

## Prueba de la velocidad sanguínea al esfuerzo

POR LOS DOCTORES

P. COSSIO, I. BERCONSKY y E. B. DEL CASTILLO

---

En todos los tiempos ha sido motivo de constante preocupación, contar con una prueba o medio que permita apreciar la capacidad funcional del corazón, especialmente aquella parte denominada reserva cardíaca, por ser su limitación la primera manifestación de disminución de la capacidad funcional del órgano central de la circulación.

Denomínase reserva cardíaca, la propiedad que tiene el corazón de aumentar su rendimiento paralelamente a las necesidades orgánicas. El aumento del rendimiento cardíaco paralelamente a las necesidades orgánicas, se debe a la participación de dos factores, aumento de la frecuencia cardíaca y aumento de la cantidad de sangre lanzada durante cada sístole, es decir, el volumen sistólico.

La proporción en que interviene cada uno de estos dos factores en el aumento del rendimiento cardíaco, varía mucho de una a otra persona, dependiendo de la irritabilidad del sistema nervioso, de la potencialidad del miocardio y del género de vida. En término generales puede decirse, que en cuanto más excitable es el sistema nervioso, menos es la potencialidad miocárdica y más sedentario es el género de vida, prepondera el aumento de la frecuencia cardíaca, mientras que cuanto menos excitable es el sistema nervioso, mayor la potencialidad miocárdica y menos sedentario el género de vida, prepondera el aumento del volumen sistólico.

El aumento del rendimiento cardíaco paralelo a las necesidades orgánicas, o sea, la reserva cardíaca, tiene por finalidad llenar las necesidades orgánicas. Cuando éstas son de cierta magnitud, no son

llenadas a medida que se producen, es decir, de inmediato, si no que queda una cierta deuda, cierta deuda que es solventada en pocos minutos después.

Esta finalidad de la reserva cardíaca significa, que la disminución de la reserva cardíaca, sea por una enfermedad del corazón, sea por falta de entrenamiento, sea por una causa general como ser curso y convalecencia de enfermedades infecciosas, implica que las necesidades orgánicas son llenadas deficientemente en el momento que se producen, por ejemplo, durante un esfuerzo muscular, y la deuda restante es mayor que lo habitual, siendo necesario un mayor tiempo para ser solventada una vez terminada la causa originante, en este caso esfuerzo muscular.

Estos dos hechos, deficiente rendimiento cardíaco y mayor deuda ante un acrecentamiento de las necesidades orgánicas, son los fundamentos en los cuales se han basado y se basan todas las pruebas ideadas para valorar la reserva cardíaca.

En un primer momento, por falta de un medio capaz de apreciar directamente el aumento del rendimiento cardíaco por el esfuerzo, se trató de valorar la reserva cardíaca aunque más no sea indirectamente, como son las pruebas de la taquicardia provocada (Staehlin), las variaciones de la presión arterial que pueden sobrevenir por el esfuerzo, el aumento de la presión venosa por el esfuerzo (Villaret) o por el mantenimiento de una actitud (Alvarez y Velasco, Levin), y la aparición de ciertos síntomas, como ser disnea después de un esfuerzo muscular bien tolerado por las personas sanas (Mackenzie).

A pesar de la gran enseñanza que ha proporcionado la pasada guerra respecto a todas estas pruebas, en donde por fuerza mayor se aplicaron profusamente (Vázquez, Laubry, Lian, Clerc), las informaciones que suministran son tan limitadas, que cada día son menos tenidas en consideración como medio de apreciar la reserva cardíaca.

La posibilidad de poder determinar en el ser humano el volumen minuto circulatorio, con bastante exactitud, ha creado la oportunidad de poder valorar directamente la reserva cardíaca. Varios

autores han realizado esta valoración (Berconsky, Grollman), determinando el volumen minuto antes como después de un esfuerzo, y los resultados obtenidos han sido bastante concordantes, pero las dificultades técnicas que el método en sí implica, hace imposible su aplicación en la práctica diaria.

Frente a esta doble circunstancia, por una parte métodos simples, pero de informaciones de un valor relativo, y de otra parte método de informaciones exactas, pero de técnicas extremadamente complejas, hemos pensado que la magnitud de la reducción del tiempo de circulación de la sangre por el esfuerzo, sería un índice fidedigno para apreciar la reserva cardíaca, dado que la velocidad de circulación de la sangre depende fundamentalmente del rendimiento cardíaco, y sus variaciones están estrechamente vinculadas a la capacidad funcional del corazón, como previamente ha sido comprobado por diversos autores (Weiss, Robb y Blumgart, Lian y Barras, Cossio, Castillo y Berconsky, Jacquet).

Después de haber realizado en un buen número de sujetos una serie de determinaciones del tiempo de circulación de la sangre antes y después de un esfuerzo, a fin de verificar su reducción como la magnitud de la misma, hemos obtenido ciertos resultados, que por conceptuarlos de interés, creemos merecen ser considerados, previa relación del método empleado, como del material utilizado.

#### METODO. - MATERIAL

El método empleado ha sido el siguiente: determinaciones del tiempo de circulación de la sangre y frecuencia cardíaca, primero, estando el sujeto en reposo y luego nueva determinación inmediatamente después de haber realizado treinta flexiones en un minuto de tiempo. Ambas determinaciones eran efectuadas, estando el sujeto en decúbito horizontal.

Las flexiones eran realizadas en posición vertical, flexiones de piernas con elevación simultánea de brazos. Con reloj en mano, se controlaba la velocidad, para obtener treinta flexiones por minuto. El tiempo de circulación de la sangre era establecido por la introducción intravenosa de 5 c. c. de una solución al 20 por ciento de decolina. Para hacer la inyección lo más rápidamente posible, entre dos y tres segundos, se utilizaba una aguja de un milímetro de calibre, y cronómetro en mano, se establecía el tiempo transcurrido entre la inyección y la aparición de la característica sensación gustativa de amargar originada por la

decolina, la cual era revelada por el sujeto con la palabra "ya", según previamente había sido convenido.

La determinación de la velocidad sanguínea como de la frecuencia cardíaca después del esfuerzo, luego de colocar al sujeto en decúbito horizontal y dentro del minuto, determinadas las flexiones. Toda prueba que no llenara este requisito, era desestimada y repetida al día siguiente.

Fueron sometidos a la prueba 82 sujetos, distribuidos en la siguiente forma: 10 completamente sanos, 7 afectados con diversas enfermedades graves (cáncer estómago, leucemia, etc.), pero no cardíacos, 6 hipertiroideos con metabolismo basal aumentado y 59 con alteraciones estructurales del corazón y grados diversos de eficiencia cardíaca, (capacidad funcional 1, es decir, sin signos ni síntomas de insuficiencia cardíaca; 16 sujetos; capacidad funcional 2, es decir, con signos o síntomas de insuficiencia cardíaca sólo al esfuerzo 39 sujetos; capacidad funcional 3, es decir, con signos o síntomas de insuficiencia cardíaca aun en reposo 4 sujetos). (Cuadro I).

CUADRO I. — CONDICIONES Y NUMERO DE SUJETOS ESTUDIADOS

<i>Sujetos sanos</i> 10	}	Vida sedentaria	3
		„ activa	3
		„ atlética	4
Sujetos con enfermedades diversas no cardíacos		7	
„ „ hipertiroidismo		6	
<i>Sujetos con enfermedades del corazón</i> 59	}	Capacidad funcional 1.	16
		„ „ 2.	39
		„ „ 3.	4

RESULTADOS OBTENIDOS

En el grupo de las diez personas sanas utilizadas como testigos, el resultado de la prueba ha estado estrechamente vinculado con el género ed vida (ver cuadro 2).

En las tres personas sanas a vida sedentaria (obs. 1, 2 y 3, el tiempo de circulación antes del esfuerzo ha sido de 9 segundos, y después del esfuerzo sólo se ha reducido 1.5 segundos en una, 1 segundo en otra, y nada en la otra. Establecida la proporción de la reducción del tiempo de circulación por el esfuerzo en estas tres observaciones, se tiene un 17 % para una, un 12 % para otra y 0 % para la otra.

CUADRO II. — FRECUENCIA DEL PULSO Y TIEMPO DE CIRCULACION DE LA SANGRE, ANTES Y DESPUES DEL EJERCICIO, EN DIEZ SUJETOS SANOS.

Observaciones	Antes del Ejercicio		Después del Ejercicio		Taquicardia (por 100) Por el Ejercicio	Reducción (por 100) del tiempo de circulación	Genero de vida
	Pulso por minuto	T i e m p o de circulación en segundos	Pulso por minuto	T i e m p o de circulación en segundos			
1 . . . . .	92	9	136	7½	47	16.6	Sedentaria Id. Id.
2 . . . . .	90	9	130	8	44	11.1	
3 . . . . .	76	9	140	9	84	0	
4 . . . . .	87	17	102	12	18	29.4	Activa Id. Id.
5 . . . . .	80	13½	128	10	60	25.9	
6 . . . . .	86	13½	128	10	44	25.9	
7 . . . . .	75	13	120	7	60	46.1	Atlética Id. Id. Id.
8 . . . . .	80	13½	102	10	27	29.9	
9 . . . . .	88	13	150	9	70	30.7	
10 . . . . .	58	17	124	11	110	35.2	

CUADRO III. — FRECUENCIA DE PULSO Y TIEMPO DE CIRCULACION DE LA SANGRE, ANTES Y DESPUES DE LOS EJERCICIOS EN 7 ENFERMOS NO CARDIACOS.

Observaciones	Antes del Ejercicio		Después del Ejercicio		Taquicardia (por 100) Por el Ejercicio	Reducción (por 100) del tiempo de circulación	Condiciones
	Pulso por minuto	T i e m p o de circulación en segundos	Pulso por minuto	T i e m p o de circulación en segundos			
1 . . . . .	90	13	138	10	53	23	Tuberculosis pulmonar Id.
2 . . . . .	106	10	136	9	27	10	
3 . . . . .	102	10	140	8½	37	15	Cáncer de estómago Id. Id.
4 . . . . .	87	10	140	9½	62	5	
5 . . . . .	60	16	75	14	25	12.1	
6 . . . . .	86	11	104	10½	20	5	Leucemia Cirrosis
7 . . . . .	80	10½	140	9	75	14.2	



En las tres personas sanas de vida activa (obs. 4, 5 y 6) y en las cuatro personas sanas de vida atlética (obs. 7, 8, 9 y 10), el tiempo de circulación antes del esfuerzo ha sido alrededor de 13 segundos, salvo en dos que ha sido alrededor de 17 segundos (obs. 4 y 10). La reducción del tiempo de circulación por el esfuerzo ha sido de 3.5 segundos como mínimo y de 6 segundos como máximo. Establecida la proporción de la reducción del tiempo de circulación por el esfuerzo, resulta que en este grupo de personas sanas, la reducción mínimo ha sido del 25.9 %, la reducción máxima del 46.1 % y el término medio de todo el grupo 31.8 %.

La reducción del tiempo de circulación no ha guardado relación alguna con el aumento de la frecuencia del pulso, así se ha observado gran reducción del tiempo de circulación con poca aceleración (obs. 4), y poca o nula reducción con gran aceleración (obs. 3). En general se ha podido establecer, que el primer tipo de reacción existía en las personas a vida atlética o activa, salvo excepciones (obs. 9), y que el segundo tipo ha sido casi la regla en las personas a vida sedentaria.

A juzgar por la magnitud de la reducción del tiempo de circulación después del esfuerzo, y admitiendo que éste depende fundamentalmente de la capacidad funcional del corazón, la reserva cardíaca en las personas sanas, está estrechamente vinculada con el género de vida, siendo mayor en las personas a vida atlética o activa que en las personas a vida sedentaria.

A juzgar por el tiempo de circulación en unas y otras personas después del esfuerzo, la menor reserva cardíaca de las personas a vida sedentaria, no responde a la incapacidad de su corazón para desarrollar tanta actividad después del esfuerzo como el corazón de las personas a vida atlética o activa, sino al estado de hiperactividad circulatoria que ya tienen las personas a vida sedentaria antes del esfuerzo. Este estado de hiperactividad circulatoria determina, que realizado el esfuerzo, el corazón aumenta de actividad, mismo tanto como el corazón de las personas a vida atlética o activa, pero como ya antes del esfuerzo, estaba en hiperactividad, la diferencia entre antes y después del esfuerzo resulta pequeña.

En el grupo de las siete personas afectadas con enfermedades

VELOCIDAD CIRCULATORIA AL ESFUERZO

graves pero no cardíacas, el esfuerzo ha reducido el tiempo de circulación entre 0.5 y 2 segundos, salvo en una (ob. 1), en la cual la reducción fué de 3 segundos (cuadro III). Establecida la proporción, la reducción ha sido sólo entre el 5 % y el 15 %, salvo en una (ob. 1), en donde fué del 23 %. La aceleración cardíaca por el esfuerzo ha oscilado desde el 20 % hasta el 75 %, y tampoco ha guardado mayor relación con la reducción del tiempo de circulación.

Si se compara la magnitud de la reducción del tiempo de circulación de este grupo de personas, con el obtenido en las personas sanas a vida activa, se tiene que la reducción ha sido francamente menor, salvo en una observación (ob. 1).

CUADRO IV. — FRECUENCIA DE PULSO Y TIEMPO DE CIRCULACION DE LA SANGRE, ANTES Y DESPUES DEL EJERCICIO, EN SEIS ENFERMOS DE HIPERTIROIDISMO.

Observaciones	Antes del Ejercicio		Después del Ejercicio		Taquicardia (por 100) Por el Ejercicio	Reducción (por 100) del Tiempo de circulación
	Pulso por minuto	Tiempo de circulación en segundos	Pulso por minuto	Tiempo de circulación en segundos		
1 .	79	15	101	11	27	26.6
2 .	95	8	136	8	43	0
3 .	123	7	165	7	34	0
4 .	125	7	144	8	15	Paradojal
5 .	86	11	104	10½	20	4.5
6 .	120	7	160	8	33	Paradojal

A juzgar por este resultado y, siempre, admitiendo la dependencia, capacidad funcional del miocardio y velocidad sanguínea, la reserva cardíaca de este grupo de personas, salvo una (ob. 1), es menor que en el grupo de personas normales a vida activa. Ahora, a juzgar por los valores del tiempo de circulación después del esfuerzo, esta reducción de la reserva cardíaca obedece a la incapacidad del corazón para desarrollar tanta actividad después del esfuerzo, como el corazón de las personas a vida activa o atlética.

En el grupo de las seis personas con hipertiroidismo (cuadro IV), la reducción del tiempo de circulación por el esfuerzo ha

4 CUADRO V. (a). — FRECUENCIA DE PULSO Y TIEMPO DE CIRCULACION DE LA SANGRE, ANTES Y DESPUES  
 6 DEL EJERCICIO EN DIEZ Y SEIS SUJETOS CON ENFERMEDADES DEL CORAZON CON CAPACIDAD FUNCIONAL I.

Observaciones	Antes del Ejercicio		Después del Ejercicio		Taquicardia (por 100) Por el Ejercicio	Reducción (por 100) del tiempo de circulación	Condiciones
	Pulso por minuto	T i e m p o de circulación en segundos	Pulso por minuto	T i e m p o de circulación en segundos			
1 . . . . .	90	17	114	18	26.6	paradojal	Trombosis coronaria
2 . . . . .	67	20	113	14	68	30	Angina de pecho
3 . . . . .	55	18	95	18½	72.8	paradojal	Miocarditis aislada
4 . . . . .	48	18½	56	17	16.6	8.1	Ritmo nodal
5 . . . . .	34	12	48	8½	41.1	29.1	Bloqueo A-V.
6 . . . . .	105	11	121	8½	15.2	22.7	Estrechez mitral
7 . . . . .	88	18	112	13½	24	25	Id.
8 . . . . .	72	16	84	15½	16	3.1	Id.
9 . . . . .	96	10	156	10½	62	paradojal	Id.
10 . . . . .	77	18	110	18	42.8	0	Reumática
11 . . . . .	110	13	130	14½	18.1	paradojal	Insuficiencia aórtica
12 . . . . .	75	12	97	12	29.2	paradojal	Id.
13 . . . . .	85	12½	110	11½	29	8	Carditis reumática
14 . . . . .	92	11½	124	11	34	4.3	Cardiopatía congénita
15 . . . . .	72	12¼	120	10½	62.1	14.2	Insuf. aórtica sífilítica
16 . . . . .	80	18½	100	12½	25	33.6	Aortitis sífilítica



CUADRO V. (b. 1ª parte). — FRECUENCIA DE PULSO Y TIEMPO DE CIRCULACION DE LA SANGRE, ANTES Y DESPUES DE LOS DE LOS EJERCICIOS EN 39 SUJETOS CON ENFERMEDADES DEL CORAZON CON CAPACIDAD FUNCIONAL 2.

Observaciones	Antes del Ejercicio		Después del Ejercicio		Tiempo de circulación en segundos	Taquicardia (por 100) Por el Ejercicio	Reducción (por 100) del tiempo de circulación	Condiciones
	Pulso por minuto	Tiempo de circulación en segundos	Pulso por minuto	Tiempo de circulación en segundos				
1	70	20	90	20	28.5	0	Trombosis coronaria	
2	62	15½	80	14	29	9.6	Id.	
3	70	20	112	12	60	10	Id.	
4	56	13½	72	12½	28	7.4	Bloqueo A-V por esclerosis coronaria	
5	42	24	45	20	7.1	20	Id.	
6	40	24	44	23½	10	2	Id.	
7	33	20½	62	18	87.8	12.1	Id.	
8	52	19	54	21	3.8	paradojal	Bloqueo A-V congénito	
9	46	13	60	17	30.4	5.5	Ritmo nodal	
10	77	12	84?	11½	?	4.1	Hipertensión arterial con agrandamiento cardíaco	
11	94	16	140	16	48.9	0	Id.	
12	80	24	108	22½	35	6.2	Id.	
13	80	20	132	23	65	paradojal	Id.	
14	116	20	120	20	3.4	0	Id.	
15	80	37	106	45	32	paradojal	Id.	
16	70	23½	128	16	82.8	31.9	Cardiopatía congénita	
17	75	12	122	10	62.6	16.5	Cor. pulmonales	
18	70	17	100	20	42.2	paradojal	Id.	
19	100	7½	140	9	40	paradojal	Cardio tirotoxicosis	
20	60	16	124	13	106.6	18.6	Id.	

± CUADRO V. (b. 2ª parte). -- FRECUENCIA DE PULSO Y TIEMPO DE CIRCULACION DE SANGRE, ANTES Y DESPUES DEL EJERCICIO DE TREINTA Y NUEVE SUJETOS CON ENFERMEDADES DEL CORAZON Y CAPACIDAD FUNCIONAL 2.

Observaciones	Antes del Ejercicio		Después del Ejercicio		Taquicardia (por 100) Por el Ejercicio	Reducción (por 100) del Tiempo de circulación	Condiciones
	Pulso por minuto	T i e m p o de circulación en segundos	Pulso por minuto	T i e m p o en segundos de circulación			
1	82	19½	160	22	95	paradojal	Estrechez mitral Id. Id.
2	82	23½	115	17	28	27.6	
3	72	14½	120	18	66.6	paradojal	
4	100	20½	130	18	30	12.1	Estrechez mitral con fibrilación auricular Id. Id.
5	58	20	136	18	134.4	10	
6	138	26	?	27	?	paradojal	Estrechez mitral e insuficiencia aórtica
7	130	21	?	19	?	9.5	
8	95	12½	136	10	43.1	20	Estrechez mitral. insuficiencia aórtica y fibrilación auricular
9	80	17	124	14	54.9	17	
10	120	12	170	12	41.6	0	Insuficiencia aórtica reumática y fibrilación auricular Id.
11	80	24	120	21½	50	10.4	
12	45?	21½	90	17	100?	20.9	Miocarditis aislada
13	58	32½	78	32	34.4	1.5	
14	87	23	112	21	28.7	8.6	
15	96	16	122	17	27	paradojal	Insuficiencia aórtica sifilítica Id. Id.
16	80	23	100	30	25	10	
17	70	21	108	18	54.2	14.2	
18	50	31	66	21	32	25.8	Asteria neurocirculatoria
19	100	9½	132	9½	32	0	

VELOCIDAD CIRCULATORIA AL ESFUERZO

CUADRO V. (e). — FRECUENCIA DE PULSO Y TIEMPO DE CIRCULACION DE SANGRE, ANTES Y DESPUES DEL EJERCICIO DE CUATRO SUJETOS CON ENFERMEDADES DEL CORAZON Y CAPACIDAD FUNCIONAL 3.

Observaciones	Antes del Ejercicio		Después del Ejercicio		Taquicardia (por 100) Por el ejercicio	Reducción (por 100) del tiempo de circulación	Condiciones
	Pulso por minuto	Tiempo de circulación en segundos	Pulso por minuto	Tiempo de circulación en segundos			
1	110	30½	120	30½	8.3	0	Cardiosclerosis, insuficiencia congestiva
2	133	45	146	47	9.7	paradojal	Estrechez mitral, fibrilación auricular e insuficiencia congestiva
3	122	34	?	30		1.1	
4	140	47½	160	43	28.5	9.4	

sido del 26 % en una (ob. 1), del 4.5 % en otra (ob. 5), del 0 % en dos (obs. 2 y 3) y por el contrario, el tiempo de circulación ha sido mayor después del esfuerzo, que antes del esfuerzo, en otras dos (obs. 4 y 6). Este último tipo de reacción del tiempo de circulación después del esfuerzo, por ser contraria a lo fisiológico, la llamamos y la llamaremos en lo sucesivo, reacción paradojal. La aceleración de la frecuencia cardíaca después del esfuerzo, ha sido 15 % al 43 %. La aceleración de la frecuencia cardíaca tampoco ha guardado relación alguna con las modificaciones del tiempo de circulación.

Si se analiza los valores del tiempo de circulación antes y después del esfuerzo, comparándolas a la vez con los obtenidos en las personas sanas y siempre admitiendo la dependencia, capacidad funcional del corazón y velocidad sanguínea, se tiene, que sólo una observación (ob. 1) tiene una reserva cardíaca normal, otra observación (ob. 5) tiene una reserva cardíaca muy pequeña, dos observaciones (obs. 2 y 3) no tienen reserva cardíaca, y las dos observaciones restantes (obs. 4 y 6), presentan el curioso fenómeno de tener menor rendimiento cardíaco después del esfuerzo que antes del esfuerzo, fenómeno que llamamos reacción paradojal.

A juzgar por los valores del tiempo de circulación antes y después del esfuerzo, la disminución y hasta abolición de la reserva

cardíaca en tres de las seis observaciones, obedece a la hiperactividad cardíaca antes del esfuerzo, y no a la incapacidad del corazón para desarrollar tanta actividad como el corazón de una persona normal a vida activa.

En cuanto a la explicación e interpretación de la reacción paradójal, la diferimos para más adelante, cuando analicemos los resultados obtenidos en los sujetos cardíacos, donde también se ha observado este particular tipo de reacción.

En el grupo de las 59 personas con diversas alteraciones estructurales del corazón y grados variados de eficiencia cardíaca, las modificaciones del tiempo de circulación por el esfuerzo han sido las siguientes: reducción mayor del 25 %, en 7 pacientes, reducción menor del 25 % en 30 pacientes, el mismo tiempo de circulación antes como después del esfuerzo en 7 pacientes y reacción paradójal en los 15 restantes pacientes.

A juzgar por estos valores del tiempo de circulación, después del esfuerzo, y tomando como base los resultados obtenidos en las personas sanas, que el 25 % de reducción del tiempo de circulación expresa la reserva cardíaca normal, dado la dependencia, capacidad funcional del corazón y velocidad sanguínea, sólo 7 de los 59 pacientes cardíacos, tenían una reserva cardíaca normal.

Esos 7 pacientes cardíacos con reserva cardíaca normal, 4 pertenecían al grupo de 16 pacientes con capacidad funcional 1, y los 3 restantes al grupo de 39 pacientes con capacidad funcional 2. Estableciendo la proporción entre reserva cardíaca normal y capacidad funcional, se tiene que el 25 % de los pacientes con capacidad funcional 1 tenían reserva cardíaca normal, que el 7.6 % de los pacientes con capacidad funcional 2 tenían reserva cardíaca normal y que el 0 % de los pacientes con capacidad funcional 3 tenían reserva cardíaca normal.

Esta comprobación evidencia, de una parte, la existencia de unos pocos sujetos con signos y síntomas de insuficiencia cardíaca y reserva cardíaca normal (3 pacientes del grupo capacidad funcional 2), y de otra parte, la existencia de muchos sujetos con alteraciones estructurales del corazón y reserva cardíaca disminuída y sin

síntomas ni signos de insuficiencia cardíaca (12 pacientes del grupo capacidad funcional 1).

Esta última evidencia viene a confirmar nuestras vistas, sobre la existencia de una insuficiencia cardíaca inaparente (Cossio y Berconsky).

Hemos dicho que en los 59 pacientes cardíacos, sólo en 7 había una reserva cardíaca normal, tomando como criterio la reducción del tiempo de circulación a más del 25 %. En los 52 pacientes restantes, la reducción por el esfuerzo del tiempo de circulación no llegó al 25 %, y por lo tanto tenían una reserva cardíaca disminuída.

Esta disminución de la reserva cardíaca, a juzgar por los valores del tiempo de circulación después del esfuerzo, se debía a la incapacidad del corazón para desarrollar una actividad igual a la de los corazones normales durante un esfuerzo.

En lo que se refiere a esta incapacidad, que unas veces era sólo ligera y otras veces tan marcada que el tiempo de circulación era el mismo, antes como después del esfuerzo, una mención especial merece ese tipo de reacción que hemos denominado reacción paradójal, en la cual el tiempo de circulación era mayor después del esfuerzo, contrariamente a lo que se puede esperar y a lo que se había observado en las personas normales.

La única explicación satisfactoria que hemos encontrado para esta reacción paradójal, es la cuestión de la tensión inicial y del nivel crítico.

Denomínase tensión inicial, la tensión a la cual está sometido un músculo inmediatamente antes de entrar en contracción. La tensión inicial condiciona la potencia de la contracción muscular, a mayor tensión inicial, mayor potencia de la contracción muscular.

Pero este aumento de la tensión inicial es efectivo, siempre que no exceda cierto límite, pues si lo excede, la contracción que sigue en lugar de resultar más potente, se vuelve más débil. Ese límite, se denomina precisamente nivel crítico.

Esta ley general de la contracción muscular, es válida para el



miocardio, cuya potencia de contracción, también está condicionada por la tensión inicial.

En condiciones normales y durante el reposo, la tensión inicial del miocardio para generar una contracción suficiente, es bastante por debajo del nivel crítico, y así cuando las necesidades orgánicas aumentan, como en el esfuerzo, por ejemplo, el mayor retorno de sangre, aumenta la tensión inicial y se genera una contracción más potente, por ser ese aumento de la tensión inicial, siempre por debajo del nivel crítico.

Pero cuando la potencia del miocardio está disminuída, es necesario una mayor tensión inicial para generar una contracción suficiente. Ese aumento necesario de la tensión inicial ya en pleno reposo, determina que se esté trabajando muy próximo al nivel crítico o mismo en el nivel crítico, y así al realizarse un esfuerzo, el mayor aflujo de sangre venosa al corazón eleva la tensión inicial sobrepasando el límite crítico, y la contracción resultante en lugar de ser más efectiva, es más inefectiva, el rendimiento cardíaco es menor, y el tiempo de circulación de la sangre en lugar de disminuir por el esfuerzo, como ocurre en condiciones normales aumenta, es decir, aparece la reacción paradójal.

Interpretada así la reacción paradójal, quiere decir que este tipo de reacción significa tal situación de la fibra miocárdica, que ya en pleno reposo necesita el máximo posible de tensión inicial, para generar una contracción eficiente, y que ante cualquier mayor exigencia, genera una contracción más efectiva por sobrepasar el nivel crítico la tensión inicial, al aumentar el aflujo de sangre venosa efecto inmediato de todo aumento de la actividad muscular:

## RESUMEN

El tiempo de circulación de la sangre, determinado por el método de la Decholine, endovenosa, al 20 %, y la frecuencia cardíaca, antes y después de un ejercicio, consistente en la ejecución de 30 flexiones de piernas en un minuto, fueron investigados en 82 personas: 10 enteramente sanas, 7 con enfermedades graves (cáncer de estómago, leucemia, etc.), pero no cardíacos, 6 hipertiroideos y

59 con alteraciones estructurales del corazón. Todas las determinaciones se ejecutaron en decúbito dorsal.

Como el factor fundamental en la velocidad de la circulación sanguínea es el rendimiento del corazón, se ha relacionado la reducción del tiempo de circulación con la condición denominada reserva cardíaca.

En 10 testigos sanos la reducción del tiempo de circulación estuvo en relación con el género de vida, variando de 0 a 17 % en tres personas de vida sedentaria, y del 29.9 al 46.1 % (término medio 31.8 %) en personas activas, 3 de las cuales de vida atlética. No existió en este grupo relación entre la reducción del tiempo de circulación y el aumento de la frecuencia del pulso.

En el grupo de gente severamente enferma, sin cardiopatía, la reducción en el tiempo de circulación después del ejercicio varió del 5 al 15 % (excepto en un caso, en el que la reducción al 23 %). La frecuencia cardíaca aumentó del 20 al 75 %, no guardando, tampoco, relación con la reducción del tiempo de circulación.

Del grupo de hipertiroideos, mientras que 4 mostraron una reducción en el tiempo de circulación que varió, del 0.6 al 26 %, en dos casos se encontró un aumento. Este último tipo de reacción se ha designado: *reacción paradójal*.

En el grupo de los 59 pacientes afectos de cardiopatía, en 7 la reducción del tiempo de circulación fué mayor del 27 %, mientras que en 30 fué menor del 26 %, en 7 no se observó variaciones antes y después del ejercicio, y en 15 se produjo reacción paradójal.

El aumento del tiempo de circulación observado en algunos casos, hecho que hemos denominado reacción paradójal, se ha tratado de explicar, porque la tensión inicial, después del ejercicio, sobrepasaba el nivel crítico.

## BIBLIOGRAFIA

- STAEHELIN A. — *Deut. Arch. f. Klin. Med.* Leipz. 1897-LIX-79 y 1900-LXVII-147.
- VILLARET M., SAINT GIRONS F. Y BESANÇON J. L. — *La pression veineuse peripherique*. París, 1930. Masson.
- ALVAREZ Y VELASCO. — *Arch. de Med. Cirg. y espec.* 1927-XXVII-92.

- LEVIN. — *La hipertensión venosa provocada como signo de insuficiencia cardíaca*. Revista M. del Rosario, 1934-XXIV-364.
- MACKENZIE J. — *Diseases of the heart*. Oxford, 1913.
- VAQUEZ H. — *Maladies du coeur*. Paris, 1928.
- LAUBRY CH. — *Maladies du coeur et des vaisseaux*. Paris, 1930.
- LIAN C. — *Aparato circulatorio*, publicado en *Técnica Clínica médica y semiología* bajo la dirección de E. Sergent. Edición española. Barcelona, 1925.
- CLERC M. A. — *Coeur-Vaisseaux*. Paris, 1931.
- BERCONSKY I. — *El volumen circulatorio por minuto en el estado normal y patológico*. Tesis. Buenos Aires, 1930.
- GROLLMAN A. — *The cardiac output of man in health and disease*, 1932.
- WEISS S., ROBB G. P. Y BLÜMGART H. L. — *Am. Heart Jour.* 1929-IV-664.
- LIAN C. Y BARRAS M. — *Bull. et Mém. S. M. Hôp. de Paris*. 1930, N° 4.
- COSSIO P. DEL CASTILLO E. B Y BERCONSKY I. — *La Semana Médica*, 1933, N° 23.
- JACQUET I. — *Sur la vitesse de circulation du sang dans l'organisme. Etude Clinique*. Paris, 1936.
- COSSIO P. Y BERCONSKY J. — *Rev. Arg. de Cardiología*, 1934-I-11 y en *Rev. Sud-Amér. de Méd. et de Chir.*, 1933, N° 12-55.

## RÉSUMÉ

Les temps de circulation sanguine déterminé par l'injection intraveineuse de Decholine, au 20 %, et la fréquence cardiaque, avant et après l'exécution de trente flexions des jambes, dans une minute, furent investigués chez 82 personnes: 10 entièrement saines; 7 avec des graves maladies (cancer d'estomac, leucémie, etc.) mais pas cardiaques; 6 hipertyroidienes et 59 avec alterations structurales du coeur. Toutes les determinations furent prises dans le decubitus dorsal.

Comme le facteur principal dans la vitesse de la circulation sanguine est le rendement du coeur, on a relationé la reduction du temps de circulation avec la condition denominada "réserve cardiaque".

Chez 10 témoins sains, la réduction du temps de circulation était en relation avec la genre de vie, variant de 0 a 17 % chez 3 personnes de vie sédentaire, et du 29.9 au 46.1 % (terme moyen 31.8 %), chez de personnes actives, trois desquelles faisaient du sport. Dans ce groupe il n'exista aucune relation entre la reduction du temps de circulation et l'augmentation de la fréquence du pouls.

Dans le groupe des gens sérieusement malades, sans cardiopathie, la réduction dans le temps de circulation après la gymnastique, varia du 5 au 15 % (exception faite d'un cas, dont la reduction arriva au 23 %). La fréquence cardiaque augmenta du 20 au 75 %, ne conservant non plus aucune relation avec la reduction du temps de circulation.

Du groupe d'hipertyroïdiens, 4 démontrèrent une réduction du temps de circulation, qui varia du 0,6 au 26 %, tandis que dans les autres deux cas, on trouva une augmentation. Ce dernier type de réaction a été désigné: "réaction paradoxale".

Dans le groupe de 59 patients, affectés de cardiopathie, on constata que dans 7 d'eux, la réduction du temps de circulation augmenta du 27 %, tandis que dans 30 patients elle diminua du 25 %; chez 7 malades on n'observa pas de variations avant ni après l'exercice, et chez 15 malades, on observa la "réaction paradoxale".

L'augmentation du temps de circulation, c'est à dire ce que nous avons appelé "réaction paradoxale" a été expliquée, par la tension initiale, qui après la gymnastique, surpassait le niveau critique.

### SUMMARY

Both, the circulation time of the blood (endovenous injection of 20 per cent "Decholine") and the heart rate, before and after exercise (30 flexion movements of the legs in one minute), were investigated in 82 persons lying in a recumbent position: ten entirely healthy people, seven suffering from severe impairments other than cardiac disease (cancer of the stomach, leukemia, etc.), six with hyperthyroidism, and fifty nine with structural alterations of the heart. The magnitude of the reduction in the circulation time after exercise has been considered to be an index of the so called reserve power of the heart, under the assumption that the heart output is the fundamental factor governing the speed of the blood flow.

In the group of 10 healthy people, the decrease in the circulation time varied from 0 to 17 per cent in three sedentary persons, and from 29,9 to 46,1 per cent (average 31,8 p. c.) in active individuals, some of them devoting much of their time to athletic activities. There was no relation between the decrease of circulation time and the increase in heart rate.

In the group of severely ill people without cardiac involvement, the reduction in the circulation time after exercise varied from 5 to 15 per cent (except in one case in which the reduction reached to 23 p. c.). The heart rate increased from 20 to 75 per cent but with no relation to the decreased circulation time.

In the hyperthyroidism group, while 4 patients showed a decreased circulation time, the reduction varying from 0,6 to 26 per cent, in two cases a prolongation of the time was found, a type of reaction which we qualified as *paradoxical*.

Among the group of cardiac patients, in 7 the decrease in circulation time amounted to at least 27 per cent; in other 30 it was less than 25 p. c.; in 7 there was no appreciable change, and in the remaining 15 cases a paradoxical reaction was observed. To explain the latter, an increased initial tension of the cardiac fibre beyond the critical value has been assumed.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Blutströmungsgeschwindigkeit, festgestellt mittels des Decholin, intravenös zu 20 %, und die Herzfrequenz vor und nach einer Übung die aus 30 Knicbeugungen pro Minute bestand, wurde bei 83 Personen festgestellt: 10 vollkommen gesunde, 7 mit schweren Erkrankungen (Magenkarzinom, Leukämie, usw.) aber nicht herzleidend, 6 mit Hyperthyreose und 59 mit organischen Kardiopathien. Alle Bestimmungen wurden in Rückenlage vorgenommen.

Da der wichtige Faktor der Blutströmungsgeschwindigkeit (BSG) der Ertrag des Herzens ist, hat man die Verringerung der Zeit in Beziehung mit der sogenannten Herzreserve gebracht.

Bei 10 gesunden Zeugen war die Herabsetzung der BSG in Beziehung mit der Lebensweise; zwischen 0 bis 17 % schwankend, bei 3 Personen von sedentärer Lebensart, und zwischen 29.9 und 46.1 % (Mittelzahl 31.8 %) bei aktiven Personen, 3 davon Athleten. In dieser Gruppe bestand keine Beziehung zwischen der Verminderung der BSG und der Erhöhung der Pulsfrequenz.

In der Gruppe der schwerkranken Personen, ohne Herzleiden, schwankte die Herabsetzung der BSG nach der Übung zwischen 5 und 15 % (einen Fall ausgenommen, bei dem die Verminderung 23 % erreichte). Die Herzfrequenz nahm von 20 bis 75 % zu, wobei auch keine Beziehung mit der Herabsetzung der BSG festgestellt wurde.

Bei den Patienten mit Hyperthyreose fand man bei 4 von ihnen eine Verminderung, die zwischen 0,6 und 26 % schwankte, während man bei 2 Fällen eine Erhöhung feststellte. Diesen letzterwähnten Reaktionstyp hat man paradoxer Reaktion benannt.

In der Gruppe der 59 Patienten mit Herzleiden fand man, dass bei 7 die Verminderung der BSG höher war als 27 %, während sie bei 30 geringer als 25 % waren; bei 7 wurde keine Veränderung vor und nach der Übung beobachtet und bei 15 stellte sich die paradoxe Reaktion ein.

Die Erhöhung der BSG, die bei einigen Fällen beobachtet wurde und die wir paradoxe Reaktion nannten, hat man versucht folgendermassen zu erklären: der anfängliche Blutdruck nach der Übung, erhebt sich über das kritische Niveau.