

11205



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA  
"IGNACIO CHAVEZ"

36  
283

PREDICCION DE LA FRACCION DE EXPULSION DEL VENTRICULO IZQUIERDO MEDIANTE EL ANALISIS DE LA MOVILIDAD SEGMENTARIA



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA  
P R E S E N T A  
JAVIER ENRIQUE VAZQUEZ NEIRA

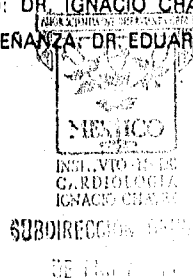


DIRECTOR DE TESIS: DR. ERICK ALEXANDERSON ROSAS  
PROFESOR DEL CURSO: DR. IGNACIO CHAVEZ RIVERA  
SUBDIRECTOR GENERAL DE ENSEÑANZA: DR. EDUARDO SALAZAR DAVILA

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

MEXICO, D. F.



1996

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>II</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>III</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Técnicas</b> .....	<b>3</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>6</b>
<b>Material y Métodos</b> .....	<b>7</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>8</b>
<b>Discusión</b> .....	<b>9</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>12</b>
<b>Figuras</b> .....	<b>13</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>19</b>

**DEDICATORIA**

**A mis Padres Fausto y Blanca que con su ejemplo han orientado mi vida.**

**A mi Esposa Silvana por todo el Amor y la Fe puestos en mí.**

**A mi Hijo Pablo Xavier, la razón más grande y hermosa de vivir y buscar ser mejor cada día.**

**AGRADECIMIENTOS**

**Al Dr. Erick Alexanderson Rosas, Director de esta Tesis, por sus enseñanzas y dedicación.**

**Al Equipo humano del Departamento de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", quienes con su trabajo tesonero hicieron posible la realización del presente estudio.**

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el invalorable apoyo que me ha brindado para culminar mis Estudios de Post-grado y por ende este trabajo.**

**Al Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" por brindarme la oportunidad de recibir una formación académica de primer nivel.**

## INTRODUCCION

La Fracción de Expulsión a pesar de ser dependiente de Pre y Postcarga, ha demostrado ser un importante indicador de la función del ventrículo izquierdo (1). Igualmente la movilidad segmentaria es uno de los indicadores más sensibles de la función ventricular izquierda (2,3).

Estos dos parámetros pueden ser evaluados mediante Cine-ventriculografía con contraste, Ecocardiografía y Ventriculografía Radioisotópica. Múltiples estudios han demostrado altos coeficientes de correlación entre los resultados obtenidos con cada uno de estos métodos ( 4, 5, 6, 7 ).

En muchos Centros la ventriculografía radioisotópica a desplazado a la cineventriculografía como "Standard de oro" para la determinación de la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (8). Es un método No invasivo, de fácil y rápida realización, ampliamente reproducible, aplicable a la gran mayoría de los pacientes por no requerir de una buena ventana acústica como en el caso de la Ecocardiografía y por ser muy económica.

Los antecedentes del método se remontan a los años veinte en que Blumgart publicó la utilización de un radiotrazador por primera vez en humanos (9, 10). Los trabajos de este investigador se abandonaron hasta los años cuarenta en que Prinzmetal cuantificó Sodio radioactivo a su paso por el corazón y denominó a su descubrimiento "Radiocardiografía" en 1948 (11).

En 1962 Folse y Braunwald obtuvieron suficiente resolución temporal para identificar cambios físicos de cuentas durante el ciclo cardíaco (12), y al año siguiente se comenzaron a utilizar gammacámaras para observar las cavidades cardíacas conforme el radiotrazador fluía a través del corazón (13). En la década de los setenta se empezaron a utilizar sistemas de computación para mejorar la resolución con el método(14).

También en la década de los setenta se comenzó a aplicar la ventriculografía radioisotópica para detectar disfunción ventricular global y segmentaria (15-20).

En la actualidad se obtienen valores predictivos superiores a los de la Electrocardiografía de esfuerzo (15,18,21,22), y con resultados diagnósticos similares al Estudio de perfusión miocárdica con Talio 201 (15,17,18,20,23-26) en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica; la capacidad del método para detectar esta patología se ha visto que depende de la severidad de las lesiones coronarias y del número de vasos afectados (27-31).

Muchos estudios han demostrado consistentemente que la depresión de la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo en reposo es uno de los más importantes, o quizá el más importante factor pronóstico después de un Infarto Miocárdico Agudo; en una gran cantidad de estos estudios se utilizó la ventriculografía isotópica para evaluar dicho indicador (32-50). De igual manera la fracción de expulsión es un importante índice pronóstico en el contexto de la Angina Crónica Estable, como lo muestran múltiples reportes en la literatura (51,52).

Existen dos técnicas para la realización de la Ventriculografía radioisotópica: la llamada de Primer paso y la técnica de Equilibrio.

Técnica de Primer paso: se denomina así debido a que se lleva a cabo mediante la administración intravenosa en "bolo" del radiotrazador que puede ser pertecnetato de tecnecio o un tecnecio marcado que se utiliza para los estudios de perfusión miocárdica como el Tc Sestamibi ; la radioactividad es registrada en una gammacámara a su paso por la circulación central . El tiempo total de adquisición y análisis del procedimiento es de menos aproximadamente 1 minuto.

Por el hecho de usarse únicamente un bolo intravenoso del radiotrazador, esta técnica permite aislar el ventrículo derecho del izquierdo, por lo que teóricamente tiene ventaja sobre la técnica de equilibrio para el cálculo de la Fracción de Expulsión del ventrículo derecho.

Cualquier condición patológica o fisiológica que dificulte la llegada del bolo de radiotrazador a uno de los ventrículos, impedirá una determinación precisa de la Fracción de Expulsión. Así por ejemplo, esta técnica no proporcionará resultados satisfactorios en presencia de insuficiencia tricuspídea, hipertensión arterial pulmonar, comunicación interauricular, insuficiencia mitral o la utilización de un bolo muy pequeño del radiotrazador.

Una vez administrado el radiofármaco, se construye una curva Tiempo/Actividad, la cual tiene una disposición en "dientes de sierra". Cada uno de los picos representa una telediástole y cada entrante o canal una telesístole. Se suman las cuentas en diástole y en sístole por separado y con las imágenes resultantes se calcula la fracción de expulsión del ventrículo. Los resultados obtenidos con el procedimiento han sido validados con cineventriculografía con contraste , encontrándose que son altamente reproducibles (53,54). Un ciclo cardíaco se puede ver en formato de cine, lo que permite analizar la movilidad y la



fracción de expulsión por regiones . Además, conociendo la fracción de expulsión y el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, se pueden calcular el volumen latido y el gasto cardíaco.

Técnica de Equilibrio: se basa en el principio de que marcando los eritrocitos con una pequeña cantidad de radioactividad, una gammacámara Standard puede registrar el volumen sanguíneo del corazón.

Los eritrocitos pueden ser marcados a través de dos métodos:

- Técnica In Vivo: es un método fácil de aplicar. Se realiza inyectando primeramente Pirofosfato de estaño; el estaño se liga a la membrana de los eritrocitos, y permite que el Pertecnetato de tecnecio que se inyecta dentro de los 20 minutos posteriores, se ligue a la hemoglobina y a la membrana celular del eritrocito ; es decir que los eritrocitos son marcados en el espacio intravascular del paciente.

- Técnica In Vitro Modificado: para su realización se administra Pirofosfato de estaño y 20 minutos más tarde se extraen 2 a 3ml de sangre del paciente en una jeringa que contiene una pequeña cantidad de heparina y 25 mCi de pertecnetato de tecnecio. La sangre del paciente es incubada por 10 minutos y luego reinyectada. En general esta técnica produce menos actividad de fondo, y mejor calidad de imágenes que la técnica anterior.

Adquisición: la gammacámara es sincronizada al electrocardiograma del enfermo, y el ciclo cardíaco es dividido en múltiples intervalos ; una imagen separada para cada intervalo es adquirida usando la onda R del electrocardiograma para indicar el inicio del ciclo cardíaco. La computadora analiza las imágenes que le llegan de la gammacámara dentro de los intervalos correspondientes guardados en su memoria; es decir que los datos del primer

segmento del ciclo cardiaco se guardan en el primer intervalo, los del segundo segmento en el segundo, y así sucesivamente, tomando aproximadamente un total de 200 ciclos cardiacos hasta obtener imágenes de una adecuada fotodensidad. Cada uno de los intervalos "congela" una imagen del corazón en una etapa diferente del ciclo.

Se pueden realizar curvas de volumen con estas imágenes basados en el principio de que un cambio en la radioactividad es proporcional al cambio en el volumen sanguíneo.

Estas imágenes pueden ser desplegadas en un cineformato de asa continua, en el cual el ciclo cardiaco es promediado y desplegado una y otra vez, de tal manera que simula un corazón latiendo, similar a una ventriculografía contrastada (55).

Las medidas de las cámaras cardiacas y la movilidad segmentaria son evaluadas subjetivamente con el análisis visual; asistidos por un programa de computadora se puede evaluar de manera cuantitativa la fracción de expulsión global y regional, así como los volúmenes ventriculares.

Para valorar adecuadamente la movilidad segmentaria se toman varias proyecciones, las más aceptadas son: a) Oblicua anterior izquierda a  $45^\circ$ , que nos permite evaluar las regiones septal, inferoapical y posterolateral; b) Proyección Anterior, que nos muestra las regiones anterolateral, apical e inferior; y, c) Proyección Lateral, en la que observamos las regiones anteroseptal, apical e inferior.

Para calcular la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, la mejor proyección es la Oblicua Anterior Izquierda a  $45^\circ$  o la mejor vista septal. Se utiliza la técnica Area-Cuentas que parte de la premisa que hay proporcionalidad entre las cuentas de Tecnecio 99 con el volumen sanguíneo del corazón.

Las cuentas telediastólicas son directamente proporcionales al volumen telediastólico, e igualmente las cuentas telesistólicas son proporcionales al volumen telesistólico. Los cambios en la radioactividad en el volumen de sangre del ventrículo izquierdo en telediástole y telesístole son proporcionales al volumen latido y se denominan "cuentas latido".

La Fracción de Expulsión es computada como:

$$FE = \frac{\text{Cuentas telediastólicas} - \text{Cuentas telesistólicas}}{\text{Cuentas telediastólicas}}$$

Cuentas telediastólicas

La técnica Area-Cuentas correlaciona bien con la Fracción de expulsión calculada con cineventriculografía de contraste (6, 7). Se ha reportado excelente reproducibilidad, con una variabilidad intraobservador e interobservador de  $\pm$  5.8% y 6.0% respectivamente (56).

## OBJETIVOS

El desarrollo tecnológico alcanzado en los últimos años ha permitido la simplificación de los métodos diagnósticos mediante la automatización de los mismos, con la aplicación de programas de computación, para obtener diversa información de utilidad en el abordaje clínico de los pacientes. Así, actualmente se dispone de programas de computadora aplicables en Gabinetes de Medicina Nuclear que automáticamente hacen el cálculo de parámetros como la Fracción de Expulsión. Luego de haber realizado una ventriculografía radioisotópica la computadora delimita los bordes endocárdicos de la cavidad ventricular, calcula los volúmenes telediastólico y telesistólico, y nos proporciona en segundos la fracción de expulsión global y por segmentos.

Con el presente trabajo pretendemos demostrar la factibilidad de predecir la Fracción de Expulsión del Ventriculo Izquierdo mediante el Análisis de la Movilidad segmentaria, en vista de la importancia que tienen éstos como indicadores de función ventricular, y partiendo de la premisa de que si no existen trastornos de la movilidad en ninguna de las paredes, la Fracción de Expulsión será normal.

#### MATERIAL Y METODOS

En el Departamento de Cardiología Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" de la ciudad de México, estudiamos a 45 pacientes a quienes se realizó una Ventriculografía radio-isotópica con Técnica de Equilibrio in vivo, para lo cual se les administró 25mCi de Pertecnetato de Tecnecio, previa inyección de una dosis standard de pirofosfato 20 minutos antes.

Se utilizó una gammacámara Siemens Orbiter equipada con un detector ZLC Digitrac 7500 y un sistema de Computación Icon Power Macintosh 8100/80.

Se obtuvieron imágenes en 3 proyecciones: Oblicua Anterior Izquierda a 45 grados, Anterior y Lateral. El ciclo cardiaco se dividió en 16 intervalos y se adquirieron imágenes hasta obtener 5000 kilocuentas por adquisición.

La Movilidad segmentaria fue evaluada por dos observadores de manera independiente; para ello el ventriculo izquierdo fue dividido en 5 segmentos en cada una de las tres proyecciones (figura #1), y a cada uno de ellos se le asignó un puntaje usando una escala de 3 a -1, en donde:

3 puntos = Movilidad Normal

2 puntos = Hipocinesia ligera

1 punto = Hipocinesia severa

0 puntos = Acinesia

-1 punto = Discinesia

La suma total de la calificación asignada a la movilidad segmentaria de cada uno de los 15 segmentos analizados se denominó Puntaje Total.

La Fracción de Expulsión se calculó en la proyección Oblicua anterior izquierda de manera automática mediante el sistema de computadora, usando la técnica de Area-cuentas.

Se obtuvieron Coeficientes de Correlación, Regresión y Determinación entre el puntaje total de movilidad segmentaria y la Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo calculada por la computadora.

## RESULTADOS

Se estudiaron 45 pacientes, 33 de sexo masculino (73.3%) y 12 de sexo femenino (26.6%)(figura # 2), con una media de edad de 54.1 años y un rango de 23 a 81 años(figura # 3), con diagnóstico de Cardiopatía isquémica (66.6%), Miocardiopatía dilatada (17.8%) y otros diagnósticos (15.5%) (figura # 4).

Realizamos una curva en cuyo eje de las Absisas se encuentran los valores correspondientes al Puntaje Total de la Movilidad Segmentaria, y en el eje de las Ordenadas los valores correspondientes a la Fracción de Expulsión del Ventrículo izquierdo calculada por la computadora, de tal manera que, conociendo únicamente el Puntaje total de Movilidad Segmentaria de un paciente dado, podemos conocer con bastante precisión y

rápidamente la Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo, remitiéndonos a la curva en mención y observando el valor de la Fracción de Expulsión que corresponde a ese puntaje de movilidad.

Se encontró una distribución No lineal exponencial , un Coeficiente de Correlación con una  $r$  de .87 y una  $p < 0.01$  ; un Coeficiente de Determinación con una  $r^2$  de .764 ; y un Coeficiente de Regresión con un valor de  $b = 12.148$  (figura # 5).

El análisis estadístico de los datos nos permitió obtener la siguiente fórmula para el cálculo de la Fracción de Expulsión:

$$y = 12.148e^{0.0352x} \quad \text{Donde:}$$

$y$  = Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo.

$x$  = Puntaje total de Movilidad Segmentaria

En la Tabla I se muestran los valores de Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo que aplicando la fórmula corresponden a cada Puntaje total de movilidad segmentaria de uno a 45 que es el máximo posible.

#### DISCUSION

El estudio de la Función ventricular desde hace muchos años ha constituido un gran reto para los cardiólogos y los fisiólogos, puesto que de la integridad de ésta depende en incontables ocasiones la posibilidad de ofrecer un recurso terapéutico al enfermo portador

de una cardiopatía, cualquiera que sea su naturaleza; o por el contrario nos lleva a la decisión de negarle esa posibilidad en vista de la invariablemente mala evolución ulterior obtenida con ese procedimiento, cuando dicha función no está preservada.

Mucho se ha discutido en innumerables estudios y reportes de la literatura sobre cuál es el mejor método para valorar la función contráctil del corazón, y hasta la fecha no se ha encontrado ninguno que de manera incontrovertible permita determinarla "aislando" al corazón de la influencia que sobre su eficiencia juegan la precarga y la post-carga.

La movilidad segmentaria y la Fracción de expulsión, si bien son dependientes de estas variables en mayor o menor grado, son indudablemente muy importantes parámetros que nos dan una idea muy aproximada del estado de la función ventricular izquierda, por lo que su utilización está ampliamente difundida y aceptada en todo el mundo.

Estos dos útiles parámetros pueden ser determinados mediante varios métodos: Ecocardiografía, Cineventriculografía con contraste y Ventriculografía radioisotópica.

El Ecocardiograma es un método no invasivo, relativamente sencillo, pero sus desventajas son que requiere de una buena ventana acústica, de una incidencia perpendicular del haz de ultrasonido para no obtener datos alterados, además evalúa la fracción de expulsión en un solo ciclo cardíaco, y finalmente es poco reproducible por ser sumamente dependiente del operador.

Los datos obtenidos con el Estudio hemodinámico son más exactos, sin embargo es un método invasivo, no exento de riesgos, igual que la ecocardiografía, toma un solo ciclo cardíaco para el cálculo de la fracción de expulsión, y la movilidad segmentaria se analiza en unos cuantos ciclos.

La Ventriculografía radioisotópica es un método no invasivo, económico, de rápida y fácil realización, ampliamente reproducible, aplicable a la gran mayoría de pacientes, que actualmente tiene gran aceptación, por lo que en muchos centros se ha convertido en el "Standar de Oro" para obtener estos parámetros, desplazando al estudio hemodinámico. La determinación de la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo por este método es muy fácil utilizando un programa de computadora que lo calcula automática o semiautomáticamente por cuentas, sin embargo, considerando la importancia que también tiene la movilidad segmentaria como indicador de la función ventricular, creemos que es factible y de interes analizarlas conjuntamente.

Con este trabajo demostramos que el análisis visual de la movilidad segmentaria realizada por dos observadores de manera independiente, nos permite predecir la Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo con sólido sustento matemático y con gran aproximación, utilizando la curva obtenida que relaciona el puntaje total de la movilidad segmentaria con la Fracción de expulsión, o aplicando la fórmula que partiendo de la calificación total de la movilidad segmentaria nos lleva a inferir este importante parámetro de función ventricular con alta precisión.

El número de pacientes es limitado en nuestro estudio, sin embargo pensamos que los hallazgos de este trabajo aportan información útil en el campo de la determinación no invasiva de la función ventricular. El desarrollo de nuevos estudios con poblaciones mayores seguramente permitirán mejorar aún más la significancia estadística de los coeficientes de correlación, regresión y determinación obtenidos.



**CONCLUSIONES.**

- 1.- El análisis cuantitativo de la movilidad segmentaria del ventrículo izquierdo permite predecir su Fracción de Expulsión con alta precisión.
- 2.- Consultando la curva obtenida podemos conocer con sólido sustento matemático, pero de manera sencilla, rápida y precisa la Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo que corresponde a un determinado Puntaje total de movilidad segmentaria.
- 3.- Del análisis de los datos obtuvimos la fórmula siguiente para el cálculo de la Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo:

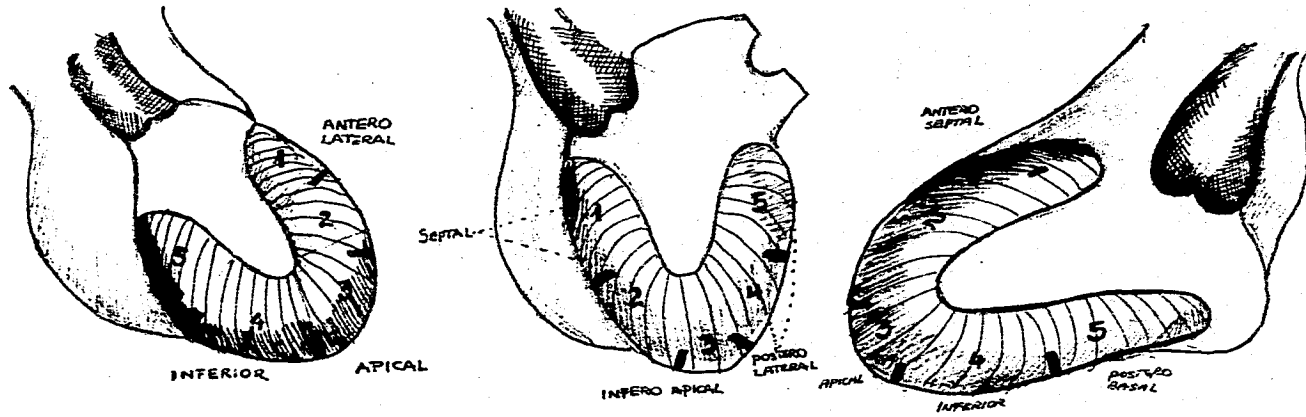
$$y = 12.148 e^{0.0352 x} \quad \text{Donde: } y = \text{FE del VI}$$

$x$  = Puntaje total de movilidad segmentaria

$e$  = base de los logaritmos Neperianos (2.718281828)

- 3.- La aplicación de este procedimiento se puede utilizar como alternativa para valorar en forma indirecta la Fracción de Expulsión del ventrículo izquierdo como indicador de la función ventricular.
- 4.- Un estudio con una mayor población permitirá mejorar aún más la significancia estadística de los coeficientes de correlación, regresión y determinación obtenidos en la presente investigación.

FIGURA # 1



ANTERIOR

OBLICUA ANTERIOR

LATERAL

FIGURA # 2

DISTRIBUCION POR SEXO

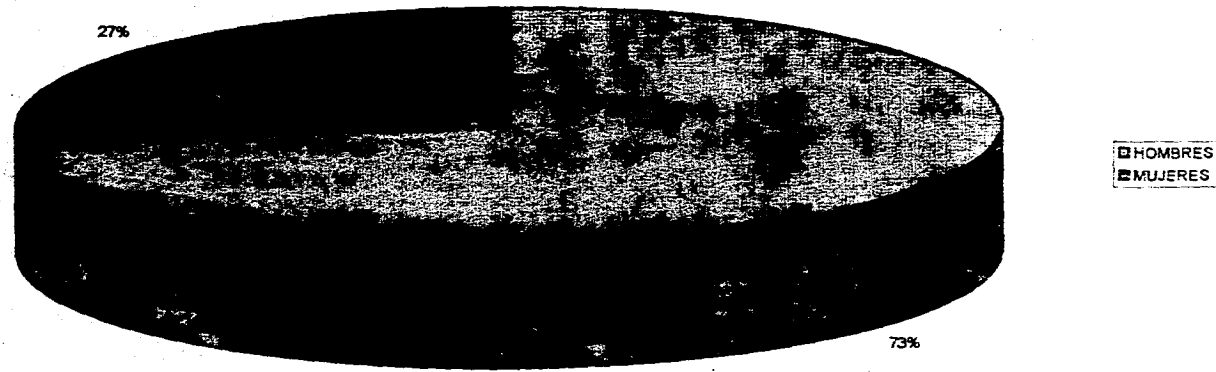


FIGURA # 3

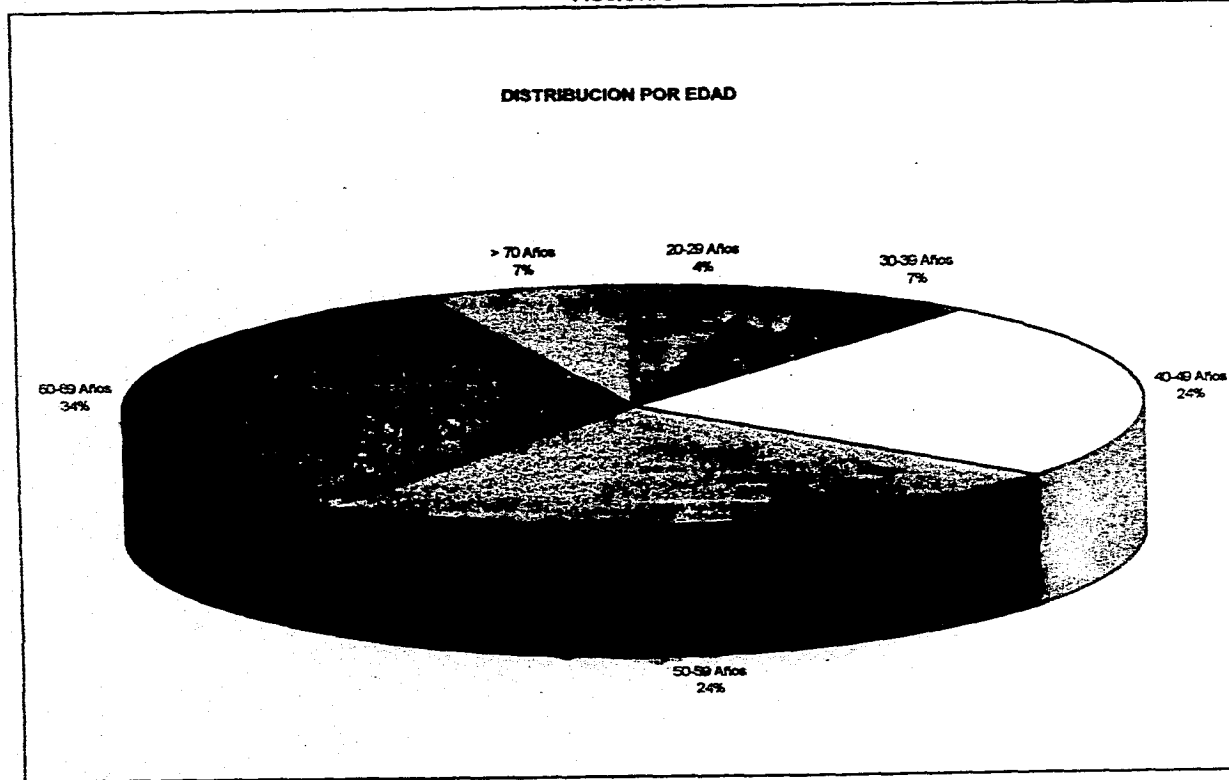


FIGURA # 4

DISTRIBUCION POR DIAGNOSTICO

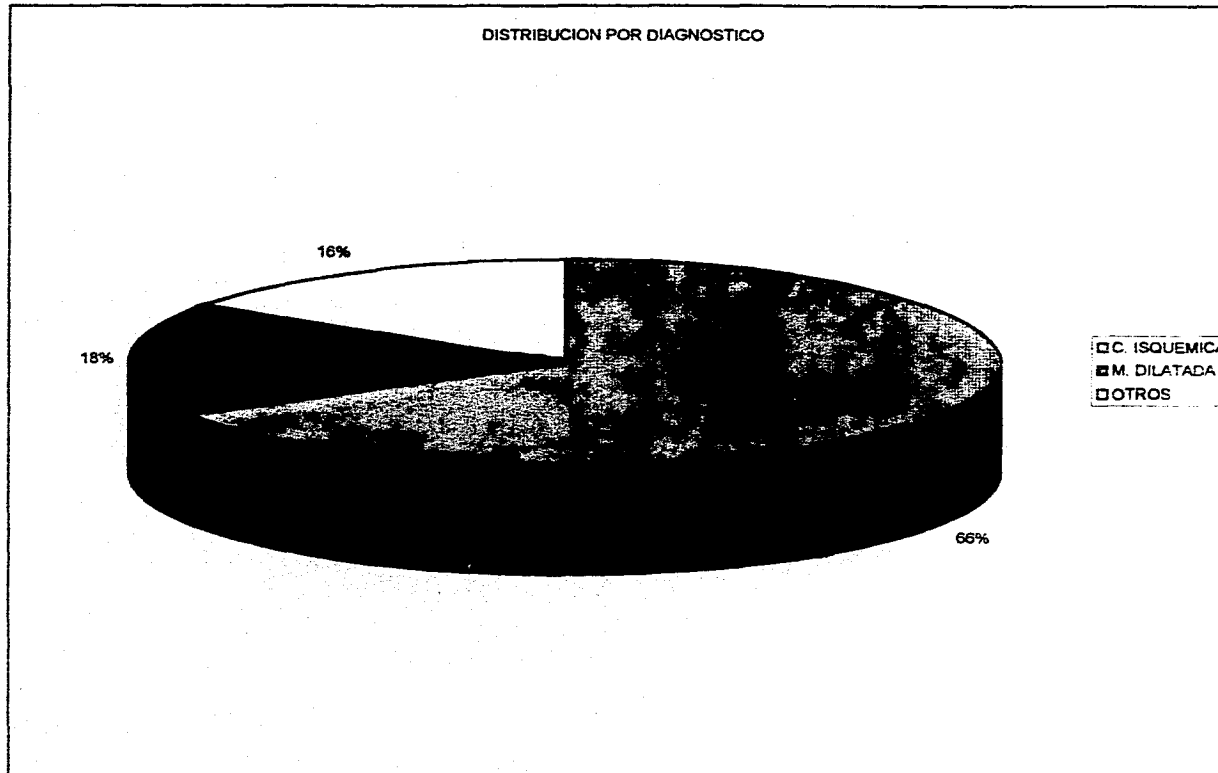
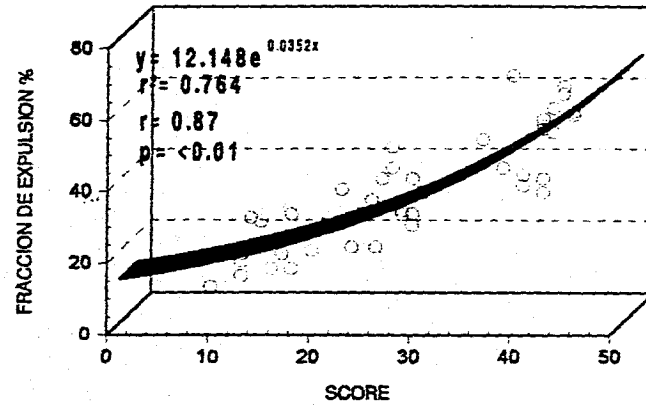


FIGURA # 5

RELACION ENTRE SCORE Y FRACCION DE EXPULSION  
MEDICINA NUCLEAR



## TABLA # 1

RELACION ENTRE FRACCION DE EXPULSION Y MOVILIDAD  
SEGMENTARIA

PUNTAJE TOTAL DE MOVILIDAD	FRACCION DE EXPULSION %
1	12.60
2	13.03
3	13.5
4	13.98
5	14.47
6	15
7	15.54
8	16.1
9	16.68
10	17.27
11	17.89
12	18.53
13	19.2
14	19.88
15	20.6
16	21.34
17	22.1
18	22.89
19	23.71
20	24.56
21	25.44
22	26.35
23	27.3
24	28.27
25	29.29
26	30.34
27	31.42
28	32.55
29	33.72
30	34.92
31	36.17
32	37.47
33	38.81
34	40.2
35	41.64
36	43.14
37	44.68
38	46.28
39	47.94
40	49.66
41	51.44
42	53.28
43	55.19
44	57.18
45	59.27

**BIBLIOGRAFIA.-**

- 1.- Cohn P.F., Gorlin R: Dynamic Ventriculography in the role of the ejection fraction. Am. J. Cardiol 1975; 36: 529.
- 2.- Herman MV, Heintz RA, Klein MD, Gorlin R: Localized disorders in myocardial contraction. N Engl J Med. 1967; 277: 222
- 3.- Theroux P, Ross J Jr, Franklin D, Kemper WS, Sasayama S: Regional myocardial function in the conscious dog during acute coronary occlusion and responses to morphine, propranolol, nitroglycerin and lidocaine. Circulation 1976; 53: 302
- 4.- Schiller NB, Acquatella H, Ports TA, et al. Left ventricular volume from paired biplane two-dimensional echocardiography. Circulation 1979; 60: 760-6.
- 5.-Quinones MA, Waggoner AD, Reduto LA, et al. A new simplified and accurate method for determining ejection fraction with two-dimensional echocardiography. Circulation 1981; 64: 744-753.
- 6.- Burow RD, Strauss HW, Singleton R, Pond M, Rehn T, Bailey IK, Griffith LC, Nickoloff E, Pitt B: Analysis of left ventricular function from multiple gated acquisition cardiac blood pool imaging. Comparison to contrast angiography. Circulation 1977; 56: 1024-1028.
- 7.- Schelbert HR, Verba JW, Johnson AD, Brock GW, Alazraki NP, Rose FJ, Ashburn WL: Nontraumatic determination of left ventricular ejection fraction by radionucleide angiography. Circulation 1975; 51: 902-909

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



- 8.- Gated equilibrium blood pool imaging: current role for diagnosis and prognosis in coronary artery disease. En: Zaret B.L., Beller G.A. Nuclear Cardiology. State of the art and future directions. St.Louis Missouri USA. Mosby-Year Book Inc., 1993 : 123-136.
- 9.- Blumgart HL, Yens OC: Velocity of blood flow: the method utilized. J Clin Invest 1926 4:1
- 10.- Blumgart HL, Weiss S: Clinical Studies on the velocity of blood flow: the pulmonary circulation time, the velocity of venous blood flow to the heart and related aspects of the circulation in the patients with cardiovascular disease. J Clin Invest 1927, 5: 343
- 11.- Prinzmetal M et al.: Radiocardiography : a new method for studying the blood flow through the chambers of the heart in humans beings. Science 1948; 108: 340.
- 12.- Folse R, Braunwald E: Pulmonary vascular dilution curves recorded by external detection in the diagnosis of left-to-right shunts. Br. Heart J 1962; 24: 166.
- 13.- Bender MA, Blau M: Autofluoroscope. Nucleonics 1963; 21: 52.
- 14.- Jones RH et al. : Quantitative radionuclide angiography for determination of chamber to chamber cardiac transit times. Am J. Cardiol 1972; 30: 855.
- 15.- Berger HJ et al: Global and regional left ventricular response to bicycle exercise in coronary artery disease: assesment by cuantitative radionuclide angiography. Am J. Med 1979; 66: 13.
- 16.- Bodenheimer MM et al. Detection of coronary heart disease using radionuclide determined regional ejection fraction at rest and during handgrip exercise: correlation with coronary arteriography. Circulation 1978; 58: 640.

- 17.- Borer JS et al: Effect of nitroglycerin on exercise-induced abnormalities of left ventricular regional function and ejection fraction in coronary artery disease: assessment by radionuclide cineangiography in symptomatic and asymptomatic patients. *Circulation* 1978; 57: 314.
- 18.- Borer JS et al: Sensitivity, specificity, and predictive accuracy of radionuclide cineangiography during exercise in patients with coronary artery disease: comparison with exercise electrocardiography. *Circulation* 1979; 60: 572.
- 19.- Jengo JA et al: Effects of maximal exercise stress on left ventricular function in patients with coronary artery disease using first pass radionuclide angiography: a rapid non-invasive technique for determining ejection fraction and segmental wall motion. *Circulation* 1979; 50: 60.
- 20.- Rerych SK et al: Cardiac function at rest and during exercise in normals and in patients with coronary heart disease: evaluation by radionuclide angiography. *Ann. Surg.* 1978; 187: 449.
- 21.- Caldwell JH et al: The detection of coronary artery disease with radionuclide techniques: a comparison of rest-exercise thallium imaging and ejection fraction response. *Circulation* 1980; 61: 610
- 22.- Bodenheimer MM et al. Comparative sensitivity of the exercise electrocardiogram, thallium imaging, and stress radionuclide angiography to detect the presence and severity of coronary heart disease. *Circulation* 1979; 60: 1270.

- 23.- Borer JS et al. Real-time radionuclide cineangiography in the non-invasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 1977; 296: 839.
- 24.- Elkayam U et al. Stress thallium-201 myocardial scintigraphy and exercise technetium ventriculography in the detection and location of chronic coronary artery disease: comparison of sensitivity and specificity of these non-invasive tests alone and in combination. *Am Heart J* 1981; 101: 657
- 25.- Johnstone DE et al. Comparison of exercise radionuclide angiography and thallium-201 myocardial perfusion imaging in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1980; 45: 1113
- 26.- Thaulow et al. Routine radionuclide techniques in evaluation in patients with suspected coronary heart disease. *Br Heart J* 1982; 48: 255.
- 27.- Austin et al: Prospective evaluation of radionuclide angiography for the diagnosis of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1982, 50: 1212.
- 28.- Bonow RO et al: Prognostic implications of symptomatic vs. asymptomatic (silent) myocardial ischemia induced by exercise in mildly symptomatic and in asymptomatic patients with angiographically-documented coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1987, 60: 778.
- 29.- Dehmer GJ et al: Exercise-induced alterations in left ventricular volumes and the pressure-volume relationship: a sensitive indicator of left ventricular dysfunction in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1981, 63: 1008.

- 30.- DePace NL et al: Value of left ventricular ejection fraction during exercise in predicting the extent of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1983, 1: 1002.
- 31.- Weintraub WS et al. Prospective evaluation of the severity of coronary artery disease with exercise radionuclide angiography and electrocardiography. *Am Heart J* 1986, 111: 537
- 32.- Abraham RD et al: Usefulness of ejection fraction response to exercise one month after acute myocardial infarction in predicting coronary anatomy and prognosis. *Am J Cardiol* 1987, 60, 225.
- 33.- Ahnve S et al: Limitations and advantages of the ejection fraction for defining high risk after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1986, 58: 872.
- 34.- Borer JS et al: Natural history of left ventricular function during 1 year after acute myocardial infarction: comparison with clinical, electrocardiographic and biochemical determinations. *Am J Cardiol* 1980, 46: 1.
- 35.- Corbett JR et al: The prognostic value of submaximal exercise testing with radionuclide ventriculography before hospital discharge in patients with recent myocardial infarction. *Circulation* 1981, 64: 535.
- 36.- Dewhurst NG, Muyr AL: Comparative prognostic value of radionuclide angiography at rest and during exercise in 100 patients after first myocardial infarction. *Br Heart J* 1983, 49: 111.
- 37.- Gabsboll N et al: Right and left ventricular ejections fractions : relations to one-year prognosis in acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 1987, 8: 1201.
- 38.- Gomes JA et al: A new noninvasive index to predict sustained ventricular tachycardia and sudden death in the first year after myocardial infarction: based on signal-averaged

electrocardiogram, radionuclide ejection fraction and holter monitoring. *J Am Coll Cardiol* 1987, 10: 349.

39.- Hakki AH et al: Relative prognostic value of rest thallium 201 imaging, radionuclide ventriculography and 24 hour ambulatory electrocardiographic monitoring after acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1987, 10: 25.

40.- Kuchard DL et al: Enhanced prediction of mayor cardiac events after myocardial infarction using exercise radionuclide ventriculography. *Aust N Z J Med* 1987, 17:228.

41.- Kuchard DL, Thorburn CW, Sammel NL: Prediction of serius arrhythmic events after myocardial infarction: signal averaged electrocardiogram, Holter monitoring and radionuclide ventriculography. *J Am Coll Cardiol* 1987, 9: 531.

42.- Morris KG et al: Value of radionuclide angiography for predicting specific cardiac events after acute myocardila infarction. *Am J Cardiol* 1985, 55; 318.

43.- Ong L et al: Early prediction of mortality in patients with acute myocardial infarction: a prospective study of clinical and radionuclide risk factors. *Am J Cardiol* 1986, 57: 33.

44.- Redutto LA et al: Sequential radionuclide assessment of left and righth ventricular performance after acute transmural myocardial infarction. *Ann Intern Med* 1978, 89: 441.

45.- Rigo PR et al: Left ventricular function in acute myocardial infarction by gated scintiphotography. *Circulation* 1974, 50:678.

46.- Schelbert HR et al: Serial measurements of left ventricular ejection fraction by radionuclide angiography early and late after myocardial infarction. *Am J cardiol* 1976, 38: 407.

- 47.- Schulze RA, Strauss HW, Pitt B: Sudden death in the year following myocardial infarction : relation to ventricular premature contractions in the late hospital phase and left ventricular ejection fraction . Am J Med 1977, 62: 192.
- 48.- Stadius ML et al: Risk stratification for 1 year based in characteristics identified in the early hours of acute myocardial infarction: The Western Washington intracoronary streptokinase trial. Circulation 1986, 74:703.
- 49.- Starling MR et al: Prognostic value of electrocardiographic exercise testing and noninvasive assessment of left ventricular ejection fraction soon after acute myocardial infarction. Am J Cardiol 1986, 57:532.
- 50.- White HD et al: Left ventricular end-systolic volume as the major determinant of survival after recovery from myocardial infarction. Circulation 1987, 76: 44.
- 51.- Harris PJ et al: Survival in medically treated coronary artery disease. Circulation 1979, 60: 1259.
- 52.- Mock MB et al: Survival in medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) registry. Circulation 1982, 66: 562.
- 53.- Marshall RC, Berger HJ, Costin JC et al: Assessment of cardiac performance with quantitative radionuclide angiocardiology: sequential left ventricular ejection fraction normalized left ventricular ejection rate and regional wall motion . Circulation 1978, 57: 320
- 54.- Upton MT, Rerych SK, Newman GE, et al: the reproductibility of radionuclide angiographic measurements of left ventricular function in normal subjects at rest and during exercise . Circulation 1980, 62: 126.

55.- Instrumentation in Nuclear Cardiology. En: Beller G.A .Clinical Nuclear Cardiology . Philadelphia-Pennsylvania. W.B. Saunders Company, 1995: 1-36.

56.- Okada RD, Kinshembau HD, Kushner FG, et al: Observer variance in the qualitative evaluation of left ventricular wall motion and the quantitation of left ventricular ejection fraction using rest and exercise multigated blood pool imaging. Circulation 1980, 61: 128.