

11205
2es.
5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
"IGNACIO "CHAVEZ"

EFFECTO DE LAS ROTACIONES CARDIACAS
SOBRE EL REGISTRO DE VOLTAJE
ELECTROCARDIOGRAFICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA

P R E S E N T A :

DR. MARIANO DUVERT BLUME VAZQUEZ

total

Director del Curso: Dr. Ignacio Chavez Rivera

Director de la Tesis: Dr. Javier A. Marin

México, D.



1987



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

I N D I C E

	PAG
INTRODUCCION.....	01
HISTORIA.....	05
ANTECEDENTES.....	09
MATERIAL Y METODO.....	13
RESULTADOS.....	16
DISCUSION.....	20
CONCLUSIONES.....	26
TABLAS.....	30
FIGURAS.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	44

I N T R O D U C C I O N

Las diferencias de potencial eléctrico provocadas por la activación cardíaca y registradas escalaramente en el tiempo, constituyen la esencia de la electrocardiografía, disciplina que sirvió de pauta para que se desarrollara aceleradamente la cardiología en este siglo.

El registro electrocardiográfico ha sido utilizado en la práctica clínica para la evaluación tanto de la fisiología como de la patología cardíaca. La atención se ha enfocado a la identificación de patrones morfológicos y a la señalización cualitativa más que cuantitativa de las variaciones en el registro del voltaje asociadas a ciertas patologías, con poca objetividad en la duración de las deflexiones. Los criterios electrocardiográficos -- con fines diagnósticos que se utilizan en la actualidad, en algunos casos fueron estructurados a partir de extrapolación de conceptos elaborados experimentalmente antes del desarrollo de otras disciplinas metodológicas que los confirman y, en otros, por asociación de hallazgos comunes a una patología específica.

El registro de voltaje, cuyos valores reportados en la literatura, muestran un comportamiento errático cuando se intentan predecir los hallazgos en función de los mismos conceptos aceptados como fundamentales. Los estudios realizados para tratar de explicar el porqué de las inconsistencias han dado resultados controversiales, lo que demuestra que el registro de voltaje es más complejo de lo que se había supuesto. Las variaciones en el medio que rodea al corazón y las del corazón mismo, hace imposible por el momento el poder definir en que proporción colabora cada uno de los factores involucrados.

Lo que es un hecho, es que los enfoques utilizados hasta el momento, es decir, las teorías "clásicas", no han sido eficaces para explicar el cúmulo de inconsistencias - que cada vez más colocan al electrocardiograma como estudio anacrónico e ineficiente, cuando no ha sido el método sino los criterios, los que han fallado. Todo lo anterior nos obliga a pensar en una renovación en el aná-

lisis electrocardiografico que permita reconocer la verdadera utilidad de un método no invasivo, accesible, que a pesar de sus limitaciones propias y artificiales forjó toda una época en la Cardiología.

El objetivo de ésta tesis es evaluar los efectos de las rotaciones cardiacas sobre el registro de voltaje electrocardiográfico en las derivaciones unipolares, del cual se tiene conocimiento parcial con referencias anecdóticas en los textos actuales.

Considerese ésta, una pequeña contribución a la disciplina electrocardiográfica con el deseo de lograr una mejor comprensión del fenómeno eléctrico.

H I S T O R I A

Tomando como base el electrómetro capilar ideado por --- Lippmann en 1872, de aplicación experimental exclusiva-- mente, las experiencias de Waller en 1887 demostraron la posibilidad de registrar los potenciales cardíacos en la superficie del cuerpo intacto, condición que posterior-- mente aprovechó Willem Einthoven en 1903 para mejorar el sistema de registro y con ayuda de su hijo, ingeniero y físico, consigue perfeccionar el galvanómetro de cuerda, con lo que se inicia la era de la electrocardiografía. - Durante la primera década de este siglo, el profesor -- Einthoven avanzó notablemente en tecnología, establecien-- do además firmemente las posibilidades diagnósticas de -- este tipo de registro al publicar los ejemplos de trazos anormales tomados de pacientes cardíacas. Aunque no - todos los médicos fueron convencidos de inmediato e in-- clusive algunos mostraron gran resistencia, como Wenckebach que prefería el polígrafo de tinta, el impacto de los - trabajos publicados por Einthoven sirvieron de gatillo - para la explosión de interés que durante el siguiente --

medio siglo hizo que la electrocardiografía fuera el pilar más importante de la cardiología.

Pero no fue hasta el advenimiento de la central terminal desarrollada por el genio de la electrocardiografía, el Dr. Frank N. Wilson en 1934, introduciendo los registros unipolares con lo que realmente la electrocardiografía se enriquece ofreciendo un campo insospechado de estudio y aplicaciones. El análisis morfológico del trazado cobró mayor sentido haciéndose más accesible en comparación a los trazos vectocardiográficos desarrollados a partir del "Monocardiograma" ideado por Mann en 1920 en base al concepto de vector cardíaco introducido por el propio Einthoven en 1913. A partir de la publicación del trabajo de Wilson titulado "The precordial electrocardiogram" en 1942, la electrocardiografía moderna se basa en el análisis de los registros obtenidos con derivaciones unipolares de rutina^{1,2}.

A las deflexiones electrocardiográficas se les ha estu--

diado básicamente 3 parámetros" a) Voltaje, b) duración y c) morfología, y se han formulado criterios diagnósticos en base a la alteración de uno o varios de ellos. Los más favorecidos para su uso han sido el voltaje y la morfología, sin embargo, el avance en la comprensión de estos parámetros con el desarrollo de la electrofisiología ha hecho inaplicables y confusos ciertos criterios conformados en los albores de la electrocardiografía y que asombrosamente siguen siendo utilizados irracionalmente en la clínica.

A N T E C E D E N T E S

En el caso del análisis de voltaje se ha caído frecuentemente en la falacia de considerar los incrementos de este exclusivamente a las hipertrofias o isquemia miocárdica (Efecto Brody) y las disminuciones a infartos, enfisema pulmonar u obesidad. Los términos aumento o disminución del voltaje son referidos frecuentemente en la clínica en forma imprecisa ya que se ha estandarizado el voltaje de las deflexiones en cada derivación haciendo la clasificación por edad y sexo sin encontrar diferencias significativas, excepto en niños pequeños en donde el voltaje es menor. Lo anterior ha conducido a un manejo vago o impreciso de los datos^{3,4}.

El voltaje registrado en el electrocardiograma es la diferencia de potencial eléctrico producido en el corazón y que es captado a distancia en la superficie del cuerpo, y que puede ser representado por la ley de Coulomb $V = \frac{q_1 - q_2}{r^2}$ en donde vemos que el potencial registrado es directamente proporcional a la diferencia de potencial producida e inversamente proporcional al cuadrado de la-

distancia⁵. Visto de ésta forma, simplista, se ha intentado corregir el registro de voltaje electrocardiográfico con la distancia del corazón al electrodo evaluado por ecocardiografía, pero sus resultados han sido controversiales^{6,7} lo que indica que existen otros factores involucrados. La acepción más completa de los factores involucrados en el registro de voltaje quedan plasmados en la fórmula propuesta por Holland y Arnrdorf $V = \frac{\Delta V_m}{4\pi r^2} \cdot K \cdot \int d\Omega$ donde V_m es la diferencia de potencial producida en corazón, K es la constante para corregir las diferencias de conducción intra y extracelular y $\int d\Omega$ es la integral de la distancia y ángulo sólido⁸.

Dado que el valor de la K depende de las diferencias constitucionales del cuerpo humano, difíciles de estandarizar en la actualidad, dicha fórmula no es aplicable como tal en la práctica clínica como tampoco se ha podido integrar las resistencias eléctricas determinadas en los tejidos⁹.

Por otro lado, se ha observado que las diferencias de posición cardíaca modifican el registro del voltaje, como fué descrito originalmente por Einthoven, utilizando las derivaciones bipolares¹⁰ demostrado que con el electrocardiograma se pueden identificar la posición del corazón, lo cual se puede realizar tanto en el plano frontal como en el longitudinal. Grant demostró la correlación entre el eje anatómico longitudinal del corazón y el eje eléctrico, con validez en los casos que no tengan bloqueos de rama izquierda o infartos¹¹. Sodi-Pallares estudió cuidadosamente la conducción septal y encontró que la morfología R=S identificaba las regiones cercanas a la barrera intraseptal denominandola complejo transicional¹² y se ha utilizado para señalar los desplazamientos del corazón en forma horario (dextrorrotación) o antihoraria (levorrotación).

La revisión de la literatura no permite encontrar correlaciones evidentes entre posición y voltaje, si bien se refiere en forma anecdótica en los libros de texto^{13,14}
15.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron 80 sujetos que asistieron al Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez por sospecha de cardiopatía pero que finalmente fueron catalogados como corazones sanos. En ellos se determinaron: edad, peso, estatura, superficie y masa corporal, índice cardiorádico en la teleradiografía de tórax y el voltaje de la onda R en las derivaciones unipolares, cuyos trazos fueron registrados a 25 mm/seg con amplitud de 1 cm = 1mV y en banda de 25 a 60 Hz.

La posición cardíaca se estableció para el plano frontal de acuerdo al AQRS: +30° a +60° para los intermedios; de +60° a +100° para los verticales de +30° a -30° para los horizontales; en el plano horizontal la identificación del complejo transicional R=S en V3 y V4 señaló a los corazones intermedios, cuando se observó hacia V2 y V3 se clasificaron como levorrotados y hacia V4 y V5 como dextrorrotados. La superficie corporal se determinó a través de monograma y el índice de masa corporal fue calculado como peso/talla².

Para el análisis estadístico se emplearon la t de Student, el análisis de Varianza, los coeficientes de correlación y regresión y la Chi cuadrada considerando como significancia un valor de $p \leq 0.05$.

R E S U L T A D O S

El grupo de estudio estuvo integrado por 13 niños y 67 - adultos cuyas estadísticas somáticas están referidas en la tabla I, en donde se observa que las mujeres tienen - significativamente menor talla y superficie corporal que los hombres pero no hay diferencias en relación peso/es-tatura² (IMC) lo que indica una distribución semejante -- del peso en ambos sexos. En niños no se observaron dife-rencias significativas en relación al sexo.

En la tabla II se muestran exclusivamente los valores glo-bales obtenidos en la medición de la onda R en las de-- rivaciones unipolares de ambos planos y se comparan con - los datos publicados en 1953 y 1971 como estandares, sin observar diferencias. La tabla III muestra la población- estudiada de acuerdo al índice de masa corporal observando que existe incremento significativo de sujetos con sobre- peso grado I; se encontró además correlación significati- va entre edad e IMC ($r = 0.81$ $p < 0.01$).

En la figura 1 se observa el comportamiento del voltaje - en relación a los subgrupos de masa corporal encontrando-

diferencias significativas para el grupo con sobrepeso - II, sin embargo, la correlación global entre el voltaje y la masa si bien, es inversa no alcanza valor significativo (fig. 2); no hubo correlación entre voltaje de las deflexiones y la superficie corporal. El porcentaje de sujetos clasificados de acuerdo a posición electrocardiográfica y masa corporal mostró una proporción significativa de individuos con sobrepeso en la posición horizontal (fig. 3) y dextrorrotación (fig.4) con ausencia de sujetos delgados en dicha posición.

La clasificación de los sujetos de acuerdo solamente a la posición electrocardiográfica, mostró una diferencia significativa en la amplitud de la onda R en ambos planos (fig. 5) con mayor promedio de voltaje en los corazones con punta atrás y/o levorrotados y menor para los horizontales y/o dextrorrotados. Mientras que la distribución en el subgrupo de acuerdo a posición y masa corporal (fig. 6) mostró una disminución de voltaje conforme al sobrepeso, que alcanza una diferencia significativa

en corazones horizontales. En el plano horizontal -- (fig. 7) los corazones levorrotados independientemente de los de la masa corporal, mostraron significativamente un mayor voltaje que los corazones intermedios y -- dextrorrotados.

D I S C U S S I O N

El voltaje de las deflexiones electrocardiograficas es un parámetro de fácil medición pero difícil Interpretación en función de la complejidad de los factores involucrados como son la distancia real de registro, las resistencias eléctricas, el ángulo sólido y en fenómeno de cancelación^{8,9,16}. El exceso de grasa corporal ó sobrepeso es una condición que reúne 2 de los factores importantes, los cuales repercuten inversamente en el registro de voltaje (distancia y resistencia) y que en ausencia de variaciones de potencial atribuibles al corazón per sé, por ser sano, podía a priori ser concluyente en cuanto a modificaciones del voltaje.

Se prefirió hacer el análisis de voltaje de la onda R por ser dicha deflexión la de mayor amplitud, fácilmente medible y por que es la mayormente referida en la literatura. El resto de las deflexiones tienen particulares detalles particularmente la onda p y la onda t que se prestan para diferencias en la discusión, aunque exista igualdad de condiciones extracardíacas.

El índice de masa corporal relaciona adecuadamente el peso con estatura y permite identificar a los sujetos con sobrepeso a diferencia de la superficie corporal^{17,18}. En cuanto a los incrementos ligeros de la masa corporal con relación a la edad observada en poblaciones europeas¹⁹, en nuestro grupo se observó incremento significativo en la cuarta década (tabla III) y en relación a la edad (fig. 8). Al analizar el voltaje electrocardiográfico en relación a la masa corporal se observó una correlación inversa que no alcanzó a ser significativa, aun cuando específicamente los sujetos con sobrepeso II, tienen significativamente menor voltaje que el resto lo cual es el hallazgo esperado, como se observa en la figura 1.

En otro tipo de estudios como la Ecocardiografía y la Hemodinámica, se expresan habitualmente los datos obtenidos en función de la superficie corporal. No encontramos relación entre voltaje de onda R y superficie corporal (fig. 9), dada la dispersidad de biotipos que coinciden en una misma medida de superficie corporal.

La posición diagnosticada desde el punto de vista electrocardiográfico muestra correlación con la posición anatómica tanto en el plano frontal como en el plano horizontal^{11,12}. La distribución de las posiciones cardiacas - en nuestro grupo de acuerdo al índice de masa corporal, - muestra incrementos significativos de los corazones horizontales y dextrorrotados en el grupo con sobrepeso. - La elevación del diafragma por aumento de volumen abdominal que se observa en estos sujetos al decubito, podría ser la causa de dicho hallazgo (fig. 3 y 4) en contraste los delgados y eutróficos tienen mayor incidencia de corazones punta atrás. Cuando se relaciona masa corporal y posición, el voltaje sufre una disminución significativa en corazones horizontales de sujetos con sobrepeso, mientras que los levorrotados mostraron un aumento significativo del voltaje, independientemente del sobrepeso. Lo anterior se explica por el mayor o menor campo eléctrico, proyectado anteriormente por el ventrículo izquierdo. Cuando el voltaje se evalúa en forma global sin corregir con la posición, no se observan diferencias sig-

nificativas en relación al peso, lo que explica los hallazgos no esperados en el estudio electrocardiográfico de pacientes obesos²⁰.

Otro factor involucrado y que parece tener significancia es el mayor tamaño del corazón, evaluado por índice cardiorácico en relación al incremento de peso que ya se había descrito en sujetos francamente obesos²¹. Es decir, existe correlación positiva entre tamaño del corazón y peso corporal, lo cual mantiene la proporción del campo eléctrico, entre la diferencia de potencial original y las resistencias eléctricas. Lo anterior aunado a los hallazgos de amplitud de las deflexiones expuesto anteriormente, podría explicar las inconsistencias de voltaje comunicadas en la literatura. Dicha correlación no se observa con la superficie corporal (fig. 11) lo que confirma la poca utilidad de dicho parámetro en el análisis electrocardiográfico.

Los sujetos delgados mostraron menor voltaje que los --

eutroficos, contrario a lo esperado, pero también tuvieron menor tamaño de corazón evaluado por índice cardiotorácico por lo que nuevamente se mantiene la proporción de campo eléctrico, sin embargo, dentro de este grupo, los corazones levorrotados tuvieron mayor voltaje, lo que enfatiza la importancia de la posición cardíaca en dicho parámetro.

C O N C L U S I O N E S

- 1) El grupo de sujetos sanos estudiado, como muestra aleatoria de la población que asiste al Instituto Nacional de Cardiología, tiene un porcentaje significativo de individuos con sobrepeso I.
- 2) El sobrepeso evaluado por índice de masa corporal mostró una correlación significativa con la edad.
- 3) El voltaje de las derivaciones unipolares registrado en nuestro grupo es similar al publicado en la literatura mundial.
- 4) El voltaje global evaluado por grupos de masa corporal mostró una disminución significativa solamente en el grupo de sobrepeso II (IMC=30-34).
- 5) El grupo de sujetos delgados, contrariamente a lo esperado, mostró menor voltaje (no significativo) en relación a los eutróficos (IMC=20-24)

- 6) Existe una correlación inversa evidente que no alcanza significancia entre índice de masa corporal y el voltaje de las derivaciones unipolares.
- 7) La superficie corporal no tiene relación con el registro de voltaje en el electrocardiograma.
- 8) La posición del corazón desde el punto de vista eléctrico mostró relación con la distribución del peso en la talla (IMC) mostrando porcentajes significativos de sujetos con sobrepeso en corazones horizontales dextrorrotados y de sujetos delgados o eutróficos en posición punta atrás.
- 9) El voltaje electrocardiográfico evaluado en función de la posición mostró significativos: a) incremento en corazones levorrotados. b) disminución en corazones horizontales dextrorrotados.
- 10) Existe correlación positiva significativa entre el-

tamaño del corazón evaluado a través del índice cardiorádico radiológico y el índice de masa corporal, lo que explica en parte la falta de la esperada correlación negativa entre peso y voltaje.

- 11) No existe correlación entre índice cardiorádico y superficie corporal.
- 12) La masa corporal no es un determinante directo de la amplitud de las deflexiones electrocardiográficas, excepto en los grados avanzados de sobrepeso (II ó más).
- 13) Por lo tanto, en sujetos normales delgados, eutróficos y con sobrepeso grado I, la mayor o menor exposición hacia la región precordial de los campos eléctricos originados en el ventrículo izquierdo, aparece como el mecanismo electrocardiográfico principal que modifica el registro de voltaje, siendo las variaciones en el plano horizontal las que mayor repercusión tienen.

I. CARACTERISTICAS SOMATICAS DEL GRUPO ESTUDIADO

No.	SEXO	EDAD AÑOS	PESO Kg	ESTATURA m	SC M2	IMC KG/M2
8	M	7.12 [±] 1.2	22.3 [±] 2.1	1.17 [±] 0.06	0.88 [±] 0.05	16.1 [±] 0.45
5	F	8.6 [±] 0.9	29.0 [±] 2.1	1.31 [±] 0.03	1.03 [±] 0.04	16.6 [±] 0.46
37	M	30.3 [±] 2.1	69.3 [±] 2.1	1.65 [±] 0.01	1.74 [±] 0.02	25.4 [±] 0.83
30	F	36.1 [±] 3.3	61.2 [±] 1.6*	1.52 [±] 0.01**	1.56 [±] 0.02**	26.28 [±] 0.7
<p>N=80 M 56.2% F 43.8 %</p> <p>MEDIA IEE ±</p> <p>* P < 0.05 ** P < 0.01</p>						

II. AMPLITUD DE ONDA R EN DERIVACIONES UNIPOLARES

	aVR	aVL	aVF	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
ESTUDIO ACTUAL	0.19 ±0.17	0.44 ± 0.29	0.60 ± 0.43	0.35 ± 0.37	0.79 ± 0.57	1.10 ± 0.66	1.59 ± 0.82	1.39 ± 0.74	1.04 ±0.55
LEPESCHKIN 1971	0.55 (0-25)	0.24 (0.02-0.9)	0.73 (0.10-1.56)	0.20 (0-0.55)	0.55 (0.06-1.2)	0.90 (0.08-2.2)	1.48 (0.5-3)	1.43 (0.8-2.4)	1.09 (0.52-1.8)
KOSSMANN 1953	0.01 (0-3.0)	0.26 (0-1.0)	0.68 (0-1.5)	0.30 (0-1.5)	0.59 (0-2.3)	0.89 (0.7-5.4)	1.37 (0.8-4.6)	1.20 (0.4-3.3)	0.96 (0.2-2.2)

**III. DISTRIBUCION DE LA POBLACION DE ACUERDO
AL INDICE DE MASA CORPORAL**

		N	\bar{x}	$\sigma^2(x)$	$\bar{q}(x)$
A	Delgados (< 20)	13	16.2	8 (10)	5 (6.2)
B	Eutrofos (20-24)	21	26.2	12 (15)	9 (11.2)
C	Sobrepeso I (25-29)	29*	36.2	18 (22.5)	11 (13.7)
D	Sobrepeso II (30-34)	17	21.4	7 (8.9)	10 (12.5)
					* P < 0.05

CORRELACION ENTRE INDICE DE MASA CORPORAL Y LA EDAD

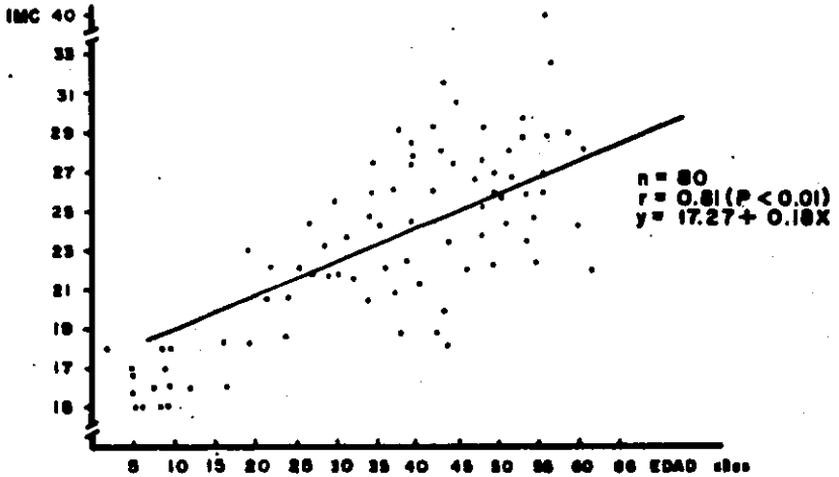


Figura 1

VOLTAJE PROMEDIO EN DERIVACIONES UNIPOLARES DE ACUERDO AL INDICE DE MASA CORPORAL

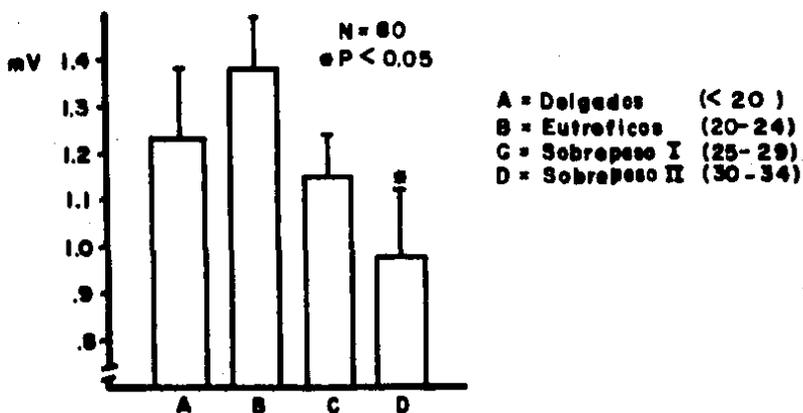


Figura 2

CORRELACION ENTRE VOLTAJE PROMEDIO Y MASA CORPORAL

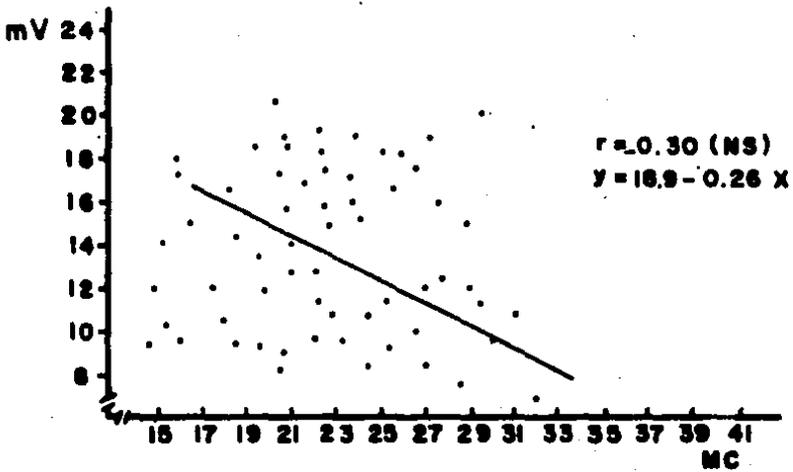


Figura 3

CORRELACION ENTRE VOLTAJE SUPERFICIE CORPORAL

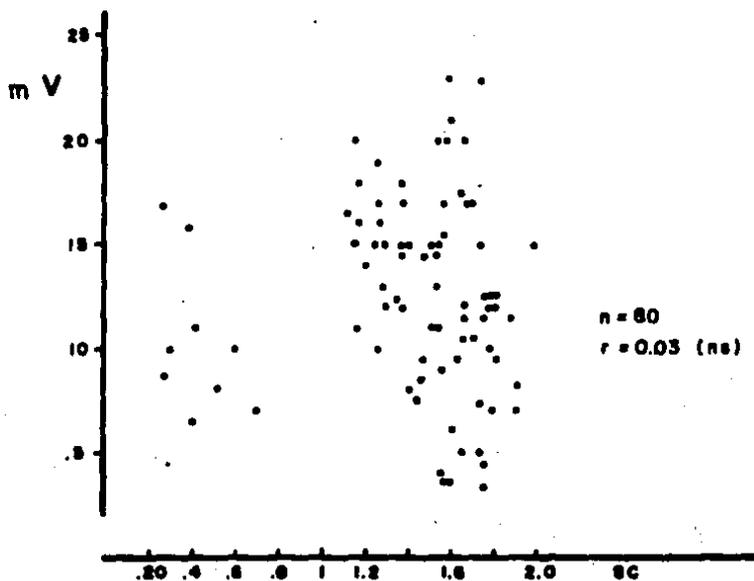


Figure 4

**DISTRIBUCION DE LA POSICION CARDIACA EN
EL PLANO FRONTAL EN RELACION AL INDICE
DE MASA CORPORAL**

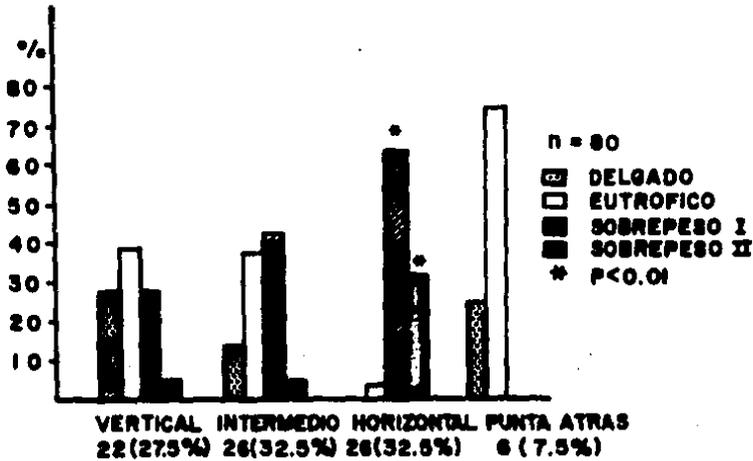


Figura 5

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**DISTRIBUCION DE LA POSICION CARDIACA
EN EL PLANO HORIZONTAL DE ACUERDO
AL INDICE DE MASA CORPORAL**

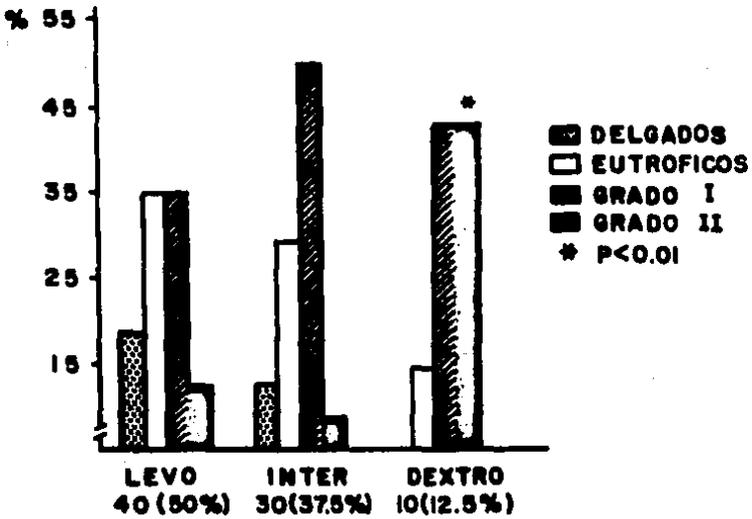


Figura 6

VOLTAJE PROMEDIO EN RELACION A LA POSICION EN PLANOS FRONTAL Y HORIZONTAL

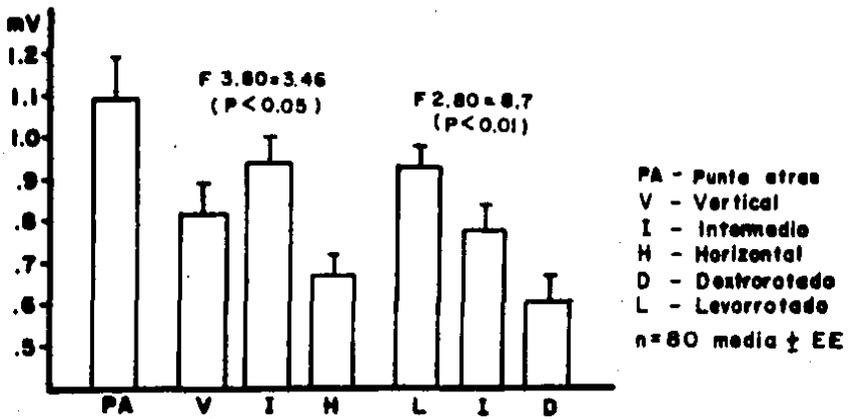


Figura 7

VOLTAJE GLOBAL EN RELACION A LA MASA CORPORAL Y A LA POSICION CARDIACA EN EL PLANO FRONTAL

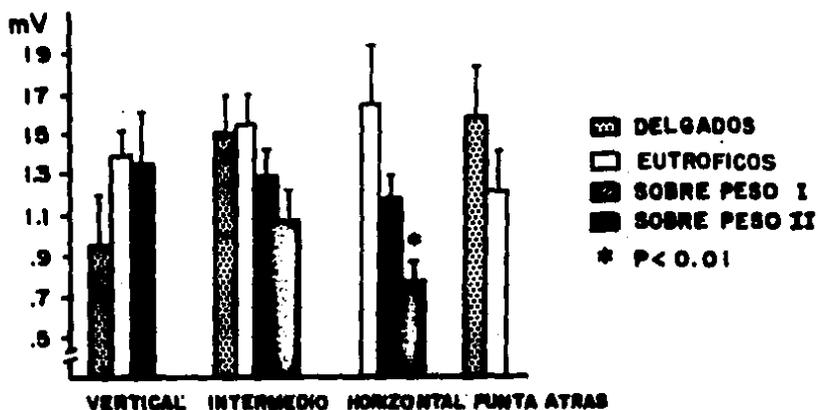


Figura 8

VOLTAJE ONDA R DE ACUERDO A LA MASA CORPORAL Y POSICION ELECTROCARDIOGRAFICA EN PLANO HORIZONTAL

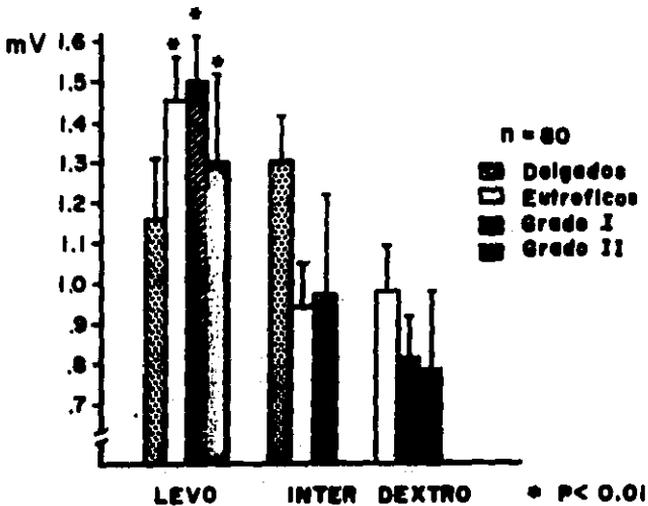


Figura 9

RELACION ENTRE INDICE CARDIOTORACICO Y MASA CORPORAL

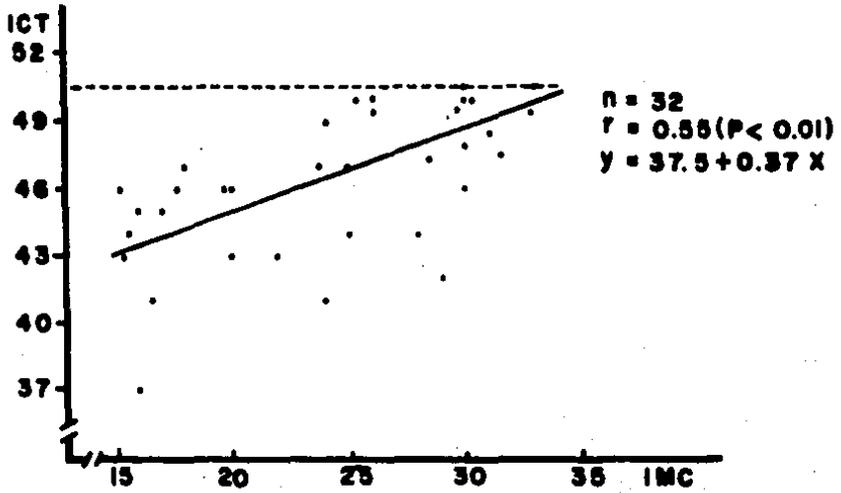


Figura 10

RELACION ENTRE SUPERFICIE CORPORAL Y EL INDICE CARDIOTORACICO

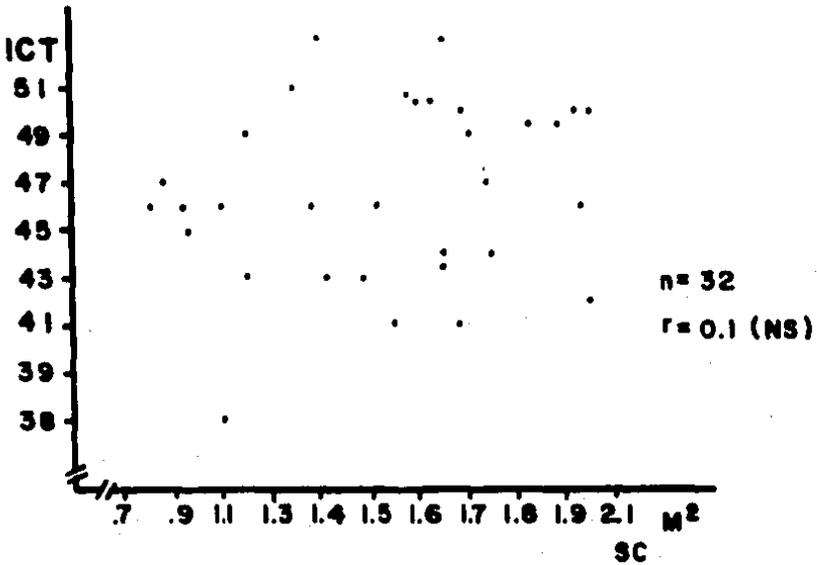


Figura 11

BIBLIOGRAFIA

1. Burch G.E.: Development in clinical electrocardiography - since Einthoven. Am Heart J. 61: 324-46, 1961.
2. Johnson J.C and Flowers N.C: A history of electrocardio--graphy and vectocardiography in the theoretical basis of -- electrocardiography: Nelson edit. Clarendon Press Oxford 1976. pp 381-92.
3. Te-Chuan Chou: Electrocardiography in clinical practice: Grunne and Stratton. Philadelphia 1977. pp 10-4.
4. Kossman C: The normal Electrocardiogram: Circulation 8: - 920-36. 1953.
5. Holliday D and Resnick R: Physics part II.: Wiley and Sons Inc. Toppan Company LTD. Japan. 1962. pp 650-654.
6. Reichel N, Devereaux RB: Left ventricle hypertrophy. -- Relationships of anatomic, echocardiographic and electro--cardiographic findings. Circulation 63: 1391-1407. 1981.

7. Horton J, Sherker HS, Lakalta EG: Distance correction -- for precordial electrocardiographic voltage in estimating left ventricular mass. *Circulation* 55: 509. 1977.
8. Holland RP and Arnsdorf MF: Solid angle theory and the -- electrocardiogram. *Physiologic and Quantitative Interpretations. Prog Card Dis.* 19: 431-50. 1977.
9. Schwan HP, Kay CK: Specific resistances of body tissues: *Circulation Research.* IV: 664-9. 1956.
10. Einthoven W, Fahr G, De Waart A: On the direction and -- manifest size of the variations of potential in the human heart and on the influence of position of the heart on -- the form of the electrocardiogram. *Am Heart J.* 40: 163-170. 1950.
11. Grant RP: The relationship between the anatomic position of the heart and the electrocardiogram. A criticism of unipolar electrocardiography. *Circulation* 7: 890-902. 1953.
12. Sodi-Pallares D: The activation of the ventricular septum. *Am. Heart J* 41: 569-577. 1951.

13. Bayes de Luna A.: Fundamentos de electrocardiografía. -- Editorial Científico Médica. Barcelona 1981. pp 64-7.
14. Goldman MJ: Principios de Electrocardiografía Clínica. - El Manual Moderno. México. 1981. pp 61-76.
15. Te-Chuan Chou: Electrocardiography in clinical practice: Grunne and Stratton. Philadelphia 1977. pp 15-25
16. Helm RA: Electrocardiographic cancellation in The Theoretical Basis of Electrocardiology. edited by C.V. Nelson Clarendon Press Oxford. 1976. pp 413-420.
17. Khosla T, Lowe CR: Indices of obesity derived from body weight and height. Brit J Prev Soc. Med. 21: 122-128. - 1967.
18. Keup AF, Fidanza F, Karvosen MJ, Kulnera N, Taylor HL,: Indices of relative weight and obesity. J Chron Dis. - 25: 329-343. 1972.
19. Jarrett RJ, Shipley MJ, Rose G: Weight and mortality - in the whitehall study. Brit Med J. 285: 535-537. 1982.

20. Eisenstein I, Edelstein J, Sanmarco M,: The electrocardiogram in obesity. J Electrocardiol 15(2), 1982, 115-118.

21. Awad KH, Brennan JC, Alexander JK: The cardiac pathology of chronic exogenous obesity. Circulation 32: 740-745. - 1965.