

ANALES DE LA FACULTAD DE MEDICINA

TOMO XXVIII^o 3

LIMA, 3er. TRIMESTRE DE 1944

REGISTRO GRAFICO DE LOS RUIDOS CARDIACOS EN SUJETOS NATIVOS DE LA ALTURA

Por **Andrés Rotta** y **Jorge Ascenzo C.**
Del Departamento de Fisiopatología, Facultad de
Ciencias Médicas

Los fonocardiogramas obtenidos en series de sujetos normales muestran que no es siempre posible el registro de los ruidos Auricular y 3^o, dándose porcentajes de inscripción muy diversos por los diferentes autores (1) (2) (3) (4). La causa por la cual falla la inscripción gráfica de estos ruidos en buena parte de los individuos normales no se ha explicado todavía en forma concreta, pero se aceptan que influyen diferentes factores como la edad, elementos determinantes de los ruidos, condiciones de trasmisibilidad de la pared torácica, sensibilidad de los aparatos registradores, etc.

En el hombre y los animales aclimatados a las grandes alturas se han encontrado ciertas modificaciones hemodinámicas del sistema cardiovascular tales como un mayor volumen de sangre circulante (6) (7) con reducción plasmática (5) (8), mayor presión venosa (5), tensión arterial ligeramente baja (5) (9), bradicardia (10) (11) (12) (13); congestión capilar y pulmonar (14) (15), al mismo tiempo que un corazón aumentado de tamaño (5) (16) (17) y aparentemente

con cierto déficit en su irrigación (16). Como algunos de estos factores pueden intervenir en la conformación de los elementos acústicos o gráficos de los ruidos cardíacos, es lógico admitir que sus variaciones influyan modificando las características normales de los mismos. De otro lado, la auscultación del corazón en sujetos nativos de la altura, permite percibir, con relativa frecuencia, ritmos de 3 y aun de 4 tiempos, dando la sensación auditiva de desdoblamiento de los ruidos del corazón. Si estas sensaciones auditivas de desdoblamiento se deben a la escisión de los componentes de los ruidos fundamentales o son producidas por la exageración en la intensidad de los ruidos Auricular y 3º, no se ha puntualizado hasta el presente.

El trabajo que hemos realizado tiene por objeto establecer, comparativamente, la frecuencia de inscripción de los ruidos cardíacos no audibles en sujetos de nivel del mar (Lima) y de 4538 metros de altura (Morococha), utilizando procedimientos y métodos iguales; comparar los resultados obtenidos a nivel del mar con los datos fonocardiográficos hallados en sujetos normales por otros autores; y, por último, dilucidar si las sensaciones auditivas de desdoblamiento que se encuentran, a la auscultación, en la altura, son producidas por la mayor intensidad de los ruidos no audibles o son desdoblamiento en sentido estricto. Los resultados obtenidos, a pesar de haberse practicado solo un corto número de observaciones, parecen ser satisfactorios.

MATERIAL Y METODOS

Las experiencias se han realizado en 50 sujetos de nivel del mar (Lima) y en 30 nativos de Morococha. La edad, más o menos homogénea, en ambos grupos, fluctuó entre los 20 y 30 años para los de Lima y entre los 19 y 35 años para los de Morococha. Los fonocardiogramas se registraron en posición echada después de un reposo de 15 a 20 minutos; se obtuvieron varios trazados, en cada sujeto, en los diferentes focos de auscultación precordial. Un examen clínico previo, incluyendo un electrocardiograma, permitió descartar posibles lesiones orgánicas del corazón.

Para la inscripción de los ruidos cardíacos hemos usado el método directo con el segmento de cápsula de Franck modificado por Wiggers y Dean (18) y con membrana resonadora del tipo descrito por Oriás (19) que consiste en una mezcla de caucho nativo disuelta en bencina a la que se añade jébe líquido comercial y vaselina líquida, en cantidades convenientes. Para la captación de los ruidos se ha usado un embudo receptor de 3 cm. de diámetro con un tubo de transmisión de caucho, de paredes gruesas, de más o menos 70 cm. de longitud y con 2 o 3 aberturas laterales, de acuerdo con la dureza de la membrana.

Como trazado de referencia para la identificación de los ruidos se registró simultáneamente el pulso yugular y en algunos casos el electrocardiograma o el pulso arterial intermedio (carótideo). Se cuidó que las membranas presentaran una frecuencia y amortiguamiento adecuados, al mismo tiempo que se tomaron todas las precauciones necesarias para evitar el paralaje en los trazados.

El tipo de membrana que hemos usado ha sido recientemente criticada por su baja frecuencia (2) (4), pero creemos que para estudios comparativos como el presente son bastante útiles y llenan su cometido sin dar lugar a errores.

RESULTADOS

Inscripción de los ruidos cardíacos a nivel del mar y en la altura.—En la tabla I se han anotado comparativamente los resultados en relación con la frecuencia de inscripción de los 4 ruidos normales, tanto a nivel del mar como en la altura. En esta tabla se puede apreciar que el ruido auricular se registró aproximadamente, en el mismo porcentaje en ambos grupos (48 % y 47 % respectivamente), mientras que el tercer ruido cardíaco fué registrado en 58 % de los casos de nivel del mar y 70 % de los de la altura, poniéndose en evidencia, de este modo, que la inscripción del tercer ruido es más frecuente en los sujetos que viven en condiciones de anoxia crónica.

La comparación de las características del fonocardiograma obtenido a nivel del mar con los resultados de otros auto-

T A B L A I

CLASIFICACION DE FONOCARDIOGRAMAS SEGUN EL N° DE RUIDOS REGISTRADOS

Fonocardiogramas	Lima (50 casos)		Morococha (30 casos)	
	Nº Casos	%	Nº Casos	%
Con 1º y 2º ruidos . . .	13	26.0	6	20.0
Con ruidos A. 1º y 2º . . .	8	16.0	3	10.0
Con 1º, 2º y 3º ruidos . . .	13	26.0	10	33.0
Con ruidos A. 1º, 2º y 3º . . .	16	32.0	11	36.0
Total de Ruidos Articulares inscritos . . .	24	48.0	14	47.0
Total de Terceros Ruidos inscritos . . .	29	58.0	21	70.0

res que han utilizado el mismo tipo de registro gráfico, no ha puesto de manifiesto ninguna variación de carácter racial.

Las figuras 1 y 2 corresponden a fonocardiogramas de nivel del mar y de la altura, en los cuales se han registrado los 4 ruidos normales del corazón.

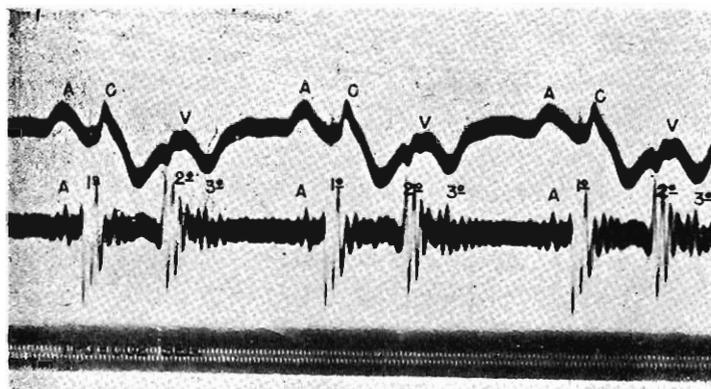


Fig. 1.—Fonocardiograma de un sujeto normal de nivel del mar en el cual se han registrado los cuatro ruidos normales del corazón. Trazado de referencia, en la parte superior, pulso venoso.

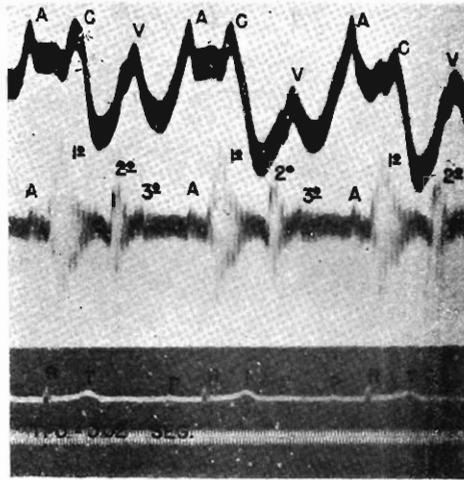


Fig. 2.—Registro gráfico de los 4 ruidos normales en un sujeto de la altura. Trazados de referencia : pulso venoso y electrocardiograma.

Desdoblamiento de los ruidos cardíacos a nivel del mar y en la altura.—Como ya se ha apuntado, la auscultación precordial en sujetos nativos de la altura permite apreciar, frecuentemente, la sensación auditiva de desdoblamiento de los ruidos cardíacos. La fonocardiografía ha enseñado, desde hace mucho tiempo, que las sensaciones auditivas de desdoblamiento pueden ser producidas por desdoblamiento en senti-

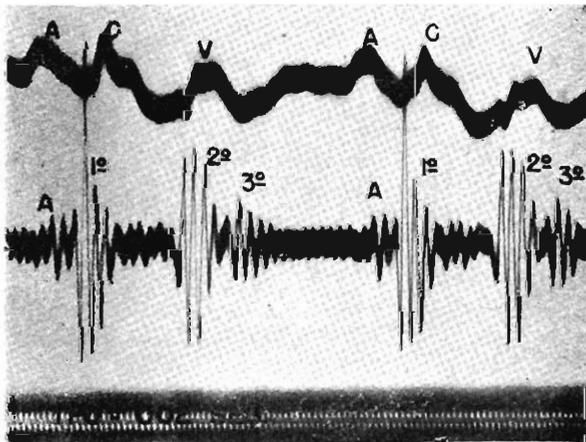


Fig. 3.—Falso desdoblamiento del 2º ruido por aumento de la intensidad del tercer ruido, en un sujeto normal.

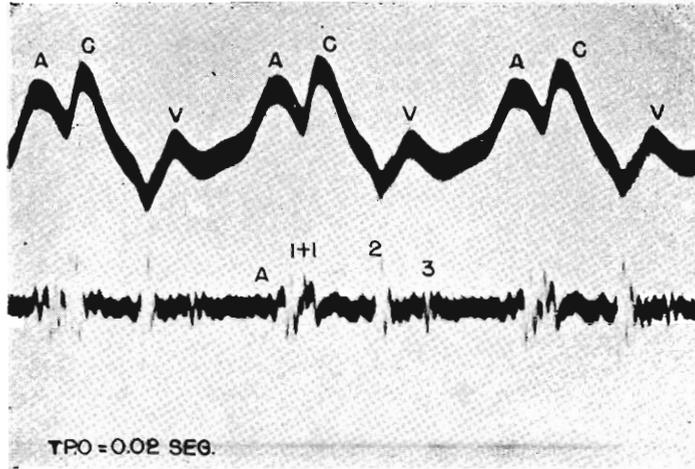


Fig. 4.—Desdoblamiento fisiológico del primer ruido en un sujeto de la altura. Se puede apreciar que el primer componente del ruido desdoblado está formado por el ruido auricular y el componente isométrico del primer ruido.

do estricto, o por incremento en la intensidad de los ruidos no audibles que el oído toma equivocadamente como componentes del ruido desdoblado.

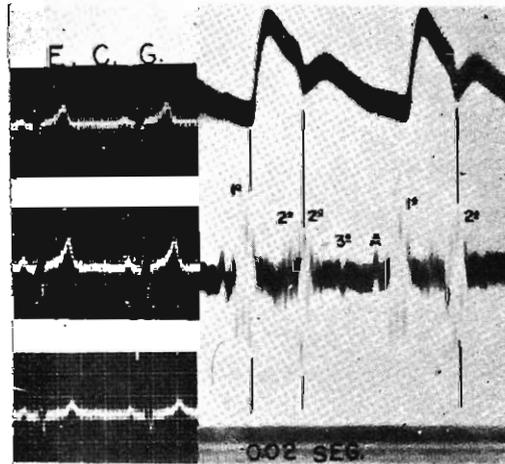


Fig. 5.—Desdoblamiento en sentido estricto del segundo ruido en un sujeto de la altura. Trazo de referencia: pulso carotídeo. Se puede observar que el primer grupo de vibraciones se presentan antes del vértice de la incisión en "V" del pulso arterial.

La auscultación precordial de 50 sujetos de nivel del mar nos dió la sensación auditiva de desdoblamiento de los ruidos cardíacos en 12 de ellos o sea en el 24 % de los casos. Clínicamente, 5 fueron clasificados como desdoblamientos del primer ruido y 7 como desdoblamientos del 2º ruido. El fonocardiograma mostró que de los 5 (10 %) desdoblamientos del primer ruido, 3 (6 %) fueron debidos a una exageración en la intensidad del ruido auricular y 2 (4 %) por la separación de los componentes gráficos de dicho ruido cardíaco. De los 7 (14 %) desdoblamientos del 2º ruido, 6 (12 %) se debieron a un incremento de la intensidad del 3º ruido y uno (2 %) a la escisión de los elementos gráficos de este ruido.

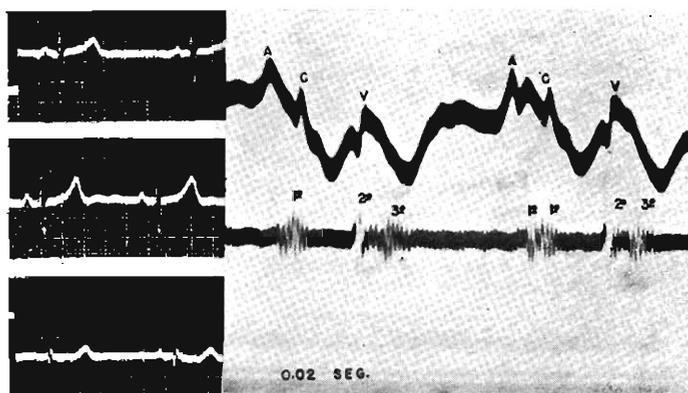


Fig. 6.—Ritmo de 4 tiempos en un sujeto de la altura. El desdoblamiento del primer ruido (2 ciclo) lo es en sentido estricto, mientras que el del segundo es un falso desdoblamiento por aumento en la intensidad del tercer ruido cardíaco.

La auscultación precordial de 30 sujetos normales de Morococha nos dió la sensación auditiva de ritmos de 3 tiempos en 15 de ellos o sea en el 50 % de los casos y percepción de ritmos de 4 tiempos en otros 4 casos o sea en un 13 %. Del total de los 19 (63 %) casos en los que se percibieron desdoblamientos de los ruidos, 20 % fueron clasificados clínicamente como desdoblamientos del primer ruido y 43 % como desdoblamientos del 2º ruido. El examen del fonocardiograma permitió comprobar que en todos los desdoblamientos del primer ruido existía una separación neta de los componentes gráficos de este ruido, aunque en varios casos se pudo observar que al mismo tiempo, había un aumento de la intensidad del ruido au-

CAUSAS DE LOS DESDOBLAMIENTOS DE LOS RUIDOS CARDIACOS A NIVEL DEL MAR Y EN LA ALTURA

T A B L A 11

	Desdoblamientos 1er. ruido				Causa del desdoblamiento		
	Nº Casos	Causa del desdoblamiento		Rdo. A Desdob. 1º Rdo.	Nº Casos	Desdoblamientos 2º ruido	
		Rdo. Articular	Desdob. 1º Ruido			3º Ruido	Desdob. 2º Ruido
NIVEL DEL MAR	5	3	2	0	7	6	1
ALTURA	6	0	4	2	13	10	3

ricular cuyas vibraciones se prolongaban sumándose al primer componente del ruido desdoblado. (Fig. 4). Del 43 % de los desdoblamientos del 2º ruido, 33 % fueron debidos a un incremento de la intensidad del 3º ruido y 10 % a una separación de los componentes gráficos del 2º ruido; 66 % (2 de los 3 casos) de éstos últimos en los cuales se registró como trazado de referencia el pulso carotídeo, se constató que el primer grupo de vibraciones del ruido desdoblado se producía antes del vértice de la insisura en "V", dato que puede permitir afirmar que el desdoblamiento fué producido por el cierre prematuro de las sigmoideas pulmonares (figura 5). En el 13 % de los sujetos en los que se encontró desdoblamientos de los 2 ruidos cardíacos, el desdoblamiento del primer ruido lo fué en sentido estricto mientras que el del 2º fué un falso desdoblamiento. Un ejemplo de este tipo se ha representado en la figura 6.

En la tabla II se han anotado sumariamente las causas de los desdoblamientos de los ruidos cardíacos a nivel del mar y en la altura, revelados por el análisis del fonocardiograma.

DISCUSION

Los datos que preceden muestran que en los habitantes de las grandes alturas se encuentra, con mayor frecuencia que en los que viven a nivel del mar, desdoblamientos de los ruidos cardíacos, especialmente del 2º ruido. El examen fonocardiográfico ha demostrado, asimismo, que la inscripción del tercer ruido se verifica en un porcentaje más amplio y que justamente el aumento de la intensidad de este ruido juega un papel importante para dar lugar a las sensaciones auditivas del falso desdoblamiento.

Estos hechos nos llevan a comentar, en líneas generales, las causas de los desdoblamientos fisiológicos que tienen lugar en el individuo normal y a verificar un estudio somero de los mecanismos que intervienen en la producción del tercer ruido, para luego tratar de explicar la mayor frecuencia con la que se encuentran estas dos variantes fisiológicas en el hombre nativo de la altura.

El desdoblamiento fisiológico del primer ruido ha sido señalado por diferentes autores (19) (20) (21) (22); el desdo-

blamiento se realiza a expensas de una separación más neta de los componentes gráficos, isométricos y expulsivo, del primer ruido que tiene lugar especialmente al final de la expiración. La causa misma no está todavía bien determinada y se cree que puede ser debido a un asincronismo en el cierre de las válvulas tricúspide y mitral, a la disociación de los componentes muscular y valvular del primer ruido o a una tensión asincrónica de un mismo aparato valvular aurículo-ventricular, hipótesis ésta última, admitida como más probable por Cossío y Braun-Menéndez (22) después de un detenido estudio del problema.

El desdoblamiento fisiológico del segundo ruido se produce por el asincronismo en el cierre de las sigmoideas aórticas y pulmonares, que puede presentarse en condiciones normales. Sin embargo, se ha dejado establecido que la mayor parte de las sensaciones auditivas de desdoblamientos del segundo ruido, son falsos desdoblamientos producidos por un incremento en la intensidad del tercer ruido que al sobrepasar el umbral de excitación del oído hace que se le perciba como componente del segundo ruido.

En cuanto a los mecanismos que intervienen en la génesis del tercer ruido normal del corazón, se sabe desde los trabajos de Orías y Braun-Menéndez (1) (19), así como por las recientes investigaciones experimentales de Boyer (24) y de Freddman y Master (4), que dicho ruido se produce en los momentos finales de la fase de lleno rápido coincidiendo con la parte media o final de la rama descendente de la onda "V" del pulso venoso. Las causas que lo producen han sido discutidas desde que Gibson lo señaló en el año de 1907, pero en la actualidad se acepta la concepción de Ohm (26) sostenida y aclarada por Orías, Braun-Menéndez y colaboradores (1) (19) (22) que considera que el ruido es producido por el pasaje de la onda sanguínea desde las aurículas a los ventrículos en la fase de lleno rápido, estando condicionado por el mismo pasaje de la sangre y por la distensión ventricular correspondiente, influyendo además, las condiciones de trasmisibilidad de la pared torácica. Boyer, registrando directamente los ruidos cardíacos sobre el corazón expuesto, en perros, ha llegado a la conclusión de que las vibraciones de la pared ventricular ocasionadas por el pasaje de la sangre producen un impacto muy

semejante al tercer ruido y Freddman y Master estudiando la intensidad y la frecuencia de inscripción del tercer ruido en la oclusión coronaria, admiten que los principales factores genéticos de éste ruido son los enunciados por Orias y Ohm. Ahora bien, haciendo el análisis de estos factores tendremos que el pasaje de la sangre de las aurículas a los ventrículos, depende principalmente de la diferencia de presión entre ambas cantidades en el momento en que se inicia la fase de lleno rápido; la diferencia de presión dependerá, a su vez, de la cantidad de sangre que llega a las aurículas y de la aptitud del ventrículo para vaciar su contenido en el sístole, puesto que si los ventrículos no logran vaciarse adecuadamente, la diferencia de presión será menor y el impacto producido por el pasaje de la sangre, más tenue. Otro factor de importancia en la producción del tercer ruido es la condición misma de la pared ventricular en el sentido de que cuando el músculo se encuentra en estado de hipotonía, la oleada sanguínea al chocar con sus paredes flácidas las hace entrar más fácilmente en vibración produciendo un impacto más fuerte; éste es el caso, probablemente, de la exageración de la intensidad del tercer ruido que se encuentra en condiciones en las que hay alteraciones de pared del miocardio y que dan lugar al ritmo de galope de fin de lleno rápido, tal, como lo han observado Freddman y Master en la oclusión coronaria (4).

Aclarados sumariamente los mecanismos que intervienen en los desdoblamientos de los ruidos cardíacos y en la génesis del tercer ruido, nos corresponde analizar los elementos que pueden dar lugar a la mayor frecuencia con la que se encuentran estos dos fenómenos normales de la actividad cardíaca, en condiciones de anoxemia crónica. El mayor porcentaje con que se encuentra la separación de los componentes del primer ruido es un tanto fácil de explicar adecuadamente y en forma concreta, pero se pueden señalar varios factores capaces de influir en la producción de una tensión asincrónica del aparato valvular aurículo ventricular, tales como el tipo respiratorio profundo, la hipertrofia cardíaca, la bradicardia y la distonía vegetativa demostrada por Asta-Salazar (25) El aumento de la intensidad del tercer ruido que se ha podido captar gráficamente y aun por la simple auscultación, debe explicarse por una mayor diferencia de presión aurículo-

ventricular en la fase de lleno rápido, por la mayor plenificación de las aurículas. El por qué, el tercer ruido hecho audible se manifiesta en la forma Clínica de desdoblamiento y nó de ritmo de galope, se debe simplemente a la bradicardia fisiológica característica del hombre de la altura. De allí que cuando estos individuos hacen taquicardia, se presenta frecuentemente el ritmo de galope, tal como lo ha observado Monge (23) en casos de pérdida de adaptación a la altura.

CONCLUSIONES

Se ha practicado un examen clínico y fonocardiográfico del corazón en 50 sujetos normales de nivel del mar y 30 nativos de Morococha (4538 metros de altura) con el objeto de verificar un estudio comparativo de las características gráficas y acústicas de los ruidos cardíacos. Los resultados obtenidos señalan como datos de importancia los siguientes:

1º—El ruido auricular fué registrado en el mismo porcentaje a nivel del mar y en la altura (48 % y 47 % respectivamente). El tercer ruido cardíaco se registró en 58 % de los casos de nivel del mar y en 70 % de los de la altura.

2º—La auscultación precordial permitió percibir sensación auditiva de desdoblamiento de los ruidos cardíacos en 24 % de los sujetos de nivel del mar y en 63 % de los de la altura. A nivel del mar, 10 % fueron clasificados clínicamente como desdoblamientos del primer ruido y 14 % como desdoblamientos del 2º ruido. En la altura, 20 % correspondieron a desdoblamientos del primer ruido y 43 % a desdoblamientos del segundo.

3º—El análisis del fonocardiograma permitió dilucidar que de los 5 desdoblamientos del primer ruido, a nivel del mar, 3 fueron producidos por la exageración de la intensidad del ruido auricular y 2 por separación de los componentes gráficos de este ruido. En la altura, el fonocardiograma mostró que en todos los desdoblamientos del primer ruido (20 % de los casos) existía una separación neta de los componentes gráficos del ruido, aunque en algunos de ellos el ruido auricular presentaba, asimismo, un incremento de su intensidad.

4º—De los desdoblamientos del segundo ruido, a nivel del mar, 12 % fueron producidos por un aumento de la intensi-

dad del tercer ruido y 2 % por la separación de los componentes gráficos de este ruido. Del 43 % de casos que se clasificaron como desdoblamientos del segundo ruido en la altura, 10 % fueron desdoblamientos en sentido estricto y 33 % falsos desdoblamientos por aumento de la intensidad del tercer ruido.

5º—Se sugiere que la mayor audibilidad del tercer ruido cardíaco en los nativos de la altura puede estar determinada por la mayor diferencia de presión aurículo-ventricular en la fase de lleno rápido aunque tal vez intervenga factores que afecten al músculo cardíaco.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—Braun-Menéndez E. y Orias O. — Estudios Fonocardiográficos en 100 adultos jóvenes. — Rev. Argent. de Cardiología. — 1934, 1, 101.
- 2.—Boyer N. H. Eckstein W. R. y Wiggers C. J. — The Characteristics of Normal Heart Sounds recorded by direct Methods. — Am. Heart Jour. — 1940, 19, 257.
- 3.—Duchosal P. — Note sur l'enregistrement graphique des bruits du cœur. — Comp. Rend. Soc. de Biol. — 1929, 100, 319.
- 4.—Master A. M. and Freddman R. — A Phonocardiographic Study of the Heart Sounds in acute Coronary Occlusion. — Am. Heart Jour. — 1942, 24, 196.
- 5.—Rotta A. — La Circulación en las grandes Alturas. — Anal. Fac. Cien. Méd. — 1938, 23, 1.
- 6.—Hurtado A. — Cronic Mountain Scknes. — J. of Am. Med. Assos. — 1942, 120, 1278.
- 7.—Hurtado A. — Datos no publicados.
- 8.—Merino C. — Datos inéditos.
- 9.—Torres H. — La tensión arterial en la Altura (Tesis de Bachiller). — Anal. Fac. Cien. Med. 1937, 20, 349.
- 10.—Monge C. — Fisiología Andina : Circulación (1ª Memoria). El pulso, ritmo y forma. — Anal. Fac. Cien. Med. — 1935, 17, 1.
- 11.—Monge C. — Fisiología Andina (2ª Memoria) : El rendimiento cardiovascular al esfuerzo en el Hombre de los Andes. — Anal. Fac. Cien. Med. — 1935, 17, 29
- 12.—Capdehourat E. L. — Estudios sobre la Biología del hombre de la Altitud. — Ed. Minist. de Justicia e Instrucción, Buenos Aires, 1937 pág. 197.
- 13.—Saenz R. Electrocardiografía en la Altura (tesis de Bachiller) Anal. Fac. Cien. Med. — 1938, 23, 17.
- 14.—Hurtado A. — Aspectos Fisiológicos y Patológicos de la vida en la Altura. — Ed. Rímac. Lima 1937, pág. 5.
- 15.—Mori Chávez P. — Manifestaciones pulmonares del cuy en el soroche agudo. — Anal. Fac. Cien. Med. — 1935, 18, 126.

- 16.—Rotta A. — Peso del corazón y N^o de capilares cardiacos en Cobayos de diferentes alturas. — *Rev. Argent. de Cardiologia.* — 1943, 10, 186.
- 17.—Miranda A. y Rotta A. — Medidas del Corazón en nativos de la Altura. — *Anal. Fac. Cien. Med.* (en prensa).
- 18.—Wiggers C. J. y Dean A. L. — The Nature and time relations of the fundamental heart Sounds. — 1917, 42, 476.
- 19.—Orias O. y Braun-Menéndez E. — Los Ruidos cardiacos en condiciones normales y patológicas. — Ed. "El Ateneo". Buenos Aires, 1937, pág. 38.
- 20.—Potain C. — Note sur les dedoublements normaux des bruits du Cœur. — *Bull. Soc. Méd. Hop. Paris.* — 1886, 3, 138.
- 21.—Wohlens H. et Duchosal P. — Etude Phonocardiographique des dedoublements du premier bruit du cœur. — *Arch. Maladie du Cœur.* — 1932, 25 1.
- 22.—Cossio P. y Braun-Menéndez E. Desdoblamiento fisiológico de los ruidos del corazón. — *Rev. Argent. de Cardiol.* — 1935, 2, 149.
- 23.—Monge C. — Les Erytremies de l'altitud. — *Masson et Cie, Paris.* 1929.
- 24.—Boyer N. — Studies on the third Heart Sound. — *Am. Heart Jour.* — 1942, 23, 794.
- 25.—Aste Salazar H. — Exploración funcional del sistema nervioso extracardíaco del andino. — *Anal. Fac. Cien. Med.* — 1936, 19, 226.
- 26.—Ohm R. — Citado por Orias O. (19).