

00811

14264

Instituto de Biología Andina

Director Dr. CARLOS MONGE M.

Fisiología Andina

PRIMERA MEMORIA

*El Ritmo del Pulso en el  
Hombre de los Andes*



LIMA

EDICIONES DE «LA REFORMA MEDICA»

MCMXXXIV

V1  
MC ✓  
08

# INSTITUTO DE BIOLOGIA ANDINA

Director Dr. CARLOS MONGE M.



## Primera Memoria

# El Ritmo del Pulso en el Hombre de los Andes

POR EL  
DR. CARLOS MONGE M.

El pulso ha sido uno de los elementos que fué primeramente observado en los viajes a las grandes alturas. Lo consideraremos:

A.)—Durante la ascensión y la adaptación:

a.)— *Taquicardia crítica.*

Se ha pretendido establecer una relación entre la altura i la frecuencia del pulso mientras este fué estudiado durante el viaje. En la actualidad -en los casos de ascensiones sin esfuerzo o en aeroplano- está demostrado que tal hecho no ocurre, sino en determinadas condiciones de rarefacción del aire. Podemos afirmar,

como resultado de nuestras observaciones, que esta frecuencia es relativamente moderada i que unicamente cuando se presentan signos de Soroche se rompe el ritmo normal para aparecer una taquicardia más o menos intensa. En general, si se revisa los trabajos de las expediciones a las cimas elevadas del Globo se nota que el pulso permanece dentro de límites normales hasta la altura de 3,500 a 4,000 metros bien entendido siempre que se excluyan todos los factores meteorológicos - viento, tempestades, radiación, nieve, calor o frio excesivo, etc. - i de trabajo que actúan indirectamente en la aceleración del pulso. Los hombres entrenados pueden llegar a grandes alturas sin que la frecuencia

media aumente ostensiblemente. Mosso (1898) lo demostró en la Cabaña Regina Margherita a 4560 mts. i en cámaras neumáticas, i Hingston en la expedición al Monte Everest.

Cuadro No. 1 (Mosso) pulso

Localidades	Altura en mts.	SUJETOS					
		I	II	III	IV	V	
Turin	276	56	54	47	52	46	
Gressoney	1627	62	50	50	47	46	
Cabaña Linty	3047	78	52	57	50	46	
C. Margherita	4560	88	67	60	58	100	(pulso imperceptible)

Cuadro No. 2 (Hingston) Pulso

Monte Everest	Antes	Trabajo	Después
0 mts.	72		84
5050 „	72		120
6400 „	108		144

Schneider (1929) ha podido determinar experimentalmente la aparición de la taquicardia en las cámaras neumáticas a bajas tensiones de aire. Zuntz, Loewy; Muller i Caspari en su ascensión al Briener-Rothorn encontraron una taquicardia de 158-175 que después cayó a 130-140. Loewy en las montañas tirolesas señaló un aumento de pulsaciones de 160-176 para determinado trabajo muscular que en el llano solo ocasionaba una aceleración de 92 a 108 por minuto. El simple hecho de ponerse de pie basta para acelerar considerablemente el ritmo del corazón. Se comprende que el esfuerzo ascensional pueda a elevadísimas alturas determinar taquicardias verdaderamente considerables. Así en la expedición al Monte Everest, a 8200 mts. de altura,

se señalaron taquicardias de 160-180 siendo de notar que uno de los dos sujetos que alcanzó esta enorme altitud presentaba durante el reposo únicamente 64 pulsaciones i solo 44 a nivel del mar.

En las condiciones ordinarias de ascensión en reposo (ferrocarril), dentro de los moderados esfuerzos que se lleva a cabo, el pulso —sólo a determinada altura que está dada por la capacidad de adaptación a la altitud— se mantiene dentro de un nivel moderado; inmediatamente que el esfuerzo se sobreañade o que el recambio aumenta se rompe la condición aparente de equilibrio i la taquicardia sobreviene. En el cuadro adjunto (III), damos cuenta de las variaciones del pulso en nuestra ascensión en ferrocarril de 1929:

## Cuadro No. 3

	Lima	Chosica	Matueana	Casapalca	Tielio	Oroya	
Altura	179 m.	800 m.	2330m.	4147m.	4750m.	3700m.	
Hora		5 am.	8 am.	11 am.	3 pm.		
Encinas	86	74	76	81-104	140	86	<Soroche>, pulso frecuente.
Cervelli	80	80	80	100		108	
Escajadillo	84	76	76	80		100	<Soroche>
López	90	80	99	104		112	
Mori	76	74	82	94		100	<Soroche, pulso frecuente>
Ficón	67	74	80	100		80	
Rotta	79	68	72	88-82		88	
Villagarcía	91	80	84	80-92		88	<Soroche>
Castagnet	56	66	66	80			

<Almuerzo y marcha a pié>

Como puede verse la aceleración cardiaca es moderada hasta los 4000 m. en que el almuerzo i la necesidad de marchar a pié i subir las escaleras del Hotel, aumentando el metabolismo, determinaron un brusco desequilibrio que la mayor parte soportó a expensas de una pequeña aceleración pero que en otros se hizo intensa simultáneamente con la aparición de síntomas de Soroche. Tal es la taquicardia crítica de altura.

b.— *Aceleraciones adaptivas, fases bradicárdicas.*

Con la adaptación la frecuen-

cia se hace menor regresando el pulso paulatinamente a límites inferiores de aceleración. Douglas, Haldane, Henderson i Schneider han establecido que durante la permanencia en las alturas hay una aceleración diaria y gradual por una o dos semanas (4000 metros mas o menos) que vuelve a la normalidad del nivel del mar o se aproxima mucho con el desarrollo de los mecanismos de compensación para la vida en esas condiciones. A igual conclusión han llegado recientemente Ewig i Hinsberg (1931).

CUADRO IV .- Frecuencia del pulso

Expedición de 1927								
Básicas	Condiciones no básicas - Oroya 3700m						Lima 170m.	Básicas Lima
	Oroya	Julio	12	13	14	15		
Monge	70		102			89	70	57
Hurtado	70	84			80	92	80	65
Escadillo	72	90			88	98	68	60
Medina	66	76			80	88	76	62
Cervelli	45	88			76	80	68	74
Rondon	64	100			100	96	72	64
Posalva	76	104			64	104	72	62
Morey	76	86			72	100	68	68
López	82	92			56	104	94	70
Núñez	86	88			80		80	76
Hersud	76	78			72	90	74	60
Encinas	66	90			82	96	72	69

  

Expedición de 1930					
Básicas	Condiciones no básicas				Básicas Sierras
	Lima	Lima, 170m.	Oroya (3700m). Julio 25 a 30	Huancayo (3200 m.) 4 Agosto 6	
Retta	66	79	80	88	62
Encinas	64	86	86	96	66
Villegarcía	74	91	88	100	72
Morey	70	76	100	104	70
Monge	68	75	96	100	68
Cervelli		80	100	96	
Escadillo	62	84	100	84	
López		80	112	104	
Picón		67	80	96	

En la tesis de Cervelli (1931) este asunto está minuciosamente estudiado y a ella nos remitimos para los que deseen tener una opinión detallada sobre el particular. Nosotros únicamente nos limitaremos a revisar rápidamente nuestras observaciones:

Sobre un total de observaciones muy por encima de los estudios aislados de otros investigadores anteriores nos ha sido posible establecer categóricamente el hecho notado tantas veces de una gradual disminución de la frecuencia con el correr de los procesos adaptativos. Vemos que aún en condiciones ordinarias de vida la aceleración tiende progresivamente a disminuir. Se presenta - en ciertos momentos - *fases bradicárdicas* cuya signi-

ficación no puede ser otra que la de cambios profundos en el miocardio o en su nervación, como veremos después. Así en la Oroya (1927) observamos que los valores del pulso - el último día de nuestra estadia - eran en su mayor parte inferiores a los valores de Lima en días anteriores. Cervelli en condiciones básicas presentó una bradicardia desconcertante. En 1927 no nos atrevimos a publicar estos resultados esperando nuevas investigaciones científicas sobre el particular. Podríamos anticipar que hay una marcada tendencia a la bradicardia. De otro lado, como veremos posteriormente, el pulso responde muchas veces en la altura lentamente, de suerte que no sería raro, en condiciones or-

dinarias de vida, que la faz bradicárdica sorprenda al observador, de donde las diferencias que se puede obtener en dos numeraciones tomadas en momentos distintos. Como quiera que sea, este fenómeno de *fases bradicárdicas*, debe llamar la atención de los fisiólogos y de los clínicos y sobre él insisteremos al hablar de la vida en localidades «habitadas» del altiplano.

c).— *Aceleración y esfuerzo.*  
*Reacciones bradicárdicas*

Schneider y Clarke (1929) que han estudiado el trabajo muscular a reducidas tensiones barométricas en cámaras neumáticas han llegado a las conclusiones siguientes. A la presión de 760mm la aceleración del pulso mantiene una relación lineal con el trabajo producido hasta que este sobrepase la capacidad de rendimiento, en cuyo caso la relación se quiebra. La anoxemia causa una aceleración mayor a bajas tensiones y mientras más bajas sean éstas, más pronto se interrumpe la relación lineal. El retorno á la calma del pulso a bajas tensiones barométricas es más lentos que a nivel del mar para

cortos períodos de trabajo. Este trabajo experimental tiene la ventaja de eliminar todas las causas accesorias que intervienen en la aceleración cardiaca.

Tal cosa no nos ha sido posible constatar siempre. Efectivamente, considerado el pulso en relación directa del esfuerzo como uno de los exponentes del rendimiento cardio-vascular se puede establecer desde ahora — a mas de la conocida aceleración que guarda relación directa con la disminución de la presión barométrica y el aumento del trabajo — un hecho que ha de llamar singularmente la atención: la *reacción bradicárdica al esfuerzo*.

Mediante el procedimiento de Master-Mouge que empleamos para medir el trabajo producido por un sujeto, determinamos un esfuerzo equivalente en la Costa y en la Sierra, llegando a demostrar que la aceleración es mayor en la Sierra que en la Costa — para los sujetos recién llegados — y el tiempo de retorno a la normal más alargado.

Pero, ahora bien, no siempre se mantuvo este ritmo de aceleración conocido, sino en ciertos casos se produjo una respuesta bradicárdica inesperada, verdadera reacción paradójica.

## CUADRO V

Reacción normal						
	Antes	Trabajo (°)	D e s p u e s			
			m	1	1½	2
			↓	1	1½	2
G	80		112	80		
S	84		128	80		
R	86		100	84		
A	106		110	108	78	
S	76		120	100		
S	86		122	84		

(°) .- aproximadamente 3,000 pies-libras, en todas las observaciones.

Reacción bradicárdica						
	Antes	Trabajo	D e s p u e s			
			m	1	1½	2
			↓	1	1½	2
V	84		104	72	64	84
J	92		112	76	60	68
M.	84		104	64	64	72
C	78		86	66	58	62
E v.	84		92	72	60	70

En la gráfica N° 1 puede observarse este fenómeno con toda claridad. Nos apresuramos a decir que no tiene relación con la capacidad de rendimiento del sujeto ya que en este caso particular de individuos recién llegados i con solo 24 horas de permanencia a 3800 m., tanto los que respondieron normalmente como los de reacción paradógica presentaron el mismo fenómeno. En suma, hay una *reacción bradicár-*

*dica al esfuerzo*, después de una faz de aceleración nada particular. Tal hecho no ha sido encontrado a nivel del mar, ni está señalado en la Fisiología.

#### d.)—Pulso eritrémico

Estudiemos el pulso en los sujetos inadaptados o que han perdido su capacidad para vivir en las altiplanicies (Eritremia Monge 1929)

Cuadro No. 6

ERITREMICOS						
Nombre	Edad	Pulso básico	En reposo	Respira- ciones	Tensiones	Observaciones
M.I.	33	40	64	28	120-80	Eritremia Discreta
F.C.	46	44	94	22	100-70	
L.L.	48	49				id id
F.R.	30	56	72	24	110-79	id id
N.S.	36	58				id id
D.T.		60				id id
J.V.		60				id id
T.N.	37	54	68	16	110-80	id id
E.O.	37		72	20	110-85	id id
O.B.	27		72	20	110-70	id id
F.A.	50		80	18	100-80	id id
L.C.	44	84	112	32	100-66	(Enfermedad de Monge, grave)

Con excepción del caso último cuya condición de gravedad lo pone aparte de toda posible comparación, en los demás el pulso en condiciones básicas acusa una bradicardia desacostumbrada que necesariamente debemos referir a la misma causa que la determinó en Cervelli en el periodo adaptativo i a la bradicardia normal de las alturas, Es un tipo de *bradicardia eritémica*, cuya importancia conviene hacer resaltar,

e.)— *Pulso básico adaptativo*

Si ahora pasamos a estudiar el pulso en condiciones de metabolismo básico, en absoluto reposo, en la mañana en ayunas)

cuestión que ha sido un tanto descuidada en los estudios sobre la altura, indicaremos que para elevaciones que no sobrepasen 4000 metros i en que solo influye la disminución del oxígeno atmosférico, la aceleración se mantiene dentro de límites normales. Así Barcroft (1923) pudo demostrar que en el Cerro de Pasco (4100 m.) el número de pulsaciones no variaba si se tomaba en condiciones básicas, comprobando la afirmación de Hingston quien en su ascensión al monte Everest no señaló cambio alguno hasta los 5000 metros de elevación. En el cuadro N° VI damos los datos encontrados en 1927-1931.

Cuadro No. 7

	1927			1930	
	Lima	Oroya (3700)		Lima	(Oroya) (3700]
Rondon	64	64	Rotta	66	62
Medina	62	66	Encinas	66	64
Heraud	60	76	Villagarcia	72	74
Cervelli	74	45	Mori	70	70
Morey	64	76	Monge	68	68
Encinas	69	66			
Escajadillo	60	72			
López	70	82			
Hurtado	65	70			
Nuñez	76	86			
Fosalba	62	76			
Monge	57	70			

Como se aprecia el pulso permanece invariable en condiciones de metabolismo básico. Hicimos notar el caso de Cervelli cuya aceleración cae inusualmente de 74 en Lima a 45 en Oroya (3700); *bradicardia adaptativa*.

**B.— En la aclimatación.-Localidades habitables.**

Hasta aquí nos hemos referido únicamente a la aceleración cardíaca estudiada en los recién llegados i, por consiguiente, en vías de adaptación. Desde 1928 dejamos constancia de nuestra opinión que modificaba total-

mente el concepto que se ha tenido sobre la vida del hombre en las alturas. Sostuvimos entonces que en tal caso no podía hablarse de aclimatación sino de adaptación. Vamos a ocuparnos ahora de los sujetos verdaderamente aclimatados a la vida del altiplano donde han residido desde una época prehistórica; esto es, del Hombre de los Andes.

*a.)—Pulso básico bradicárdico*

Comenzaremos por señalar la frecuencia cardíaca del hombre del Altiplano, en condiciones rígoras de metabolismo básico.

CUADRO VIII  
A N D I N O S ( 19 á 30 años )  
Cuadro de pulsaciones en condiciones de M.B.

		60	62	
44	52	60	62	84
46	52	60	62	84
47	52	60	62	72
48	52	60	62	72
48	52	80	64	72
48	52	60	64	72
49	52	60	64	72
48	52	60	64	74
48	54	60	64	74
48	54	60	64	76
48	54	60	64	76
50	54	60	64	76
50	56		66	76
	56		66	80
	56		66	
13%	56		66	12%
	56		66	
	56	50	66	
	56	60	68	
	56	60	66	
	56	60	68	
	58	60	68	
			68	
			68	
			68	
			68	
			70	
			70	
			70	
			38%	
<hr/>				
40 á 60 puls.		60 á 84 puls.		
54 %		46 %		

No sabemos que en ninguna ocasión en un grupo de personas tomadas al azar i cuyo único criterio de selección hubiese sido el de buscar hombres robustos pudiera señalarse en el llano una tendencia a la bradicardia tan marcada. Nuestro grupo de 13 casos manifiesta un hecho insólito por su frecuencia, de *bradicardia fisiológica de la altura*, que solo se encuentra por excepción a nivel del mar, como la de Napoleón por ejemplo. No cesaremos de insistir una vez más en este hecho predominante del ritmo del corazón del andino, con su tendencia a la bradicardia que

ya hemos visto esbozarse en líneas anteriores cuando nos referíamos a las fases bradicárdicas de aceleración y señalamos el hecho inusitado de la bradicardia de Cervelli, (47).

b.)— *Aceleraciones ordinarias bradicárdicas.*

En condiciones ordinarias de vida, después de un reposo, por lo menos de un cuarto de hora, las aceleraciones nos parecen bien obedecer a un ritmo más lento que en la Costa. En el cuadro IX hacemos la comparación de las aceleraciones de andinos en la Sierra y costeños en Lima.

CUADRO IX

Cuadro comparativo de las aceleraciones después de un reposo scentuado (Mas o menos 15 minutos) Costa i Sierra .

Eritrémicos	A n d i n o s - S i e r r a	Costeños
3700 m.		
64-68-68	60-60-60-60-64-64-64-64-64-70	66
72-72-80	72-72-72-72-74-74-74-76-76-76-76-80-80-80-80-80-80-80-80-80	78
72-74-80	82-84-84-84-84-84-88	80-80-83-86
96	96	90-99-91-94
112		

No obstante el número limitado de observaciones en la Costa para hacer un estudio comparativo nos apoyamos, además, en el hecho perfectamente establecido de la frecuencia media -75 a 85 pulsaciones - admitida después de un moderado reposo. En cambio en la Sierra la aceleración se marca en el sentido de la bradicardia puesto que en el 30% de los casos hay un promedio inferior a dicha normal. Hay pues tendencia marcada a la *bradicardia en mínimo esfuerzo*.

Obsérvese, además, que en el cuadro de eritrémicos andinos -a

la izquierda- su frecuencia es mucho menos considerable que la de los individuos de la Costa, no obstante sus condiciones defectuosas de adaptación. Señalaremos, por lo tanto, la *bradicardia eritrémica en esfuerzo mínimo*.

c.)— *Aceleración y trabajo: frecuencias orto y bradicárdicas*

Si estudiamos ahora la frecuencia del pulso debido al esfuerzo muscular vamos a encontrar características enteramente andinas. En el cuadro X considera-

mos las aceleraciones después de un trabajo igual al producido en la Costa. Colocamos en la parte superior el resultado obtenido en la Costa en condiciones análogas.

## CUADRO X

Cuadro comparativo de aceleraciones después de un mismo trabajo - Costa (Costeños) - Sierra (Andinos)

Nombres	Costeños ( Lima 170 m. )		Después				Coeficiente (°)	Aceleración
	Antes	Trabajo	1	1½	2	2½		
Cervelli	30		102	90	84		1.3	22
Encinas	86		100	90	86		1.3	14
Escobedillo	84		100	100	90	86	1	16
Lopez	90		115	112	94		1.3	25
Monge	75		102	95	96		1.3	27
Morfi	76		96	80	76		1.3	20
Picon	67		94	88	66		1.3	27
Rotta	79		105	98	80		1.3	26
Villagarcía	91		120	115	100	92	1	30
Bermudez	72		110	98	90	72	1	32
Andinos (Sierra 3700-3200 m. )								
M.	60		64				4	44
G.	80		88				4	8
H.	84		86				4	2
N.	70		108	68			2	38
P.	74		92	72			2	18
E.	80		116	80			2	36
J.	60		80	60			2	20
A.	88		112	96			2	24
J.	72		80	68			2	8
J.	80		88	80			2	8
S.	60		68	64			2	8
P.	76		96	76			2	20
F.	80		96	80			2	16
H.	84		92	80			2	8
M.	72		84	76			2	12
R.	96		120	100			2	24
T.	84		116	88			2	32
M.	76		102	72			2	26
O.	60		92	68			2	32
A.	82		112	88			2	30
P.	80		100	80			2	20
G.	80		104	84			2	24
B.	80		92	80			2	12
P.	72		104	84	86		1.3	32
F.	84		112	96	88		1.3	28
E.	64		100	80	72		1.3	36
P.	76		112	92	84		1.3	36
R.	72		100	88	72		1.3	28
Z.	74		100	88	76		1.3	26
F.	64		92	84	64		1.3	28

(°) .- El coeficiente de rendimiento se obtiene dividiendo 2 - tiempo normal de reacción - entre el tiempo expresado en fracciones de minutos (  $\frac{1}{2}$  en  $\frac{1}{2}$  minuto ) .- C. Normal - 1 .

Es fácil deducir inmediatamente por el examen de las cifras de este cuadro: 1.º—, que en el 25% de los casos la aceleración en la Sierra es tan pequeña (4 a 8 pul-

saciones) que ésta, puede considerarse dentro del error posible de cálculo; esto es que la aceleración permanece invariable; i, 2.º, que en los casos restantes, la acelera-

ción puede alcanzar los valores de la Costa sin sobrepasarlos en general pero que, en tal caso, los coeficientes de retorno a la calma - indicados en el mismo cuadro - revelan en el 78% un valor superior al de la Costa; apenas en el 22% es igual el rendimiento al del nivel del mar.

En suma: *aceleración francamente menor en la Sierra que en la Costa* - hecho desconcertante dentro de los conocimientos clásicos de la vida del hombre sobre las alturas. Es esta una caracte-

rística de las razas de los alti-  
planos, cuyo coeficiente de rendimiento es supra-normal en el 78% de los casos. Advirtamos que sólo los atletas pueden conducirse de una manera análoga.

Para hacer más demostrativa la influencia de la altitud hemos sometido a nuestros sujetos a un rendimiento doble de trabajo en una segunda prueba después de un periodo de reposo de treinta minutos. Los resultados están consignados en el cuadro XI.

CUADRO XI

Cuadro de aceleración cardíaca después de un trabajo  
doble equivalente para cada individuo (Costa y Sierra).

Costeños (Lima 170 m.)									
Nombres	Antes Trabajo	Después				Coeficiente	Aceleración		
		1	1½	2	2½				
Cervelli	90	108	105	90					
Encinas	88	120	110	106	88	1	22		
Escardillo	100	128	108	104	100	1	28		
Lopez	90	115	90			2	25		
Monge	75	112	100	86	88	0.8	37		
Mori	76	105	96	86	82	1	28		
Picon	72	112	108	90	74	1	40		
Rotte	79	108	8	79		1.3	29		
Villagarcía	91	126	112	96		1.3	34		
Andinos (Sierra 3700 - 3200 m.)									
1	72	140	103	86	84	80	0.8	48	
2	76	96	88	84			1.3	20	
3	72	104	84	86			1.3	32	
4	80	120	100	100	88		1	40	
5	84	128	100	88				44	
6									
7	72	116	96	92	76		1	44	
8	80	100	100	80			1.3	20	
9	88	120	100	92			1.3	38	
10	76	88	80				2	12	
11	60	88	74				2	28	
12	88	112	96				2	24	
13	72	100	72				2	28	
14	80	104	80				2	24	
15	76	100	80				2	24	
16	80	112	80				2	32	
17	64	96	68				2	32	
18	76	100	80				2	24	
19	80	108	96				2	28	
20	72	92	72				2	20	
21	76	108	80				2	32	
22	76	92	76				2	26	
23	60	92	68				2	32	
24	80	108	72				2	28	
25	60	92	68				2	32	
26	68	96	74				2	28	
27	80	116	88				2	36	
28	64	76	64				2	12	
29	80	80	88				4	8	
30	80	80	88				4	8	
31	80	68	68	72			1.2	28	
32	96	116	80	80	80	96	0.8	20	
33	88	104	76	80			1.3	14	
34	72	80	64	80			1.3	8	

Encontramos el mismo hechos a saber: de un lado aceleraciones minúsculas en el 18% de los casos; en el resto, frecuencias análogas a las del nivel del mar, contrarrestadas por un menor tiempo de retorno a la calma, que la simple inspección de los coeficientes permite ver. Mientras que en la Costa apenas si el 10% corresponde a individuos supranormales, en la Sierra alcanza el 60%, hecho igualmente no señalado. Por último, encontramos un caso de *frecuencia bradicárdica al esfuerzo*. (80-80-68-66-72) ignorado en Fisiología y sobre el que volveremos, al estudiar las localidades «habitadas».

#### *La ley andina del corazón*

En el cuadro XII exponemos el resultado de nuestras investigaciones sobre aceleraciones en relación con aumentos progresivos de trabajo. En la primera columna consideramos los valores en reposo (en algunos casos la

cifra inicial de pulsaciones de la segunda experiencia no ha coincidido con la primera). En las columnas siguientes se consideran los valores de pulso después de los esfuerzos producidos y, en fin las diferencias de pulso entre uno i otro esfuerzo. Inmediatamente debajo, los mismos datos referidos a los miembros de la Comisión de Lima. En fin, en la parte derecha del cuadro, se consideran los valores obtenidos por Schneider [arriba] en cámaras neumáticas a presiones barométricas bastante próximas a las nuestras así como los valores de los miembros de la Comisión peruana y dos casos tomados de Barcroft [abajo]; i entre ambos los datos obtenidos por los miembros peruanos en Oroya i Huancayo.— Los resultados no pueden estar más en desarmonía con las pretendidas conclusiones de los autores extranjeros sobre la vida del hombre en las grandes alturas.

## CUADRO XII

## Aceleración del pulso en relación con esfuerzos progresivos

3700 - 3200 m. Oroya Huancayo.- Presión barométrica 450 á 520 mm.  
Kilogrametros ( ° ) aproximadamente

Oroya - Andinos					Schneider							
Nombre	Reposo	Trabajo	Después de trabajo doble	Después de trabajo	Diferencia	Nombre	Reposo	Trabajo	Después de trabajo	T. de pulso	Después de trabajo	Diferencia
V.	72		80	120	48	1.	87		124		153	29
S.	80		116	120	40	2.	87		129		163	34
P.	74		92	104	12	3.	99		129		162	32
G.	80		104	116	12	4.	84		113		145	32
B.						5.	84		110		143	33
T.	84		112	128	16	6.	86		117		148	31
R.	84		92	100	8							
R.	72		100	108	8							
M.	72		84	92	8							
Z.	74		100	108	8							
A.	82		112	120	8							
M.	64		100	104	4	Comisión peruana - Oroya						
P.	76		96	100	4	En.	86		124		140	20
O.	60		92	92	4	Es.	100		128		136	8
B.	104		128	132	4	Po.	104		144		180	16
V.	64		72	76	4	Pi.	82		172		142	30
P.	84		96	96	0	Mo.	96		140		134	-6
A.	88		112	112	0	Mo.	82		140		132	-8
J.	80		88	88	0	Ro.	80		120		110	10
P.	76		112	112	0	Vi.	104		132		120	-12
T.	64		92	92	0	Comisión peruana-Huancayo						
M.	80		108	108	0	Co.	96		112		112	0
G.	64		120	116	-4	En.	86		144		152	8
T.	96		120	116	-4	Es.	84		104		112	8
A.	64		104	96	-8	Lo.	104		140		144	4
C.	76		84	76	-8	Mo.	100		120		140	20
T.	84		116	104	-12	Mo.	76		104		108	4
P.	80		100	88	-12	Pi.	86		136		144	8
B.	80		92	80	-12	Ho.	88		108		120	12
P.	80		104	88	-16	Vi.	100		132		148	16
R.	84		116	92	-24							
170 m. Lima - Costeñas												
Cervell	102		102	112	10	Bancroft, 1922.-Cerro - 458mm.						
Lopez	90		115	115	0							
Monge	75		102	112	10	54	escalones					
Mori	76		96	105	9	1.	70		89		19	
Pioon	67		94	112	18							
Rotts	79		105	108	3	2.	70		130		60	
Villag.	91		120	125	5							
Bermudez	72		110	104	-6							

La Fisiología enseña que la aceleración a bajas tensiones barométricas es progresiva y sigue una relación lineal con el pulso para trabajos moderados y entre presiones equivalentes a 4000 o 5000 metros de altitud; lo que quiere decir que conforme aumenta el trabajo aumenta el número de pulsaciones. Así las diferencias de Schneider para dos

pruebas que guarden relación con las nuestras calculadas a la misma presión barométrica son de 29, 34 y 39 respectivamente en trabajos sucesivos.

En el caso de Bancroft la diferencia es mucho más considerable pues llega a alcanzar 60 pulsaciones. Tales los hechos conocidos por los fisiólogos. Los miembros de la Comisión, sea

por el hecho de haber viajado en distintas ocasiones a la Sierra, sea por el de haber permanecido algunos días aclimatándose o por un factor racial hereditario que en mayor o menor porcentaje presentaban, en ningún caso ofrecieron valores comparables a los anotados anteriormente. En cuanto a los andinos por el contrario, no presentaron sino aproximadamente la relación lineal en un 33% de los casos. Tendió a la horizontal, estabilizándose casi en un 27% y cayó a límites inferiores a la frecuencia después del primer trabajo, en un 30% (Véase la gráfica No. 2).—Esto no quiere decir que en estos casos hubiese relación directa entre la capacidad de rendimiento y la aceleración, pues como lo hemos demostrado en la tesis de Cervelli un solo elemento no basta para juzgar la eficiencia cardiovascular. Como quiere que sea, la conclusión que se impone es que, las leyes de los fisiólogos sobre aceleración cardíaca y trabajo en las alturas podrán corresponder a seres en vías de adaptación pero de ninguna manera al hombre peruano que puede disponer de un elemento hereditario ancestral y adquirir cierta capacidad, por razones de viajes anteriores o de influencias cósmicas que no estamos en el caso aún de precisar.

La ley de relación lineal entre el trabajo y la aceleración cardíaca no rige para el hombre de los Andes.

*La ley del corazón andino es quebrada a expensas de reacciones ortobradicárdicas frenadoras de la aceleración.*

Apresurémonos desde ahora a manifestar que en la vida del altiplano se da el caso de indi-

viduos que pierden su capacidad de adaptación en determinadas localidades y en cambio pueden vivir en otras—si las primeras son únicamente localidades “habitadas” con fines industriales [minas] pero en donde no hay realmente condiciones de vida y las segundas—a la misma altura—son localidades “habitables” donde hay vegetación y vida animal. Hay que convenir que existe un factor cósmico que determina estas posibilidades y que contiene seguramente el misterio de la vida en la altitud. Tales son los hechos y aunque no hubiera ninguna explicación habría que admitirlos tal y como son y aceptarlos, en espera de que la Ciencia del porvenir nos dé el secreto del fenómeno.

En suma, los andinos y aún los costeños en las altiplanicies habitables del Perú ofrecen reacciones distintas de las señaladas por los fisiólogos frente al esfuerzo en lo que se refiere al ritmo del pulso y a su aceleración. Unos y otros, ofrecen una *respuesta cardio-vascular que tiende claramente a la bradicardia de esfuerzo después de trabajos moderados y progresivos, en la mayor parte de los casos*

La ley pradicárdica del corazón andino es absolutamente distinta de la ley lineal de esfuerzo y aceleración que corresponde al hombre del nivel del mar,

Tal cosa constituye una de las características más saltante de la Fisiología Andina.

### C.—Localidades habitadas

Hemos dejado expresamente para un capítulo aparte la discriminación de los datos referentes al estudio del hombre de

aquellas localidades «habitadas» en que faltan los ambientes geográfico y cósmico indispensables a la vida y donde ésta se hace para la explotación minera.

Tal ocurre en Morococha a 4,500 metros, en donde nuestro colaborador, Dr. Pesce, llevó a cabo un importantísimo trabajo sobre más de 500 individuos cuyo estudio trazamos dentro de directivas rigurosas en orden al establecimiento de los mecanismos nerviosos que entran en juego para la regulación del equilibrio biológico en las alturas. Unicamente nos ocuparemos del pulso y sus variaciones.

El material de estudio ha consistido en obreros que eran motivo de selección médica para el trabajo; procedían de localidades vecinas a los centros agrícolas—3,500 a 2500 metros de altura—y, en su mayor parte, habían estado anteriormente en Morococha. Inmediatamente después de su llegada se contaba el pulso (condiciones no básicas); luego se procedía al examen médico, pruebas funcionales de esfuerzo etc.; y después de un reposo no menor de 30 minutos, se hacía la determinación del re-

flejo óculo-cardíaco, lo que nos ha permitido obtener una segunda determinación del pulso, esta vez en condiciones de reposo marcado (no básicas). En nuestros protocolos de integración de este enorme material se considera, en detalle las circunstancias específicas de las pruebas y sus variaciones. Para este estudio solo se ha considerado andinos aceptados en la rigurosa selección médica exigida por la empresa minera.

a) — *Aceleraciones ordinarias  
bradicárdicas*

En condiciones de reposo el pulso presenta las mismas características que ya hemos anotado en las regiones habitables, esto es y que se desvía por debajo de la cifra 71-80 pulsaciones que hemos adoptado, siguiendo a la mayor parte de los autores, como frecuencia media del pulso al nivel del mar.

En el cuadro siguiente están consignadas las aceleraciones obtenidas en condiciones no básicas de reposo, así como las frecuencias bradicárdicas, que no guardan paralelo con lo que pasa en la Costa.

CUADRO X111

Sierra- Morococha 4500 m. P.B. 438 mm.

Aceleraciones por minuto	48	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	100-110	111-120
--------------------------	----	-------	-------	-------	-------	--------	---------	---------

Nº de casos (Total 1300)	1	31	100	113	33	18	3	1
--------------------------	---	----	-----	-----	----	----	---	---

Costa - Lima 170 m. P.B. 747mm. 10	55	30	5
------------------------------------	----	----	---

Aceleraciones de tipo bradicárdico

Aceleraciones	48	52	58	58	60
---------------	----	----	----	----	----

Nº de casos (Total 32)	1	5	6	1	19
------------------------	---	---	---	---	----

Este hecho está comprobado con los datos recientísimos de mi colaborador de Oroya, doctor E. Tapia, quien prosigue estos estudios.

Aceleraciones—Serie Tapia—Oroya 3700—Condición: reposo en cama (afecciones quirúrgicas)

Frecuencias .....	50	51-60	61-70	71-80	81-90
Casos.....	5	23	33	23	14
Porcentajes.....	5.1	23.4	33.7	23.4	14.4.

La conclusión es evidente y se aprecia mejor en la gráfica No. 3. En la altura, la aceleración es de tipo *bradicárdico* predominante tal como ha ocurrido en los andinos estudiados anteriormente. La curva de la Costa alcanza su vértice en 71-80 pulsaciones con un porcentaje de 54%. Para los andinos el vértice es solo de 37%

La diferencia se debe a que estos, en el mayor número de casos, tienen aceleraciones de tipo *bradicárdico*—70 a 48. Por el contrario las aceleraciones de tipo *taquicárdico* que en la costa llegan a 35%, en la Sierra apenas alcanzan 18%. El resumen siguiente dá cuentas fácil del fenómeno.

#### ACELERACIONES

Localidades	Tipo bradicárdico	Tipo medio	Tipo taquicárdico
Morococha (4500m.)	48-60 45	61-70 37	71-110 18
Lima (170 m.)	10	55	35

b.—*Pulso taquicárdico estable,*

Pero además debemos llamar la atención sobre las cifras *taquicárdicas* de Morococha, en las que hemos podido sorprender un fenómeno que necesita mayor investigación. Como Pesce hiciera una segunda determinación de la frecuencia del corazón des-

pues de 30 minutos de reposo, hemos comparado ambas aceleraciones. Prescindiendo de los casos de frecuencia fisiológica menor por el reposo tal como ocurre dentro de las leyes conocidas de la Fisiología, consideraremos únicamente los casos de *pulso normal taquicárdico estable.*

## Cuadro XIV

## ACELERACIONES TIPO TAQUICARDICO ESTABLE

Casos N°	354	357	367	383	415	417	462	525	541	542
No básicas	100	100	90	114	100	104	120	92	96	96
Después de 30 m. de reposo	96	96	96	116	92	92	100	100	96	100
Casos	554	612	621	630	937	370	377	396		
No básicas	110	96	114	100	92	100	116	96		
Después de reposo	104	96	110	92	94	112	100	100		

Estas 18 observaciones no constituyen un fenómeno banal sino que debe ser referido a formas de inestabilidad cardiaca que con cierta frecuencia encontramos en las alturas y de las que nos ocuparemos en el Capítulo respectivo. Nada podemos decir todavía ni sobre su frecuencia ni si las grandes alturas habitadas influyen en su provocación, pero si afirmamos que por la naturaleza de sus ocupaciones, por el examen clínico severísimo y las pruebas funcionales de eficiencia, se puede concluir que se encuentran en sujetos perfectamente sanos.

En suma: *aceleraciones de tipo bradicárdico* en las alturas *predominante y formas taquicárdicas estables* sin compromiso de la capacidad de reserva del corazón, acusan nuevas características del corazón del andino. Estudiémoslas mejor, particularmente en lo que se refiere a la aceleración en relación al esfuerzo.

*c—Aceleración y trabajo*

Hemos comparado las acele-

raciones del pulso antes y después de un esfuerzo que es el mismo para todos los individuos y para individuos de la Costa a nivel del mar. El término de la comparación ha sido dada por miembros de la Comisión peruana formada de médicos jóvenes y estudiantes de medicina, algunos ellos deportistas. En cuanto al personal estudiado en Morococha debemos agregar a lo indicado anteriormente que comprende sujetos desde los 18 hasta los 50 años de edad. Por lo tanto los términos son comparables. Denominamos *coeficiente de aceleración* al cociente de la división del número de pulsaciones en un minuto inmediatamente después de la prueba entre el número de pulsaciones antes de ésta. En el cuadro siguiente indicamos en la primera línea horizontal, el número de casos que han dado determinado coeficiente; en la segunda, los coeficientes; en las subsiguientes líneas se dan los porcentajes de la Sierra y de la Costa (2 series).

## Cuadro XV

Coeficientes de aceleración después de igual  
esfuerzo en Morococha y Lima

											Morococha	
Nº de casos	8	31	48	59	41	25	15	6	3	1		
Coeficientes	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8		
Porcentajes	3.5	13	20	25	17	11	6	3	1	0.5		
											Lima	
				60	20	10	10				1a. serie	
	12.4	6.2		37.2	18.6	16.4	9.2				2a. serie	

Se observa claramente que los porcentajes elevados corresponden en Morococha a coeficientes bajos que expresan la estabilidad del pulso mientras que en la Costa predominan los coeficientes altos que acusan una clara respuesta acelerativa. Es posible seguir en la gráfica Nº. 4 este desarrollo con toda claridad; coeficientes bajos a la izquierda dando mayor número de porcentajes. *La enorme frecuencia de coeficientes por debajo de la unidad habla sobre el fenómeno paradójico de la bradicardia primitiva frente al esfuerzo, lo que comprueba las observaciones que hicimos en líneas anteriores sobre este hecho peculiar de la Fisiología Andina.*

*d.) Forma del pulso: reacciones normal, ortocárdica, bradicárdica, taquicárdica y mixtas.*

En cuanto a la forma del pulso después del trabajo, en Morococha, hemos encontrado resultados enteramente insospechados, sorprendiendo una gran riqueza de expresiones fisiológi-

cas distintas de las del hombre del nivel del mar.

El plan de trabajo fué el siguiente. Los sujetos después de su presentación y tras un breve reposo se sometían a examen: a) numeración del pulso; b) ascenso y descenso sucesivo (Prueba Master) de 25 veces dos escalones cada uno, de 9 pulgadas, lo que producía en minuto y medio un trabajo aproximado de 3000 pies—libras; c) inmediatamente después nueva numeración del pulso de  $\frac{1}{4}$  en  $\frac{1}{4}$  de minuto. Se detenía la numeración cuando se obtenía cuentas concordantes. Se sumaba luego los resultados de 4 en 4 para obtener los valores por minuto.

Se sabe que la reacción fisiológica al esfuerzo normalmente se traduce por una aceleración del pulso que retorna en escalones al nivel anterior, después de un tiempo variable para cada individuo y para cada esfuerzo. Master y nosotros sobre la base de 3000 pies—libras de trabajo hemos comprobado que la vuelta a la normal se hace normalmente en 2 minutos en la Costa. Es entendido que la prueba fun-

cional completa exige las determinaciones de las tensiones arteriales cuyos valores retornan igualmente a la normal en el mismo tiempo. Pero como lo que perseguimos es únicamente estudiar la forma del pulso después del esfuerzo y no la eficiencia del corazón, los resultados alcanzados conservan todo su valor, bien entendido por cierto que designamos con el nombre de reacción normal aquella que pasa por una primera fase acelerativa como en la Costa para caer después a la normal y que llamamos reacción supranormal toda reacción en que la respuesta es de tal manera eficiente que demuestra una capacidad extraordinaria del miocardio, sea porque no hay cambio de aceleración o porque se producen fenómenos paradójicos, como veremos en seguida. De los estudios llevados a cabo sobre más de 500 personas (hemos descartado todos aquellos casos patológicos que estudiaremos en su oportunidad) solo consideramos aquellos casos en que la respuesta cardiaca al esfuerzo clínicamente pudo ser juzgada como normal.

Quedan, pues, un total de 238 observaciones, base de este trabajo discriminativo. En fin, para evitar toda causa de error resultado de las numeraciones de pulsaciones, admitimos un error posible de cálculo (7 pulsaciones por minuto), error al que no se ha llegado en este tipo de experimentación, precisamente por la circunstancia de contarse el pulso ininterrumpidamente

durante varios minutos pero, con todo, lo estimamos tal a fin de que nuestros resultados sean incommovibles.

Ahora bien, únicamente en el 52% de los casos hemos obtenido como respuesta cardio vascular una reacción normal, esto es: fase de aceleración seguida por otra de disminución progresiva hasta llegar a la normal.

*CASO 408.— Reacción normal-72-104-77-76. Gráfica No. 5*

Nótese desde ahora que aún esta reacción no tiene el carácter franco que hemos señalado en líneas anteriores al hablar del pulso en las localidades habitables pues se observa cierta inestabilidad en la horizontalidad de la curva que vamos a encontrar después en otros tipos de reacción. Las oscilaciones de la frecuencia cardiaca después del esfuerzo nos permite establecer los siguientes tipos de reacción cardio-vascular, alguno de los cuales el bradicárdico-fué señalado en la Tesis de Cervelli por primera vez y del que hemos hablado anteriormente.

Existen casos en que la aceleración permanece invariable no obstante el esfuerzo, reacción de corazones supranormales, que solo presentan ocasionalmente en el llano los atletas en forma (boxeadores, maratonianos, etc). A este tipo de reacción la hemos denominado ortocárdica y en ella puede verse dos sub-tipos: la ortocárdica estable [Caso 418] i la inestable [Caso 636]. Citaremos los ejemplos siguientes:



## Cuadro XVI

## Reacción ortocárdica—Gráfica N. 6

Estable. —Caso 418.—80-80-79-80

Estable. — id 440.—70-70-72-74-70

Inestable.— id 636.—98-102-96-106-106-100-105-94-94

En otros casos la aceleración disminuye, contrariándose todas las leyes de la Fisiología; el corazón se hace más lento después del esfuerzo y la bradicardia se profundiza en los minutos subsiguientes para subir después a la normal de origen. Este tipo nunca ha sido señalado i debe referirse, como veremos después, a un corazón o bien supranormal o bien a la acción del vago que determina un enorme gasto cardiaco en bradicardia. En el Capítulo sobre Sistema Nervioso del Andino encontraremos la explicación de este fenómeno paradógico de significación verdaderamente sensacional que nos dá derecho a hablar de Fisiología Andina,

*Reacción bradicárdica.*— Gráfica No. 7.

Caso 347.— 60-52-51-50-58-54

Caso 429.— 90-76-78-82-84.

Como subtipo de esta reacción mencionaremos los casos en que la frecuencia del pulso responde en un primer momento para caer después por debajo a la cifra de origen, y determinar una fuerte bradicardia que más tarde sube a la normal de origen por escalones.

*Reacción normo bradicárdica*

Caso 529.—60-71-48-48-42-48  
48-60. Gráfica No. 8.

Caso .—80-91-72-60-70-71  
71-78, Gráfica No. 1.

En otras ocasiones la aceleración no cambia en el primer minuto i luego el pulso cae por debajo del nivel de origen en franca bradicardia que sube después a la normal. Esta reacción, como en ciertos casos anteriores, puede estar acompañada de inestabilidad del pulso.

*Reacción ortobradicárdica* Gráfica No. 9.

Caso 452.—73-72-61-61-67-72  
62-77-77-78.

Caso 361.—90-94-77-75-84.

En fin hay lugar aún para considerar distintas formas de reacciones taquicárdicas que no corresponden, como pudiera creerse en todos los casos, a pruebas de funcionalidad insuficiente sino a reacciones peculiares de los andinos.

En un primer tipo el sujeto reacciona normalmente para hacer luego una taquicardia desconcertante pues parece no responder a ningún objetivo, por lo menos dentro de los hechos conocidos de la Fisiología oficial i en verdad para lo cual no podríamos dar una debida interpretación, como en los casos anteriores, a no ser que la juzgáramos en relación con la inestabilidad

cardiaca de que hablaremos inmediatamente después. (Gráficas 10 y 11)

Otras veces la aceleración es bastante marcada en el primer minuto i en los siguientes continúa ascendiendo por escalones de muy próximo nivel para llegar a cifras elevadas varios minutos después de terminado el esfuerzo.

*Reacción taquicárdica por escalones*

Caso 566.—72-77-81-88-91-91-91-91. Gráfica N° 12.

En algunos casos la taquicardia es brusca i extremada i permanece estable por un espacio de tiempo que nada tiene que hacer con la resistencia del sujeto quien se muestra perfectamente tranquilo y extraño a su taquicardia.

*Reacción taquicárdica estable*

Caso—67-112-107-106-98-101 Gráfica No. 13.

En suma, el ritmo del corazón del andino en las grandes alturas frente el esfuerzo se establece conforme a las expresiones siguientes:

CUADRO C

		Casos
REACCION NORMAL R.N.	R.N.	102
	R.N. inestable	7
	R.N. bradicardica R.N.B.	17
	R.N.B. inestable	1
	R.N. taquicárdica R.N.T.	15
	R.N.T. inestable	4
	R.N.T. estable	
REACCION ORTOCARDICA R.O.	R.O. Supranormal R.O.S.	29
	R.O.S. inestable	2
	R.O. bradicardica R.O.B.	14
	R.O.B. inestable	1
	R.O. taquicardia R.O.T.	2
	R.O.T. estable	1
REACCION BRADICARDICA R.B.	R.B. supranormal R.B.S.	25
	R.B. inestable	1
REACCION TAQUICARDICA R.T.	R.T.	7
	R.T. estable	4

Porcentajes de los tipos principales de reacción.

Reacción normal	Reacción ortocárdica	Reacción bradicárdica	Reacción normotaquicárdica	Reacción normobradicárdica
52.4%	(19.3%)	10.8%	10%	7.5%

46.7%

Lo que significa que casi en el 50% los andinos responden fuera de las leyes conocidas de la Fisiología del llano.

La interpretación de estos hechos insólitos debe ajustarse -hay que suponerlo- a distintos o perfeccionados o adquiridos mecanismos biológicos y circulatorios del Hombre de los Andes.

Desde luego hay *dos tendencias definidas en el corazón del andino; una predominante, la frecuencia de sentido bradicárdico - 37% de los casos - i la otra de sentido taquicárdico - 10% -* que no por ser menor es menos interesante ya que se liga no a la insuficiencia del corazón sino a ciertas características que profundizaremos inmediatamente después.

En lo que respecta a la primera, sólo se concibe que el corazón deje de acelerarse con el esfuerzo si puede recurrir a otros procesos compensadores que lleven la misma cantidad de sangre para las exigencias del trabajo muscular que es siempre el mismo. Para tal caso no se dispone sino de un único expediente: aumentar el minuto volumen, el gasto del corazón, lo que desgraciadamente no nos ha sido posible determinar directamente pero que -en el Capítulo respectivo- con un enorme caudal de pruebas indirectas demostraremos ampliamente. Por lo demás no hay esfuerzo mental, ni suposición discutible alguna en admitir que si el corazón realiza en 40 latidos en Morococha lo que en la Costa se hace en 120, es indispensable que el minuto volumen esté aumentado en un 66%. Que en

ello hay ventaja para el Andino se deduce de la frecuencia de estas reacciones orto y bradicárdicas en la altura.

En cuanto a las reacciones taquicárdicas ya hemos dicho anteriormente que un 10% de los sujetos examinados las presentan con independencia de su capacidad de reserva que se mantiene íntegra. En ellas observamos algunos hechos de interés: con frecuencia en tales sujetos el esfuerzo no acentúa la taquicardia lo que significa que el volumen pulsatorio se incrementa; otras veces la reacción taquicárdica se prolonga 20 y 30 minutos, queda estable, y lleva el corazón a un nuevo ritmo; en otras ocasiones la inestabilidad del pulso se acusa a todo lo largo del proceso reaccional. Si esto se debe poner a cargo de la inestabilidad del corazón andino que hemos entrevisto ya, es cosa que no podríamos aún concluir categóricamente.

#### e.) - *Pulso inestable. Dysrritmias*

Aparte de las anotaciones anteriores sobre *inestabilidad* del corazón que hemos visto aparecer en las reacciones de todo tipo i que puede apreciarse en las Gráficas N° 9 (452), 5, 6 (636) exponemos a continuación algunas observaciones sobre la forma del pulso en las alturas. Al lado de las formas de *taquicardia estable sin o después del esfuerzo* en que cambia el ritmo, consideraremos en el cuadro inmediato una serie de observaciones que comprenden a individuos cuyas pulsaciones han sido numeradas antes i después de un reposo no menor de 30 minutos.

Aceleración después del reposo

Caseo	376	377	381	382	415	428	443	445	446	449	455	473	490
	100	116	68	72	64	76	76	64	64	72	68	72	72
	112	100	80	84	76	84	84	72	72	80	84	86	84
Caso	507	518	528	548	550	582	600	604	615	620	640		
	80	76	72	66	68	64	64	60	60	70	72		
	86	84	80	76	78	76	72	72	68	76	80		

La conclusión salta a la vista *la aceleración es mayor después del reposo* en un 10% de los casos observados lo que parecería estar en contra de la lógica si nos empeñáramos en continuar aplicando a los andinos la Fisiología del nivel del mar. Es verdad que este fenómeno no lo hemos encontrado en las localidades habitables, tal vez por falta de la debida observación, (1) pero en cambio se concilia con las taquicardias inusitadas (Gráfica N°. 11, 13, las frecuencias bradicárdicas) (Graf. N°. 1,7,8,9), y las oscilaciones inestables del pulso (Graf. N°. 5,6,9); todo lo cual debe formar parte de la inestabilidad de ciertos corazones en la altura. Tales cosas apenas

(1) — La revisión posterior de nuestros protocolos de 1930 (Huancayo) nos permite asegurar que también observamos este fenómeno sin darle interpretación.

son observables a nivel del mar en ciertos estados morbosos o constitucionales; Basedow, síndrome de esfuerzo. Vasoneurosis con o sin Hipertonía, etc., que están muy lejos de sufrir los robustos andinos que laboran en el antiplano a 5000 m. de altura. Debe, pues, buscársele una explicación distinta en una distinta Fisiología Andina.

Acentúa mejor este conocimiento de inestabilidad del corazón el estudio del ritmo pulsátil cuando se cuenta las pulsaciones cada 15 segundos y se observa en ciertos casos los cambios clarísimos del ritmo de un momento a otro; hemos visto corazones que laten apenas 36 veces al minuto de esfuerzo (Gráfica N°. 15). Las observaciones siguientes hacen ver bien la inestabilidad que se repite en numerosísimos casos que no vale la pena exponer en su totalidad, ya que el hecho queda constatado.

Pulsaciones de 1/4 en 1/4 de minuto.

Pulsaciones de 1/4 en 1/4 de minuto

Caso 429-23-24-24-18-20-18-19-20-19-19-21-19-20-20-21-21-22-23-23 — Gra. 15  
 Caso 447-16-12-12-9-9-10-10-10-10-11-13-12-12-14-14-14-14-14 " "

Agreguemos aún dos tipos de arritmia observable en las alturas: uno muy frecuente, mientras más marcada es la bradicardia la *arritmia sinusal* y el otro, la *arritmia extrasistólica*, sin que

tampoco guarden relación con la fatigabilidad del miocardio, por lo menos en lo que respecta a la cantidad de trabajo que pueden rendir los sujetos examinados por nosotros.

Caso 200.—Huancayo 3200 m.

(A. L. Campeón de 10,000 metros).

Pulso	Trabajo	Pulso
64		104 76 64
64	Trabajo doble	96 86 64

A partir del último momento arritmia extrasistólica que pasa un cierto tiempo después.

Análoga constatación ha sido encontrada en algunos casos en Morococha.

En fin, advertimos que en pruebas funcionales deficientes hemos visto presentarse los fenómenos de inestabilidad del pulso acompañados de inestabilidad tensional y arritmia extrasistólica sobre la que no nos extendemos por ocuparnos de ella en la Insuficiencia cardiaca de las alturas, de que hablaremos en el Capítulo respectivo.

(Con todo hay que notar que aún en sujetos de recia contextura como es el caso del corredor de 1000, metros puede aparecer un tipo de arritmia cuya explicación no podríamos dar categóricamente por lo inusitado del hecho).

Fuchs (1912) demostró en el Instituto Mosso la existencia de periodos de fatiga para la contracción cardiaca que se expresaban en cambios de frecuencia y de capacidad contráctil, *el pulso de fatiga* que también ha sido señalado recientemente por Loewy (1931). Ocurre esto en las ascensiones a pié y, después de cierto número de días, con la adaptación, el fenómeno desaparece. Lo atribuye a la fatigabilidad del miocardio en el que ocurriría algo análogo a lo que pasa en el músculo estriado cuya fatigabilidad en la altura fué demostrada por Mosso. Es evidente que tal explicación no ca-

be para los andinos por que precisamente no se puede hablar de fatigabilidad, ya que hemos visto como estos mismo sujetos dan resultados supranormales en las pruebas funcionales, lo que se comprobará mejor al ocuparnos del rendimiento del corazón, en el Capítulo respectivo, por la medida de la respuesta cardiovascular (Cervelli).

La bradicardia, expresión de supra-normalidad del corazón andino, debemos referirla a los estudios hechos para la valoración fisiológica de los atletas a nivel del mar. Busquemos una explicación que, en el estado actual de nuestros conocimientos científicos, responda a la verdad de los hechos.

Desde luego es un hecho perfectamente establecido que el entrenamiento desarrolla la capacidad de reserva del corazón que se exterioriza durante el esfuerzo muscular haciendo que el pulso vuelva al punto de partida en un tiempo mucho menos considerable. Todo lo cual está perfectamente definido en el estudio científico del atletismo. Michell ha hecho ver que en los estudiantes que se dedican al deporte el ritmo cardiaco medio disminuye de año en año [1er. año, 72 pulsaciones; 2º., 68; 3º., 58.3]. Buchman cita el caso de un remero de Oxford con una bradicardia de 45. En otro capítulo insistiremos sobre la necesidad de una prueba global de eficiencia cardiaca para juzgar de la capacidad de rendimiento cardiovascular. Por ahora sin embargo consideramos solo el punto restringido de la aceleración.

Mercklen llega a las mismas conclusiones. En estudios alema-

nes sobre el deporte encontramos que Kolbs señaló un caso de 42; posteriormente Kulbs y Brustman series de 42-54; Herzheimer (1921) - comunicación oral de Brustman - el de un deportista con 38 pulsaciones por minuto y uno de 28 (?). Para este autor no se trata de un hecho análogo al de la bradicardia del puerperio pues no respondían con aceleración a la atropina. Se trata de una propiedad intrínseca del músculo cardíaco. La hipertrofia que acompaña a la

bradicardia de los atletas no debe tomarse en su sentido fisiopatológico sino en el de un desarrollo de la fibra cardíaca a efecto de aumentar su capacidad contráctil, puesto que está ligada intimamente al aumento del gasto del corazón (minuto-volumen.)

Branwel estudiando los campeones de las Olimpiadas de Amsterdam (1928) señala las series siguientes para atletas de distintos tipos.

		Media
Corta distancia	58- 76	66
Distancia media	49- 76	63
Larga distancia	56- 64	61
Marathon	50- 67	58

Inas, Kral y Stritesky [cita de Herlitzka] han hecho, ver en un estudio comparado de campeones vencedores de atletismo internacional, de sujetos óptimos de la organización atlética de Checo. Eslovaquia y de sujetos no admitidos a concurso pero sin embargo educados deportivamente, que en los dos primeros grupos había una bradicardia manifiesta. Herlitzka concluye en la superioridad del corazón de estos a causa de una autónoma virtud de menor frecuencia y no por excitación del vago, de acuerdo con su falta de reacción a la atropina. Henderson, Haggard y Dolly admiten (1927) que la bradicardia se acompaña de un aumento de gasto del corazón; el cual, según sus experiencias, no es solamente mayor que la del resto de los individuos durante el ejercicio sino aún en reposo. El corazón del atleta es un corazón supranormal, según Herlitzka (1931).

Si de estos hechos nos remon-

tamos a la interpretación de lo que ocurre en las grandes alturas habitadas del Perú, debemos plantear esta cuestión desde el punto de vista de los recién llegados y del de los andinos.

No sabemos que jamás se haya hecho investigaciones sobre este particular. Desde luego en unos y otros hemos comprobado la tendencia bradicárdica, inusitada en los últimos. En los inadaptados no cabe una explicación cardíaca de orden intrínseco y menos cabe aún para la bradicardia de los eritrémicos.

En tal caso hay que ocurrir a una interpretación de orden vegetativo, a la intervención del sistema nervioso frenador del corazón; esto es del vago. Efectivamente, como veremos en el capítulo pertinente, el vago tiene una acción predominante en las grandes alturas que se expresa en manifestaciones respiratorias digestivas, cardíacas; etc. El pulso paradójico solo puede explicarse por una anómala exitabi-

lidad del vago dependiente de la anoxemia, del cambio de los electrolitos, de la desviación del Ph hacia la alcalinidad, etc.

En lo que respecta a lo que ocurre con los andinos la interpretación debe ser enteramente diferente. Los estudios de Pesce y Monge en Morococha demuestran sobre más de 400 observaciones, de un lado, una reacción vagal notable (reflejo óculo cardiaco) y de otro lado, una inevitabilidad a la atropina desconcertante. Se ha dado el caso de inyectar hasta 3.5 miligramos de atropina sin que el sujeto experimente reacción aceleradora; luego, pues, debe admitirse que ocurre con ellos lo que pasa con los deportistas: que 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 cardiaca del andino es supranormal.

Es de admitir que la reacción nerviosa para -simpática de los recién llegados favorezca el entrenamiento del corazón. Desde luego recordamos que la tendencia bradicárdica adaptativa, la bradicardia paradógica de los adaptados necesariamente están en función de la actividad vagal. A la larga el sistema autónomo del corazón ha de aceptar la impregnación continuada de este influjo nervioso, necesariamente defensivo, y compensador, que se expresa en todos los actos de la vida en la altitud como veremos sucesivamente en

el curso de este trabajo [Hipo-glucemia, etc.] De allí que es admisible por correlaciones biológicas explicar la existencia de un eslabón entre el sistema nervioso y el sistema autónomo del corazón.

Recordemos que Demoor y Haberlandt ha aislado sustancias específicas musculares del corazón; que Zwardemarker, bajo la influencia de rayos radioactivos, ha encontrado una sustancia que llama *automatina*; que la auto y homotrasplatación del nódulo auricular, de Rijlant, renueva el ritmo interrumpido del corazón, debemos concluir con Lipschutz que la regulación del ritmo cardiaco entra en el marco de los fenómenos humorales u hormonales. Pero, de otro lado, O. Leewy ha demostrado la trasmisión humoral de los impulsos vagales y simpáticos por la actividad sobre otro corazón del líquido de perfusión que ha pasado por un corazón cuyo sistema vagal está exitado. Estas sustancias son de origen vagal y no muscular porque la atropina que paraliza la acción frenadora no impide su aparición. [Si el líquido de perfusión del corazón inactivo atropinado se hace pasar a través de otro corazón aparece entonces inmediatamente su efecto estimulante]. Luego, pues, contra lo que se creía la atropina no inhibe la acción del vago sino de «algo que está fuera de él, entre el punto terminal nervioso y la fibra muscular específica» Lipschutz-1930].

Si esto es así y la fisiología del corazón debe ser renovada, se explica que en la altura a través de ese mecanismo hormonal cardiaco en estado incesante de actividad se desarrollen mecanismos

que puedan explicarnos en una primera etapa adaptativa la intervención de un elemento vagal preponderante y más tarde la adquisición de un proceso celular específico que diferencia suficientemente el corazón para la vida en condiciones de hipoxemia semejantes a las que el deporte crea eventualmente y durante el entrenamiento de los atletas. Tal vez allí está el secreto de esas reacciones paradójicas por excitación nerviosa o farmacológica que hemos encontrado en el hombre de los Andes y sobre las cuales volveremos en su momento oportuno.

Si pasamos ahora a lo patológico hemos de volver a encontrar en el ritmo cardiaco esta acción frenadora que puede acompañar a los sujetos que van a las alturas hasta los últimos momentos de su vida. Las experiencias de Schneider sobre la capacidad de soportar la anoxemia en cámaras neumáticas (Test para aviadores en Estados Unidos de N. A.) permite llegar a las conclusiones siguientes: Alteración progresiva del ritmo seno-auricular en un sistema descendente, decrecimiento de la conductibilidad en la región internodal, ritmo invertido, ritmo ventricular con su lentitud y regularidad características; rápida desaparición de estos fenómenos en unos pocos segundos si se administra oxígeno. Es evidente que esta tendencia al bloqueo del corazón incompleto y aún completo las vemos en las descripciones de las ascensiones a las grandes alturas y explican la muerte súbita por síncope, así como la lentitud enorme del pulso sucediendo a taquicardias extremadas que se registran en

la historia necrológica del alpinismo.

Una vez más nos encontramos con esa manifestación preponderante del sistema nervioso que llega a la disociación completa aurículo ventricular y que cesa dramáticamente con unas cuantas inhalaciones de oxígeno, como si en última instancia nos recordase lo que está bastante olvidado - que la vida es un fenómeno sencillo de combustión de oxígeno y eliminación de ácido carbónico.

En Fisiología se ha dado y se dará más importancia a los procesos intermediarios que a los finales y por eso todavía no se ha escrito la patología de las hipoxemias (Eritremias) y de las carboacidemias (Enfisemas) que nosotros hemos establecido desde hace ya algunos años.

En fin, las formas taquicárdicas supranormales reconocen un mecanismo más completo que solo podrá juzgarse cuando nos ocupemos de los factores que integran la circulación y la vida del Hombre de los Andes: factores intrínsecos entre los que apuntaremos síntomas vagotónicos y simpaticotónicos, evidentes en pruebas funcionales clínicas y farmacológicas enteramente contradictorias, reflejos vegetativos antagónicos frente al mismo estímulo, en contradicción constante con lo que ocurre a nivel del mar (Véase Sistema Nervioso vegetativo) etc., factores extrínsecos climáticos como la ionización del aire actuando sobre el sistema vegetativo como excitante electrolítico, (electrificación negativa de la atmósfera favorable a los simpaticotónicos, positiva a los vagotónicos), la radiación, la temperatura, la

humedad etc., (Véase Meteoropatología <8>).

En última instancia, como anteriormente hemos manifestado, todos estos mecanismos conducen a una finalidad sencilla que hay que tener siempre presente: la fijación de oxígeno y la eliminación de ácido carbonico

CARLOS MONGE M.

### BIBLIOGRAFIA

1).—Garcilazo de la Vega.—Primera parte de los Comentarios Reales 1609.

2).—P. Ainsworth Means. Ancient Civilization of de Andes. Scriber and Sons - New York-1931 p. 343.

3).—Julio Tello.—Comunicación personal.

4).—Monge Carlos.—Las Eritemias d' Altitude.— Masson et Cie. Editeurs.—Paris 1929.

5).—Roger G. H.—Prefacio del libro anterior.

6).—Bancroft J.—The Respiratory Function of the Blood.—Cambridge.—Pres 1925.

7).—Monge Carlos.—La Enfermedad de los Andes.—Anales Facultad de Medicina 1918.

La Malattia delle Ande.—Comunicaciones a la Academia de Medicina de Roma y Turin. II Policlinico 1929, etc. etc.

8).—Monge Carlos.—Traité de Climatologie et Biologie Médicale. Masson y Cia. Editeurs - París (por aparecer próximamente).

\*\*

\*\* La Bibliografía completa aparecerá en la última de nuestras comunicaciones.

FACULTAD DE MEDICINA	
BIBLIOTECA	
No. de ingreso	14264...
No. de la clasificación	.....