

11222  
2ej. 3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
División de Estudios Superiores

CARDIOGRAFIA POR IMPEDANCIA

CONTROL DE LA FUNCION MECANICA DEL CORAZON  
EN UN PROGRAMA DE PREVENCION DE CORONARIO--  
PATIAS POR METODOS NO INVASIVOS (CARDIOGRAFIA  
POR IMPEDANCIA)

vº Bº  
*[Handwritten signature]*

Trabajo de Investigación efectuado en el  
Centro Hospitalario "20 de Noviembre",  
I. S. S. T. E. , que para obtener el diplo-  
ma de la Especialidad en Medicina Físi-  
ca y Rehabilitación presenta:

U. B.  
*[Handwritten signature]*

DR. SANTOS LOPEZ CORTES



MEXICO, D. F.

FEBRERO 1982.

FATURA DE  
ENSEÑANZA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

Reconocimientos . . . . .	2 - 5
Introducción . . . . .	6 - 7
Material y Métodos . . . . .	8 - 18
Resultados . . . . .	19 - 20
Resultados del Análisis de la Cardiografía de Inicio . . . . .	21 - 24
Resultados de la Prueba de Esfuerzo (tipo Bruce) . . . . .	25 - 28
Resultados de la Prueba de Esfuerzo de Control . . . . .	29 - 32
Conclusiones . . . . .	33 - 39
Resumen . . . . .	40
Bibliografía . . . . .	41 - 43

## INTRODUCCION

Los libros de texto clásicos de Fisiología, describen la función básica del corazón como el de una bomba impelente. Sin embargo a pesar del gran progreso técnico de las últimas décadas, dicha acción cardíaca permaneció como un parámetro difícil de medir, sin utilizar procedimientos traumáticos, peligrosos, caros y que además requieren de cirugía estéril para insertar catéteres en o cerca del corazón.

Por otro lado, métodos relativamente simples y no invasivos podían ser utilizados para medir y grabar otros parámetros de función miocárdica, tales como su actividad eléctrica, su frecuencia de trabajo y la presión arterial que genera.

Por ello, se creaba la necesidad de aplicar un método similar, no invasivo, para obtener información acerca de la actividad mecánica del corazón. Los últimos años han mostrado el interés científico en utilizar métodos externos, sencillos y no peligrosos, para adquirir información fisiológica en su lucha por promover a la profesión médica de métodos rápidos para el estudio masivo de la cada vez mayor población enferma de este mundo.

El procedimiento llamado Cardiografía por impedancia fue desarrollado por el científico americano William G. Kubicek, -- Ingeniero, Fisiólogo y Doctor en Filosofía, quien en compañía -- de su grupo de investigadores labora para la División de Medicina Física y Rehabilitación de la Universidad de Minnesota, en Minneápolis.

Este procedimiento fue ideado como una necesidad de dicha División para el estudio de los pacientes cardiacos que -- te-- ñan bajo su cuidado, y, así, todos los pacientes que son sometidos a los programas de rehabilitación cardiaca son ahora analizados científicamente con este sistema.

## MATERIAL Y METODOS

Los elementos básicos del sistema se muestran en la figura N° 1, viendo de frente el aparato, en su parte superior izquierda, está la perilla de "función", la cual tiene 3 posiciones.



Fig. 1

- (1) En la posición "Operate", el paciente está conectado al circuito a través de las 4 derivaciones 1, 2, 3, 4, (Fig. 1).
- (2) En la posición "Zo 25.5" la señal pasa por un resistor de

precisión de 25.5 ohms. y de 1 % de corrección a fin de comprobar o ajustar la ganancia del amplificador Zo. La pantalla digital debe siempre leer 25.5 más menos 1.0 %.

- (3) En la posición "Calibrante" una señal de calibración de - 0.1 ohms. se hace pasar por la salida de AZ a la vez - que una señal de 0.1 ohm. sobre segundo se hace pasar por la salida de DZ sobre DT a fin de tener señales de - calibración en los sistemas de grabación. Al hacer estas operaciones el ZO pasa a cero.



Fig. 2

En la porción media y a la derecha está la perilla de --- "AZ balance" y el objeto de este circuito es mantener automáticamente la plumilla grabadora a cierta escala a pesar de variaciones en el Zo al grabar AZ. Esta perilla tiene a la vez también tres posiciones:

- (1) En la posición "manual" debe mantenerse por lo menos - durante un segundo y luego dejar libre la perilla, entonces el último valor de Zo es tomado y mostrado en la -- pantalla digital.
- (2) En la posición "Hold" (la posición "media") el último valor de Zo es manteniendo en la pantalla digital pero el -- circuito de balance AZ se apaga a fin de poder captar las deflexiones mayores en el sistema de grabación AZ sin - que produzca compensación por el sistema de balance.
- (3) En cambio, en la posición "Automatic", el instrumento en forma automática compensa las variaciones de la señal -- AZ lo cual ocurre cada vez que dicha señal excede los límites prefijados en la perilla "Control de ganancia AZ".



Fig. 3 .

La perilla de control de ganancia AZ está situada en la parte inferior junto a la perilla de encendido (off, on). Este control determina la magnitud de desviación que se permitirá tener a la señal AZ antes que el circuito automáticamente se compense a la cifra fijada. Este control sólo funciona cuando la perilla "AZ balance" está en la posición de automático. Los límites que se permiten de desviación al sistema AZ son de  $\pm 0.1$  ohm. a  $\pm 0.3$  ohms.

Hay otras perillas para el control de los sonidos cardiacos. La perilla marcada como "Freq Cutoff" modifica la res-

puesta de baja frecuencia obtenida por el amplificador de sonidos cardíacos permitiendo en la posición 1, señales de alta frecuencia bajando hasta 80 Hz. Esto permite obtener mejores grabaciones de los sonidos cardíacos con sólo mirar en qué posición se graba mejor en el papel. Existe una entrada para micrófono de captación de sonidos cardíacos fonocardiograma.

La pantalla está situada arriba a la derecha y se muestra en forma digital la última toma de la impedancia  $Z_0$  en ohms. Este valor como antes se dijo, puede permanecer indefinidamente en la pantalla colocando la perilla de balance AZ en la posición "Hold".

Para la función de el sistema se colocan cuatro bandas metálicas flexibles de aproximadamente 6 mm. de ancho cada una. Estas bandas son fabricadas de aluminio especialmente tratado y depositado en una capa de poliéster que se fija a una banda adhesiva que no requiere de pasta conductora. Los electrodos son desechables, muy ligeros y no ocasionan molestia local ni general. El material tiene características apropiadas para la transmisión eléctrica que permiten la medición de los cambios de impedancia intratorácicas. Las cuatro bandas metálicas se colocan 2 en el cuello y 2 en el tórax (como se ----

muestra en la figura 2) y se designan con los números 1, 2, 3, y 4. Los electrodos 3 y 4 deben tener entre sí cuando menos una distancia de 7 cms. a fin de obtener medidas precisas. El electrodo número 1, se coloca en la parte más alta del cuello, el número 2, en la parte más baja del cuello a 3 cms. cuando menos apartados. El electrodo número 3, se coloca en la parte más inferior del esternón, y, el número 4, donde terminan las falsas costillas y cuando menos 7 cms. alejado del número 3. Cada electrodo rodea el cuerpo y sus dos extremos se unen por delante, buscando que los dos extremos de la banda metálica se unan por su porción interna, brillante a fin de que los elementos conductores cierren el circuito por el cual pasará la corriente estudiada.

Cada uno de estos electrodos son tomados, donde se unen los extremos, por un clip tipo caimán que unidos se conectan a la entrada del aparato situada en la parte inferior izquierda con el nombre de "Patient Cable". Debemos aclarar que la parte brillante de los electrodos es la que debe estar en contacto con la piel del sujeto y que los electrodos deben hacer contacto directo con la piel en un 75 % de su circunferencia, cuando menos, para obtener grabaciones adecuadas. Una vez colocados -

los electrodos y conectados al aparato a través del cable del paciente (Fig.3) se hace pasar una corriente sinusoidal constante de 4 miliamperes a 100 kilohertz la cual fluye entre los electrodos 1 y 4 con lo que se genera una diferencia de voltaje entre los electrodos 2 y 3, que es proporcional al producto de la corriente por la magnitud de la impedancia entre los electrodos 2 y 3. Este voltaje es detectado por los amplificadores de alta sensibilidad a impedancia (100 K ohms) que tiene el sistema.

Un valor promedio en un adulto sano para  $Z_0$  es de 25 -- ohms.

En reposo este valor se reducirá en cerca de 0.1 a 0.15- ohms durante el ciclo cardíaco (AZ).

Con los datos anteriores podemos tener el volumen latido siguiendo la fórmula:

$$VS = \frac{R L^2 T (dz/dt) \text{ min.}}{Z \delta^2}$$

donde AZ - Volumen ventricular latido (cc).

P - resistencia eléctrica de la sangre a 100 K. Hz (valor promedio es de 150 ohms - cms) (se toma como constante). (150 a la altura de México y 130 al nivel del mar).

- L - La distancia entre los electrodos 2 y 3 en cms. -  
(tomar el promedio entre la medición por delante y  
atrás del cuerpo).
- Zo - La impedancia corporal promedio entre los electro-  
dos 2 y 3 en ohms.
- (dz/dt) - El valor mínimo dz/dt durante el ciclo cardiaco en  
min.  
ohms por segundo.
- T - El tiempo de expulsión ventricular en segundos ob-  
tenido de la onda dz/dt grabada por el aparato.

Conocido el volumen latido es fácil deducir el gasto cardia-  
co por la fórmula siguiente:

Gasto cardiaco-volumen latido X frecuencia cardiaca  $\pm$  -  
1000; el gasto cardiaco se obtiene en litros/min.; el volumen  
latido en cc.; y la frecuencia cardiaca en latidos/minutos. Al  
igual que podemos determinar el volumen latido y deducir el --  
gasto cardiaco, también podemos obtener parámetros relaciona-  
dos con la dinámica cardiaca:

- (1) (dz/dt), la gráfica dz/dt ocurre durante la fase de --  
eyección rápida de los ventrículos. Aumenta durante -  
el ejercicio en individuos normales.
- (2) El intervalo de tiempo de la R en electrocardiograma y

relación con el punto  $(dz/dt)$  ha sido llamado el intervalo R-Z.

En el adulto normal en reposo este intervalo es de 110 a 130 milisegundos. Dicho intervalo puede acortarse con ejercicio fuerte hasta 75 milisegundos.

- (3) El índice de Heather. El Dr. Loren Heather prefiere utilizar el intervalo Q-Z. Un índice muy sensible de  $(dz/dt)$  min. dividida por el intervalo Q-Z en segundos. Esta relación casi se dobla en el adulto normal durante el ejercicio. Sin embargo, en un paciente cardíaco esta relación puede aumentar poco o nada, con el ejercicio.

## MATERIAL

En el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del -- Centro Hospitalario 20 de Noviembre, I.S.S.S. T.E., se manejan un promedio de 80 pacientes diarios con problema Cardiovascular, las dos terceras partes son pacientes de tipo preventivo. Todos son manejados en el área de Rehabilitación Cardíaca, en la que existen cuatro Médicos Cardiólogos asignados a dicha Unidad, cuatro Fisiatras y el Personal paramédico que los auxilia en el manejo de estos pacientes; los pacientes en su -- mayoría son enviados de su Clínica de Adscripción donde se manejan los problemas agudos o crónicos que no requieren hospitalización, a el Centro Hospitalario 20 de Noviembre, o de los -- Centros Hospitalarios ubicados en el área metropolitana por médicos Internistas o Cardiólogos, para descartar problemas de tipo coronario. Todo paciente que se le efectúa Prueba de Esfuerzo, requiere de una evaluación previa, en donde forman -- parte importante los factores de riesgo dentro del interrogatorio, así como también se evalúan exámenes de laboratorio de rutina, jugando un papel preponderante el Perfil de Lípidos. Dentro de los exámenes de Gabinete se piden Estudios Radiológicos de ---

Tórax, Pósterio Anterior y Oblícuas; además de lo señalado, -  
Electrocardiograma en reposo. Como un parámetro ya propia-  
mente de Rehabilitación Cardíaca, la Cardiografía por Impedan-  
cia pues es necesario para la evaluación de Coronariopatías, es  
este estudio nos aporta:

- a) Volumen Sistólico.
- b) Gasto Cardíaco.
- c) Índice de Heather.

"La Cardiografía por Impedancia", la efectuamos al ingre-  
so, durante el programa, y al ser egresados del mismo.

Se seleccionaron 100 pacientes que ingresaron al Progra-  
ma de Prevención de Coronariopatías en el Departamento de ---  
Rehabilitación del Centro Hospitalario "20 de Noviembre" del --  
I.S.S.S.T.E., durante un lapso comprendido entre el 2 de enero  
de 1979 al 30 de junio del mismo año.

## RESULTADOS

La edad de los pacientes estudiados fluctuaron entre los 26 y 67 años; el grupo lo formaron 88 hombres y 12 mujeres; el número de sesiones a las que asistieron los pacientes fue de 28 a 90; todos efectuaron su Programa en Ergometro, siendo la resistencia máxima alcanzada de 162.5 Wats.

DE ACUERDO A LA EDAD, SE ENCUENTRAN EN LA SIGUIENTE FORMA:

20 - 25 años:	2 pacientes
26 - 30 años:	6 pacientes
31 - 35 años:	4 pacientes
36 - 40 años:	11 pacientes
41 - 45 años:	18 pacientes
46 - 50 años:	22 pacientes
51 - 55 años:	9 pacientes
56 - 60 años:	16 pacientes
61 - 65 años:	8 pacientes
66 - 70 años:	4 pacientes

Técnica con que se tomó el estudio:

"CARDIOPATIA POR IMPEDANCIA"

- a) 10 minutos de reposo sentado.
- b) 1 minuto de pie.
- c) 2 minutos de ejercicio en ergómetro con una -  
resistencia de 100 Wats.
- d) 2 minutos de post-ejercicio.

Previo a cada toma de trazo se efectuó una inspiración y -  
expiración completas, se le pidió nuevamente al paciente que --  
efectuara una inspiración y sólo la mitad de la expiración, mientr  
as se toma el trazo se efectúa en 10 segundos.

Se toman 6 trazos en total:

- a) Al terminar los 10 minutos de reposo Fonocardio  
grama y Electrocardiograma.
- b) Al minuto de pie Fonocardiograma solamente.
- c) A los 2 minutos de ejercicio Fonocardiograma y  
Electrocardiograma.
- d) A los 2 minutos post-ejercicio Fonocardiograma  
solamente.

## RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA CARDIOGRAFIA DE INICIO

### Función Mecánica

- a) 19 pacientes, mala.
- b) 37 pacientes, regular.
- c) 44 pacientes, buena.

### Función Eléctrica (Heather)

- a) 15 pacientes, mala.
- b) 20 pacientes, elevaron  $1/3$ .
- c) 40 pacientes, elevaron  $2/3$ .
- d) 25 pacientes, duplicaron.

## RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA CARDIOGRAFIA DE EGRESO

### Función Mecánica

- a) 2 pacientes, mala.
- b) 13 pacientes, regular.
- c) 85 pacientes, buena.

### Función Eléctrica (Heather)

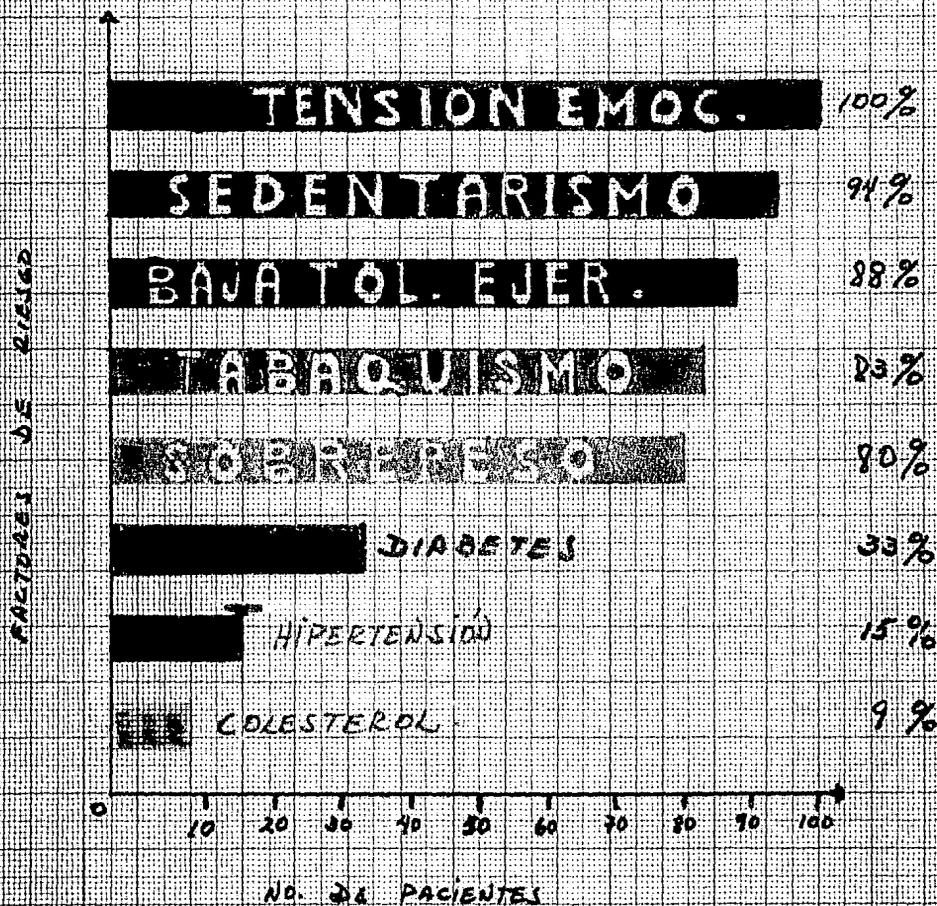
- a) 5 pacientes elevaron  $1/3$ .
- b) 12 pacientes elevaron  $2/3$ .

- c) 75 pacientes duplicaron.
- e) 1 paciente cuadruplicó.

## FACTORES DE RIESGO

1.	TENSION EMOCIONAL:	100 pacientes.
2.	SEDENTARISMO:	94 pacientes.
3.	BAJA TOLERANCIA AL EJERCICIO	88 pacientes.
4.	TABAQUISMO:	83 pacientes.
5.	SOBREPESO:	80 pacientes.
6.	DIABETES:	33 pacientes.
7.	HIPERTENSION:	15 pacientes.
8.	COLESTEROL:	9 pacientes.

FACTORES DE RIESGO



## PRUEBA DE ESFUERZO DE INICIO (TIPO BRUCE)

1.	Etapa:	0 pacientes.
2.	Etapa:	7 pacientes.
3.	Etapa:	53 pacientes.
4.	Etapa:	28 pacientes.
5.	Etapa:	9 pacientes.
6.	Etapa:	3 pacientes.
7.	Etapa:	0 pacientes.

### Recuperación de los pacientes al efectuar la prueba:

A los 2.5 minutos	3 pacientes.
A los 5 minutos	20 pacientes.
A los 10 minutos	77 pacientes.

### Motivos por los que se suspendió la prueba:

1.	F.C.:	62 pacientes.
2.	Alteraciones E.C.G.:	19 pacientes (por desnivel del -- segmento S-T).
		14 pacientes (por salva de Extrasis- toles).

3. Fatiga Muscular: 3 pacientes.

Completó la prueba:

NINGUNO

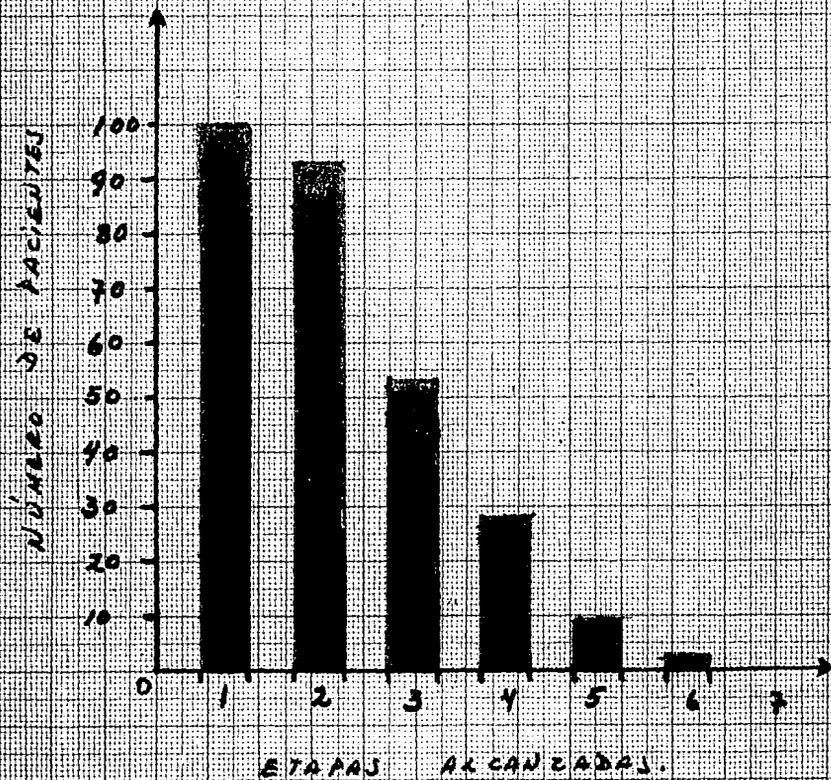
Tolerancia al ejercicio:

1. BUENA: 9 pacientes.
2. REGULAR: 21 pacientes.
3. MALA: 72 pacientes.

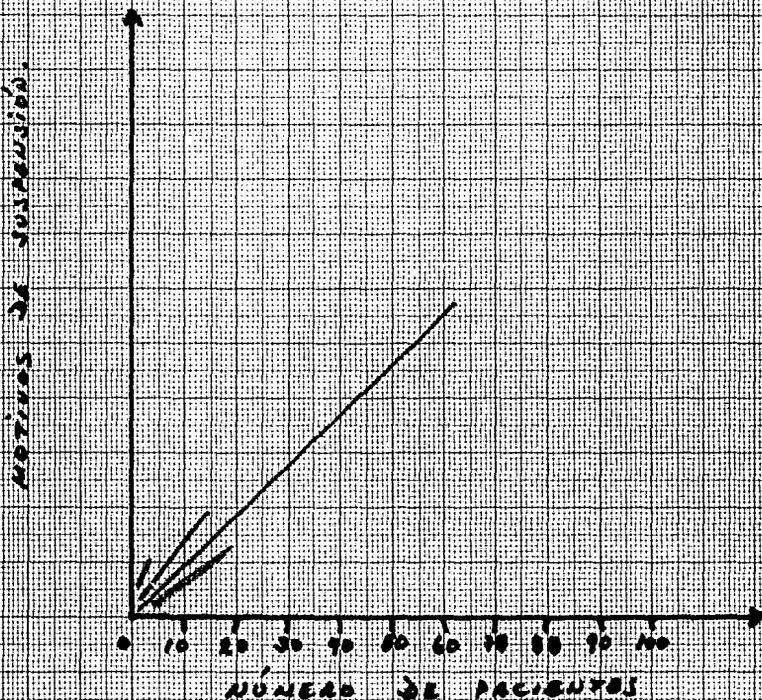
Resultados de la prueba:

- A. POSITIVA: 40 pacientes.
- B. NEGATIVA: 60 pacientes.

PRUEBA DE ESFUERZO INICIAL  
TIPO "BRUCE"



MOTIVOS POR LO QUE SUSPENDIÓ  
LA PRUEBA INICIAL.



- FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA CALCULADA.
- DESNIVEL DEL SEGMENTO "S-T"
- SALVAS DE EXTRA SÍSTOLES.
- FATIGA MUSCULAR

## RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ESFUERZO DE CONTROL

### Prueba Tipo Bruce

1.	Etapa	0
2.	Etapa	0
3.	Etapa	5
4.	Etapa	7
5.	Etapa	29
6.	Etapa	47
7.	Etapa	12

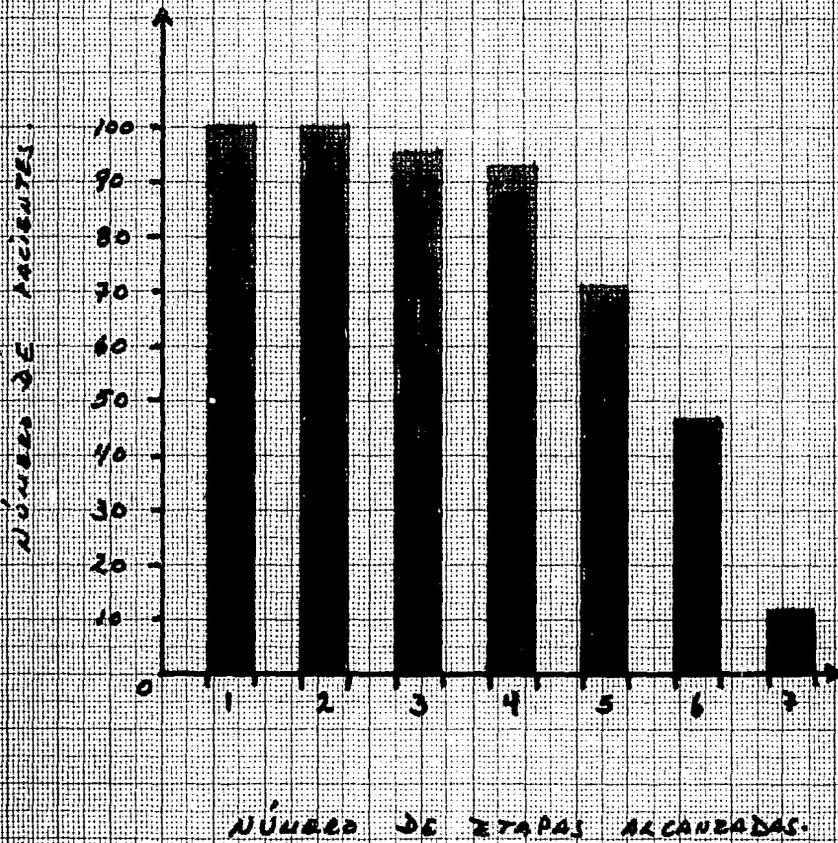
### Resultado de la Recuperación en las PRUEBAS DE ESFUERZO

2.5 minutos:	21 pacientes.
5 minutos:	69 pacientes.
10 minutos:	10 pacientes.

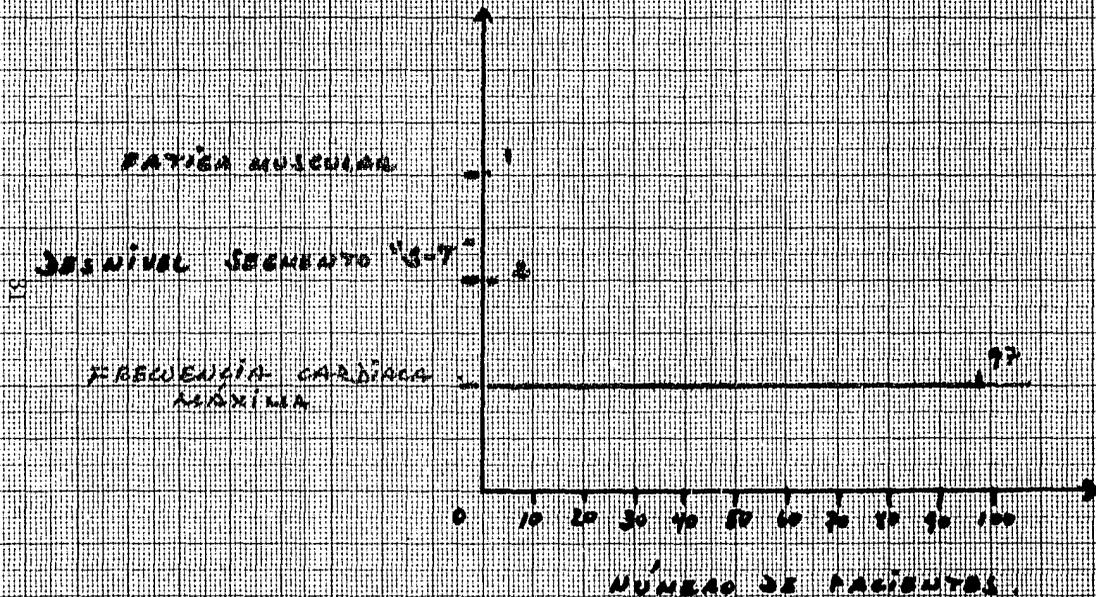
### Motivos por los que suspendió la PRUEBA DE ESFUERZO

1.	F.C. :	97 pacientes.
2.	Alteraciones E.C.G. : (desnivel del segmento S-T).	
3.	Fatiga Muscular:	1 paciente.
4.	Dísnea:	0 pacientes.

PRUEBA DE ESFUERZO TIPO "CRUCE"  
CONTROL



# MOTIVOS POR LO QUE SE SUSPENDIÓ LA PRUEBA DE CONTROL



Completó la prueba:

NINGUNO

Tolerancia al ejercicio

- |    |          |              |
|----|----------|--------------|
| 1. | BUENA:   | 88 pacientes |
| 2. | REGULAR: | 7 pacientes. |
| 3. | MALA:    | 5 pacientes. |

Resultados de las pruebas

- |    |           |               |
|----|-----------|---------------|
| 1. | POSITIVA: | 5 pacientes.  |
| 2. | NEGATIVA: | 95 pacientes. |

## CONCLUSIONES

1. Este estudio revela que las personas que por la índole de su trabajo practican una actividad física que obliga al corazón a mantener condición adecuada para responder ante demandas súbitas, resultarán en cualquier estudio similar al efectuado por nosotros con positividad de su Prueba.
2. Las personas calificadas como sedentarios en este estudio deben hacer conciencia que el ejercicio físico regular, con trolado y dosificado debe formar parte de su vida diaria, - o de lo contrario, enfrentarse al peligro latente, que es - una realidad en nuestra vida diaria de sufrir episodios de los sencillos hasta los mortales.
3. El conocimiento que ciertas clases sociales tenemos de la alimentación y la ignorancia de lo que es una dieta balanceada lleva a que la mayoría de las personas de la clase - media y alta, vivan con cifras de lípidos elevados, lo cual, incrementará la producción de padecimientos coronarios.
4. Ya se ha escrito demasiado sobre el tabaquismo y sus con secuencias, sólo insistiremos ahora nuevamente en las ---

ventajas de no ser fumador.

5. Como pago a una civilización avanzada estamos sometidos a factores de tensión emocional que son mayores con forma más intrincada en la vida de una persona. La literatura universal reciente, hace mención de lo grave que es en sí, para el organismo y para el corazón en particular, estar sometidos a fuerte estado de "estress".
6. Es importante hacer conciencia de la actividad física rutinaria del control de sobrepeso de la negación del tabaco - del control de la tensión emocional, cambiando valores -- susceptibles a ella, y por último, el conocimiento de una dieta balanceada para evitar alteraciones en lípidos sanguíneos.
7. La administración de ejercicio físico aún del mismo tipo, - con la misma intensidad, con los mismos equipos y las - mismas condiciones climatológicas, da resultados diferentes en diferentes personas. Ello significa que no se puede predecir la intensidad de la respuesta en diferentes -- sujetos.
8. Esto trae como resultado que la prescripción empírica de muchos médicos y técnicos del ejercicio que por descono-

cimiento sólo dicen: "Necesita usted ejercicio, camine, haga bicicleta o nade", trae como consecuencia que esta falta de precisión en algunas personas puede ser dañino en lugar de útil.

9. A la luz de la tecnología moderna, del personal altamente calificado en Fisiología del Ejercicio, de los programas - para administración del mismo, es indispensable que el - uso de la actividad física sea prescrito por el médico, -- con dosis, frecuencia, variedad, duración y parámetros - para aumentar y disminuir el mismo.
10. Al igual que un medicamento, el ejercicio mal utilizado - puede, inclusive causar la muerte cuando se utilizan más allá de los límites tolerables para un corazón.
11. En nuestro estudio, ninguno de los sujetos sintió, en los momentos en que su respuesta era anormal, ya fuera por la presencia de extrasístoles, desnivel del segmento S-T, la taquicardia exagerada en los que preguntándoles a los sujetos cómo se sentían, siempre respondían: "muy bien"; ésto nuevamente indica que las alteraciones de la función cardiaca no son identificables por el ser humano, excepto por cuando sus características agudas o crónicas, con --

- dolor u otros síntomas más claros se presentan.
12. Lo anterior, trae como consecuencia que la opinión del paciente de como se siente al realizar ejercicio físico, no debe tomarse en cuenta, es erróneo el decir "sentirse muy bien", cuando el monitor está detectando anomalías -- importantes.
  13. Para prescripción del ejercicio, éste deberá individualizarse, previa PRUEBA DE ESFUERZO, que incluye el monitoreo de la función eléctrica y mecánica. Este último, - nosotros lo realizamos por procedimiento no invasivo por la Cardiografía por Impedancia.
  14. En nuestro estudio, tanto hombres como mujeres, toleraron bien lo que realizan en su vida diaria, como es el caminar, pero no toleraron los cambios súbitos de intensidad del ejercicio y si tomamos en cuenta que los problemas en la vida diaria ocasionan angina de pecho, infarto - del miocardio o muerte súbita, son los problemas de esfuerzo físico o emocional que se presentan en forma inesperada y brusca.

Concluiremos que las personas aparentemente sanas que no

realizan programas específicos para el cuidado del corazón, que no están preparadas ni tienen la capacidad de respuesta ante los agresores externos que en la vida diaria son comunes y que los lleva lentamente a utilizar la reserva cardíaca.

15. Es indispensable que en forma preventiva toda persona que tenga un factor de riesgo coronario, o mala tolerancia a la actividad física sedentario, tensión emocional, sea sometido a un programa de actividad física monitoreado, controlado y dosificado para evitar hasta donde sea posible infartos, al mejorar reserva cardíaca, tolerancia al ejercicio y capacidad de respuesta rápida.
16. Hay diferencia entre un buen corazón con respuesta rápida y un buen corazón con respuesta lenta. El ejercicio continuo da respuesta lenta, el ejercicio a intervalos da respuesta rápida. Desafortunadamente la mayor parte de la gente que realiza ejercicio físico en parques, jardines o en la calle, por ignorancia, o por ser mal dirigidos, la única actividad física que realizará es la continua, lo que les trae una buena condición física general, un buen corazón, pero con respuesta lenta.

17. Por lo que respecta a la Cardiografía por Impedancia, con este estudio, podemos proporcionar datos de lo que sucede con el trabajo mecánico del corazón de candidatos aparentemente normales y en los cuales se hicieron determinaciones tanto en reposo como en ejercicio.
18. Se tienen tres parámetros que permiten hacer la identificación de trabajo mecánico en diferentes condiciones; el volumen sistólico, el gasto cardíaco, así como el índice de contractilidad miocárdica o índice de Heather.
19. Cuando los sujetos al teminar el ejercicio fueron sometidos a reposo por espacio de dos minutos, los resultados nos muestran que el volumen sistólico tiende a descender al igual que el gasto cardíaco, en mayor grado, conforme mayor el tiempo de reposo.
20. El índice de Heather es el dato que nos habla de la capacidad de un corazón para contenerse, en condiciones normales o de repentino esfuerzo, nos señala que un sujeto debe tener la capacidad de aumentar ese índice de contracción rápida en una cantidad del doble a la que tenía en reposo.
21. Se recomienda que este método sea aplicado rutinaria---

mente en todo hospital o consultorio particular en el cual se manejan pacientes cardiacos en los cuales se desee - establecer algún tipo de programa médico o de rehabilitación.

22. Con este procedimiento se nos ha proporcionado un método de valoración cardiaca sencilla acuciosa y que no requiere de técnicas invasivas para obtener datos precisos de la función mecánica del corazón y que sin lugar a duda, convierte a la rehabilitación del paciente cardiaco en un procedimiento científico de primera categoría.

## RESUMEN

Se estudiaron 100 casos de personas que ingresaron a un Programa de Rehabilitación Cardíaca de tipo Preventivo, controlando la función mecánica del corazón con el procedimiento de Cardiografía por Impedancia para determinar los valores de volumen Sistólico, Gasto Cardíaco e Índice de Contractilidad Miocárdica o (Índice de Heather), durante el reposo y en la práctica del ejercicio.

Se realizaron dichas tomas al inicio del programa y al término del mismo.

Se da a conocer el método que se siguió para el estudio.

Se dan a conocer los resultados.

Se hacen recomendaciones al respecto.

## BIBLIOGRAFIA

1. BACHE, R.J.; A. HARLEY and J.C. GREENFIELD, Jr. Evaluation of Thoracic Impedance Plethamography as an Indicator of Stroke Volume in Man. Amer J. Med Sci, 258:100 - 113, 1969.
2. BAKER, L. E., W. V. JUDY, L. E. GEDDERS, F. M. LANGLEY and D. W. HILL: The Measurement of Cardiac --- Output by Means of Electrical Impedance Cardiovasc Res. Cent. Bull, 9 (4): 135-145.
3. BERMAN, I. R., W. L. SCHEETZ, E. B. JENKINS, and -- H. V. HUFNAGEL: Transthoracic Electrical Impedance as a Guide to Intravascular Overload. Arch Surg 102 - 61 - 64, 1971.
4. COUCH, N. P., J. M. VAN DE WATER and J. R. DMOCHOWSKI: Non - Invasive Measurment of Peripheral Arterial Flow in the Clinical Setting: the Minnesota Impedance -- Cardiograph and the Ultrasonic Dopper Flowmeter. Arch - Surg 102:435, 1971.
5. DOVE, G. B., J. M. MOUNT B. E. and VAN DE WALTER, - J. M.: Bioelectric Impedance - Clinical Applications. ---- JAMA 5 (2): 111, 1971.
6. DOVE G. B., M. VAN DE WATER and R. W. BORST: The Application of Impedance to the Intensive Care Unit ----- Patient: A look toward Continuous Computer Monitoring. Proc. San Diego Blomed Sympos. 10:161 - 166, 1971.
7. HARLEY, A. and J. C. GREENFIELD, Jr.: Determination of Cardiac Output in Man by Means of Impedance Plethysmography. Aerosp Med 39: 248 - 252, 1968.
8. HERSHFIELD, SHERMAN, F. J. KOTTKE, W. G. KUBICEK, M. E. OLSON, J. B DEN, C. LILLQUIST and L. STRADAL: Relative effects on the Heart by Muscular Work in the --- Upper and Lower Extremities. Arch Phye Med and Rehab. 49: 249 - 257, Mary 1968.

9. JUDY, W.V., F.M. LANGLEY, K.D. McCOWEN, D.M. - STINNET, L.E. BAKER and P.C. JOHNSON: Comparative Evaluation of the Thoracic Impedance and Isotope Dilution Methods for Measuring Cardiac Output. *Aerosp. Med.* 40: 532 - 536, 1969.
10. KARNEGIS, J.N. and W.G. KUBICEK: Physiological - - - Correlates of the Cardiac Thoracic Impedance Waveform. *Am Heart J* 79:519 - 523, 1970.
11. KUBICEK, W.G., J.N. KARNEGIS, R.P. PATTERSON, D. A. WITSOE and R.H. MATTSON: Development and Evaluation of an Impedance Cardiac Output System. *Aerosp. Med.* 37:1208 - 1212, (Dec) 1966.
12. KUBICEK, W.G., R.P. PATTERSON, R.C. LILLEHEI, -- A.H.L. FROM A. CASTAÑEDA and R. ERSEK: Impedance Cardiography as a Non Invasive Means to monitor Cardiac Function. *Journal Am Assoc for Advancement of Med* ----- *Instrumentation* 4:79 - 84, 1970.
13. LABABIDI, A., D.A. EMMKE, R.P. DURIN, P.E. LEAVER TON and R.M. LAUER: Evaluation of Impedance Cardiac - Output in Children, *Pediatrics* 47: 870 - 879, 1971.
14. POMERANTZ, M.R. BAUMGARTEN, J. LAURIDSON and - B. ELSEMAN: Transthoracic Electrical Impedance for the Early Detection of Pulmonary Edema. *Surgery* 66:260 --- 265, 1969.
15. POMERANTS, M.F. DELGADO and B. ELSEMAN: Clinical Evaluation of Transthoracic Fluid Volumes. *Annals of* ---- *Surgery* 171:686 - 694, 1970.
16. POMERANTZ M.F., DELGADO and B. ELSEMAN: ----- Unsuspected Depressed Cardiac Output Following Blunt --- Thoracic or Abdominal Trauma. *Surgery* 67: 907 - 917, -- 1970.
17. SIEGEL, J.H., M. FABIAN, C. LANKAU M. LEVINE, --

- A. COLE and M. NAHMAND CLINICAL Elaluation and --  
Experimental Use of thoracic impedance Plethysmography  
in Quantifying Myocardial Contractility. Surgery 67:907 ---  
917, 1970.
18. SMITH, J.J., J.E. BISH, V.T. WIEDMEJER, and F.E. --  
TRISTANI: Aplication of Impedance Cardiography to the -  
study of Postural Stress in the Human. J. Appi Physiol ---  
29: 133 - 137, 1970.
19. VAN DE WALTER, J.M. MILLER, I.T. MILNE E.N.C.,  
HANSON, E.L., SHELDON G.F. and KAGEY, K.S.: ----  
Impedance Plethysmography A Noninvasive Means of Moni-  
toring the Toracic Surgery Patient. J. Thorac. Cardiovasc  
Surg 60 (5): 641 - 647, 1970.
20. VAN DE WATER J.M., PHILLIPS P.A., THOUIN, L.G. -  
WATANABE, L.S. and LAPPEN R.S.: Bioelectric Impe---  
dance, New Developments and Clinical Application Arch --  
Surg 102 (6): 541 - 547, 1971.

adg'