

INSTITUTO DE BIOLOGIA ANDINA

DIRECTOR Dr. CARLOS MONGE M.

ELECTROCARDIOGRAFIA EN LA ALTURA

POR

RICARDO SÁENZ JIMÉNEZ

Tesis para optar el grado de Bachiller en Medicina.

Los trabajos del Profesor MONGE y colaboradores sobre pulso, tensión arterial y respuesta cardio-vascular al esfuerzo, necesitaban completarse con el auxilio del método electrocardiográfico, que si alguna ventaja tiene sobre los métodos empleados en anteriores investigaciones, es la de ser un método gráfico y de precisión matemática.

Guiados por el Profesor MONGE en todas nuestras investigaciones, presentamos hoy este trabajo a la consideración de la Facultad de Medicina.

PLAN DE TRABAJO

PRIMERO.—Valores electrocardiográficos normales en la Altura:

a).—*Huancayo*.

b).—*Colquijirca*.

SEGUNDO.—Electrocardiogramas normales en la Altura.

TERCERO.—Anomalías electrocardiográficas post-esfuerzo.

CUARTO.—Discusión.

QUINTO.—Referencias.

SEXTO.—Conclusiones.

PRIMERA PARTE

METODOS EMPLEADOS

Ha sido utilizado el método electrocardiográfico, empleando las tres derivaciones clásicas establecidas por EINTHOVEN con el objeto de precisar valores en los accidentes de la curva electrocardiográfica.

TECNICA EMPLEADA

Las determinaciones electrocardiográficas no se han efectuado en condiciones de metabolismo básico; el sujeto en estudio, ha sido sometido a reposo en decúbito dorsal durante quince minutos, al final de los cuales, se le tomaba un trazo en tres derivaciones. Luego se le invitaba a realizar la prueba de esfuerzo, según el método MASTER (Tribe)—subir una escalera de dos peldaños de nueve pulgadas cada una, durante minuto y medio—al terminar la cual, se tomaba un nuevo trazo que finalizaba al término del segundo minuto, tiempo contado desde el reposo en cama, luego de terminada la prueba de esfuerzo. Debemos dejar constancia, que prácticamente de la prueba de esfuerzo, sólo asistimos al segundo minuto de ésta, pues su inicio, cincuenta segundos, constituye un tiempo muerto de observación, tiempo perdido en la colocación de los electrodos y en la espera de la luz, en la escala de deflexión, oscilando dentro de límites definidos, única forma de obtener un "record" bueno.

MATERIAL EMPLEADO

Los individuos sometidos a nuestras determinaciones, son todos sujetos andinos; 100 de ellos, los de Huancayo, con edad comprendida entre 19 y 24 años; 40 de los restantes, los de Colquijirca, con edad hasta de 52 años.

RESULTADOS OBTENIDOS

El primer dato recogido del electrocardiograma, se refiere a la frecuencia del pulso, determinado en el "record", contando 1200 centésimos de segundo y obteniendo la frecuencia por minuto, multiplicando el resultado por cinco.

Los resultados obtenidos se refieren a las 140 determinaciones, repartidos como sigue:

<i>Huancayo</i>	100
<i>Colquijirca</i>	40

HUANCAYO (Altura: 3.2 km.)

Frecuencia del pulso

<i>Antes del esfuerzo</i>	<i>Después del esfuerzo</i>
<i>Media</i> : $71 \pm \text{E.P. } 0.626$	<i>Media</i> : $68 \pm \text{E.P. } 0.864$
<i>D. Standard</i> : $9.28 \pm \text{E.P. } 0.442$	<i>D. Standard</i> : $12.82 \pm \text{E.P. } 0.611$
<i>C. Variación</i> : 13.0 %	<i>C. Variación</i> : 18.7 %

La determinación de la media estadística, en este caso, nos permite solamente, hacer notar el descenso de la frecuencia después del esfuerzo, afectándose en el cálculo los 100 sujetos materia de nuestras investigaciones; es por eso, que preferimos calcular los porcentajes de frecuencia que nos permitan hacer comparaciones con trabajos anteriores.

En el histograma número 1, se aprecia antes del esfuerzo, la existencia de ritmos bradicárdicos predominantes, comprobados en los trabajos anteriores de MONGE, CERVELLI, PESCE Y ASTE—1 % de frecuencia por debajo de 60 pulsaciones por minuto; 26 % por debajo de 70; también se constata un 3 % de ritmos taquicárdicos.

Comparado con el histograma que corresponde al esfuerzo, se aprecia:

A).—Ausencia de aceleración post-esfuerzo.

B).—Disminución de la frecuencia, dando lugar a la aparición de ritmos paradójicos (MONGE). Efectivamente, la frecuencia de uno por ciento en el grupo 50-60 pulsaciones, sube después del esfuerzo a 10 %; la de 26 % en el grupo 60-70 sube a 27 %; la de 70-80 sube de 42 a 47 %; y, en cambio, la de 80-90, de 30 % cae a 14 % después del esfuerzo. Nótese además, en el histograma la "absorción" que se ha operado del grupo 90-100.

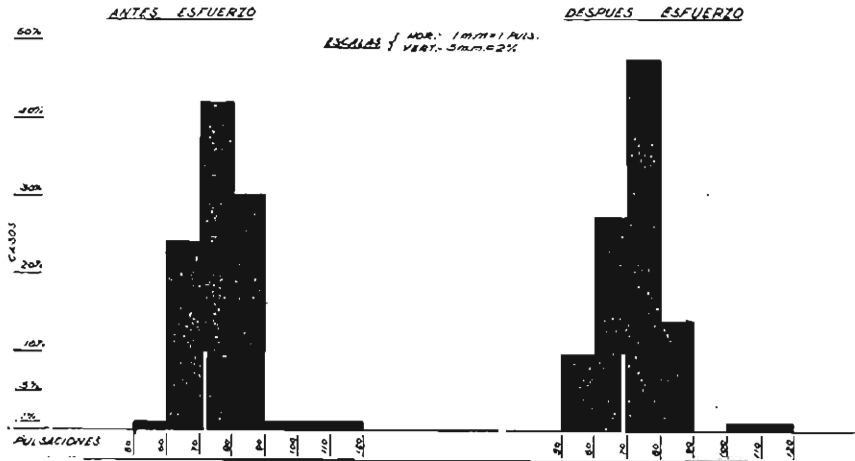
Estas cifras establecidas por nosotros antes del esfuerzo, no son comparables a las establecidas por el profesor MONGE, pues sus trabajos fueron realizados en condiciones rigurosas de metabolismo básico.

PORCENTAJES (Monge)

De 40 a 60 pulsaciones por minuto : 54 %

De 60 a 84 pulsaciones por minuto : 46 %

HISTOGRAMA No. 1.



VALORES DE LOS ACCIDENTES DE LA CURVA ELECTROCARDIOGRAFICA

ONDA P.

Voltaje : 1 a 2 m.m.
 Duración : Media : $0.07 \pm \text{E.P. } 0.0007$
 D. Standard : $0.01 \pm \text{E.P. } 0.0005$
 C. Variación : 14.0 %

INTERVALO PR.

Duración : Media : $0.14 \pm \text{E.P. } 0.0006$
 D. Standard : $0.02 \pm \text{E.P. } 0.0004$
 C. Variación : 13.6 %

COMPLEJO QRS.

Voltaje : 4 a 13 m.m.
 Duración : Media : $0.07 \pm \text{E.P. } 0.0008$
 D. Standard : $0.01 \pm \text{E.P. } 0.0006$
 C. Variación : 17.0 %

ONDA T.

Voltaje : 1 a 5 m.m.

ESPACIO QRST.

Duración : *Media* : $0.36 \pm \text{E.P. } 0.001$
D. Standard : $0.01 \pm \text{E.P. } 0.008$
C. Variación : 5.0 %

VALORES ESTABLECIDOS POR PARDEE EN LA COSTA

ONDA P.

Voltaje : 1 a 2 m.m.
Duración : 0.08 a 0.10"

INTERVALO PR.

Duración : 0.12 a 0.20"

COMPLEJO QRS.

Voltaje : 7 a 17 m.m.
Duración : 0.08 a 0.10"

ONDA T.

Voltaje : $1\frac{1}{2}$ a 5 m.m.

ESPACIO QRST.

Duración : 0.32 a 0.42"

Estos valores son sensiblemente iguales a los encontrados por nosotros en la altura.

PERIODOS INTERSISTOLICOS

Estos datos han sido recogidos, calculando la media aritmética de todos los intersístoles, entendiéndose por tales, la distancia que media entre dos (R-R) sucesivas; esta manera de proceder, se encuentra justificada por la presencia en todos

los trazos de una arritmia sinusal, presente antes y después del esfuerzo. Con esta media como dato, calculamos los resultados que siguen :

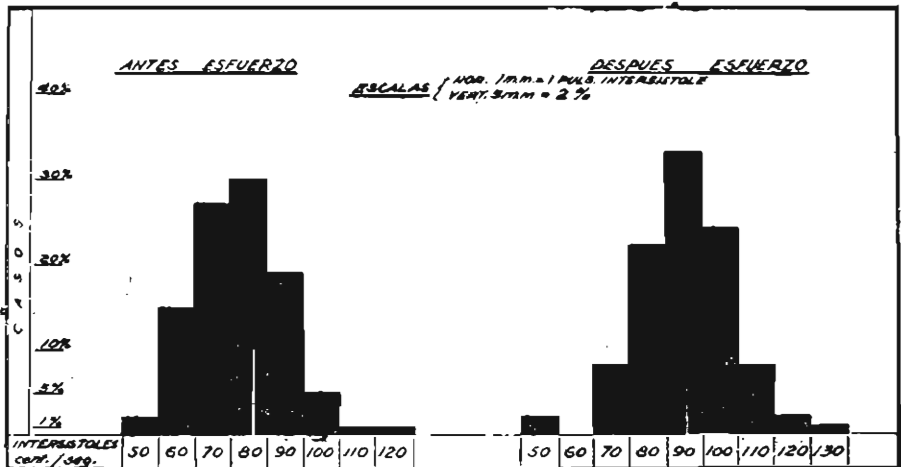
Períodos intersistólicos

<i>Antes del esfuerzo</i>		<i>Después del esfuerzo</i>	
<i>Media</i>	: $0.87 \pm E.P. 0.0001$	<i>Media</i>	: $0.95 \pm E.P. 0.0004$
<i>D. Standard</i>	: $0.17 \pm E.P. 0.0008$	<i>D. Standard</i>	: $0.12 \pm E.P. 0.0006$
<i>C. Variación</i>	: 20.0 %	<i>C. Variación</i>	: 13.0 %

Estos valores los hemos representado en el siguiente histograma, en el que vemos el aumento de los porcentajes de los intersístoles de mayor duración; así por ejem.: los de 100 centésimos de segundo, que antes del esfuerzo ocupaban un 5 % en el area correspondiente del histograma antes del esfuerzo, ocupan el 24 % en el histograma, después del esfuerzo. Aparecen además en el histograma que corresponde a la curva del esfuerzo, valores intersistólicos de 130 centésimos de segundo, que no existían antes del mismo.

Haciendo la comparación entre los histogramas N.º 1 y N.º 2. notaremos la relación inversa que existe entre la frecuencia del pulso y los períodos intersistólicos, siendo esto por lo demás, una deducción lógica, llamándonos sí la atención, la respuesta paradójica inusitada.

HISTOGRAMA N.º2



DIFERENCIAS DE PERIODOS INTERSISTOLICOS

Estas cifras establecen la diferencia entre los períodos intersistólicos máximo y mínimo.

La diferencia encontrada es la que nosotros anotamos, indicándonos las cifras superiores de 0.02 a 0.04 de segundo, una arritmia de tipo sinusal, siendo esta más marcada mientras mayor se hace la diferencia. PARDEE señala cifras superiores a 0.20" en los casos de hipervagotonía, llamando la atención sobre la inmutabilidad de la Onda P, no obstante haberse desplazado el punto de excitación; esto se explica por la longitud del nódulo sinusal; 3 a 5 centímetros, longitud que da margen a que la excitación se genere en los pisos inferiores, cuando los superiores se encuentran inhibidos.

Con respecto a esto, ya el profesor MONGE (1935), concluía que "la inestabilidad cardiaca en el andino es más frecuente en los casos de reflejo ocularcardiaco supranormal, lo que traduce la hipersimpaticotonía asociada a la vagotonía".

LUTEMBACHER por su parte refiriéndose a la lucha entablada en cada órgano entre dos fuerzas antagonistas en estado de hiperexcitabilidad dice: "a nivel del corazón esta lucha se traduce por la inestabilidad del ritmo sinusal".

	Número de casos.	D. antes del esfuerzo.	D. después del esfuerzo.
N.º	1	0.02	0.16
"	2	0.02	0.20
"	3	0.04	0.20
"	4	0.08	0.16
"	5	0.02	0.06
"	6	0.32	0.32
"	7	0.04	0.16
"	8	0.06	0.06
"	9	0.10	0.08
"	10	0.08	0.14
"	11	0.18	0.10
"	12	0.08	0.18
"	13	0.10	0.46
"	14	0.04	0.04
"	15	0.14	0.10
"	16	0.12	0.12
"	17	0.16	0.06
"	18	0.12	0.06

	Número de casos.	D. antes del esfuerzo.	D. después del esfuerzo.
N.º	19	0.18	0.14
„	20	0.24	0.42
„	21	0.04	0.12
„	22	0.40	0.24
„	23	0.24	0.06
„	24	0.14	0.20
„	25	0.04	0.10
„	26	0.06	0.16
„	27	0.02	0.12
„	28	0.06	0.12
„	29	0.10	0.24
„	30	0.14	0.14
„	31	0.08	0.34
„	32	0.18	0.02
„	33	0.06	0.04
„	34	0.16	0.28
„	35	0.14	0.18
„	36	0.02	0.12
„	37	0.10	0.04
„	38	0.08	0.06
„	39	0.08	0.10
„	40	0.10	0.02
„	41	0.12	0.22
„	42	0.12	0.08
„	43	0.14	0.12
„	44	0.24	0.18
„	45	0.08	0.10
„	46	0.06	0.24
„	47	0.12	0.24
„	48	0.22	0.20
„	49	0.18	0.12
„	50	0.10	0.16
„	51	0.20	0.14
„	52	0.04	0.18
„	53	0.06	0.02
„	54	0.16	0.22
„	55	0.12	0.28
„	56	0.02	0.02
„	57	0.10	0.14
„	58	0.10	0.08
„	59	0.02	0.08

	Número de casos.	D. antes del esfuerzo.	D. después del esfuerzo.
N.º	60	0.08	0.08
"	61	0.04	0.10
"	62	0.04	0.18
"	63	0.12	0.16
"	64	0.28	0.14
"	65	0.12	0.56
"	66	0.08	0.30
"	67	0.12	0.06
"	68	0.16	0.24
"	69	0.06	0.16
"	70	0.10	0.08
"	71	0.06	0.10
"	72	0.04	0.04
"	73	0.10	0.10
"	74	0.12	0.14
"	76	0.44	0.40
"	77	0.10	0.32
"	78	0.08	0.08
"	79	0.10	0.10
"	80	0.06	0.18
"	81	0.12	0.12
"	82	0.04	0.08
"	83	0.06	0.04
"	84	0.06	0.04
"	85	0.08	0.04
"	86	0.08	0.06
"	87	0.08	0.14
"	88	0.12	0.14
"	89	0.12	0.14
"	90	0.18	0.06
"	91	0.06	0.32
"	92	0.06	0.08
"	93	0.06	0.04
"	94	0.42	0.38
"	95	0.08	0.30
"	96	0.08	0.16
"	97	0.02	0.04
"	98	0.08	0.16
"	99	0.16	0.10
"	100	0.12	0.12

La demostración gráfica de este fenómeno la encontramos en los trazos electrocardiográficos que adjuntamos; véase en la tercera parte de nuestro trabajo.

COLQUIJIRCA (Altura: 4.5 km.)

No hemos calculado aquí datos estadísticos, consideramos solamente porcentajes en lo que respecta a frecuencia; media aritmética en lo que se refiere a los demás valores electrocardiográficos.

FRECUENCIA DEL PULSO

<i>Antes del esfuerzo</i>		<i>Después del esfuerzo</i>	
60 a 70 pulsaciones	30 %	50 a 60 pulsaciones	5 %
70 a 80 „	37.5 %	60 a 70 „	37.5 %
80 a 90 „	22.5 %	70 a 80 „	27.5 %
90 a 100 „	7.5 %	80 a 90 „	15 %
100 a 110 „	2.5 %	90 a 100 „	2.5 %
		100 a 110 „	7.5 %
		110 a 120 „	5 %

Aquí como en Huancayo advertimos:

A).—Ritmos bradicárdicos.

B).—Grupos taquicárdicos estables, aunque en mayor porcentaje.

C).—La aparición en la prueba de esfuerzo, de un grupo que no existía antes del mismo, explicable solamente por la "bradicardia paradójica" post-esfuerzo.

NOTA:

El grupo de taquicárdicos estables, encontrado por el profesor MONGE y colaboradores en Morococha, tiene un porcentaje de 8 %; nosotros lo encontramos aquí en una proporción de 12 %.

El esfuerzo a que hemos sometido a estos sujetos, materia de nuestras determinaciones ha sido doble y también triple del que lo sometimos en Huancayo, obteniendo los mismos resultados, como puede verse en los Histogramas que corresponden a este grupo.

VALORES ELECTROCARDIOGRAFICOS

ONDA P.

Voltaje : 1 a 2 m.m.
Duración : 0.08"

INTERVALO PR.

Duración : 0.16"

COMPLEJO QRS.

Duración : 0.08"
Voltaje : 4 a 15 m.m.

ONDA T.

Voltaje : 2 a 6.5 m.m.

ESPACIO QRST.

Duración : 0.36"

PERIODOS INTERSISTOLICOS

(en centésimos de segundo)

<i>Antes del esfuerzo</i>		<i>Después del esfuerzo</i>	
50	2.1/2%	50	5 %
60	4 %	60	12.1/2%
70	15 %	70	12.1/2%
80	30 %	80	17.1/2%
90	3.25%	90	22.1/2%
100	10 %	100	22.1/2%
		110	7.1/2%

En lo que respecta a los valores normales de *Colquijirca*, hemos encontrado dos individuos con una Onda T cuyo voltaje llega a 6.1/2 m. m.; PARDEE señala 5 m. m. como máxima.

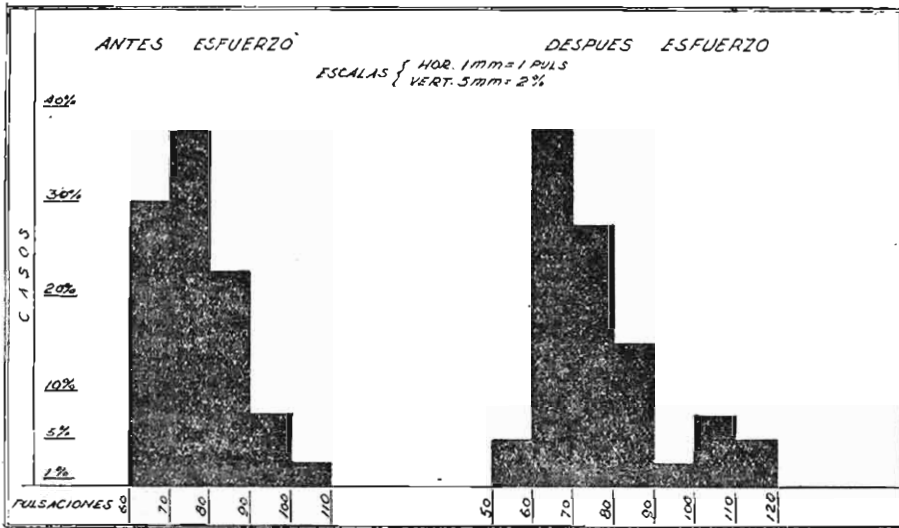
DIFERENCIAS INTERSISTOLICAS

	Número de casos.	D. antes del esfuerzo.	D. después del esfuerzo.
N.º	1	0.14	0.06
"	2	0.10	0.16
"	3	0.08	0.08
"	4	0.08	0.12
"	5	0.12	0.18
"	6	0.06	0.18
"	7	0.04	0.06
"	8	0.04	0.06
"	9	0.20	0.20
"	10	0.26	0.26
"	11	0.12	0.34
"	12	0.18	0.04
"	13	0.12	0.28
"	14	0.04	0.10
"	15	0.04	0.04
"	16	0.18	0.28
"	17	0.06	0.18
"	18	0.08	0.16
"	19	0.06	0.38
"	20	0.50	0.56
"	21	0.22	0.08
"	22	0.06	0.36
"	23	0.16	0.16
"	24	0.26	0.36
"	25	0.18	0.06
"	26	0.02	0.06
"	27	0.18	0.06
"	28	0.26	0.20
"	29	0.06	0.22
"	30	0.30	0.14
"	31	0.04	0.08
"	32	0.10	0.34
"	33	0.10	0.16
"	34	0.12	0.06
"	35	0.14	0.04

Número de casos.	D. antes del esfuerzo.	D. después del esfuerzo.
N.º 36	0.16	0.14
„ 37	0.04	0.26
„ 38	0.16	0.16
„ 39	0.08	0.04
„ 40	0.12	0.02

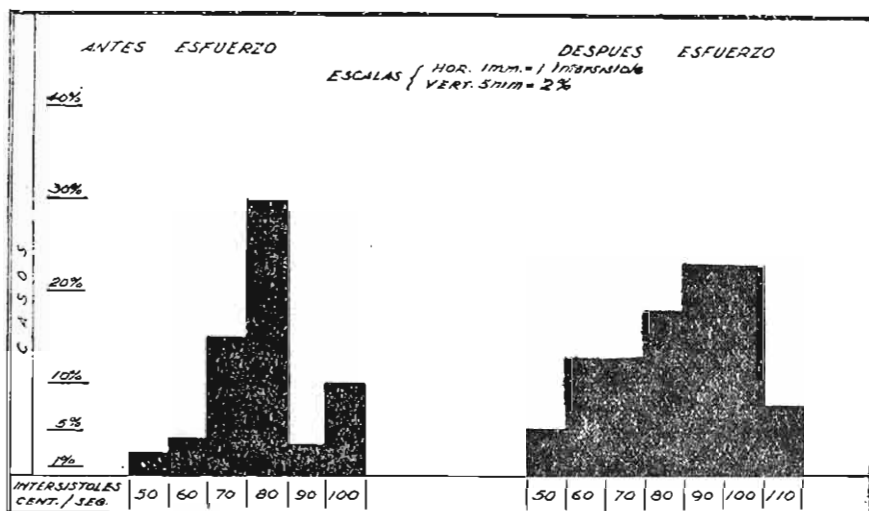
Puede verse aquí el mismo fenómeno que en Huancayo; es decir, cifras superiores a 0.04 de diferencia que marcan el grado de arritmia sinusal, presente también, antes y después del esfuerzo.

HISTOGRAMA No. 3.



Puede verse en este Histograma, la aparición en la prueba que sigue al esfuerzo, de un grupo de 50 a 60 que como ya dijimos, no existía antes; además, la presencia de otro grupo de taquicárdicos que tampoco existía, explicable este último, por la prueba demasiado fuerte o como también, por un estado de insuficiencia cardíaca que estamos tratando de dilucidar y que será motivo de un trabajo posterior.

HISTOGRAMA No. 4.

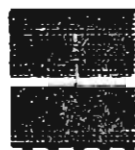


Apréciense en este Histograma, la aparición en la prueba de esfuerzo de períodos intersistólicos de mayor duración (110), luego aumento de los porcentajes de todas las áreas de la derecha, en las que se encuentran los valores más altos.

Comparando los Histogramas N.º 3 y N.º 4 veremos la relación inversa entre frecuencia y períodos intersistólicos.

SEGUNDA PARTE

ELECTROCARDIOGRAMAS NORMALES



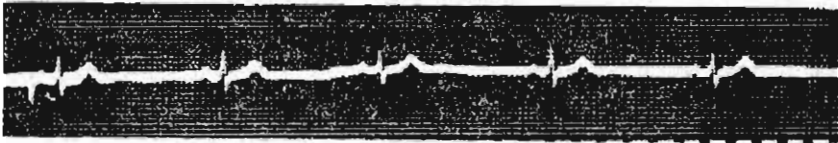
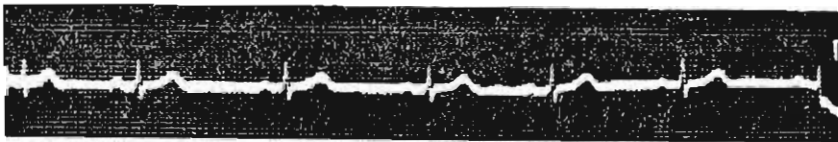
HUANCAYO

Consideramos aquí dos trazos electrocardiográficos en segunda derivación con normalización de un milivolt; el de la parte superior corresponde al reposo; el de la inferior a la prueba de esfuerzo. La velocidad a que han sido tomados corresponde a $2.1\frac{1}{2}$ centímetros por segundo, lo que equivale a 15 centímetros por cada seis segundos. Con esta dimensión como dato calculamos la frecuencia del presente electrocardiograma:

Antes del esfuerzo : 70 revoluciones por minuto.

Después del esfuerzo : 60 revoluciones por minuto.

Apréciense además de la bradicardia paradójica, arritmia sinusal de la que también nos hemos ocupado.

ELECTROCARDIOGRAMA No. 2

En este trazado puede verse el mismo fenómeno descrito anteriormente aunque mucho más marcado; en efecto, los cálculos nos dan los siguientes datos:

Antes del esfuerzo: 70 revoluciones por minuto.

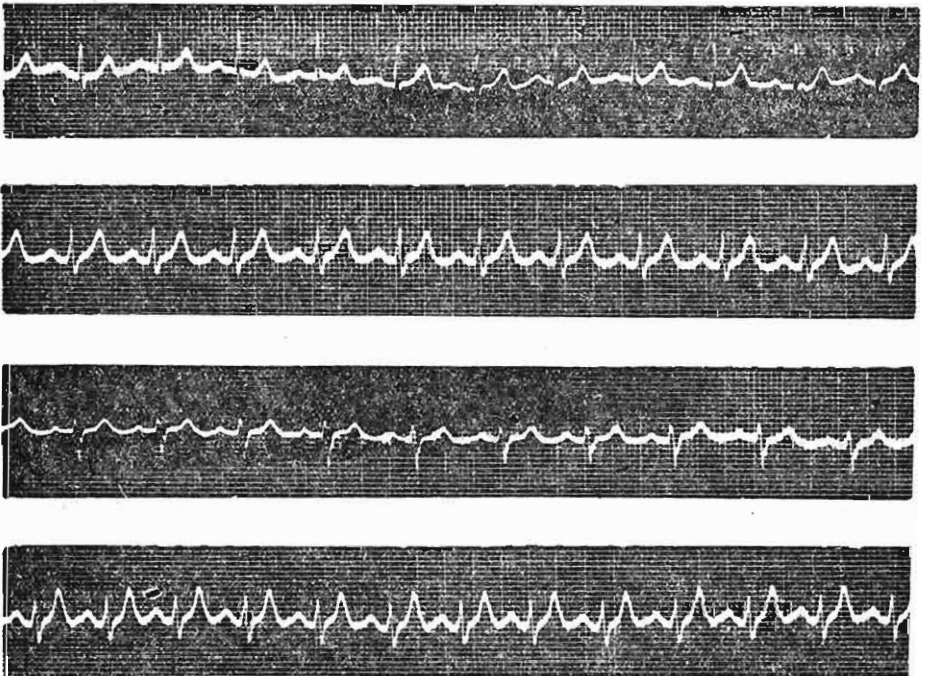
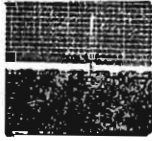
Después del esfuerzo: 50 revoluciones por minuto.

Apréciese la arritmia sinusal por los valores de los períodos intersistólicos que insertamos:

Antes del esfuerzo: 0.80—0.84—0.76—0.74—1.00—0.94.

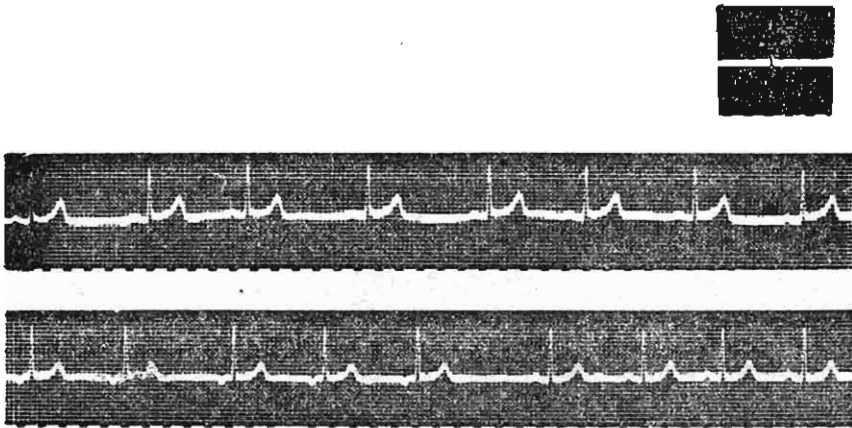
Después del esfuerzo: 0.92—1.06—0.94—1.16—1.02.

ELECTROCARDIOGRAMA No. 3



COLQUIJIRCA

Este trazado tomado en tres derivaciones con su prueba de esfuerzo en la parte inferior corresponde a un taquicárdico estable en el que puede verse aparte de la taquicardia un aumento del voltaje de la Onda T; en efecto, antes del esfuerzo había un voltaje de 5 m.m.; después del mismo se eleva a 6 m.m.

ANOMALIAS ELECTROCARDIOGRAFICAS

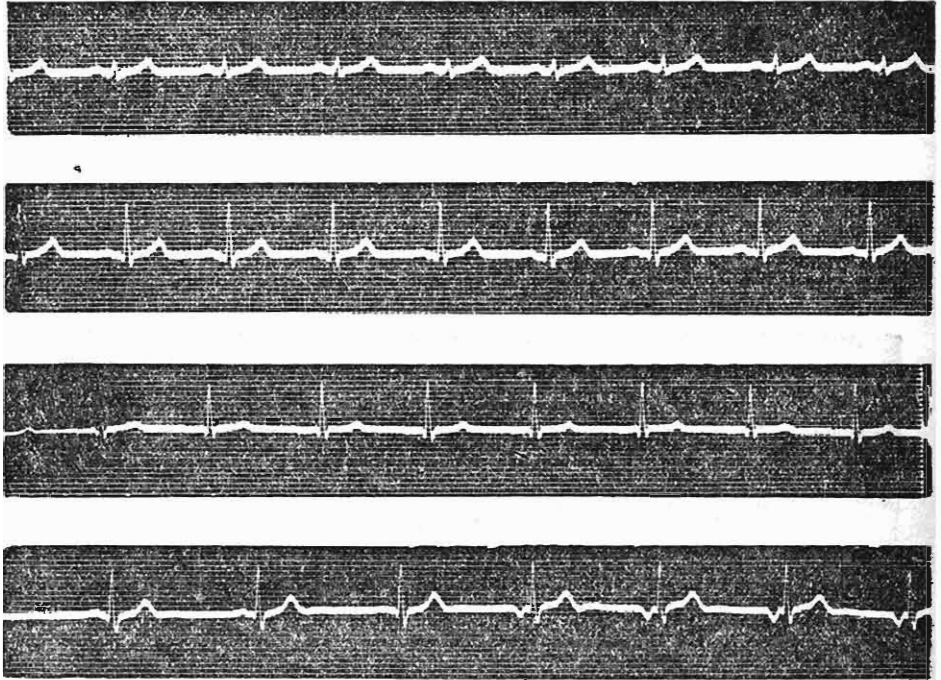
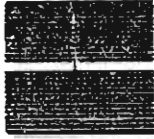
HUANCAYO

Advertimos en este trazado:

a).—Marcada arritmia sinusal, más manifiesta en el trazo que corresponde al reposo.

b).—Inversión de la Onda P en la prueba de esfuerzo, correspondiendo este a un descenso del punto de excitación que, en este caso, se encontraría fuera del nódulo sinusal, en plena pared auricular, supra-nodal.

c).—Disminución del voltaje de T en la prueba de esfuerzo, con descenso del Espacio ST hasta colcarse al nivel de la línea iso-eléctrica que en el electrocardiograma pre-esfuerzo se encontraba encima de ella.

ELECTROCARDIOGRAMA No. 5

COLQUIJRCA

En este trazado tomado en tres derivaciones advertimos hechos análogos al demostrado en Huancayo; cual es, inversión de la Onda P con desplazamiento del punto de excitación hacia una región infrasinusal y supra-nodal con acortamiento consecutivo del Espacio PR.

TERCERA PARTE**DISCUSION**

La comparación de los histogramas N.º 1 y N.º 2; N.º 3 y N.º 4 nos revela, de un lado, la tendencia a la horizontalidad

en la curva del pulso después del esfuerzo; de otro lado, quiebra de la misma a "expensas de reacciones bradicárdicas frenadoras del corazón". Esto nos plantea la siguiente cuestión: la prueba de esfuerzo a que hemos sometido a nuestros sujetos, no ha sido lo suficientemente fuerte como para hacer persistir la acción aceleradora en el segundo minuto, o la recuperación se marca ya en este tiempo, llevando la frecuencia al nivel de donde partió, provocándose en un 17% de los casos, un descenso por debajo de este nivel. La primera posibilidad queda descartada, el hecho de haber sometido a 40 sujetos a un esfuerzo doble y triple, en una altura mayor, 4.3 km., nos permite afirmarlo, a más que MONGE y colaboradores contando el pulso inmediatamente después del esfuerzo, determinaron ritmos normo-cardiacos, taquí-normo-cárdicos y bradicárdicos iniciales.

En cuanto a la segunda, puede afirmarse que es una forma de recuperación, es decir, corresponde a una manifestación de supra-normalidad ya que el individuo sometido a un esfuerzo en su atmósfera anoxémica, está en idénticas condiciones a las de un deportista, cuyo entrenamiento requiere también, un estado de anoxia repetida. Cabe igualmente pensar en la anoxemia del miocardio, que como veremos después, según lo demuestran estudios experimentales en hombres y animales, establece respuestas parecidas por desviación del fisiologismo normal.

El corazón en las condiciones anotadas trabaja con *volumen contracción*, ya que según las investigaciones de HENDERSON, este modo de trabajo implica menos consumo de oxígeno. REIN por su parte ha demostrado, que es más económico, que supone menor consumo de oxígeno el aumento del *volumen contracción* que el de la frecuencia. "En los sujetos entrenados, basta para esfuerzos medios con el aumento del *volumen contracción*".

Si esto es así, tendríamos que aceptar, que respondiendo el corazón del andino para los requerimientos tisulares con *volumen contracción*, debe prolongarse la fase de lleno rápido y de lleno lento, que nosotros colocaríamos en el período de inactividad eléctrica, alargada, según lo demuestran nuestros trazos electrocardiográficos; y esto, solamente puede realizarse a expensas de una sola condición: mayor elasticidad de la fibra muscular, ya que para PETERSON, PIPPER y STARLING el *volumen contracción* depende del aumento de la elasticidad de la fibra cardíaca.

FRANK, WIGGERS y STRAUB piensan que lo fundamental es el aumento de la tensión inicial, (replección máxima diastólica)

que reconoce como primera condición, la invocada por los autores antes citados.

Si tuviéramos en cuenta las condiciones de vida del hombre de las alturas, sometido a trabajos rudos, respondiendo a todos ellos con la eficiencia que lo caracteriza desde hace milenios, tendríamos que identificarlo necesariamente con el atleta, conclusión que estaría en relación con los trabajos sobre "*Rendimiento cardio-vascular al esfuerzo del hombre de los Andes*", en el que su autor dice lo siguiente: "En lo que respecta a lo que ocurre con los andinos la interpretación debe ser enteramente diferente. El corazón ha adquirido una modificación intrínseca por la cual ha aumentado su capacidad de reserva, seguramente su volumen minuto y, en estas condiciones, corresponde al tipo de corazón supra-normal, solo comparable al corazón del atleta, que en lugar de trabajar a expensas de su frecuencia lo hace aumentando el volumen de la onda pulsátil. La elasticidad de la fibra cardíaca del andino es supra-normal" (MONGE).

Independientemente de los hechos anotados que, en sus líneas generales, representan simplemente desviaciones límites de lo que la Electrocardiografía nos enseña a nivel del mar (bradicardia sinusal, arritmia sinusal, etc.), de la bradicardia paradójica post-esfuerzo que constituye, para el hombre de la altura, un hecho fisiológico por fuera de lo que se aprende al nivel del mar, y de los ritmos taquicárdicos estables, propios también al hombre de los Andes, nos ha sido posible señalar un hecho nuevo en relación con la forma Electrocardiograma que pasamos a describir.

Ya en 1935 en un Electrocardiograma tomado al profesor MONGE en Tielio, 4,8 km., en condiciones de reposo se encontró una Onda P invertida, hecho comunicado a la Academia de Medicina de Lima del que se dió cuenta al Seminario de Fisiología de la Universidad de Chicago.

Las determinaciones electrocardiográficas en Huancayo y Colquijirca nos han permitido señalar análogo fenómeno, acentuando la anoxemia normal de las alturas con esfuerzos moderados, 3,000 a 5,000 pies-libras. Encontramos además la desviación del Espacio ST, modificaciones de la excitabilidad con producción de complejos ventriculares de voltaje desigual y, en fin, alteraciones en casos de Enfermedad de MONGE sobre los cuales el Instituto de Biología Andina tiene un trabajo en preparación (MONGE-SAENZ). En esta oportunidad nos limitaremos a la discusión de ciertas peculiaridades electrocardiográficas del hombre normal de los Andes, no señaladas en la fi-

siología al nivel del mar y que se aprecia en los electrocardiogramas obtenidos después del esfuerzo, en la tercera parte de nuestro trabajo.

Estas modificaciones son:

A).—Inversión de la Onda P con acercamiento del Espacio PR, lo que significa el desplazamiento del marcador del paso por debajo del nódulo de KEITH y FLACK, para encontrarse en una zona mural y supra-nodal en un porcentaje de 3 %.

B).—Disminución del tamaño de T en un 4 %.

C).—Aumento del voltaje de T en un 2 % (4,3 km).

D).—Descenso del Espacio ST, bajando a la altura de la línea isoelectrica.

E).—Aplanamiento en "acordeón" de la Onda T en un 2 %.

Para interpretarlas hagamos primero una revisión de la literatura médica hasta la fecha, a efecto de encontrar hechos similares.

REFERENCIAS

Que la asfixia progresiva es causa de bradicardia y depresión de la excitabilidad ha sido demostrado por KLUG, KONOR y STEMBECK. Electrocardiográficamente EYSTER y MECK la probaron en mamíferos. LEWIS, WHITE y MAKUIS observaron que el marcador del paso se desplaza o gradualmente o por cambios bruscos en el gato (Heart, 1934, pág. 189).

Para el conocimiento de la literatura sobre este punto véase el trabajo siguiente:

GREENE y GILBERT (responses of Circulation to low oxygen content, American Journal of Physiology, N.º 3, 455, 1921) han demostrado que, cuando se somete a individuos a atmósferas anoxémicas por el método del "rebreather" llega un momento en que se pierde el ritmo sino-auricular, pudiendo latir un punto más bajo del sistema de KEITH y FLACK y luego puede llegarse a un ritmo nodal, pudiendo presentarse un momento de conducción invertida, alargamiento de PR y ritmo ventricular. En este instante hay pérdida del conocimiento y si se administra oxígeno, la recuperación del sujeto se hace por un camino inverso a la normalidad eléctrica del corazón.

Así coincidiendo con la caída del pulso de 102 a 64 aparece P invertida y PR disminuye. P se desplaza después a la posición de R que aumenta de voltaje. La función del marcador del paso está deprimida en dirección descendente. "Creemos que es debida a vago-espamo" (GREENE y GILBERT).

KATZ, HAMBURZER y SCHUTZ en individuos normales (American Heart Journal, N.º 6, pág. 780, 1934) hallaron T disminuída y el Intervalo ST deprimido y a veces negativo.

KOUNTZ y HAMMSUDA (American Heart Journal, N.º 2, pág. 259, 1932) en animales asfixiados establecen que los cambios anotados son similares a los provocados por la ligadura de la coronaria.

En cardíacos, GRAYBIEL, MISSURE, DILL y EDWARDS (1937) muestran disminución de T y ligeras variaciones del Intervalo PR y del Complejo QRS. "En tres casos encontraron ligero descenso del segmento ST", en asfixia provocada experimentalmente.

ROTHSCHILD y KISSIN (American Heart Journal, pág. 729, 1933) con el mismo método anoxémico, encuentran aplanamiento de T y descenso de ST, en anginosos y controles sanos. A igual conclusión llega DIETRICH y SCHWIGK (Klinische Wochs 12 pág. 135, 1933).

CLUZET, PIERY y PONTIUS (Archivo Electricité Medicale 605: 97, 1935) en un perro encuentran disminución de R, aparición y aumento de S, elevación de T y en el hombre "aceleración del corazón y un corto período de contracciones anárquicas, en una depresión atmosférica equivalente a 6.000 metros de altitud.

En resumen, en casos patológicos de anoxemia intramural por coronaritis, y en individuos llevados a grados extremos de anoxemia experimental, precursores del síncope, encontramos modificaciones análogas a las halladas por nosotros.

Es de presumir, que esta anoxemia generalizada respetando la actividad del vago ocasiona estos fenómenos, teoría del vago-espasmo de GREENE y GILBERT. No quiere decir esto que el miocárdio sea patológico sino que cada corazón tiene una capacidad de excitación vagal en función de la anoxemia; por lo tanto, no es de sorprenderse de que en las atmósferas enrarecidas del altiplano, esfuerzos relativamente reducidos pueden desencadenar esa hipertonía vagal, necesaria para desencadenar la desviación del marcador del paso. Esto se encuentra conforme con la distonía hipertónica vago-simpática que MONGE, PESCE y ASTE encontraron en la altura. Evidentemente, estos corazones deben encontrarse en el límite extremo de su tolerancia normal. Así lo prueban los electrocardiogramas de enfermos de la altura en los que se encuentran trastornos mucho más considerables, y de los que daremos cuenta en otra oportunidad; a saber, un caso de fibrilación atrial,—tipo HOGEWER—, un caso de taquicardia ventricular; otro de anarquía de la excitación en un sujeto apa-

rentemente normal; en fin, un caso de trastorno de la conducción intraventricular, cuyo estudio llevaremos a cabo bajo la dirección del Profesor MONGE.

CONCLUSIONES

- PRIMERO.—El electrocardiograma del hombre de la Altura es igual al del nivel del mar.
- SEGUNDO.—Electrocardiográficamente se aprecia la existencia de:
- a).—Ritmos bradicárdicos predominantes.
 - b).—Ritmos taquicárdicos.
- TERCERO.—El Electrocardiograma después del esfuerzo demuestra en el segundo minuto de la prueba que la aceleración es mínima o no se produce.
- CUARTO.—Existe en un 17 % de los casos una bradicardia paradójica post-esfuerzo.
- QUINTO.—Existe una arritmia sinusal por hiperanfotonía a predominio vagal en un 70 % de los casos.
- SEXTO.—A esfuerzos intensos se producen trastornos de la excitabilidad y desviaciones del segmento ST.
- SÉTIMO.—La distonía vagal explica esta cuestión.
- OCTAVO.—Es de presumir que en tales casos se llega al límite de la tolerancia del corazón para la anoxemia y, que esto puede ser un factor etiológico en el determinismo de las cardiopatías de la altura.

BIBLIOGRAFIA

- BAÑUELOS.—Patología. (1935).—
- CERVELLI M.—“La Respuesta Cardio-vascular en las Altiplanicies Andinas”.—
- GERAUDEL.—Le Mecanisme du coeur et ses anomalies. (1928).
- LUTEMBACHER R.—Les troubles fonctionnels du coeur (1931).
- MONGE M. C.—El ritmo del pulso en el hombre de los Andes.
- MONGE-PESCE.—Reflejo oculo-cardiaco y reflejo Solar en la Altura. (1935). Anales de la Facultad de Ciencias Médicas. (1935).
- PARDEE.—Clinical Aspects of the Electrocardiogram. (1933).—
- ROMBERG.—Enfermedades del Corazón.
- VELASCO-LOMBARDINI.—Temas de Electrocardiografía. (1933).