

11205  
Nº 25  
2 Ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios de Posgrado  
Hospital de Cardiología Centro Médico  
Nacional Siglo XXI I. M. S. S.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FRACCIÓN DE EXPULSION  
CON SUSTRACCIÓN DIGITAL VS ECOCARDIOGRAFÍA.

TESIS DE POSGRADO  
para obtener la especialidad en  
C A R D I O L O G I A  
p r e s e n t a  
DR. JORGE ALBERTO MOSCOSO MAZA



IMSS

ASESOR

DRA. EMMA ROSAS MUNIVE

México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

ANALISIS COMPARATIVO DE LA FRACCION

DE EXPULSION CON SUSTRACCION

DIGITAL Vs ECOCARDIOGRAFIA.

**PRESENTA:**

Dr. JORGE ALBERTO MOSCOSO MAZA.  
Residente de 4to año de Cardiología.  
Hospital de cardiología Luis Mendez.  
Centro Médico Nacional, Siglo XXI.

**ASESOR:**

Dra. EMMA ROSAS MUNIVE.  
Cardiologo, servicio de Gabinetes.  
Hospital de cardiología Luis Mendez.  
Centro Médico Nacional, Siglo XXI.

**COLABORADORES:**

Dr. JOSE ANTONIO PALOMO VILLADA.  
Cardiologo, servicio de Hemodinamia.

Sr. VICTOR MANUEL CAMACHO FRANCO.  
Sr. JESUS ANDRADE PEREZ.  
Técnicos Radiólogos.

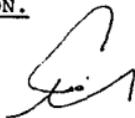
AUTORIZACIONES.

TITULAR DEL CURSO DE POSTGRADO.



Dr. DAVID SKROMNE KADLUBIK.  
Jefe del servicio de hospitalización  
adultos 2do piso.  
Hospital de Cardiología Luis Mendez.  
Centro Médico Nacional Siglo XXI.  
IMSS.

ENSEÑANZA E INVESTIGACION.



HOSP. DE CARDIOLOGIA  
CENTRO MEDICO NACIONAL  
DIV. DE ENSEÑANZA E  
INVESTIGACION.

Dr. ARMANDO MANSILLA OLIVARES.  
Jefe de enseñanza e investigación  
Hospital de Cardiología Luis Mendez.  
Centro Médico Nacional, Siglo XXI.  
IMSS.

## AGRADECIMIENTOS.

A DIOS por todo.....

- \* A MIS PADRES Limantour y Gloria por darme el regalo más preciado del mundo: LA VIDA, A ellos que con su ejemplo y apoyo logré lo que hoy tengo.
- \* A MI ESPOSA Margarita por sus consejos, por su apoyo, - por su paciencia, por su ternura, por ser fuente de toda inspiración.
- \* A MIS HERMANOS Gloria del Milagro, Victor Hugo e Iris - Violeta que me dieron su tiempo, su ánimo y valor para seguir adelante.
- \* A mis maestros y compañeros residentes.
- \* A LA MEMORIA de mis abuelos Mari, Jose Guadalupe, Julia y Dorilian.  
A mi gran amigo y compañero de residencia Walther Alejandro Jimenez Leo Lim.

### DEDICADA:

A MI HIJA GLORIA LIZBETH QUE HOY LA VEO TIERNA E INOCENTE, REPRESENTA LA SEMILLA Y EL FRUTO, ES LA ESPERANZA DE MI VIDA Y EL MOTIVO PARA LUCHAR.

## INDICE.

OBJETIVOS.....	1
ANTECEDENTES CIENTIFICOS.....	2
HIPOTESIS.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
MATERIAL Y METODOS.....	8
ANALISIS ESTADISTICO.....	10
RESULTADOS.....	11
DISCUSION.....	13
CONCLUSIONES.....	15
ANEXOS.....	16
CONSIDERACIONES ETICAS.....	32
CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

## OBJETIVOS.

### ESPECIFICOS

Determinar la correlación ecocardiográfica Vs angiográfica de la fracción de expulsión tanto en pacientes isquémicos como valvulares.

### GENERALES

a) Conocer que tanto influye los diversos métodos ecocardiográficos sobre el cálculo de la función ventricular dependiendo del modelo matemático empleado.

b) Que influencia tiene la variabilidad interobservador en el cálculo de la función ventricular izquierda por ecocardiografía.

### ANTECEDENTES CIENTIFICOS.

El conocer la función ventricular izquierda constituye - un elemento fundamental para determinar implicaciones pronósticas y terapéuticas en pacientes con cardiopatía isquémica y/o valvular (1). Una de las formas más empleadas ha sido a través de la fracción de expulsión calculada por el método angiográfico, sin embargo es un procedimiento invasivo no exento de riesgos y molestias para el paciente -- (2).

El ecocardiograma se utiliza para cuantificar volúmenes-fracción de expulsión, áreas, masas, dimensiones de cavidades y contractilidad segmentaria. Todos estos parámetros han sido estandarizados y avalados por el comité y la sociedad americana de ecocardiografía (3).

La fracción de expulsión se define como la cantidad de - sangre que se retira del ventrículo izquierdo en relación de la cantidad de sangre que recibe (4). Se calcula con volúmenes y con ello se hace una relación porcentual entre - sistole y diastole. Para ello se asume que el ventrículo - izquierdo tiene la forma de un elipsoide (figura espacial- que se obtiene haciendo girar un elipsoide por alguno de - sus ejes) (5).

Los cálculos de volúmenes diastólicos y sistólicos por - angiografía se valoran midiendo tres ejes (A, B, C), en -- dos proyecciones anteroposterior y lateral (6,7,8). (figura 1).

$$V = \frac{4}{3} \pi A \times B \times C$$

- a) Diam anteroposterior.
- b) Diam transverso.
- c) Diam longitudinal.

Dodge y cols simplificaron este modelo matemático asumiendo que A y B miden lo mismo y se esquematiza de la siguiente manera (9):

$$V = A(2) \times C$$

El eje mayor (C) se obtiene trazando una línea recta del apex al punto medio del plano valvular mitral; el eje menor (A) se obtiene trazando una línea perpendicular a la mitad del eje mayor en sistole y en diastole. La fracción de expulsión es una relación porcentual entre los valores obtenidos en diastole menos los obtenidos en sistole entre los diastólicos (10).

**SUSTRACCION DIGITAL:** la angiografía con sustracción digital ha ofrecido grandes avances en la cardiología moderna para evaluar con mayor precisión los volúmenes diastólicos y -- sistólicos, función ventricular y determinación casi exacta de la anatomía cardiovascular. La ventaja en lo que se refiere a la ventriculografía izquierda con sustracción digital es que detecta con mayor nitidez el endocardio (11, 12), (figura 3,4,5,6).

Algunos de los modelos matemáticos más empleados para -- determinar volúmenes y fracción de expulsión mediante ecocardiografía són:

**METODOS MONOPLANARES.**

Teichholz introdujo una fórmula de regresión para corregir la esfericidad producida por los grandes ventriculos y que emplea los planos transversales (13), (figura 7).

$$V = \frac{7}{2.4 \times D} \times D^3$$

La distancia D es el diametro anteroposterior del ventri culo izquierdo a nivel de musculos papilares.

**Planos Apicales:** El diametro longitudinal de la elipse - (L), se toma desde el apex hasta el plano del anillo valvular mitral; así como el area de sección que incluye este - diametro. El método adolece de que, no todos los pacientes se observa el endocardio, favoreciendo error al obtener -- estas mediciones (14), (figura 8).

$$V = \frac{8}{3 \text{ Pi} \times L} A^2$$

**METODOS BIPLANARES.**

Se consideran más exactos y utilizan los mismos princi-- pios de la angiocardiografía biplanar.

**Cilindro Hemiesfera:** es el resultado de la combinación - de dos figuras geométricas, una hemiesfera y un cilindro, - cuya suma expresa el volumen total de la cavidad ventricu lar izquierda (14, 15), (figura 2).

$$V = 5/6 \times A \times L$$

Al inicio de los años ochenta, Quiñones y cols describieron un sistema simplificado y práctico para determinar la fracción de expulsión sin necesidad de calcular los volúmenes, pero basándose en la fórmula de la elipse (figura 9)

$$FE = \frac{D D(2) - D S(2)}{D D(2)} + APEX$$

Se obtienen los diámetros transversales sistólicos y diastólicos, se elevan al cuadrado y se establecen una relación entre la diferencia de estos, es dividido el diámetro diastólico al cuadrado y se le suma el acortamiento del diámetro longitudinal según el movimiento del apex: -- 15% contractilidad normal; 5% apex hipoquinético; 0% apex-quinético; -5% disquinesia leve y -10% disquinesia severa (16).

MÉTODOS MULTIPLANARES: se basan en el postulado de Simpson según el cual la cavidad ventricular izquierda tiene la forma de tres figuras geométricas: un cilindro, un tronco de cono y un cono, la suma de las tres figuras darán el volumen total. A mayores cortes transversales se obtengan de la cavidad mayor exactitud se obtendrá en los volúmenes -- (17).

La cámara ventricular no tiene la exactitud de una elipse y/o cilindro principalmente cuando existe dilatación de las cavidades así como trastornos en la movilidad segmentaria, por tanto la geometría ventricular se encuentra distorsionada. Por todo ello estos defectos se corrigen por método de Simpson pero, por ser tan laborioso, se prefieren utilizar otros métodos tanto monoplanares como biplanares. (18,19,20,21).

Hay factores que pueden modificar la cuantificación de volúmenes como:

1) Con ecocardiografía modo M solo se obtiene información de una parte del septum y de la pared posterior del ventrículo izquierdo; ello condiciona que sea valorada la contractilidad global con base al estudio de dos segmentos sin conocer lo que ocurre en otras áreas (22,23).

2) Experiencia del observador.

3) Identificación del endocardio para obtener con certeza las mediciones (25).

4) Resolución de imagen del aparato ecocardiográfico (21)

5) La inspiración favorece la sobreposición del tejido pulmonar y el diafragma puede exagerar el corte tangencial del ventriculo izquierdo. El volumen diastólico disminuye en la inspiración y aumenta en la espiración provocando -- variaciones no significativas de la función ventricular -- (26).

6) Ciclo cardiaco: modifica los cortes tangenciales, alterando los analisis cuantitativo de la función ventricular global y segmentaria (27).

#### VENTAJAS:

1) De gran utilidad clínica a pesar de las variaciones - obtenidas, que no son importantes.

2) No es invasivo.

3) Cuenta con diferentes planos de sección: paraester--nal eje corto, eje largo y apicales (2,3,4,5 camaras).

4) Tiene menor costo.

5) Es de fácil elaboración.

6) Repetible.

HIPOTESIS.

## BAJO NIVEL:

Ho:

El modelo matemático de Teichholz y Quiñones, correlaciona significativamente con sustracción digital, para el cálculo de la fracción de expulsión.

Hi:

La correlación entre el método area longitud y angiografía digital es menor para cuantificar la fracción de expulsión por la dificultad que existe en algunos pacientes para identificar los bordes del endocardio ventricular.

Ho:

Un método biplanar como el cilindro hemielipse correlaciona mejor que los otros modelos matemáticos, para la obtención de la función ventricular.

Hi:

Las técnicas monoplanares con ecocardiografía, no -- tienen buena correlación angiográfica; debido a que se determina la fracción de expulsión en un solo -- plano.

## MEDIANO NIVEL:

Ho:

En el ciclo respiratorio los volúmenes ventriculares diastólicos se modifican, por tanto debiera existir una diferencia en la cuantificación ventricular por ecocardiografía y sustracción digital.

Hi:

La función ventricular no sufre modificaciones significativas durante la apnea inspiratoria y espiratoria por lo que su evaluación tanto como angiografía digital y ecocardiografía bidimensional es buena.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El conocimiento de la función ventricular es un elemento fundamental y básico en la cardiología moderna, por las -- grandes implicaciones pronósticas y terapéuticas que tiene.

Este índice de función sistólica puede ser obtenido por diversos modelos matemáticos de acuerdo a la experiencia -- de cada ecocardiografista; los resultados son diferentes -- por cada método y en cada paciente. Hasta el momento no -- tenemos ningún algoritmo comparativo que avale los resultados.

La pregunta obligada a nuestros objetivos de trabajo es -- conocer cual o cuales son los métodos ecocardiográficos -- más correctos para la determinación de la fracción de ex-- pulsión, cuando es tomado como referencia la angiografía -- digital. Es por ello que nos hemos obligado a trabajar en -- este parametro para determinar resultados y contestar -- nuestras inquietudes.

En ningún centro hospitalario de nuestro país se tiene -- reportado la correlación de los diferentes métodos ecocar-- diográficos con respecto al angiográfico; por tanto hacemos pública nuestra preocupación y consideramos vital el proto-- colizar los modelos matemáticos más usados en los departa-- mentos de ecocardiografía.

Lo comentado manifiesta nuestra inquietud, responsabili-- dad y preocupación para nuestros queridos pacientes; enton-- ces hemos planteado con gran detalle el realizar este tra-- bajo de investigación clínica.

## MATERIAL Y METODOS.

### UNIVERSO DE TRABAJO.

Pacientes derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social que se encuentren internados en el hospital de cardiología del Centro Médico Nacional, con diagnóstico de cardiopatía isquémica y/o valvular.

### CRITERIOS DE INCLUSION.

Se realizara angiografía digital en aquellos pacientes - que cumplan los siguientes requisitos.

Ambos sexos.

Edad: mayores de 20 años y menores de 75 años.

#### Diagnóstico:

- 1) Isquémico: cualquier causa que amerite estudio - angiográfico como es el caso de: clase funcional II o más por angina; prueba de esfuerzo positiva (eléctrica, stress farmacológico: ecocardiografía y medicina nuclear); angina inestable, infarto - agudo del miocardio con angor postinfarto; infarto del miocardio en pacientes trombolizados.
- 2) Valvulares: pacientes con afección de dos o más valvulas; mayores de 40 años a pesar de tener una valvula afectada, con la finalidad de conocer -- anatomía coronaria. Procedimientos intervencionistas como valvuloplastía mitral y/o aórtica con - balón.

Con estabilidad hemodinámica.

Turno matutino y vespertino.

El estudio ecocardiográfico se realizara 24 hrs antes o despues del procedimiento angiográfico.

Obligadamente serán estudiados por dos ecocardiografistas sin conocer el resultado angiográfico.

**CRITERIOS DE NO INCLUSION.**

Cuando el lapso transcurrido entre ambos estudios sea menor de 24 hrs o si el paciente se encuentra en cualquier estado hemodinámico que altere o modifique el resultado, - como es el caso de: taquiarritmias, bradiarritmias, e insuficiencia cardiaca.

**CRITERIOS DE EXCLUSION.**

Edad menor de 20 años, mayor de 75 años.

Cardiopatía congénita simple o compleja.

Inestabilidad hemodinámica: insuficiencia cardiaca, insuficiencia respiratoria, estado de choque, taquiarritmias - supraventriculares y ventriculares, bradiarritmias, tromboembolia pulmonar, infección de vías respiratorias bajas.

Presencia de movimiento septal paradójico, zonas disquinéticas o aneurismáticas.

Derrame pericárdico con datos de taponamiento cardiaco.

**CASO EXCLUIDO.**

Aquellos pacientes que por cualquier causa se complique el estudio hemodinámico, o no pueda realizarse el estudio-ecocardiográfico en un tiempo no menor de 24 hrs.

Estudios inadecuados o insatisfactorios.

### ANALISIS ESTADISTICO.

Se utilizara para las variables nominales independientes, medidas de tendencia central del tipo de la média aritmética y desviación estandar.

El análisis de las variables cuantitativas se usara la técnica Z, que analiza dos variables en una muestra mayor de 30 pacientes con un nivel de significancia de P menor 0.05.

La correlación de la fracción de expulsión con ecocardiograma bidimensional y modo M, así como angiografía digital, será analizada con R de Pearson.

Todas las variables se estudiaran a través de un paquete-computarizado de analisis estadístico Epi-Info de la división de estudios epidemiológicos y seguimientos del centro de control de enfermedades de Atlanta Georgia.

## RESULTADOS.

Se incluyeron en el estudio un total de cuarenta y ocho-pacientes, 31 pacientes correspondieron al sexo masculino y 17 al sexo femenino (figura 10). Con edad media de 50 +- 13 años.

Con ritmo sinusal en cuarenta y cuatro pacientes (91.7%) y fibrilación auricular unicamente en cuatro personas - -- (figura 11).

Desde el punto de vista radiológico, 39% no tenían cardiomegalia, doce pacientes con cardiomegalia grado I, catorce pacientes cardiomegalia grado II y tres con cardiomegalia grado III.

De ésta muestra diez pacientes eran diabéticos, catorce hipertensos, diez hipercolesterolémicos e hipertriglicéridicos y diecinueve con tabaquismo moderado a intenso.

Se formaron dos grupos: Grupo I pacientes con diagnóstico de cardiopatía isquémica, un total de 29 pacientes (60%) de ellos 21 pacientes tenían el antecedente de haber sufrido uno o más infartos del miocárdio; se localizó en cara anterior en cuatro pacientes, anterior extenso en siete pacientes, lateral alto cuatro pacientes, lateral bajo un paciente, diafragmatico 8 pacientes y posteroinferior en cuatro pacientes (figura 12).

El grupo II con diagnóstico de cardiopatía valvular, estuvo conformado por 19 pacientes (40%), todos con cardiopatía reumática inactiva; 50% presentaban lesión mitral, 20% lesión aórtica y 30% lesiones combinadas (mitro aórtico y/o mitro tricuspídeo), (figura 13).

### CORRELACION DE LA FRACCION DE EXPULSION.

La fracción de expulsión medida con angiografía por sustracción digital, fluctuó entre 17 a 85% con media de 57 +- 17% en ambos grupos.

Cuando se calculó por Teichholz el rango de fracción de expulsión fue de 27 a 91%, con media de 56 +- 12.5%.

Con la fórmula de Quiñones el rango fue de 23 a 82% con media de 55.6 +- 12.7%.

En la fórmula del hemielipse el rango correspondió de 16 a 80% con media de 53 +- 12.8%.

Con el area longitud con rango de 22 a 71% y media de 51.6 +- 12% (figura 11).

Finalmente la relación de los cuatro modelos ecocardiográficos constituyó un rango de 23 a 75% con media de 53.9 +- 12.1%.

La correlación estadística fué significativa con P , menor de 0.5 con técnica Z entre la fracción de expulsión obtenida por la técnica angiográfica con respecto a cada algoritmo ecocardiográfica, excepto el cilindro hemielipse.

La correlación con la R de Pearson, con técnica de Quiñones y Teichholz fue de 0.93; con area longitud una R de 0.88 y cilindro hemielipse de 0.80 (figura 15).

Además la fracción de expulsión se correlacionó por -- grupos respectivos; en el grupo I la media de fracción de expulsión con sustracción digital en los 29 pacientes fue de 56 +- 19% y del grupo II del 59.5 +- 12.4%; la correlación con ecocardiografía en ambos grupos son analizados en la figura 16.

En el grupo de pacientes con fracción de expulsión de 40 a 60% incluyó doce personas de ambos grupos, con media de 53.3 +- 5.4% por sustracción digital y en relación de los cuatro parametros ecocardiográficos fué de 50 +- 6%. Sin ninguna diferencia estadística.

Finalmente con fracción de expulsión menor del 40% se -- documentó en nueve pacientes, con una media con técnica -- angiográfica de 28.3 +- 8% y con los parametros ecocardiográficos de 33.9 +- 6%.

No se documento diferencia estadística.

## DISCUSION.

Es el primer estudio de este tipo realizado en nuestro país; existen publicaciones diversas y muchas fórmulas ecocardiográficas para el cálculo de volúmenes ventriculares y fracción de expulsión, algunos más complejos que otros. Sin embargo no existe un criterio definido con respecto a que modelo matemático es conveniente utilizar, y cada grupo tiene preferencia por alguno de ellos.

Con el fin de establecer cual fórmula ecocardiográfica tiene mejor correlación para el cálculo de la fracción de expulsión; con sustracción digital en nuestro medio se analizarán alguna de las ecuaciones más empleadas como: -- Teichholz, cilindro hemielipse, Quiñones y area longitud.

La fracción de expulsión es un índice de función sistólica extremadamente útil al cardiólogo, ya que tiene implicaciones pronósticas y terapéuticas en pacientes cardiopatas con diagnóstico de cardiopatía isquémica y/o valvular (1,2).

Es bien conocido que la sustracción digital es el método más exacto en la actualidad para la cuantificación de la fracción de expulsión, porque determina con gran nitidez la anatomía ventricular izquierda; su gran desventaja es el ser invasivo, de alto costo e impráctica (11,12).

En el presente estudio encontramos que su correlación en la medición varía de una R de 0.60 a 0.95, dependiendo del algoritmo matemático que fué utilizado, así como la experiencia del observador (14,15,16,24), siendo el más exacto el del postulado de Simpson (26), principalmente cuando la cavidad ventricular izquierda se encuentra muy distorsionada, como es el caso de aneurismas ventriculares; en nuestro estudio este grupo muy especial de pacientes no lo incluimos, será causa del seguimiento a futuro de este protocolo de investigación.

Los modelos matemáticos de Teichholz y Quiñones, son los que más correlacionaron con sustracción digital, por tanto se recomienda en todos los centros hospitalarios que cuentan con los equipos necesarios para cuantificar la fracción de expulsión por técnica ecocardiográfica, en pacientes isquémicos y valvulares con o sin dano miocárdico. Además de la gran exactitud del método es fácilmente aplicable en todos los pacientes (16).

La correlación con la técnica area longitud, en nuestros resultados es aceptable, desgraciadamente en un porcentaje significativo de pacientes el endocardio ventricular izquierdo no es fácilmente visible, favoreciendo errores importantes en la cuantificación de la fracción de expulsión tanto al subestimar o sobrevalorar el porcentaje.

Por cilindro hemielipse, en teoría la correlación debe ser tan buena como los métodos de Teichholz y Quiñones, porque utiliza dos planos; nuestros resultados difieren de lo reportado en la literatura. Este método fue el de menor correlación principalmente en el grupo de pacientes con fracción de expulsión mayor del 60%.

Es importante resaltar en nuestros propios resultados que en personas con dano miocárdico moderado a severo, (fracción de expulsión menor del 40%), los cuatro métodos ecocardiográficos analizados, sobre estimaron discretamente su valor en la relación con sustracción digital, pero sin tener significancia estadística. A pesar de ello el método no invasivo es bastante confiable en este grupo especial de pacientes.

Paradójicamente los pacientes con fracción de expulsión mayor del 60%, los parametros ecocardiográficos subestimaron de una manera no significativa los valores de función ventricular, siendo el más importante el del cilindro hemielipse.

Con los resultados obtenidos, concluimos que la ecocardiografía es un método de gran utilidad en el cálculo de la fracción de expulsión tanto en los pacientes isquémicos y/o valvular. El cálculo puede hacerse a través de diversas fórmulas todos con excelente correlación, aunque proponemos la de Teichholz y Quiñones como de gran utilidad en la práctica diaria porque son rápidos y fáciles de realizar (18,19,20).

### CONCLUSIONES.

Hasta el momento actual la documentación de la fracción de expulsión con técnica angiográfica por sustracción digital sigue siendo considerado la más exacta, desgraciadamente por ser invasiva, no es el método ideal.

La ecocardiografía modo M y bidimensional juega un papel sumamente importante para cuantificar esta variante de función sistólica, en pacientes isquémicos y valvulares. De los cuatro métodos analizados los de mayor correlación fueron TEICHHOLZ, QUIÑONES Y AREA LONGITUD. El método cilindro hemielipse tuvo menor correlación estadística.

En los pacientes con dano miocárdico severo, el ecocardiograma tiende a sobre evaluar la fracción de expulsión, en pacientes con fracción de expulsión mayor del 60% la subestima; pero sin llegar a tener significancia estadística.

Todo ello indica que cualquier método ecocardiográfico que se emplea es alternativo, repetible, de bajo costo, y sin molestias para el paciente.

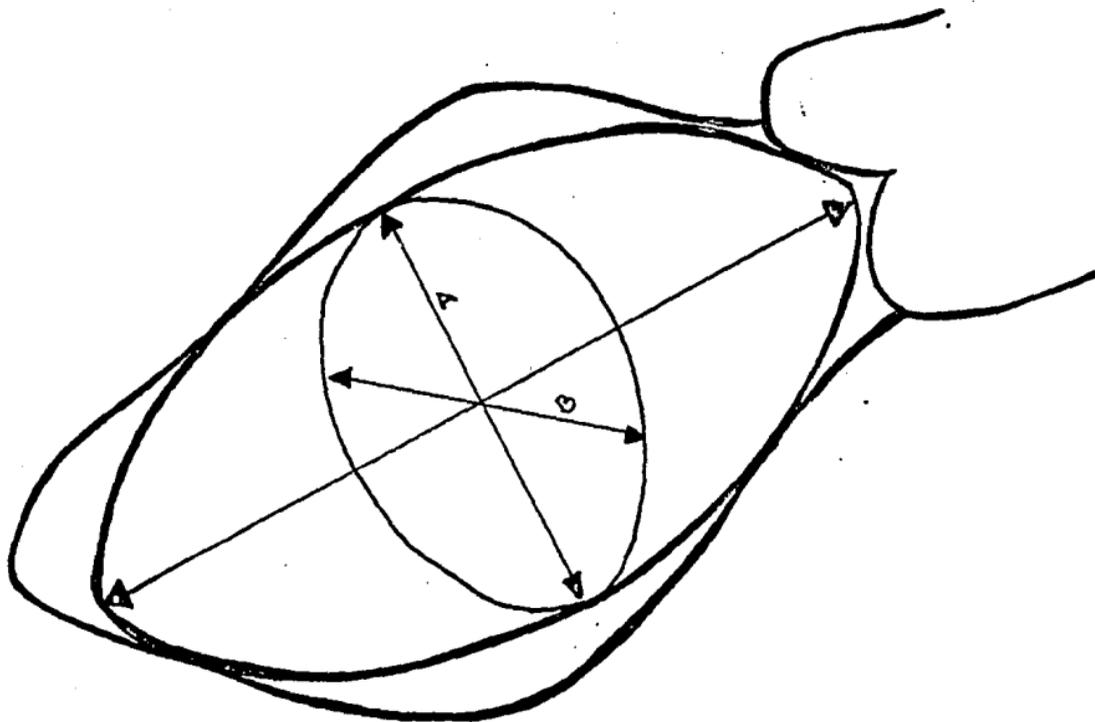
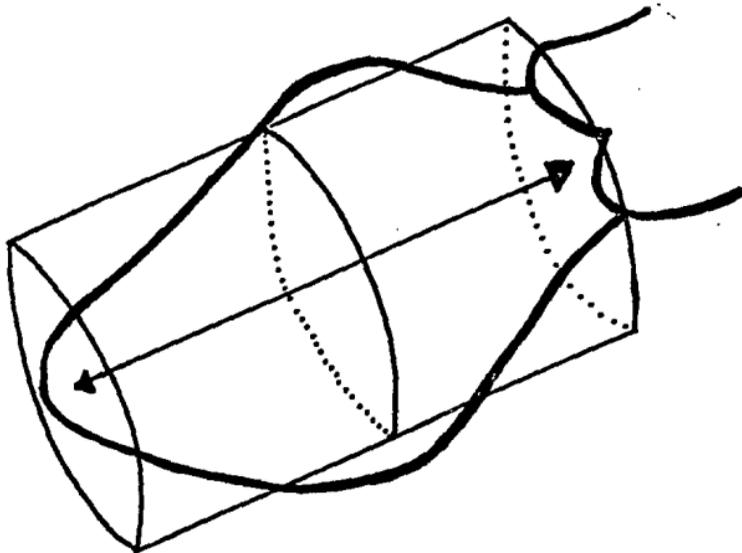


Fig 1: CALCULO DE VOLUMENES DIASTOLICOS Y SISTOLICOS, SE MIDE EL EJE DE A Y EJE DE B PARA OBTENER LA FRACCION DE EXPULSION.



**Fig 2: SE OBTIENEN LOS VOLUMENES POR EL CALCULO DE DOS FIGURAS GEOMETRICAS UN ELIPSE Y UN CILINDRO**

### Volume and Global Ejection Fraction

POMEYU JIMENEZ H

CHARDING M D

11/04/74

Date of Birth: 16 Jan 47

MR FLOWERS, ERIC

Height: 169 cm

Weight: 70 kg

Weight: 70 kg

Heart Rate: 70 bpm

ECG: Sinus bradycardia

		Dodge's Method	Simpson's Method
End-Diastolic Volume	cm <sup>3</sup>	87.0	90.7
	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	41.1	42.6
End-Systolic Volume	cm <sup>3</sup>	24.4	23.0
	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	11.5	11.0
Stroke Volume	cm <sup>3</sup>	62.6	67.7
	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	29.6	31.7
Global Ejection Fraction		71.9%	74.2%



Fig 3: IMAGEN POR SUSTRACCION DIGITAL EN POSICION OBLICUA DERECHA ANTERIOR.

## Volume and Global Ejection Fraction

Patient: FAMIPEZ

Date of Birth: 17/11/1951

Height: 170 cm

Weight: 67 kg

Ref: 10000

Study: FAMIPEZ

Series: 10000

Frame: 10000

Frame: 10000

Frame: 10000

		Dodge's Method	Stephenson's Method
End-Diastolic Volume	$\text{cm}^3$ $\text{m}^3 \text{ m}^2$	20.1 18.1	30.3 18.2
End-Systolic Volume	$\text{cm}^3$ $\text{m}^3 \text{ m}^2$	10.2 9.2	10.4 9.2
Stroke Volume	$\text{cm}^3$ $\text{m}^3 \text{ m}^2$	9.9 8.9	19.9 8.9
Global Ejection Fraction		49.2%	49.2%



Fig 4: IMAGEN POR SUSTRACCION DIGITAL EN POSICION OIA; SE OBTIENE VOLUMENES POR DODGE.

## Wall Motion : Centerline Analysis Method

GARCIA IGNACIO

CARDIAC # 10

ID#5941

Date of Birth: 01-10-1942

HOSP. SANTELENA

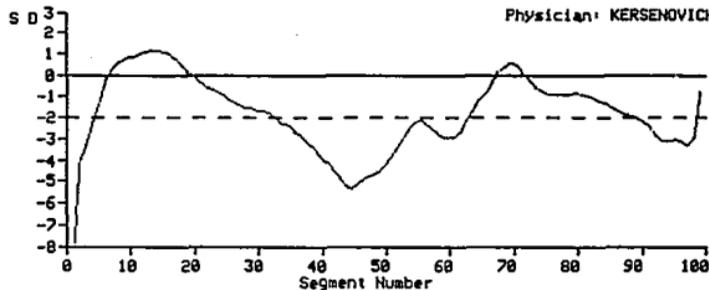
Height: 168 cm

Cath date : 22-NOV-93

Weight: 62 kg

Proc date : 23-NOV-93

Physician: KERSENOVICH/BUC



RAO Projection

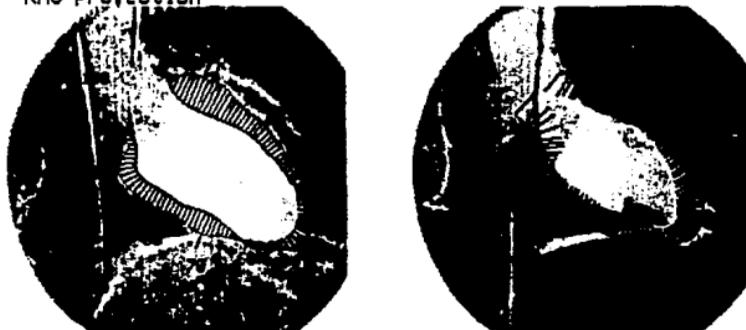


Fig 5: EN CDA SE ANALIZA 100 SEGMENTOS DIFERENTES PARA CUANTIFICAR LA FE; ARRIBA REPRESENTACION GRAFICA



Fig 6: OBTENCION DE LA FRACCION DE EXP. POR VEINTE SEGMENTOS DIFERENTES.

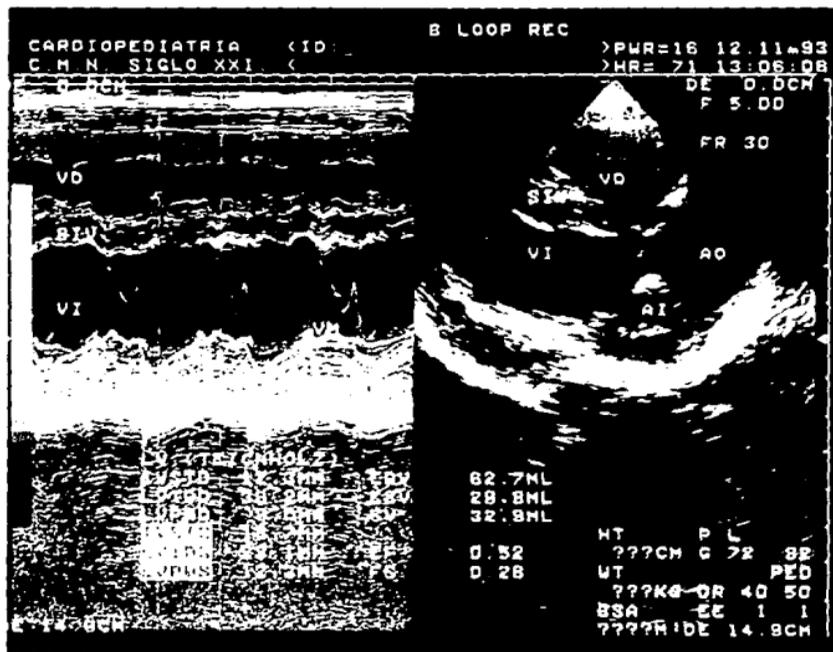


Fig 7: DETERMINACION DE VOLUMENES Y FRACCION DE EXP.  
 POR TEICH-HOLZ. EJE PARAESTERNAL LARGO

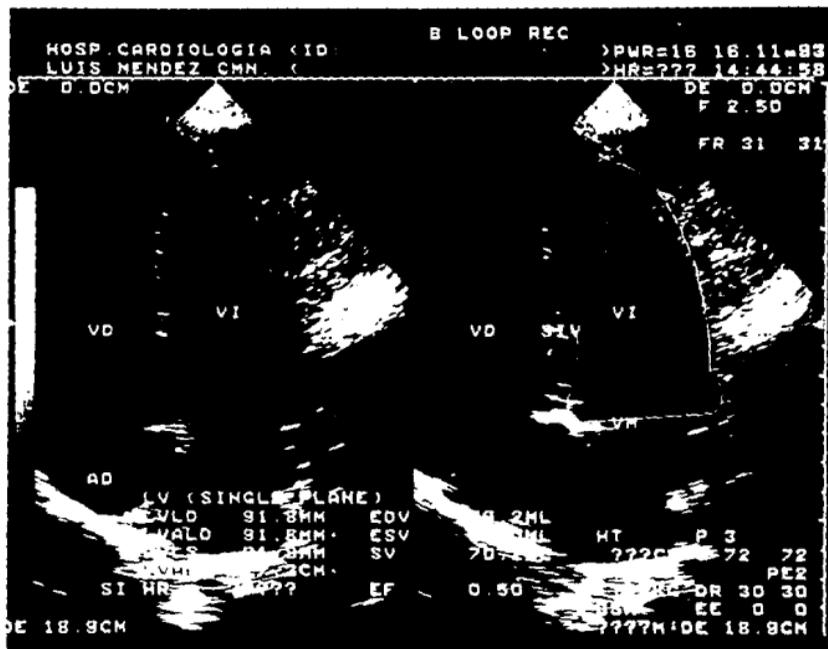


Fig 8: METODO AREA LONGITUD EN APICAL 4 CAMARAS  
 ENDOCARDIO EN SISTOLE Y DIASTOLE

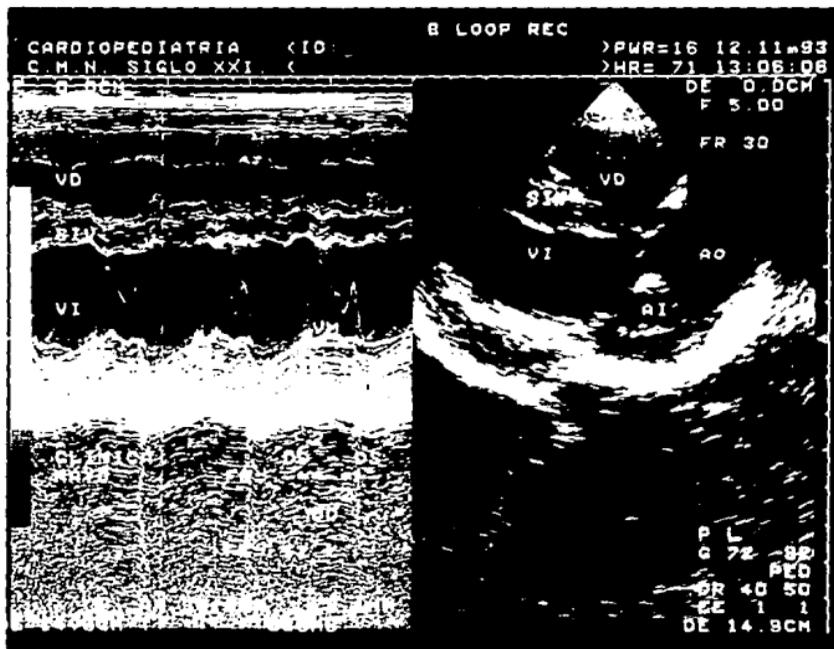


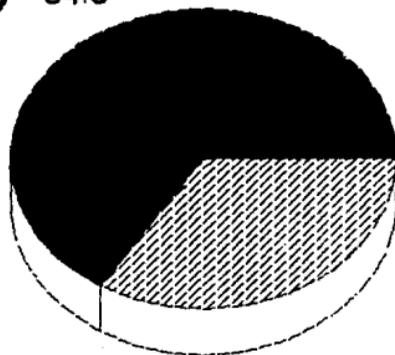
Fig 9 MODELO DE LA MAYO EN LA CUANTIFICACION DE LA FIE EN MOD0 M Y BIDIMENSIONAL.

# RESULTADOS

## SEXO

MASCULINO 64.6

31p



33.4 FEMENINO

17p

Fig 10: REPRESENTACION  
GRAFICA POR  
SEXO.

# RESULTADOS

Fig 11: REPRESENTACION GRAFICA DEL RITMO CARDIACO.

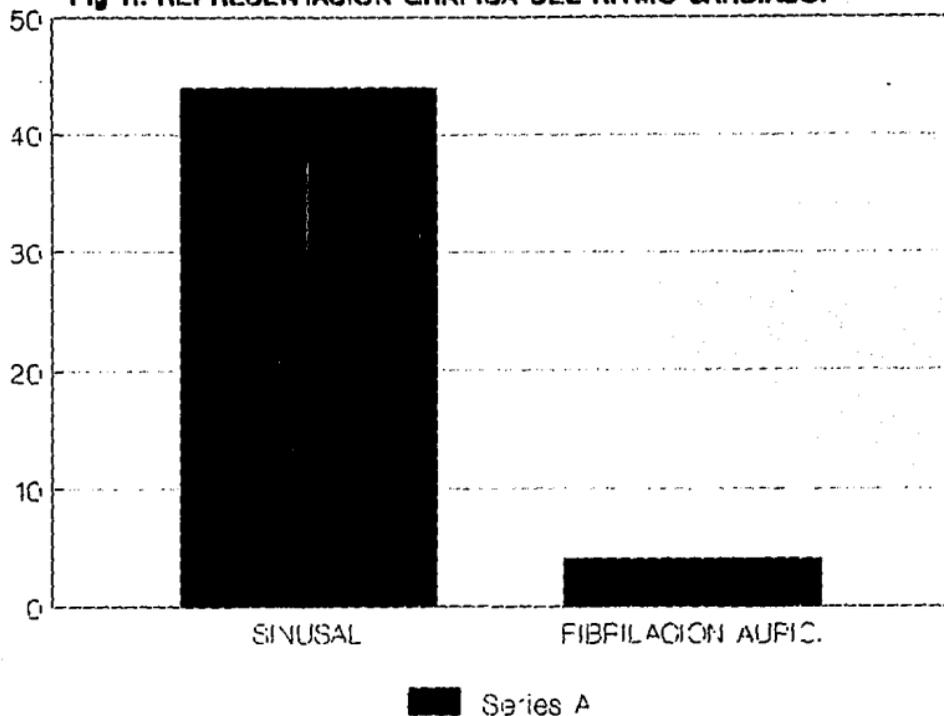
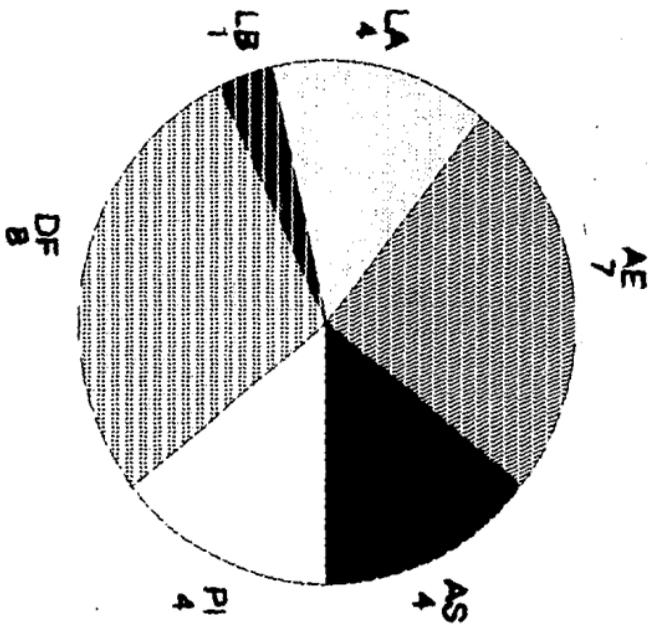


Fig 12: LOCALIZACION DE LOS INFARTOS EN PACIENTES DEL GRUPO I.



# RESULTADOS

## FRACCION DE EXPULSION

**GRUPO I**

60.4

ISQUEMICO

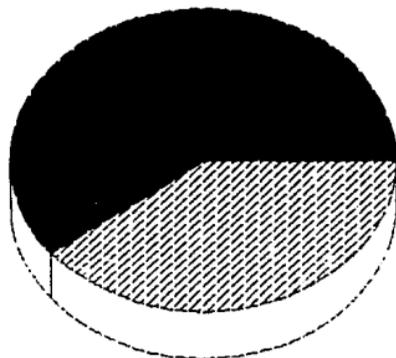
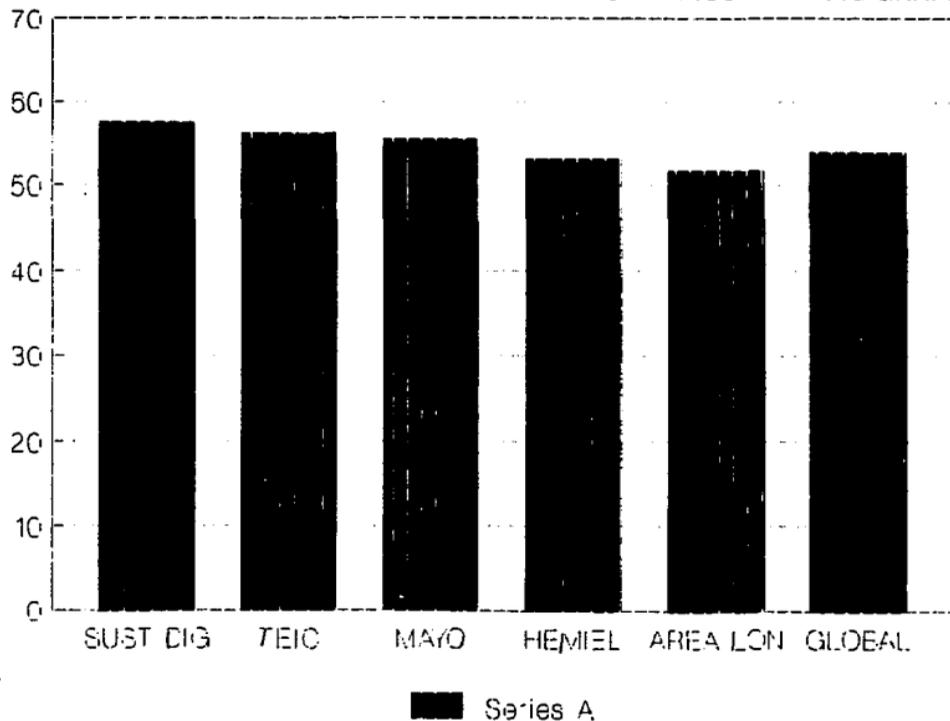


Fig 13: DISTRIBUCION DE  
LOS DOS GRUPOS  
DE TRABAJO.

39.6 **GRUPO II**  
VALVULAR

Fig 14: REPRESENTACION DE LA FRACCION DE EXPULSION  
POR CADA METODO ECOCARDIOGRAFICO Y ANGIOGRAF.



COPIA DE LA FOLIA 14 DEL LIBRO DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA UNAM

# RESULTADOS

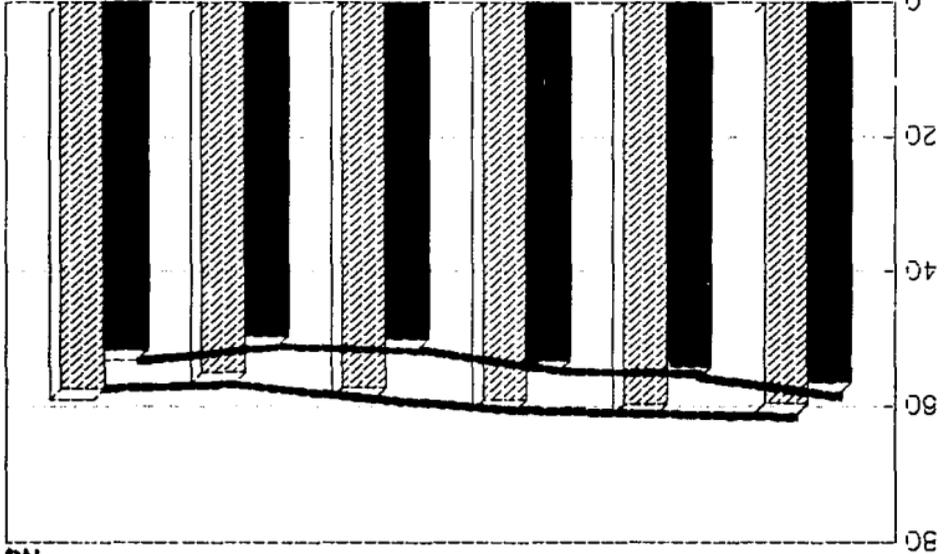
MODELO MATEMATICO	R PEARSON
TEICHHOLZ	0.93
CLINICA MAYO	0.93
AREA LONGITUD	0.88
CILINDRO HEMIELIPSE	0.80

Fig 15: ANALISIS DE LOS 4 METODOS ECOGARDIOGRAFICOS PARA LA DETERMINACION DE LA FE COMPARADO CON LA SUST DIG.

# RESULTADOS

VALOR MEDIO

•NS



ISQUEMICO Serie A Serie B VALVULAR

Fig 16: FRACCION DE EXPULSION POR ECOCARDIOGRAFIA Y SUSL. DIGITAL, REPRESENTADO EN BARRAS.

### CONSIDERACIONES ETICAS.

El propósito de la investigación biomédica en sujetos humanos conlleva los siguientes objetivos: mejorar los procedimientos diagnósticos, terapéuticos, profilácticos, comprensión de la fisiopatología de la enfermedad y conocer el pronóstico.

Nosotros realizamos la valoración angiográfica y ecocardiográfica del ventrículo izquierdo para valorar y comparar la fracción de expulsión por ambos procedimientos.

Las consideraciones de pacientes incluidos y/o excluidos han sido evaluados en los capítulos correspondientes.

El presente estudio sigue los lineamientos generales de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, contara con la aprobación del Comité Local de Investigación del hospital de cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, así como a nivel central del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Cada uno de los pacientes recibira información sobre los objetivos y diseño del estudio, en lenguaje no profesional, y se les solicitara su consentimiento por escrito para la participación de la investigación.

Tanto la angiografía y el ecocardiograma fue realizado solo en pacientes que lo requirieron por su propio padecimiento.

## CRONOGRAMA DE TRABAJO.

### ETAPA I:

Planeación de la investigación, registro y aprobación - del protocolo por parte del comité local de investigación - del hospital de cardiología del Centro Médico Nacional, -- así como a nivel central del Instituto Mexicano del Seguro Social.

### ETAPA II:

Reclutamiento de pacientes que ingresan a la unidad de - cuidados intensivos cardiovasculares, segundo, tercer piso de Cardiología adultos, que cumplan con los criterios establecidos previamente.

Serán integrados en dos grupos, el GI incluidos pacientes con diagnóstico de cardiopatía isquémica y el GII con cardiopatía valvular.

Esto se inicia en los meses de septiembre y octubre de - 1993. Por las características del protocolo de investigación no tiene seguimiento.

### ETAPA III:

Concentración y ordenación de datos, análisis estadístico y reporte de resultados, durante el mes de noviembre de 1993.

### ETAPA IV:

Presentación como protocolo de tesis, presentación en congresos de cardiología en 1993. Publicación en 1994.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Feigenbaum H. ECHOCARDIOGRAPHY (4ta ed). Philadelphia 1986 Pag 165.
- 2) Erbel R, Schweizer P, Lambertz H, et al. ECHOVENTRICULOGRAPHY A SIMULTANEOUS ANALISIS OF TWO DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY AND CINEVENTRICULOGRAPHY. Circulation 1983;67: 205.
- 3) Schiller N, Shah P, Crawford M, et al. RECOMENDATIONS FOR QUANTITATION OF THE LEFT VENTRICLE BY TWO DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY. J Am Soc Echo 1989; 2(15): 358-367.
- 4) Guadalajara J, CARDIOLOGIA (3era Ed). 1985. pag 451.
- 5) Brutsaert, et al. VENTRICULAR FUNCTION. Circulation 1991; 93 (4): 1441-50.
- 6) Byrd B, Wahr D, Wong Y, et al. LEFT VENTRICULAR MASS AND VOLUME/MASS RATIO DETERMINED BY TWO DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY IN NORMAL ADULTS. J Am Coll Cardiol 1985; 6: 1021-1025.
- 7) Lindvall K, Hamsten A, Landou C, et al. COMPARATIVE-STUDY OF ECHO AND ANGIOCARDIOGRAPHICALLY DETERMINED-REGIONAL LEFT VENTRICULAR WALL MOTION IN RECENT MYOCARDIAL INFARCTION. Eur Heart J 1984; 5: 533-544.
- 8) Gibson et al. CONTINOUS ASSESSMENT OF LEFT VENTRICULAR SHOPE IN MAN. Br Heart J 1975; 37: 904.
- 9) Dodge H, Sandler H, Baxley et al. USEFULNESS AND - - LIMITATIONS OF RADIOGRAPHYC METHODS FOR DETERMINED - LEFT VENTRICULAR VOLUME. Am J Cardiol 1966; 18:10.
- 10) Wyat H, Haendchan R, Meerbaum et al. ASSESSMENT OF - QUANTITATIVE METHODS FOR TWO DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY. Am J Cardiol 1983; 52: 396-401.
- 11) Marvin W, Kronenemberg M, Ronald R. MEASUREMENT OF - LEFT VENTRICULAR PERFORMANCE USING DIGITAL SUBTRAC - TION ANGIOGRAPHY. Am J Cardiol 1983; 51 (1) 837-841.
- 12) Tobis J, Orhan N, Seibert A, et al. MEASUREMENT OF - LEFT VENTRICULAR EJECTION FRACTION BY VIDEOSENSITO - METRIC ANALYSIS OF DIGITAL SUBTRACTION ANGOGRAMS. Am J Cardiol 1983; 52: 871.

- 13) Teichholz L, Cohen M, Sonnenblick et al. STUDY OF LEFT VENTRICULAR GEOMETRY AND FUNCTION BY B SCAN ULTRASONOGRAPHY IN PATIENTS WITH AND WITHOUT ASYNERGY. N Engl-J Med 1974; 291: 1220.
- 14) Garcia F, Beltran A, Forteza J, et al. ANALISIS DE MODELOS MATEMATICOS PARA LA CUANTIFICACION DE LOS VOLUMENES VENTRICULARES Y LA FRACCION DE EXPULSION POR ECO-CARDIOGRAFIA BIDIMENSIONAL. Rev Esp Cardiol 1982; 35:107.
- 15) Wyatt H, Heng M, Meerbaume et al. CROSS SECTIONAL ECHO CARDIOGRAPHY, ANALYSIS OF MATHEMATIC MODELS FOR QUANTIFYING VOLUME OF THE FORMALIN-FIXED LEFT VENTRICLE. Circulation 1980; 61: 1119.
- 16) Quinones M, Waggener A, et al. A NEW SIMPLIFIED AND ACCURATE METHOD FOR DETERMINING EJECTION FRACTION WITH TWO DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY. Circulation 1981; 62: 1308.
- 17) Folland E, Parisi A, Moynihan P, et al. ASSESSMENT OF LEFT VENTRICULAR EJECTION FRACTION WITH TWO DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY THE VOLUME BY REAL TIME. Circulation 1979; 69: 320.
- 18) Guyer D, Fools R, Guilman D, et al. AN ECHOCARDIOGRAPHY TECHNIQUE FOR QUANTIFYING AND DISPLAYING THE EXTENT OF REGIONAL LEFT VENTRICULAR DYSSINERGY. J Am Coll Cardiol 1986; 8:830.
- 19) Macedo L, Marine M, Maciel R, et al. EVALUATION OF LEFT VENTRICULAR FUNCTION AFTER ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION Acta Cardiol 1991; XLVI (1): 39-42.
- 20) Vargas Barron. ECHOCARDIOGRAFIA MODO M BIDIMENSIONAL Y DOPPLER (1era Ed). 1985. pag 237.
- 21) Braunwald. HEART DISEASE (4ta Ed) 1992; pag 64-115.
- 22) Wong M, Shah P, Taylor R, et al. REPRODUCIBILITY OF LEFT VENTRICULAR INTERNAL DIMENSIONS WITH MODO M - ECHOCARDIOGRAPHY: effect of heart size, body positions and transducer angulations. Am J Cardiol 1981; 47: 1068.
- 23) Asin Cardiel E. DIAGNOSTICO EN CARDIOLOGIA (1era Ed)- 1987. pag 95-122.

- 24) Bommer W, Chunt T, Neumann A, et al. BIPLANE APEX -- ECHOCARDIOGRAPHY VERSUS BIPLANE CINEANGIOGRAPHY IN THE ASSESSMENT OF LEFT VENTRICULAR VOLUME AND FUNCTION: - VALIDATION BY DIRECT METHODS. Am J Cardiol 1980; 45:- 471.
- 25) Feiner J, Blumenstein B, Shiant et al. SOURCES OF - - VARIABILITY IN ECHOCARDIOGRAPHY MEASUREMENT . Am J -- Cardiol 1980; 45: 995.
- 26) Assman P, Cornelis J, et al. QUANTITATIVE ECHOCARDIOGRAPHYC ANALYSIS OF GLOBAL AND REGIONAL LEFT VENTRICULAR FUNCTION. J Am Soc Echo 1990; 3: 478-487.
- 27) Andersen K, et al. EFFECTS OF SPONTANEOUS RESPIRATIONS ON LEFT VENTRICULAR FUNCTION ASSESSED BY ECHOCARDIOGRA PHY. Circulation 1984; 69: 874-879.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACION 3 SUROESTE DEL DISTRITO FEDERAL  
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI  
HOSPITAL DE CARDIOLOGIA  
DIVISION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

Dr.Armando Mansilla Olivares  
Jefe de la División de Enseñanza  
e Investigación del  
Hospital de Cardiología del  
Centro Médico Nacional  
Siglo XXI  
I.M.S.S

DR.JORGE ALBERTO MOSCOSO MAZA

Octubre 15, 1993

P r e s e n t e

Estimado Dr.Moscoso,

Con relación al protocolo de investigación No. 100493/25 titulado:"ANALISIS COMPARATIVO DE LA --FRACCION DE EXPULSION CON SUSTRACCION DIGITAL Vs. ECOCAR--DIOGRAFIA", queremos señalar que,

Dicho protocolo, después de someterse al dictámen elaborado por el comité de Investigación y Etica de nuestro Hospital y por haber sufrido las modificaciones pertinentes para el caso en cuestión, ha sido aprobado para que se lleve a cabo bajo los auspicios de nuestras instalaciones, haciendo uso de nuestros propios recursos materiales y humanos, con los pacientes, que bajo pleno conocimiento de la importancia de éste estudio de investigación científica, han ya decidido aceptar su inclusión al protocolo. De la misma manera, queremos recalcar el compromiso que los autores adquieren para con los sujetos de investigación, así como para con nuestro Hospital y nuestro Instituto, dentro de las más estrictas normas de la ética profesional.

Haciendo votos de confianza para que este estudio alcance las metas propuestas, quedamos a sus muy distinguidas consideraciones.

Dr.Armando Mansilla O.

Dr. Rubén Argüero Sánchez  
D i r e c t o r