE ZULUETA.

lativa o fuéra de él, los casos que a diario se presentan en lo referente a cada uno de los detalles de los ruidos cardíacos; tanto más si tenemos en cuenta que aquí no se ha fijado hasta ahora, que separamos, dicho margen de normalidad, es decir, la amplitud en que varía el mayor número de casos encontrados.

Los datos que se pueden sacar al examen atento y minucioso

de un fonocardíograma son tan precisos, que no dan lugar a duda y ahorran toda discusión al respecto.

Para los cálculos estadísticos, "que dan la expresión matemática", de todos y cada uno de los fenómenos y casos observados, hemos seguido los procedimientos usuales al aplicar las matemáticas a los resultados fisiológicos, y que se encuentran perfectamente definidos y completos en la obra titulada *La estadística aplicada a las Ciencias Biológicas*, cuyo autor es el señor R. de Shelly Hernández. (Caracas, 1941).

Para mostrar el interés que tiene el aplicar la estadística a estos problemas, transcribimos las palabras con que el autor citado comienza su obra: "En la mayoría de las investigaciones relacionadas con las diversas manifestaciones de la vida se llega a cifras cuantitativas y cualitativas que expresan las frecuencias y características de las que depende el resultado final, pero la forma en que dichas cifras han de ser obtenidas, analizadas e interpretadas para la obtención de una solución correcta no puede lograrse sino mediante la aplicación de la técnica estadística".

Creemos conveniente explicar, aunque sea de una manera muy somera los procedimientos seguidos:

Con el total de datos encontrados respecto a un sólo fenómeno, por ejemplo duración o intensidad de un ruido, y agrupando los datos por frecuencias correspondientes a cada clase, se obtiene una gráfica llamada histograma. El histograma expresa de una manera escueta los resultados generales obtenidos y sirve de base para sacar las conclusiones. Estas conclusiones son dos principales: el promedio aritmético ponderado y la desviación standard, y otra que se deduce de las dos anteriores: la amplitud de variabilidad absoluta. Sobre cada histograma hemos trazado la curva normal de probabilidades, que indica la agrupación matemática perfecta de un número infinito de casos. Tanto para la obtención de los datos mencionados, como para el trazado de la curva de Gaëss, hemos seguido los procedimientos estadísticos corrientes.

Para poder darle a cada uno de los datos encontrados un valor determinado en relación con los respectivos promedios aritméticos, hemos calculado en todos los casos el Grado de desviación centesimal de Viola, con el cual se puede saber, en cuanto se obtenga un resultado, la desviación de la normalidad de dicho resultado, relacionándolo siempre con el número fijo 100. Este procedimiento es ya bastante conocido por médicos y estudiantes de medicina, pues en esta forma se acostumbra expresar los resultados obtenidos en el metabolismo basal. Se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$N(s) = \frac{i - M}{M} \times 100$$

N(s) = Grado de desviación centesimal.

i = Medida individual real.

M = Promedio aritmético ponderado.

Como ejemplo, transcribimos uno de los cuadros de cálculos que se hicieron para obtener los resultados que adelante se darán. Este corresponde a la duración del silencio largo:

| CLASES | X | F | FX | d | d^2 | $d^2 F$ | |
|-----------|--------|-----------|----|---------|-------|---------|---------|
| 0.1 5 6 0 | 0.1689 | 0.1 6 2 5 | 3 | 0.4875 | -17 | 2 8 9 | 8 6 7 |
| 0.1 6 9 0 | 0.1819 | 0.1 7 5 5 | 0 | 0.0000 | -16 | 2 5 6 | 0 0 |
| 0.1 8 2 0 | 0.1949 | 0.1 8 8 5 | 5 | 0.9425 | -15 | 2 2 5 | 1 1 2 5 |
| 0.1 9 5 0 | 0.2079 | 0.2 0 1 5 | 1 | 0.2015 | -14 | 1.9 6 | 1 9 6 |
| 0.2 0 8 0 | 0.2209 | 0.2 1 4 5 | 7 | 1.5015 | -13 | 1 6 9 | 1 1 8 3 |
| 0.2 2 1 0 | 0.2339 | 0.2 2 7 5 | 7 | 1.5925 | -12 | 1 4 4 | 1 0 0 8 |
| 0.2 3 4 0 | 0.2469 | 0.2 4 0 5 | 10 | 2.4050 | -11 | 1 2 1 | 1 2 1 0 |
| 0.2 4 7 0 | 0.2599 | 0.2 5 3 5 | 11 | 2.6785 | -10 | 1 0 0 | 1 1 0 0 |
| 0.2 6 0 0 | 0.2729 | 0.2 6 6 5 | 24 | 6.3960 | -9 | 8 1 | 1 9 4 4 |
| 0.2 7 3 0 | 0.2859 | 0.2 7 9 5 | 19 | 5.5105 | -8 | 6 4 | 1 2 1 6 |
| 0.2 8 6 0 | 0.2989 | 0.2 9 2 5 | 28 | 8.1900 | -7 | 4 9 | 1 3 7 2 |
| 0.2 9 9 0 | 0.3119 | 0.3 0 5 5 | 33 | 10.0815 | -6 | 3 6 | 1 1 8 8 |
| 0.3 1 2 0 | 0.3249 | 0.3 1 8 5 | 16 | 5.0960 | -5 | 2 5 | 4 0 0 |
| 0.3 2 5 0 | 0.3379 | 0.3 3 1 5 | 33 | 10.9395 | -4 | 1 6 | 5 2 8 |
| 0.3 3 8 0 | 0.3509 | 0.3 4 4 5 | 11 | 3.7895 | -3 | 9 | 9 9 |
| 0.3 5 1 0 | 0.3639 | 0.3 5 7 5 | 27 | 9.6525 | -2 | 4 | 1 0 8 |
| 0.3 6 4 0 | 0.3769 | 0.3 7 0 5 | 26 | 9.6330 | -1 | 1 | 2 6 |
| 0.3 7 7 0 | 0.3899 | 0.3 8 3 5 | 15 | 5.7525 | 0 | 0 | 0 0 |
| 0.3 9 0 0 | 0.4029 | 0.3 9 6 5 | 39 | 15.4635 | 1 | 1 | 3 9 |
| 0.4 0 3 0 | 0.4159 | 0.4 0 9 5 | 11 | 4.4045 | 2 | 4 | 4 4 |
| 0.4 1 6 0 | 0.4289 | 0.4 2 2 5 | 14 | 5.9150 | 3 | 9 | 1 2 6 |
| 0.4 2 9 0 | 0.4419 | 0.4 3 5 5 | 18 | 7.8390 | 4 | 1 6 | 2 8 8 |
| 0.4 4 2 0 | 0.4549 | 0.4 4 8 5 | 13 | 5.8305 | 5 | 2 5 | 3 2 5 |
| 0.4 5 5 0 | 0.4679 | 0.4 6 1 5 | 14 | 6.4610 | 6 | 3 6 | 5 0 4 |
| 0.4 6 8 0 | 0.4809 | 0.4 7 4 5 | 8 | 3.7960 | 7 | 4 9 | 3 9 2 |
| 0.4 8 1 0 | 0.4939 | 0.4 8 7 5 | 14 | 6.8250 | 8 | 6 4 | 8 9 6 |
| 0.4 9 4 0 | 0.5069 | 0.5 0 0 5 | 7 | 3.5035 | 9 | 8 1 | 5 6 7 |
| 0.5 0 7 0 | 0.5199 | 0.5 1 3 5 | 13 | 6.6755 | 10 | 1 0 0 | 1 3 0 0 |
| 0.5 2 0 0 | 0.5329 | 0.5 2 6 5 | 2 | 1.0530 | 11 | 1 2 1 | 2 4 2 |
| 0.5 3 3 0 | 0.5459 | 0.5 3 9 5 | 5 | 2.6975 | 12 | 1 4 4 | 7 2 0 |
| 0.5 4 6 0 | 0.5589 | 0.5 5 2 5 | 9 | 4.9725 | 13 | 1 6 9 | 1 5 2 1 |
| 0.5 5 9 0 | 0.5719 | 0.5 6 5 5 | 2 | 1.1310 | 14 | 1 9 6 | 3 9 2 |
| 0.5 7 2 0 | 0.5849 | 0.5 7 8 5 | 7 | 4.0495 | 15 | 2 2 5 | 1 5 7 5 |
| 0.5 8 5 0 | 0.5979 | 0.5 9 1 5 | 4 | 2.3660 | 16 | 2 5 6 | 1 0 2 4 |
| 0.5 9 8 0 | 0.6109 | 0.6 0 4 5 | 2 | 1.2090 | 17 | 2 8 9 | 5 7 8 |
| 0.6 1 1 0 | 0.6239 | 0.6 1 7 5 | 2 | 1.2350 | 18 | 3 2 4 | 6 4 8 |
| 0.6 2 4 0 | 0.6369 | 0.6 3 0 5 | 1 | 0.6305 | 19 | 3 6 1 | 3 6 1 |
| 0.6 3 7 0 | 0.6499 | 0.6 4 3 5 | 6 | 3.8610 | 20 | 4 0 0 | 2 4 0 0 |
| 0.6 5 0 0 | 0.6629 | 0.6 5 6 5 | 0 | 0.0000 | 21 | 4 4 1 | 0 0 |
| 0.6 6 3 0 | 0.6759 | 0.6 6 9 5 | 0 | 0.0000 | 22 | 4 8 4 | 1 0 5 8 |
| 0.6 7 6 0 | 0.6889 | 0.6 8 2 5 | 2 | 1.3650 | 23 | 5 2 9 | 5 7 6 |
| 0.6 8 9 0 | 0.7019 | 0.6 9 5 5 | 1 | 0.6955 | 24 | 5 7 6 | 4 2 5 |
| 0.7 0 2 0 | 0.7149 | 0.7 0 8 5 | 1 | 0.7085 | 25 | 6 2 5 | 6 7 6 |
| 0.7 1 5 0 | 0.7279 | 0.7 2 1 5 | 1 | 0.7215 | 26 | 6 7 6 | 0 0 |
| 0.7 2 8 0 | 0.7409 | 0.7 3 4 5 | 0 | 0.0000 | 27 | 7 2 9 | 7 8 4 |
| 0.7 4 1 0 | 0.7539 | 0.7 4 7 5 | 1 | 0.7475 | 28 | 7 8 4 | 0 0 |
| 0.7 5 4 0 | 0.7669 | 0.7 6 0 5 | 0 | 0.0000 | 29 | 8 4 1 | 2 1 0 0 |
| 0.7 6 7 0 | 0.7799 | 0.7 7 3 5 | 3 | 2.3205 | 30 | 9 0 0 | 9 0 0 |

| $D^2 \log e$ | $S = \frac{D^2 \log e}{26^2}$ | $a = \text{anti-log } S$ | $F_t = \frac{K}{a}$ |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 2 5.5 0 9 8 1 | 0.8 8 0 3 5 | 7.5 9 1 | 2.9 6 3 |
| 1 1 1.1 7 8 2 4 | 0.7 7 9 8 3 | 6.0 9 3 | 3.7 3 4 |
| 9 7.7 1 5 2 5 | 0.6 8 5 3 9 | 4.8 4 6 | 4.6 4 1 |
| 8 5.1 2 0 8 4 | 0.5 9 7 0 5 | 3.9 5 4 | 5.6 8 8 |
| 7 3.3 9 5 0 1 | 0.5 1 4 8 0 | 3.2 7 1 | 6.8 7 6 |
| 6 2.5 3 7 7 6 | 0.4 3 8 6 5 | 2.7 4 5 | 8.1 9 4 |
| 5 2.5 4 9 0 9 | 0.3 6 8 5 9 | 2.3 3 6 | 9.6 2 9 |
| 4 3.4 2 9 0 0 | 0.3 0 4 6 2 | 2.0 1 6 | 1 1.1 5 7 |
| 3 5.1 7 7 4 9 | 0.2 4 6 7 4 | 1.7 6 5 | 1 2.7 4 4 |
| 2 7.7 9 4 5 6 | 0.1 9 4 9 5 | 1.5 6 6 | 1 4.3 6 4 |
| 2 1.2 8 0 2 1 | 0.1 4 9 2 6 | 1.4 1 0 | 1 5.9 5 3 |
| 1 5.6 3 4 4 4 | 0.1 0 9 6 6 | 1.2 8 7 | 1 7.4 7 8 |
| 1 0.8 5 7 2 5 | 0.0 7 6 1 5 | 1.1 9 1 | 1 8.8 8 6 |
| 6.9 4 8 6 4 | 0.0 4 8 7 3 | 1.1 1 8 | 2 0.1 2 0 |
| 3.9 0 8 6 1 | 0.0 2 7 4 1 | 1.0 6 5 | 2 1.1 2 1 |
| 1.7 3 7 1 6 | 0.0 1 2 1 3 | 1.0 2 9 | 2 1.8 6 0 |
| 0.4 3 4 2 9 | 0.0 0 3 0 4 | 1.0 0 7 | 2 2.3 3 7 |
| 0.0 0 0 0 0 0 | 0.0 0 0 0 0 0 | 1.0 0 0 | 2 2.4 9 4 |
| 0.4 3 4 2 9 | 0.0 0 3 0 4 | 1.0 0 7 | 2 2.3 3 7 |
| 1.7 3 7 1 6 | 0.0 1 2 1 8 | 1.0 2 9 | 2 1.8 6 0 |
| 3.9 0 8 6 1 | 0.0 2 7 4 1 | 1.0 6 5 | 2 1.1 2 1 |
| 6.9 4 8 6 4 | 0.0 4 8 7 3 | 1.1 1 8 | 2 0.1 2 0 |
| 1 0.8 5 7 2 5 | 0.0 7 6 1 5 | 1.1 9 1 | 1 8.8 8 6 |
| 1 5.6 3 4 4 4 | 0.1 0 9 6 6 | 1.2 8 7 | 1 7.4 7 8 |
| 2 1.2 8 0 2 1 | 0.1 4 9 2 6 | 1.4 1 0 | 1 5.9 5 3 |
| 2 7.7 9 4 5 6 | 0.1 9 4 9 5 | 1.5 6 6 | 1 4.3 6 4 |
| 3 5.1 7 7 4 9 | 0.2 4 6 7 4 | 1.7 6 5 | 1 2.7 4 4 |
| 4 3.4 2 9 0 0 | 0.3 0 4 6 2 | 2.0 1 6 | 1 1.1 5 7 |
| 5 2.5 4 9 0 9 | 0.3 6 8 5 9 | 2.3 3 6 | 9.6 2 9 |
| 6 2.5 3 7 7 6 | 0.4 3 8 6 5 | 2.7 4 5 | 8.1 9 4 |
| 7 3.3 9 5 0 1 | 0.5 1 4 8 0 | 3.2 7 1 | 6.8 7 6 |
| 8 5.1 2 0 8 4 | 0.5 9 7 0 5 | 3.9 5 4 | 5.6 8 8 |
| 9 7.7 1 5 2 5 | 0.6 8 5 3 9 | 4.8 4 6 | 4.6 4 1 |
| 1 1 1.1 7 8 2 4 | 0.7 7 9 8 3 | 6.0 9 3 | 3.7 3 4 |
| 1 2 5.5 0 9 8 1 | 0.8 8 0 3 5 | 7.5 9 1 | 2.9 6 3 |
| 1 4 0.1 0 9 9 6 | 0.9 8 6 9 7 | 9.7 0 4 | 2.3 1 8 |
| 1 5 6.7 7 8 6 9 | 1.0 9 9 6 8 | 1 2.5 7 0 | 1.7 8 9 |
| 1 7 3.7 1 6 0 0 | 1.2 1 8 4 8 | 1 6.5 3 7 | 1.3 6 0 |
| 1 9 1.5 2 1 8 9 | 1.3 4 3 3 7 | 2 2.0 4 8 | 1.0 2 0 |
| 2 1 0.1 9 6 3 6 | 1.4 7 4 3 6 | 2 9.8 1 0 | 0.7 5 4 |
| 2 2 9.7 3 9 4 1 | 1.6 1.1 4 4 | 4 0.8 7 3 | 0.6 5 0 |
| 2 5 0.1 5 1 0 4 | 1.7 1 4 6 1 | 5 6.8 3 4 | 0.3 9 5 |
| 2 7 1.4 3 1 2 5 | 1.9 0 3 8 8 | 8 0.1 4 6 | 0.2 8 0 |
| 2 9 3.5 8 0 0 4 | 2.0 5 9 2 3 | 1 1 4.6 1 3 | 0.1 9 6 |
| 3 4 6.5 9 7 4 1 | 2.2 2 0 6 8 | 1 6 6.2 1 5 | 0.1 3 5 |
| 3 4 0.4 8 3 3 6 | 2.3 8 8 2 3 | 2 4 4.4 7 2 | 0.0 9 2 |
| 3 6 5.2 3 1 8 9 | 2.5 6 1 8 6 | 3 6 4.6 3 3 | 0.0 6 1 |
| 3 9 0.8 6 1 0 0 | 2.7 3 4 5 6 | 5 4 2.7 1 1 | 0.0 4 1 |

Todos los cuadros de cálculos estadísticos y las curvas y gráficas originales se encuentran en el archivo del Laboratorio de Fisiología, y han sido revisados por el Ing. Eduardó Albornoz Plata.

En los siguientes capítulos trataremos separadamente, en primer lugar de los ruidos cardíacos; en segundo lugar, de los silencios; y, por último, expondremos las conclusiones que se pueden deducir. Para cada fenómeno y buscando mayor claridad, expondremos ligeras nociones de Fisiología General, su interpretación fonocardiográfica, y las conclusiones estadísticas determinadas en la forma anotada.



FIG. 2
FONOCARDIOGRAMA NORMAL.

Ruidos cardíacos.

Físicamente, los ruidos del corazón son semejantes a cualquier otro ruido. De manera que les podemos considerar los caracteres propios a un sonido cualquiera, como son intensidad, duración, tonalidad y timbre. Afortunadamente, todos estos caracteres aparecen de manera absolutamente precisa y nítida en un fonocardiograma tomado con las debidas precauciones y con técnica cuidadosa, por lo cual consideramos que podemos tratar sobre ellos sin estar expuesto a mayor causa de error, en lo que se refiere a la valoración de las gráficas. Los ruidos quedan inscritos en forma de ondas analizables a la observación y de las cuales se deduce, como es sabido, la intensidad, con la amplitud de la onda; la duración, con la longitud en el eje de las abscisas; la tonalidad, con el período o frecuencia de vibraciones por segundo, y el timbre, con la forma de la onda.

La intensidad del ruido está indicada por la amplitud de la onda, y para valorarla, basta medir en milímetros la vibración en el sentido de las ordenadas. Estos valores tomados aisladamente en un solo ruido no indican nada especial, pues la intensidad del ruido está sometida a múltiples factores de variación, ya que con la amplificación del aparato sólo se procuró que estos sonidos aparecie-

ran nítidamente. Hay que tener en cuenta que la posición del corazón, el espesor de la pared torácica y la agitación dependiente del estado físico o psíquico del individuo, alteran notablemente la intensidad de los dos ruidos y colocan los diferentes casos en estados tan distintos, que hacen imposible su comparación. De manera que para poder sacar algún dato útil de la intensidad de los ruidos, en vez de comparar en todos los casos un solo ruido aislado, hemos comparado la relación de las intensidades en ambos ruidos, asunto sobre el cual hablaremos luégo.

Como hemos dicho, la tonalidad grave o aguda de un ruido depende del número de vibraciones por segundo, o sea de su período. Para valorarlo, basta contar en segundos la duración, luégo contar el número de vibraciones, y con estos datos buscar el período por medio de una regla de tres simple.

La duración se valora en el eje de las abscisas, sabiendo que el papel fotográfico pasa a una velocidad de 75 m/m. por segundo. Según ésto, un milímetro corresponde a 13 milésimas de segundo. Es de anotar que el ruido clínico es casi siempre menor que el ruido fonocardiográfico, ya que sólo es audible en la parte en que su intensidad y su período lo permiten.

Según hemos dicho, la intensidad de un ruido considerada aisladamente no tiene mayor valor, por las causas ya anotadas. Lo que sí se puede comparar en todos los casos es la relación de las intensidades de los dos ruidos. Para obtenerla hemos dividido la amplitud del primero por la amplitud del segundo, lo que nos da una cifra, que es menor que 1, al ser el segundo ruido más intenso que el primero, y mayor que 1 en caso contrario.

Gráficamente el timbre de un ruido está dado por la forma particular que tiene la onda, independiente de la amplitud, la duración y la frecuencia, y que resulta de ondulaciones secundarias que se agregan a la principal. Resulta prácticamente imposible valorar el timbre, ya que no se cuenta con una unidad de comparación. Sólo se puede describir gráficamente, cosa que resultaría inútil y demasiado prolífica en un total de cerca de 500 casos.

El primer ruido o ruido sistólico corresponde en la revolución cardíaca al cierre de las válvulas aurículo-ventriculares, y resulta de la combinación de varios ruidos, que no es el caso entrar a describir, y que se encuentran detallados en los tratados de Fisiología y de Semiología.

Electrocardiográficamente corresponde al segmento RS y a la primera parte del segmento ST, o sea al principio de la sístole ventricular.

Como duración, hemos encontrado que el total de casos oscila entre 0,039 seg. y 0,208 seg. El promedio aritmético ha sido de 0,099 seg., es decir prácticamente un décimo de segundo. La amplitud de variación absoluta ha sido de 0,073 seg. a 0,125 seg. que

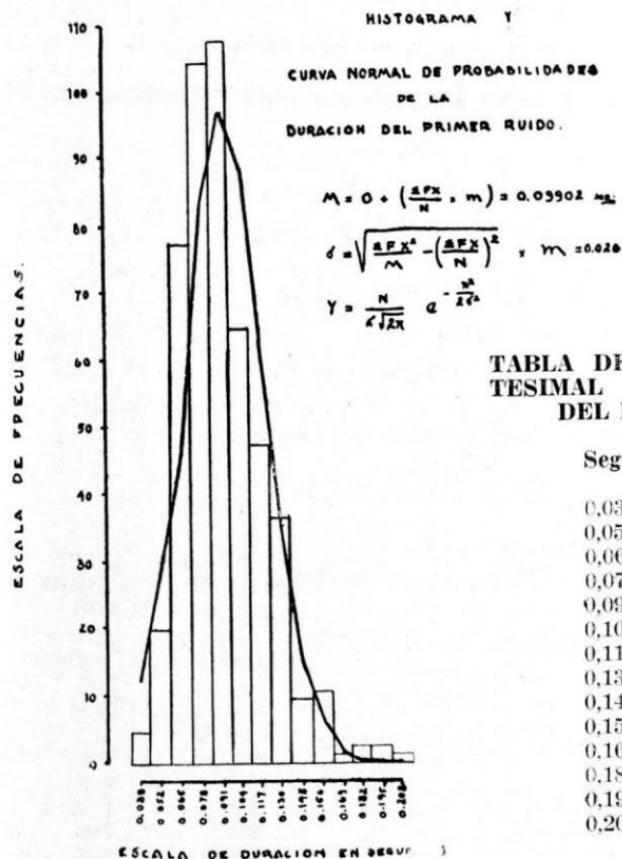


TABLA DE DESVIACION CEN-
TESIMAL DE LA DURACION
DEL PRIMER RUIDO

Segundos

| | | | |
|-------|---|---|------|
| 0,039 | = | — | 60% |
| 0,052 | = | — | 47% |
| 0,065 | = | — | 34% |
| 0,078 | = | — | 21% |
| 0,091 | = | — | 8% |
| 0,104 | = | + | 5% |
| 0,117 | = | + | 18% |
| 0,130 | = | + | 31% |
| 0,143 | = | + | 44% |
| 0,156 | = | + | 57% |
| 0,169 | = | + | 70% |
| 0,182 | = | + | 83% |
| 0,195 | = | + | 96% |
| 0,208 | = | + | 109% |

abarca los casos que se pueden considerar estadísticamente como normales.

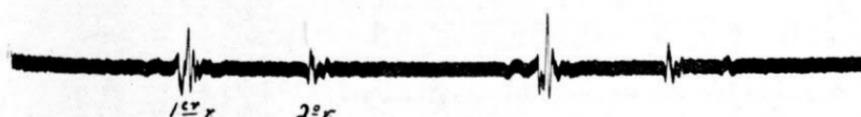


FIG. 3
GRAFICA CON RUIDOS MUY CORTOS

El período del primer ruido ha sido encontrado entre 30 y 270 vibraciones por segundo, siendo el promedio aritmético de 110 vi-

braciones y la amplitud de variación absoluta, de 73 a 145 vibraciones por segundo. Respecto a la intensidad del primer ruido, adelante expondremos las cifras obtenidas en su comparación con la

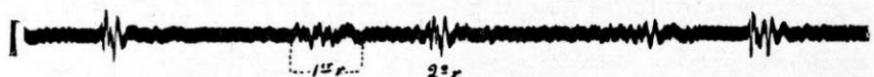
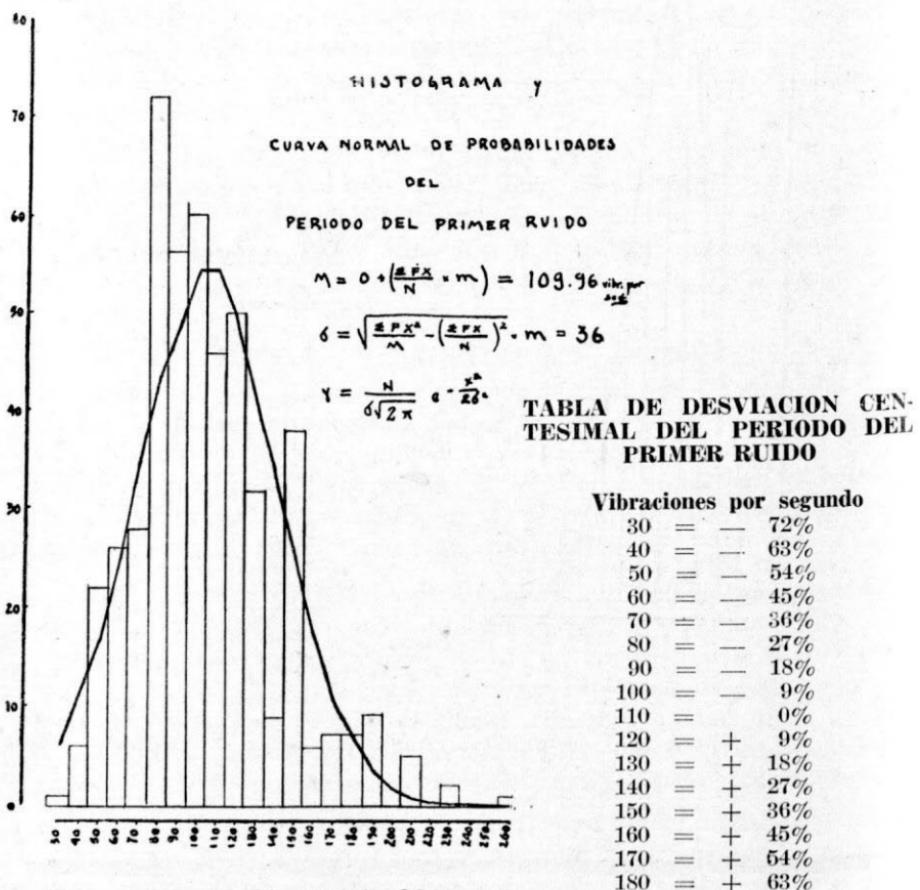


FIG. 4

PRIMER RUIDO LARGO Y POCO INTENSO

intensidad del segundo. En cuanto a timbre, ya hemos dicho que no es posible dar datos concretos.



Vibraciones por segundo

| | | | |
|-----|---|---|------|
| 30 | = | — | 72% |
| 40 | = | — | 63% |
| 50 | = | — | 54% |
| 60 | = | — | 45% |
| 70 | = | — | 36% |
| 80 | = | — | 27% |
| 90 | = | — | 18% |
| 100 | = | — | 9% |
| 110 | = | — | 0% |
| 120 | = | + | 9% |
| 130 | = | + | 18% |
| 140 | = | + | 27% |
| 150 | = | + | 36% |
| 160 | = | + | 45% |
| 170 | = | + | 54% |
| 180 | = | + | 63% |
| 190 | = | + | 72% |
| 200 | = | + | 81% |
| 210 | = | + | 90% |
| 220 | = | + | 100% |
| 230 | = | + | 109% |
| 240 | = | + | 118% |
| 250 | = | + | 127% |
| 260 | = | + | 136% |



FIG. 5

RUIDOS DE TONALIDAD ELEVADA

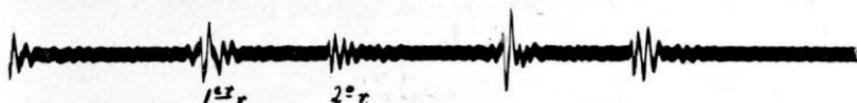
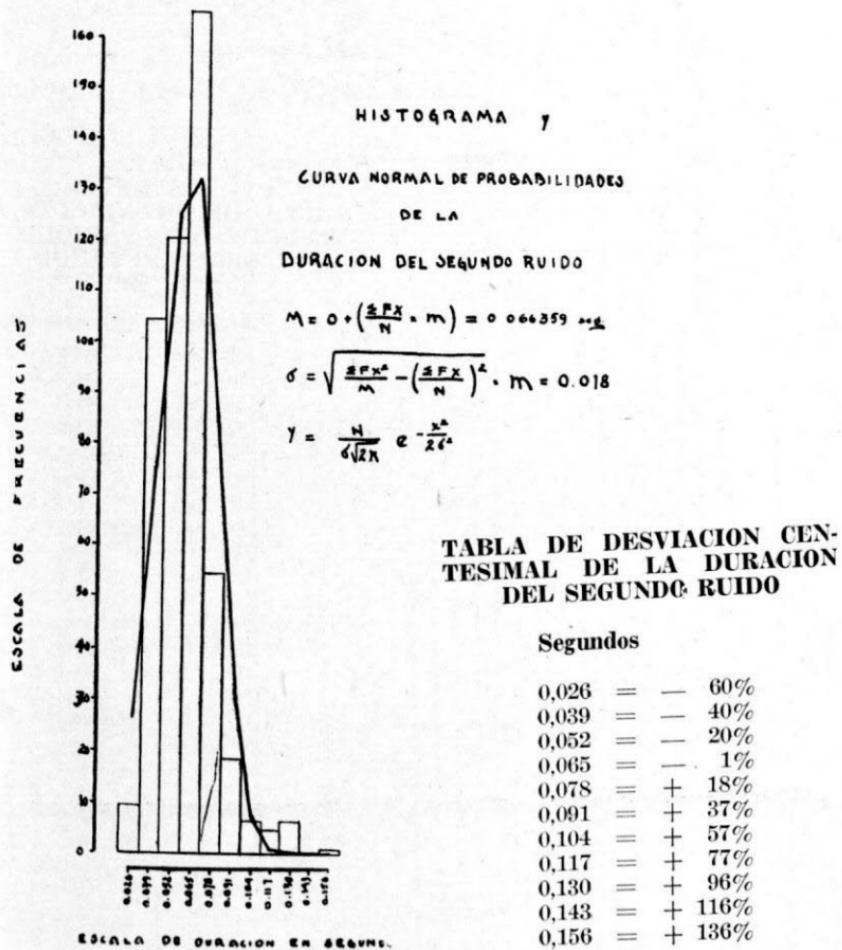


FIG. 6

RUIDOS PROLONGADOS.



El segundo ruido corresponde al cierre de las válvulas sigmoides, interviniendo en él, también, varios factores que lo caracterizan. En un electrocardiograma sincrónico corresponde al descenso de la onda T, es decir, exactamente al comienzo de la inactividad eléctrica de la revolución cardíaca.

La duración del segundo ruido ha variado entre 0,026 seg. y 0,156 seg. El promedio aritmético correspondiente ha sido de 0,066 seg., y la amplitud de variación absoluta, de 0,048 seg. a 0,084 seg.

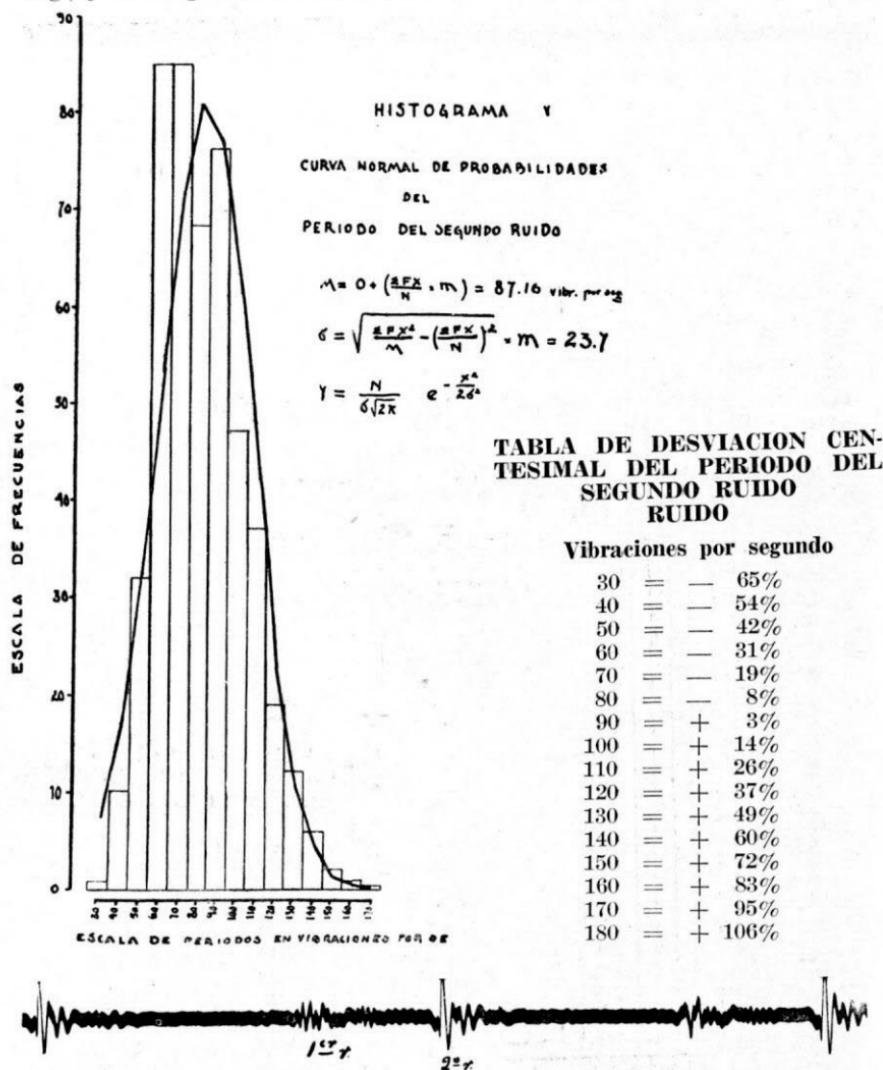


FIG. 7
2º RUIDO MÁS INTENSO QUE EL PRIMERO.

El período medio encontrado ha sido de 87 vibraciones por segundo, habiendo una amplitud en la totalidad de casos entre 30 y

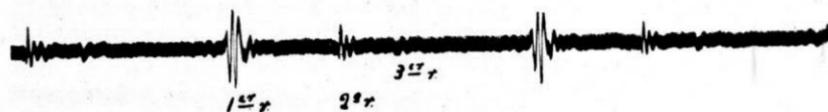


FIG. 8
PRIMER RUIDO MÁS INTENSO QUE EL 2°

180 vibraciones. La variación absoluta va de 63 a 111 vibraciones por segundo.

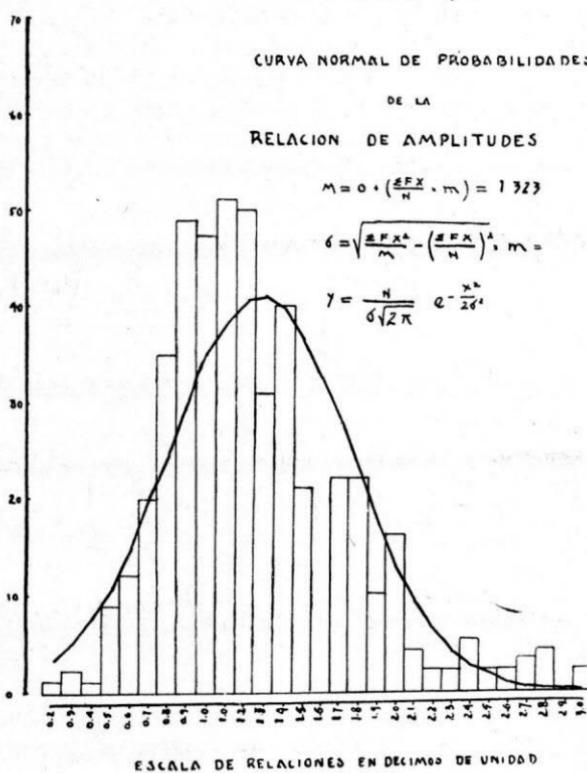
Al comparar la intensidad de los ruidos por medio de la rela-

intensidad del primer ruido
ción $R = \frac{\text{intensidad del primer ruido}}{\text{intensidad del segundo ruido}}$ hemos encontrado que la cifra

R varía entre 0,20 y 3; es decir, que en casos extremos, el primer ruido ha sido cinco veces más intenso que el segundo (en el valor

**TABLA DE DES-
VIACION CENTE-
SIMAL DE LA RE-
LACION DE IN-
TENSIDADES**

| | | | |
|-----|---|---|------|
| 0,2 | = | — | 84% |
| 0,3 | = | — | 77% |
| 0,4 | = | — | 69% |
| 0,5 | = | — | 62% |
| 0,6 | = | — | 54% |
| 0,7 | = | — | 47% |
| 0,8 | = | — | 39% |
| 0,9 | = | — | 32% |
| 1,0 | = | — | 24% |
| 1,1 | = | — | 16% |
| 1,2 | = | — | 8% |
| 1,3 | = | — | 1% |
| 1,4 | = | + | 5% |
| 1,5 | = | + | 13% |
| 1,6 | = | + | 20% |
| 1,7 | = | + | 28% |
| 1,8 | = | + | 36% |
| 1,9 | = | + | 43% |
| 2,0 | = | + | 51% |
| 2,1 | = | + | 58% |
| 2,2 | = | + | 66% |
| 2,3 | = | + | 73% |
| 2,4 | = | + | 81% |
| 2,5 | = | + | 88% |
| 2,6 | = | + | 96% |
| 2,7 | = | + | 104% |
| 2,8 | = | + | 111% |
| 2,9 | = | + | 119% |
| 3,0 | = | + | 126% |



$R = 0,20$) y que el segundo ruido ha sido tres veces más intenso que el primero (en el valor $R = 3$). Como promedio aritmético, hemos encontrado 1,323, es decir que en la mayoría de los casos el primer ruido ha sido ligeramente más intenso que el segundo. La amplitud de variación absoluta se ha encontrado entre 0,99 y 1,66.

El promedio aritmético de períodos ha sido en el primer ruido, de 110 vibraciones por segundo, y de 87 en el segundo ruido: es decir, que se puede considerar el primer ruido como ligeramente agudo que el segundo.

El primer ruido ha sido encontrado más largo que el segundo ya que los promedios aritméticos de sus duraciones han sido 0,099 seg. y 0,066 seg., respectivamente.

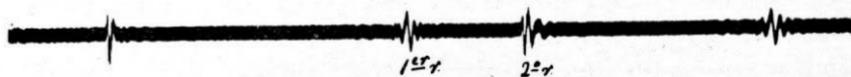


FIG. 9
RUIDOS SENSIBLEMENTE IGUALES EN DURACIÓN, INTENSIDAD Y TONO

En resumen, el primer ruido es, en la generalidad de los casos, más agudo que el segundo.

Para terminar con lo referente a los ruidos cardíacos, debemos anotar que en 274 fonocardiogramas, es decir en el 56% de los casos existe en sitios variables de la diástole, un ruido suave, bajo y corto, que probablemente corresponde a lo que se ha llamado tercer ruido. La mayoría de las veces pasa desapercibido al oído, pero otras veces se oye nítidamente, y en estos casos se presenta más agudo y más intenso, hasta poder pensar en un verdadero galope.

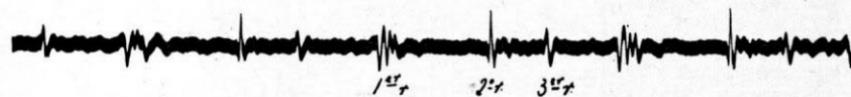


FIG. 10
PRENCIA DEL TERCER RUIDO

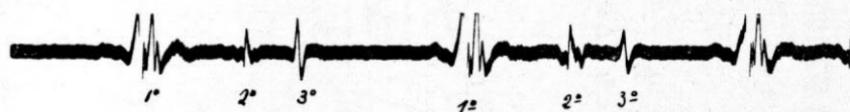


FIG. 11
TERCER RUIDO ANORMALMENTE INTENSO

En 77 gráficas, o sea en el 15,77 de los casos, aparece un pequeño ruido con las mismas características del que hemos descrito y que se coloca inmediatamente antes del primer ruido.

Los ruidos patológicos o anormales tienen una representación

nítida en los fonocardiogramas, pero no trataremos sobre ellos, por ser nuestro estudio netamente fisiológico. Pueden verse algunos ejemplos en las gráficas que adjuntamos:

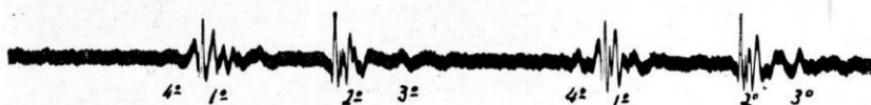


FIG. 12

TERCERO Y CUARTO RUIDOS



FIG. 13

TERCERO Y CUARTO RUIDOS

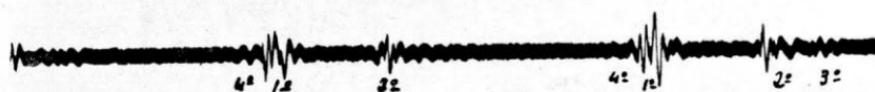


FIG. 14

TERCERO Y CUARTO RUIDOS.

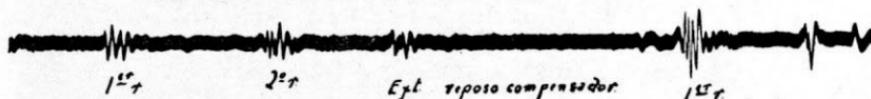


FIG. 15

EXTRASISTOLE VENTRICULAR



FIG. 16

TRES RUIDOS DIASTOLICOS.

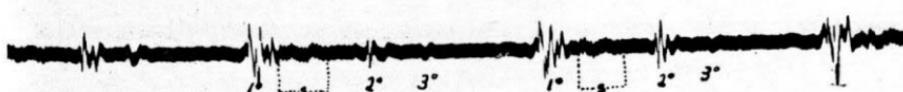


FIG. 17

SOPLO MESOSISTOLICO



FIG. 18

SOPLO PROTOSISTOLICO.



FIG. 19

RUIDOS ANORMALES.

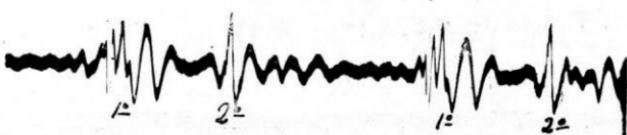


FIG. 20

RUIDOS ANORMALES.



FIG. 21

RUIDOS ANORMALES.

Silencios de la revolución cardíaca.

Como se sabe, en la revolución cardíaca se pueden considerar dos silencios: uno sistólico o silencio corto, y otro diastólico o silencio largo. Gráficamente salen representados en forma de una línea recta de una anchura de $2\frac{1}{2}$ m.m. y de longitud variable. En razón de su forma gráfica, sólo se les puede valorar su duración.

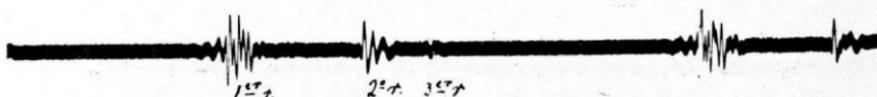
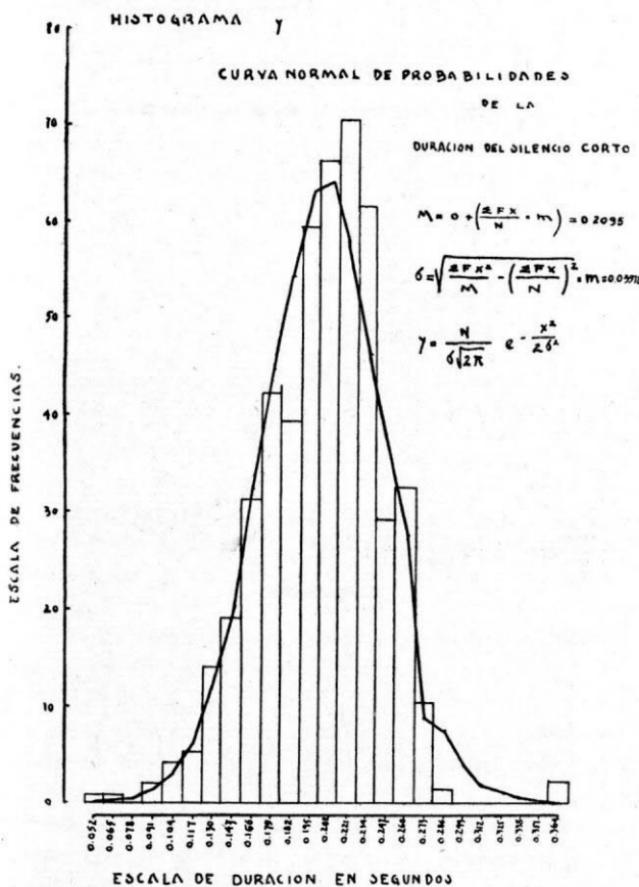


FIG. 22

BRADICARDIA

El silencio corto corresponde en un electrocardiograma sincrónico, a la mayor parte del segmento ST, hasta el vértice de la onda T, es decir, a la mayor parte de la sístole ventricular; naturalmente se coloca inmediatamente después del primer ruido. Su duración media se ha encontrado en 0,2095 seg., oscilando el total de casos entre 0,052 seg. y 0,364 seg. El silencio corto rara vez se encuentra



**TABLA DE DESVIA-
CION CENTESIMAL
DE LA DURACION
DEL SILENCIO
CORTO**

| Segundos | | |
|----------|---|-------|
| 0,052 | = | — 75% |
| 0,065 | = | — 68% |
| 0,078 | = | — 62% |
| 0,091 | = | — 56% |
| 0,104 | = | — 50% |
| 0,117 | = | — 44% |
| 0,130 | = | — 37% |
| 0,143 | = | — 31% |
| 0,156 | = | — 25% |
| 0,169 | = | — 19% |
| 0,182 | = | — 13% |
| 0,208 | = | — 0% |
| 0,221 | = | — 5% |
| 0,234 | = | — 11% |
| 0,247 | = | — 17% |
| 0,260 | = | — 24% |
| 0,273 | = | — 30% |
| 0,286 | = | — 36% |
| 0,299 | = | — 42% |
| 0,312 | = | — 48% |
| 0,325 | = | — 55% |
| 0,338 | = | — 61% |
| 0,351 | = | — 67% |
| 0,364 | = | — 73% |
| | = | + 73% |

en una gráfica como silencio absoluto. Generalmente se presentan pequeñas vibraciones sonoras, cuya naturaleza fácilmente puede presumirse, al recordar que durante este silencio el corazón está en pleno trabajo.

El silencio largo se coloca inmediatamente después del segundo ruido y corresponde en un electrocardiograma al segmento colocado entre el descenso de la onda T, y la onda R, es decir, a casi toda la diástole, a la sístole auricular, y a una muy pequeña parte de la sístole ventricular. Su duración ha oscilado entre 0,156 seg.

y 0,767 seg. La variabilidad absoluta va desde 0,271 seg. hasta 0,491 seg., y el promedio ha sido de 0,381 seg. La gráfica estadística representativa de este fenómeno es una gráfica completamente irregular, y a los valores que anotamos en este caso concreto no se les puede dar un valor absoluto, ya que es esta la única parte de la revolución cardíaca que se afecta por la variación fisiológica del

HISTOGRAMA 7

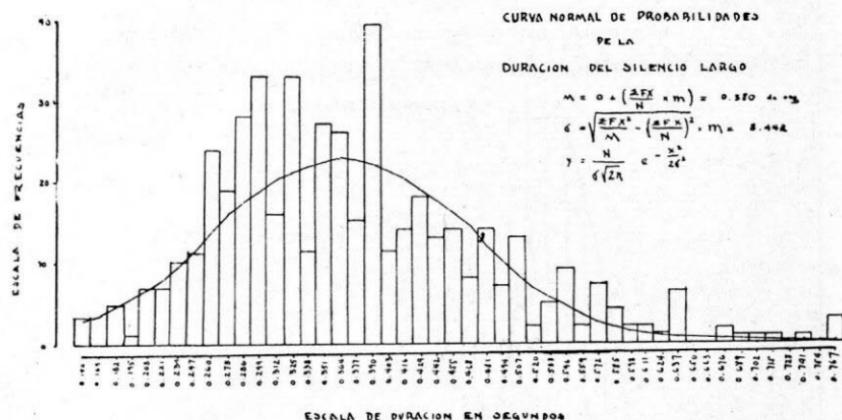


TABLA DE DESVIACION CENTESIMAL DE LA DURACION DEL SILENCIO LARGO

Segundos

| | | | |
|-------|---|---|-----|
| 0,156 | = | — | 59% |
| 0,169 | = | — | 55% |
| 0,182 | = | — | 52% |
| 0,195 | = | — | 48% |
| 0,208 | = | — | 45% |
| 0,221 | = | — | 42% |
| 0,234 | = | — | 38% |
| 0,247 | = | — | 35% |
| 0,247 | = | — | 35% |
| 0,260 | = | — | 31% |
| 0,273 | = | — | 28% |
| 0,286 | = | — | 25% |
| 0,299 | = | — | 21% |
| 0,312 | = | — | 18% |
| 0,325 | = | — | 14% |
| 0,338 | = | — | 11% |
| 0,351 | = | — | 7% |
| 0,364 | = | — | 4% |
| 0,377 | = | — | 1% |
| 0,390 | = | + | 2% |
| 0,403 | = | + | 5% |
| 0,416 | = | + | 9% |
| 0,429 | = | + | 12% |
| 0,442 | = | + | 15% |
| 0,455 | = | + | 19% |

Segundos

| | | | |
|-------|---|---|------|
| 0,468 | = | + | 22% |
| 0,481 | = | + | 26% |
| 0,494 | = | + | 29% |
| 0,507 | = | + | 33% |
| 0,520 | = | + | 36% |
| 0,533 | = | + | 40% |
| 0,546 | = | + | 43% |
| 0,559 | = | + | 47% |
| 0,572 | = | + | 50% |
| 0,585 | = | + | 53% |
| 0,598 | = | + | 57% |
| 0,611 | = | + | 61% |
| 0,624 | = | + | 64% |
| 0,637 | = | + | 67% |
| 0,650 | = | + | 70% |
| 0,663 | = | + | 74% |
| 0,676 | = | + | 77% |
| 0,689 | = | + | 81% |
| 0,702 | = | + | 84% |
| 0,715 | = | + | 87% |
| 0,728 | = | + | 91% |
| 0,741 | = | + | 95% |
| 0,754 | = | + | 98% |
| 0,767 | = | + | 101% |

ritmo sinusal, ritmo sujeto a una multitud de factores prácticamente imposibles de controlar. Recordamos que el silencio largo en el 56% de los casos se encuentra interrumpido hacia su parte media o un poco antes, por un ruido, tal vez el llamado tercer ruido; y que en el 15,77% está interrumpido o acortado en su parte final por un pequeño ruido presistólico. Por lo demás, pocas veces se presentan en su trayecto otras vibraciones sonoras.

Conclusiones.

Habiéndose resumido nuestro estudio a buscar un índice de normalidad matemática en los fenómenos sonoros de la revolución cardíaca, nos limitaremos a exponer resumidos en el siguiente cuadro, los datos numéricos que hemos anotado anteriormente:

| | Promedio aritmético ponderado. | Amplitud de variabilidad absoluta. | Amplitud de casos. |
|---------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Duración del primer ruido..... | 0,099 seg. | 0,073 a 0,125 | 0,039 a 0,208 |
| Período del primer ruido..... | 110 vib. | 73 a 145 | 30 a 270 |
| Duración del segundo ruido..... | 0,066 seg. | 0,048 a 0,084 | 0,026 a 0,156 |
| Período del segundo ruido..... | 87 vib. | 63 a 111 | 30 a 180 |
| Relación de intensidades | 1,323 | 0,99 a 1,66 | 0,20 a 3 |
| Silencio corto. Duración. | 0,210 seg. | 0,170 a 0,249 | 0,052 a 0,364 |
| Silencio largo. Duración. | 0,381 seg. | 0,271 a 0,491 | 0,156 a 0,767 |

Hemos encontrado el tercer ruido en el 56% de los casos y un ruido presistólico en el 15,77%.

Debemos anotar que para buscar un fonocardiograma normal no se deben tener en cuenta los valores de los promedios aritméticos, que corresponden a un fonocardiograma perfecto, imposible de encontrar, sino los valores de la amplitud de variabilidad absoluta. Si se quiere saber qué tan alejado de la cifra media está un dato determinado, se debe buscar su equivalencia en las tablas de los grados de desviación centesimal, que lo relaciona siempre al número 100.