

## **EL BALISTOCARDIOGRAMA EN EL NATIVO DE ALTURA (\*)**

Por HUGO CORDANO BOITANO

### **I N T R O D U C C I O N**

La Balistocardiografía es un método de exploración cardíaca que viene siendo estudiada desde hace muchos años; el iniciador fué Gordon en 1877, luego han habido varios investigadores más que han ido agregando nuevos conocimientos, pero su aplicación directa a la clínica, como un método nuevo de exploración cardíaca, no se realizó hasta 1939 con Starr (13), habiendo tomado más auge en los últimos años con el nuevo Balistocardiógrafo de Dock' (14), que tiene gran portabilidad, estructura sencilla y poco peso.

La Balistocardiografía estudia las fuerzas mecánicas que se producen a nivel del corazón y de los grandes vasos, durante cada ciclo cardíaco (13-19); según Hamilton (18), estudia los movimientos que el cuerpo humano hace, respondiendo al impacto del corazón y de la sangre.

Este nuevo método tiene mucha importancia, sobre todo, para el estudio de las afecciones coronarias, habiéndose demostrado la existencia constante de alteraciones balísticas en dichas afecciones, aún en los casos en que fué imposible poner luz por otros métodos. (19).

---

(\*) Nuestro agradecimiento a los Profesores: Carlos Monge M. Miguel Cervelli - Carlos Monge C. - Artemio Miranda - Ramón Bocanegra - Leopoldo Eguren.

Para el estudio del trazado balístico, los autores norteamericanos han dividido a éste en complejos, los que se leen y a su vez están limitados por las R del electrocardiograma, cada complejo está formado por varias ondas, unas sistólicas (H-L-J-K) y otras diastólicas (L-M-N-O).

Se acepta que las ondas dependen de: 1.— Retroceso de la expulsión ventricular, la cual golpea el cuerpo hacia los pies, y 2.— Del impacto que hace la sangre expulsada sobre los grandes vasos y de la resistencia que los grandes vasos determinan sobre la sangre circulante, los cuales mueven al cuerpo en el mismo sentido que se mueve la sangre, ambos tipos de fuerzas pueden operarse al mismo tiempo, el balistocardiógrafo registra el balance de estas fuerzas.

En orden de sucesión, las ondas son las siguientes: (12-13-14-15-18) (Fig. 1).

H.— Dirigida hacia la cabeza, o sea una onda positiva, usualmente viene durante la fase de contracción isométrica ventricular; según Hamilton, intervendría otra fuerza originada por la circulación de la sangre en la porción periférica de la parte más baja del cuerpo. Esta última fuerza neutraliza en parte la primera, en forma variable, lo que explica a su vez la variación de la onda en amplitud.

I.— Dirigida hacia los pies, o sea una onda negativa, se produce cuando comienza la expulsión ventricular y es el reflejo del rechazo cardíaco, proveniente de la aceleración de la sangre dentro de la aorta ascendente y arteria pulmonar.

J.— Dirigida hacia la cabeza, es el resultado de tres fuerzas.

1.— Resistencia que el chorro sufre a nivel del corazón, de la aorta ascendente y arteria pulmonar.

2.— La principal, se debe al impacto que hace la sangre bajo la corona del arco aórtico.

3.— A la aceleración de la sangre en la aorta descendente, lo que da origen a una fuerza que se dirige hacia arriba.

Esta onda es la más prominente entre las positivas y generalmente domina el trazado.

K.— Dirigida hacia los pies, se debe a la resistencia que opone la aorta descendente a la masa de sangre circulante; según Hamilton, esta onda no es una postvibración, sino la expresión de una onda auténtica. Generalmente es la mayor de las ondas negativas.

L.— Según Hamilton, corresponde a una fuerza dirigida hacia la cabeza y originada por la resistencia que la aorta ascendente determina sobre el flujo circulante al final de la sístole ventricular.

M.— Corresponde a una fuerza dirigida hacia los pies; se piensa que la resistencia que ejerce la aorta descendente sobre la circulación sanguínea puede jugar algún papel.

N.— Es una fuerza dirigida hacia la cabeza; es considerada como una post-vibración. Puede ser más alta que L.

O.— Onda negativa, es sincrónica con la elevación del pulso femoral, esto hizo creer que tiene su origen en la reflexión del impulso de las ondas en las arteriolas de la parte más baja del cuerpo.

El objeto del presente trabajo sobre Balistocardiografía en las alturas, realizado sobre sujetos nativos en la localidad de Morococha, es hacer un aporte al conocimiento del hombre normal de nuestras serranías, en relación con el aparato cardiovascular.

Como es sabido, más de la mitad de la población del Perú es andina, y una gran parte de ella vive a grandes alturas, motivo por el cual su organismo está sujeto a un mayor esfuerzo para poder sobrevivir, lo que ha dado lugar a una diferencia en sus características, tanto funcionales como morfológicas, que lo apartan al margen de la consideración racial, del sujeto que vive al nivel del mar.

Estas variaciones desde los estudios de Barcroft, han sido consideradas como dependientes, principalmente de la anoxia anóxica, en que se desarrolla la vida en la altura, representando el fenómeno de adaptación funcional frente a la baja presión atmosférica.

Entre nosotros, los primeros estudios al respecto fueron hechos por el Profesor Carlos Monge M., quien en sus diversos trabajos da una amplia información sobre la fisiología y fisiopatología del habitante andino, habiendo descrito por primera vez él la enfermedad típica de las grandes alturas que lleva su nombre (1); este estudio ha sido continuado por él y sus colaboradores y por el Profesor Hurtado y sus colaboradores, quienes han profundizado los estudios anteriores y han realizado nuevos, llegando así a un conocimiento más amplio y profundo de la fisiopatología del sujeto andino.

Otro objetivo, conjuntamente con los trabajos de los Srs. Armando Silicani y Ricardo Cassinelli es aportar a nuestro medio un conocimiento más sobre la balistocardiografía, que hoy en día en los Estados Unidos de Norteamérica se le utiliza como un medio de rutina en la exploración de la función cardíaca y del estado anatómico del corazón.

En el presente estudio se hace en primer lugar una pequeña descripción de las principales características fisiológicas del habitante de las grandes alturas; luego el material y el método empleado; luego los resultados; por último, un breve comentario de ellos. La interpretación es muy difícil de llevarla a cabo, ya que siendo la balistocardiografía

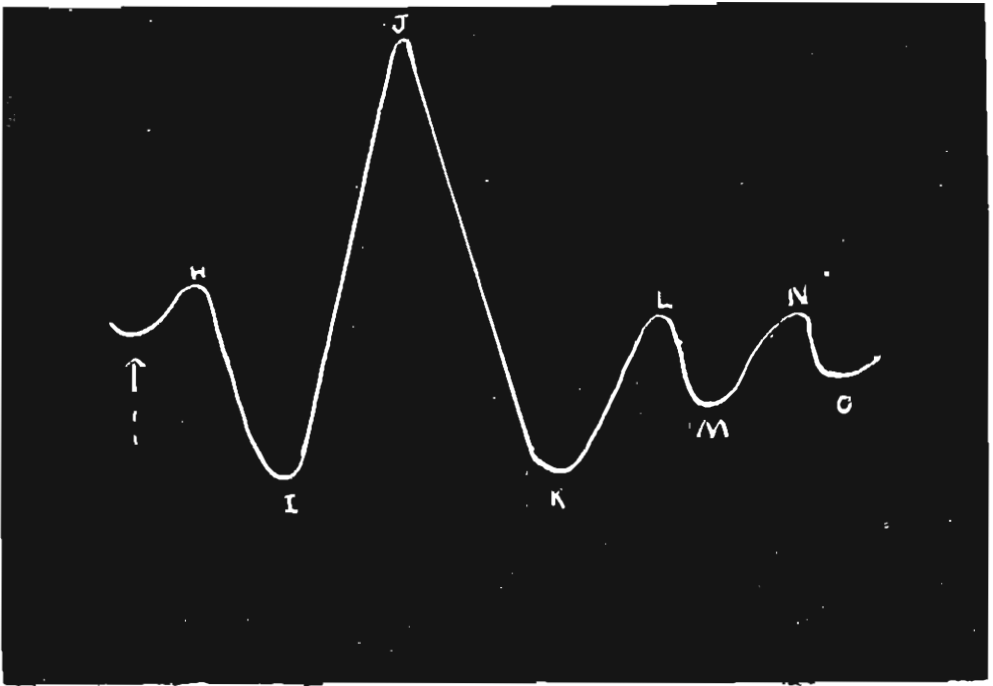


FIGURA No. 1

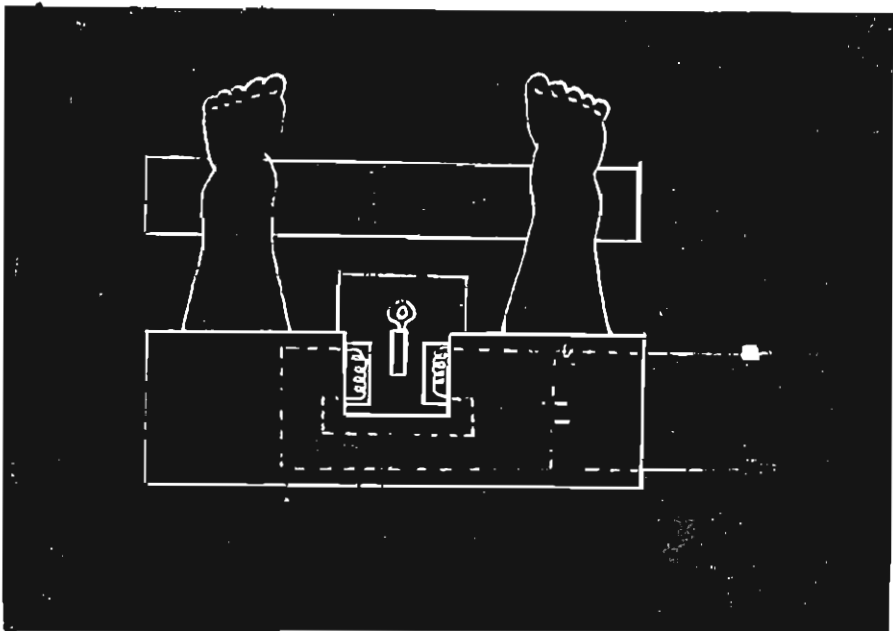


FIGURA No. 2

un procedimiento nuevo en nuestro medio, carecemos de la experiencia suficiente para hacer una interpretación definitiva de las alteraciones halladas; además, por el hecho de que los conocimientos actuales sobre el verdadero significado de las ondas balísticas, así como de la mecánica circulatoria en el andino están todavía en pleno estudio. Por lo tanto en este trabajo sobre todo se hace un estudio descriptivo del balistocardiograma en la altura, dejando para uno posterior el comentario de la parte interpretativa.

## MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio llevado a cabo en la localidad de Morococha (4540 m. sobre el nivel del mar), fué sobre 30 individuos, todos ellos hombres, cuyas edades fluctuaban entre 18 a 50 años (77% entre 18 a 30), que habían nacido en los lugares o regiones vecinas, donde fueron investigados, o a alturas por encima de los 3000 m.; o en este último caso con una residencia prolongada en Morococha (de dos meses a 20 años). Ninguno tenía antecedentes de haber trabajado en las minas por un tiempo prolongado, aspecto muy importante a tener en cuenta en estas zonas por la frecuencia de neumoconiosis.

Los 30 sujetos sobre los que se ha llevado a cabo el estudio eran todos normales; para llegar a ésta conclusión todos ellos fueron sometidos a un minucioso interrogatorio y examen clínico, haciéndose marcado hincapié sobre todo aquello que pudiera repercutir en la función cardiovascular; como exámenes auxiliares se les hizo: examen radiográfico, electrocardiograma y la presión arterial; fueron tomadas en cuenta también algunas características biométricas como peso, talla, haciéndoseles además medición del perímetro torácico y de la capacidad vital.

Algunos exámenes como, los valores hematológicos y lo referente a volumen de expulsión y trabajo cardíaco, no fueron hechos por ser considerados todos los sujetos normales y por dificultades de técnica.

Todos los signos hallados en el examen clínico, así como los datos recogidos por los exámenes auxiliares, concuerdan con los signos valores y datos considerados como normales por los diversos autores que han hecho estudios particulares sobre cada uno de ellos.

Los datos obtenidos, comparados con los de los diversos autores, son los siguientes: Estos individuos viven en un grado de anoxia bastante intenso, caracterizado por una saturación arterial con oxígeno de 81.4%, con variaciones entre 75.2 a 86.2% y a una presión barométrica promedio de 446 (m.m. Hg.). (9).

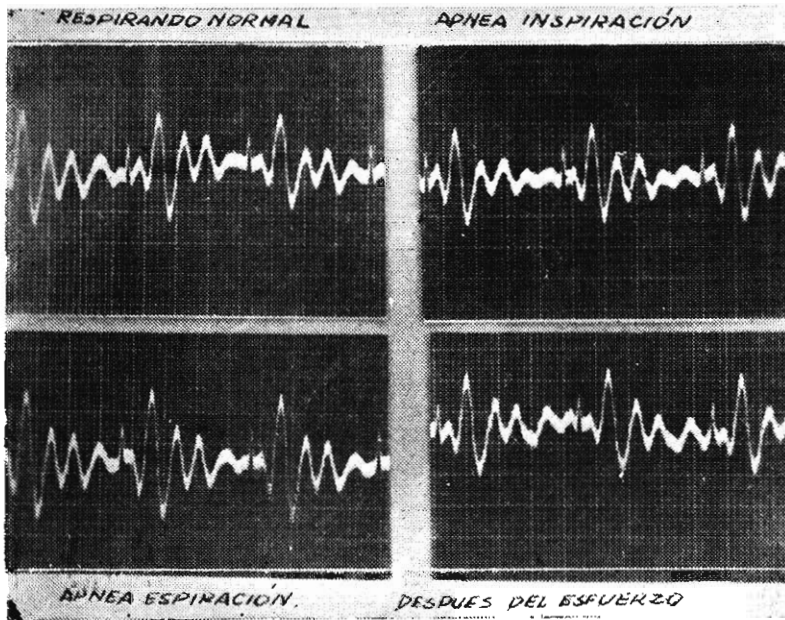


FOTO No. 1

*Se trata de un balistocardiograma normal tomado en Lima a un hombre joven y normal desde el punto de vista clínico y del laboratorio. Es considerado en este trabajo para que sirva como trazado comparativo con los tomados en la altura.*

*Se aprecia en él la simetría y la similitud de las ondas en todos los complejos y fases del trazado; todas son nitidas y fácilmente reconocibles; el trazo es fino y la amplitud mediana.*

El tipo constitucional es generalmente normosómico; la facies enrojecida con labios rojovioláceos, y mucosas orales y conjuntivales inyectadas; el dorso de las manos enrojecidas y las uñas rojovioláceas.

El tórax es de tipo ancho con forma enfisematosa y un pulmón de capacidad aumentada a expensas del aire complementario y del aire residual. (21).

A la auscultación del corazón en un buen porcentaje de casos, se halla, desdoblamiento del primer o segundo ruido, a veces de los dos en el foco tricuspídeo, y desdoblamiento o refuerzo del segundo tono en el foco pulmonar.

El ritmo del pulso en el hombre de los Andes es de menor frecuencia que el del nivel del mar, en condiciones de reposo y de ejercicio (3-4); en los sujetos de este trabajo, fué de 72 en promedio, con varia-

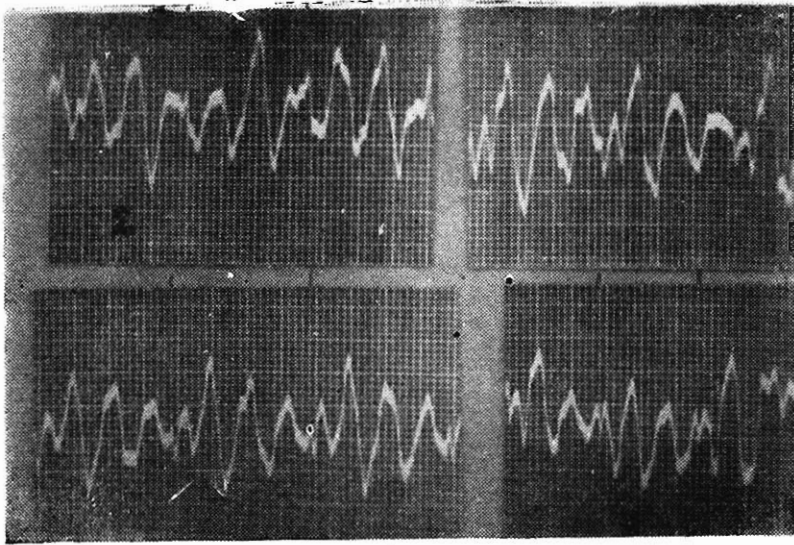


FOTO No. 2

*Se trata de L. A. de 30 años de edad, que está considerado en los cuadros como el caso No. 19; tiene 19 años de residencia en Morococha y es natural de Yauli.*

*Se aprecia en las diferentes fases del trazo que las ondas son reconocibles en su totalidad; presentan engrosamientos en las ramas de J y K; L y K en algunos complejos tienen su vértice de tipo agudo grueso o romo.*

ciones de 60 á 84 pulsaciones por minuto. Las cifras dadas por el Dr. Monge son: (2).

40 á 60 pulsaciones por minuto 54 % de casos  
60 á 84 pulsaciones por minuto 46 % de casos

La Presión Arterial dada por los Drs. Torres H. (7) y Rotta A. (8) es:

	Lima	a 4300 m.
Máxima	11.16 (mm. Hg.)	9.23 á 12.87 (mm. Hg.)
Mínima	9.92 (mm. Hg.)	5.57 á 9.13 (mm. Hg.)
Diferenc.	4.27 (mm. Hg.)	2.10 á 5.46 (mm. Hg.)

El Dr. Rotta da en la altura: Mx. 120.5 mín. 73.0 (mm. Hg.). Los valores promedios de los sujetos de este trabajo fueron: Mx. 114 con varia-

ciones entre 100 á 135 (mm. Hg.) Mín. 74 con variaciones entre 60 á 85 (mm. Hg.).

Los valores electrocardiográficos para el nativo normal dados por los Drs. Rotta A. (5) y Saenz R. (6), son los siguientes:

La onda Pno muestra ninguna anormalidad importante, ni en duración ni en amplitud.

El intervalo P-R está entre límites normales, en relación con el tipo de corazón.

El Á QRS: está desviado hacia la derecha entre + 90 y +180 grados en 50% de casos. Fuertemente desviados a la izquierda entre -90 a -180 en 21%.

S más grande que R, en todas o casi todas las derivaciones precordiales en los sujetos en quienes existía un alto grado de desviación del eje hacia uno u otro lado.

El tiempo de conducción intraventricular, está aumentado en un 28% de sujetos, el 72% restante es normal.

Signos electrocardiográficos de bloqueo de rama derecha en el 7% de trazados y 23% mostraban el característico aspecto de hipertrofia ventricular derecha.

Los valores encontrados en los sujetos de este trabajo son:

El Á QRS desviado hacia la izquierda entre -60 a -150 en el 20% de casos; hacia la derecha entre + 60 a + 150 grados en el resto.

El 96% tenía corazón vertical y el 4% corazón horizontal. 83.33% tenían entre moderada a fuerte rotación horaria, en el eje longitudinal del corazón, 13.33% no tenían rotación horaria y 3.33% rotación anti-horaria.

El 6.66% tuvo bloqueo incompleto de rama derecha.

El resto de accidentes y valores electrocardiográficos fué normal.

Referente al volumen de expulsión el Dr. Rotta (8) da las siguientes cifras.

Volumen minuto.	Nivel del mar:	3.77 Lt.	fluctúa de	3.29 a	4.36
	Morococha:	3.8	„ „ „	3.35 a	4.15

Se ve que en el habitante de la altura, a pesar de su menor área de superficie, el volumen minuto sobrepasa ligeramente al que se encuentra al nivel del mar.

Volumen Sistólico: 63 cc. por contracción, sobrepasa en 2 cc. a la media de Lima.

Trabajo del corazón: 5.12 kilográmetros por minuto, con variaciones entre 3.90 a 6.13 kilográmetros; en Lima es de 4.78, con variaciones de 3.82 a 5.94.



Valores hematológicos promedios dados por el Dr. Merino (10).

Hematíes	7.88	Reticulocitos	0.96
Hemoglob.	22.6	Leucocitos	8.40
Hematocri.	66.7	Plaquetas	529.8

Billirubina total mlgr. por 100 cc. 1.93

„ directa „ „ „ „ 0.57

„ indirecta „ „ „ „ 1.35

Principales características biométricas del nativo en Morococha (21).

	20 34 años	35 a 49 años
Estatura	1.59	1.59
Peso	55.4	56.8
Áreadesuperficie	1.56 m <sup>2</sup>	1.58 m <sup>2</sup>

Los valores promedios obtenidos en los sujetos de este trabajo son:  
Peso: 58 K. Talla: 1.60. Área de superficie 1.59m<sup>2</sup>.

*Aparato y funcionamiento* (Fig. 2).

El aparato usado fué el balistocardiógrafo de W. Dock (14) que consta de dos partes fundamentales: 1.— Dos alambre de cobre enrollados en espiral, que están insertos en un dispositivo de madera; sus extremos proximales están unidos, los distales están libre y emergen por uno de los extremos del dispositivo de madera, permitiendo así su conexión a dos chicotes.

2.— Una placa magnética fija, que se coloca entre los alambres de cobre.

Los movimientos correspondientes al ciclo respiratorio, se eliminan mediante un aparato especial incluido en el dispositivo que lleva los alambres de cobre.

El sistema del alambre enrollado, mediante los dos chicotes, se conecta a la primera derivación de un electrocardiógrafo.

Las fuerzas balísticas provocan movimientos corporales de determinada dirección y amplitud, los cuales son transmitidos a las espiras, acercándose y alejándose del sistema del alambre enrollado; estos movimientos producen corriente eléctrica, la cual es transportada y registrada por el electrocardiógrafo en forma de ondas. (17).

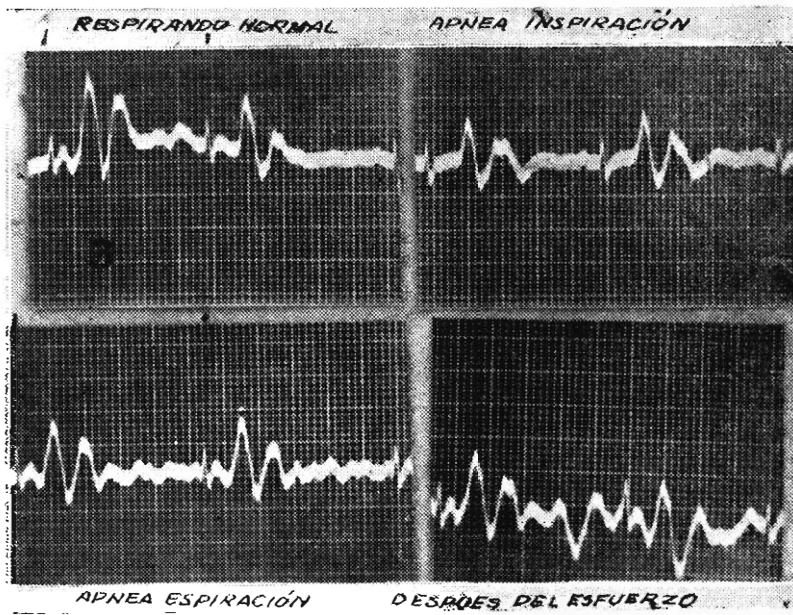


FOTO No. 3

Se trata de A. LL. de 19 años de edad que está considerado en los cuadros como el caso No. 1; tiene dos meses de residencia en Morococha y es natural de Huarón.

Se aprecia la ausencia de las ondas H y L en la fase de Apnea Inspiración; vértice de K y L tipo agudo grueso o romo en algunos complejos; ausencia de las ondas consideradas como post-vibraciones (M-N-O).

Técnica.— (11-13-14 1.— Los balistocardiogramas fueron registrados 2 a 4 horas después de los alimentos, previo 15 minutos de reposo.

2.— Se colocó al sujeto en decúbito dorsal, sobre una mesa inmóvil, de superficie sólida y lisa, con extensión de todos sus segmentos, con los músculos completamente relajados, colocando los tendones de Aquiles sobre un dispositivo de madera, que tiene por objeto permitir una mejor transmisión y recepción de las fuerzas mecánicas.

3.— Colocación del balistocardiógrafo sobre las espigas de las tibias (1/3 inferior) y conexión al cuerpo del sujeto y al electrocardiógrafo.

4.— Standarización del electrocardiógrafo a 1/2 milivoltio.

5.— Se toma el balistocardiograma en derivación 1 del electrocardiógrafo.

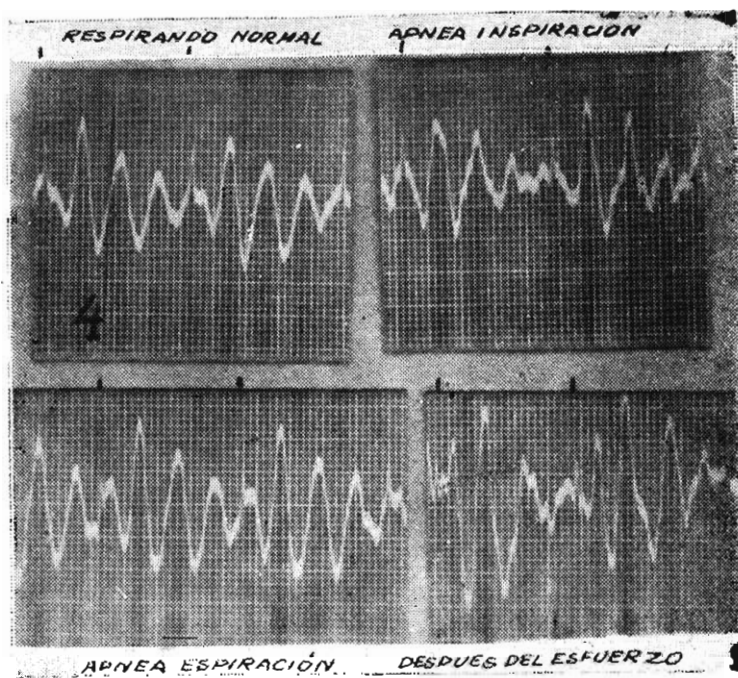


FOTO No. 4

Se trata de A. A. de 22 años de edad que está considerado en los cuadros como el caso No. 27; tiene 17 años de residencia en Morococha y es natural de Yauli.

Se aprecia en las diferentes fases del trazo que las ondas son reconocibles, salvo la H-I. Después del Esfuerzo; son simétricas y de buena amplitud; sus vértices son agudo grueso y las ramas en Apnea Inspiración presentan engrosamientos en las ondas J-K y I; la L después del Esfuerzo es más alta que J.

6.— Todos los balistocardiogramas fueron registrados en las siguientes condiciones: a) Respirando Normal; b) Apnea Inspiración; c) Apnea Espiración; d) Después del Esfuerzo.

7.— Para la prueba del esfuerzo se les practicó el ejercicio de los dos pasos, el número de viajes cortos correspondían a los  $\frac{2}{3}$  del señalado por la tabla de Master (19), (peso-edad-sexo). Se les hacía practicar de 9 a 12 viajes cortos en 45 segundos, e inmediatamente después del ejercicio se les tomaba el trazado; generalmente la toma del trazado se demora de 20 a 30 segundos que son los indispensable para hacer la conexión.

Para la descripción de los trazados fueron elaboradas fichas, tomando en consideración trabajos hechos por médicos norteamericanos y opi-

niones nuestras; en ellas se anotaron los diversos caracteres de cada una de las ondas, en los diversos momentos del trazado (Respirando Normal, Apnea Inspiración, Apnea Espiración y Después del esfuerzo); para la descripción de cada onda en sus diversos caracteres se tomaron 5 complejos, anotándose el promedio de los datos obtenidos, así como, la máxima y la mínima variación.

En cada onda se describe:

1.— *Presencia*

- a) Si está presente.
- b) Si no está presente.

2.— *Tiempo dde inscripción*

- a) Promedio
- b) Máximo
- c) Mínimo.

Para esto se toma como punto de referencia la R del electrocardiograma, que se inscribe entre complejo y complejo, limitándolo; se lee del vértice de la R al de la onda que quiere uno medir.

El tiempo está dado en centésimos de segundos y para medirlo, nos valemos de los cuadrados en que está dividido el papel electrocardiográfico, (en el que se han tomado los trazados) donde cada uno vale 0.04 centésimos de segundo.

3.— *Amplitud*: según ella se han dividido en:

- a) Pequeñas
- b) Medianas
- c) Grandes.

Para esto se ha tomado en consideración la medición de la longitud de la onda, lo que se hace del vértice de la anterior al de ella. Los valores para cada onda dados en milímetros, son completamente convencionales y adoptados por nosotros.

Así tenemos, para:

	P.	de	0	α	5	mm.
H	M.	"	5	"	10	"
	G.		10	o	más	"
	P.	de	0	α	5	mm.
I	M.	"	5	"	10	"
	G.		10	o	más	"
	P.	de	0	α	10	mm.
J	M.	"	10	"	20	"
	G.		20	o	más	"
	P.	de	0	α	10	mm.
K	M.	"	10	"	20	"
	G.		20	o	más	"
	P.	de	0	α	10	mm.
L	M.	"	10	"	15	"
	G.		15	o	más	"

4.— *Polaridad:*

- a) Positiva
- b) Negativa.

5.— *Extremidad:* Puede ser:

- Aguda Fina
- Agua Gruesa
- En meseta
- Roma
- Mellada
- Curva.

6.— *Ramas:* En esto se describe: la dirección: si es ascendente o descendente; el carácter: si es oblicua, curva, recta u horizontal; si son asimétricas o simétricas; cual es más larga y si se presenta alguna irregularidad como: melladura, engrosamiento en una u otra rama o en ambas.

7.— *Carácter del trazo:* Puede ser:

- a) Fino
- b) Mediano
- c) Grueso.

Esto se determina por la inspección del trazado.

8.— *Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazo; se han hecho tres comparaciones:*

- 1.— Trazo Respirando Normal con el de Apnea Inspiración.
- 2.— El trazo de Apnea Espiración con el de Apnea Inspiración.
- 3.— El trazo Después del Esfuerzo con todos los anteriores.

En cada una de las fases se ha considerado si las ondas son: mayores, menores o iguales respecto al que se le compara.

---

## RESULTADOS

En el presente capítulo se va a explicar los resultados obtenidos, del estudio de los caracteres de cada una de las ondas, en los diversos momentos del trazo. Al fin del estudio de cada onda se pone un cuadro, en el que se ha recopilado, con la mayor exactitud posible, los resultados obtenidos del estudio de los 30 casos, publicándose al final del trabajo, cuadros, en los que se puede apreciar los caracteres de cada onda en cada sujeto.

### ONDA H (Cuadro Nº 1).

*Presencia:* Se aprecia que falta o no es posible reconocerla en algunos casos, siendo estos mayor en el trazo tomado después del Esfuerzo (20%), cuando falta es reemplazada por un pequeño trazo horizontal grueso o por un punto grueso, no pudiéndose así, además, reconocer ningún otro de sus caracteres.

*Tiempo de Inscripción:* Se aprecia en el cuadro que los valores de los promedios de máxima, mínima y del promedio de las dos anteriores, son bastante semejantes entre sí; de allí que podamos servirnos de ellos para reconocer la onda cuando es imposible hacerse por sus otras características.

Los valores de los promedios entre sí, no cambian mayormente pero, si cambian algo más de sujeto a sujeto.

*Amplitud:* Hay un franco predominio de las ondas pequeñas, presentándose el mayor número de ellas en el trazo tomado Después del

CUADRO N° I H

Caracteres de la onda		R. N.		A. I.		A. E.		D. E.					
		27	90%	25	83.33%	25	83.33%	24	80%				
Tiempo de Inscripción		Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.			
		0.07	0.048	0.06	0.07	0.048	0.059	0.066	0.046	0.056	0.067	0.048	0.058
Amplitud	[Pequeñas	17	62.96%	17	68%	17	68%	17	68%	19	79.16%		
	[Medianas	9	33.33%	6	24%	7	28%	7	28%	5	20.83%		
	[Grandes	1	3.7%	1	4%	1	4%	1	4%				
[Peq. y gr.		1	4%	1	4%								
Polaridad			Positiva		Positiva		Positiva		Positiva				
	[Ag. Fina	2	7.4%	1	4%	2	8%	2	8%	1	4.16%		
	[Ag. Gruesa	9	33.33%	10	40%	8	32%	8	32%	8	33.33%		
Extremidad	[Roma	16	59.25%	14	56%	15	60%	15	60%	15	62.5%		
	[Simétricas	8	29.62%	6	24%	8	32%	8	32%	8	33.33%		
Ramas	[Asimétricas	19	70.37%	19	76%	17	68%	17	68%	16	65.66%		
	[Ang. Ag. ceir.	20	74.07%	18	72%	19	79%	19	79%	15	62.5%		
Carácter del trazo	[Ang. Ag. Abit.	7	25.92%	7	28%	6	24%	6	24%	9	37.5%		
	[May. descend.	22	81.48%	22	88%	22	88%	22	88%	23	95.82%		
	[May. ascend.	3	11.11%	3	12%	2	8%	2	8%	1	4.16%		
Relación en tamaño de las ondas entre los complejos	[Iguales	2	7.4%	3	12%	1	4%	1	4%	1	4.16%		
	[Fino	1	3.7%	1	4%	1	4%	1	4%	1	4.16%		
	[Mediano	11	40.74%	12	48%	12	48%	12	48%	10	41.66%		
Relación en tamaño de las ondas entre los complejos	[Gruoso	13	48.14%	8	32%	7	28%	7	28%	9	37.5%		
	[Gr. asc. Md. dsc.	2	7.4%	4	16%	5	20%	5	20%	4	16.66%		
		R.N con A.I.		A.E. con A.I.		D.E. con anteriores							
Mayores		11	40.74%	13	52%	6	24%						
Menores		12	44.44%	5	20%	15	60%						
Iguales		4	14.81%	7	28%	4	16%						

Esfuerzo; siguen pero en menor proporción los medianas y por último las grandes, que solo se presentaron en un caso.

*Polcridad:* En todos los trazados, en cualquier fase de ellos, la onda H es la primera onda positiva.

*Extremidad:* Se ve un predominio de la extremidad Roma (58.44%) en los cuatro tiempos del trazado, siguiendo la Aguda Gruesa (34.66%) y el resto Aguda Fina. Se puede apreciar gran semejanza de los trazados entre sí en cualquiera de sus cuatro fases.

*Ramas:* Se aprecia un predominio de las asimétricas (70.26%) sobre las simétricas (27.24%), estando presente el mayor número de asimétricas en Apnea Inspiración.

El término rama asimétrica significa, que una u otra rama no tiene igual dirección que la otra; respecto a la H, la asimetría está dada en la mayoría de los casos por la rama ascendente, la que generalmente o es casi oblicua o casi horizontal; en el menor número de casos la asimetría está dada por mayor oblicuidad de la rama descendente.

En lo referente al ángulo de la onda, en todos es agudo, pero con un predominio del agudo cerrado (71.14%) sobre el agudo abierto (28.85%).

Respecto a las dos ramas que forman la H, es de mayor longitud la descendente en el 88% de casos, en el resto o lo es la ascendente o son iguales casi en la misma proporción.

*Carácter del trazo.*— Predomina en promedio el tipo mediano (44.60%), siguiéndole el grueso (35%), luego una combinación de grueso en una rama con mediano en la otra (15%) (siendo generalmente la gruesa la ascendente) y fino en el restante.

*Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazado:* La onda H casi se mantiene igual en el trazo Respirando Normal comparado al de Apnea Inspiración, con discreta tendencia a ser mayor.

En Apnea Espiración tiende a ser mayor que en Apnea Inspiración (52% contra 20%) y en buen número de casos es igual (28%).

Después del Esfuerzo se encontró que es menor que en los anteriores en el 60% de casos, mayor en el 24% e igual en el 16%.

---

### ONDA I (Cuadro N° 2)

*Presencia:* Se ve que la onda falta en varios casos, siendo mayor el número en Apnea Inspiración y Después del Esfuerzo, en todos ellos es imposible reconocerla siendo reemplazada por un trazo horizontal grueso o por un punto grueso.



FACULTAD DE MEDICINA											
Caracteres de la onda		R. N.		A. I.		A. E.		D. E.			
Presencia		27	90%	25	83.33%	27	90%	25	83.33%		
Tiempo de Inscricpción		Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	
		0.129	0.11	0.119	0.12	0.10	0.113	0.121	0.108	0.115	0.112
Amplitud		[Pequeñas Medianas Grandes [Peq. y gr.	5 19 3	18.51% 70.37% 11.11%	6 17 1 1	24% 68% 4% 4%	25.92% 62.96% 11.11%	7 17 3	25.92% 62.96% 11.11%	4 19 2	16% 76% 8%
Polaridad		Negativa		Negativa		Negativa		Negativa		Negativa	
Extremidad		[Ag. Fina Ag. Gruesa Roma Ag. Gr. Roma	2 19 6	7.4% 70.37% 22.22%	2 20 3	8% 80% 12%	7.4% 77.77% 14.81%	2 21 4	7.4% 77.77% 14.81%	22 2 1	88% 8% 4%
		[Simétricas Asimétricas	13 14	48.14% 51.85%	12 13	48% 52%	81.48% 18.51%	22 5	81.48% 18.51%	18 7	72% 28%
Ramas		[Ang. Ag. Cerr. Ang. Ag. Abrt. May. Asc. Con Neel. Asc. Con Eng. Asc.	25 2 27 1	92.59% 7.4% 100% 3.7%	23 2 25 6	92% 8% 100% 24%	100% 100% 22.22% 22.22%	27 27 6 6	100% 100% 22.22% 22.22%	25 2 25 2	100% 8% 100% 8%
Carácter del trazo		[Fina Mediano Grueso Md. Ds. Fi. Asc. Gr. Ds. Md. Asc. Gr. Ds. Fi. Asc.	2 12 1 3 8 1	7.4% 44.44% 3.7% 11.11% 29.66% 3.7%	4 12 2 2 5	16% 48% 8% 8% 20%	11.11% 55.55% 3.7% 11.11% 18.51%	3 15 1 3 5	11.11% 55.55% 3.7% 11.11% 18.51%	2 12 1 5 5	8% 48% 4% 20% 20%
Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazado.		Mayores Menores Iguales		R.N con A.I.		A.E. con A.I.		D.E. con anteriores			
		15 12 1	55.55% 44.44%	19 7 1	70.37% 25.92% 3.7%	11 12 2	44% 48% 8%				

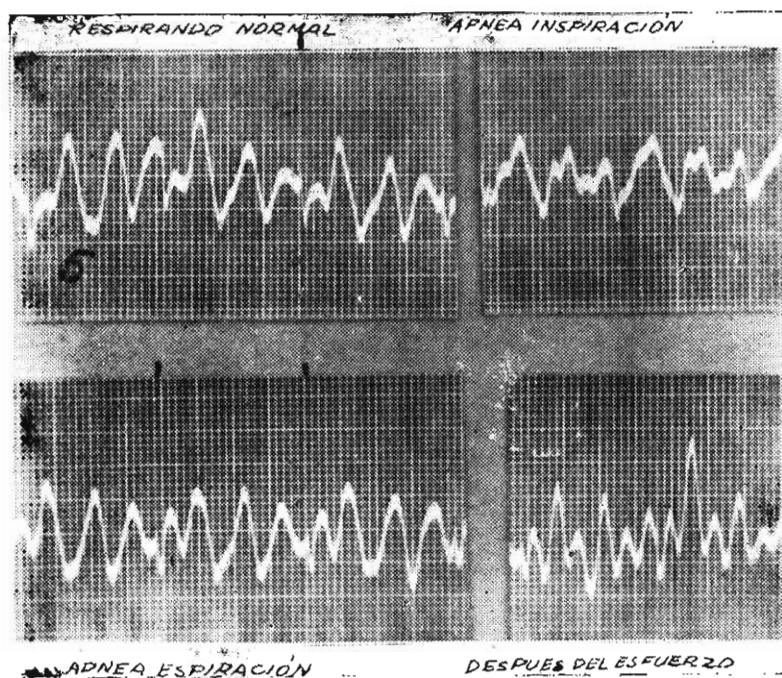


FOTO No. 5

Se trata de R. M. de 20 años de edad que está considerado en los cuadros como el caso No. 18; tiene 20 años de residencia en Morococha y es natural de la misma localidad.

Se aprecia en las diferentes fases del trazado que las ondas son reconocibles, excepto la II-I en la fase de Apnea Inspiración; la amplitud es mediana, el trazo tiende a hacerse grueso; hay engrosamiento en las ramas de J-K y L más marcado en Apnea Inspiración donde los vértices de L están mellados; en Apnea Espiración la L tiende a ser más alta que la J. Después del Esfuerzo hay grandes melladuras en las ramas de J y K.

**Tiempo de Inscripción:** Se puede apreciar que las variaciones de los promedios de las máximas, mínimas y promedio, de las dos anteriores, son pequeñas en cada uno de los momentos del trazo. Al verse las variaciones extremas la diferencia es algo mayor entre la cifra máxima y mínima, siendo la variación de 2 á 3 centésimos de segundo entre uno y otro.

**Amplitud:** El mayor porcentaje es de medianas (69.32%), siguiendo las pequeñas (21.1%), el resto son grandes; dándose un caso en Apnea Inspiración en que se ven pequeñas y grades en el mismo trazado. En cualquiera de los cuatro tiempos del registro los resultados son muy semejantes.

*Polaridad:* La onda siempre es negativa, siendo la primera del complejo balistocardiográfico de esta naturaleza.

*Extremidad:* Hay un predominio de la extremidad Aguda Gruesa (79.03%), siendo esto mayor en el trazo tomado. Después del Esfuerzo, sigue en orden de frecuencia la extremidad Romo (14.26%), luego la Aguda Fina (6.70%). Hay un caso que en un mismo trazo (después del esfuerzo) hay complejos con I con extremo Agudo Grueso y otros con Romo.

*Ramas:* Respecto a la simetría o asimetría de ellas, hay un ligero predominio de las segundas, tanto Respirando Normal (51.85%) como en Apnea Inspiración (52%); mientras que en Apnea Espiración y Después del Esfuerzo son francamente simétricas (81.48%) y (72%) respectivamente.

Referente al ángulo, el predominio es franco del agudo cerrado en todo momento del trazo.

La rama ascendente que forma la I, es mayor que la descendente en el 100% de casos, en cualquier momento del trazo.

La rama ascendente de I es la que va a formar la J al ser mayor que la descendente (que viene de H) nos indica que siempre la J fué más alta que la H.

Referente a las alteraciones en las ramas, se observa en algunos casos, la aparición de melladuras o engrosamientos en la rama ascendente, siendo esto mayor en Apnea Inspiración (24%).

*Carácter del trazo:* Además de los 3 tipos tomados como base, para la descripción de este carácter de la onda y en los que predomina el trazo mediano casi en la mitad de los sujetos, aparece hasta un 35% de casos con trazos mixtos, es decir una rama de un grosor y otra de otro, así tenemos: Mediano descendente-Fino Ascendente; Grueso Descendente, Mediano Ascendente; etc. (para mayor detalle y porcentajes ver cuadros N° 2).

*Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazo:* Respirando Normal las I tienden a ser más grandes que en Apnea Inspiración en el 55.55% de casos.

En Apnea Espiración son francamente más grandes que en Apnea Inspiración en el 70.37% de casos.

Después del Esfuerzo tienden a ser menores que las anteriores en un 48% de casos, son mayores en el 44% e iguales en el 8%.

---

Caracteres del trazo	R. N.		A. I.		A. E.		D. E.	
	Max.	Min.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Min.
Presencia	29	96.66%	29	96.66%	28	93.33%	27	90%
Tiempo de Inscripción	0.22	0.20	0.209	0.214	0.192	0.203	0.207	0.179
Amplitud	5	17.24%	4	13.79%	3	10.71%	4	14.81%
Medianas	21	72.41%	21	72.41%	20	71.42%	22	81.48%
Grandes	3	10.34%	3	10.34%	5	17.5%	1	3.7%
Gr. Md. Pq.	1	3.44%	1	3.44%				
Polaridad	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Ag. Fina	8	27.58%	7	24.13%	8	28.58%	8	29.62%
Ag. Gruesa	15	51.72%	13	44.82%	15	53.58%	16	59.25%
Roma	3	10.34%	4	13.79%	5	17.5%	2	7.4%
Mellada	1	3.44%	4	13.78%				
Ag. Gr. Roma	2	6.89%					1	3.7%
Mell. Ag. Gr.			1	3.44%				
Simétricas	23	79.31%	16	55.17%	22	78.58%	16	59.25%
Asimétricas	6	20.68%	13	44.82%	6	21.42%	11	40.74%
Ang. Ag. cerr	27	93.1%	25	86.2%	27	96.42%	27	100%
Ang. Ag. Abrt.	2	6.89%	4	13.79%	1	3.58%		
May desc.	29	100%	29	100%	27	96.42%	27	100%
Iguales					1	3.58%		
Mell. Asc.	1		5		4		3	
Amb. c. Mell.	1		1		0		6	
Mell. Desc.	1		4		2		1	
Engr. asc.	0		1	48.27%		25%		51.85%
Engr. desc.	3		3		0		3	
Fino	10	34.48%	10	34.48%	11	39.28%	11	40.74%
Mediano	14	48.27%	13	44.82%	14	50%	13	48.14%
Grueso	0		2	6.89%				
Md. Asc. Fi. Dsc.	3	10.34%	3	10.34%			3	11.11%
Fi. Asc. Md. Dsc.	0		1	3.44%	2	7.14%		
Con irreg.	2	6.89%			1	3.58%		
Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazado.	Mayores		Menores		Iguales		D.E. con anteriores	
	16	55.17%	20	71.42%	7	25.92%		
	11	37.92%	8	28.58%	15	55.55%		
	2	6.89%			5	18.51%		

## ONDA J (Cuadro N° 3)

*Presencia:* En nuestros casos no ha sido posible reconocerla, uno: Respirando Normal y Apnea Inspiración; dos: Apnea Espiración y tres: Después del Esfuerzo. En esos trazos en que falta la onda J, no solo no es posible reconocerla a ella sino ninguna otra onda.

*Tiempo de Inscripción:* Las variaciones de los promedios de máxima, mínima y promedios de ambas, son pequeños, siendo si, un poco mayores los de un caso a otro.

*Amplitud:* Hay un franco predominio de las medianas, siendo esto mayor Después del Esfuerzo donde alcanza el 81.48%; siguen luego las pequeñas y por último las grandes; hay un caso en Apnea Inspiración, donde se presentan J grandes, medianas y pequeñas dentro del mismo trazo.

*Polaridad:* En todos los casos la J es siempre una onda positiva, siendo la segunda onda positiva que aparece en el complejo balistocardiográfico y generalmente la más amplia de las positivas.

*Extermidad:* En el mayor porcentaje de casos es aguda gruesa, siendo más marcado esto Después del Esfuerzo (59.25%), luego sigue la aguda fina (27%), la Roma (12%) y la Mellada que solo aparece en Apnea Inspiración en un 13.78%. Hay trazos: dos Respirando Normal, uno en Apnea Inspiración y uno Después del Esfuerzo en que aparecen dentro del mismo trazo, complejos con extremidades de J diferentes de uno a otro, por ej. Aguda Gruesa-Roma, Mellada-Aguda Gruesa, etc.

*Ramas:* Respecto a la simetría, el mayor porcentaje es de simétricas, siendo esto mayor Respirando Normal; (79.31%) y menor en Apnea Inspiración (55.17%). En lo que al ángulo de la J se refiere el predominio del agudo cerrado es neto, llegando a ser así casi en el 100% de casos, menos en Apnea Inspiración donde el agudo abierto alcanza a presentarse en un porcentaje de 13.79%. Respecto a cuál de las ramas es mayor, casi en el 100% de casos lo es la descendente, solo en un caso y en un momento del trazo (Apnea Espiración) son iguales.

Como la rama descendente de J es la que va a formar la K y la ascendente de J viene de I, al ser mayor la descendente, indica que la K siempre en nuestros casos fué más profunda que I.

En cuanto a alteraciones de la rama (en una u otra o en ambas a la vez) como melladuras o engrosamientos, se presentan con mayor fre-

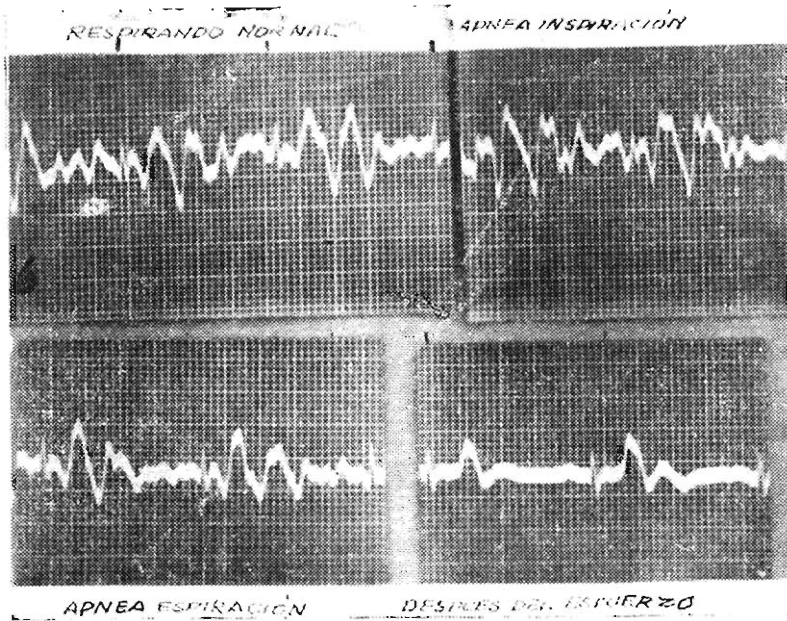


FOTO No. 6

*Se trata de V. A. de 29 años de edad que está considerado en los cuadros como el caso No. 14; tiene 8 meses de residencia en Morococha y es natural de Tarma.*

*Se aprecia que las ondas son reconocibles, excepto después del Esfuerzo doide no se reconoce la H y la I; la amplitud tiende a ser pequeña, el trazo es de mediano grosor; hay engrosamientos en las ramas de J y K; la mayoría de las L están melladas así como la J en Apnea Inspiración; la I. tiende a ser más alta que la J Respirando Normal.*

cuencia Después del Esfuerzo (51.85%), siguiendo en Apnea Inspiración (48.27% y en menor proporción Respirando Normal (20.68%). (Ver cuadro 3).

**Carácter del trazo:** En el mayor número de casos es de tipo mediano (47.80%) siguiendo luego el tipo trazo fino (37.24%); el grueso se presentó solo en dos casos en Apnea Inspiración; el resto está dado por trazos de tipo mixto. (Ver cuadros).

**Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazado:** Las ondas en el trazo tomado Respirando Normal son mayores que el tomado en Apnea Inspiración en el 55.17% de casos, iguales en el 6.89% siendo el resto menores.

En apnea Espiración son francamente mayores que en Apnea Inspiración en el 71.42% de casos.

Después del Refuerzo son menores que todas las anteriores en más de la mitad de los casos.

#### ONDA K (Cuadro N° 4)

*Presencia:* La onda falta en un caso Respirando Normal y en Apnea Inspiración; dos en Apnea Espiración y en tres Después del Esfuerzo, esto es debido a que esos trazados son irreconocibles en sus caracteres.

*Tiempo de Inscripción:* Por el estudio de los promedios se puede apreciar que las variaciones entre ellos son mínimas, llegando a lo máximo a 2 ó 3 centésimos de segundo, pero, las variaciones de un caso a otro si son algo mayores.

*Amplitud:* En dos de las fases del trazado (Respirando Normal y Apnea Espiración) están presentes en igual proporción las ondas medianas y grandes, mientras que en las otras dos fases (Apnea Inspiración y Después del Esfuerzo) hay mayor porcentaje de medianas.

*Polaridad:* Siempre es una onda negativa, siendo la segunda negativa en orden de sucesión y la más profunda de ellas.

*Extremidad:* Hay un franco predominio de la forma aguda gruesa (57.42%), con variaciones máxima de 68.96% Respirando Normal y mínima de 51.72% en Apnea Inspiración; sigue en orden de frecuencia la aguda fina 22.87%. Hay también algunos casos con extremidad de K, Roma, Mellada o Mixta. (Ver cuadros).

*Ramas:* En el mayor porcentaje de casos las ondas son simétricas (64.11%), con variaciones entre 51.72% Respirando Normal a 75% en Apnea Espiración; las asimétricas están en el 36% de casos, con variaciones entre 25% en Apnea Espiración a 48.27% respirando Normal.

Respecto al ángulo, el predominio es franco del agudo cerrado (90.84%), el resto o sea el 8.9% tiene ángulo agudo abierto.

Respecto a cual de las ramas es mayor, la descendente lo es en el 67.44%, en el 16.68% lo es la ascendente e iguales lo son en el 15.72% de los casos.

Caracteres del trazo	R. N.			A. I.			A. E.			D. E.		
	29	96.66%	29	96.66%	28	93.33%	27	90%	35	85	35	85
Presencia	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.
Tiempo de Inscripción	0.326	0.296	0.311	0.318	0.298	0.304	0.313	0.297	0.306	0.31	0.287	0.30
Amplitud	1	3.44%	1	3.44%	14	62.06%	14	50%	19	70.37%	8	29.62%
	14	48.27%	10	34.48%	14	50%	14	50%	19	70.37%	8	29.62%
Polaridad	Negativa			Negativa			Negativa			Negativa		
Extremidad	7	24.13%	7	24.13%	15	51.72%	16	57.14%	14	51.85%	5	18.51%
	20	68.96%	5	17.24%	2	6.88%	2	7.4%	2	7.4%	2	7.4%
	1	3.44%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.7%	1	3.7%
	1	3.44%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.7%	1	3.7%
	15	51.72%	18	62.06%	21	75%	18	66.66%	18	66.66%	9	33.33%
	14	48.27%	11	37.92%	7	25%	9	33.33%	9	33.33%	9	33.33%
	28	96.55%	26	89.65%	25	89.28%	24	88.88%	24	88.88%	3	11.11%
	1	3.44%	3	10.34%	3	10.71%	3	11.11%	3	11.11%	2	7.4%
	4	13.79%	7	24.13%	6	21.42%	2	7.4%	2	7.4%	2	7.4%
	21	72.41%	16	55.17%	17	60.71%	22	81.48%	22	81.48%	3	11.11%
	4	13.44%	6	20.89%	5	17.5%	3	11.11%	3	11.11%	3	11.11%
	7	41.37%	5	17.24%	4	14.29%	4	14.29%	4	14.29%	4	14.29%
	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%
	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%
	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%	1	3.44%
	2	6.88%	2	6.88%	2	6.88%	2	6.88%	2	6.88%	2	6.88%
	13	44.82%	12	41.37%	11	39.28%	11	40.74%	11	40.74%	10	37.03%
	16	55.17%	16	55.17%	15	53.58%	10	37.03%	10	37.03%	1	3.7%
	1	3.44%	1	3.44%	1	3.58%	3	11.11%	3	11.11%	2	7.4%
	1	3.44%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%
	1	3.44%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%	1	3.58%
Carácter del trazo	R. N. con A. I.			A. E. con A. I.			D. E. con anteriores					
Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazado.	16	55.17%	18	64.28%	9	33.33%	9	33.33%	15	55.55%	3	11.11%
	10	34.48%	10	35.71%	15	55.55%	15	55.55%	15	55.55%	3	11.11%
	3	10.34%	3	10.34%	3	10.34%	3	11.11%	3	11.11%	3	11.11%



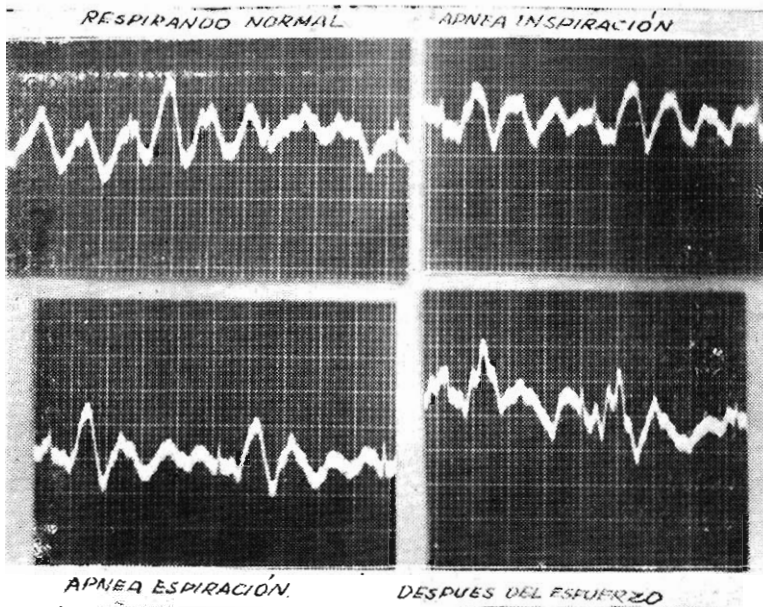


FOTO No. 7

*Se trata de C. A. de 32 años de edad que está considerado en los cuadros como el caso No. 6; tiene 7 años de residencia en Morococha y es natural de Cerro de Pasco.*

*Se aprecia en las diferentes fases del trazado que las ondas H e I son irreconocibles en muchos complejos, en otros se logra con gran dificultad, el resto de ondas si se reconoce; la amplitud es mediana lo mismo que el trazo; los vértices son tipo agudo grueso, algunos tipo romo. ..Después del Esfuerzo el de J está mellado; hay pequeños engrosamientos en las ramas de J, K y L.*

Como la rama ascendente de K es la que va a formar la L y la descendente viene de J, al ser la primera igual a la segunda en 15.72% de casos y mayor en 16.68%, nos indica que la L en buen porcentaje de casos, o es igual o es más alta que J.

*Irregularidades en las ramas tipo melladuras o engrosamientos, en una u otra rama o en ambas a la vez, se presentan en el 42.35% de los casos, siendo el máximo de presentación en Apnea Inspiración (51.72%) y el mínimo Después del Esfuerzo (37.03%).*

*Carácter del Trazo:* Predomina ligeramente el tipo mediano (50.23%), con variaciones entre 37.03% Después del Esfuerzo a 55.17% Respirando Normal y en Apnea Inspiración; sigue luego el fino (41.55%). Solo en

un caso se presentó tipo grueso y fué Después del Esfuerzo. También hay algunos trazos con complejos mixtos, notándose la mayor incidencia Después de Esfuerzo donde llegan hasta el 18.51% de los casos. (Ver cuadro N<sup>o</sup> 4).

*Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazado:* Por el estudio de las ondas se ve que la onda K en el trazo Respirando Normal, es mayor en un buen porcentaje de casos (55.17%) que en Apnea Inspiración, hay un 10.34% de casos en que son iguales.

Respecto al trazo en Apnea Espiración relacionado con el de Apnea Inspiración, en el primero son mayores en un 64.28% de casos.

Viendo la relación entre Después del Esfuerzo con todas las anteriores, se aprecia que son menores en un 55.55%, mayores en 33.33% e iguales en 11.11%; por lo tanto las ondas Después del Esfuerzo tienden a ser las de menor amplitud de todo el trazado.

---

#### ONDA L (Cuadro N<sup>o</sup> 5)

*Presencia:* En los trazos Respirando Normal y en Apnea Inspiración no ha sido posible reconocerla en un caso; mientras que en Apnea Espiración y Después del Esfuerzo no se pudo en dos y tres casos respectivamente, esto es debido a que esos trazos son irreconocibles en sus caracteres.

*Tiempo de Inscripción:* Las variaciones de los promedios de Máxima, Mínima y promedio entre sí, son pequeñas, máximo 3 centésimas de segundo; lo que si varía algo más es el tiempo de inscripción de un caso a otro.

*Amplitud:* En las tres primeras fases del trazado (R.N. - A.I. - A.E.) hay un predominio de las ondas de amplitud grande, 61.69% contra 31.31% de las medianas, el resto es de pequeñas; mientras que Después del Esfuerzo predominan las medianas (51.85%) contra 33.33% de las grandes y 14.81% de las pequeñas.

*Polaridad:* Todas las ondas L son siempre positivas y las terceras de esta clase en orden de sucesión.

*Extremidad:* Hay un predominio franco de la extremidad aguda gruesa en las 4 fases del trazo (48.61%), con una máxima de 58.62%

Caracteres del trazo	R. N.			A. I.			A. E.			D. E.		
	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.
Presencia	29	96.66%	29	96.66%	28	93.33%	27	90%				
Tiempo de Inscripción	0.46	0.413	0.421	0.435	0.40	0.417	0.426	0.407	0.417	0.415	0.384	0.399
Amplitud	2	6.89%	2	6.89%	2	7.14%	4	14.81%				
	8	27.58%	12	41.37%	7	25%	14	51.85%				
	19	65.51%	15	51.72%	19	67.85%	9	33.33%				
Polaridad												
		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva
	5	17.24%	5	17.24%	5	17.5%	1	3.7%				
	17	58.62%	12	41.37%	14	50%	12	44.44%				
	2	6.89%	1	3.44%	5	17.5%	6	22.22%				
	2	6.89%	6	20.68%	4	14.29%	2	7.4%				
	2	6.89%	1	3.44%			1	3.7%				
	1	3.44%	3	10.33%			1	3.7%				
	1	3.44%	1	3.44%			2	7.4%				
	1	3.44%					1	3.7%				
	10	34.48%	11	37.92%	17	60.71%	12	44.44%				
	19	65.51%	18	62.06%	11	39.28%	15	55.55%				
	28	96.55%	22	75.86%	27	96.42%	25	92.59%				
	1	3.44%	7	24.13%	1	3.58%	2	7.4%				
	2	6.89%	1	3.44%	3	10.71%	2	7.4%				
	26	89.65%	27	93.1%	25	89.28%	25	22.59%				
	1	3.44%	1	3.44%								
	6		4		5		1					
	5		2		4		3					
	5		7		2		6					
	0		0		5		0					
	1		3				2					
	2											
	2	6.89%	4	13.44%	2	7.14%	2	7.4%				
	12	41.37%	13	44.82%	14	50%	11	40.74%				
	1	3.44%	1	3.44%	1	3.58%	3	11.11%				
	10	34.48%	8	27.58%	9	32.14%	6	22.22%				
	4	13.44%	3	10.34%	2	7.14%	5	18.51%				
		R. N. con A. I.		R. N. con A. I.		A. F. con A. I.		D. E. con anteriores				
	11	37.92%	19	67.85%	8	29.62%						
	14	48.27%	8	28.58%	19	70.37%						
	4	13.44%	1	3.58%								

(\*) El lector interesado en los datos individuales, puede dirigirse al autor -- Hospital Loayza.

Respirando Normal y una mínima de 44.44% Después del Esfuerzo. Luego sigue la Aguda fina, que en las tres primeras fases alcanza el 17.32%, mientras que Después del Esfuerzo solo al 3.7%. El resto está dado por extremidades de tipo Romo. Mellado y Mixto, alcanzando estos tres últimos tipos la mayor incidencia en Apnea Inspiración (37%). (Ver cuadro N° 5).

*Ramas:* Respecto a la simetría, predominan las asimétricas en tres fases del trazado (R.N. - A.I. - D.E.) donde alcanzan un promedio de 61.04%) contra 38.95% de las simétricas, mientras que en Apnea Espiración predominan las Simétricas 60.71%, contra 39.28% de las simétricas.

Respecto al ángulo, el predominio es franco del agudo cerrado más del 90% en todas las fases, excepto en Apnea Inspiración donde llega al 75.86%.

Respecto a cual de las ramas es mayor la ascendente lo es en el 91.13% de casos; iguales fueron en el 7.11% y solo en un caso se vió que la rama descendente de L fuera mayor que la ascendente y no en todas las fases sino solo Respirando Normal y Apnea Inspiración.

Por lo antes dicho se extrae que la onda M siempre es menor que la K salvo en un 7% de casos en que son iguales. Como la rama ascendente que es la que viene de K, es la mayor y la descendente es la que va a formar la N.

Irregularidades tipo Melladuras o Engrosamientos se presentaron en el 55.56% de casos, siendo el máximo de presentación Respirando Normal (65.51%) y el menor Después del Esfuerzo (44.44%).

*Carácter del Trazo:* Predomina ligeramente el tipo mediano (44.23%), con variaciones de 40.74%, Después del Esfuerzo, a 50% en Apnea Espiración; sigue luego el tipo mixto que alcanza casi igual porcentaje que el mediano y el resto está dado por el fino y grueso (Ver cuadro N° 5).

*Relación en tamaño de las ondas entre las diferentes fases del trazado:* Respirando Normal son menores que en Apnea Inspiración en el 48.27% de los casos, siendo mayores en el 37.92% el resto son iguales.

En Apnea Espiración son mayores que en Apnea Inspiración en el 67.85% de casos y menores en el 28.58%.

Después del Esfuerzo son menores que en todas las anteriores en el 70.37% de casos y mayores en el resto.

## ONDA M (Cuadro N° 6)

Algunos caracteres de esta onda, así como de la N y O no han sido considerados en el estudio de ellas, pues son ondas que no tienen mayor significación ni importancia.

*Presencia:* Como se aprecia en el cuadro, esta onda falta en varios casos, en todos ellos estaba reemplazada por un trazo horizontal grueso, generalmente pequeño y regular, otras veces era más largo e irregular.

*Polaridad:* Siempre es negativa y la tercera en orden de sucesión.

*Extremidad:* Predomina la Roma en todas las fases, menos Respirando Normal donde lo hace la aguda gruesa.

*Trazo:* Predomina el mediano en todas las fases, menos Después del Esfuerzo, donde lo hace el grueso.

## CUADRO N° 6

## M

Caracteres de la onda	R. N.	A. I.	A. E.	D. E.	
Presencia	22 73.33%	26 86.66%	24 80 %	17 56.66%	
Polaridad	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	
Extremidad	Aguda Fina	2 9.09%	2 7.69%	1 4.16%	0 %
	Aguda Gruesa	12 54.54%	6 23.07%	8 33.33%	4 23.52%
	Roma	8 36.36%	18 69.22%	15 62.5%	13 76.47%
Trazo	Fino	0	2 7.69%	1 4.16	0
	Mediano	18 81.81%	15 57.69%	17 70.83	7 41.17%
	Grueso	4 18.18%	9 34.61%	6 25.	10 58.82%

## ONDA N (Cuadro N° 7)

*Presencia:* Falta aún en mayor número de casos que la M, siendo reemplazada por un trazo, como el que se ha descrito en la anterior.

*Polaridad:* Es siempre positiva, la cuarta en orden de sucesión, pudiendo ser a veces tan alta como la L.

*Extremidad:* Predomina la Roma en la mayoría de los casos, siguiendo la aguda gruesa.

*Trazo:* Predomina el mediano en todas las fases menos Después del Esfuerzo, donde lo hace el grueso.

CUADRO N° 7

N

Caracteres de la onda	R. N.	A. I.	A. E.	D. E.	
Presencia	18 60 %	22 73.33%	23 76.66%	16 53.33%	
Polaridad	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	
Extremidad	Aguda Fina	2 11.11%	2 9.09%	1 4.34%	0
	Aguda Gruesa	8 44.44%	3 13.63%	5 21.73%	2 12.49%
	Roma	8 44.44%	17 77.27%	17 73.91%	14 87.49%
Trazo	Fino	0	2 9.09%	1 4.34	0
	Mediano	12 66.66%	11 50 %	13 56.52	5 31.24%
	Grueso	6 33.33%	9 40.90%	9 39.13	11 68.74%

## ONDA O (Cuadro N° 8)

*Presencia:* Es una onda muy inconstante y en la mayoría de los casos no existe, así de los de nuestro estudio; Respirando Normal no estaba en ninguno y donde más se le reconocía era en Apnea Espiración (40%).

*Polaridad:* Es siempre una onda negativa.

*Extremidad:* Es Roma casi en el 100% de los casos.

*Trazo:* Predomina el grueso, presentándose en el trazo tomado Después del Esfuerzo en el 100% de casos.

CUADRO N° 8

O

Caracteres de la onda	R. N.	A. I.	A. E.	D. E.
Presencia	0	9 30 %	12 40 %	4 13.33%
Polaridad	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Extremidad	Aguda Fina	0	0	0
	Aguda Gruesa	0	1 8.33%	1 25 %
	Roma	9 100 %	11 91.66%	3 75 %
Trazo	Fino	0	0	0
	Mediano	3 33.33%	5 41.66%	0
	Grueso	6 66.66%	7 58.66%	4 100 %

## COMENTARIOS

Este capítulo nos vemos obligados a que sea muy breve y en el no podemos realizar un estudio profundo de los resultados hallados, pues como ya se dijo, esto es muy difícil de llevarlo a cabo, porque la balistocardiografía es un procedimiento nuevo en nuestro medio y carecemos de la experiencia suficiente para hacer una interpretación definitiva de las alteraciones halladas; además por el hecho de que los conocimientos actuales sobre el verdadero significado de las ondas balísticas, así como de la mecánica circulatoria en el andino están todavía en pleno estudio; por lo tanto este trabajo se ha limitado mas que toda a un estudio descriptivo del balistocardiograma en la altura.

Se sabe que la forma normal del trazado balistocardiográfico es sin irregularidades y con simetría en las ondas; por la descripción hecha en el capítulo anterior se ve que el balistocardiograma del habitante andino si presenta algunas irregularidades o asimetrías.

En lo que se refiere a estas variaciones encontradas, nos ceñiremos a los comentarios que los autores norteamericanos hacen de variaciones similares por ellos halladas en habitantes de su país, agregándose a esto un breve comentario de las condiciones especiales de vida del andino.

Respecto a la onda H, el hecho de que sea así variable, no tiene significación patológica, pues ellos consideran que la H es una de las más variables, presentándose su variación aun de ciclo a ciclo (13).

La variación en amplitud de la onda H para Hamilton (18), es debida a la aparición de una segunda fuerza (la primera es la contracción, isométrica ventricular) que es originada por la circulación de la sangre en la porción periférica de la parte más baja del cuerpo. Esta fuerza neutraliza en parte la primera en forma variable, lo que explica a su vez la variación de la onda en amplitud.

Referente a las ondas I-J-K, Starr (12-13) dice que la forma de las ondas balísticas dependen del contorno de la curva de la velocidad de eyección y que el tamaño de las ondas dependen, de la expulsión cardíaca: además, Starr refiere que en algunos casos un lado del corazón es fuerte y el otro es débil; el lado fuerte expulsa la sangre en forma normal, logrando su máxima velocidad de expulsión al comienzo de la sístole; mientras el más débil, expulsando con dificultad, alcanza su máxima velocidad circulatoria al final de la sístole. Esto trae por consecuencia diversos grados de asincronismo y aún pequeños grados se revelan con una melladura o relieve sobre J o K o como una duplicación o aplanamiento de la extremidad de J.

Starr también afirma que, en los corazones que laten lentamente, los picos de J y K pueden ser mellados (22).

Se sabe que el corazón en el andino normal, tiene ciertas características propias entre las que se hallan, hipertrofia ventricular derecha, aumento de la presión en la arteria pulmonar y circuito menor y bradicardia; hasta que punto esto pueda influir sobre la aparición de irregularidades balistocardiográficas en sujetos andinos normales no lo podemos precisar.

Scarborough (16) después de realizar la anoxia inducida y controlada en 16 sujetos, encontró que uno presentó disminución de la amplitud de I-J que se recuperó cuando cesó la prueba; este fué realizado en habitantes del nivel del mar y la anoxia fué pasajera. El habitante de la altura desarrolla su vida en un estado constante de anoxia y condiciones ambientales especiales: todo esto también seguramente ejerce algún rol en la aparición de las irregularidades balistocardiográficas.

Las ondas L-M-N-O no son consideradas por los autores como ondas principales, no conociéndose todavía su verdadero origen ni su significado, siendo catalogadas como post-vibraciones. Por lo tanto, dada la escasez de conocimientos que sobre ellas se tiene es muy difícil poder dar una explicación a las irregularidades que presentan.

---

## CONCLUSIONES

1ª— El Balistocardiograma del sujeto normal de la altura, presenta modificaciones respecto al del sujeto que vive al nivel del mar, según el criterio dado para el último por los diferentes autores y según lo comprobado últimamente en nuestro medio (Lima) en la tesis de Bachillerato del Sr. Silicani.

2ª— Las modificaciones son:

A.— Referente a la morfología de las ondas.

a) Melladuras frecuentes particularmente en las deflexiones I-J, J-K y K-L.

b) Alteración de las extremidades, especialmente de la onda L, menos frecuentemente de la K y J, dadas por melladuras o engrosamientos de los picos.



c) En menor proporción se presentan engrosamientos en las ramas de las ondas.

d) El trazo donde con mayor frecuencia se presentan las alteraciones anteriores es el tomado en Apnea Inspiración.

B.— Referente a la amplitud de las ondas:

a) Relacionando la amplitud de los complejos del balistocardiograma en las cuatro fases tomadas, entre sí, se aprecia que después del esfuerzo tienden a ser los de menor amplitud.

b) En cuanto a las ondas en sí, la J es la mayor positiva y la K la mayor negativa; pero en buen porcentaje de casos, la L, iguala o sobrepasa la J.

3ª— No se puede decir por la simple inspección de un trazado, si él corresponde a un sujeto de altura.

---

## BIBLIOGRAFIA

- 1.— MONGE M. CARLOS: La Enfermedad de los Andes. Anales de la Facultad de Medicina. Nº 1 y 2, Abril a Julio de 1928.
- 2.— MONGE M. CARLOS: El ritmo del pulso en el hombre de los Andes. Anales de la Facultad de Medicina. Nº 1 y 2, Abril a Julio de 1928.
- 3.— MONGE M. CARLOS y colaboradores: Fisiología andina, Circulación. Anales de la Facultad de Medicina de Lima, 1935.
- 4.— CERVELLI MIGUEL: La respuesta cardiovascular al esfuerzo en las altiplanicies andinas. Tesis: Facultad de Medicina, 1931. (no publicada).
- 5.— ROTTA ANDRES M. D.: Physiologic conditions of the Heart in the natives of high altitudes. Am. Heart Journal; St. Louis. Vol. 33 Nº 5-669, May., 1947.
- 6.— SAENZ RICARDO: Electrocardiografía en la altura; An. Fac. Med. Lima, 22: 237, 1938.

- 7.— TORRES HERNAN: La presión arterial en las altiplanicies andinas; An. Fac. Med. Lima, 20: 348, 1937.
  - 8.— ROTTA ANDRES: La circulación en las grandes alturas; An. Fac. Med. Lima, 21: 228, 1938.
  - 9.— Drs. HURTADO ALBERTO, CESAR MERINO, ERNESTO DELGADO FEBRES: La influencia de la anoxia sobre la actividad hematopoyética. An. Fac. Med. Lima, Vol. 29: 125, 1946.
  - 10.— MERINO CESAR M. D.: Studies of blood formation and destruction in the Polycythemia of high altitude. Jour. Hematology. Vol. V, Nº 1, January, 1950.
  - 11.— MAKINSON H. DONALD: Changes in the ballistocardiogram after exercise in normal and abnormal subjects. Circulation, August, Vol. 2: 186, 1950.
  - 12.— STARR ISACC M. D.: The ballistocardiogram. The Encyclopedia of Medicine-Surgery-Specialties, Vol. 3: 539, 1951.
  - 13.— STARR I. and HENRY SCHROEDER: Ballistocardiograma electromagnético. Circulation, Vol. 3: Nº 5: 662, May, 1951.
  - 14.— WILLIAM DOCK: J. A. M. A. 146: 1284, 1951.
  - 15.— HARRY MANDELBAUM M. D.: Estudios utilizando el balistocardiograma electromagnético. Circulation, Vol. 3: Nº 5: 662, May, 1951.
  - 16.— SCARBOROUGH WILLIAM R. M. D.: Raymond, Renneys.: El efecto cardiovascular de la anoxia conducida y controlada. Circulation, Vol. 4: Nº 2, August, 1951.
  - 17.— MANDELBAUM HARRY M. D.: Hallazgos clínicos con el balistocardiógrafo de W. Dock. New York State Journal of Medicine. July, 1951.
  - 18.— HAMILTON, PHILLYPS DOW and JOHN REMINGTON: The relationship between the cardiac ejection curve, and the balistocardiographic forces. A.M.J. of Physiology, Vol. 144: 557, 1945.
  - 19.— BROWN HERBERT: Ballistographic findings in patient with symptoms of angina pectoris. Circulation Vol. 1, Nº 1, 132, 1950.
  - 20.— MASTER A. M.º The two Step Test of miocardial function. Am. Heart J. 10: 495, 1935.
  - 21.— HURTADO ALBERTO: Aspectos fisiológicos y patológicos de la vida en la altura. Revista Médica Peruana, 1937.
  - 22.— STARR ISACC and ROBERT L. MAYOCK: On the significance of abnormal forms of the ballistocardiogram. A study of 234 cases with 40 necropsies. Am. Journal Md. Sc. 215: 631, 1948.
-