

TRABAJOS ORIGINALES

EL BALISTOCARDIOGRAMA EN RELACION A LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN UN GRUPO DE PACIENTES AFECTADOS POR DIFERENTES CARDIOPATIAS *

por los doctores

L. DE SOLDATI, R. H. MEJIA, C. M. CASTRO, G. STRITZLER, M. AVELLANEDA

Como el balistocardiograma (bcg) nos informa acerca de la forma de la curva de expulsión sistólica de los ventrículos y la fuerza cardíaca¹ y aún, para algunos autores acerca de la velocidad del lleno diastólico² y como las diferentes clases de la capacidad funcional³ están relacionadas con la eficiencia mecánica del corazón, pensamos que sus distintos grados tendrían alguna exteriorización en el bcg.

Para estudiar este aspecto se tomó un grupo de pacientes afectados por las enfermedades cardíacas más comunes y perteneciendo a diferentes clases de capacidad funcional, de I a IV, se obtuvo en todos ellos balistocardiogramas al tiempo que se les practicaba las más conocidas pruebas funcionales.

MATERIAL Y TÉCNICA

En 10 sujetos normales y 82 cardiopatas, clasificados estos últimos en la forma que puede verse en la tabla Nº 1, se efectuó: examen de rutina, telerradiografía, electrocardiograma, balistocardiograma (bcg), velocidad circulatoria con lobelina o decholin, presión venosa determinada por un manómetro a aire libre (Moritz y Tawora), capacidad vital, apnea inspiratoria y frecuencia respiratoria.

Al mismo tiempo, para tener una idea grosera del volumen sistólico, éste fué estimado según la fórmula de Starr de la presión sanguínea y de la edad⁴. Este cálculo se efectuó también en un grupo adicional de 20 sujetos normales con el objeto de obtener una cifra de valor estadístico. Por último, se calculó el volumen minuto y el índice cardíaco.

El bcg. se registró mediante un dispositivo electromagnético, modificación del aparato de Dock, durante la respiración tranquila y la apnea intermedia.

Los resultados fueron entonces tabulados para observar si había una relación entre enfermedad cardíaca, capacidad funcional, sexo, edad, pulso,

* Servicio de Cardiología del Policlínico Alvear. Jefe: Profesor Doctor León de Soldati. Buenos Aires, Argentina. Comunicación presentada al Segundo Congreso Mundial de Cardiología (Washington, 1954).

presión sanguínea, capacidad vital, apnea inspiratoria, presión venosa, velocidad circulatoria, volumen sistólico calculado, electrocardiograma, teleradiografía y balistocardiograma.

El b_{cg} fué estudiado por el mismo observador y sin conocer el diagnóstico clínico del enfermo en la siguiente manera:

1. — Clasificación en grados 0 a IV de Brown 6.
2. — Análisis individual de las ondas.
3. — Amplitud de las desviaciones H-I, I-J, J-K y K-L y duración del Intervalo H-K (sístole balistocardiográfica).
4. — Determinación de la velocidad máxima corporal y del índice balistocardiográfico (I.B.) de acuerdo a Dock 2.
5. — Aspecto general de la parte sistólica y diastólica del b_{cg}.

DIAGNOSTICO	CAPACIDAD FUNCIONAL				TOTALES
	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV	
HIPERTENSION ARTERIAL	10	8	6	2	26
ANGOR PECTORIS	4	8	6	2	20
CARDIOPATIA ARTERIOESCLEROTICA	1	3	3	1	8
ESTENOSIS MITRAL	3	6	3	1	13
ESTENOSIS MITRAL + INSUFIC. AORTICA	1	3	-	-	4
INSUFICIENCIA AORTICA	-	4	1	-	5
ASTENIA NEUROCIRCULATORIA					6
NORMALES					10
				TOTAL	92

Tabla N° 1: Distribución de los noventa y dos individuos utilizados en este estudio. Diez de ellos eran normales.

Se consideraron normales las siguientes cifras:

Frecuencia cardíaca, de 60 a 100 por minuto. *Presión arterial*, Mx. 140, Mn. 90. *Apnea inspiratoria*, 30 segundos o más. *Capacidad vital*: hombres, 2.50 lt. x m²; mujeres, 2 lt. x m². (considerada patológica por debajo del 70 % del valor teórico). *Presión venosa*, hasta 12 cm. H₂O. *Velocidad circulatoria*, lobelina de 7 a 12 segundos; decholin de 11 a 18 segundos. *Volumen sistólico calculado*, promedio 55 cm³. *Volumen minuto calculado*, promedio 4.4 lt. *Indice cardíaco* (lt. x min. x m²), promedio 2.4 lt. *Indice balistocardiográfico (I.B.)*, 0.4 a 1. *Sístole balistocardiográfica (H-K)*, promedio: 0.27.

Los pacientes se agruparon de acuerdo a su diagnóstico. Por último, agrupando los pacientes según su capacidad funcional, independientemente del

tipo de cardiopatía, se intentó estudiar las diferencias observadas en las distintas pruebas funcionales.

Los resultados pueden apreciarse en la tabla N° 2 en la cual no se incluyeron los casos con insuficiencia aórtica o astenia neurocirculatoria, en los cuales las alteraciones hemodinámicas son tan diferentes y el volumen sistólico tan alto.

RESULTADOS

Sujetos normales. El examen de rutina, la telerradiografía y el ECG fueron normales en todos. La capacidad vital promedio fué el 80 % de la capacidad vital teórica, relacionada a la superficie del cuerpo: la apnea inspiratoria (promedio 44 seg.) y la presión venosa (promedio 8 cm.) fueron normales; la velocidad circulatoria fué como promedio 18 seg. al decholin; el volumen sistólico calculado fué de 45 a 78 cm³ (promedio 60); el volumen minuto fué de 3.7 a 5.3 lt. (promedio 4.5); y el índice cardíaco fué de 2.0 a 3.1 lt. (promedio 2.5).

El bcg fué de grado 0 de Brown en 7 casos y de grado 1 en 1 caso. Las ondas sistólicas y diastólicas fueron normales. El H-K fué de 0.25 a 0.30 (promedio 0.28) y el I.B. fué de 0.32 a 0.55 (promedio 0.47).

La astenia neurocirculatoria fué estudiada en 6 pacientes. La frecuencia cardíaca fué la misma que en los normales (promedio 83 por minuto); la capacidad vital estuvo ligeramente disminuída (68 %) lo mismo que la apnea inspiratoria (promedio 30 seg.); la presión venosa fué mayor que en los normales (promedio 12 cm); la velocidad circulatoria fué la misma que en los normales (promedio 15 seg.).

El bcg fue normal tanto en lo que respecta a la clasificación de Brown como al contorno de las ondas sistólicas y diastólicas pero la amplitud general estuvo evidentemente aumentada en 3 casos y moderadamente aumentada en 2. El intervalo H-K y el I.B. fueron iguales que en los normales.

El volumen sistólico fué como en los normales (62 cm³), el volumen minuto estuvo como promedio ligeramente aumentado (5.0 lt.) lo mismo que el índice cardíaco (2.9 lt.).

El ECG fué normal en 5 casos. En 1 caso mostró melladuras del QRS en derivaciones II y III; este fué el caso en el cual había también aumento de la presión venosa y bcg. de grado I sin otra

evidencia de enfermedad cardíaca. Las radiografías fueron normales en todos.

Cardiopatía hipertensiva. Clase I (10 pacientes). La frecuencia cardíaca (88 por minuto) no estuvo modificada. La capacidad vital (57 %) estuvo disminuída pero no la apnea inspiratoria. La presión venosa (10 cm.) y la velocidad circulatoria (15 seg.) fué como en los normales; el volumen sistólico (41 cm.³), el volumen minuto (3.5 lt.) y el índice cardíaco (1.9) estuvieron evidentemente por debajo del promedio normal.

El bcg fué siempre patológico, especialmente entre los grados III y IV y las anomalías involucraron a las ondas sistólicas y diastólicas. No hubo variación significativa del intervalo H-K y el I.B. estuvo reducido (0.33).

Al aumentar la frecuencia cardíaca, la J se volvió más alta, la K más profunda y la N se fusionó con la H. En más de la mitad de los casos, la onda I estuvo acortada; la J fué generalmente anormal: (baja, bifida, fusionada o deformada).

El ECG y las radiografías fueron siempre patológicas.

Clase II (8 pacientes). La frecuencia cardíaca (77 por minuto) no estuvo alterada; la capacidad vital (55 %) y la apnea inspiratoria (26 seg.) estuvieron casi siempre reducidas; la presión venosa (10 cm.) no estuvo aumentada; la velocidad circulatoria (19 seg.) estuvo ligeramente retardada; el volumen sistólico (44 cm.³), el volumen minuto (3.3 lt) y el índice cardíaco (1.7 lt) estuvieron siempre por debajo del promedio normal.

El bcg fué siempre patológico especialmente entre los grados III y IV. Tanto las ondas sistólicas como diastólicas estuvieron alteradas. El H-K (0.27) no estuvo modificado y el I.B. en cuatro de seis casos, estuvo por debajo del promedio normal.

En 5 casos las ondas H y L estuvieron simultáneamente disminuidas de amplitud; 4 de estos pacientes mostraron presión sistólica muy elevada. Generalmente la I estuvo acortada o ausente en todos los casos. La J fué siempre patológica (baja, no identificable, engrosada o fusionada a la H). La K fué a veces normal y a veces profunda; la L fué casi siempre baja.

Siete casos tuvieron disnea, 3 de ellos con angina de pecho, un caso tuvo palpitaciones. No hubo relación entre el tipo de bcg y los síntomas.

La presión venosa estuvo más elevada en los casos con disnea que en los casos con angor. No se observó modificación en la velocidad circulatoria.

En 6 casos el ECG fué patológico, en 2 normal. La teleradiografía fué siempre anormal; en un caso no hubo agrandamiento cardíaco pero se observó ateroma de aorta. No hubo relación entre ECG, imagen radiológica y bcg.

Clase III (6 pacientes). La capacidad vital estuvo regularmente disminuída (55 %), la apnea inspiratoria mostró valores normales (36 seg.); la presión venosa estuvo aumentada (14 cm.) y no se observó retardo de la velocidad circulatoria (18 seg).

Estuvieron reducidos el volumen sistólico (36 cm.³), el volumen minuto (3.4 lt) y el índice cardíaco (1.7 lt).

El bcg fué siempre anormal de grados 3 a 4. Las ondas sistólicas y diastólicas fueron siempre anormales, el H-K estuvo ligeramente acortado (0.24) y el I.B. reducido (0.35). La anormalidad de las ondas sistólicas no estuvieron relacionadas con el grado de hipertensión. Las ondas diastólicas fueron más altas al aumentar la frecuencia cardíaca.

Cuatro pacientes tenían angina de pecho y 2 disnea. No hubo relación entre síntomas y grados del bcg.

Debe señalarse que en un caso hubo volumen minuto grande (6 lt) y un alto índice cardíaco (3.7 lt). Fué esta una mujer con fibrilación auricular y, como ya lo señalara Starr, la determinación de la presión sanguínea en tales casos es insegura, por lo que el cálculo del volumen sistólico con su fórmula es impreciso. Otro caso presentó también un volumen minuto grande (4.9 lt) para su clase funcional. Debe advertirse que este paciente se clasificó en la clase III debido a la angina de pecho y no a la insuficiencia cardíaca.

Clase IV (2 pacientes). La capacidad vital estuvo marcadamente reducida (47 %) así como también la apnea inspiratoria (24 seg). No hubieron modificaciones de la presión venosa (12 cm.) ni de la velocidad circulatoria (16 seg). El volumen sistólico (36 cm.³), el volumen minuto (3.3 lt) y el índice cardíaco (1.7 lt) estuvieron siempre marcadamente reducidos.

El bcg fué siempre anormal, de grado 4 y las ondas fueron anormales individualmente tanto las sistólicas como las diastólicas. No pudo calcularse el I. B.

En uno de los casos y durante la apnea intermedia, las ondas pudieron identificarse; la H estaba fusionada a la J que era bífida y la I estaba acortada.

La teleradiografía y el ECG fueron siempre patológicos: un caso presentaba infarto antiguo de la cara posterior, el otro fibrilación auricular. La velocidad circulatoria estuvo prolongada en el caso en que había angor y disnea. El otro caso presentaba solamente angor.

Angina de pecho (20 pacientes). *Clase I* (4 pacientes). La capacidad vital fué como en los normales (72 %); la apnea inspiratoria fué normal (40 seg); la presión venosa ligeramente aumentada (13 cm.) y la velocidad circulatoria, moderadamente retardada (19 seg).

Estuvieron reducidos el volumen sistólico (42 cm.³), el volumen minuto (3.7 lt) y el índice cardíaco (2.0 lt).

El bcg fué normal en un caso y anormal en 3, con grados 3 y 4 de anomalía de las ondas sistólicas y diastólicas. El H-K estuvo más bien prolongado (0.29) y el I. B., en los 2 casos en que pudo calcularse, fué normal (0.40). La onda H fué alta en 3 casos, la I corta y la J baja en 3. La L estuvo frecuentemente anormal. El ECG fué anormal en todos los casos, presentando en un paciente la imagen de infarto antiguo de la cara posterior. La radiografía fué siempre patológica mostrando aterosclerosis de la aorta con o sin agrandamiento cardíaco.

Clase II (8 pacientes). La capacidad vital estuvo disminuída (60 %). Fueron normales la apnea inspiratoria (34 seg), la presión venosa (10 cm.) y la velocidad circulatoria (18 seg). El volumen sistólico estuvo ligeramente reducido (50 cm.³), lo mismo que el volumen minuto (3.3 lt) y el índice cardíaco (1.3 lt).

El bcg fué siempre anormal: 1 de grado I, 1 de grado II, 3 de grado III, 3 de grado IV. Las ondas diastólicas fueron anormales en 10 de 11 casos y las sistólicas en 6 de 8 casos. El H-K fué más corto que el promedio en 6 de 7 casos, mientras el I. B. estuvo reducido en 3 de los 4 casos en que pudo calcularse. La onda H fué bífida, fusionada a la J, baja, alta o normal. La I fué normal en 3, acortada en 3 y no identificable en 2. La J fué pequeña en 4 o bífida, no identificable o deformada y normal, sólo en uno. La K fué normal en 3, acortada en 2 y no identificable en 2. La L alta en 5, normal en uno y no identificable en 2.

En esta clase se encontró un caso con presión venosa elevada, volumen minuto e índice cardíaco altos, sin disnea, con presión sanguínea y telerradiografía normales. Otro caso tenía velocidad circulatoria retardada sin evidencias de insuficiencia cardíaca. Un tercer caso presentó volumen minuto e índice cardíaco altos y había tenido infarto del miocardio dos meses antes.

Todos los pacientes tenían típica angina de pecho teniendo, además, 3 de ellos disnea. No hubo relación entre síntomas y bcg, lo que significaría que la insuficiencia cardíaca no agregó ulteriores modificaciones al bcg.

El ECG fué anormal en todos y la radiografía mostró, con excepción del caso arriba mencionado, agrandamiento cardíaco y/o aterosclerosis de la aorta.

Clase III (6 casos). La capacidad vital estuvo disminuida (56 %). Fueron siempre normales la apnea inspiratoria (34 seg), la presión venosa (11 cm.) y la velocidad circulatoria (16 seg). Estuvieron reducidos el volumen sistólico (36 cm.³), el volumen minuto (3.2 lt) y el índice cardíaco (1.7 lt).

El bcg fué siempre patológico entre los grados 2 y 4. Las ondas sistólicas fueron siempre patológicas, mientras las diastólicas lo fueron en la mitad de los casos. El H-K estuvo acortado (0.25) y el I. B. siempre patológico (0.29). La H fué siempre anormal; la I generalmente acortada. La J normal sólo en un caso; la L normal en 3; nada especial se observó en las ondas M y N. El ECG fué patológico en 5 casos; la radiografía fué patológica en todos: en un caso había solamente aterosclerosis de la aorta, en los demás esta condición se acompañó de agrandamiento cardíaco. No se observó disnea en ningún caso.

Clase IV (2 casos). Fueron siempre anormales la capacidad vital (58 %) la apnea inspiratoria (19 seg.) y la presión venosa (14 cm.). La velocidad circulatoria (15 seg) fué normal en todos los casos. Estuvieron por debajo del promedio normal el volumen sistólico (37 cm.³), el volumen minuto (3.5 lt) y el índice cardíaco (1.3 lt).

El bcg fué siempre anormal, de grado 3 y 4. Las ondas sistólicas fueron anormales en todos los casos, mientras las diastólicas fueron normales. El H-K (0.27) fué normal en ambos casos. El I. B. (0.29) estuvo reducido en el único caso en que pudo calcularse.

La H fué alta en uno, fusionada a la J. en el otro, la I corta y la J baja en los dos, uno de ellos tenía JJ'.

El ECG fué normal en un caso mostrando en el otro una curva de infarto cicatrizado de la cara posterior. La radiografía fué normal en un caso y mostró agrandamiento cardíaco en el otro; ninguno presentó disnea.

Estenosis mitral (13 pacientes). *Clase I* (3 pacientes). Fueron normales la capacidad vital (88 %), la apnea inspiratoria (43 seg) y la velocidad circulatoria (16 seg). La presión venosa estuvo ligeramente aumentada (15 cm.) Fueron también normales en todos los casos, el volumen sistólico (72 cm.³), el volumen minuto (5.6 lt) y el índice cardíaco (3.3 lt).

El bcg fué grado 0 en 2 casos y grado 3 en el restante, las ondas sistólicas estuvieron anormales en todos los casos y las diastólicas en 2. El H-K fué normal (0.26) y el I. B. normal en un caso (0.40) y anormal en el otro (0.25). La onda H fué siempre anormal (grande en un caso, pequeña y bífida en 2). La I estuvo ausente en uno, la J prácticamente normal en todos, la K tampoco presentó anomalía manifiesta, las ondas L M y N fueron amplias en 2 casos y normal en una.

El ECG fué patológico en 2 casos y normal en uno. En todos los casos, la radiografía mostró configuración mitral con agrandamiento auricular y sin agrandamiento ventricular.

Clase II (6 pacientes). Fueron normales la capacidad vital (70 %), la presión venosa (10 cm.) y la velocidad circulatoria (16 seg). La apnea inspiratoria estuvo ligeramente reducida (28 seg). El volumen sistólico estuvo por debajo del promedio normal (51 cm.³), mientras el volumen minuto (4.4 lt) y el índice cardíaco (2.6 lt), fueron normales.

El bcg fué de grado 0 en un caso, de grado 1, en 2, de grado 2, en 1 y de grado 3, en 2 casos. Las ondas sistólicas y diastólicas fueron anormales en todos los casos menos uno. El H-K estuvo acortado en relación al promedio, en 3 casos y ligeramente prolongado en 2. El I. B. fué anormal en la mitad de los casos.

La H fué anormal en todos (bífida en 4, baja en 2), la I estuvo acortada en 4 casos, la J fué normal en 4, baja en uno, bífida en uno, la K estuvo acortada en 2, la L fué alta en 4.

El ECG fué anormal en la mitad de los casos y patológico en la otra mitad. La radiografía mostró configuración mitral en los 6 casos

y solamente en un caso mostró agrandamiento de ambos ventrículos.

Clase III (3 pacientes). La capacidad vital (50 %) y la apnea inspiratoria (16 seg) estuvieron reducidas. La velocidad circulatoria (20 seg) estuvo retardada. Fueron normales, la presión venosa (13 cm.), el volumen sistólico (58 cm.³) y el volumen minuto (4.8 lt). El índice cardíaco no estuvo reducido.

El bcg fué patológico, de grado 2 en un caso y de grado 3 en dos casos. El I. B. (0.4) fué normal. El H-K (0.25) estuvo acortado. Las ondas sistólicas y diastólicas fueron anormales en todos los casos. La onda H fué bifida en uno, no identificable en uno, baja en uno. El caso con H no identificable tenía ritmo nodal. La I estuvo acortada en tres casos; la J baja en 3. La K estuvo acortada en 2; L baja en dos, normal en uno; la M varió irregularmente; la N fué alta en 2, baja en uno.

El ECG fué normal en 2 casos, patológico en uno. Las radiografías fueron patológicas en los 3 casos, mostrando agrandamiento ventricular.

Un caso perteneciente a esta clase que mostró volumen sistólico, volumen minuto e índice cardíaco grandes, tenía también insuficiencia mitral. Otro caso perteneciente a la misma clase funcional, tenía presión venosa normal e índice cardíaco alto, sin evidencias clínicas de insuficiencia mitral: la frecuencia cardíaca estaba acelerada.

Clase IV (1 paciente). En este paciente eran netamente patológicos la capacidad vital (50 %), la presión venosa (30 cm.) y la velocidad circulatoria (70 seg), mientras la apnea inspiratoria era normal (39 seg). El volumen sistólico (52 cm.³), el volumen minuto (3.6 lt) y el índice cardíaco (2.1 lt) estaban ligeramente por debajo del promedio normal.

El bcg era anormal, imposible de clasificar, en los grados de Brown con anomalías tanto de las ondas sistólicas como diastólicas. El H-K (0.35) estaba netamente prolongado y el I. B. no pudo ser calculado. La H era alta, la I normal, la J baja, la K profunda y la L alta.

El ECG mostró fibrilación auricular y en la radiografía se observó un considerable agrandamiento del corazón. Este paciente tenía también insuficiencia mitral.

Insuficiencia aórtica (5 pacientes). *Clase II* (4 casos). La capacidad vital estuvo reducida (67 %). La apnea inspiratoria (33 seg),

la presión venosa (10 cm.) y la velocidad circulatoria (13 seg), fueron normales. El volumen sistólico (85 cm.), el volumen minuto (7.8 lt.) y el índice cardíaco (4.6 lt.), fueron altos en todos los casos.

El bcg fué siempre patológico, grado 1 en un caso, grado 2 en dos casos, grado 3 en un caso. El H-K (0.28) y el I. B. (0.50), fueron normales. Las ondas, tanto sistólicas como diastólicas, fueron anormales en 3 casos. La H fue bífida en un caso, grande en uno, baja en uno; la I normal en dos y acortada en 2; la J baja en 3, bífida en uno; la K normal en 3, ancha en uno; la L alta en 2; la M y la N amplias en 2.

El ECG fué patológico en todos los casos, presentando en uno de ellos infarto cicatrizado de la cara posterior. La imagen radiológica mostró en todos los casos agrandamiento cardíaco.

El bcg estuvo aumentado de amplitud en un caso que tenía el más alto índice cardíaco y la frecuencia cardíaca más elevada, mostrando, además, las ondas diastólicas más amplias. No hubo relación entre tipo de anomalía del bcg y etiología (sífilis o arterioesclerosis).

Clase III (1 caso). Estuvieron alteradas la capacidad vital (60%) y la presión venosa (18 cm.). La velocidad circulatoria (13 seg) fué normal. El volumen sistólico (95 cm.³), el volumen minuto (6.5 lt) y el índice cardíaco (3.8 lt), fueron altos.

El bcg fué de grado 0 con H bífida, I corta, J alta y K profunda. Las ondas diastólicas eran amplias.

El ECG fué patológico y la radiografía mostró franco agrandamiento ventricular.

Insuficiencia aórtica + Estenosis mitral (4 pacientes). *Clase I* (1 paciente). Fueron normales la capacidad vital (80 %), la presión venosa (10 cm.) y la velocidad circulatoria (18 seg). El volumen sistólico (105 cm.³), el volumen minuto (8.3 lt) y el índice cardíaco (5.6 lt), fueron altos.

En el bcg, la onda H tuvo forma de cúpula, la I normal, la J alta y la K profunda. Las ondas diastólicas fueron normales. El H-K (0.26) y el I. B. (0.75) fueron normales.

El ECG fué normal y la radiografía mostró configuración aórtica con ligero agrandamiento ventricular.

Clase II (3 casos). Fueron normales la capacidad vital (80 %),

la apnea inspiratoria (30 seg), la presión venosa (12 cm.) y la velocidad circulatoria (17 seg).

El bcg fué de grado 0 en 2 casos, de grado uno en un caso. La onda H fué alta en 2 y bífida en 2, la I corta en 2 y normal en uno, la J alta en 2 y normal en uno, la K fué bífida en uno, profunda en uno y normal en uno. Las ondas diastólicas fueron amplias en dos casos. El H-K (0.29) estuvo ligeramente prolongado, mientras el I. B. (0.45) fué normal.

El volumen sistólico (100 cm.³), el volumen minuto (8.4 lt) y el índice cardíaco (4.1 lt), fueron altos pero no tanto como en la clase 1.

El ECG fué normal en un caso y patológico en dos. Las radiografías mostraron agrandamiento ventricular izquierdo en tres casos con agrandamiento ventricular derecho en dos.

Cardiopatía arterioesclerosa (8 casos). *Clase I* (1 caso). La apnea inspiratoria (45 seg) y la presión venosa (7 cm.) fueron normales. La velocidad circulatoria (21 seg) estuvo retardada. El volumen sistólico (31 cm.³) y el volumen minuto (2.6 lt), estuvieron reducidos.

El bcg fué de grado 3 con H alta, I corta, J baja, K profunda, L baja, M profunda y N alta. El H-K (0.21) estuvo acortado y el I. B. (0.36) por debajo del promedio normal.

El ECG fué normal y la radiografía mostró aterosclerosis de la aorta.

Clase II (3 casos). La capacidad vital estuvo reducida (60 %), en cambio fueron normales la apnea inspiratoria (30 seg) y la presión venosa (10 cm). La velocidad circulatoria estuvo retardada (20 seg); el volumen sistólico (50 cm.³) y el índice cardíaco (2.0 lt) estuvieron ligeramente por debajo del promedio, lo mismo que el volumen minuto (3.5 lt).

El bcg fué de grado 1 en dos casos, de grado 3 en un caso. La H fué alta en 2 casos, la I corta en todos los casos, la J baja en 2, la K normal en todos, la L alta en 2. En un caso hubieron ondas H y J fusionadas, en el otro N-H fusionadas.

El H-K estuvo acortado en un caso y en los límites de 1° normal en el otro. El I.B. (0.35) estuvo reducido.

El ECG fué patológico en todos. La radiografía fué normal en un caso y patológica en 2 (agrandamiento ventricular izquierdo con aterosclerosis de la aorta).

Clase III (3 pacientes). Fueron anormales, la capacidad vital (55 %), la presión venosa (14 cm) y la velocidad circulatoria (25 seg). La apnea inspiratoria (40 seg) fué normal. El volumen sistólico (40 cm³) estuvo por debajo del promedio normal y el volumen minuto (3.5 lt) y el índice cardíaco (1.8 lt), fueron anormales.

El bcg fué siempre anormal, de grados 2, 3 y 4, el H-K (0.32) fué prolongado y el I.B. (0.30) reducido en el caso en que pudieron calcularse. La H y la I fueron normales en un solo caso, la J. fué pequeña en 2, no identificable en uno, la K estuvo acortada en un caso, normal en uno, no pudiendo identificarse en uno. No hubieron cambios definidos en las ondas diastólicas.

El ECG fué patológico en todos los casos. La radiografía mostró aterosclerosis de la aorta en 3 casos con agrandamiento cardíaco en 2.

Todos los casos tenían disnea, uno de ellos con presión venosa normal pero con velocidad circulatoria retardada. Este caso tenía palpitaciones y dolor precordial que no era de tipo anginoso. Los 2 casos con presión venosa aumentada y baja capacidad vital tenían complejos más pequeños.

Clase IV (1 paciente). Este enfermo tenía taquicardia (150 por minuto), reducción de la capacidad vital (42 %) y de la apnea inspiratoria (23 seg), aumento de la presión venosa (33 cm) y retardo de la velocidad circulatoria (50 seg), con reducción del volumen sistólico (32 cm³), pero no del volumen minuto (4.9 lt) ni del índice cardíaco (2.7 lt).

El bcg no pudo clasificarse porque los complejos eran demasiado deformados por la disnea durante la respiración. La onda H se percibía ocasionalmente, la I era normal, la J mellada, la L más alta que la J y la N alta.

El ECG mostró fibrilación auricular y en la radiografía se vió agrandamiento global del corazón con derrame pleural del lado derecho.

Cardiopatías en evolución (3 casos). En un caso de *estenosis mitral* perteneciente a la clase 2 pudimos seguir el efecto de una comisurotomía mitral cuando este caso se transformó en clase uno. Los resultados más llamativos se vieron especialmente en el volumen sistólico, el volumen minuto y el índice cardíaco, los cuales, calculados según la fórmula de Starr, aumentaron. No variaron, en cambio,

las otras pruebas funcionales ni el bcg. Debe señalarse que este paciente se fibriló después de la operación y quedó así.

Un caso de *cardiopatía hipertensiva y arterioesclerosa* en insuficiencia cardíaca mostró, después del tratamiento, reducción de la frecuencia cardíaca, aumento de la apnea inspiratoria, disminución de la presión venosa, aceleración de la velocidad circulatoria y aumento del volumen sistólico. El paciente estaba fibrilado. El bcg, que era de grado 3 antes del tratamiento, se volvió de grado 1 y las ondas diastólicas, que eran patológicas, se normalizaron. El H-K se redujo y el I.B. aumentó.

Un caso de *cardiopatía arterioesclerosa* sin hipertensión, de clase IV, se hizo de clase II después del tratamiento. La capacidad vital y el tiempo de apnea inspiratoria aumentaron, la presión venosa se redujo francamente y la velocidad circulatoria se aceleró ligeramente. El bcg, que no pudo clasificarse en los grados de Brown, pasó a grado 3, el volumen sistólico aumentó. Dos hechos deben señalarse en relación a este paciente. En primer lugar, que tenía fibrilación auricular. En segundo lugar, que se obtuvo su mejoría mediante un tratamiento combinado de cardiotónicos, diuréticos y vitamina B₁. No podemos establecer con seguridad si la avitaminosis desempeñó un papel en su insuficiencia cardíaca.

DISCUSIÓN

Analizando los resultados obtenidos podemos observar que en los *sujetos normales*, el bcg fué siempre normal, excepto en un caso que se clasificó en grado I de Brown. Era un hombre de 35 años que mostraba también melladuras en la onda R del ECG. Las radiografías fueron normales y las pruebas funcionales mostraron en todos los casos los valores esperados.

En la *astenia neurocirculatoria*, la capacidad vital y la apnea inspiratoria estuvieron, como promedio, dentro de valores normales. Por otro lado, la presión venosa estuvo ligeramente aumentada y la velocidad circulatoria moderadamente acelerada, si se las compara con los promedios normales. El volumen sistólico, el volumen minuto y el índice cardíaco, estuvieron ligeramente aumentados. El bcg mostró una configuración normal y fué habitualmente de grado 0. Pero en la mitad de los casos la amplitud fué exagerada. El H-K

estuvo acortado y el I.B., mostró, como promedio, cifras algo mayores que en los normales.

En la *cardiopatía hipertensiva* el promedio no mostró modificación de la frecuencia cardíaca. La capacidad vital, el volumen sistólico y el índice cardíaco, se redujeron progresivamente de la clase I a la clase IV. La apnea inspiratoria estuvo especialmente reducida en la clase IV y la presión venosa y la velocidad circulatoria fueron sólo ligeramente anormales.

El bcg clasificado en los grados de Brown se ubicó en la siguiente forma: grados I a IV, en clase I; grados II a IV, en la clase II; grados III y IV en clase III; grado IV en clase IV.

El H-K no mostró modificaciones significativas y el I.B., siempre por debajo del promedio normal, no se modificó de una clase a otra.

En la clase I, las anomalías balistocardiográficas se observaron especialmente en los complejos sistólicos, siendo las ondas J las más anormales, es decir, la parte del bcg relacionada a la primera fase de expulsión sistólica. En la clase II, las ondas H y L bajas se sumaron a las anomalías de la I y de la J. En la clase III, las ondas diastólicas se volvieron más altas, especialmente al aumentar la frecuencia cardíaca. Esto lo atribuimos a un anormal lleno diastólico. En la clase IV, las anomalías de las ondas fueron muy marcadas, revelando una completa alteración de la eficiencia cardíaca. No hubo relación entre bcg, ECG y anomalías radiológicas.

En la *angina de pecho* la frecuencia cardíaca aumentó ligeramente, la capacidad vital y la apnea inspiratoria disminuyeron netamente, mientras que la presión venosa y la velocidad circulatoria no mostraron cambios significativos. El volumen sistólico, el volumen minuto y el índice cardíaco, disminuyeron progresivamente de la clase I a la clase IV.

El bcg clasificado según Brown se distribuyó así:

Grados III y IV, en clase I, (1 caso fué grado 0); grados I a IV, en clase II; grados II a IV, en clase III; grados III y IV, en clase IV.

El H-K no varió significativamente y el I.B. se redujo progresivamente al pasar de clase I a clase IV.

Las anomalías del bcg involucraron, especialmente, a las ondas sistólicas, independientemente de la clase de capacidad funcional, revelando modificaciones en la expulsión ventricular, las cuales, a pesar de la ausencia de insuficiencia cardíaca, fueron paralelas a una disminución del volumen sistólico.

El caso con bcg de grado 0, tenía pruebas funcionales normales, incluyendo el volumen sistólico calculado. Este enfermo, con típico síndrome anginoso, no tenía ateroma de aorta y el ECG mostró alteraciones atribuibles a isquemia miocárdica de la cara anterior.

En la *cardiopatía arterioesclerosa*, sin angina de pecho, la frecuencia cardíaca y la presión venosa, aumentaron progresivamente, la capacidad vital y la apnea inspiratoria se redujeron, y la velocidad circulatoria se retardó desde la clase I a la clase IV. Hubo una reducción del volumen sistólico en todos los pacientes, pero esta reducción no corrió paralelamente a la disminución de la capacidad funcional.

El bcg de acuerdo a los grados de Brown fue como sigue: grado III, en la clase I; grado I a III, en la clase II; grado II a IV, en la clase III; grado IV, en la clase IV.

El H-K aumentó ligeramente y el I.B. disminuyó progresivamente de la clase I a la III.

Las anomalías del bcg aparecieron especialmente durante la sístole y la diástole, lo que significaría que estuvieron alteradas tanto la expulsión sistólica como el lleno diastólico.

Los casos con mayor presión venosa y menor capacidad vital presentaron, generalmente, complejos más pequeños.

En resumen, puede decirse que en la cardiopatía arterioesclerosa, la disminución de la capacidad funcional está asociada a una progresiva anomalía del bcg, no solamente en relación con la configuración de las ondas sino, también, con la duración de la sístole balistocardiográfica y del índice balistocardiográfico. Esto puede comprenderse si se considera que todos los casos de clase II a clase IV se encontraban en grados diferentes de insuficiencia cardíaca y que, por lo tanto, puede inferirse que las alteraciones del bcg eran la consecuencia de la reducción progresiva de la eficiencia mecánica del corazón.

En la *estenosis mitral*, la capacidad vital, la apnea inspiratoria y el volumen sistólico estuvieron progresivamente reducidos de clase I a clase IV. Al mismo tiempo, la presión venosa se hizo más alta y la velocidad circulatoria menor.

El bcg se clasificó en la siguiente forma: grado 0 a III, en clase I; grado 0 a III, en clase II; grado II a III, en clase III; grado IV, en clase IV.

No se modificaron significativamente ni el H-K ni el I.B.

Las anomalías individuales de las ondas fueron así: en la clase I, las ondas H, I, L, M y N o sea durante la presístole, la primera fase de la expulsión ventricular y el lleno rápido, modificaciones que pueden relacionarse a la dificultad del lleno cardíaco. En la clase II se agregó una gran onda L o sea durante el período isométrico diastólico, que podía relacionarse a la anomalía del retorno venoso. En la clase III, las H, I y J fueron siempre bajas mientras las L y N eran altas. Las modificaciones de las ondas sistólicas pueden vincularse a alteraciones más avanzadas de la expulsión ventricular, mientras la anomalía de la onda N puede deberse al orificio a-v estrechado que, como lo señalara Dock², ocasiona el retroceso del corazón por ausencia de deceleración del chorro diastólico.

En la clase IV, las ondas pudieron ser analizadas solamente durante la apnea intermedia. Este paciente tenía estenosis e insuficiencia mitral con fibrilación auricular y presentaba disnea y anasarca, a pesar de estar digitalizado, mostrando H alta, J baja y L alta. La alteración de la expulsión ventricular y de la primera parte de la diástole se evidenciaron claramente por el bcg.

En la *estenosis mitral con insuficiencia aórtica*, la capacidad vital, la apnea inspiratoria, la presión venosa y la velocidad circulatoria, no cambiaron de clase I a clase II. El volumen sistólico, el volumen minuto y el índice cardíaco fueron altos en ambas clases, pero ligeramente reducidos en clase II en relación a clase I.

Más evidente fue la alteración del índice cardíaco. El bcg fue de grado 0 o I en ambas clases, el H-K fue normal y el I.B. fue normal en clase I y reducido en clase II.

En clase I la H fue en cúpula, la desviación J-K fue amplia, lo mismo que las ondas diastólicas, en relación con la amplitud general del bcg. La onda H no fue, por tanto, en forma de ángulo agudo como ocurre en la insuficiencia aórtica pura, lo que puede atribuirse a un componente presistólico vinculado a la estenosis mitral. La gran desviación J-K puede vincularse al aumento del volumen sistólico, mientras que el I.B. alto en la clase I, lo atribuimos a que la participación del ventrículo izquierdo en el bcg es más importante que la del ventrículo derecho en esta condición, tendiendo a invertir la relación habitual y modificando, por lo tanto, el I.B.

En la clase II, la onda H fue bífida¹⁰ y, a veces, baja, la I corta, la J alta y la K bífida o profunda. Las otras ondas diastólicas fueron

amplias. Las modificaciones de la H deben vincularse a la estenosis mitral, las alteraciones de la I a la disminución de la aceleración inicial de la expulsión sistólica a causa de la insuficiencia cardíaca comenzante. La reducción del I.B. puede atribuirse a la disminución de la participación del ventrículo izquierdo, que comienza a fallar, en la formación de las ondas balistocardiográficas.

En la *insuficiencia aórtica*, la capacidad vital estuvo reducida y la presión venosa aumentada, sin modificación de la velocidad circulatoria en los pacientes de la clase II a III. El volumen sistólico, el volumen minuto y el índice cardíaco fueron altos, pero el volumen minuto y el índice cardíaco estuvieron ligeramente reducidos en la clase III en relación a la clase II, siendo estos resultados similares a los obtenidos utilizando métodos directos e indirectos por otros autores⁸. El bcg, clasificado según Brown, estuvo entre los grados I y III en la clase II y fué de grado 0 en la clase III. El H-K fué normal y el I.B. fué normal pero más alto en la clase II que en la clase III.

La onda H estuvo alterada en ambas clases, la I fué corta en la clase II, pero más corta en la clase III. La J fué baja en la clase I y alta en la clase III. Las ondas diastólicas fueron amplias en ambas clases. Las ondas con mayor amplitud, especialmente las diastólicas, correspondieron a los índices cardíacos más altos.

La modificación de las ondas balistocardiográficas, especialmente de la I, puede relacionarse a la iniciación de la insuficiencia cardíaca que modifica la forma de la curva de expulsión ventricular. Las ondas diastólicas altas deben relacionarse a la alteración del lleno diastólico. Por lo tanto, el bcg. fué de grado 0, debido al tipo de deformidad valvular y al volumen sistólico aumentado.

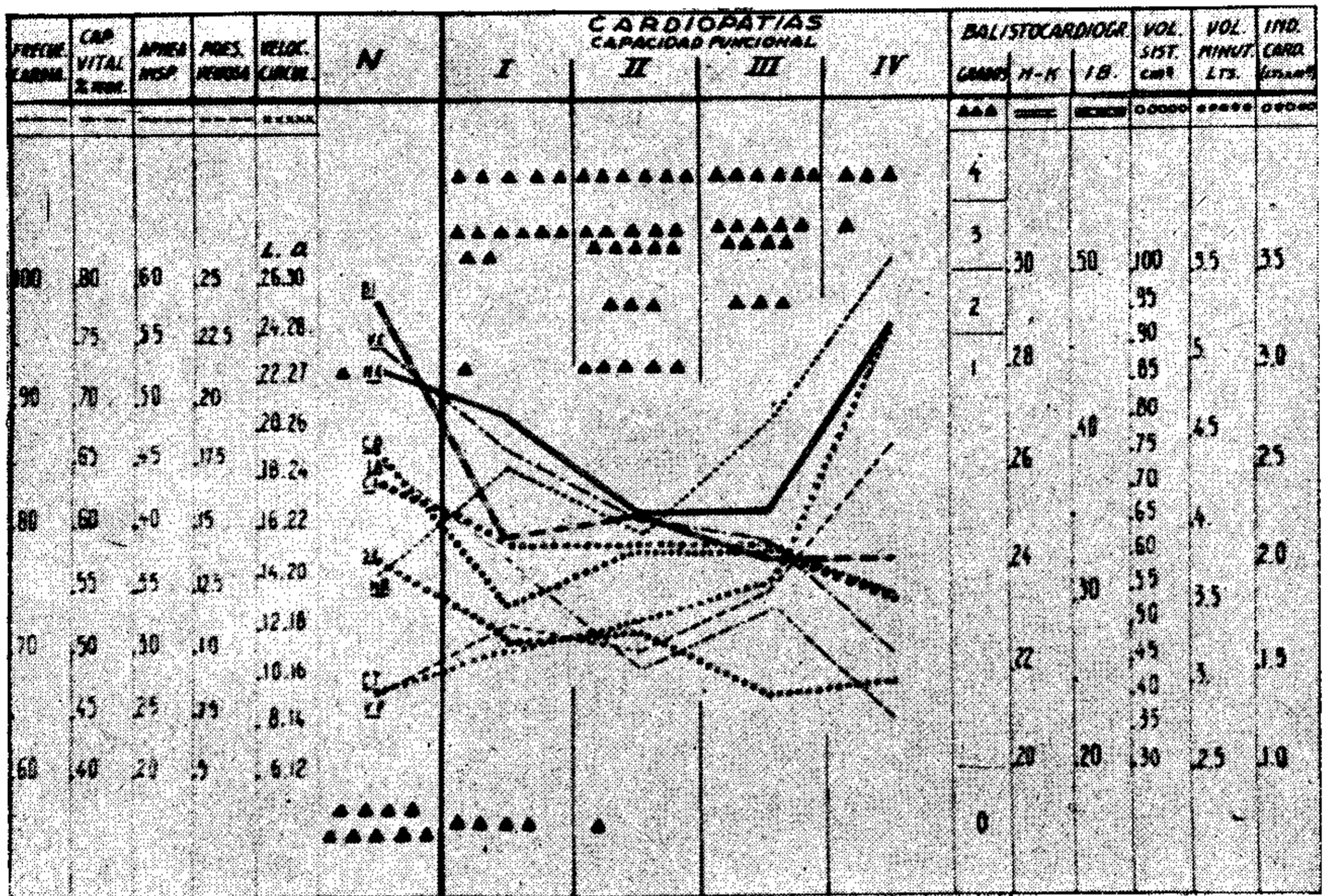
No hubo relación entre ECG, imagen radiológica, factor etiológico, pruebas funcionales y bcg.

En lo que respecta a las *cardiopatías en evolución*, el bcg reflejó, paralelamente a las pruebas funcionales, la mejoría de los pacientes estudiados, que aumentaron después del tratamiento, su capacidad funcional.

Los resultados obtenidos en 67 cardiopatas, agrupados según su capacidad funcional (cuadro n° 1), excluyendo los casos de insuficiencia aórtica y los de astenia neurocirculatoria que producen modificaciones del volumen sistólico y del bcg opuestas a las de

otras cardiopatías, fueron analizados. Haciendo el promedio de los resultados obtenidos, pudo observarse que:

a) La frecuencia cardíaca aumentó más evidentemente en las clases III y IV, la capacidad vital disminuyó progresivamente, la apnea inspiratoria se redujo, la presión venosa aumentó especialmente en las clases III y IV, la velocidad circulatoria disminuyó progresivamente especialmente en las clases III y IV, el volumen sistólico disminuyó gradualmente; el volumen minuto, aún cuando reducido en los cardiópatas en relación a los normales, no mostró



Cuadro N° 1: Las alteraciones balistocardiográficas en relación a los distintos grados de capacidad funcional y a algunas pruebas funcionales. Se advierte que el índice balistocardiográfico (B.I.) se hace más pequeño y el balistocardiograma más patológico (de acuerdo a los grados de Brown), simultáneamente a la reducción de la capacidad funcional, al retardo de la velocidad circulatoria, a la disminución de la capacidad vital, al aumento de la frecuencia cardíaca, y a la reducción del volumen sistólico calculado. En este cuadro no figuran los pacientes con astenia neurocirculatoria o insuficiencia aórtica.

variaciones significativas en las diferentes clases de capacidad funcional y el índice cardíaco estuvo moderadamente reducido a partir de la clase II.

b) El bcg fué generalmente de grado O en los normales; en los cardiópatas pertenecientes a la clase I, sólo el 22 % presentó grado 0, el 5 % fué de grado I y los otros pertenecieron al grado III

o IV. En la clase II, sólo el 4 % perteneció al grado 0, los restantes se clasificaron entre los grados I y IV. En la clase III, ningún bcg fué de grado 0 o I, perteneciendo todos a los grados II, III y IV. En la clase IV, todos los bcg fueron de grado III o IV. El I. B. estuvo claramente reducido en la clase I y todavía más reducido en las clases III y IV. El H-K varió en forma no significativa.

c) En los casos con insuficiencia cardíaca debidos a deformidades valvulares, cardiopatía arterioesclerosa o hipertensiva, las modificaciones involucraron a las ondas sistólicas y diastólicas a medida que se redujo la capacidad funcional. En los casos de angina de pecho, las alteraciones involucraron especialmente a las ondas sistólicas.

d) En los casos de insuficiencia cardíaca asociados a cardiopatías con volumen sistólico alto, en la insuficiencia aórtica, por ejemplo, el bcg tiende a adoptar una forma más normal. Como fué señalado por Dock en el beriberi y en la anemia, el bcg no revela claramente las anormalidades que se evidencian en las pruebas funcionales.

De lo que se ha dicho, puede deducirse que, en las condiciones circulatorias después de excluidos los casos capaces de aumentar el volumen sistólico y acelerar la velocidad circulatoria sin modificar la presión venosa, el bcg se vuelve más patológico a medida que la capacidad funcional disminuye y que esta anormalidad corre paralela al aumento de la frecuencia cardíaca, a la disminución de la capacidad vital y de la apnea inspiratoria, al aumento de la presión venosa, al retardo de la velocidad circulatoria y a la reducción del volumen sistólico calculado. Sin embargo, ciertas cardiopatías, en particular la hipertensiva y la arterioesclerosa, pueden presentar, aún en los pacientes de la clase I, bcg tan patológicos como en la clase IV. El bcg aislado y sin la ayuda de otros elementos, no sería, por lo tanto, un recurso lo suficientemente seguro para clasificar un paciente en un grado particular de capacidad funcional, pero su valor es evidente si se lo considera simultáneamente con otras pruebas funcionales simples, principalmente la capacidad vital, la presión venosa y la velocidad circulatoria.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. — Diez sujetos normales, 6 casos de astenia neurocirculatoria

típica, 26 de cardiopatía hipertensiva, 20 casos de angina de pecho (3 de ellos con infarto de miocardio cicatrizado), 8 casos de cardiopatía arteriosclerosa, 13 casos de estenosis mitral, 4 casos de estenosis mitral con insuficiencia aórtica y 5 casos de insuficiencia aórtica pura, fueron estudiados. Todos los pacientes con cardiopatía orgánica fueron clasificados en las clases I a IV de capacidad funcional.

2. — En todos los sujetos normales, lo mismo que en los cardíacos se practicó, además del examen de rutina y de las determinaciones habituales de laboratorio, los siguientes estudios: electrocardiograma, teleradiografía, balistocardiograma con un dispositivo electromagnético, capacidad vital, presión venosa, velocidad circulatoria y apnea inspiratoria. El volumen sistólico fué calculado de acuerdo a la fórmula de Starr de la presión sanguínea y de la edad, determinándose luego el volumen minuto y el índice cardíaco.

3. — Las cifras obtenidas en los sujetos normales fueron utilizadas para compararlas con las registradas en los cardíacos. En la *astenia neurocirculatoria*, la capacidad vital y la apnea inspiratoria estuvieron ligeramente disminuídas, la velocidad circulatoria moderadamente acelerada y la presión venosa ligeramente aumentada, como promedio. El volumen sistólico fué más alto en relación con los sujetos normales y el bcg mostró, como regla ondas más grandes.

4. — En la *cardiopatía hipertensiva*, con excepción de un caso de clase I que tenía bcg de grado 0, todos presentaron bcg anormales. Las anomalías involucraron especialmente a los complejos sistólicos en los pacientes de clase I, afectando también los diastólicos en los de clase III y IV. Las pruebas funcionales fueron más o menos paralelas a las anormalidades del bcg.

5. — La *angina de pecho* produjo alteración del bcg aún en los pacientes de clase I que no tenían anormalidades evidentes de las pruebas funcionales, salvo en lo que respecta a la reducción del volumen sistólico calculado, lo mismo que a la del volumen minuto y a la del índice cardíaco. Las anormalidades involucraron fundamentalmente a las ondas sistólicas, revelando modificaciones de la expulsión ventricular, las cuales, a pesar de la ausencia de insuficiencia cardíaca clínicamente demostrable, corrieron paralelas a la disminución del volumen sistólico.

6. — Los pacientes con *cardiopatía arteriosclerosa* presentaron

disminución de la capacidad funcional, que se reveló, no solamente por los síntomas sino también por las pruebas funcionales, lo que se asoció a una progresiva anormalidad del bcg, tanto en las ondas sistólicas como diastólicas. Puede pues inferirse que las alteraciones del bcg son una consecuencia de la reducción progresiva en la eficiencia mecánica del corazón.

7. — Las alteraciones del bcg en la *estenosis mitral* involucraron a las ondas presistólicas y diastólicas, pero a partir de la clase III, las ondas sistólicas estuvieron también deformadas, revelando una progresiva alteración, tanto de la expulsión como del lleno diastólico ventricular. Estas modificaciones se redujeron a sólo un acortamiento de las ondas I en los pacientes con estenosis mitral más insuficiencia aórtica de clase II deformidad valvular combinada que produce en el bcg complejos amplios, simultáneamente a un aumento del volumen sistólico calculado.

8. — En la *insuficiencia aórtica* el bcg mostró ondas amplias, independientes en general de la clase de capacidad funcional, lo que significa que, en estos casos, el análisis grosero del bcg no puede expresar la alteración de la eficiencia mecánica del corazón.

9. — En los cardiópatas con diferentes grados de *insuficiencia cardíaca* el tratamiento que mejora la capacidad funcional produce simultáneamente, la mejoría del bcg.

10. — Excluyendo los casos de insuficiencia aórtica y astenia neurocirculatoria, se agruparon 67 cardiópatas según su capacidad funcional y se analizaron los resultados obtenidos en el balistocardiograma y distintas pruebas funcionales. Se observó la disminución progresiva de la capacidad vital, la disminución del tiempo de apnea inspiratoria, el retardo de la velocidad circulatoria, la reducción del volumen sistólico calculado y el aumento de la presión venosa. Al mismo tiempo, la anormalidad del bcg se hizo más marcada, tanto en lo que respecta a los grados de Brown como al índice balistocardiográfico y a la deformidad de las ondas, individualmente. En los casos de angina de pecho las alteraciones involucraron, especialmente, las ondas sistólicas mientras en la cardiopatía arterioesclerosa, en la hipertensiva y en la insuficiencia cardíaca causada por deformidades valvulares, las modificaciones involucraron tanto a las ondas sistólicas como diastólicas, al reducirse la capacidad funcional.

En los casos de insuficiencia cardíaca con volumen minuto aumentado, el bcg tiende a ser normal, a pesar de la disminución de la capacidad funcional.

11. — En resumen, puede deducirse que en los cardiópatas, después de excluir los casos capaces de aumentar el volumen sistólico y acelerar la velocidad circulatoria, el bcg se vuelve más patológico a medida que disminuye la capacidad funcional y que esta anomalía corre paralela al aumento de la frecuencia cardíaca, a la disminución de la capacidad vital y de la apnea inspiratoria, al aumento de la presión venosa y a la reducción de la velocidad circulatoria y del volumen sistólico calculado. Sin embargo, el bcg aislado, sin la ayuda de otros elementos, no es índice seguro para clasificar un cardíaco en una clase determinada de capacidad funcional ya que puede ser anormal aún en los de clase I afectados por cardiopatía hipertensiva, arterioesclerosa o angina de pecho. Su valor se vuelve más evidente si se lo considera simultáneamente con otras pruebas funcionales simples. En este caso y en cierta medida, consideramos que el bcg proporciona un método objetivo complementario para clasificar un cardíaco en su capacidad funcional respectiva.

BIBLIOGRAFIA

1. *Starr, I., Horwitz, O., Mayock, R. L., Krumbhaar, E. B.* — "Standardization of the Ballistocardiogram by simulation of the heart's function at necropsy; with a clinical method for the estimation of the cardiac strength and normal standards for it". *Circulation*, 1950, 1, 1073.
2. *Dock, W., Mandelbaum, H., Mandelbaum, R.* — "Clinical ballistocardiography". The C. V. Mosby & Co. St. Louis, 1953.
3. *Nomenclature and criteria for diagnosis of diseases of the Heart and Blood Vessels* by the Criteria Committee of the New York Heart Association, 5th. ed. New York, 1953.
4. *Starr, I., Schnabel, T. G., Askovitz, S. I., Schild, A.* — Studies made by simulating systole at necropsy. IV. On the relation between pulse pressure and cardiac stroke volume, leading to a clinical method of estimating cardiac output from blood pressure and age. *Circulation*, 1954, 9, 648.
5. *Starr, I.* — Clinical Tests of the simple method of estimating stroke volume from blood pressure and age. *Circulation*, 1954, 9, 664.
6. *Brown, H. R., De Lalla, V.* — The diagnostic significance of the respiratory variation in the ballistocardiogram. *J. Clin. Investigation* 1948, 27, 526.
7. *Brown, H. R., De Lalla, V., Epstein, M. A., Hoffman, M. J.* — *Clinical Ballistocardiography*. The Macmillan Co. New York, 1952.

8. *Suárez, J. R.* — El volumen minuto cardíaco en condiciones normales y patológicas. El Ateneo, Buenos Aires, 1950.
9. *Soldati, L. de, Mejía, R. H., Navarro Viola, R.* — El Balistocardiograma en la angina de pecho y en el infarto del miocardio, *Rev. Arg. de Cardiología*, 1951, 18, 153.
10. *Soldati, L. de, Mejía, R. H., Navarro Viola, R.* — El balistocardiograma en algunas deformidades valvulares y anomalías congénitas. *Rev. Arg. de Cardiología*, 1951, 18, 189.
11. *Soldati, L. de, Navarro Viola, R. y Mejía, R. H.* — Curvas balistocardiográficas en los bloqueos de rama, ritmo idioventricular y algunas taquicardias paroxísticas. *Rev. Arg. de Cardiología*, 1952, 19, 188.

R É S U M É

On étudia 10 personnes normales, 6 avec asthénie neurocirculatoire, 26 avec cardiopathie hypertensive, 20 avec angine de poitrine (3 desquelles avec infarctus cicatrisé), 8 avec cardiopathie artériosclérosée, 13 avec sténose mitrale, 4 avec sténose mitrale et insuffisance aortique et 5 avec insuffisance aortique pure. En plus de l'examen clinique complet on fit les investigations suivantes: de balistocardiogramme (electromagnétique) et volume systolique, volume minute et index cardiaque, calculés selon la formule de Sterr (préssion artérielle et âge). Les résultats obtenus permettent de déduire que, exception faite des cas d'insuffisance cardiaque avec volume minute augmenté, et temps de circulation raccourci, le balistocardiogramme se fait d'autant plus anormal quand la capacité fonctionnelle diminue, étant cette anormalité parallèle à l'augmentation de la fréquence cardiaque et de la préssion veineuse, à la diminution de la capacité vitale et du temps d'apnée inspiratoire, à la prolongation du temps de velocity circulatoire et à la réduction du volume systolique calculé. Pourtant, le balistocardiogramme isolé, sans l'aide des autres éléments d'examen, n'est pas un indice sûr pour classier le cardiaque dans une classe déterminée de capacité fonctionnelle (I à IV) étant donné qu'il peut être anormal même dans ceux de la classe I, ayant une cardiopathie hypertensive ou artériosclérose, ou bien une angine de poitrine. La valeur augmenta si on le considère simultanément avec d'autres simples preuves fonctionnelles. En ce sens on considère que le balistocardiogramme constitue une méthode objective complémentaire, pour classier les malades selon leur capacité fonctionnelle respective.

SUMMARY

Ten young normal subjects, 6 cases of typical neurocirculatory asthenia, 26 cases of hypertensive heart disease, 20 cases of angor pectoris (three of them with a pattern of healed myocardial infarction), 8 cases of arteriosclerotic heart disease, 13 cases of mitral stenosis, 4 cases of mitral stenosis with aortic insufficiency, and 5 cases of pure aortic insufficiency were studied. All patients who presented organic heart disease were classified in classes I to IV of functional capacity.

In all normal subjects, used for comparison purposes, as also in heart

patients, additionally to routine examination and to the usual laboratory determinations the following studies were performed: electrocardiogram, teleroentgenography, ballistocardiogram with an electromagnetic device, vital capacity, venous pressure, circulation time, inspiratory apnea and stroke volume, cardiac output and cardiac index calculated from Starr's formula from blood pressure and age.

In summary it may be deduced that in circulatory conditions after excluding cases capable of increasing stroke volume and accelerating circulation time, the ballistocardiogram becomes more abnormal as the functional capacity decreases and this abnormality is parallel to the increase of heart, decrease in vital capacity and inspiratory apnea, increase in venous pressure, prolongation of circulation time and reduction of the estimated stroke volume. Notwithstanding isolated ballistocardiogram without the help of other elements does not give an accurate index to classify a heart patient in a particular class of functional capacity since it can be abnormal even in class I patients affected by hypertensive and arteriosclerotic heart disease or angor pectoris. Its value becomes more evident if it is considered simultaneously to other simple functional tests. In this case and to a certain degree we consider that the ballistocardiogram affords a complementary method of objective classification of heart patients in their respective functional capacity.

ZUSAMMENFASSUNG

Man untersuchte 10 gesunde Personen, 6 mit neurozirkulatorischer Schwäche, 26 mit durch Blutdruck hervorgerufenen Krankheiten des Herzens, 20 mit Angina pectoris (davon 3 mit geheiltem Herzinfarkt), 8 mit arteriosklerotischen Herzerkrankungen, 13 mit Mitral stenose, 4 mit Mitralstenose und Aorteninsuffizienz und 5 mit reiner Aorteninsuffizienz. Ausser vollkommen klinischen Untersuchungen wurden folgende Proben durchgeführt (elektromagnetisches): Balistokardiogramm und systolisches Volumen, Minuten-volumen und Herzindex, nach der Starr'schen Formel berechnet (blutdruck und Alter).

Die erhaltenen Daten erlauben der Schluss, dass, mit Ausnahme der Fälle von Herzinsuffizienz mit gesteigertem Minutenvolumen und verkürzter Umlaufzeit das Balistogramm umso stärker von der Norm abweicht, je mehr die funktionelle Kapazität vermindert ist, wobei die Abweichung parallel läuft mit der Verminderung der Vitalkapazität und der Dauer der inspiratorischen Apnoe, mit der Verlängerung der Umlaufzeit und mit der Verminderung des errechneten Minutenvolumens. Das Balistkardiogramm ist jedoch für sich alleine ohne Zuhilfenahme der übrigen Untersuchungselemente kein sicherer Anhaltspunkt zur Einreihung der Herzkranken in eine bestimmte Klasse funktioneller Kapazität (I-IV) da es auch bei Kranken der Klasse I, die an Bluthruckerkrankungen des Herzens, an Arteriosklerose oder an Angina pect. leiden, abnormal sein kann. Sein Wert steigt, wenn man es zugleich mit anderen Funktionsproben beurteilt. In diesen Sinne betrachtet man das Balistokardiogramm als eine objektive Hilfsmethode, um die Patienten in die jeweils entsprechende Klasse der funktionellen Kapazität einzureihen.