
El fonocardiograma registrado en los distintos focos de auscultación

Sus caracteres y relaciones con el pulso venoso y el electrocardiograma

POR LOS DOCTORES

AGUSTIN CAEIRO y OSCAR ORIAS

I. — INTRODUCCIÓN

En los comienzos de la fonocardiografía los distintos autores se preocuparon especialmente de obtener procedimientos que permitieran el registro satisfactorio de los ruidos cardíacos en lo referente en especial a su amplitud y relaciones cronológicas. Que este objeto en apariencia simple no era tan fácil de alcanzar, está demostrado por la gran cantidad de procedimientos que se han ideado y que poco a poco fueron cayendo en desuso (p. literatura v. Wiggers, 1923, y Frey, 1926). Una vez que se consiguieron procedimientos que permitían el registro adecuado de los ruidos, era posible fijar el "cuadro normal" de los mismos, en lo referente a la configuración y otros aspectos gráficos de las vibraciones causales recogidas desde los distintos focos de auscultación. Esto es importante no sólo para determinar el patrón necesario para comparar los casos particulares y deducir su condición de normalidad, sino también para analizar la constitución del proceso sonoro, con miras a establecer su mecanismo de producción.

Battaerd (1917) y Hess (1920), consiguieron registros con particularidades tales que les indujeron a distinguir entre las vibraciones constitutivas del primer ruido, tres porciones teniendo en cuenta especialmente la amplitud de las mismas. Así distinguían las vibraciones iniciales (vorsegment), de escasa amplitud, vibraciones principales (hauptsegment), de gran amplitud, y vibraciones finales (nachsegment) otra vez pequeñas y de amplitud decreciente has-

ta confundirse con el silencio sistólico. Esta división se hacía con fines puramente descriptivos sin tener en cuenta las relaciones que los distintos segmentos pudieran guardar con las manifestaciones mecánicas de la actividad cardiovascular. Por lo demás dicha división, en muchos casos, resultaba demasiado esquemática, siendo en realidad difícil precisar con exactitud los límites de cada porción.

Más recientemente, y con métodos más perfeccionados Schütz (1929, 1931 y 1933) ha tratado de determinar el cuadro normal de los ruidos derivados desde los distintos focos. Se ha valido para ello del sistema de Trendelenburg, constituido por un micrófono de condensador de Riegger, un amplificador de tubos termoelectrónicos y un oscilógrafo registrador de "Siemens". Un sistema tal permite registrar sonidos de hasta 5000 v. p. seg. con reproducción fiel de las relaciones de amplitud entre las distintas oscilaciones. Desde este punto de vista, el sistema es absolutamente inobjetable. Sin embargo, cuando se trata de registrar los ruidos cardíacos, no son éstos los únicos requisitos que debe llenar el sistema registrador. Debe recordarse que los ruidos cardíacos obedecen a variaciones energéticas de magnitud sumamente reducida, que se producen al mismo tiempo que otros ruidos extraños de características acústicas parecidas (ruidos respiratorios, borborigmos, frotos entre la pared torácica y aparato receptor, etc.) y que la zona desde donde deben captarse está sometida a sacudimientos violentos debidos a la pulsación cardíaca externa y otros levantamientos torácicos. El aparato encargado de registrarlos, por consiguiente, debe presentar una dualidad difícil de alcanzar porque sus términos casi se excluyen mutuamente: por una parte, debe poseer una enorme sensibilidad, en lo posible sin umbral, y por otra parte debe escapar a la influencia de los impactos vigorosos ocasionados por los levantamientos torácicos a que nos hemos referido. Es prácticamente imposible obtener lo segundo sin un mayor o menor desmedro de la sensibilidad. Esta afirmación es enteramente aplicable a los métodos con amplificación eléctrica incluso al empleado por Schütz.

A la luz de nuestros conocimientos actuales sobre la fisiología de los ruidos del corazón resulta evidente, al examinar las curvas reproducidas por Schütz y por el mismo Trendelenburg (1935), que para aplicar sus procedimientos de registro de los ruidos cardíacos, les ha sido necesario disminuir demasiado la sensibilidad de los

aparatos. No se explica de otro modo la rareza con que dichos autores han registrado el ruido auricular fisiológico y el 3er. ruido normal del corazón. Por lo demás, las veces que los han registrado (Schütz, 1933) ha sido en forma que apenas se distinguen de las vibraciones de fondo, no significativas, de la línea de base. Esta misma falta de fijeza de la línea de base está indicando que a pesar de haberse recurrido a amortiguamientos que reducen mucho la sensibilidad, no se ha conseguido eliminar totalmente las oscilaciones de baja frecuencia debidas a los levantamientos torácicos y otros factores perturbadores, que nada tienen que ver con el fenómeno sonoro cuyo registro se procura.

El método directo, tal como lo hemos empleado en nuestras investigaciones ha comprobado, mediante los resultados de su aplicación, que reproduce los ruidos cardíacos en condiciones y con un grado de exactitud muy favorables, como para permitir un análisis fructífero del problema tal como nos lo hemos planteado. En efecto, como se verá más adelante, el dispositivo empleado registra con toda nitidez y guardando relaciones cronológicas estrictas con las manifestaciones mecánicas de la actividad cardíaca, grupos de vibraciones cuya presencia no puede tener un carácter puramente fortuito.

También haremos notar que los estudios fonocardiográficos realizados en personas, tendientes a establecer los caracteres gráficos de los ruidos según su punto de derivación, han sido efectuados hasta ahora, utilizando únicamente el electrocardiograma como trazado de referencia, gráfico que sólo indirectamente y en forma aproximada permite determinar las relaciones cronológicas de los ruidos con las manifestaciones mecánicas que los originan. Por nuestra parte hemos utilizado, además del electrocardiograma, el flebograma, este último como principal trazado de referencia, por cuanto es el trazado más rico en accidentes que permitan individualizar y delimitar con exactitud las distintas fases del ciclo cardíaco.

El objetivo principal de este trabajo fué el de realizar un estudio analítico y cronológico preciso de los ruidos cardíacos del adulto registrados en los focos clásicos de auscultación.

II. — MÉTODOS

Para el registro de los ruidos del corazón se ha empleado el método de Wiggers y Dean (1917); como receptor, en vez de un embudo, se ha aplicado

sobre el tórax, sin ejercer presión, un fonendoscopio tipo Bassi Bianchi; el amortiguamiento empleado le constituía la abertura del portacápsula, totalmente abierta. La frecuencia natural de todo este sistema es lo suficientemente grande como para registrar fielmente 250 y aún más vibraciones por segundo (Fig. 1). Simultáneamente se han registrado el pulso venoso con la cápsula de Frank y el electrocardiograma con un aparato Boulitte (galvanómetro de cuerda, modelo grande).

El material examinado está constituido por 20 sujetos jóvenes, en su mayoría estudiantes, cuyo aparato cardiovascular no presentaba ninguna alteración. Han sido excluidos aquellos en quienes la auscultación reveló la presencia de soplos, aunque ellos no fueran la expresión de alteraciones orgánicas o funcionales.

Con el método indicado, hemos registrado los ruidos del corazón de cada sujeto, sucesivamente en la punta, en zona mesocárdica y en los focos de la base, aórtico y pulmonar, casi siempre en este último. A continuación exponremos los resultados en lo que se refiere a los caracteres intrínsecos de los ruidos (número de componentes, frecuencia, duración, número de vibraciones y amplitud) así

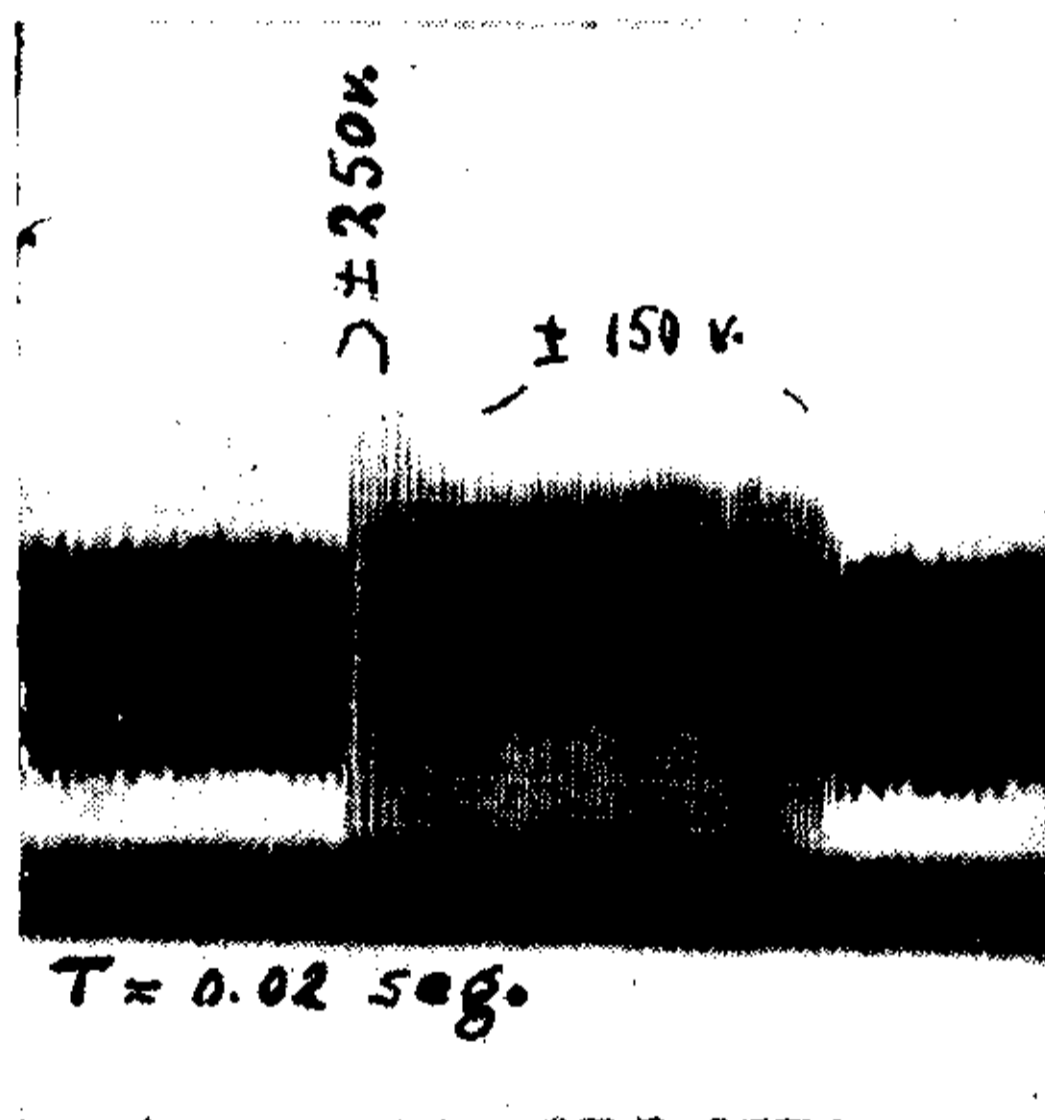


FIGURA 1.—Ensayo de la eficacia del sistema registrador.

El trazado reproducido muestra claramente cómo el dispositivo empleado para el registro de los ruidos cardíacos es capaz de registrar por lo menos unas 250 vibraciones por segundo, frecuencia considerablemente superior a las que han dado los ruidos cardíacos. Este trazado se obtuvo registrando la voz humana y no es la expresión del límite superior de frecuencia que es capaz de reproducir fielmente el dispositivo. Si las frecuencias de vibración de los ruidos cardíacos, por consiguiente, han resultado bajas y uniformes, ello no se debe a las particularidades mecánicas del aparato.

como a sus relaciones con las demás expresiones mecánicas y eléctricas de la actividad cardíaca.

Cada ruido está constituido por una o varias componentes separables entre sí ya sea porque tienen distinta frecuencia y amplitud o porque entre ellas el trazado revela un accidente neto que marca la transición. Como se ve, esta descomposición de los ruidos se refiere a grupos de vibraciones más o menos indi-

CUADRO N° 1

RUIDO AURICULAR

Caso N°	PUNTA				MESOCARDICO				PULMONAR			
	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)
8		— ausente	—		0.182	7	38.5	7.8		— no se registró	—	
27	0.072	2	27.5	6.5	0.094	2.5	26.5	6.6		— ausente	—	
29	0.100	3	30.	7	0.083	3.0	36.2	5.0	0.105	3.	28.4	4.8
30		— no se registró	—			— no se registró	—		0.100	2.5	25.	3.4
31	0.088	3	33.9	3.6	0.083	2.0	24.2	4		— ausente	—	
32		— ausente	—		0.091	2.5	27.5	5		— ausente	—	
33		— ausente	—		0.088	2.5	28.3	6.5		— ausente	—	
34	0.119	3.0	25.2	5.0	0.095	3.5	36.7	6.5	0.123	4.0	32.5	7
35		— ausente	—		0.065	2.0	30.5	11.0	0.078	2.5	32.0	6.0
36	0.080	2.0	24.8	6.5	0.173	5.5	31.8	7.6	0.071	2.0	28.2	5.8
37	0.066	1.5	22.5	9.0	0.127	3.5	27.5	12	0.127	3.5	27.5	7.3
38	0.062	1.5	24.2		0.109	3.	27.5			— ausente	—	
39	0.091	3	33.	8		— ausente	—		0.067	2	30	
40	0.076	3.0	39.6	6.3		— ausente	—		0.061	2.0	33	7.2
41		— ausente	—		0.062	1.5	24	6		— ausente	—	
42	0.069	2.0	29.1	4.0	0.065	2.0	30.5	4.5	0.106	3.0	28.2	4.0
43		— ausente	—		0.088	1.5	17.1	5.0	0.076	2.5	33.0	5.0
T.M.	0.082	2.4	29	6.5	0.100	3	28.3	6.7	0.091	2.7	28.8	5.6
σ	0.017	0.66	5.3	1.7	0.037	1.6	5.6	2.3	0.024	0.67	2.9	1.41
E.P.	0.011	0.44	3.6	1.15	0.026	1.1	3.8	1.55	0.016	0.45	1.9	0.95
F.P.T.M.	0.0038	0.14	1.2	0.41	0.0071	0.30	1.05	0.45	0.0053	0.15	0.65	0.34

vidualizables y no a las distintas frecuencias fundamentales que lo constituyen; con el método empleado (y en general esto es válido para todos los métodos que se emplean en clínica y más aún para nuestro oído, al cual escapan además los distintos grupos componentes), no es posible obtener un análisis acústico preciso de los ruidos del corazón, descomponiéndolos en los sonidos elementales que los constituyen.

Al realizar la individualización de los grupos componentes de cada ruido, lo hemos hecho siguiendo un orden cronológico, sin prejuzgar sobre cuales puedan haber sido los fenómenos mecánicos que les dieron origen, y luego los hemos correlacionado con los accidentes mecánicos y eléctricos reflejados por el pulso venoso y el electrocardiograma simultáneamente registrados.

Así podremos trazar un cuadro esquemático de la composición de los ruidos cardíacos y, por las relaciones halladas con las fases de la revolución cardíaca, deducir los factores que han intervenido en su génesis.

III. — RUIDO AURICULAR

a) *Caracteres.* — Sobre un total de 20 casos, el ruido auricular (Figs. 6 y 7) apareció en 17 (85 %). Fué más frecuente registrarlo en el foco mesocárdico (14 veces) que en la punta y la base (10 veces); además casi siempre en aquel foco era más neto. (Cuadro N° 1). El mayor porcentaje de ruidos auriculares encontrados ahora con respecto a los hallados por Braun Menéndez y Orias (1934), es explicable por una mayor sensibilidad del dispositivo empleado y por una mayor experiencia en la lectura de los trazados.

En casi todos los casos el ruido auricular estaba formado por un solo componente: en la punta, sobre un total de 10 ruidos registrados, sólo 1 tenía 2 componentes; en zona mesocárdica había 2 casos con 2 componentes sobre un total de 14 y en la base todos los ruidos fueron simples. Después de la gran experiencia ya acumulada con el registro gráfico de los ruidos cardíacos y de los hechos experimentales puestos de manifiesto en lo referente a la existencia y mecanismo de producción de los ruidos auriculares (Braun Menéndez y Solari, 1936) no es extraño que en algunos casos el ruido auricular se registre constituyendo dos grupos de oscilaciones. Si este hecho no se observa más a menudo se debe indudablemente a que alguno de los componentes no encuentra condiciones favorables de propagación hacia las zonas precordiales, mientras que otros se confunden por superposición con el primer ruido. El número de oscilaciones de ambos componentes es más o menos el mismo entre

CUADRO N° 2

Relaciones cronológicas entre ruido auricular y vértice de P.

+ significa precedencia del vértice de P.

— „ „ „ „ ruido.

Caso	Punta	Mesocárdico	Base
27	+ 0.044	+ 0.044	ausente
8	ausente	+ 0.024	—
29	+ 0.028	+ 0.074	+ 0.060
30	+ —	—	+ 0.017
31	+ 0.050	+ 0.073	ausente
32	ausente	+ 0.027	ausente
33	ausente	+ 0.059	ausente
34	0.	+ 0.018	+ 0.031
35	ausente	+ 0.062	+ 0.078
36	+ 0.035	— 0.029	—
37	0.	+ 0.035	+ 0.028
38	+ 0.062	+ 0.029	ausente
40	+ 0.057	ausente	+ 0.051
41	ausente	+ 0.069	ausente
42	+ 0.034	+ 0.072	—
43	ausente	+ 0.044	+ 0.057
T. M.	+ 0.034	+ 0.043	+ 0.046
σ	± 0.022	± 0.029	± 0.021
E. P.	± 0.015	± 0.019	± 0.014
E.P.T.M.	± 0.0052	± 0.0054	± 0.0057

si y en los distintos focos (entre 2 y 3).

La duración para el ruido auricular ha sido, en término medio, en la punta de 0.082 ± 0.0038 seg., en foco mesocardiaco 0.100 ± 0.0071 seg. y en la base 0.091 ± 0.0053 seg., cifras más o menos constantes, pero con un ligero predominio de la mesocárdica. La frecuencia de oscilaciones es prácticamente constante en todos los focos (29). La amplitud es también uniforme en los tres focos.

b) *Relaciones cronológicas.* — El ruido auricular empezaba término medio 0.034 ± 0.0052 seg., 0.043 ± 0.0054 seg. y 0.046 ± 0.0057 seg. después del vértice de la onda P en los focos apexiano, mesocárdico y de la base respectivamente (cuadro N° 2). Las diferencias entre estos términos medios no son significativas.

En lo que se refiere a sus relaciones con la onda a, el ruido auricular empezaba 0.014 seg., 0.013 seg. y 0.015 seg. después de la

CUADRO N° 3

Relaciones cronológicas entre ruido auricular y la iniciación de A.

+ significa precedencia de A.

— " " del ruido.

Caso	Punta	Mesocárdico	Base
8	—	— 0.072	—
27	+ 0.053	0.	—
29	+ 0.028	+ 0.100	+ 0.051
30	—	—	0.
31	+ 0.044	+ 0.062	—
32	—	+ 0.027	—
33	—	+ 0.035	—
34	+ 0.031	0.	0.
35	—	+ 0.034	+ 0.025
36	0.	— 0.060	+ 0.030
37	+ 0.006	+ 0.006	+ 0.025
38	0.	— 0.059	—
39	— 0.018	—	+ 0.030
40	— 0.027	—	— 0.027
41	—	+ 0.031	—
42	+ 0.028	+ 0.056	—
43	—	+ 0.024	+ 0.006
T. M.	+ 0.014	+ 0.013	+ 0.015

iniciación de aquella en los focos de la punta, mesocárdica y pulmonar respectivamente (cuadro N° 3).

IV. — PRIMER RUIDO

Por tratarse del accidente más destacado y complejo en los fonocardiogramas, nos hemos particularizado en su análisis. Constituía ya un hecho de observación corriente la posibilidad de reconocer por lo menos dos grupos de vibraciones como componentes del primer ruido, aún analizando los trazados sin mayor detención. En general, el grupo 1° correspondía al período isométrico y el 2° al expulsivo (Braun Menéndez y Orías, 1934; Orías, 1936; Segura, 1936-1937; Taquini, 1936-1937).

Esta comprobación, que prometía aclarar el mecanismo de los llamados desdoblamientos del primer ruido, y que permitía formarse una idea más comprensible de la constitución del mismo, ya

que encontraba una vinculación entre sus componentes y las fases de la actividad mecánica del corazón (aspecto cuya falta hemos destacado al referirnos a la división puramente descriptiva de las vibraciones integrantes del primer ruido, que se ha venido haciendo desde Battaerd) fué en realidad la determinante principal que nos indujo a emprender este trabajo. A poco de haberlo emprendido nos percatamos de que las vibraciones integrantes del primer ruido se agrupan en realidad en forma algo más compleja pero que, por sus particularidades de frecuencia y por modificaciones en la periodicidad, es posible individualizar grupos más o menos definidos de vibraciones. Cada uno de éstos fué considerado un componente del primer ruido. Esta división en componentes, hecha teniendo en cuenta únicamente las características del ruido en sí, haciendo abstracción de los datos que pudieran suministrar los trazados de referencias registrados simultáneamente, adquirió una significación todavía mayor cuando comprobamos que cada uno de ellos guardaba relaciones muy precisas con los diversos momentos del ciclo cardíaco.

a) *Grupos componentes del primer ruido.* — Del análisis efectuado resultó que en la generalidad de los casos era posible distinguir fácilmente cuatro grupos componentes en el primer ruido registrado desde cualquier foco de auscultación (Figs. 2, 3, 4, 5, 6 y 7). En algunos casos en que sólo podía reconocerse un número menor de componentes, un estudio más minucioso, demostraba una fusión muy íntima, sin solución de continuidad, entre dos o más de ellos (Fig. 3).

Por lo demás, era posible confirmar la realidad de esta fusión analizando los ruidos registrados en una misma persona, afectados en diverso grado por la influencia respiratoria. Así por ejemplo la figura 4 muestra el fonocardiograma registrado desde el foco apexiano en una persona normal. El primer ruido, según se ve, no tiene el mismo aspecto en los tres latidos sucesivos registrados: mientras en el primer latido tiene un aspecto sumamente homogénea, estando constituido por un solo grupo de vibraciones, en el segundo latido se esboza con bastante nitidez una resolución en tres componentes, descomposición que alcanza su grado máximo e indudable en el tercer latido. Se deduce la influencia respiratoria de la inclinación general de la curva del pulso venoso simultáneamente

CUADRO N° 4

PRIMER RUIDO
PRIMER COMPONENTE

Caso N°	PUNTA				MESOCARDICO				BASE			
	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)
8	0.038	1.	26.4	9.5	0.038	1.	26.3	16.	— no se registró —	—	—	—
35	0.031	1.	32.	8.	Considerado con R. A.				0.027	0.5	18.3	3.5
44	0.030	1.5	49.5	5.	0.030	1.	33.	6.5	0.046	1.	20.5	6.1
29	0.057	1.	17.5	5.5	0.031	1.	31.8	4.7	0.030	1.	33.	6.5
39	0.033	1.	30.	11.	0.033	1.5	44.6	8.	— ausente —	—	—	—
28	—	ausente	—	—	0.062	2.	32.3	6.1	— ausente —	—	—	—
34	Consid. c/2° del auric.				0.037	1.5	40.7	20.9	— ausente —	—	—	—
38	—	ausente	—	—	—	ausente	—	—	—	ausente	—	—
20	0.037	1.	27.2	6.5	0.030	1.5	50.	5.5	0.033	1.	30.	5.
37	0.032	1.	31.5	6.5	0.101*	3.5*	34.5*	39.6*	0.032	1.	31.5	10.
36	0.029	0.5	17.2	7.	0.029	1.	34.4	12.5	—	ausente	—	—
30	—	no se registró	—	—	—	no se registró	—	—	0.040	1.	25.	3.5
32	0.039	2.	50.	4.	—	ausente	—	—	0.030	0.5	16.5	5.
41	0.047	1.	21.3	6.	0.032	1.	31.	6.5	—	ausente	—	—
43	0.027	0.5	18.3	4.	Considerado con R. A.				—	ausente	—	—
40	0.030	1.	33.	8.2	0.027	1.	36.6	6.5	—	ausente	—	—
42	Considerado con R. A.				Considerado con R. A.				Considerado con R. A.			
27	0.044	1.	22.9	9.	Considerado con R. A.				Considerado con R. A.			
31	Considerado con R. A.				Considerado con R. A.				Considerado con R. A.			
33	0.053	1.	18.8	8.8	Considerado con R. A.				Considerado con R. A.			
T.M.	0.038	1.	28.2	7.1	0.035	1.25	36.1	9.3	0.036	1.	24.5	5.6
σ	±0.009		±10.6	±2.1	±0.007		±7.1	±5.41	±0.008		±5.9	±2.1
E.P.	±0.006		±7.1	±1.4	±0.005		±4.8	±3.65	±0.005		±3.9	±1.4
E.P.T.M.	±0.0017		±2.	±0.4	±0.0016		±1.6	±1.21	±0.0018		±1.4	±0.5

(*) Sumado con el componente subsiguiente.

registrado. Este trazado, en general descendente, indicaba la verificación de un movimiento inspiratorio.

El análisis de las cifras de los cuadros 5 y 6 muestra también cómo esta fusión de componentes tiene expresión cuantitativa; así por ejemplo en el caso 40 (cuadro N° 5) en el foco mesocárdico,

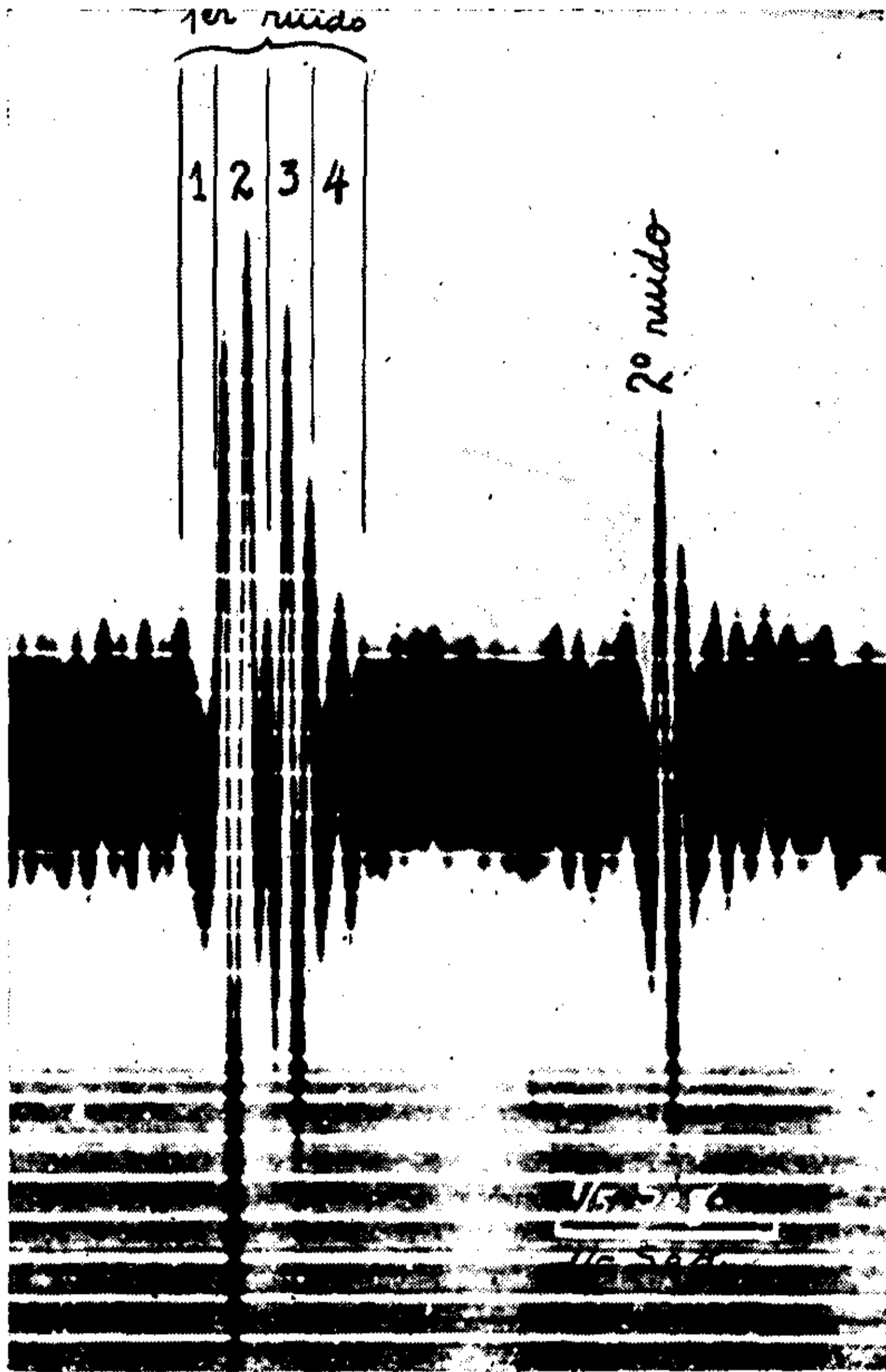


FIGURA 2.—Composición del primer ruido del corazón.

La figura reproduce, considerablemente ampliados, los ruidos cardíacos correspondientes al segundo latido de los trazados que reproduce la figura 3. Se observan perfectamente en el primer ruido las cuatro componentes que se describen en el primer ruido; hay una separación muy neta entre el 2 y el 3. Según se ve en la figura 3, segundo latido, esa separación franca, corresponde a la iniciación de la onda c del flecbograma a la cual precede ligeramente. Corresponde, por consiguiente, al comienzo de la fase de expulsión ventricular.

notamos que el segundo componente tiene una duración evidentemente mayor que la del mismo componente en el mismo caso en la punta y en la zona de la base. Su duración es de 0.091. .

CUADRO N° 5

PRIMER RUIDO SEGUNDO COMPONENTE

Caso N°	PUNTA				MESOCARDICO				BASE			
	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)
8	0.038	2.	52.8	25.	0.034	1.5	43.6	39.	— no se registró	—	—	—
35	0.021	1.	35.6	22.	0.034	1.5	43.7	24.	0.065	3.	45.7	22.6
44	0.076*	3.5*	46.2*	14.3*	0.027	1.	36.6	15.	0.030	1.5	49.5	15.5
29	0.065*	3.*	45.7*	16.5*	0.031	2.	63.7	12.	0.060	2.	33.4	12.3
39	0.030	1.	33.	18.	0.024	1.	41.2	33.	0.064	2.5	39.3	19.
28	0.056	2.	35.8	12.1	0.059	2.5	42.5	28.7	0.040	1.5	38.6	29.
34	0.031	1.	32.5	17.	0.031	1.	32.5	28.	0.046	1.5	32.5	24.
38	0.032	1.	38.8	20.	0.032	1.	30.9	28.	0.032	1.	30.8	16.
20	0.037	2.	54.6	12.7	0.083*	4.*	45.*	24.7*	0.050	1.	20.	9.
37	0.072*	2.75*	38.2*	10.*	Sumada con 1° y 3°				0.041	1.75	42.4	22.5
36	0.029	1.	34.4	23.	0.076*	2.5*	33.6*	46.*	0.029	1.	34.4	8.
30	— no se registró	—	—	—	— no se registró	—	—	—	0.056*	2.*	35.3*	34.7*
32	0.048	2.	41.3	20.	0.100*	4.*	40.*	29.*	0.124*	4.*	32.1*	25.*
41	0.059	2.5	42.1	11.3.	0.068	2.	29.5	13.	0.062	2.5	40.	16.
43	0.030	1.	33.	22.	0.088*	3.*	33.7*	23.*	0.094*	3.5*	37.3*	15.*
40	0.033	2.5	75.	10.7	0.091*	3.75*	41.2*	28.7*	0.045	2.	44.	12.5
42	0.028	1.	35.6	6.5	0.028	1.	35.6	23.5	0.037	1.5	40.	16.5
27	0.026	1.	38.1	12.	0.088*	3.5*	39.6*	20.3*	0.091*	3.5*	38.3*	15.9*
31	0.044	1.	22.5	10.	0.059	1.	34.	9.	0.082*	3.*	36.4*	15.6*
33	0.029	1.	33.6	16.2	0.070	2.5	35.4	13.3	0.035	1.	28.3	21.
T.M.	0.036	1.4	39.3	16.5	0.041	1.5	39.1	22.2	0.045	1.7	34.9	17.4
σ	± 0.011		± 12.1	± 5.06	± 0.017		± 9.1	± 15.6	± 0.013		± 8.0	± 5.8
E.P.	± 0.007		± 8.1	± 3.41	± 0.012		± 6.1	± 10.5	± 0.008		± 5.4	± 3.9
E.P.T.M.	± 0.0018		± 2.09	± 0.88	± 0.0035		± 1.84	± 3.17	± 0.0023		± 1.50	± 1.08

(*) Sumado con el componente subsiguiente.

Si sumamos la duración del primer componente de ese caso en la punta (0.033) con la del tercer componente en el mismo foco (0.057) el resultado es de 0.090, cifra extraordinariamente aproximada a la del segundo componente en la zona mesocárdica, substanciándose así la hipótesis de que en este caso hubo una fusión sin solución de continuidad entre los componentes que en los otros fo-

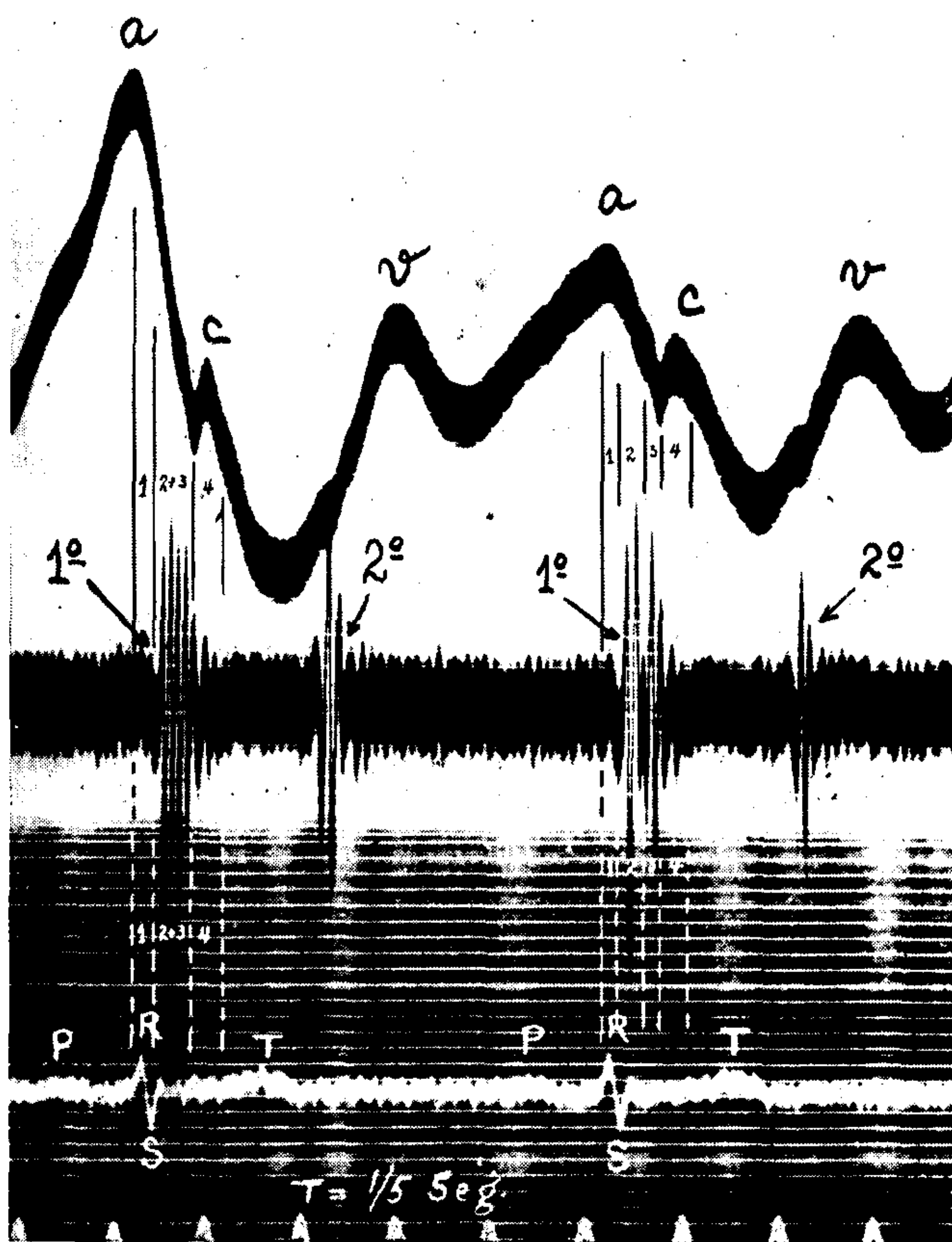


FIGURA 3.—Correspondencia entre los grupos de vibraciones componentes del primer ruido y actividad del corazón.

En el segundo latido reproducido se observan perfectamente los cuatro componentes descritos para el primer ruido (ver figura 2). Los componentes 1 y 2 corresponden a la fase isométrica y los componentes 3 y 4 a la fase de expulsión de la sístole ventricular. El primer componente se inicia después de iniciado el complejo QRS del electrocardiograma, precediendo ligeramente al vértice de R. El primer latido muestra el carácter más homogéneo del primer ruido, que resulta de una fusión de los componentes 2 y 3.

cos están separados. Otras veces este análisis cuantitativo resulta menos coincidente (casos 37, 43, 36, 27, 20 y 32) pero en ningún caso la diferencia entre las cifras encontradas y la esperada, llegó 0.030 de segundo. Hacemos notar que sólo es posible esperar en estos casos una coincidencia aproximada por cuanto se suman duraciones de componentes determinadas en otros focos y por consiguiente supeditadas a influencias distintas durante su propagación. Estas relaciones cuantitativas constituyen un sólido apoyo para la

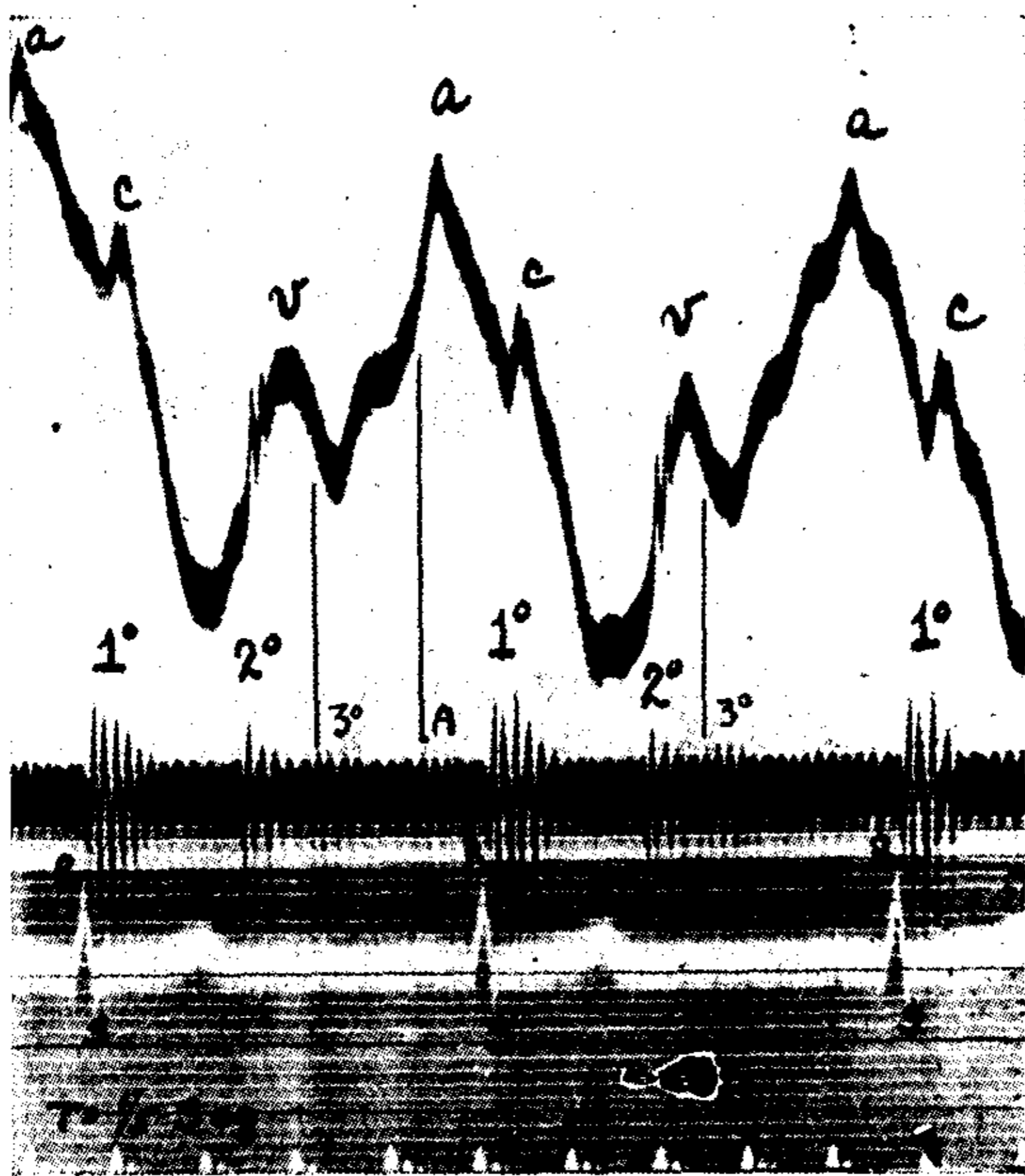


FIGURA 4.—Variaciones en la configuración del primer ruido.

Mientras en el primer latido el primer ruido tiene un aspecto muy homogéneo debido a una sucesión sin transiciones entre los distintos componentes, en el segundo latido comienza a observarse una separación entre los mismos, separación que es finalmente muy neta en el tercer latido. Estas diferencias en el cuadro gráfico del primer ruido han sido provocadas por la respiración. Obsérvese además la existencia de vestigios de un tercer ruido normal (relación con v) y de un ruido auricular (relación con a y con P).

creencia de que tales componentes son la expresión del mismo fenómeno, en cualquiera de los focos.

b) Primer componente. — El primer componente (cuadro N° 4) (figuras 2, 3, 5 y 8) está constituido en general por una sola vibración, excepcionalmente por dos, de escasa amplitud, que

se dibuja con trazo grueso, y que a veces, como en la figura 6 se continúa sin demarcación neta con las vibraciones del ruido auricular.

Según puede verse en el cuadro N° 4 su duración es término medio de 0.038 seg. en la punta, 0.035 en foco mesocárdico y 0.036 en la base, no siendo significativas las diferencias entre estas cifras.

La frecuencia de este componente varía significativamente de un foco a otro. Así mientras que en la punta ella ha sido de 28.2

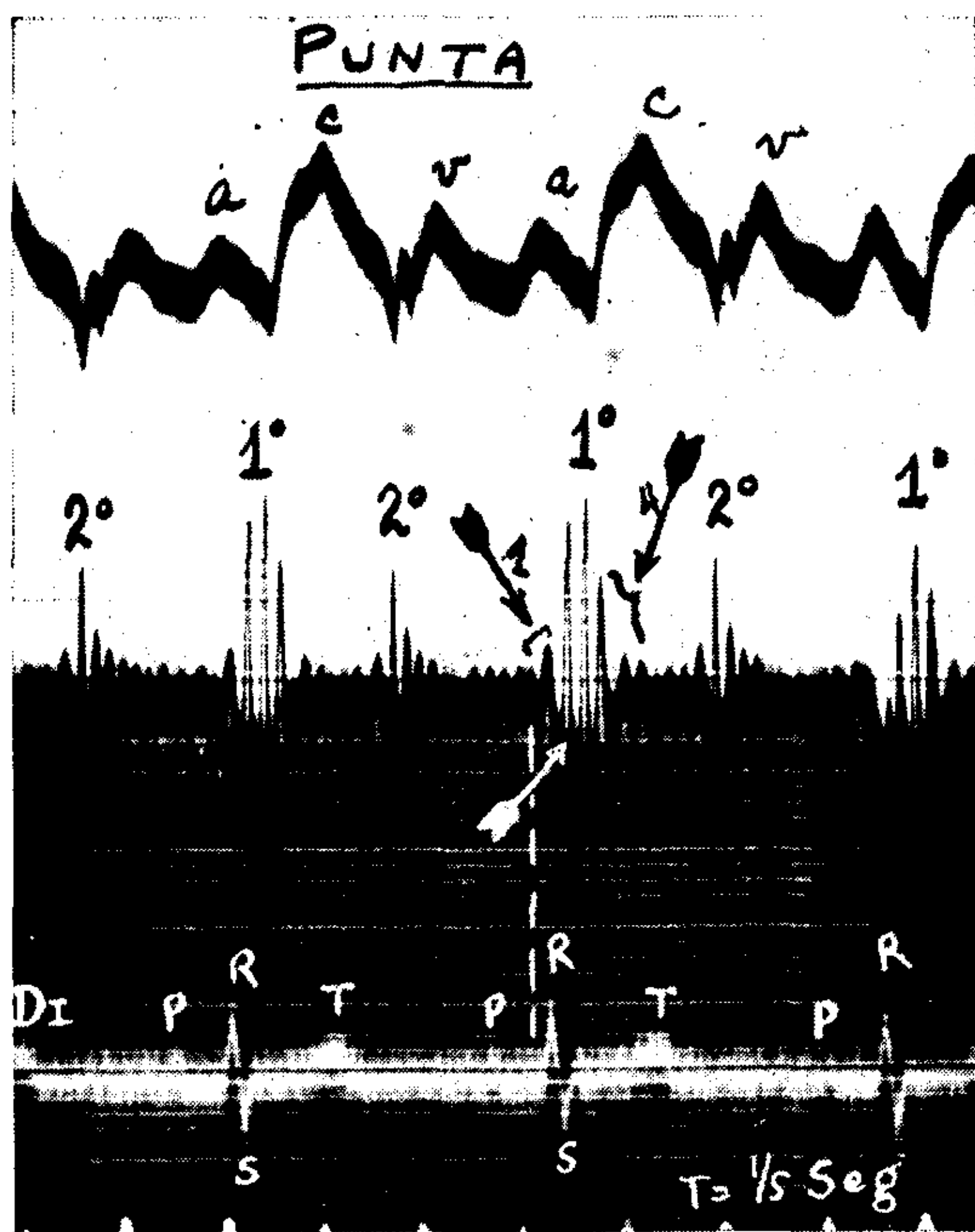


FIGURA 5.—Composición y relaciones del primer ruido cardíaco.

El gráfico muestra de arriba abajo: Flebograma (fuertemente arterializado); fonocardiograma (captado desde la punta); electrocardiograma en D I y el tiempo en 1/5 de seg. Corresponde a la misma persona en que se registraron los trazados reproducidos por las figuras 6 y 7. El primer ruido correspondiente al primer latido completamente registrado, muestra un aspecto aparentemente homogéneo. Sin embargo, como lo muestran las flechas señaladoras dibujadas en el primer ruido del segundo latido, es posible individualizar claramente los componentes que lo integran. La flecha 1 muestra el primer componente, que como se ve comienza en este caso antes del complejo QRS del electrocardiograma, denotando esto que no se debe totalmente a la sístole ventricular. La flecha blanca indica un espesamiento neto debido a un cambio en la periodicidad del movimiento, espesamiento que precede ligeramente a la iniciación de c y que separa por consiguiente el 2° del 3° componente de nuestra descripción. La flecha 4 indica el cuarto componente.

± 2 ; en foco mesocárdico fué de 36.1 ± 1.6 ; la diferencia, 7.9 ± 2 es significativa. En la base la frecuencia fué de 24.5 ± 1.4 siendo significativa su diferencia con respecto a la registrada en el foco mesocárdico (11.6 ± 2.1). En definitiva el primer componente tiene una frecuencia vibratoria máxima en el foco mesocárdico. Con respecto a los otros componentes, el primero, y esto es especialmente cierto comparándolo con el segundo y tercero, tiene

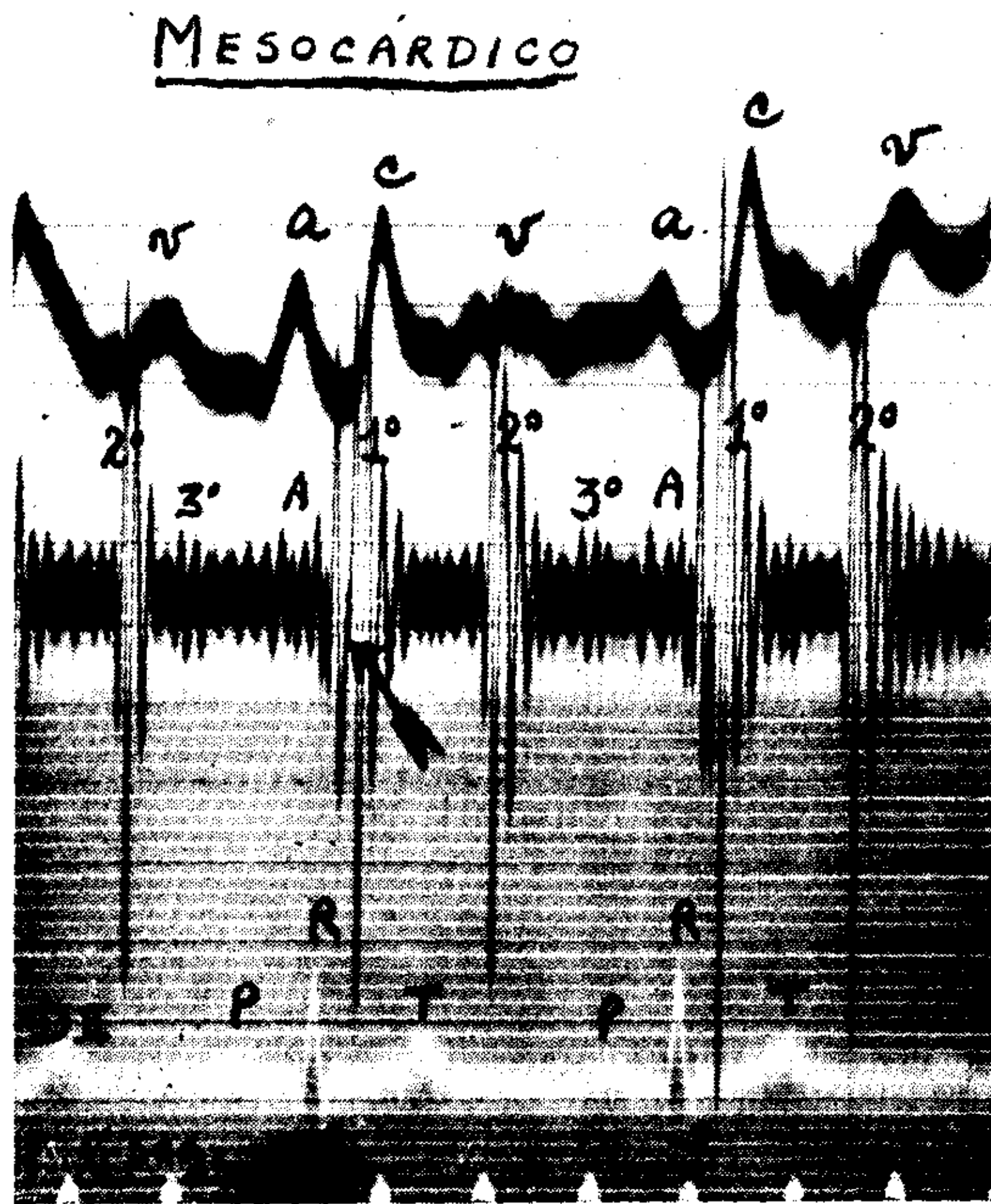


FIGURA 6.—Composición y relaciones del primer ruido cardíaco.

Iguales tratados, obtenidos en la misma persona, que en la figura 5, con la diferencia de que el fonocardiograma se registró desde la zona mesocárdica y el electrocardiograma en D II. Obsérvese un ruido auricular (A) evidente cuyas últimas vibraciones se confunden con el primer componente del primer ruido. La flecha indica la separación entre el 2° y 3° componente, separación que precede ligeramente a la iniciación de c. Existe además en el fonocardiograma un tercer ruido evidente (3°).

frecuencia más baja, siendo la diferencia en algunos de los focos (punta 11.1 ± 2.9 y base 10.4 ± 2) ampliamente significativa (cuadro N° 8).

El cuadro N° 9 muestra las relaciones del primer componente

con el vértice de la onda R del electrocardiograma. Según se ve, en la mayoría de los casos, el primer componente ha precedido al vértice de la onda R (Figs. 3, 5 y 8); en algunos focos hubo coincidencia (Fig. 4), y en ninguno el primer componente se presentó después del vértice de R. Los términos medios de la precedencia del

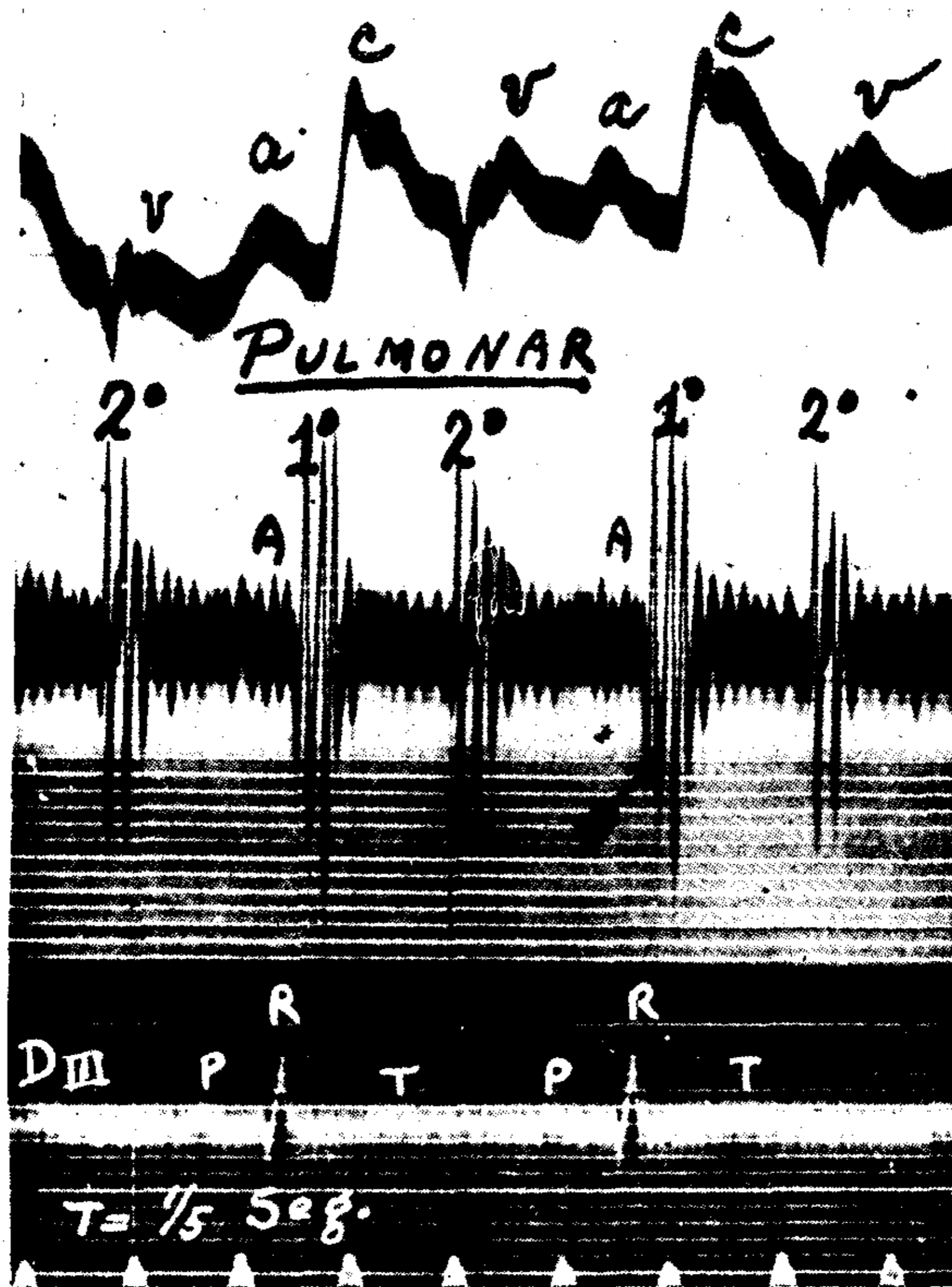


FIGURA 7.—Composición y relaciones del primer ruido cardíaco.

Igual traza, obtenida en la misma persona, que en las figuras 5 y 6 con la diferencia de que el fonocardiograma se registró en el foco pulmonar y el electrocardiograma en D III. Existen vestigios del ruido auricular (A). La flecha marca un espesamiento que separa el 2º del 3er. componente descriptos. Precede ligeramente al comienzo de c.

ruido con respecto al vértice de R son ligeramente distintos en los diferentes focos, aumentando desde la punta hacia la base, pero las diferencias en ningún caso son significativas. Es necesario hacer notar el hecho de que el electrocardiograma ha sido siempre registrado

asociado con el fonocardiograma en la siguiente forma: D I-punta; D II-mesocárdica; D III-pulmonar.

Por su localización cronológica, por sus relaciones de tiempo con el electrocardiograma, por su baja frecuencia y por la dificultad que a veces existe para separarlo de las vibraciones del ruido auricular cuando éste es neto, creemos que este componente se debe en gran parte a la *interferencia de vibraciones de origen auricular con*

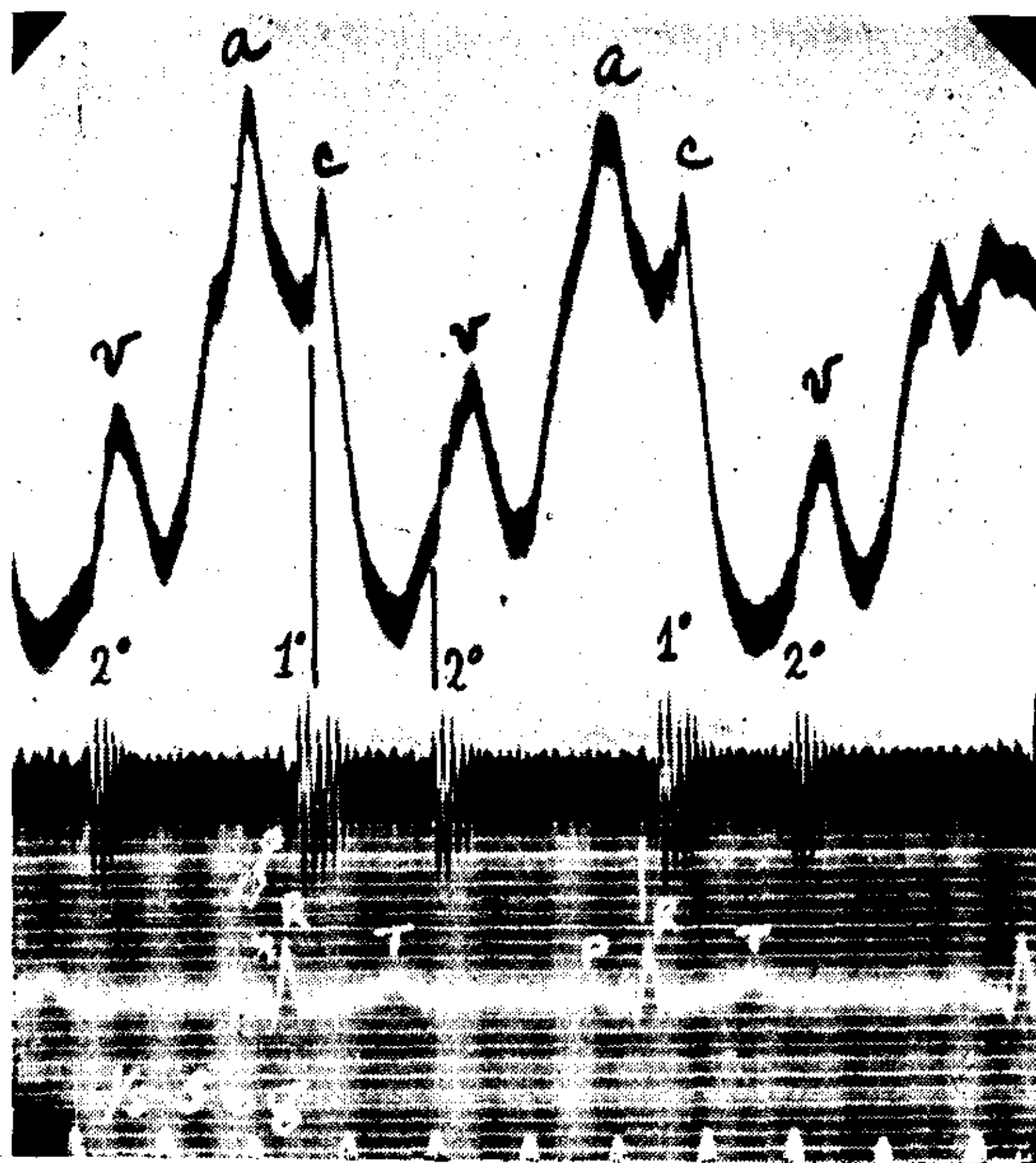


FIGURA 8.—Composición y relaciones del primer ruido.

Pulso venoso, ruidos cardíacos (foco apexiano), electrocardiograma (D I) y tiempo en quintos de segundo. La flecha blanca muestra la iniciación del primer componente, que como se ve coincide casi con el vértice de R. La línea negra señala la relación entre la separación de los componentes 2° y 3° con el pulso venoso. Coincide en este caso con la iniciación de c. No se destacan muy netamente las vibraciones correspondientes al 4° componente.

las que se originan en los primeros momentos del período isométrico sistólico del ventrículo. Las vibraciones integrantes de lo que hemos considerado el primer componente, corresponderían a las vibraciones iniciales, o introductorias, para las que Wiggers admite como causa productora el impacto cardíaco contra la pared torácica (1923).

La influencia auricular sobre las vibraciones iniciales del pri-

mer ruido ha sido estudiada por Cossio y Lascalea (1935) quienes llegaron a la conclusión de que ellas se deben exclusivamente a la contracción auricular. Por nuestra parte, basados en el hecho de que este componente no desaparece cuando la contracción auricular no precede de inmediato a la sístole ventricular (hecho netamente visible en las figuras 2 y 5 del trabajo de los autores mencionados), creemos que es erróneo admitir para él un origen exclusivamente auricular.

c) *Segundo componente.* — Las vibraciones del segundo componente, si bien a veces están ligeramente separadas por un brevísimo intervalo aperiódico de las del componente que le antecede, en general, se distinguen de ellas más fácilmente por sus caracteres de frecuencia y de amplitud que son ambas netamente superiores (figuras 2, 3, 5 y 8; cuadro N° 5).

Esta constituido por alrededor de 1.5 vibraciones con diferencias insignificantes para los distintos focos. Su amplitud es considerablemente mayor que la del primer componente en cualquiera de los focos, pero si se comparan los términos medios de las amplitudes registradas en los distintos focos, ellos muestran diferencias que no son significativas (cuadro N° 8).

La duración es mayor en la base (0.045 ± 0.0073) que en la punta (0.036 ± 0.0018) y que en la mesocárdica (0.041 ± 0.0035) pero la única diferencia significativa es la que existe entre punta y base (0.009 ± 0.0029).

La frecuencia ha sido de 39.3 ± 2.09 en la punta, 39.1 ± 1.84 en foco mesocárdico y 34.9 ± 1.50 en la base, cifras que no arrojan diferencias significativas. Es considerable y significativamente mayor que la del primer componente pero prácticamente igual a la del 3° y 4° (las diferencias no son significativas).

La implitud del segundo componente medida en mm. es considerablemente mayor que la del primero, habiéndose determinado para ella los siguientes términos medios: punta 16.5 ± 0.88 , mesocárdica 22.2 ± 3.17 , base 17.4 ± 1.08 , no siendo significativas las diferencias entre ellas.

Este componente se inicia frente o después del vértice de R (Cuadro 9 y figuras 3 y 8) y termina en todos los casos antes de iniciarse la onda C del flebograma.

d) *Tercer componente.* — Mientras que entre el primero y segundo componente, no existe en la mayoría de los casos un intervalo claro, entre el segundo y tercer componente casi siempre hay separación bastante neta (figs. 2, 3, 6 y 8), salvo en aquellos casos en que no es posible establecer una identificación precisa debido a la existencia de una fusión perfecta de ambos (fig. 3). Aún en estos casos, extremando el análisis, es posible distinguir alguna pequeña irregularidad en el trazado en el momento en que se hubiera iniciado el tercer componente (figs. 5 y 7). A veces, la distinción entre estos falta o no es clara en un latido pero se acentúa hasta hacerse bien manifiesta en otros (fig. 4).

El tercer componente (figs. 2, 3, 5, 6, 7 y 8), cuadro 6) está constituido por 2 vibraciones en todos los focos; número mayor que el de los componentes que se han analizado hasta ahora.

La duración ha sido, término medio, de 0.049 ± 0.0032 en la punta, 0.052 ± 0.0040 en zona mesocárdica y 0.050 ± 0.0013 en la base, no siendo significativas las diferencias entre estas cifras. Si comparamos su duración con la del componente que le antecede y con la del que le sigue, notamos que no hay diferencias significativas con ninguno de los dos, salvo en el foco de la punta, donde el tercero es más prolongado que el segundo y menos que el cuarto (cuadro 8).

La frecuencia vibratoria ha sido de 39.2 ± 2.16 en la punta, 37.6 ± 2.07 en zona mesocárdica y 40.4 ± 1.65 en la base, no siendo significativas las diferencias. Comparada con la de los componentes contiguos, se observa que es prácticamente igual que la del segundo componente, mientras que es algo superior a la del cuarto, especialmente en el foco de la base donde la diferencia es estadísticamente significativa.

La amplitud es mayor en la zona mesocárdica lo mismo que para los demás componentes.

Incidentalmente haremos notar que los términos medios relativos a este componente en lo que se refiere a duración y frecuencia, caracteres sumamente importantes, tienen sus errores probables más pequeños en el foco de la base, lo cual encuentra una explicación lógica en el hecho de que esta manifestación acústica se origina seguramente en las estructuras vasculares subyacentes durante el período expulsivo.

CUADRO N° 6

PRIMER RUIDO TERCER COMPONENTE

Caso N°	PUNTA				MESOCARDICO				BASE			
	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)
8	0.041	2.	48.4	18.4	0.062	2.	32.2	28.	0.069	— no se registró	—	10.5
35	0.040	1.5	16.9	24.	0.047	1.75	37.3	63.	0.018	2.5	36.4	10.
44		Sumado con el 2°			0.030	2.	66.	4.5		1.	55.	
29		Sumado con el 2°			0.026	1.	38.2	22.		— ausente	—	
39	0.030	1.	33.	18.	0.045	2.	44.	37.		Sumado con el 2°	30.9	24.2
28	0.032	1.	39.9	13.2	0.035	1.	28.4	15.		1.5	37.5	29.
34	0.064	2.	31.	21.5	0.061	2.	32.5	38.		2.5	40.4	47.5
38	0.056	1.75	31.3	24.5	0.088	3.	34.	40.6		4.*	41.4*	7.7*
20	0.067	3.	45.	9.3		Sumado con el 2°				4.*	32.3*	7.3*
37		Sumado con el 2°				Sumado con el 1° y 2°				2.	31.	15.5
36	0.051	2.	38.8	10.		Sumado con el 2°				Sumado con el 2°		
30		— no se registró				— no se registró				Sumado con el 2°		
32	0.024	0.5	20.7	22.		Sumado con el 2°				Sumado con el 2°		
41	0.087*	3.*	34.3*	5.8*	0.065	2.	30.5	7.8		1.5	48.	9.5
43	0.061	3.	49.4	11.		Sumado con el 2°				Sumado con el 2°		
40	0.057	3.	52.2	17.2		Sumado con el 2°				2.	44.	24.
42	0.034	2.	58.3	7.5	0.034	1.	29.1	15.		1.5	40.	11.
27	0.038	2.	52.3	22.2		Sumado con el 2°				Sumado con el 2°		
31	0.044	1.5	34.	8.3	0.059	2.5	42.5	15.5		Sumado con el 2°		
33	0.098	3.	30.8	12.6	0.082	3.	36.4	28.6		3.	40.8	17.7
T.M.	0.049	2.	39.2	16.	0.052	2.	37.6	26.2		1.95	40.4	19.9
σ	0.018		12.	6.	0.020		10.2	17.3			7.36	11.89
E.P.	0.012		8.	4.	0.013		6.8	11.6			4.96	8.02
E.P.T.M.	0.0032		2.2	1.	0.0040		2.7	3.51			1.65	2.67

(*) Sumado con el componente subsiguiente.

El tercer componente guarda relaciones bastante precisas con la iniciación de la onda c del flebograma (figs. 3, 6, 8 y cuadro 10). En la punta, coincide con este accidente en 4 casos y lo precede en los 11 restantes; por término medio resulta que el tercer componente precede en 0.021 ± 0.0024 de seg. a la iniciación de C. En zona mesocárdica la coincidencia se presenta en 5 sobre 10 casos y el término medio de la precesión del ruido es de 0.012 ± 0.0028 de seg. En la base, sobre un total de 11 casos, los dos accidentes coinciden en 7, precediendo el ruido a la iniciación de C en un término medio de 0.011 ± 0.0036 de seg. De todo esto se desprende que entre el componente que estamos analizando y la onda C del pulso venoso, que traduce la iniciación del período expulsivo, existen relaciones lo suficientemente estrechas como para considerar que es la abertura de las sigmoideas y los fenómenos con ella vinculados los que en una u otra forma dan origen a este componente. En tiempo corresponde a la fase de expulsión mínima de Wiggers.

e) *Cuarto componente.* — A continuación del tercer componente y en general sin que medie ningún intervalo aperiódico, el gráfico del primer ruido muestra vibraciones que se distinguen de las precedentes por su menor amplitud, su menor frecuencia vibratoria y sus trazos más gruesos (figs. 2, 3 y 5). En su conjunto el cuarto componente constituye un grupo de hasta 4 vibraciones de amplitud decreciente, siendo difícil distinguir la última, de las vibraciones no significativas de la línea de base.

Analizado el cuarto componente en los distintos focos hemos comprobado que está constituido, término medio, prácticamente por dos vibraciones en todos ellos (cuadro 7).

Su *duración* ha sido de 0.063 ± 0.0036 en la punta, 0.065 ± 0.0054 en foco mesocárdico y 0.060 ± 0.052 seg. en la base, no siendo significativas las diferencias. Como se ve, los términos medios de la duración de este componente han resultado mayores que los de los anteriores. Las diferencias con respecto al 1º y 2º componente son ampliamente significativas, pero con el 3º no ocurre lo mismo. (Cuadro 8). Los errores probables altos que se han encontrado para la duración de este componente implican una gran variabilidad en los valores individuales.

La frecuencia vibratoria del cuarto componente ha sido menor

CUADRO N° 7

PRIMER RUIDO

CUARTO COMPONENTE

Caso N°	PUNTA				MESOCARDICO				BASE			
	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)
8	0.065	2.	30.5	10.1	0.065	2.	30.5	10.	— no se registró —	— no se registró —	—	—
35	0.090	3.	33.4	7.6	0.037	1.5	40.	12.8	— ausente —	— ausente —	—	—
44	0.045	2.	44.	5.2	0.025	1.	38.8	8.5	0.030	1.	33.	7.5
29	0.054	1.5	27.7	7.	0.069	2.	31.7	10.8	— ausente —	— ausente —	—	—
39	0.097	4.	41.2	8.1	0.061	3.5	57.6	8.5	0.051	2.	38.8	8.5
28	0.091	3.	32.9	7.5	0.088	3.	34.	7.	0.091	3.	32.9	10.
34	0.077	1.5	19.5	5.5	0.064	2.	31.	12.	0.034	1.	29.6	11.
38	0.059	2.	34.	9.5	0.097	3.	30.9	9.4	0.119	3.	25.2	10.
20	—	— ausente —	—	—	0.015	2.5	13.2	6.5	Sumado con el 3°	Sumado con el 3°	—	—
37	0.047	1.	21.	6.5	0.035	1.	28.6	9.	0.051	1.5	29.1	8.8
36	0.068	2.	29.5	6.	0.045	1.	22.1	10.	0.063	2.	31.6	9.8
30	—	— no se registró —	—	—	—	— no se registró —	—	—	0.070	2.	28.6	7.6
32	0.035	2.5	29.3	6.8	0.070	2.	28.6	7.6	0.037	1.	36.6	6.
41	—	Sumado con el 3°	—	—	—	— ausente —	—	—	0.115	3.	26.	7.
43	0.061	2.	33.	6.5	0.091	3.	33.	6.6	0.030	1.	33.	8.
40	0.039	2.	50.7	8.	0.105	5.	47.1	9.7	0.069	2.	29.1	4.
42	0.093	3.	32.	5.5	0.156	4.	26.3	4.6	0.029	1.	34.	9.2
27	0.032	1.5	46.3	11.	0.029	1.	34.	11.	0.053	1.5	28.5	5.5
31	0.065	1.5	23.1	4.4	0.056	2.	35.8	6.5	0.059	2.	34.	10.2
33	—	— ausente —	—	—	0.059	2.	34.	9.6	—	—	—	—
T.M.	0.063	2.1	33.	7.2	0.065	2.2	33.2	8.8	0.060	1.7	31.1	8.1
σ	± 0.021	±	± 8.81	± 1.82	± 0.033	±	± 9.4	± 2.13	± 0.029	±	± 3.8	± 2.03
E.P.	± 0.014	±	± 5.94	± 1.22	± 0.023	±	± 5.6	± 1.43	± 0.019	±	± 2.5	± 1.37
E.P.T.M.	± 0.0036	±	± 1.53	± 0.31	± 0.0054	±	± 1.3	± 0.34	± 0.0052	±	± 1.69	± 0.36

que la del 2° y 3°, pero superior a la del 1°. Ella ha sido de 33 ± 1.53 en la punta, 33.2 ± 1.3 en foco mesocárdico y 31.1 ± 1.69 en la base, cifras estadísticamente uniformes. En cuanto a la diferencia con las frecuencias de los otros componentes, únicamente son significativas las encontradas en la base con el 3° y 1° (Cuadro 8). Esto se explica porque, tratándose de un fenómeno que ocurre en el período expulsivo es lógico pensar se origine en las estructuras vasculares de la base y que por lo tanto se registre con mayor pureza en esta zona. La amplitud del cuarto componente es considerablemente menor que la del 2° y 3°, correspondiendo más o menos a la del 1°. Los términos medios registrados en los distintos focos han sido (Cuadro 8): 7.2 ± 0.31 en la punta, 8.8 ± 0.34 en la zona mesocárdica y 8.1 ± 0.36 en la base, cifras que no arrojan diferencias significativas entre ellas.

El 4° componente guarda una cierta relación con el vértice de la onda c (Cuadro 11) o con el pico primario cuando esta onda está muy "arterializada" (fig. 5). En la punta, el 4° componente precede al vértice de C. en 0.018 ± 0.0043 seg.; en zona mesocárdica él se inicia 0.005 ± 0.0021 seg. después del vértice de c, lo que estadísticamente equivale a la simultaneidad de ambos fenómenos; en la base nuevamente el 4° componente precede en 0.010 ± 0.0036 seg. al vértice de c.

Analizando estas cifras y sus valores estadísticos llama la atención: a) que únicamente en la zona mesocárdica este componente se inicia después del vértice de c. b) que hay diferencias estadísticamente significativas entre los términos medios encontrados para esta relación en foco mesocárdico con respecto a los otros dos focos; no son significativas entre base y punta; c) que hay una coincidencia muy sugestiva entre el retardo existente entre el tercer componente y la iniciación de c, tanto en la punta como en la base, y el retardo entre el 4° componente y el vértice de c en los mismos focos. Todo esto nos induce a pensar que estas relaciones no son enteramente fortuitas. El intervalo transcurrido entre los accidentes analizados corresponde seguramente al retardo con que se registra el pulso venoso. Si en la zona mesocárdica falta este retardo, ello se debe probablemente a que el tercer componente, que tiene su intensidad y duración máximas en este foco, "desplaza" un poco la iniciación aparente del 4°.

CUADRO N° 8

	1er. Componente	2º Componente	3er. Componente	4º Componente
		D U R A C I O N		
Punta	0.038 ± 0.0017	0.036 ± 0.0018	0.049 ± 0.0032	0.063 ± 0.0036
Mesoc.	0.035 ± 0.0016	0.041 ± 0.0035	0.052 ± 0.0040	0.065 ± 0.0054
Base	0.036 ± 0.0018	0.045 ± 0.0023	0.050 ± 0.0013	0.060 ± 0.0052

NUMERO DE VIBRACIONES

Punta	1.	1.4	2.	2.1
Mesoc.	1.25	1.5	2.	2.2
Base	1.	1.7	1.95	1.7

F R E C U E N C I A

Punta	28.2 ± 2.	39.3 ± 2.9	39.2 ± 2.16	33. ± 1.53
Mesoc.	36.1 ± 1.59	39.1 ± 1.84	37.6 ± 2.07	33.2 ± 1.3
Base	24.5 ± 1.4	34.9 ± 1.50	40.4 ± 1.65	31.1 ± 1.69

A M P L I T U D

Punta	7.1 ± 0.4	16.5 ± 0.88	16. ± 1.	7.2 ± 0.31
Mesoc.	9.3 ± 1.21	22.2 ± 3.17	26.2 ± 3.51	8.8 ± 0.34
Base	5.6 ± 0.5	17.4 ± 1.08	19.9 ± 2.67	8.1 ± 0.36

Estas relaciones nos permiten además formarnos una idea razonable del mecanismo de producción del accidente fonocardiográfico que estamos analizando. El sería la expresión de las modificaciones que imprime al proceso sonoro el pasaje de la sangre del ventrículo a las arterias durante los primeros momentos de la expulsión máxima.

f) *Resumen de las características y significación de los componentes analizados.* — La aparente complejidad de toda esta serie de componentes cuyas particularidades se acaban de analizar, es susceptible de una sistematización que simplifica extraordinariamente el cuadro y que armoniza perfectamente con lo que se sabe acerca de la actividad mecánica del corazón. Todo se explica satisfactoriamente si se considera que en la génesis del proceso sonoro que cons-

CUADRO N° 9

Relaciones cronológicas entre el vértice de R y el 1° ó 2° componente del primer ruido.

— significa precedencia de componente.

+ „ „ del vértice R.

Caso N°	Punta		Mesocárdico		Pulmonar	
8	— 0.010	1ª	— 0.010	1ª	—	
20	— 0.005	1ª	— 0.017	1ª	— 0.013	1ª
27	0.	1ª	+ 0.008	2ª	+ 0.023	2ª
28	0.	2ª	— 0.015	1ª	+ 0.018	2ª
29	— 0.026	1ª	— 0.017	1ª	— 0.014	1ª
30	—		—		— 0.017	1ª
31	0.	2ª	— 0.018	2ª	— 0.026	1ª
32	— 0.027	1ª	— 0.015	2ª	— 0.006	1ª
33	0.	1ª	0.	2ª	— 0.015	1ª
34	+ 0.003	2ª	— 0.015	1ª	+ 0.009	2ª
35	— 0.006	1ª	0.	2ª	+ 0.009	1ª
36	— 0.008	1ª	0.	1ª	0.	2ª
37	— 0.009	1ª	0.	1ª	— 0.003	1ª
38	0.	2ª	—		0.	2ª
39	0.	1ª	— 0.006	1ª	—	
40	0.	1ª	— 0.012	1ª	0.	2ª
41	— 0.009	1ª	0.	1ª	+ 0.006	2ª
42	+ 0.003	2ª	+ 0.006	2ª	+ 0.031	2ª
43	— 0.003	1ª	+ 0.001	2ª	0.	2ª
44	0.	1ª	+ 0.003	1ª	+ 0.003	1ª
T.M.	— 0.007	1ª	— 0.008	1ª	— 0.009	1ª

CUADRO N° 10

Relaciones cronológicas entre el tercer componente del primer ruido
y el comienzo de la onda C.

— indica precedencia del ruido.

Caso N°	Punta	Mesocárdico	Base
8	— 0.031	— 0.034	—
20	0.	—	0.
27	0.	0.	0.
28	— 0.018	0.	0.
29	—	0.	—
31	— 0.026	— 0.012	—
32	0.	—	—
34	— 0.031	— 0.009	— 0.015
35	— 0.031	— 0.031	—
36	— 0.029	—	— 0.035
37	—	—	0.
38	— 0.038	— 0.026	— 0.047
39	0.	—	—
40	— 0.027	—	— 0.020
41	— 0.019	0.	0.
42	— 0.034	0.	0.
43	— 0.027	—	—
44	—	— 0.015	0.
T.M.	— 0.021	— 0.012	— 0.011
σ	± 0.013	± 0.013	± 0.017
E.P.	± 0.009	± 0.009	± 0.011
E.P.T.M.	± 0.0024	± 0.0028	± 0.0036

tituye el primer ruido intervienen, en cada ventrículo, dos factores primordiales, modificado cada uno de ellos por factores accesorios. Fundamentalmente intervienen: a) las vibraciones originadas en los primeros momentos de la sístole, por la contracción súbita de los ventrículos y b) las vibraciones engendradas por la apertura de las válvulas sigmoideas y los fenómenos que la siguen.

Como el ruido debido al primer factor se produce íntegramente durante el período isométrico sistólico, creemos que le corresponde el nombre de componente isométrico del primer ruido. Si es posible distinguir en él dos porciones (los componentes 1° y 2° de nuestro estudio) ello se debe a que en sus primeros momentos está algo modificado por las vibraciones tardías engendradas por la sístole auricular y por las debidas al impacto ventricular sobre la pared torácica.

Como el ruido engendrado por la vibración vascular (incluyendo válvulas, paredes, contenido y estructuras vecinas) se produce durante el período de expulsión, creemos que le corresponde el nombre de componente expulsivo. En él es posible distinguir dos porciones (componentes 3º y 4º de nuestro estudio) debido a la modificación impresa al proceso sonoro fundamental por la aceleración brusca de la corriente sanguínea durante la fase de expulsión máxima.

Estas observaciones vienen a substanciar y a precisar mejor conceptos ya adelantados por Wiggers (1923) basado especialmente en sus comprobaciones experimentales.

También resulta evidente de nuestro estudio que en cualquier foco en que se capte, entran en la constitución del primer ruido ambos componentes principales, isométrico y expulsivo, cada uno con intensidad y otros caracteres muy semejantes en todas partes. Si a veces no es posible distinguirlos claramente, ello se debe a que se han producido en condiciones tales que se han fundido en uno solo, cuya duración equivale a la suma de la de cada uno por separado. Las modificaciones impresas por la respiración a las condiciones de producción y de propagación de los ruidos del corazón, juegan un papel importante en la forma en que se suman estos componentes para dar al ruido su configuración definitiva (fig. 4).

En algunos casos, una separación muy neta entre los componentes isométrico y expulsivo, puede ser percibida a la auscultación como un desdoblamiento de primer ruido. Es menester hacer notar, sin embargo, que en la gran mayoría de los casos la inmediata precedencia de un ruido auricular fisiológico es interpretada por el oído como un desdoblamiento del primer ruido (Cossio y Braun Menéndez, 1935).

Las contingencias que pueden ocurrir en casos de un asincronismo marcado de la contracción de ambos ventrículos, han sido analizadas por Battro, Braun Menéndez y Orías (1936).

V.—SEGUNDO RUIDO

a) *Configuración gráfica.* — El segundo ruido es más simple en su génesis y, de acuerdo con ello, su representación gráfica es también mucho menos compleja que la del primero (Ver cualquiera de las figuras reproducidas). El examen de nuestros trazados demues-

CUADRO N° 11

Relaciones cronológicas del cuarto componente del primer ruido,
con el vértice de la onda C.

— significa precedencia del ruido.

+ „ „ „ „ vértice de C.

Caso N°	Punta	Mesocárdico	Base
8	— 0.024	0.	—
20	—	+ 0.027	—
33	—	0.	—
34	— 0.061	0.	— 0.030
35	— 0.019	0.	—
36	0.	+ 0.010	0.
37	— 0.022	0.	—
38	— 0.026	+ 0.029	0.
39	— 0.030	—	—
40	0.	0.	— 0.030
41	—	—	— 0.009
42	—	0.	—
43	0.	0.	0.
44	0.	0.	— 0.006
T.M.	— 0.018	+ 0.005	— 0.010
σ	\pm 0.019	\pm 0.011	\pm 0.013
E.P.	\pm 0.013	\pm 0.007	\pm 0.009
E.P.T.M.	\pm 0.0043	\pm 0.0021	\pm 0.0036

tra, sin embargo, que una inspección cuidadosa permite reconocer irregularidades en lo que respecta especialmente a la frecuencia y amplitud de las vibraciones que constituyen el ruido, siendo más bien frecuente la posibilidad de individualizar dos y, más raramente, hasta tres grupos de vibraciones (fig. 7, por ejemplo). El hecho de haber registrado únicamente el pulso venoso como trazado mecánico de referencia, trazado que no traduce con precisión el momento del cierre de las válvulas sigmoideas, causa principal de este ruido, hace que no podamos referir fundadamente los componentes analizados a los fenómenos mecánicos que los producen. Los trazados del pulso arterial central, registrados en algunos pocos casos, nos han demostrado que, lo mismo que para el primer ruido, en el caso de los componentes del segundo, existen relaciones muy estrechas entre ellos y los fenómenos mecánicos que inmediatamente preceden o siguen al cierre valvular. Por el momento sólo podremos señalar someramente estos hechos reservando para otra oportu-

nidad un análisis detenido con miras a determinar su causa y significación.

El cuadro N° 12 muestra los valores encontrados para el segundo ruido en lo referente a duración, número de oscilaciones, amplitud y frecuencia, en los distintos focos explorados.

La *duración* ha sido por término medio de 0.094 ± 0.0043 en la punta, 0.116 ± 0.0046 en foco mesocárdico y de 0.120 ± 0.0052 en la base. Como se ve, la duración máxima de este ruido corresponde a la base y zona mesocárdica. Las diferencias entre las cifras de la punta y las de los otros dos focos son estadísticamente significativas, lo que indica que el segundo ruido dura menos en ese foco; en focos mesocárdico y pulmonar, la duración es prácticamente la misma, por no ser significativa la pequeña diferencia que entre ellas existe.

En lo que se refiere al *número de oscilaciones* que componen el ruido en cada foco, vemos que es menor en la punta (3.3 ± 0.16 vibraciones) que en los focos mesocárdico y pulmonar (4.1 ± 0.17 y 4.4 ± 0.28 , respectivamente), siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

La amplitud máxima de las vibraciones del segundo ruido corresponde al foco mesocárdico; siguen en orden decreciente las del foco pulmonar y punta. La única diferencia significativa es la que existe entre la punta y zona mesocárdica.

La frecuencia de vibraciones del segundo ruido ha sido por término medio de 34.8 ± 1.14 en la base, 36.8 ± 1.82 en zona mesocárdica, y 37.9 ± 1.19 en el foco pulmonar, cifras que no arrojan diferencias significativas. Esta frecuencia es también prácticamente igual a la de los componentes 2° y 3° del primer ruido.

b) *Relaciones cronológicas.* — El segundo ruido tiene relaciones cronológicas más o menos precisas con el vértice de *v* y el vértice de T (cuadro 13). La iniciación de *v* casi siempre es anterior a la aparición del segundo ruido, pero no la hemos considerado porque es un accidente variable, sometido en mayor grado que el vértice de la onda, a la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos que obedecen en gran parte a la técnica con que se recoge el trazado. En cuanto al electrocardiograma, hemos elegido el vértice de T para punto de referencia por ser la parte de la onda que puede marcarse con más precisión en todos los casos.

CUADRO N° 12

SEGUNDO RUIDO

Caso N°	PUNTA				MESOCARDICO				PULMONAR			
	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)
8	0.102	4.	20.9	39.2	0.075	3.	24.2	40.	—	—	—	—
20	0.100	4.5	9.6	45.	0.067	4.	13.1	60.	0.193	9.5	13.	49.2
27	0.068	2.5	13.5	34.	0.062	2.	10.6	32.3	0.085	2.5	9.9	29.3
28	0.112	4.	11.5	35.7	0.091	3.	10.5	32.9	0.117	4.	20.	34.2
29	0.077	4.	6.5	51.9	0.139	5.	23.2	36.	0.133	5.	8.2	37.6
30	—	—	—	—	—	—	—	—	0.146	5.	17.9	34.1
31	0.082	2.5	11.	30.5	0.147	4.5	7.	30.6	0.070	2.5	9.5	35.7
32	0.100	2.5	21.5	25.	0.124	3.5	8.7	38.2	0.148	5.5	6.9	37.
33	0.132	4.	10.8	30.1	0.146	4.	22.5	27.4	0.165	6.	25.	36.4
34	0.151	4.	17.	26.5	0.156	5.5	33.	35.2	0.120	4.	24.	33.3
35	0.083	3.	16.	36.1	0.141	4.5	31.	31.9	0.125	4.	19.	32.
36	0.032	1.	14.	31.	0.116	4.5	32.	38.7	0.093	2.5	12.8	26.7
37	0.095	3.	14.	31.6	0.121	4.	35.	33.	0.114	4.	21.	35.1
38	0.115	3.5	—	30.4	0.135	5.	—	37.	—	—	—	—
39	0.121	4.	12.	33.	0.106	4.	19.	37.7	0.100	3.5	—	35.
40	0.091	4.	10.6	44.	0.145	6.	28.	41.4	0.121	6.5	17.5	53.7
41	0.065	2.	13.	30.8	0.112	4.	38.	35.7	0.112	4.5	26.5	40.2
42	0.094	2.5	6.5	26.6	0.087	2.5	14.	28.6	0.074	3.5	14.	47.3
43	0.061	2.	8.4	33.	0.148	6.	6.5	40.4	0.097	3.5	7.7	36.
44	0.106	5.	9.6	47.2	0.093	4.	15.7	43.	0.082	4.	7.	48.8
T.M.	0.094	3.3	12.6	34.8	0.116	4.1	20.6	36.8	0.120	4.4	15.3	37.9
σ	±0.027	±1.	±4.3	±7.2	±0.029	±1.1	±10.3	±7.	±0.032	±1.7	±6.6	±7.3
E.P.	±0.018	±0.67	±2.9	±4.8	±0.019	±0.74	±6.9	±4.7	±0.021	±1.14	±4.4	±4.9
E.P.T.M.	±0.0043	±0.16	±0.7	±1.14	±0.0046	±0.17	±1.69	±1.82	±0.0052	±0.28	±1.11	±1.19

CUADRO N° 13

Relaciones cronológicas del segundo ruido.

— significa precedencia del ruido.

+ de V ó T.

Caso N°	P u n t a		Mesocárdico		B a s e	
	Vértice T.	Vértice V.	Vértice T.	Vértice V.	Vértice T.	Vértice V.
8	+ 0.100	— 0.015	+ 0.107	— 0.134	—	—
20	+ 0.093	— 0.103	+ 0.083	— 0.083	+ 0.096	— 0.096
28	—	— 0.109	—	—	—	— 0.118
29	+ 0.085	—	+ 0.091	— 0.134	+ 0.093	— 0.119
30	—	—	—	—	—	—
31	+ 0.097	— 0.091	+ 0.073	— 0.102	+ 0.097	— 0.120
32	+ 0.091	— 0.108	+ 0.061	— 0.148	+ 0.103	— 0.106
33	+ 0.085	— 0.176	+ 0.106	— 0.170	—	— 0.153
34	+ 0.077	— 0.120	+ 0.095	— 0.061	—	— 0.107
35	+ 0.100	— 0.100	+ 0.087	— 0.125	—	— 0.122
36	+ 0.106	— 0.100	+ 0.129	— 0.100	+ 0.129	— 0.097
37	+ 0.098	— 0.057	+ 0.092	— 0.071	+ 0.070	— 0.085
38	+ 0.085	— 0.147	+ 0.085	— 0.147	—	—
39	+ 0.094	— 0.103	+ 0.091	— 0.106	—	— 0.112
40	+ 0.054	— 0.124	+ 0.061	— 0.097	+ 0.085	— 0.091
41	+ 0.094	— 0.122	+ 0.094	— 0.103	+ 0.097	— 0.122
42	+ 0.094	— 0.122	+ 0.062	— 0.125	—	—
43	+ 0.057	— 0.124	+ 0.033	— 0.115	+ 0.054	— 0.076
44	+ 0.124	— 0.149	+ 0.121	— 0.121	+ 0.121	— 0.136
T.M.	+ 0.090	— 0.110	+ 0.086	— 0.114	+ 0.094	— 0.111

La iniciación del segundo ruido precede siempre al vértice de *v* del flebograma. El tiempo que separa a estos dos fenómenos oscila alrededor de un término medio de 0.110 seg. en la punta, 0.114" en zona mesocárdica y 0.111" en la base; es decir, que es más o menos uniforme en los tres focos, con un ligero retardo en la zona mesocárdica.

El vértice de T siempre precede a la iniciación del segundo ruido en un tiempo que es de 0.090 seg. en la punta, 0,086 en foco mesocárdico y 0.094 en la base; la relación es, pues, uniforme en los tres focos.

VI.—TERCER RUIDO

a) *Configuración gráfica.* — El tercer ruido fisiológico se ha registrado en 13 de los 20 casos examinados (65%). En 5 casos (25%) estaba presente en el fonocardiograma registrado en los tres

CUADRO N° 14

TERCER RUIDO

Caso N°	PUNTA				MESOCARDICO				PULMONAR			
	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)	Duración (seg.)	N° Oscil.	Frec.	Amplit. (mm.)
8		— falta —			0.098	4.	40.	7.5		— n se registró —		
28	0.120	4.0	33.1	6.4		— falta —			0.088	3.0	34.0	6.6
29	0.085	3.0	33.9	5.0		— falta —				— falta —		
30		— no se registró —				— no se registró —			0.063	1.5	23.6	5.9
34	0.107	3.0	27.9	3.5	0.071	2.5	35.4	8.0	0.120	4.0	33.3	6.0
35		— falta —			0.100	3.5	34.8	8.	0.059	2.0	33.7	7.5
36	0.113	3.0	26.5	7.0	0.200	5.0	25.	9.	0.071	2.0	28.2	6.0
37		— falta —			0.181	5.5	30.4	8.5	0.063	1.0	31.5	7.
39	0.167	6.0	35.9	6.5	0.263	10.7	40.7	7.0	0.106	5.0	47.2	—
40	0.099	4.0	40.4	6.	0.067	2.75	41.2	6.0		— n se registró —		
42	0.174	5.5	31.6	4.	0.125	4.0	24.0	3.5	0.140	4.5	32.0	3.2
43	0.073	2.0	27.4	5.	0.121	4.0	33.	5.4	0.121	4.5	37.1	5.7
T.M.	0.117	3.7	32.1	5.4	0.136	4.7	33.8	7.	0.092	3.	33.4	5.7
σ	± 0.036	± 1.4	± 4.7	± 1.2	± 0.065	± 2.4	± 6.3	± 1.7	± 0.030	± 1.5	± 6.4	± 1.3
E.P.	± 0.024	± 0.94	± 3.2	± 0.8	± 0.044	± 1.6	± 4.2	± 1.1	± 0.020	± 1.0	± 4.32	± 0.9
E.P.T.M.	± 0.0092	± 0.35	± 1.20	± 0.32	± 0.0155	± 0.57	± 1.50	± 0.40	± 0.0071	± 0.36	± 1.53	± 0.33

focos; en 4 (20%) aparecía en un solo foco (2 en la punta y uno en los otros dos) y en los cuatro restantes (10%) sólo se registró en dos focos.

El cuadro 14 muestra las particularidades del tercer ruido en los casos en que se registró. La *duración* fué de 0.017 ± 0.0092 seg. en la punta, 0.136 ± 0.0155 seg. en zona mesocárdica y de 0.092 ± 0.0071 seg. en la base. El *número de oscilaciones* fué de 3.7 ± 0.35 en la punta, 4.7 ± 0.57 en zona mesocárdica y 3 ± 0.36 en la base. La frecuencia vibratoria fué de 32.1 ± 1.20 en la punta, 33.8 ± 1.50 en foco mesocárdico y 33.4 ± 1.53 en la base. La amplitud de 5.4 ± 0.32 mm. en la punta, 7 ± 0.40 en zona mesocárdica y 5.7 ± 0.33 en la base.

Ninguna de las diferencias existentes entre los promedios encontrados para los distintos caracteres en los diferentes focos de auscultación es significativa desde el punto de vista estadístico, lo cual indicaría que, en términos generales, cuando el ruido se registra en uno de los focos, lo hace con características similares en los otros. Con todo; el cuadro deja ver que las cualidades aditivas tienen valores más altos en el foco mesocárdico.

Aquí también el mayor número de casos en que se registró el tercer ruido con respecto a los examinados por Braun Menéndez y Orías (1934), depende de la mayor sensibilidad del sistema empleado y de una mayor experiencia en la lectura de los trazados.

b) *Relaciones cronológicas.* — Las relaciones que guarda el tercer ruido con los accidentes diastólicos del flebograma deben ser analizadas con precisión (figs. 4 y 6). En el cuadro N° 15 se registran los tiempos que separan la iniciación de este ruido del vértice de v y del final del lleno rápido.

Con el vértice de v coincide la iniciación del ruido en un solo caso y en este sólo en la punta, mientras que el foco mesocárdico está francamente más próximo al fin de lleno rápido. En la punta, el tercer ruido se inicia junto con el fin del lleno rápido en tres casos, después de él en un caso y antes en cinco. El término medio de los tiempos que separan la iniciación del tercer ruido del vértice de v y del final del lleno rápido (calculado en la forma ya indicada) es de 0.055 seg. después del vértice de v y 0.028 seg. antes del fin del lleno rápido; en la punta, la iniciación del tercer ruido está pues mucho más próxima al fin del lleno rápido que al vértice de v . En

CUADRO N° 15

Relaciones cronológicas del tercer ruido.

— significa precedencia del tercer R.

Caso N°	P u n t a		Mesocárdico		B a s e	
	Vértice V.	fin de lleno rápido	Vértice V.	fin de lleno rápido	Vértice V.	fin de lleno rápido
8	—	—	+ 0.138	0.	—	—
28	+ 0.115	0	—	—	+ 0.032	— 0.059
29	+ 0.025	+ 0.054	—	—	—	—
30	—	—	—	—	+ 0.067	— 0.013
34	+ 0.034	0.	+ 0.092	+ 0.037	+ 0.018	— 0.064
35	—	—	+ 0.062	0.	+ 0.062	0.
36	+ 0.068	— 0.042	+ 0.064	— 0.006	+ 0.103	— 0.032
37	—	—	+ 0.095	0.	+ 0.063	— 0.019
39	+ 0.115	0.	+ 0.027	— 0.088	+ 0.118	+ 0.018
40	+ 0.051	— 0.076	+ 0.076	0.	—	—
42	+ 0.031	— 0.062	+ 0.062	0.	—	—
43	0.	— 0.100	+ 0.088	— 0.045	+ 0.045	— 0.075
T.M.	+ 0.055	— 0.028	+ 0.078	— 0.011	+ 0.064	— 0.031

el foco mesocárdico, el tercer ruido empieza siempre después del vértice de v , del cual lo separa un tiempo de 0.078 seg. término medio. Con el fin del lleno rápido coincide en cinco casos, en uno lo sigue y en tres lo precede; la cifra media da 0.011 seg. de precedencia del ruido. En la base, los casos ocurren en la misma forma y se ve que los términos medios dan 0.064 seg. precedencia del vértice de v y 0.031 del ruido con relación al fin del lleno rápido.

VII.—RESUMEN Y CONCLUSIONES

El registro de los ruidos cardíacos (dispositivo de Wiggers y Dean con membranas muy sensibles) desde los focos apexiano, mesocárdico y pulmonar, simultáneamente con el flebograma y el electrocardiograma, en veinte estudiantes de medicina perfectamente normales, dió los siguientes resultados:

El ruido auricular se registró en 85 % de los casos, con una frecuencia de 29 oscilaciones por segundo, una duración de alrededor de 0,10 seg. y una amplitud de 6 mm., siguiendo a la onda a

del flebograma en 0.015 seg. y al vértice de P en 0,034 a 0,046 seg. según los focos. Los ruidos auriculares se presentaron con características muy parecidas en todos los focos.

El primer ruido se inscribió con particularidades más bien complejas, pero pasibles de una sistematización precisa. El cuadro fué esencialmente el mismo en todos los focos, con ligeras diferencias escasa o nulamente significativas. Casi siempre fué posible distinguir en el primer ruido cuatro grupos componentes de vibraciones: el primero estaba constituido lo más a menudo por una sola vibración de escasa amplitud, dibujada con trazo grueso y confundida directamente con el ruido auricular en caso de estar presente este último; se iniciaba 0.008 seg. antes del vértice de R, dura alrededor de 0,035 seg. y su frecuencia fué de 28, 36 y 24 vibraciones dobles por seg. en la punta, foco mesocárdico y base. El segundo componente, constituido por una vibración y media se iniciaba siempre, sin una delimitación muy neta, después del vértice de R y terminaba siempre antes de la iniciación de c; dura entre 0,036 y 0,045 seg. y su frecuencia oscila alrededor de 39 por seg. El tercer componente, constituido por dos vibraciones, se inicia en general en forma muy neta y guardando relaciones muy precisas con la iniciación de la onda c como para no pensar que se daban a la misma causa, o sea al comienzo de la fase de expulsión; dura alrededor de 0,050 seg. y su frecuencia es de más o menos 39 por seg. El cuarto componente está constituido por dos vibraciones no muy netamente separables de las precedentes, se anticipa ligeramente al vértice de c o al pico primario del pulso central, dura unos 0,060 seg. y su frecuencia es de unas 32 vibraciones por seg. Los componentes 2º y 3º son los que tienen mayor amplitud.

Toda esta aparente complejidad se explica satisfactoriamente si se admite que en la génesis del primer ruido intervienen esencialmente en cada ventrículo dos procesos sonoros: uno originado por la contracción súbita de los ventrículos, y el otro por la apertura de las sigmoideas: el primero merece el nombre de componente isométrico y el segundo el de componente expulsivo; cada uno de ellos está modificado por influencias accesorias. El componente isométrico está afectado en su porción inicial por vibraciones tardías de origen auricular y por el impacto cardíaco sobre la pared del tórax, y el componente expulsivo se modifica en sus porciones finales de-

bido a la aceleración sanguínea durante la expulsión máxima. De todo ello resultan los cuatro componentes analizados. Si a veces el primer ruido tiene un carácter más homogéneo, ello se debe a que hay una continuidad muy inmediata entre dos o más de estos componentes, que se presentan confundidos en uno solo.

El segundo ruido mostró también una cierta complejidad en su conformación, aunque no tanta como el primero. La falta de registro del pulso arterial central no nos ha permitido un análisis completo del mismo. Su duración fué de 0,094, 0,116 y 0,120 seg. en punta; zona mesocárdica y foco pulmonar; su frecuencia fué de unas 36 vibraciones por seg. en todos los focos, y se registró con amplitud máxima en la zona mesocárdica. Estaba constituido por 3, 4, y 4,5 vibraciones en los focos apexiano, mesocárdico y pulmonar respectivamente. Precedía muy constantemente en 0,110 seg. al vértice de v en todos los focos.

El tercer ruido normal se registró en 65 % de los casos, con caracteres muy similares en todos los focos explorados. Las cifras que se dan a continuación se refieren, respectivamente, a la punta, foco mesocárdico y foco pulmonar: duración, 0,117, 0,136 y 0,092 seg.; número de vibraciones: 3,7, 4,7, 3; frecuencia: 32, 34, 33. Se registra siempre después del vértice de v y algo antes del extremo inferior de su trazo descendente, coincidiendo, por consiguiente, con el fin del lleno ventricular rápido.

Los gastos demandados por la realización de este estudio fueron costeados en parte por un subsidio acordado por la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, a uno de los Autores. (A. Caeiro).

BIBLIOGRAFIA

- Battaerd.* — "Heart", 1917, VI, 121.
Battro A., Braun Menéndez E. y Orías O. — "Rev. Argent. Cardiol.", 1936, III, 325.
Braun Menéndez E. y Orías O. — "Ibid.", 1934, I, 101.
Braun Menéndez E. y Solari L. A. — "Rev. Soc. Argent. Biol." 1936, XII, 112.
Cossio P. y Braun Menéndez E. — "Rev. Argent. Cardiol.", 1935, II, 149.
Cossio P. y Lascalea M. — Temas de Fonocardiografía, recopilados por P. Cossio, "El Ateneo", Buenos Aires, 1935, p. 11.
Frey W. — *Bethe's handbuch der normalen und pathologischen Physiologie*, Springer, Berlin, 1926, Vol. VII-1, p. 267.
Hess W. R. — "Pflügers Arch.", 1920, CLXXX, 35.

- Orías O. — Registro e interpretación de la actividad cardíaca, "El Ateneo", Buenos Aires, 1936, 2ª edición, p. 68.
- Schütz E. — "Zeitschrift. f. d. g. exper. Medizin", 1929, LXVII, 751.
- Schütz E. — "Ibid.", 1931, LXXVII, 348.
- Schütz E. — "Eergeb. Physiol.", 1933, XXXV, 632.
- Segura A. S. — "Rev. Argent. Cardiol.", 1936, III, 3.
- Segura A. S. — Registro e interpretación de la actividad cardiovascular del lactante normal, "I. de Fisiología", Córdoba, R. A., 1937, p. 44.
- Taquini A. C. — Exploración del corazón por vía esofágica, "El Ateneo", Buenos Aires, 1936, p. 114.
- Taquini A. C. — "Rev. Soc. Argent. Biol.", 1937, XIII, 24.
- Trendelenburg F. — Klänge und Geräusche, "Springer", Berlin, 1935, p. 150.
- Wiggers C. J. — Circulation in health and disease, "Lea and Febiger", Philadelphia, 1923; Procedimientos fonocardiográficos, p. 301; Causas de las vibraciones y división del primer ruido en componentes, p. 320.
- Wiggers C. J. y Dean A. L. — "Am. Journ. Physiol.", 1917, XLII, 476.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'enregistrement des bruits cardiaques (dispositif Wiggers-Deans avec membranes très sensibles), pris des foyers apexien, mesocardique et pulmonaire, simultanément avec le flebogramme et l'electrocardiogramme, donna chez 20 étudiants de médecine, parfaitement normaux, les résultats suivants:

Le bruit auriculaire fut enregistré en 85% des cas, avec une fréquence de 29 oscillations par seconde, une duration approximative de 0,10 secondes et une ampleur de 6 mm., suivant l'onde *a* du flebogramme en 0,015 secondes et au sommet de P entre 0,034 et 0,046 secondes selon les foyers.

Le premier bruit s'inscrivit avec quelques particularités, plutôt complexes, mais passibles d'une systematisation précise. Le cadre fût essentiellement le même dans tous les foyers avec des petites différences nullement significatives. Presque toujours il fût possible de distinguer dans le premier bruit, quatre groupes composants de vibrations: le premier était souvent constitué par une seule vibration d'une ampleur limitée, dessinée avec degros trait et melée directement avec le bruit auriculaire, dans le cas ou celui-ci fût présent; il s'initiait a 0,008 secondes avant le sommet de R; durait a peu près 0,035 secondes et sa fréquence était de 28,36 et 24 vibrations doubles par seconde dans la pointe, foyer mesocardique et base.

Le deuxième composant, formé par une vibration et demie s'initiait toujours sans une delimitation très nette, après le sommet de R et finissait toujours avant l'initiation de C; durait entre 0,036 et 0,045 secondes, et sa fréquence oscillait autour de 39 par secondes.

Le troisième composant constitué par deux vibrations s'initiait généralement en forme très nette et conservait des rapports très précis avec l'initiation de l'onde C, ce qui ne nous permet pas de penser qu'ils se doivent a la même cause, c'est à dire au commencement de la phase d'expulsion; il durait plus ou moins 0,050 secondes et sa fréquence était à peu près de 39 par secondes.

Le quatrième composant constitué par deux vibrations difficilement séparables des précédentes, s'anticipait légèrement au sommet de *c* ou au secousse primaire du pouls central; durait 0,060 secondes et sa fréquence était de 32 vibrations par secondes. Les composants 2^{me.} et 3^{me.} sont ceux qui ont le plus d'ampleur.

Toute cette complexité apparente s'explique facilement si on admet que dans l'origine du premier bruit interviennent essentiellement deux procès sonores dans chaque ventricule; l'un produit par la contraction subite des ventricules et l'autre par l'ouverture des sigmoïdes. Le premier mérite la dénomination de composant isométrique et le deuxième celui de composant expulsif; chacun d'eux est modifié par des influences accessoires.

Le composant isométrique est affecté dans sa portion initiale par des vibrations tardives d'origine auriculaire et par l'impact cardiaque sur la paroi du thorax, et le composant expulsif se modifie dans ses portions finales à cause de l'accélération sanguine, pendant l'expulsion maxime.

Avec ça, nous avons analysé les quatre composants. Si quelque fois le premier bruit a un caractère plus homogène c'est à cause d'une continuité très immédiate entre deux ou plus de ces composants, qui se présentent confondus dans un seul.

Le deuxième bruit montra aussi une certaine complexité dans sa conformation, quoique pas aussi grande que le premier. Le manque d'enregistrement du pouls artériel central, ne nous permit pas un analyse complet du même. Sa durée fut de 0,094, 0,116, et 0,120 secondes en pointe, région mesocardique et foyer pulmonaire. Sa fréquence fut de 36 vibrations par seconde dans tous les foyers et se registra avec ampleur maxime dans la zone mesocardique. Il était constitué par 3,4 et 4,5 vibrations dans les foyers apexien, mesocardique et pulmonaire, respectivement. Il précédait très constamment en 0,110 secondes le sommet de *v* dans tous les foyers.

Le troisième bruit normal se registra en 65% des cas, avec des caractères très similaires dans tous les foyers explorés. Les chiffres que nous donnons à continuation, appartiennent à la pointe, foyer mesocardique et foyer pulmonaire respectivement. Durée: 0,117, 0,136 et 0,092 secondes; Nombre de vibrations: 3,7, 4,7, 3; Fréquence: 32, 34, 33.

On enregistra toujours après le sommet de *v* et un peu avant l'extrême inférieur de son trait descendant, coïncidant, par suite, avec le final du plein ventriculaire rapide.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

By optically recording the heart sounds (Wiggers and Dean) from the apex, mesocardiac and basal (pulmonal) areas, simultaneously with the jugular pulse and the electrocardiogram in twenty healthy young medical students, the following conclusions were drawn (after statistical analysis of the different figures).

An auricular sound was recorded in 85 per cent of the cases, with about 29 vibrations per second, lasting for about 0.10 sec., appearing in the records with an amplitude of 6 mm. and following in about 0.015 sec. after the beginning

of wave *a* of the venous pulse, and from 0.034 to 0.046 sec. after the top of P wave of the electrocardiogram. The average figures for the auricular sound were very similar on the different areas.

The first heart sound showed a rather complicated appearance but upon careful analysis and correlation with the mechanical events a systematization was arrived at. Its picture was essentially the same over all the investigated areas. Very constantly it was possible to individualize four groups of vibrations forming the first sound: the first of all, formed by only one thick vibration and following immediately after the auricular vibration when these were present, begun about 0.008 sec. before the top of R, lasted about 0.035 sec. and showed a vibration frequency of 28, 36 and 24 per second over the apex, mesocardiac area or basis, respectively. The second component; formed by one and a half vibration, begun after the top of R and ended always before the initiation of *c*; lasted for about 0.036 to 0.045 sec. and showed a vibration frequency of about 39 per sec. The third component, formed by two vibrations, starts always rather sharply keeping very uniform relations with the beginning of the *c* wave of the venous pulse thus allowing the assumption that they both are due to the same cause: i.e., the opening of the sigmoid valves and initiation of the ejection phase; it lasts for about 0.050 sec. and shows a frequency of about 39 per sec. The fourth component is formed by an average of two vibrations not so very well distinctly separated from those of the preceding group; it starts a short interval before the top of the *c* wave, lasts for about 0.060 sec. and shows a frequency of about 32 vibrations per second. The 2d. and 3d. components have the largest amplitude.

All this apparent complexity may be easily and satisfactorily explained if we assume that in the origin of the first sound two acoustic processes take place in each ventricle: one caused by the sudden contraction of the ventricles and the other by the opening of the sigmoid valves. The name of isometric component is suggested for the first and the name of ejective component for the second. Each one of them is modified by accessory influences. The isometric component is affected in its earliest portion by tardy auricular vibrations and by the ventricular impact on the chest wall. The ejective component is modified in its latter portion due to the acceleration of blood during the maximal ejection phase. The combined influence of this all, accounts for the registration of the four components just analyzed. If sometimes the first sound shows a more homogenous character this is due to a more immediate sequence between two or more groups.

The second sound although very much simpler than the first one, showed also a rather complex picture. This however, we have been unable to analyze because in the absence of the central arterial pulse record, we had not enough reference points to correlate the groups of vibration with the mechanical events. It lasted for 0.094, 0.116 and 0.120 sec. over the apex, mesocardiac area and basis respectively, and showed a frequency of 36 vibrations per second all over the precordial region. It was recorded with maximal amplitude on the mesocardiac area and preceded by a uniform interval of 0.110 seconds the top of the *v* wave on all the explored areas.

The so called third heart sound was recorded in 65 per cent of the cases,

the average figures for its properties being very uniform over all the explored areas. They were for the apex, mesocardiac area and basis respectively: duration, 0.117, 0.136 and 0.092 seconds; number of vibrations, 3.7, 4.7 and 3; frequency, 32, 34 and 33 vibrations per second. It was always recorded after the top of *v* wave and a short interval before the end of its descending limb, consequently, during the final moments of the rapid ventricular inflow.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Registrierung der Herztöne (Vörrichtung von Wiggers und Dean mit hochsensibler Membran) von den Auskultationsherden der Herzspitze, des Mesokards und der Pulmonalis aus, mit gleichzeitiger Aufnahme eines Phlebo- und eines Elektrokardiogramms bei 20 vollkommen normalen Medizinstudenten, führte zu folgenden Ergebnissen:

Der Vorhofston wurde in 85% der Fälle mit einer Frequenz von 29 Schwan-Amplitude von 6 mm., der a-Welle des Phlebogramms in einem Zeitabstand von kungen pro Sek., registriert mit einer Dauer von ungefähr 0.10 Sek. und einer 0.015 Sek. und der P-Gipfel in einem solchen von 0.034 bis 0.046 Sek. folgend, je nach dem erwähnten Herd. Die Vorhofstöne zeigten sich an allen Herden mit sehr ähnlichen Eigenschaften.

Der erste Ton schrieb sich mit Besonderheiten ein, welche man wohl als kompliziert bezeichnen kann, die man jedoch einer genauen Systematisation unterziehen kann. Das Bild war im ganzen das gleiche an allen Herden mit geringen Abweichungen die kaum oder nicht wichtig waren. Es war fast immer möglich beim 1. Ton vier verschiedene Vibrationsgruppen zu unterscheiden: die erste stellte sich meistens aus einer einzigen Vibration zusammen die von geringer Amplitude war und sich mit einem breiten Strich einschrieb und direkt mit dem Vorhofston zusammenschmolzen in den Fällen wo dieser erschien; sie begann 0.008 Sek. vor der R Spitze, dauerte etwa 0.0035 Sek. und ihre Frequenz war von 28, 36 und 24 Doppel-vibrationen pro Sek. am der Spitze, am mesokard. Herd und an der Basis. Die 2. Gruppe, die aus $1\frac{1}{2}$ Vibrationen bestand, begann stets, ohne eine genaue Abgrenzung nach der R Spitze und endete immer vor dem Beginn von c; sie dauerte zwischen 0.036 und 0.045 Sek. und ihre Frequenz schwankt um 39 pro Sek. Die 3. Gruppe, die sich aus zwei Vibrationen zusammensetzt, beginnt im allgemeinen in einer scharf ausgeprägten Form und bewahrt sehr genaue Beziehungen mit dem Beginn der c-Welle, sodass man nicht daran denken kann, dass sie die Folge eines gleichen Grundes sind, d.h. der Beginn Austreibungszeit, sie dauert ca. 0.050 Sek. und ihre Frequenz ist ungefähr 39 pro Sek. Die vierte Gruppe besteht aus zwei Vibrationen die man nicht leicht von der vorhergehenden trennen kann; der c-Spitze oder der Primärspitze des Zentralpulses kurz vorausgeht, etwa 0.060 Sek. dauert und eine Frequenz von ca. 32 Vibrationen pro Sek. hat. Die 2. und 3. Gruppe weisen die grösste Amplitude auf.

Diese ganze scheinbare Verwicklung kann man zufriedenstellend erklären, wenn man annimmt, dass bei der Erzeugung des 1. Tones hauptsächlich zwei akustische Prozesse in jeder Kammer vor sich gehen: die eine durch die rapide

Kontraktion der Ventrikel, der andere durch die Öffnung der Semilunarklappen hervorgerufen: den ersten kann man die isometrische, den zweiten die expulsive Komponente nennen, jede einzelne wird durch nebensächliche Einflüsse verändert. Die isometrische Komponente ist in ihrem anfänglichen Teil durch verspätete Vibrationen des Vorhofs und durch den Herzstoss gegen die Thoraxwand beeinflusst und die expulsive Komponente verändert sich in ihren letzten Teilen wegen der Beschleunigung des Blutstromes während des Höhepunkts der Austreibungszeit. Aus allen diesen Umständen heraus bilden sich die vier Komponente die wir hier geprüft haben. Wenn man ab und zu beobachtet, dass der 1. Ton einen gleichmässigeren Charakter besitzt, so ist dieses auf die schnelle Folge von zwei oder mehr von diesen Komponenten zurückzuführen, die sich so zu einer einzigen verschmelzen.

Beim 2. Ton stellte man auch eine Komplexität in seiner Zusammensetzung fest, wenn diese auch nicht an die des 1. Tones heranreichte. Es war uns nicht möglich eine vollständige Prüfung davon zu machen, da uns die Registrierung des zentralen Arterienpulses fehlte. Seine Dauer war von 0.094, 0.116 und 0.120 Sek. an der Spitze, an der mesokardischen Zone und am Herd der Pulmonalis; seine Frequenz betrug etwa 36 Vibrationen an allen Herden und die grösste Amplitude wurde an der mesokardischen Zone festgestellt. Es war von 3, 4 und 4,5 Vibrationen zusammengestellt, resp. an der Herden der Spitze, des Mesokards und der Pulmonalis. Er ging um 0.110 Sek. stets der v-Gipfel voraus und zwar an allen Herden.

Der 3. normale Ton wurde mit sehr ähnlichen Eigenschaften an allen geprüften Herden in 65% der Fälle registriert. Die Ziffern, die wir nachfolgend geben, beziehen sich auf die Spitze, bzw. auf den mesokardischen und der Pulmonalis-Herd. Dauer 0.117, 0.136 und 0.092 Sek. Die Zahl der Vibrationen 3.7, 4.7, 3; Frequenz 32, 34, 33. Man registriert ihn stets nach der v-Gipfel und etwas vor dem unteren Ende des niedergehenden Strichs, d.h. also, dass er mit der Ende der schnellen Einströmung des Blutes von den Vorhöfen in die Kammern.

