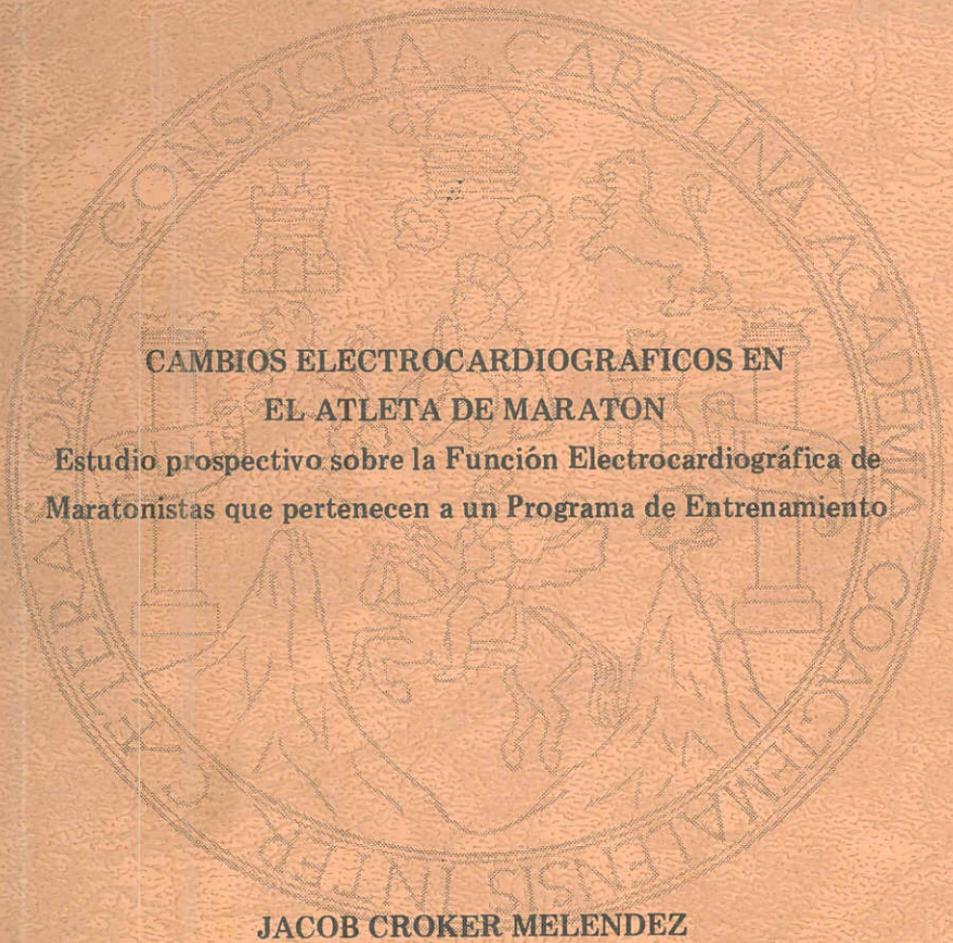


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem embossed on the cover. It features a central shield with various symbols, including a cross, a book, and a figure. The shield is surrounded by a circular border containing the Latin motto "CONSPIQUA CAROLINA ACADEMIA" at the top and "CETTESA MALES INTERR" at the bottom. The entire seal is rendered in a light, textured tone against the brown background of the cover.

**CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN  
EL ATLETA DE MARATON**

Estudio prospectivo sobre la Función Electrocardiográfica de  
Maratonistas que pertenecen a un Programa de Entrenamiento

**JACOB CROKER MELENDEZ**

GUATEMALA JUNIO DE 1984

## INDICE

1. TITULO
2. INTRODUCCION
3. DEFINICION Y ANALISIS DEL PROBLEMA
4. REVISION BIBLIOGRAFICA
5. MATERIAL Y METODOLOGIA
6. PRESENTACION DE RESULTADOS
7. INTERPRETACION DE RESULTADOS
8. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
10. RESUMEN
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
12. APENDICE

## INTRODUCCION

En Guatemala la carrera de Maratón (42 kilómetros 195 metros) se ha visto últimamente incrementado como práctica atlética, involucrando a personas de ambos sexos y de diferentes edades, los cuales la realizan con diferentes finalidades tales como: competición, reducción de peso, salud, pasatiempo, etcétera.

El deportista que realiza esta actividad atlética, en la mayoría de los casos desconoce su estado cardíaco antes de someterse a pruebas extenuantes, como lo es la maratón. La ausencia de investigaciones nacionales en este campo y la importancia de una evaluación por medio del electrocardiograma para determinar la actividad eléctrica del corazón de la persona que se va a someter a una carrera de larga distancia, fundamenta la importancia de este estudio en electrocardiografía deportiva aplicable a los corredores de fondo (maratonistas).

El objetivo principal de esta investigación era determinar los cambios electrocardiográficos que presenta el maratonista, como consecuencia de la constante ejercitación.

Se estudiaron 53 corredores de larga distancia (maratón), los cuales pertenecen a programas de entrenamiento físico sistemático mayores de un año, efectuándoseles electrocardiograma en reposo.

Los resultados de mayor importancia fueron: Bradicardia sinusal de morfología normal, presente en el 66% (35 casos) del

universo estudiado, así como aumento en el voltaje en las derivaciones precordiales derechas (ondas S profundas) e izquierdas (ondas R altas), secundario al incremento en la masa miocárdica, por efecto del entrenamiento físico y demás.

Los hallazgos electrocardiográficos deben ser considerados secundarios a los años de entrenamiento, tiempo entrenado al día, kilómetros recorridos diario, edad, peso y estatura.

## DEFINICION Y ANALISIS DEL PROBLEMA

Este estudio tiene como propósito general, determinar los cambios electrocardiográficos en los maratonistas, con la ayuda diagnóstica del electrocardiograma.

La determinación, interpretación y análisis de los hallazgos del trazo del ECG en el atleta de maratón, relacionados en forma múltiple por medio de la edad, peso, estatura, años de entrenamiento, minutos practicados al día y kilómetros recorridos diarios, nos darán una imagen característica en el electrocardiograma, manifestándose como una exageración en la despolarización ventricular, por aumento en la masa miocárdica, más manifiesto en el ventrículo izquierdo (Ondas S profundas en V1 y V2 y R altas en V5 y V6), también podemos encontrar en estos deportistas, bradicardia sinusal, secundario al predominio de las reacciones vagotónicas.

En consecuencia se trata de evaluar una técnica diagnóstica (electrocardiograma) en la detección de los cambios de la actividad eléctrica en el corazón del atleta de maratón.

## REVISION DE BIBLIOGRAFIA

Desde 1896, el gobierno de Grecia estableció la carrera de 40 kilómetros en los eventos olímpicos; no fue sino hasta 1908 que se decretó la distancia de 42.195 kilómetros, que es la verdadera distancia entre Atenas y la ciudad de Maratón; de esta fecha a nuestros tiempos se han venido realizando investigaciones - médicas sobre los efectos fisiológicos del severo esfuerzo físico a que son sometidos los maratonistas y que aún representan debates sobre posibles consecuencias patológicas para la persona que practica este deporte. (2)

La respuestas del corazón y del sistema cardiovascular al ejercicio físico está condicionada al tipo de actividad realizada; dependiendo de la intensidad y duración de dicha práctica, lo que nos va a dar los diferentes cambios adaptativos que sufre el corazón en respuesta al entrenamiento sistemático; siendo de vital importancia los observados a nivel electrocardiográfico. (1), (4), (6), (7).

Tiempo atrás todo cambio electrocardiográfico anormal, fue considerado como un estado patológico del atleta; en la actualidad este criterio ha cambiado, considerándose como un estado anormal los siguientes hallazgos: Contracciones ventriculares prematuras, taquicardias ventriculares y auriculares acompañadas de arritmia, lo que constituye el llamado "Síndrome del corazón de atleta", teniendo en cuenta este síndrome como una posible manifestación de enfermedad cardíaca pre-existente. (8), (13) (16)

No todo cambio electrocardiográfico observado en estos atletas es patológico, sino más bien una respuesta al entrenamiento físico sistemático a que son sometidos los maratonistas. (4), (8), (13) (16)

Teniendo presente la fisiología del ejercicio en el atleta de maratón es necesario considerar los cambios presentes a nivel cardíaco detectables por medio del electrocardiograma; dentro de los cuales se encuentran:

Aumento en la actividad eléctrica por el incremento en la masa miocárdica, siendo esta más acentuada en la cavidad izquierda (ventrículo), lo que se denomina como hipertrofia; observándose en el electrocardiograma una exageración en la despolarización ventricular izquierda, por lo cual se han establecido criterios electrocardiográficos basados fundamentalmente en las determinaciones del voltaje. (3) (4) (11) (16)

A nivel ventricular lo primero en despolarizarse es el tabique (en su totalidad de izquierda a derecha); V1 y V5 registran pequeñas ondas R y S respectivamente, a medida que avanza la despolarización hacia el ápex y en sentido ascendente hacia la pared libre del ventrículo, aparece una mayor actividad eléctrica; en razón del aumento de la masa muscular de la pared del ventrículo. (3) (4) (11) (16)

En V5 y V6 se detecta gran actividad de corriente hacia ellas y registra ondas R de 26 milímetros o más y 18 milímetros o mayor respectivamente, así como la sumatoria de la onda S en V1 y onda R en V5 de 35 milímetros o más. En V1 y V2 registran ondas de similares dimensiones, pero un poco más pequeñas, a medida que la potente actividad eléctrica se aleja en dirección a la izquierda. (3) (4) (11) (14) (16)

Así se demuestra en los maratonistas por medio del electrocardiograma la hipertrofia ventricular izquierda o si se prefiere decir, los cambios cardíacos adaptativos fisiológicos; manifestados básicamente por una exageración de la secuencia normal de la despolarización, pero además están los cambios denominados

secundarios, que tienen importancia diagnóstica; en V5 y V6, el complejo QRS normal (deflexión netamente positiva) sigue una onda T vertical, igualmente positiva, sin embargo en la hipertrofia han de estar presentes las alteraciones del segmento ST por debajo de la línea isoeléctrica del trazo y una T invertida en V5 y V6, que se encuentra enfrente del ventrículo izquierdo y también en las derivaciones DI y aVL enfocadas hacia la pared del ventrículo izquierdo, pero especialmente a la lateral superior. (3) (4) (11) (14) (16)

Otra alteración es la amplitud del complejo QRS que en condiciones normales no es mayor de 0.10 segundos; pero este período se prolonga si aumenta el espesor de la masa muscular al presentar incremento en lo que se denomina tiempo de activación ventricular; o sea la fracción comprendida entre el comienzo del complejo QRS y la cima de la onda R. De este modo encontramos una amplitud que sobrepasa los límites normales. (3) (4) (11) (14) (16)

Además de los tres signos de hipertrofia ventricular izquierda (aumento del voltaje, alteraciones de segmento ST y la onda T e incremento del tiempo de activación ventricular), tenemos guías específicas en las derivaciones estándar. El diagnóstico es probable cuando los promedios de las ondas R y S en las derivaciones I y III, son mayores de 25 milímetros, si tenemos en cuenta las alteraciones de ST y T en las derivaciones I y aVL, en algunos casos es posible deducir diagnóstico sólo por las características de I, II y aVL. Lógicamente esto no es válido en todos los pacientes. (3) (4) (11) (14) (15) (16)

La hipertrofia auricular izquierda observada en los maratonistas puede ser detectada fácilmente por medio del ECG; observando una onda P con amplitud mayor de 0.11 segundos, además en la parte media de la onda aparece una pequeña endidura

con ligero agrandamiento de la parte final de la onda P equivale a la despolarización más acentuada de la aurícula izquierda. (1) (3) (4) (11) (15)

La evaluación de la hipertrofia auricular izquierda debe de hacerse en las derivaciones II, III y aVF que miran directamente a la aurícula izquierda. (3) (4) (11) (15)

En menor porcentaje puede encontrarse en el corredor de larga distancia hipertrofia ventricular derecha, la cual es de menor importancia que la izquierda; el aumento de la actividad eléctrica en el ventrículo derecho se registra en su fase inicial por el apareamiento de pequeñas ondas R y S en V1 y V5 respectivamente; después la mayor actividad eléctrica se concentra en el ventrículo izquierdo. (3) (4) (11) (15) Sin embargo ante el engrosamiento de la pared del ventrículo derecho, aumenta el potencial eléctrico de éste y supera el del izquierdo, de modo que durante la despolarización V1 registra una onda R positiva, en un principio V5 comienza a delinear la onda R hacia arriba, pero desciende rápidamente y describe una onda S negativa, cuando el impulso cambia de rumbo para despolarizarse el ventrículo derecho. Las alteraciones secundarias del segmento ST y onda T, se presentan en las derivaciones V1 y V2 (3) (4) (11) (15)

Las derivaciones estándar en este caso no son de mucha utilidad; la hipertrofia auricular derecha no está presente en el atleta y puede considerarse como un estado patológico. (10)

Además estos deportistas pueden presentar retardo en la conducción eléctrica, por el aumento de la masa miocárdica, lo que se conoce como bloqueo de primer grado, que no es más que el retardo o detención del impulso eléctrico en el nodo aurículo ventricular, originando esto en el trazado electrocardiográfico

un intervalo PR mayor de 0.20 segundos; lo mismo sucede con los bloqueos incompletos de rama del haz de his, ambos no representan una enfermedad cardíaca del atleta. (3) (4) (11) (15)

La bradicardia presente en los maratonistas es aceptada universalmente, como resultado de los cambios adaptativos del corazón en respuesta al ejercicio físico sistemático; ésta puede presentarse en estado de reposo, por la disminución del gasto cardíaco; incluso durante la ejercitación pueden responder con bradicardia; por el predominio de las reacciones vagotónicas presentes en estos atletas. (1) (6)

No debe pasarse por alto la morfología de los diferentes componentes del electrocardiograma, debido a la importancia que tiene en cardiología deportiva. (4)

La morfología debe anotarse analizando:

La existencia de melladuras en el QRS, con frecuencia adoptan el aspecto de bloqueo incompleto de rama del haz de his, especialmente en las derivaciones precordiales. (5) (15)

La onda P puede variar, siendo de poca visibilidad, de escasa amplitud o por el contrario muy individualizada y puntiaguda; esto nos puede dar información acerca de la actividad en la despolarización de ambas aurículas. (4) (15)

Modificaciones en la morfología de la onda T

Utilizaremos la clasificación de PLAS

Tipo T: gran onda T

Tipo A: onda T importante, con desnivel positivo de la

parte ascendente del segmento ST.

Tipo B: onda T bifida

Tipo C: segmento ST y onda T se fusionan en una sola curva redondeada con concavidad inferior.

Tipo D: El segmento ST tiene un desnivel positivo y la onda T está invertida. (4)

### SINDROMES ELECTRICOS

Se trata de los síndromes eléctricos que presentan interés en el diagnóstico médico deportivo. (4) (6) (7) (9) (12) (16)

Al igual que la cardiología tradicional, es aconsejable reagrupar los signos eléctricos en síndromes. (4) (10) Siendo el entrenamiento el denominador común de las modificaciones constatadas, pero no el único en sus mecanismos fisiológicos, se espera se presenten diferentes características electrocardiográficas. (4) De manera esquemática los dividiremos en tres grupos

I) Síndromes relacionados con el tiempo de entrenamiento. (4)

a) Aumento de la amplitud de las ondas rápidas, en la que el índice de Sokolow se eleva y puede sobrepasar los 50 milímetros.

b) La morfología de la onda de repolarización puede modificarse reconociéndose sobre los trazos, los tipos B, C, y D de Plas que marcan una graduación topográfica

ca precordial en la intensidad del fenómeno. (4)

II) Síndromes eléctricos específicos de la naturaleza de los entrenamientos, secundarios al efecto de endurance (\*) y resistance. (\*) (4)

a) Síndrome eléctrico del efecto de endurance:

La actividad eléctrica cardíaca no se modifica de forma considerable. Si embargo, se puede observar sobre el electrocardiograma una onda R de gran amplitud en V5 y V6; mientras que la onda S en V1 y V2 son menos desarrolladas. La onda T de gran amplitud es máxima en V4 y V5. Por otra parte se encuentran bloqueos auriculoventriculares de primer grado, incluso uno de cada diez casos, pueden presentar bloqueo de segundo grado tipo Wenckebach. (4)

b) Síndromes eléctricos del efecto de resistance:

Debe distinguirse lo que puede cali-

(\*) Endurance y Resistance en medicina deportiva expresan conceptos bien definidos que no corresponden ni deben ser traducidos (4) Endurance: en español significaría: resistencia aerobio o resistencia fondo y Resistance: significa resistencia anaerobia o resistencia velocidad. (4)

ficar como deseable, que forma parte de todo entrenamiento bien conducido en la mayor parte de las disciplinas deportivas. El electrocardiograma muestra ondas S en V1 y V2 que son de gran amplitud, mientras que las ondas R en V5 y V6 pueden ser de amplitud normal o ligeramente disminuida, de ello resulta que la orientación global del QRS se hace más hacia atrás que el efecto de endurance y en general se sitúa sobre el plano horizontal entre 30 y 60 grados. (4)

Este síndrome puede tomar características patológicas, cuando los signos en el electrocardiograma son completos: Ondas P de voltaje poco elevado, espacio PR corto (0.10 a 0.12 segundos), ondas R en V5 y V6 de escasa amplitud, ondas T en V1 y V2 aplanadas, inclusive invertidas en V5 y V6; en el plano horizontal el eje QRS está más allá de 60 grados. (4)

III) Síndromes eléctricos no específicos: Los trastornos de la excitabilidad, ritmos nodales y extrasístoles, desaparecen con el esfuerzo y son indicadores de fatiga; trastornos de la conducción intraventricular son frecuentes hasta en un 35% y se presentan como bloqueos incompletos de rama derecha; más raro bloqueo completo de rama izquierda, lo que puede ser secundario a entrenamiento extenuante mal llevados y exclusivamente con efecto de resistencia. (4)

## MATERIAL Y METODO

### HUMANOS

#### Población:

Cincuenta y tres atletas de maratón de ambos sexos, los cuales han ocupado los primeros lugares en las competencias de 42 kilómetros 195 metros (Maratón), avaladas por la Federación Nacional de Atletismo de Guatemala.

### FISICOS

Clínica médica de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala.

Electrocardiógrafo marca Nihon Kohnden

Balanza calibrada en libras marca Doctor's Scale.

Cinta métrica calibrada en centímetros

Libros y revistas de consulta

Papelería.

### METODOLOGIA

El estudio realizado es de carácter prospectivo, efectuado en 53 atletas de maratón, a los cuales se les estudió la función eléctrica del corazón por medio del electrocardiograma, con el

deportista en reposo en decúbito dorsal; tomándose las doce derivaciones:

Seis derivaciones estándar: DI, DII, DIII  
aVR, aVL, aVF

Estas derivaciones se tomaron a una velocidad de 25 milímetros - por segundo y a un (1) milivoltio

Seis derivaciones precordiales: V1, V2, V3  
V4, V5, V6

Las derivaciones precordiales se tomaron a una velocidad de 25 milímetros por segundos y a una velocidad de 1 (uno) milivoltio.

Peso: medido en balanza calibrada en libras (0 a 200 libras); - atleta de pie.

Estatura: determinada por cinta métrica calibrada en centímetros (0 a 200 centímetros)

Edad, años de entrenamiento, minutos practicados al día, kilómetros recorridos diariamente, obtenidos por medio de entrevista.

## VARIABLES

Datos electrocardiográficos

Peso

Estatura

Edad

Sexo

Años de entrenamiento

Minutos entrenados al día

Kilómetros recorridos diario.

## MEDICION DE LAS VARIABLES

En electrocardiograma se evaluó: Tiempo en segundos y voltaje en milímetros de:

Ritmo

Frecuencia

Onda P

Onda T

Complejo QRS

Intervalo PR

Segmento ST

Intervalo QT

Ondas R y S en V1, V2, V5 y V6

Eje eléctrico medio.

Peso: Deportista de pie, con ropa, sin zapatos.

Estatura: Persona de pie sin zapatos; medido con cinta métrica calibrada en centímetros.

Edad, años de entrenamiento, tiempo entrenado al día y kilómetros recorridos al día; lo anterior determinado por medio de entrevista directa.

CUADRO No. 1

EDAD EN 53 CORREDORES DE MARATON  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

EDAD AÑOS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
19-25	18	34	34
26-32	23	43.4	77.4
33-39	5	9.4	86.8
40-46	5	9.4	96.2
47-53	2	3.8	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 29.151 años DESVIACION ESTANDAR: 7.82 años

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA  
DE GUATEMALA

CUADRO No. 2

PESO DE 53 CORREDORES DE MARATON  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

LIBRAS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
102-115	10	18.9	18.9
116-129	14	26.4	45.3
130-143	23	43.4	88.7
144-157	3	5.7	94.3
158 y más	3	5.7	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 129.66 libras DESVIACION ESTANDAR: 13.58 libras

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

CUADRO No. 3

ESTATURA DE 53 CORREDORES DE MARATON  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

CENTIMETROS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
152-158	10	18.9	18.9
159-165	16	30.2	49.1
166-172	18	33.9	83.0
173 y más	9	17.0	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 165.03 Centímetros DESVIACION ESTANDAR: 6.53 centímetros

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

CUADRO No. 4

AÑOS DE ENTRENAMIENTO EN 53 MARATONISTAS  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

ANOS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
1-10	46	86.8	86.8
11-20	5	9.4	96.2
21 y más	2	3.8	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 5.32 años DESVIACION ESTANDAR: 5.54 años

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA  
DE GUATEMALA

CUADRO No. 5

MINUTOS ENTRENADOS AL DIA EN 53 MARATONISTAS  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

MINUTOS/DIA	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
40-56	3	5.7	5.7
57-73	3	5.7	11.4
74-90	33	62.2	73.6
91-107	4	7.5	81.1
108-124	10	18.9	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 90.34 minutos/día DESVIACION ESTANDAR:  
18.89 minutos/día

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA  
DE GUATEMALA

CUADRO No. 6

KILOMETROS RECORRIDOS AL DIA EN 53 MARATONISTAS  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

KILOMETROS/ DIA	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
15-19	8	15.1	15.1
20-24	13	24.5	39.6
25-29	22	41.5	81.1
30-34	8	15.1	96.2
35 y más	2	3.8	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 23.93 kilómetros/día.

DESVIACION ESTANDAR: 5.03 kilómetros/día.

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA  
DE GUATEMALA

CUADRO No. 7

VOLTAJE DE LA ONDA R EN V5 EN 53 CORREDORES  
DE MARATON  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

MILIMETROS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
8-16	10	18.9	18.9
17-25	24	45.3	64.2
26-34	15	28.3	92.5
35-42	3	5.7	98.1
43 y más	1	1.9	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 23.13 milímetros DESVIACION ESTANDAR: 7.9  
milímetros

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA  
DE GUATEMALA

CUADRO No. 8

VOLTAJE DE LA ONDA R EN V6 EN 53 CORREDORES  
DE MARATON  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

MILIMETROS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
6-11	7	13.2	13.2
12-17	25	47.2	60.4
18-23	14	26.4	86.8
24-30	6	11.3	98.1
31 y más	1	1.9	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 16.71 milímetros DESVIACION ESTANDAR: 5.56 milímetros

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

CUADRO No. 9

SUMATORIA DEL VOLTAJE DE LA ONDA S EN V1 MAS  
LA ONDA R EN V5  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984  
UNIVERSO 53 ATLETAS

MILIMETROS	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
19-26	9	17.0	17.0
27-34	13	24.5	41.5
35-42	18	33.9	75.5
43-50	9	17.0	92.5
51-58	2	3.8	96.2
59 y más	2	3.8	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 37.05 milímetros DESVIACION ESTANDAR: 9.94 milímetros

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

CUADRO No. 10

FRECUENCIA CARDIACA EN 53 MARATONISTAS  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

LATIDOS MINUTO	NUMERO DE CASOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
42-50	17	32.1	32.1
51-59	18	33.9	66.0
60-68	11	20.8	86.8
69-76	6	11.3	98.1
77 y más	1	1.9	100.0
TOTAL	53	100.0%	100.0%

PROMEDIO: 56.83 pulsaciones por minuto

DESVIACION ESTANDAR: 8.65 pulsaciones por minuto

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

CUADRO No. 11

ONDA U EN 53 MARATONISTAS  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

ONDA U	DERIVACIONES PRECORDIALES					
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
PRESENTE	1	6	6	4	3	0
AUSENTE	52	47	47	49	50	53
TOTAL	53	53	53	53	53	53

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

CUADRO No. 12

HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRAFICOS POCO FRECUENTES  
EN 53 MARATONISTAS  
GUATEMALA MARZO MAYO 1984

HALLAZGOS	NUMERO	PORCENTAJE
BLOQUEO AURICULO- VENTRICULAR DE PRIMER GRADO	51	96.2%
BLOQUEO INCOMPLETO DE RAMA IZQUIERDA DEL HAZ DE HISS	5	9.4%
MARCAPASO MIGRATORIO	2	3.8%
RITMO SINUSAL	51	96.2%
SEGMENTO ST ASCENDIDO	11	20.8%
ONDA P MAYOR DE 0.11 SEGUNDOS	16	30.2%

CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

INTERPRETACION DE RESULTADOS

El estudio se efectuó en ambos sexos, correspondiéndole al sexo masculino el mayor porcentaje con un 96.2% (52 casos) y para el femenino únicamente se estudió 2 corredoras (3.8%), dando esto un grupo heterogéneo de estudio, donde no influyó el sexo.

CUADROS No. 1, 2 y 3

En el cuadro No. 1, encontramos un mayor porcentaje (77.4%), para las edades comprendidas entre 19 a 32 años para 41 deportistas, dejando el menor número de casos para las edades de 47 a 53 años, con solamente 2 deportistas (3.8%); los pesos enmarcados dentro del intervalo de 102 a 143 libras, representa un porcentaje de 88.7% (43 atletas) y únicamente 3 corredores (5.7%) presentaron peso mayor de 158 libras (cuadro No. 2); con una estatura no menor de 152 centímetros, ni mayor de 172 centímetros, se encontró en 44 maratonistas que hacen el 88% del universo (cuadro No. 3).

CUADROS No. 4, 5 y 6

En relación a los años de entrenamiento, minutos practicados al día y kilómetros recorridos a diario como preparación de un maratonista, se encuentra: El cuadro No. 4 nos arroja un porcentaje de 86.8%, para un total de 46 casos, quienes tienen un tiempo de 1 a 10 años de preparación; siendo los minutos entrenados diariamente entre 40 y 107 minutos, representando esto el mayor porcentaje, 81.1% (cuadro No. 5); igual al anterior porcentaje le correspondió al intervalo entre 15 y 29 kilómetros de

entrenamiento diario (cuadro No. 6).

#### CUADROS 7 y 8

En los presentes cuadros un voltaje aumentado, para la onda R en las derivaciones precordiales V5 y V6, siendo así que en V5 se encontró un voltaje de 26 milímetros o más en 19 corredores (35.9%), y en V6, el valor de la onda R de 28 milímetros o mayor, le correspondió a 21 maratonistas.

#### CUADRO No. 9:

En este cuadro observamos que 31 maratonistas (58.5%), presentan elevación del voltaje para la sumatoria de la onda S en V1 y onda R en V5, para los valores iguales o mayores a 35 milímetros, no presentó aumento en la actividad eléctrica, un total de 22 deportistas, con un 41.5% por ciento.

#### CUADRO No. 10:

Aquí se pone de manifiesto que en 35 maratonistas (66%), presentaron bradicardia de morfología normal, con frecuencias comprendidas entre 42 a 59 latidos por minuto y solamente el 1.9% (un caso) de todo el universo estudiado presentó una frecuencia mayor de 85 pulsaciones por minuto.

#### CUADRO No. 11:

Por simple inspección se denota que en 20 ocasiones se encontró la presencia de onda U en las derivaciones precordiales

(V1 a V5), en un total de 6 maratonistas (11.6%); haciendo la salvedad que en un mismo deportista habían varias ondas U en diferentes derivaciones precordiales, es por eso que no coincide el número de maratonistas, con el total de ondas U presentes.

#### CUADRO No. 12

Los hallazgos electrocardiográficos poco frecuentes se mencionan en este cuadro donde el marcapaso migratorio fue del orden de 3.8% (2 casos) y el resto presentó ritmo sinusal, 96.2% (51 casos), bajo el rubro de bloqueos, el aurículo-ventricular de primer grado, estuvo presente en 4 deportistas, que hacen un 7.5 por ciento y para el incompleto de rama izquierda del haz de -- Hiss, una frecuencia de 5 maratonistas (9.4%); la onda P mayor de 0.11 segundos se presentó en 16 casos de todo el universo en estudio.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los síndromes eléctricos específicos de la naturaleza de los entrenamientos con predominio del efecto de endurance, reportados en la literatura mundial (4), se presentaron en nuestra investigación por una exageración en la despolarización ventricular, la cual fue detectada por incremento en el voltaje de las ondas S en las derivaciones precordiales derechas y ondas R de gran amplitud en V5 y V6; también se presentó bloqueo aurículo-ventricular de primer grado, de lo que podemos inferir que los dos hallazgos anteriores (aumento en el voltaje y bloqueo aurículo ventricular de primer grado), son parte de los síndromes arriba mencionados. Estos cambios no evidencian un estado patológico ni contradican la práctica de ejercicio, sino más bien forman parte activa en el funcionamiento adecuado del corazón del maratonista, el cual es sometido a mayor trabajo durante el ejercicio y menor en reposo, de allí que el gasto cardíaco está dado de acuerdo al tipo de actividad realizada, ya que se ha visto que durante el ejercicio el gasto puede aumentar hasta 500 por 100, esta cantidad de sangre arterial puede ser suministrada por un adecuado retorno venoso e incremento en la eyección ventricular izquierda, hecho posible por la acrecentada fuerza de contracción ventricular, producto del aumento en la masa miocárdica (despolarización exagerada). La presencia de estos cambios hacen que el maratonista recorra largas distancias con el menor esfuerzo, no así la persona sedentaria, que responde al ejercicio aumentando su frecuencia cardíaca para corregir las demandas de oxígeno en todos los tejidos, ya que no presenta los cambios adaptativos cardíacos del maratonista. (6)

Se efectuó un análisis de correlación simple, en el cual se interrelacionaron las variables, frecuencia cardíaca contra la

edad, encontrándose una relación de  $(-.28)$ ; el peso  $(-.13)$ ; la estatura  $(.11)$ ; los años de entrenamiento  $(-.21)$ ; los minutos en trenados al día  $(-.07)$  y los kilómetros recorridos diariamente  $(-.08)$  de lo que deducimos que dichos valores estadísticamente no tienen significancia para el universo estudiado; por tal motivo se utilizó el análisis de regresión múltiple, en donde la frecuencia cardíaca fue la variable dependiente y las restantes las independientes, encontrándose un coeficiente de correlación múltiple de  $0.3355$  que sí es significativo para los 53 maratonistas estudiados, esto pone en evidencia que la frecuencia cardíaca es determinada de manera multicausal (variables independientes). - (ver apéndice)

La presencia de bradicardia sinusal, es el resultado de los cambios hemodinámicos que presenta el corazón del corredor de fondo, donde predominan las reacciones vagotónicas, este hallazgo estuvo presente en el 66 por ciento del universo en estudio y no debe ser considerado un estado anormal del atleta, sino un cambio adaptativo del deportista entrenado. Los corredores que no presentaron frecuencia cardíaca por debajo de 60 latidos por minuto a pesar de tener programas de entrenamiento mayores de un año, es lógico suponer que ya presentan ajustes de adaptación cardíaca, secundarios al ejercicio y la no presencia de bradicardia puede estar relacionada al stress, miedo o ansiedad en el momento de tomar el electrocardiograma, por desconocimiento del atleta a este procedimiento, lo cual nos va a dar aumento en la frecuencia cardíaca.

El bloqueo incompleto de rama izquierda, en los maratonistas puede ser debido a síndromes eléctricos no específicos (trastornos de la excitabilidad, ritmo nodal y extrasístoles) y por entre

namientos con predominio del efecto de resistencia. Dicho bloqueo es indicador de fatiga y puede ser corregido al eliminar de las prácticas de ejercicio, las pruebas extenuantes; este cambio electrocardiográfico es normal para mi casuística, ya que no se acompañó de complejos QRS anchos, ni de hipertensión arterial o enfermedad cardíaca (arteriosclerosis).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1 Los cambios electrocardiográficos presentes en el atleta de maratón están determinados por la edad, peso, estatura, años de entrenamiento, minutos entrenados al día, y kilómetros recorridos diariamente.
- 2 Los síndromes eléctricos específicos de la naturaleza de los entrenamientos, con predominio del efecto de endurance, se manifestaron en nuestra investigación por la presencia de bloqueo aurículo-ventricular e incremento en el voltaje en las derivaciones precordiales derechas e izquierdas, ondas S y R respectivamente.
- 3 Los bloqueos incompletos de rama izquierda, son secundarios al predominio del efecto de resistance de los entrenamientos.
- 4 La práctica de maratón disminuye la frecuencia cardíaca, como consecuencia del aumento de las reacciones vagotónicas (1).
- 5 No se encontró ningún caso patológico que contraindicara la práctica de la carrera de larga distancia (isquemia, infarto agudo de miocardio reciente etcétera).
- 6 Antes de iniciar programas de entrenamiento con el objeto de participar en carreras de larga distancia, deben los atletas tomarse un electrocardiograma, para descartar cualquier trastorno de la conducción eléctrica que contraindique esta actividad.

## RESUMEN

### CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN EL ATLETA DE MARATON

El objetivo de esta investigación fue detectar los cambios electrocardiográficos en el corredor de larga distancia (maratonista), derivados del entrenamiento físico sistemático, edad, estatura, etcétera. Este estudio se realizó en un universo de 53 corredores de maratón (42.195 kilómetros) de ambos sexos y de diferentes edades.

Los cambios más relevantes encontrados fueron: Bradicardia sinusal en un 66% de la población estudiada, lo cual es debido al entrenamiento, edad, peso, estatura; determinando de esta manera, la multicausalidad de factores que van a influir sobre la frecuencia cardíaca. El incremento en la masa miocárdica se manifestó como una exageración de la despolarización ventricular, visible en el electrocardiograma por aumento en la actividad eléctrica de las ondas R en V5 y V6, así como la sumatoria de la onda S en V1 y onda R en V5 todo lo cual es debido al efecto de endurance (\*) de los entrenamientos.

Todos los hallazgos encontrados en estos deportistas son con

(\*) Endurance: en medicina deportiva expresan conceptos bien definidos, que no deben ni corresponden ser traducidos.  
Endurance: en español significaría: resistencia aerobia o resistencia fondo. (4)

siderados no patológicos, sino más bien cambios adaptativos cardíacos fisiológicos, secundarios a la constante ejercitación.

Este trabajo viene a constituir el primero en su género a nivel nacional, ya que en nuestro medio no existe una investigación sobre electrocardiografía deportiva aplicable a los atletas de maratón.

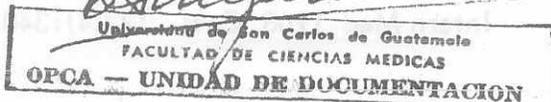
## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Astrand, P.L. *Textbook of physiology; physiological - bases of exercise*. Philadelphia, McGraw Hill, 1977. 681p. (pp. 512-558)
2. Beckner, G.L. et al. Cardiovascular adaptations to prolonged physical effort. *Circulation* 1954 June; 9(6): 935-944
3. Block, P. Interpretación básica del electrocardiograma. - *Tribuna Médica* 1978 Sep 11; 265(6):4-13
4. Chignon, J.L. Electrocardiografía y vectocardiografía del atleta. En su: *Cardiología deportiva*. 2a. ed. - Barcelona, Toray, 1980. - 230p. (pp. 25-38)
5. Crawford, N.H. et al. The athlete's heart. *Advances in Internal Medicine* 1979; 24:311-328
6. Dodge, T.H. y R.A. Kennedy. Gasto cardíaco, trabajo del corazón, dilatación, valvulopatías; cardiopatía isquémica y enfermedades del miocardio. En: Sodeman, W.A. *Fisiopatología clínica*. 5a. ed. México, Interamericana, 1978. 952p. (pp. 225-258)
7. Frick, H.M. et al. Coronary implications of hemodynamic changes caused by physical training: *Amer J Cardiol* 1968 Nov; 22(5):417-425
8. Gott, P.H. et al. The athletic heart syndrome. *Arch Intern Med* 1968 Oct; 122(4):340-344

9. Hills, D.L. et al. Manual of clinical problems in cardiology... 2nd. ed. Boston, Little Brown, 1980. 319p. (pp. 279-281)
10. Morganroth, J. Comparative left ventricular dimensions in trained atheletes. Ann Intern Med 1975 Apr; 82 (4):521-524
11. Mudge, G.H. Manual of electrocardiography... Boston, Little Brown, 1981. 195p. (pp. 13-56)
12. Oliveros, G. Ejercicio y función ventricular izquierda. Tribuna Médica 1978 Sep 11; 265(6)4:13
13. Pons, P. Patología clínica y médica... 6a. ed. Barcelona, Salvat, 1960. 395p. (pp. 14-16)
14. Roeske, W.R. et al. Non-invasive evaluation of ventricular hypertrophy in professional athletes. Circulation 1956 Feb; 53(2):286-292
15. Schaub, F.A. Fundamentos de electrocardiografía clínica. Basilea, Geigy, 1965. 121p. (tablas científicas suplemento I)
16. Sheffield, E. Exercise stress testing. In: Braunwald, E. Heart disease. Philadelphia, Saunders, 1980. v.1 (pp. 253-277)

*To Bo*

*Guiguelo P*



## APENDICE

ANALISIS DE CORRELACION SIMPLE

UNIVERSO: 53 MARATONISTAS  
 GUATEMALA MARZO MAYO 1984

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 EDAD		.27	-.14	.51	-.12	.09	-.19	-.28	.09
2 PESO			.57	-.08	-.01	.07	.03	.13	.03
3 ESTATURA				-.28	-.08	.06	.16	.11	-.20
4 AÑOS DE ENTRENAMIENTO					.10	.31	-.07	-.21	.13
5 MINUTOS DE ENTRENAMIENTO						.73	.04	-.07	-.07
6 KILOMETROS RECORRIDOS DIARIO							.05	-.08	-.13
7 ONDA R MAS ONDA S (V5 MAS V1)								.09	-.09
8 FRECUENCIA CARDIACA									
9 TIEMPO DEL INTERVALO QT									.51

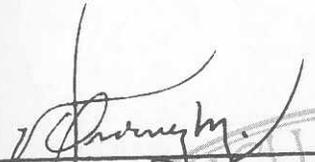
CLINICA MEDICA CONFEDERACION DEPORTIVA AUTONOMA DE GUATEMALA

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LAS CIENCIAS  
DE LA SALUD  
( C I C S )

1	TIEMPO DE INTERVALO	12
2	FRECUENCIA CARDIACA	90 - 96
3	TIEMPO DE RECUPERACION	10 - 15
4	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
5	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
6	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
7	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
8	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
9	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
10	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
11	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15
12	TIEMPO DE INTERCAMBIO	10 - 15

CONFORME:

  
Dr. Victor Manuel Ordóñez M.  
ASESOR.

Dr. Victor Manuel Ordóñez M.  
MEDICO Y CIRUJANO  
Colegiado No. 1779

SATISFECHO:

  
Dr. Guillermo Morales Coronado  
REVISOR.  
Coleg. No. 1306

APROBADO:

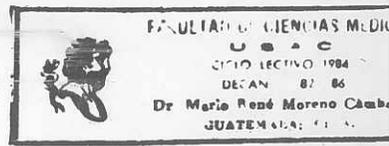
  
DIRECTOR DEL CICS



IMPRIMASE:

  
Dr. Mario René Moreno Camba  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS  
U S A C .

Guatemala, 19 de *Junio* de 1984



Los conceptos expresados en este trabajo son responsabilidad únicamente del Autor. (Reglamento de Tesis, Artículo 44).