

## PRUEBA DE ESFUERZO COMPARATIVA ELECTROCARDIOGRAFICA-BALISTOCARDIOGRAFICA\*

HUMBERTO ALARCÓN FALCÓN

Uno de los problemas en la asistencia de los pacientes coronarios es la exacta evaluación del estado funcional de miocardio. Los aportes de Master (25, 26), mediante el Test de Esfuerzo Electrocardiográfico constituyen de por sí un aspecto doctrinario en la evaluación del estado de suficiencia coronaria. Sin embargo, los resultados seudonegativos según Scherf y Schaffer (33) se pueden encontrar en un 20%, y, aún el mismo Master considera en más del 50%.

Investigaciones recientes de Simonson (34, 35, 36), revisa la incidencia que debe ser tenida en cuenta asimismo de resultados seudopositivos.

Debe recordarse que si un Test de Esfuerzo da resultado negativo, no es garantía para exceptuar la inminencia de insuficiencia coronaria a posteriori (12).

Con la introducción de la Balistocardiografía Práctica mediante el sistema de Dock (10, 11), es posible insistir en averiguar por este método el más exacto comportamiento del miocardio en sujetos con enfermedad coronaria.

Se admite que el estudio balistocardiográfico es de valor para detectar insuficiencia coronaria (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 32, 38, 39, 40, 41), y, según puntualizó Starr (38, 39), su efectividad en la detección precoz.

La evaluación comparativa Electrocardiográfico-Balistocardiográfica simultánea aplicada en el Test de Esfuerzo puede ser procedente por

---

\* Extracto de la tesis presentada por el autor para optar el título de Bachiller en Medicina, en octubre de 1963, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

lo tanto, y serviría para brindar una exploración más significativa desde el punto de vista funcional del miocardio. (37, 38, 39).

El objeto del presente trabajo es estudiar en qué medida hay o no correlación entre las modificaciones electrocardiográficas y balistocardiográficas al esfuerzo, y poder juzgar si mediante este método comparativo puede modificarse el criterio de los resultados seudonegativos o seudopositivos del Test de Master clásico aislado (25, 26), y, al mismo tiempo, interpretar la magnitud del significado de las alteraciones balistocardiográficas, cuya sensibilidad y, por consiguiente, inespecificidad es un aspecto desde antes conocido (19, 38).

Debido a la escasez de publicaciones en la literatura especializada es que se ha considerado, en primer lugar, el estudio de sujetos sin enfermedad cardiovascular de diferentes edades, en quienes el Test ECG-BGG\* se ha efectuado, y cuyos resultados una vez obtenidos se podrán comparar con aquellos de la investigación en pacientes con cardiopatía coronaria. En esta forma, antes de decidir una definición podremos valorar de acuerdo a las variaciones que exhiban los sujetos normales, sobre todo por el hecho ampliamente demostrado de las variaciones etarias en el balistocardiograma (1, 4, 5, 8, 9, 21, 27, 28, 39).

Finalmente, se intenta contribuir en ésta forma al mejor conocimiento clínico-funcional del paciente coronario, sobre bases de utilidad práctica.

## MATERIAL Y METODOS

En el Servicio de Cardiología del Hospital Central del Empleado se ha realizado el estudio en 110 sujetos varones, en los cuales se hizo el registro simultáneo del EGG y del BGG, distribuyéndoseles en dos grupos, cuyas edades se consignan en el cuadro 1, y son:

- I. Sujetos sin enfermedad cardiovascular.
- II. Sujetos con cardiopatía coronaria.

El primer grupo estuvo constituido por 60 sujetos, cuyas edades oscilaron entre 18 y 60 años, con una edad promedio de 33.80; obtenido de estudiantes de medicina y de empleados, que no presentaban sínto-

---

\* TEST Electrocardiográfico — Balistocardiográfico.

más ni signos cardiovasculares, respiratorios, ni patología evidente de otros órganos o sistemas, con placas radiográficas de pulmones normales.

El segundo grupo estuvo constituido por 50 pacientes, cuyas edades fluctuaban entre 35 y 73 años, con una edad promedio de 56.36, que previamente tenían diagnóstico clínico y electrocardiográfico de: Infarto Miocárdico Antiguo en 30 casos, de los cuales 12 padecían de Angor Péctoris al momento de hacer el estudio; y 20 casos de pacientes con Angor Péctoris sin infarto. En éste grupo se seleccionó sólo a los comprendidos en las Clases I o II de acuerdo a la Clasificación según capacidad funcional cardíaca de la American Medical Association (29).

Los casos de Infarto Miocárdico Antiguo fueron pacientes que se habían recuperado del episodio agudo ocurrido 5 meses a 12 años antes del presente estudio, todos ellos con un sólo episodio de Infarto de Miocardio demostrado.

**Cuadro N° 1. Distribución de 110 casos según grupos por edad  
Lima, Perú: 1963**

GRUPO	TOTAL	EDAD EN AÑOS		
		18-37	38-57	58-77
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>			
I.— Sujetos Normales * . . . . .	60	41	17	2
II.— Sujetos con Cardiopatía Coronaria				
A.— Infarto Miocárdico Antiguo	30	1**	16	13
B.— Angor Péctoris . . . . .	20	—	10	10

\* = Sin enfermedad cardiovascular.

\*\* = Caso de 35 años de edad.

### Técnica

Todos los sujetos no ingirieron alimentos 2 horas o más antes del registro simultáneo ECG-BCG, realizándose el examen BCG según la técnica usual después de un período de reposo de 15 minutos sobre una mesa estática fija, con el sujeto en posición de cúbito dorsal, habiéndose efectuado los registros simultáneos ECG—BCG en 4 fases sucesivas:

1. Respiración Normal.
2. Apnea Intermedia.
3. Apnea Post-Inspiratoria.
4. Apnea Post-Espiratoria

Previamente se hizo un registro electrocardiográfico basal, tomándose las 12 derivaciones habituales: clásicas y precordiales.

Todos fueron sometidos al TEST de ESFUERZO según el METODO DE SIMONSON (34), o sea de trabajo standard: subir y bajar una grada de 12 pulgadas de altura a un promedio de 20 escalones por minuto durante 2 minutos y medio.

Inmediatamente después del esfuerzo y vuelto el sujeto a su posición inicial se hicieron los registros simultáneos al 1', 3' y 5' de terminado el TEST; habiéndose seleccionado para la apreciación simultánea, en el ECG las derivaciones: DI - DII - V4 y V5 o V5 y V6, y en el BCG las cuatro fases ya mencionadas. Varios ejemplos de los trazados obtenidos se incluyen en las figuras: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

#### Equipo.

Se empleó el Balistocardiógrafo Electromagnético tipo directo, de WILLIAM DOCK (10, 11), registro de velocidad, modelo BG-1.

Se utilizó la inscripción directa en Electrocardiógrafo SANBORN TWIN VISO RECORDER, Modelo 60-1300, sistema de dos canales.

La sensibilidad fue:

1. Para el ECG: 1 cm. igual 1 milivoltio.
2. Para el BCG: 0.5 cm. igual 1 milivoltio.

Los registros fueron hechos a velocidad de 25 mm. por segundo.

#### Análisis de los registros.

El criterio de positividad en el TEST DE ESFUERZO desde el punto de vista Electrocardiográfico fue el recomendado por Goldman (16).

Se consideró como *Positivo* la aparición de cualquiera de estas anomalías:

- a. El desnivel inferior del Segmento S-T de 1 mm. o más.
- b. Modificaciones significativas de la onda T.
- c. Aparición de taquiarritmias.

Además; se consideró resultado *Dudoso*, cuando el desnivel inferior del Segmento S-T fue de 0.5 a 0.9 mm.

Se consideró como respuesta *Positiva* Balistocardiográfica al TEST DE ESFUERZO el cambio de un registro normal en otro anormal o el incremento del grado de anormalidad previa (7).

Para el criterio de anormalidad del BCG se tuvo en cuenta el examen analítico cualitativo y cuantitativo de los componentes de los complejos balísticos. Desde el punto de vista cualitativo se hizo un estudio completo de los trazados, considerándose el examen de los complejos sistólicos y diastólicos, el estudio de sus ondas y deflexiones en cuanto a sus diferentes caracteres: morfología, regularidad, definición, amplitud y variaciones respiratorias.

En el aspecto cuantitativo se estudió fundamentalmente el complejo HIJK (21), realizándose mediciones en mm. de la longitud de las deflexiones HI — IJ y JK en las fases de Apneas Post-Inspiratoria y Post-Espiratoria.

Todos estos estudios se hicieron tanto en los balistocardiogramas de reposo como en los balistocardiogramas post-test de esfuerzo, habiéndose realizado, además, en estos últimos las mediciones de los componentes del complejo sistólico al 1'-3' y 5' en las 2 fases ya mencionadas. Se consideraron los valores promedios que resultaron de las mediciones correspondientes en tres complejos balísticos disimiles dentro de la misma fase respiratoria, habiéndose aplicado fórmulas estadísticas (18) a los hallazgos obtenidos y el resultado expresado en Valores Promedios, considerando el Error Standard de la Media, la Desviación Standard con su Error Standard, el Coeficiente de Variación y los Valores Extremos. Los resultados obtenidos se muestran en los cuadros 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15; y en las tablas 1, 2, 3 y 4.

La anormalidad balistocardiográfica fue catalogada de acuerdo a los Grados I-II-III y IV de las Clasificaciones de Brown (2) y Dock (10) complementadas.

## RESULTADOS Y COMENTARIO

Habiendo sido la finalidad del presente estudio indagar la posible correlación existente entre las alteraciones electrocardiográficas y balistocardiográficas en condiciones de esfuerzo, es que se ha creído conveniente antes de valorar a los pacientes con diagnóstico clínico y electrocardiográfico de cardiopatía coronaria hacer una apreciación previa

en un grupo de sujetos normales desde el punto de vista cardiovascular; y, teniendo en cuenta un reparo, como precisa Makinson (20) de que, las variaciones en sujetos normales se presentan a veces con amplio margen. Otro concepto a considerar son las variaciones etarias que, ha sido bien establecido, son frecuentes en el balistocardiograma.

#### I. Estudio en sujetos normales: 60 casos.

La respuesta BCG al TE \* en los 60 sujetos normotensos sin enfermedad cardiovascular evidente fué predominantemente un aumento de amplitud de los complejos HIJK. Las deflexiones HIIJ y JK de los BCGs fueron de mayor amplitud tanto en reposo como post-TE en la fase de Apnea Post-Espiratoria que en la de Apnea Post-Inspiratoria en un mayor número de casos. (Considerando las mediciones cuantitativas de éstas deflexiones): tablas 1 y 2, y tomando en cuenta los Valores Promedios la mayor amplitud correspondió a la fase de apnea post-espírotoria, (considerando los valores promedios del grupo en total, como puede verse en los cuadros 4, 5, 6, 7, 8, y 9). Hallazgos que también han sido reportados por observaciones similares hechas en sujetos normales (1, 6), en los que, según dichos autores es frecuente observar que los trazos registrados en apnea espiratoria, suelen ser de mayor amplitud y hasta más regulares que los obtenidos en apnea inspiratoria, lo cual difiere de lo encontrado durante la fase de respiración normal, donde ocurre lo contrario, es decir, los complejos balísticos correspondientes a la fase inspiratoria son más amplios que los registrados en la fase espiratoria; estas afirmaciones concuerdan con nuestros hallazgos. Según Cossio y Mosso (6), esto se debería a que intervendrían varios factores: cambios de posición del corazón, modificaciones del volumen minuto, variaciones de la presión intrapulmonar y que durante la fase de apnea espiratoria el corazón encuentra menos resistencia y por ello los desplazamientos del cuerpo son más amplios, es decir, que luego del impacto cardíaco el cuerpo puede vibrar más; mientras que en la fase de apnea inspiratoria, stando distendido el tejido pulmonar, el corazón queda rodeado por un "colchón neumático" determinando que la contracción cardíaca haga desplazar menos al cuerpo por haber más resistencia, lo cual sirve de "amortiguamiento".

Si bien estos hallazgos han sido reportados por algunos investiga-

---

\* Test de Esfuerzo (METODO DE SIMONSON).

dores, se comprende que esto sea así por cuanto no todos realizan los registros balistocardiográficos en las cuatro fases mencionadas.

En nuestros 60 casos normales las deflexiones HI - IJ y JK aumentaron cuantitativamente en los trazados post-TE en las cuatro fases registradas. La mayor diferencia de amplitud de los valores promedios correspondió al segundo JK post-TE en la fase de apnea post-inspiratoria (comparado a los BCGs de reposo), siendo la diferencia promedio del grupo en total de 3.34 mm. como se muestra en el cuadro 20. Los valores promedios de estas deflexiones en las fases de apnea: post-inspiratoria y post-espíriatoria se dan en detalle en los cuadros 4, 5, 6, 7, 8, y 9.

De los 60 casos de este grupo los BCGs de reposo fueron normales en 38 casos (63.33%), de los cuales 6 (15.78%) pasaron a Grado I de anormalidad (según las clasificaciones de BROWN y DOCK), dando así una respuesta positiva BCG al TE en 6 casos.

Los 22 casos restantes (36.67%), tuvieron BCGs de reposo anormales que correspondieron a los siguientes grados:

Grado I en 13 casos (21.67%), de los cuales 4 casos (30.77%) mejoraron a Grado 0, 1 caso (7.69%) pasó a Grado II y el caso restante (7.69%) pasó a Grado III; habiendo de este modo una respuesta positiva BCG al TE en 2 casos.

Anormalidad Grado II en reposo estuvo presente en 8 casos (13.33%), de los cuales 1 caso (12.50%) mejoró a Grado I, y 3 casos (37.50%) empeoraron a Grado III; dando así una respuesta positiva BCG al TE en 3 casos.

Anormalidad Grado III en reposo se encontró sólo en 1 caso (1.67% que al TE mejoró a Grado II.

El total de positividad BCG al TE fué por lo tanto de 11 casos (18.33%). Estos resultados fueron tomados del cuadro 2.

Para un mejor estudio se hizo la subdivisión del grupo de sujetos normales en 2 subgrupos:

- a.— Menores de 35 años: 40 casos.
- b.— Mayores de 35 años: 20 casos:

Habiéndose encontrado en el segundo subgrupo mayor incidencia de anormalidad BCG en reposo y post-TE y una mayor incidencia también de respuesta positiva BCG al TE (en 7 casos de los 11 del grupo en total). Lo figura 1 y el cuadro 24 dan una idea clara de los resultados obtenidos en estos sub-grupos.

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Mandelbaum, (24) y, la mayor incidencia de anormalidad BCG éra de esperarse por cuanto esto es algo frecuente encontrar en personas normales de mayor edad como ha sido observado y reportado por una serie de investigadores. (1, 4, 5, 8, 9, 21, 27, 28, 39).

Cabe hacer notar que en 6 casos (10%) se observó la deflexión IJ de menor voltaje en la fase de apnea post-inspiratoria, que estuvo presente en los BCGs de reposo y ó post-TE (casos 1, 2, 3, 5, 29 y 53).

En cuanto al estudio del ECG en este grupo: se encontró trazados ECG gráficos de reposo normales en el 100% de los casos.

Los ECGs post-TE dieron: respuesta *Negativa* en 55 casos (91.67%) y *Dudosa* en 5 casos (8.33%). No hubo respuesta positiva ECG al TE.

Debe anotarse que los casos con respuesta dudosa en ausencia de cuadro clínico se interpretan como normales.

De los 40 casos del subgrupo de menores de 35 años de edad, la respuesta ECG al TE fué: *Negativa* en 38 casos (95.00%) y *Dudosa* en 2 casos (5%).

De los 20 casos del subgrupo de mayores de 35 años la respuesta ECG al TE fué: *Negativa* en 17 casos (85.00%) y *Dudosa* en 3 casos (15.00%).

En resumen, en el grupo de sujetos normales (Sin enfermedad cardiovascular), el BCG de reposo fué normal en 38 casos, (63.33%) y anormal en 22 casos (36.67%); con una respuesta positiva BCG al TE en 11 casos (18.33%). El ECG de reposo fué normal en el 100% de los casos y la respuesta positiva ECG al TE fué nula. Estos resultados se dan en los cuadros 2 y 3.

De lo cual se deduce que hubo una mayor incidencia de anormalidad BCG en reposo y también una mayor respuesta positiva al TE, no habiendo ocurrido esto en el ECG, el cual permaneció indiferente.

#### Cuadro 2. BCG en reposo en 60 sujetos normales

BCG NORMAL	BCG ANORMAL
38 casos = 63.33%	22 casos = 36.67%

BCG = Balistocardiograma.

**Cuadro 3 Respuesta Positiva al TE\* en 60 sujetos normales**

ECG	BCG
0.00%	18.33%

\* = Test de Esfuerzo.  
 ECG = Electrocardiograma.  
 BCG = Balistocardiograma.

#### ESTUDIO COMPARATIVO ECG-BCG EN SUJETOS NORMALES Y EN PACIENTES CON CARDIOPATIA CORONARIA

En un estudio paralelo y al mismo tiempo comparativo entre el grupo normal y el de pacientes coronarios, haciendo un sumario de los hallazgos obtenidos se puede exponer:

En el grupo normal, en un mayor número de casos, las deflexiones HI—IJ y JK de los BCGs, fueron cuantitativamente de mayor amplitud tanto en reposo como post-TE en la fase de Apnea Post-Espiratoria, y considerando los Valores Promedios del grupo, la mayor amplitud correspondió a esta fase del ciclo respiratorio. Mientras que en el grupo coronario de 28 pacientes seleccionados (que tenían anomalía BC Gráfica en reposo de Grado I ó II) esto mismo ocurrió en la fase de Apnea Post-Inspiratoria.

En ambos grupos los complejos HIJK del BCG aumentaron de amplitud en los trazados registrados post-TE y en ambos la mayor diferencia de amplitud de los Valores Promedios post-TE correspondió a la deflexión JK en la fase de Apnea Post-Inspiratoria (comparado a los BCGs en reposo), pero con una diferencia de los Valores Promedios algo mayor en el grupo coronario: de 5.07 mm., mientras que en el grupo normal fué de 3.34 mm., como puede verse en el cuadro 4.

**Cuadro 4** Diferencia de los valores promedios de las deflexiones HI IJ y JK de los BCGs Post-TE \* en relación al reposo en 60 casos normales y 28 coronarios \*\*

	Apnea Post-inspiratoria		Apnea Post-espíratória	
	Normales	Coronarios	Normales	Coronarios
Deflexión HI (mm.)	1.32	1.38	0.25	0.85
Deflexión IJ (mm.)	2.48	3.78	0.84	1.43
Deflexión JK (mm.)	3.34	5.07	1.57	2.18

\* = Balistocardiograma post-Test de Esfuerzo (Método de SIMONSON).

\*\* = Aquellos pacientes cuyos BCGs de reposo eran anormales en Grado I ó II.

Comparando los hallazgos obtenidos en los registros balistocardiográficos en normales y en coronarios: en el primer grupo la anomalía BGG en reposo fue de 36.67% y la respuesta positiva BGG al TE fue 18.33%.

En el grupo coronario se encontró lo siguiente: En el sub-grupo de pacientes con Angor Pectoris: 100% de anomalía BCGráfica en reposo, con 55% de respuesta positiva BCG al TE. En el sub-grupo de pacientes con Infarto Miocárdico Antiguo: 100% de anomalía BCGráfica en reposo con 50% de respuesta positiva BCG al TE.

De igual modo, comparando los resultados obtenidos en los registros ECGráficos en normales y en coronarios, en los primeros el ECG de reposo fue normal en el 100% de los casos y la respuesta ECG positiva al TE fue nula.

En el grupo coronario los hallazgos fueron: En el sub-grupo de Angor Pectoris, hubo 60% con ECG de reposo anormal y 30% de respuesta positiva ECG al TE. En el sub-grupo de pacientes con Infarto Miocárdico Antiguo: en 96.67% el ECG de reposo fue anormal y la respuesta positiva ECG al TE ocurrió en 43.33%. Estos datos se muestran en el cuadro 5.

**Cuadro N° 5. Incidencia de Anormalidad en Reposo y de Respuesta Positiva ECG y BCG al TE \* en 60 sujetos normales \*\* y en 50 pacientes con Cardiopatía Coronaria**

	BCG						ECG					
	Normales		Cardiopatía Coronaria				Normales		Cardiopatía Coronaria			
			A P		Inf. M. A.				A P		Inf. M. A.	
	An	Pvo	An	Pvo	An	Pvo	An	Pvo	An	Pvo	An.	Pvo
Reposo	36.67%	—	100%	—	100%	—	0%	—	60%	—	96.67%	—
Post-TE	—	18.33%	—	55%	—	50%	—	0%	—	30%	—	43.33%

TE \* = Test de Esfuerzo Método de Simonson).

\*\* = Sin enfermedad cardiovascular.

ECG = Electrocardiograma.

BCG = Balistocardiograma.

An = Anormal.

Pvo = Respuesta Positiva.

A P = Angor Pectoris.

Inf. M. A. = Infarto Miocárdico Antiguo.

Anotaremos que la positividad ECG al TE estuvo dada principalmente por el desnivel inferior del Segmento S-T en un mayor número de casos y en menor proporción por cambios significativos de la onda T, no habiéndose observado ningún caso de aparición de Taquiarritmia.

Si realizamos un ESTUDIO COMPARATIVO ECG-BCG AL TE con los hallazgos obtenidos en ambos grupos estudiados, veremos claramente que una mayor incidencia en detectar anormalidad y en registrar positividad de respuesta al TE, en investigaciones de sujetos considerados en grupos globales, corresponde al BCG, como puede verse en los cuadros 6 y 7.

**Cuadro N° 6 Respuesta positiva al TE\* en 50 casos de Cardiopatía Coronaria**

GRUPO	Nº CASOS	ECG	BCG
1.— Angor Péctoris . . . . .	20	6 casos = 30.00%	11 casos = 55.00%
2.— Infarto Mioc. Antiguo:			
a) Con Angor Péctoris	12	4 casos = 33.33%	5 casos = 41.67%
b) Sin Angor Péctoris	18	9 casos = 50.00%	10 casos = 55.55%

\* = Test de Esfuerzo Método de SIMONSON).

**Cuadro N° 7 Evaluación comparativa ECG-BCG al TE\* en 50 casos de Cardiopatía Coronaria.**

Grupo	C. FUN.		ECG		BCG
	Casos		Positivo	Dudoso	Positivo
Angor Péctoris	20	6	14 6 casos = 30.00%	4 casos = 20.00	11 casos = 55.00
			%	%	%
Inf. MA con AP**	12	—	12 4 casos = 33.33	3 casos = 25.00	5 casos = 41.67
			%	%	%
Inf. MA sin AP***	18	18	— 9 casos = 50.00	2 casos = 11.11	10 casos = 55.55
			%	%	%

\* = Test de Esfuerzo (Método de SIMONSON).

\*\* = Infarto Miocárdico Antiguo con Angor Péctoris post-infarto.

\*\*\* = Infarto Miocárdico Antiguo sin Angor Péctoris post-infarto.

ECG = Electrocardiograma.

BCG = Balistocardiograma.

C. FUN. = Clase Funcional.

Es importante anotar que en los casos del grupo normal hubo uno (caso 48) cuyo BCG en reposo fué de Grado III y post-TE mejoró a Grado II mientras el ECG post-TE dió respuesta dudosa; al lado de 2 casos que dieron respuesta dudosa ECG al TE teniendo BCGs en Re-

poso y Post-TE de Grado II (casos 24 y 58). También cabe recalcar la mejoría del BCG en 5 casos, de los cuales 4 de Grado I mejoraron a Grado 0 (casos 26, 27, 30 y 33); y el restante, que de Grado II pasó a Grado I (caso 50) durante el TEST y sin que al mismo tiempo hubiesen modificaciones electrocardiográficas significativas.

Los resultados obtenidos son parecidos a los encontrados por Mandelbaum (21, 22, 23, 24). Trabajos de otros autores como Makinson (20), no fueron hechos correlativamente con estudios electrocardiográficos. Asimismo, el grupo de Soffer (37) fue sólo de 11 casos, lo cual constituye un grupo obviamente reducido. El grupo de Rinzier (31), de 29 pacientes coronarios no fue comparativo sino aparte se hizo ECG de esfuerzo.

La sensibilidad balistocardiográfica aporta más datos cuando se somete a la interpretación funcional mediante el TEST DE ESFUERZO, pues, como bien puntualiza Mandelbaum (24), un BCG tomado después del ejercicio es un método práctico de probar la capacidad del miocardio en su adaptación fisiológica frente a este tipo de stress. Y la detección, como afirma Starr (38, 39), de desarrollo ulterior de cardiopatía coronaria en personas aparentemente sanas es más posible cuando tienen BCGs anormales.

Davis y Scarborough (7) encuentran una incidencia de positividad de Tests BCGs de 31.4% en su grupo de pacientes con enfermedad coronaria y de 7.9% en su grupo normal; en cambio, la respuesta ECG positiva al Test de Ejercicio fué de 22.8% en su grupo normal y de 50% en su grupo de cardiopatía coronaria, pero debemos considerar que ellos ejecutaron ejercicio algo excesivo, puesto que ejecutaron tests dobles cuando uno simple era negativo; y la baja respuesta balistocardiográfica positiva se debió a que sólo consideraron los registros balistocardiográficos efectuados a partir del 4º minuto (cuando el BCG está retornando o ya ha vuelto a su estado inicial, como hemos visto en nuestros casos), y en cambio los ECGs se registraron apenas hubo cesado el ejercicio.

Rinzier (31) concede el valor de que, en 91% de sus 24 pacientes coronarios el BCG en reposo sería de valor comparable a un Test de Esfuerzo tipo Master 2-escalones.

Mandelbaum (24) puntualiza que el BCG de Esfuerzo tiene el valor de ser una expresión de respuesta fisiológica del corazón y que está en ventaja al BCG del reposo inclusive, pero no publica en su trabajo el registro de las fases respiratorias. De otro lado, sugiere que balistocardiogramas Grado I pueden tener origen en causas extracar-

díacas o debidas a rotación del eje del corazón, en cambio sí tendrían significado las alteraciones de Grado II o más en cuanto a las funciones del miocardio.

Starr y Hildreth (39) puntualizan la importancia entre el descubrimiento de enfermedad coronaria y envejecimiento, considerando una vez más que este concepto debe ser de una gran importancia significativa.

Un hecho que podría ser capaz de justificar la presente publicación sería el amplio margen de resultados negativos desde el punto de vista del Test de Esfuerzo Electrocardiográfico cuando se superan los conceptos iniciales y clásicos del criterio de Master.

Así, se deduce, por ejemplo, del trabajo de Scherf y Schaffer (33), que en un 20% de pacientes con Angor presentan Test negativo; y que tampoco existe relación directa entre la magnitud del cambio del Segmento S-T y el cuadro de dolor, y que por observaciones en varios casos normales puede encontrarse depresiones del Segmento S-T en 1 mm. o más. De allí que, Simonson (35) afirma que no es cierto que pueda excluirse el diagnóstico de enfermedad coronaria cuando el test resultase negativo, y lo contrario, de que no hay especificidad en la respuesta positiva; o sea que, en presencia de un test de esfuerzo anormal, el caso específico tenga que ser obligadamente identificado como coronario.

Debe concedérsele la mayor aceptación al criterio de Simonson, que el encontrar test electrocardiográfico positivo, sea presuntivo de anomalía futura del electrocardiograma en reposo; y que la interpretación de evaluar una respuesta electrocardiográfica al esfuerzo podría ser diferente si se partiese de un electrocardiograma anormal en el reposo.

Estos conceptos reactualizados pueden muy bien argüirse para integrar la evaluación simultánea y comparativa del balistocardiograma en el esfuerzo. Tal vez la problemática de test de esfuerzo negativos en las clásicas normas del electrocardiograma aislado podría aclararse aunque parcialmente si se sirviese del auxilio balistocardiográfico. Este es estrictamente el punto inicial de éste tema, porque no se trata de conceder valor diagnóstico "per-se" al Balistocardiograma de Esfuerzo, puesto que como ya hemos revisado, tanto en la literatura como cuanto en nuestra misma observación, la incidencia paralela de edad y no obstante normalidad desde el punto de vista clínico es un guarismo que no debe dejar de considerarse, ya que su utilidad queda limitada o reducida si no se aplicase adecuadamente en los casos en

que persista la duda electrocardiográfica no obstante la presunción clínica.

Partiendo del hecho de que un balistocardiograma anormal en reposo, que en nuestros 50 casos de enfermos coronarios arrojan una incidencia del 100%, el Test de Esfuerzo empeora el balistocardiograma en 26 casos, que equivale a un 52%, es que se puede superar la escala del factor edad, que como hemos visto en los casos normales el Grado III de anormalidad balistocardiográfica es mínimo. Por esto, estimamos que el valor de apreciación del Test de Esfuerzo ECG-BCG aumenta conforme la incidencia de anormalidad balística sea mayor de II, y disminuye cuando el grado de anormalidad balística es menor de II. Un concepto que se deduce de esta última interpretación sería que, en presencia del factor edad entre 40 a 50 años, el hallazgo de un balistocardiograma anormal de Grado I ó II en el Esfuerzo, sin que existan alteraciones clínicas y con electrocardiograma negativo en el Esfuerzo, mejoran las posibilidades de apreciación del bienestar del paciente. Asimismo un sujeto menor de 40 años con un balistocardiograma de Grado 0 ó I en el Esfuerzo y con negativa respuesta electrocardiográfica, será también de estimación muy favorable.

Un problema que surge a la interpretación del Test de Esfuerzo clásico es aquel que se plantea cuando el electrocardiograma basal es anormal y que la interpretación tendría que someterse a parámetros diferentes, cosa que han hecho notar quienes como Simonson (34, 35, 36), han estudiado y revalorizado el significado del Test de Esfuerzo. Esto ha podido ser observado en nuestros casos anormales, en que hubieron 29 con signos de Infarto Miocárdico Antigo cuyos controles periódicos ambulatorios permanecían estáticos y 15 casos tenían alteraciones en la repolarización; éstos casos al someterse al estudio del Test de Esfuerzo podrían aún continuar siendo estáticos sin mayor modificación significativa, de allí que hemos considerado de suma importancia la simultaneidad ECG-BCG. Así, de 10 casos con ECG que revela signos de Infarto Miocárdico Antigo (Casos 66, 76, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 98 y 109. Cuadro 3), se ha observado BCG en reposo de anormalidad Grado I en 3 casos, Grado II en 5 y Grado III en los 2 restantes; y que post-Te se presentan manteniendo o acentuando desde discreta a marcadamente sus alteraciones, sin que, al mismo tiempo, pudiera apreciarse modificaciones paralelas y significativas en el electrocardiograma, lo que ha ocurrido en un 33.33% de este subgrupo de pacientes.

También cuando el ECG mostraba alteraciones apreciables en la repolarización, evidenciables por cambios en las ondas T, y califica-

dos estos pacientes como coronarios de tipo Angor Péctoris, sin signos electrocardiográficos de infarto de miocardio, la respuesta de esfuerzo fué infructuosa en el electrocardiograma pero dió un alto porcentaje de alteración balistocardiográfica. Sin embargo, hay un porcentaje, aunque menor, de paralelismo en cuanto a positividad de respuesta ECG y BCG al TE, en 6 casos (65, 71, 72, 73, 82, y 100), que equivale a un 20%, los cuales han sido observados en el sub-grupo de pacientes con Infarto Miocárdico Antiguo; que es es muy importante a considerar en cuanto a evidencias de cambios correlativos.

Un caso bastante ilustrativo en evidenciar este tipo de cambio es el caso 81, correspondiente a un paciente de 50 años con diagnóstico clínico-electrocardiográfico de Angor Péctoris, normosómico, normotenso, ubicado en la Clase funcional II, cuyo ECG basal era anormal, dando respuesta positiva ECG al TE, objetivable por desnivel inferior del Segmento S-T mayor de 1 mm. en DII-V4 y V5 en los trazados registrados al minuto de cesado el ejercicio. El BCG en reposo fue anormal Grado I y al 1' post-TE empeoró a Grado III. Hubo dolor tipo angor de localización retro-esternal. Al 3½' se le administró una tableta de Nitroglicerina sublingual, a la vez que para aliviar al paciente se deseaba ver el tipo de respuesta en los trazados simultáneos, notándose bastante mejoría al 5' tanto en el BCG como en el ECG aunque en este último persistían todavía discretas alteraciones en DII y V5. Fué el único caso en que se usó medicación vasodilatadora coronaria. Es bastante ilustrativa la figura 11 correspondiente a este caso. Un ECG de control tomado a los 10' fué de trazo similar al obtenido en condiciones basales.

Finalmente, se cree que la sensibilidad del aporte al diagnóstico de la función miocárdica en la clínica, se auxilia notablemente si se realiza rutinariamente el TEST DE ESFUERZO ELECTROCARDIOGRAFICO — BALISTOCARDIOGRAFICO SIMULTANEO Y COMPARATIVO, teniendo en cuenta por supuesto las condiciones especiales de cada caso, y, que en presencia de un TEST BCG positivo o negativo debe valorarse previamente el factor edad, puesto que, como ha sido comprobado, la anomalía de grado inferior es frecuentemente mayor en los casos de enfermedad coronaria de pacientes relativamente jóvenes, luego, en estos pacientes el valor del Test es menor, siendo de gran valor en el estudio de sujetos por encima de los 40 años.

Si se admite que el curso del BCG sugiere un carácter pronóstico (1, 3, 4, 8, 15, 38, 39, 41) a cada caso individual, creemos oportuno insistir en la mejor estimación que pueda obtenerse mediante el TEST DE ESFUERZO.

## CONCLUSIONES

1. Se ha realizado un estudio del Test de Esfuerzo desde el punto de vista Electrocardiográfico y Balistocardiográfico comparativo en 110 sujetos, de los cuales 60 fueron adultos normales y 50 correspondieron a pacientes con cardiopatía coronaria.
2. En los 60 casos normales no hubo respuesta positiva electrocardiográfica al Test de Esfuerzo; mientras que la respuesta balistocardiográfica positiva fue de 11 casos o sea 18.33%.
3. De los 50 casos con enfermedad coronaria, 20 correspondieron a Angor Péctoris y 30 a Infarto Miocárdico Antigo; de estos últimos 12 tenían Angor Péctoris post-infarto.
4. En los pacientes con Angor Péctoris hubieron 6 casos de respuesta positiva electrocardiográfica al Test de Esfuerzo o sea 30%, mientras la respuesta positiva balistocardiográfica ocurrió en 11 casos, que corresponde a 55%.
5. En los pacientes con Infarto Miocárdico Antigo la respuesta positiva electrocardiográfica al Test de Esfuerzo se encontró en 13 casos, que equivale a 43.33%; habiéndose hallado 15 casos de respuesta balistocardiográfica positiva, lo cual equivale a 50%.
6. La frecuencia de respuesta negativa en los sujetos normales, confiere mayor significado al grupo de pacientes coronarios donde la respuesta de positividad electrocardiográfica al Test de Esfuerzo ocurrió en 19 casos o sea 38% y la de positividad balistocardiográfica al Test de Esfuerzo en 26 casos, que equivale a 52%.
7. El Test Electrocardiográfico - Balistocardiográfico combinado debe emplearse porque puede permitir aclarar el problema del diagnóstico actual o para valorar el estado de función miocárdica en relación a insuficiencia coronaria.
8. Se sugiere que en vista del mayor grado de sensibilidad de respuesta positiva del Balistocardiograma en relación al Electrocardiograma y conforme ha sido argumentado por trabajos anteriores, que el empleo del Test *Electrocardiográfico - Balistocardiográfico* puede servir para la mejor identificación del paciente coronario presunto o presente.

## BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez Mena S. Balistocardiografía Clínica. M. V. Fresneda Ed. 1956. La Habana.
2. Brown H. R. Jr., Hoffman M. J. and De Lalla V. Jr. Ballistocardiographic findings in Patients with Symptoms of Angina Pectoris. *Circulation*, 1: 132, 1950.
3. Brown H. R., Rinzler S. H. and Benton J. G., Correlation of BCG with Work Performance and Energy Cost For Guidance in Rehabilitation of Cardiac Patients. *Circulation*, 7: 740; 1953.
4. Cardini G., Clemente R., y Bruno E. II Balistocardiograma Nella Prognosi dell'Infarto Miocardico. *Minerva Cardioangiologica*. 10: 1, 1962.
5. Corbascio A. y Starr I. *Cardioangiologia: Balistocardiografía Salvat* S. A. Ed. 1961 (Tomo II) Pag. 308.
6. Cossio P. y Mosso H. E. El Balistocardiograma Normal. *Rev. Arg. de Cardiología*. 2: 53, 1952.
7. Davis F. N. Jr., Scarborough W. R., Mason R. E., Singewald M. L. and Baker B. M. Jr. The Effects of Exercise and Smoking on the Electrocardiograms and Ballistocardiograms of Normal Subjects and Patients with Coronary Artery Disease. *Am. Heart Journ.* 46: 529, 1953.
8. Dejo Bustios H., y Alvarez Molteni R. Criterio Pronóstico del Balistocardiograma en el Infarto Cardíaco. *Rev. Med. Hosp. Central del Empleado*. 3, 1963 N° 1.
9. De Soldati L. Balistocardiografía Clínica. Araucaria Ed. 1957 Buenos Aires.
10. Dock W., Mandelbaum H., and Mandelbaum R. R. *Ballistocardiography to Clinical Medicine*. The C. V. Mosby Company Ed. 1953 St. Louis.
11. Dock W., and Taubman F. Some Technics for Recording the Ballistocardiogram Directly from the Body *Am. J. Medicine*, 7: 151, 1959.
12. Durham J. R. Negative Master Tests in the Prodromal Stage of Acute Myocardial Infarction. *J.A.M.A.* 155: 826, 1954.
13. Fedoseev A. A. The Ballistocardiogram in Patients with Coronary Failure. *Abstracts of Soviet Medicine*. 5: 3869, 1961.
14. Gasilin V.S. Changes in the BCG and Vectocardiogram in Infarction of the Left Ventricle and the Interventricular Septum. *Abstracts of Soviet Medicine*. 5: 3864, 1961.
15. Gefter A. I., Matusova A. P. and Belousov S. S. Diagnostic and Prognostic Value of Ballistocardiography in Coronary Insufficiency. *Abstracts of Soviet Medicine*. 4: 57, 1960.
16. Goldman M. J. *Principios de Electrocardiografía Clínica*. El Manual Moderno Ed. 1962. México.
17. Gubner R. S., Rodstein M. and Ungerleider H. E. Ballistocardiography An Appraisal of Technic, Physiologic Principles, and Clinical Value *Circulation*. 7: 268. 1953.

18. Hurtado A. *Anales de la Facultad de Medicina. Métodos Estadísticos.* Ed. Médica Peruana. N° 3, 1945 Lima. (Tomo XXVIII).
19. Jouve Andre y colab. *L'apport Ballistocardiographia dans Certains Diagnostics Difficile.* *Marseilla Medical*, 97: 5: 429, 1960.
20. Makinson D. H. *Changes in the Ballistocardiogram After Exercise in Normal and Abnormal Subjects.* *Circulation*, 2: 186, 1950.
21. Mandelbaum H. and Mandelbaum R. A. *Studies Utilizing the Portable Electromagnetic Ballistocardiograph. I. Abnormal HIJK. Patterns in Hypertensive and Coronary Artery Heart Disease.* *Circulation*, 3: 663, 1951.
22. Mandelbaum H. and Mandelbaum R. A. *Clinical Findings with the Dock Ballistocardiograph.* *New York J. Med.* 15: 1734, 1951.
23. Mandelbaum H. and Mandelbaum R. A. *Studies Utilizing the Portable Electromagnetic Ballistocardiograph. IV. The Clinical Significance of Serial Ballistocardiograms Following Acute Myocardial Infarction.* *Circulation*, 7: 910, 1953.
24. Mandelbaum H. and Mandelbaum R. A. *Studies utilizing the Portable Electromagnetic Ballistocardiograph. V. The Importance of the Light Exercise Test in Clinical Ballistocardiograph.* *Circulation*, 9:388, 1954.
25. Master A. M., Friedman R. and Dock S. *The Electrocardiogram after Standard Exercise as a Functional Test of the Heart.* *Am. Heart J.* 24: 777, 1942.
26. Master A. M. *The "Two-Step" Exercise Electrocardiogram: A Test for Coronary Insufficiency.* *Ann. Int. Med.* 32:842, 1950.
27. Moss A. J. *Ballistocardiographic Evaluation of the Cardiovascular Aging Process.* *Circulation*, 23:434, 1961.
28. Moss J. A. *Ischemic Heart Disease and Accelerated Cardiovascular Aging. A Ballistocardiographic Study.* *Circulation*, 25:369, 1962.
29. Plunkett R. J. and Hayden A. C. *Standard Nomenclature of Diseases and Operations. Cardiac functional capacity.* The American Medical Association. Fourth Ed., 492, 1952.
30. Poridy L., Master A. M. and Chesky K. *Value of Cardiac Function Tests in Industry.* *J. A. M. A.* 148:813, 1952
31. Rinzler S. H., Bakst H. and Rosenfeld S. *Comparison of the Usefulness of the Dock Electromagnetic Ballistocardiograph and the Exercise Tolerance Test in the Detection of Coronary Insufficiency.* *New York State J. Med.* 52:1277, 1952.
32. Scarborough W. R., Mason R. E., Davis F. W., Singewald M. L., Baker B. M. Jr. and Lore S. A. *A Ballistocardiographic and Electrocardiographic Study of 328 Patients with Coronary Artery Disease. Comparison of Results from a Similar Study of Apparently Normal Persons.* *Am. Heart J.* 44:645, 1952.
33. Scherf D. and Schaffer A. I. *The Electrocardiographic Exercise Test.* *Am. Heart J.* 43:927, 1952.
34. Simonson E. and Keys A. *The Electrocardiographic Exercise Test.* *Am. Heart J.* 52:83, 1956.

35. Simonson E. and Keys A. The Electrocardiographic Exercise Test. *Am. Heart J.* 52:163, 1956.
36. Simonson E. Differentiation Between Normal and Abnormal in Electrocardiography. The C. V. Mosby Company. Ed. 1951. St. Louis.
37. Soffer A., Yu P. N. G., Epstein M. A., and Olsan E. S. Comparison of the Resting Electrocardiogram, Exercise Electrocardiogram, and the Ballistocardiogram During Prolonged Periods of Observation. *Am. J. Med. Science*, 223:378, 1952.
38. Starr I. On the Later Development of Heart Disease in Apparently Healthy Persons with Abnormal Ballistocardiograms. Eight to Ten Years After-Histories of 90 Persons Over 40 Years of Age. *Am. J. M. Sc.* 214:233, 1947.
39. Starr I. and Hildreth E. A. The Effects of Aging and of the Development of Disease, on the Ballistocardiogram. A Study of Eighty Subjects, Originally Healthy, Followed from Ten to Fourteen Years Circulation, 5:481, 1952.
40. Taymor R. C., Pordy L., Chesky K., Moser M. and Master A. M. The Ballistocardiogram in Coronary Artery Disease. *J. A. M. A.* 148: 419, 1952.
41. Zelaya Moreno P. La Balistocardiografia en la Insuficiencia Coronaria. Tesis Br. 4902. Fac. Medicina. Lima, 1959.