

11205  
4  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**ECOCARDIOGRAFIA DE ESFUERZO  
(VALOR Y LIMITACION EN LA CARDIOPATIA ISQUEMICA)**

**TESIS DE POSTGRADO**

Que para obtener la Especialidad de  
**C A R D I O L O G O**  
p r e s e n t a

**DR. LUIS ANGEL ELIZONDO SIFUENTES**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

1984



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.

Los estudios cardiológicos no invasivos han demostrado su utilidad en la detección de enfermedad coronaria, incrementándose ésta cuando se realizan durante el esfuerzo, ya que en los pacientes con este tipo de patología la función de la región miocárdica irrigada por una arteria estenosada depende del balance entre la demanda de oxígeno por el músculo y el aporte arterial, manteniéndose este equilibrio por lo general inalterado en reposo y conservándose los parámetros de contractilidad del ventrículo izquierdo (VI) dentro de límites normales; sin embargo durante el ejercicio las demandas metabólicas se incrementan y la arteria con oclusión crítica o significativa, mayor del 75%, sólo aumenta su aporte hasta cierto límite más allá del cual se produce isquemia que se manifiesta como desnivel del segmento ST del electrocardiograma (ECG), por trastornos de la movilidad y/o contractilidad durante los estudios de medicina nuclear y alteración de los parámetros de contractilidad ventricular izquierda en el electrocardiograma -- tanto en el modo M con en el bidimensional (2D) (8).

Estudios en animales indican que la movilidad y el engrosamiento de las paredes del VI disminuyen dramáticamente a los pocos segundos de iniciada la isquemia (1, 2,3); estos trastornos han sido demostrados en el ser hu

mano durante la isquemia inducida por ejercicio al efectuar cateterismo cardiaco (4,5), demostrándose que aparecen áreas de discinecia ventricular que no están presentes en reposo al producirse isquemia regional y que correlaciona directamente con el sitio de la obstrucción; así mismo con técnicas centelleográficas (6,7) se han observado trastornos en la contractilidad del VI en los segmentos perfundidos por arterias ocluidas y disminución o incapacidad para incrementar la fracción de expulsión (FE) más del 5% durante el esfuerzo (7). No obstante la adecuada medición de la velocidad de contracción y los porcentajes de engrosamiento sistólicos de las paredes ventriculares no es posible por estos métodos, siendo aquí donde el ecocardiograma obtiene las mayores ventajas sobre los otros estudios; se han tratado de establecer patrones ecocardiográficos y su relación con el vaso afectado, considerándose que la lesión de la arteria coronaria descendente anterior (DA) produce alteraciones en la contractilidad septal, que en la lesión de la arteria coronaria derecha (CD) se observa repercusión sobre la contractilidad de la pared posterior del VI y el ventrículo derecho (VD), encontrándose que las lesiones aisladas de la arteria coronaria circunfleja (CX) no produce alteraciones de contractilidad sobre una zona específica (8,9,10,11,12).

Es pues que mediante la observación de estas alteraciones que pudieran bien no observarse durante el reposo y hacerse evidentes en el ejercicio sea una manera -- simple, rápida y no invasiva de detectar pacientes con cardiopatía isquémica y así mismo tratar de afinar aún más el diagnóstico localizando la arteria coronaria lesionada.

Desde 1970 se han venido estudiando los efectos del ejercicio sobre la contractilidad del VI observándose -- los mismos en el eco modo M; fueron Kraunz y Kennedy -- quienes demostraron el aumento en la velocidad de contracción y excursión de las paredes del VI al someter -- corazones normales al esfuerzo, en 1971 Ryan y Kraunz mediante la infusión de isoproterenol encontraron los -- mismos efectos, sufriendose en 1972 por Fogelman que -- se podía detectar enfermedad coronaria mediante la alteración en los parámetros de contractilidad o su incapacidad para incrementarlos y hasta 1979 Mason efectuó ecocardiograma modo M y 2D en bicicleta ergométrica para detectar con precisión trastornos de la cinergia ventricular y obstrucción de las arterias coronarias relacionándolas entre sí (13,14).

El ecocardiograma comparativo de reposo a postesfuerzo inmediato parece tener una sensibilidad y especifici

dad adecuada para determinar anomalías en la movili  
dad de las paredes del ventrículo izquierdo durante el  
esfuerzo que se traduce en nuevas zonas isquémicas y --  
puede ser aplicado en una gran cantidad de pacientes --  
por su versatilidad, siendo de mayor utilidad en pacien  
tes en quienes la prueba de esfuerzo convencional con -  
monitoreo electrocardiográfico ofrece resultados dudo--  
sos o el significado funcional de una lesión coronaria  
conocida es incierta, (15,16,17).

**OBJETIVOS:** Encontrar la utilidad en nuestro medio de la medición de las alteraciones en los parámetros de contracción ventricular izquierda producidos por el esfuerzo como indicadores de cardiopatía isquémica observados mediante ecocardiograma modo M y 2D.

Demostrar que la observación de las alteraciones antes mencionadas incrementan la sensibilidad y especificidad diagnóstica para esta patología en comparación con la prueba de esfuerzo convencional.

Identificar la o las arterias coronarias afectadas por el segmento del VI que produzcan estos trastornos de contractilidad.

MATERIAL Y METODO: Se estudiaron en el Hospital de Especialidades del Centro Médico La Raza 58 pacientes con el diagnóstico de cardiopatía isquémica en el lapso de junio de 1982 a mayo de 1983, obteniéndose registro satisfactorio en 44 de ellos, representando un 75% del total, de éstos a 32 se les efectuó coronariografía siendo esta la muestra a estudiar (72%); 26 masculinos y 6 femeninos con una mediana de edad de 52 años y un rango de 30 a 63 años; 22 con diagnóstico de infarto de miocardio previo (15 inferiores, 7 anteriores) demostrado por ECG, enzimas séricas y gamagrafía estática con pirofosfatos, y 10 pacientes con angina de pecho típica durante el esfuerzo.

Unas horas antes de que los pacientes incluidos en el estudio fuesen sometidos a cateterismo cardiaco se les efectuó con un aparato Toshiba modelo SSH 10-A y transductos de 2.5 megaHertz de 32 elementos con angulación de 72° ecocardiograma modo M, midiéndose los diámetros internos del VI en sístole y diástole, calculando la FE por la fórmula de Theichholz (18), velocidad de contracción y porcentaje de engrosamiento sistólico tanto del septum como de la pared posterior del VI, también se realizó ecocardiograma 2D en eje corto, largo y apical cuatro cavidades, para la observación de la con-

tractilida en forma global y segmentaria (figura 1).

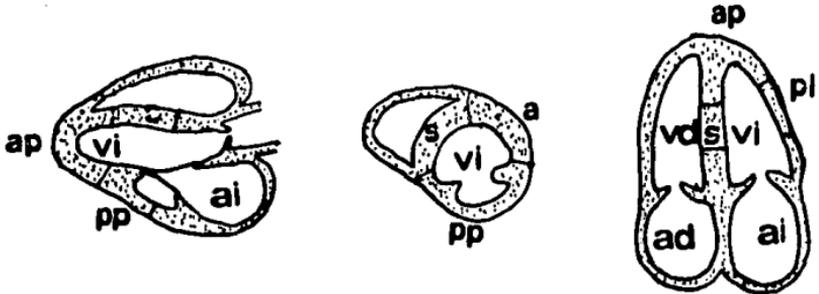


Figura 1. Ilustración gráfica de los segmentos del ventrículo izquierdo estudiados, en las posiciones del eje largo, corto y apical 4 cavidades donde observamos aurícula izquierda (ai) ventrículo izquierdo (vi), aurícula derecha -- (ad), ventrículo derecho (vd), septum interventricular (s), pared posterior (pp), segmento anterior (a), apex (ap) y segmento posterolateral (pl).

Se otorgaron índices de puntuación según el trastorno de la sinergia ventricular que presentaron, esto es: normal 0 puntos, hipocinecia 1, acinecia 2, discinecia 3, y aneurisma 4; posteriormente pasa a prueba de esfuerzo convencional con el protocolo de Bruce (19), suspendiéndose la prueba al presentar angina de pecho, hipotensión, trastornos severos de la formación del impulso, infradesnivel del segmento ST mayor de 1.5 mm o fatiga muscular,

realizándose nuevamente las mediciones ecocardiográficas anteriormente citadas una vez suspendida la prueba. Posteriormente el paciente es trasladado a sala de hemodinamia utilizándose equipo CGR con arco monopiano en donde se procede a efectuar mediante la técnica de Seldinger cateterismo cardíaco con ventriculograma izquierdo en posiciones oblicua anterior derecha (OAD) y oblicua anterior izquierda (OAI), calculándose la FE por la fórmula de Dodge (20), así como la movilidad encontrados; se realiza también coronariografía en OAD, OIA y anteroposterior (AP).

Los criterios de exclusión para los pacientes fueron no poder obtener un registro satisfactorio a los 5 minutos de postesfuerzo y prueba de esfuerzo con frecuencia cardíaca submáxima, menor al 85% de lo esperado para su edad, cuando se supendió por fatiga muscular.

Se analizó la sensibilidad y especificidad del método comparando los resultados del mismo paciente en reposo y ejercicio, considerándose como positivo para cardiopatía isquémica cuando el parámetro en cuestión permaneció sin modificación, disminuyó, o no se incrementó más del 5% (7,14). Se compararon los datos obtenidos de FE en reposo contra los de hemodinamia con la --

fórmula de regresión lineal; se aplicó la fórmula de la t de student para muestras pareadas, comparando los índices de contractilidad segmentaria de reposo y ejercicio, analizándose los trastornos de la pared posterior para correlacionarlos con obstrucciones significativas de la CD y las alteraciones septales tanto para la DA como para la CX; finalmente se reunieron las alteraciones en FE, movilidad segmentaria, de cualquier tipo que fuere contra enfermedad coronaria significativa de cualquier sitio.

RESULTADOS: La prueba de esfuerzo convencional con el protocolo de Bruce en nuestras manos dió una sensibilidad del 53% con una especificidad del 80%, muy similar a la mostrada en una recopilación de estos parámetros en forma acumulativa de 1975 a 1980 con sensibilidad del 60% y especificidad del 81% (7).

Al analizar los trastornos en la fracción de expulsión medida en modo M como único parámetro para detectar enfermedad coronaria se encontró una sensibilidad del 77% y una especificidad del 66 % no habiendo diferencia estadísticamente significativa entre el promedio global de ambos grupos de reposo y ejercicio. Se compararon los datos de reposo contra la FE obtenida por hemodinamia aplicándosele la fórmula de regresión lineal obteniéndose una  $r=,89$ .

Al medir las alteraciones en la velocidad de contracción septal como índice para detectar anomalías de las arterias coronarias del lado izquierdo se obtuvo una sensibilidad y especificidad para la DA de 77 y 71% respectivamente y para la CX de 92 y 72%; asimismo la variación en el porcentaje de engrosamiento sistólico en esta zona para las mismas arterias fue de una sensibilidad del 83% y especificidad del 100% para la DA, mientras que para la CX fue de 58 y 73%.

Al realizar estas mediciones para los trastornos de movilidad de la pared posterior se encontró baja tanto de la sensibilidad como especificidad para la CD con 58 y -- 36%, como para la CX 66 y 75% respectivamente, al considerar porcentaje de engrosamiento sistólico, obteniéndose resultados similares para la velocidad de contracción, esto es 42 y 75% en la CD y 80 con 66% de sensibilidad y especificidad en la CX.

La observación de aparición en esfuerzo de trastornos en la cinergia ventricular que no estaban presentes en reposo, observados en eco 2D, fue estadísticamente significativa mediante el índice de puntuación referido anteriormente, ya que en reposo se obtuvo una media de 2,51 con desviación estándar de ± 2,72, y en esfuerzo se encontró la media en 4,05 con desviación estándar de ± 2,53 con una  $p < 0.01$ .

Para tratar de elevar la sensibilidad y especificidad de la prueba y sin tratar de correlacionar el trastorno de movilidad con una determinada arteria lesionada, se -- reunieron las modificaciones en el engrosamiento sistólico y en la velocidad de contracción tanto del septum como de la pared posterior así como la alteración en la FE pa

ra demostrar enfermedad aterosclerótica de las corona---  
rias de cualquier vaso, encontrándose una sensibilidad --  
del 100% con una especificidad del 69% para lesiones igua  
les o mayores al 75% de la luz del vaso.

CONCLUSIONES: La prueba de esfuerzo convencional siguiendo el protocolo de Bruce en nuestras manos aportó una sensibilidad del 56% con especificidad de 80%, muy similar a la referida en una revisión de casos acumulados en 1975 a 1980 de varios autores que reportan 60 y 81% de sensibilidad y especificidad respectivamente (7), demostrando al paso de los años su utilidad en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica con cierto rango de error, el cual es conocido y aceptado cuando se utiliza éste método.

Al tratar de utilizar exclusivamente los trastornos de movilidad, tanto el porcentaje de engrosamiento sistólico como velocidad de contracción, producidos por el esfuerzo y correlacionarlos con lateraciones en la DA la sensibilidad y especificidad de ambas mediciones obtenidas dejan mucho que desear y distan mucho de dar un resultado útil; sucediendo algo similar con las alteraciones de la contractilidad obtenida de la pared posterior del VI para la CD y CX. La disminución o incapacidad para incrementar la FE más de 5% tampoco funciona como índice aislado para el diagnóstico de cardiopatía isquémica con alta sensibilidad y especificidad; sin embargo sin el afán de diagnosticar la arteria lesionada sino exclusivamente la presencia de enfermedad coronaria aterosclerótica significa

tiva y se reúnen los trastornos de movilidad septal y de lapared posterior del VI, así como alteración en la FE -- considerando prueba positiva la modificación de cualquiera de estos parámetros contra cualquier vaso afectado se obtuvo una sensibilidad del 100% con una especificidad de 69%, siendo baja debido a dos pacientes portadores de cardiopatía hipertrófica obstructiva. De ahí que concluimos que este método en nuestras manos es útil para el diagnóstico de cardiopatía esquémica con la efectividad ya referida, sin poderse determinar por el momento el vaso afectado con precisión en relación a los trastornos de movilidad en contrados, en este momento solo la existencia de esta patología,

Se han referido en reportes previos la existencia de otras patologías que pueden producir trastornos en la movilidad como el movimiento completo del corazón dentro del tórax, los trastornos de conducción intraventriculares, sobrecargas de volumen como la comunicación interauricular y haciendose referencia a otras condiciones isquémicas no relacionadas con enfermedad coronaria como la miocardiopatía congestiva (9,21); por lo que deberá tenerse en cuenta todas estas entidades como diagnóstico diferencial al presentar anomalías de contractilidad, pudiendose agregar a la lista la miocardiopatía hipertrófica encontrada en el presente estudio.

Así mismo al comparar los índices de puntuación para movilidad segmentaria se encontró una diferencia estadísticamente significativa por lo que al igual que otros estudios en que el diagnóstico de cardiopatía isquémica se basa por trastornos de la movilidad segmentaria (6,14) el ecocardiograma de esfuerzo está también útil.

Las limitaciones que se encontraron en el presente estudio fueron básicamente los pacientes en quienes debido a su estado clínico está contraindicado efectuárseles prueba de esfuerzo ya sea por razones absolutas o relativas (19), así como los pacientes físicamente incapacitados para realizar ejercicio, pero el principal problema fue la dificultad para obtener un registro satisfactorio debido a hiperventilación en el postesfuerzo inmediato, tórax aumentado en sus diámetros y en general, el grupo de pacientes considerados como poseedores de mala ventana ecocardiográfica.

Se encontraron implicaciones clínicas importantes debido a su utilidad comprobada en este tipo de patología ya que se trata de un estudio no invasivo, fácilmente reproducible y de bajo costo, además de ser accesible a un gran grupo de pacientes que rutinariamente son sometidos a una prueba de esfuerzo y que si se les agrega la observación ecocardiográfica

fica de la movilidad, la sensibilidad y la especificidad diagnósticas se elevan significativamente como se ha referido.

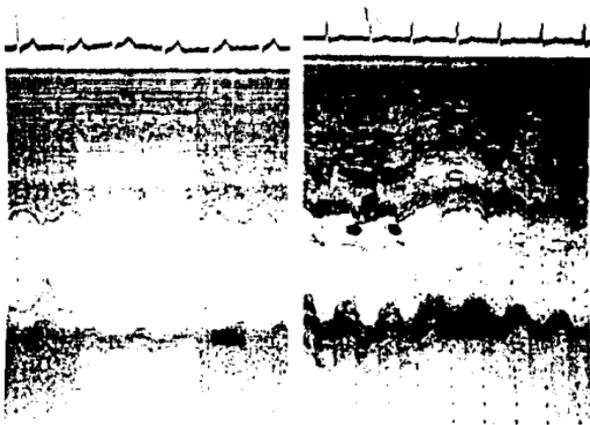
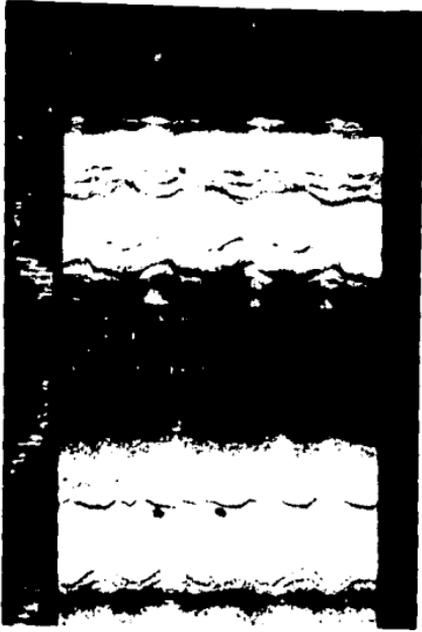


Figura 2. Trastorno en la movilidad septal en el post-esfuerzo de un paciente con contractilidad de reposo normal, con angina de pecho de esfuerzo y enfermedad de la arteria coronaria descendente anterior.



En la figura 3A observamos un ecocardiograma modo M, en el cual los parámetros de contractilidad en reposo están dentro de límites normales, - sin embargo en postesfuerzo - se observa deterioro de estos a nivel septal, confirmandose lo anterior por la observación de trastorno severo en la sinergia como se aprecia en el ecocardiograma 2D de la figura 3B.

Figura 3A



C



E

Figura 3B



Figura 4. Ejemplo de trastorno en la contractilidad de la pared posterior producida por el esfuerzo. (VI-ventrículo izquierdo; AI-aurícula izquierda).

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Tennant R., Wiggers C.J. Effective coronary occlusion on myocardial contraction. Am J. Physiol 1935; 112:351-61.
- 2.- Theroux P. Franklyn D. et al. Regional myocardial function during acute coronary occlusion and its modifications by pharmacologic agents in dogs. Circ. Res. 1974;35:896-903.
- 3.- Goldstein J., DeJougsu. Changes in left ventricular wall dimension during regional myocardial ischemia. Am. J. Cardiol. 1974;34:56-60.
- 4.- Sharma B. Goodwin J.F. et al. Left ventricular angiography on exercise; a new method of assessing left ventricular function and ischemic heart disease
- 5.- Sharma B., Taylor J.H. Localization of left ventricular ischemia in angina pectoris by cineangiography during exercise. Br. Heart J. 1975;37:963.
- 6.- Borer J.S., Bacharach S.L., et al. Real time radionuclide cineangiography in the non invasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patient with coronary artery disease. N. Engl. J. Med;1977;296:835
- 7.- Okada R.D., Boucher C. et al. Exercise radionuclide imaging approaches to coronary artery disease. Am. J. Cardiol;1980;46:1188-1203.
- 8.- Rerych S.K., Schoolz P.M. et al. Cardiac function at rest and during exercise in normal and in patients with coronary heart disease. AnnSurg. 1978;187: 449-64.
- 9.- Dortimer A.C., DeJoseph R.L. et al. Distribution of coronary artery disease prediction by echocardiography. Circulation;1976;54:928-35.
- 10.- Gordon M.C., Kerber R.E. Interventricular septal motions in patients with proximal and distal left anterior descending coronary artery lesions. Circulation;1977;55:338-41.

- 11.- Joffe C.D., Brik, et al. Echocardiographic diagnosis in left anterior descending coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 1977;40:11-6.
- 12.- Motta J.A., Popp R.L. Septal motion and thickening in significant left anterior descending coronary artery disease. *Circulation*,1976;54(supp 2):84.
- 13.- Cohn Peter. Diagnosis and therapy of coronary artery disease; Little Brown and Company; 1<sup>a</sup> ed.,1979 aprox 500 pp ils.
- 14.- Mason S.J., Weiss S.L., et al. Exercise echocardiography detection of wall motion abnormalities during ischemia. *Circulation*,1979;59:50-9.
- 15.- Morganroth J., Chen Ch., et al. Exercise cross-sectional echocardiographic diagnosis of coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.*1981;47:20-26.
- 16.- Morganroth J., Chen Ch., et al. Echocardiographic detection of coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.*1980;46:1178-1187.
- 17.- Mitamura H.,Ogawa H. et al. Two dimensional echocardiographic analysis of wall motion during abnormalities during handgrip exercise in patients with coronary artery disease. *Am.J. Cardiol.*1981;48:711-19.
- 18.- Teichholz L.E., Krevien T., et al. Problems in echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am. J. Cardiol.*1976;37 7-11
- 19.- Ellestad M.H. Stress Testing. Principles and practice, Philadelphia:Davis,1975.
- 20.- Dodge H.T., Sandler H. et al. The use of biplane angiography for the measurement of left ventricular volumen in man. *Am J. Cardiol.*1960:762-776.
- 21.- Corya B.C. Rasmussen S. et al. Systolic thickening and thinning of the septum and posterior wall in patients with coronary artery disease, congestive cardiomyopathy, and atrial septal defect. *Circulation*,1977;55:109-14.

## FE DE ERRATAS

Página 1 dice en línea 19 electrocardiograma debe decir ecocardiograma.

Página 3 dice en línea 21: presición trastornos de la cinergia , debe decir, precisión trastornos - de la sinergia .

Página 11 dice en la última línea asó, debe decir así.

Página 13 dice en la línea 3 56%, debe decir 53%, en la línea 16 dice nucho, debe decir mucho.

Página 15 dice en la línea 10 contrindicado, debe decir contraindicado.