

11205 131

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO

TITULO: *ECOCARDIOGRAFÍA DE STRESS CON ESTIMULACIÓN AURICULAR TRANSESOFÁGICA. UNA ALTERNATIVA EN EL ESTUDIO DE LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA. EXPERIENCIA EN EL HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO.*

TESIS DE POSTGRADO que para obtener el Diploma de Especialista en Cardiología presenta:

Dr. Eduardo Viveros Rentería

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

TEMA:

ECOCARDIOGRAFÍA DE STRESS CON ESTIMULACIÓN AURICULAR
TRANSESOFÁGICA. UNA ALTERNATIVA EN EL ESTUDIO DE LA
CARDIOPATÍA ISQUÉMICA. EXPERIENCIA EN EL HOSPITAL ESPAÑOL DE
MÉXICO.

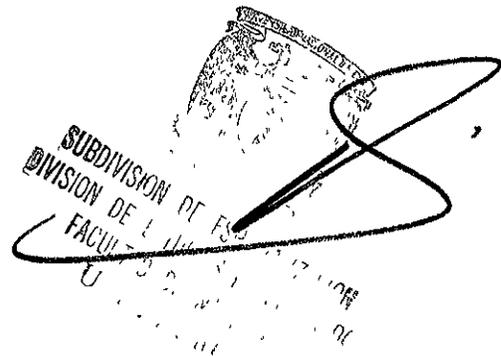
SEDE: HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO

PONENTE: DR. EDUARDO VIVEROS RENTERÍA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ MANUEL PORTOS SILVA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO: DR. JOSÉ MANUEL PORTOS SILVA

JEFE DE ENSEÑANZA: DR. ALFREDO SIERRA UNZUETA



A Ti Señor, que nunca te separas de mí

A mis padres, quienes han dado todo por mí, y quienes son un ejemplo a seguir

A mis hermanos, mis grandes e invaluable amigos.

A Paty, mi inseparable compañera.

*A mis maestros en la bella disciplina de la Cardiología
por todos sus conocimientos y su confianza*

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

INDICE GENERAL

Título:

ECOCARDIOGRAFÍA DE STRESS CON ESTIMULACIÓN AURICULAR TRANSESOFÁGICA. UNA ALTERNATIVA EN EL ESTUDIO DE LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA. EXPERIENCIA EN EL HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO.

I.	Introducción.	
1.	Generalidades.....	1
2.	El ecocardiograma de stress con estimulación auricular transesofágica	
2.1	Aspectos Generales..	2
2.2	Protocolos de estimulación	5
2.3	Viabilidad del procedimiento	6
2.4	Contraindicaciones	6
2.5	Efectos indeseables.....	7
2.6	Tolerancia.....	7
3	El ecocardiograma de stress con estimulación auricular transesofágica y cardiopatía isquémica.	
3.1	Utilidad en el paciente con dolor torácico o angina	7
3.2	Utilidad en el paciente con un infarto agudo del miocardio reciente.....	8
II	Justificación.	9
III.	Objetivos.....	9
IV.	Hipótesis.....	10
V.	Material y Métodos.....	10
VI.	Resultados.....	13
VII.	Discusión.....	15
VIII.	Conclusión.....	17
IX.	Bibliografía.....	18
X.	Apéndice I	20

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**ECOCARDIOGRAFÍA DE STRESS CON ESTIMULACIÓN AURICULAR
TRANSESOFÁGICA. UNA ALTERNATIVA EN EL ESTUDIO DE LA CARDIOPATÍA
ISQUÉMICA. EXPERIENCIA EN EL HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO.**

I. INTRODUCCIÓN.

I. Generalidades.

El ecocardiograma de stress fue propuesto originalmente como una técnica útil para el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria desde 1979 por Wann y cols. Los estudios actuales validan al ecocardiograma de esfuerzo a través del uso de una bicicleta, cicloergómetro o incluso en una banda sin fin, como una adecuada herramienta para el diagnóstico y la localización de una enfermedad arterial coronaria. Debido al gran avance en la adquisición de imágenes y al desarrollo de la tecnología, el interés en el ecocardiograma de stress se desarrolló a mediados de la década de los 80's. En la actualidad, este método se usa ampliamente en los hospitales para la evaluación de dolor torácico, y ha pasado de ser un método de investigación utilizado en algunos centros académicos hasta convertirse en una herramienta fundamental para el cardiólogo. Debido a su rapidez, eficiencia y costo, cuenta con muchas ventajas sobre otras técnicas (1).

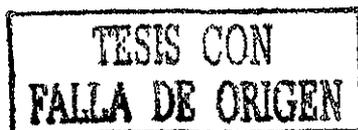
El ecocardiograma de stress representa a un ecocardiograma bidimensional con una adecuada resolución para la evaluación de la función sistólica global o regional. Las premisas básicas para la evaluación de la cardiopatía isquémica a través del ecocardiograma son: a) si una región se encuentra isquémica desarrollará alteraciones en su movilidad B) Si el flujo coronario se interrumpe en su totalidad y en forma permanente obviamente ocasionará un infarto del miocardio. C) Si la reducción del flujo es solo en forma transitoria, existió una alteración en el movimiento que servirá como un marcador de la localización y extensión de un miocardio isquémico.

Las alteraciones en el movimiento que resultan de una isquemia miocárdica, aparecen antes que el dolor torácico y antes de que se desarrollen anomalías electrocardiográficas, pero después de la reducción del flujo, todo esto conforme a los conceptos de la cascada isquémica descrita hace ya algunas décadas.

Desde 1935, Tennant y Wiggers observaron que las anomalías en el movimiento de una pared ventricular era causada por una interrupción en el flujo coronario. (2). Por la misma época, Masters y Masters propuso el uso de una prueba de esfuerzo monitorizada para determinar la situación cardiovascular y la identificación de pacientes con limitaciones cardiovasculares (3). De esta forma, el ecocardiograma de stress puede verse como la concepción de estos dos principios formulados hace más de 60 años.

El fundamento del ecocardiograma de stress se basa en una técnica para provocar isquemia miocárdica y para evaluar la respuesta cardiovascular ante el stress. Inicialmente el stress era el ejercicio físico, que se estandarizó con el uso de protocolos para banda sin fin o con el cicloergómetro

En la práctica muchos pacientes son incapaces de realizar ejercicio físico hasta un grado suficiente para provocar isquemia miocárdica, este es el caso de pacientes con edad avanzada, diabetes mellitus avanzada, o pacientes con limitaciones neurológicas u ortopédicas. Por lo anterior, se han desarrollado a través de los años algunas estrategias de stress. Estas incluyen a



las pruebas de stress farmacológico, en donde se utilizan medicamentos que aumentan la frecuencia cardíaca y la presión arterial, o con vasodilatadores que magnifican y provocan alteraciones en el flujo coronario regional.

De estas formas farmacológicas, la más usada en el mundo, es el protocolo con dobutamina. Este método es seguro en la mayoría de los pacientes, sin embargo, pueden existir una gama de efectos secundarios, de los cuales los más serios son la fibrilación ventricular e infarto del miocardio. Se considera que la dobutamina imita a los efectos del ejercicio, de esta forma, aumenta la contractilidad, la frecuencia cardíaca y la presión arterial. El mecanismo por el cual produce isquemia es a través de un imbalance entre el aporte y la demanda del flujo sanguíneo al miocardio. Así, cuando lo anterior ocurre, se desarrollan alteraciones en la movilidad de las paredes ventriculares, y se determina tanto la localización como la extensión de la enfermedad arterial coronaria.

Se debe enfatizar que la dobutamina provoca isquemia no solo aumentando la frecuencia cardíaca, sino también incrementando la contractilidad. Con la infusión de dobutamina debe tenerse una especial atención en la seguridad del paciente, incluso debe estar disponible un equipo de reanimación y medicamentos de primera línea para contrarrestar los efectos del fármaco (beta-bloqueadores). En algunos pacientes debe emplearse además atropina para optimizar la frecuencia cardíaca y llegar a valores máximos. Sólo el 82-85% de los pacientes estimulados con dobutamina llegan a frecuencias cardíacas iguales o mayores al 85% de la estimada para la edad. (4).

También pueden utilizarse otros fármacos con el fin de encontrar isquemia. Así se han empleado dipiridamol, infusiones de adenosina, e incluso catecolaminas sintéticas como la arbutamina cuyo mecanismo de acción es muy parecido a la dobutamina pero ofrece una respuesta cronotrópica e inotrópica más balanceada.

Existe un especial interés en el uso de técnicas de estimulación auricular por vía transesofágica. Recientemente se han hecho modificaciones en los diseños de los catéteres de estimulación lo que ha hecho de este procedimiento una herramienta menos invasiva y más aceptable para el paciente. (5). La ventaja de este método es que puede producir isquemia pura a través del incremento de la frecuencia cardíaca. Por otra parte, si existiera algún efecto adverso por la inducción de la isquemia, la estimulación puede detenerse de inmediato.

La elevación de la frecuencia cardíaca a través de la estimulación auricular para demostrar isquemia es una técnica antigua. Ya desde 1967 Sowton y cols. utilizaron este método y lo correlacionaron con los cambios electrocardiográficos y con la presencia de dolor precordial. (6). Más tarde, en 1984, Gary y cols. (7), observaron que este método podría ser una opción para pacientes incapaces de tolerar el ejercicio.

2. El ecocardiograma de stress con estimulación auricular transesofágica.

2.1 Aspectos generales.

Es un método rápido, tolerable y eficaz, que tiene como objetivo identificar enfermedad arterial coronaria significativa. Se ha utilizado en pacientes con dolor torácico de reciente inicio, angina de esfuerzo, inestable, o incluso en pacientes que han tenido un infarto agudo del miocardio.

las pruebas de stress farmacológico, en donde se utilizan medicamentos que aumentan la frecuencia cardíaca y la presión arterial, o con vasodilatadores que magnifican y provocan alteraciones en el flujo coronario regional.

De estas formas farmacológicas, la más usada en el mundo, es el protocolo con dobutamina. Este método es seguro en la mayoría de los pacientes, sin embargo, pueden existir una gama de efectos secundarios, de los cuales los más serios son la fibrilación ventricular e infarto del miocardio. Se considera que la dobutamina imita a los efectos del ejercicio, de esta forma, aumenta la contractilidad, la frecuencia cardíaca y la presión arterial. El mecanismo por el cual produce isquemia es a través de un imbalance entre el aporte y la demanda del flujo sanguíneo al miocardio. Así, cuando lo anterior ocurre, se desarrollan alteraciones en la movilidad de las paredes ventriculares, y se determina tanto la localización como la extensión de la enfermedad arterial coronaria.

Se debe enfatizar que la dobutamina provoca isquemia no solo aumentando la frecuencia cardíaca, sino también incrementando la contractilidad. Con la infusión de dobutamina debe tenerse una especial atención en la seguridad del paciente, incluso debe estar disponible un equipo de reanimación y medicamentos de primera línea para contrarrestar los efectos del fármaco (beta-bloqueadores). En algunos pacientes debe emplearse además atropina para optimizar la frecuencia cardíaca y llegar a valores máximos. Sólo el 82-85% de los pacientes estimulados con dobutamina llegan a frecuencias cardíacas iguales o mayores al 85% de la estimada para la edad. (4).

También pueden utilizarse otros fármacos con el fin de encontrar isquemia. Así se han empleado dipiridamol, infusiones de adenosina, e incluso catecolaminas sintéticas como la arbutamina cuyo mecanismo de acción es muy parecido a la dobutamina pero ofrece una respuesta cronotrópica e inotrópica más balanceada.

Existe un especial interés en el uso de técnicas de estimulación auricular por vía transesofágica. Recientemente se han hecho modificaciones en los diseños de los catéteres de estimulación lo que ha hecho de este procedimiento una herramienta menos invasiva y más aceptable para el paciente. (5). La ventaja de este método es que puede producir isquemia pura a través del incremento de la frecuencia cardíaca. Por otra parte, si existiera algún efecto adverso por la inducción de la isquemia, la estimulación puede detenerse de inmediato.

La elevación de la frecuencia cardíaca a través de la estimulación auricular para demostrar isquemia es una técnica antigua. Ya desde 1967 Sowton y cols. utilizaron este método y lo correlacionaron con los cambios electrocardiográficos y con la presencia de dolor precordial. (6). Más tarde, en 1984, Gary y cols. (7), observaron que este método podría ser una opción para pacientes incapaces de tolerar el ejercicio.

2. El ecocardiograma de stress con estimulación auricular transesofágica.

2.1 Aspectos generales.

Es un método rápido, tolerable y eficaz, que tiene como objetivo identificar enfermedad arterial coronaria significativa. Se ha utilizado en pacientes con dolor torácico de reciente inicio, angina de esfuerzo, inestable, o incluso en pacientes que han tenido un infarto agudo del miocardio.

El principio por el cual funciona es a través del aumento de la frecuencia cardíaca como una alternativa al ejercicio o medicamentos durante la realización de un ecocardiograma.

La estimulación se logra mediante un sistema estimulador (Tapstress pacing system model 7A) y un preamplificador (Model 3 recording preamplifier, Cardiocommand) a través del cual se puede regular la frecuencia cardíaca deseada, ajustar el ancho de pulso o duración del impulso eléctrico (mseg) y la energía o corriente necesaria para una correcta estimulación (mA). Ver figura 1

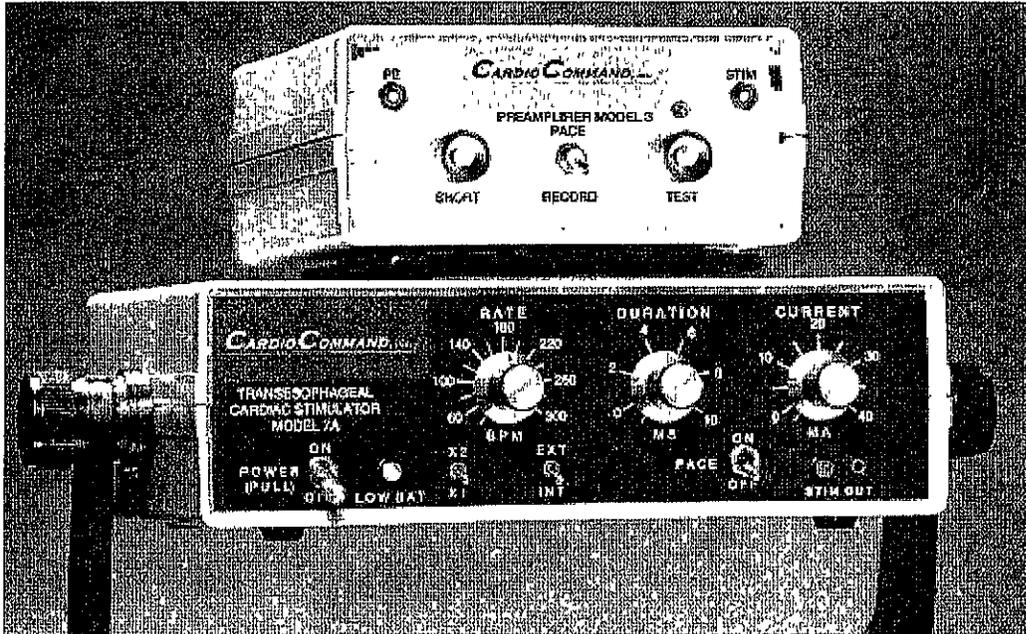


Figura 1 Estimulador y Preamplificador necesarios para la estimulación auricular

La estimulación se lleva a cabo mediante un catéter de estimulación bipolar (Tapscope, Cardiocommand) de 10 Fr flexible y delgado. Ver figura 2.

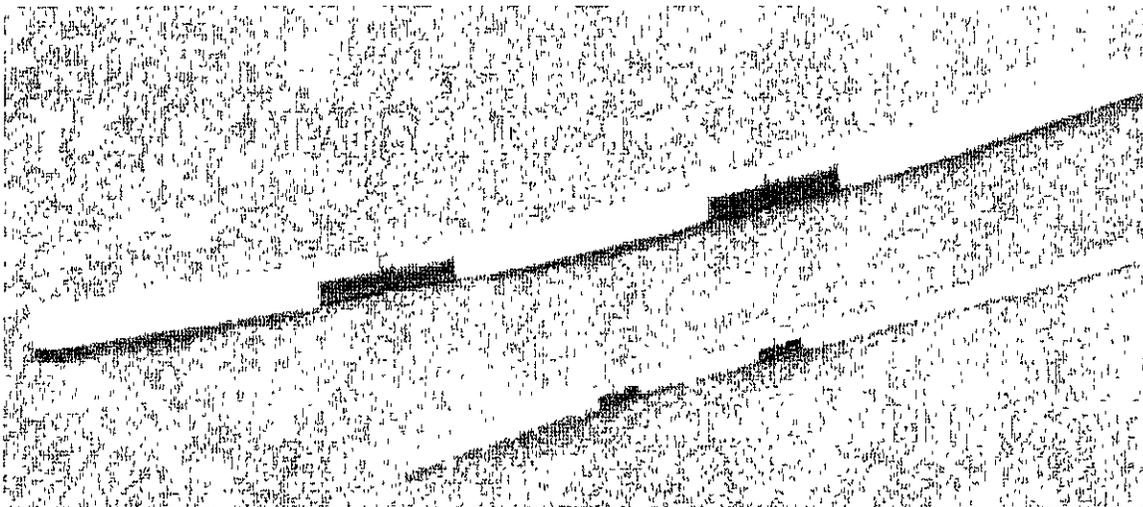
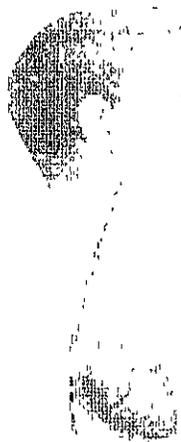


Figura 2 Catéteres bipolares de estimulación (10 y 5 Fr)

Los catéteres se pueden introducir por vía nasal o por vía orofaríngea. La última vía ofrece menos molestias. Previamente se coloca anestésico (lidocaína en spray) en la cavidad oral para una mejor tolerancia. Se pide al paciente que lo degluta y lentamente se introduce hasta una distancia que se obtiene mediante la siguiente fórmula: $Talla\ (cm) / 5$. Los catéteres cuentan con una graduación en centímetros para su fácil instalación. El objetivo es dejar la punta del catéter exactamente por detrás de la aurícula izquierda como lo muestra la figura 3.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3 Posición del catéter bipolar introducido por vía orofaríngea y colocado exactamente por detrás de la aurícula izquierda

Antes de comenzar la estimulación se debe tener un adecuado registro de la actividad auricular, de esta forma, se asegura que el sitio es el ideal para comenzar la estimulación, y donde habrá una adecuada relación relación auriculoventricular. Figura 4.

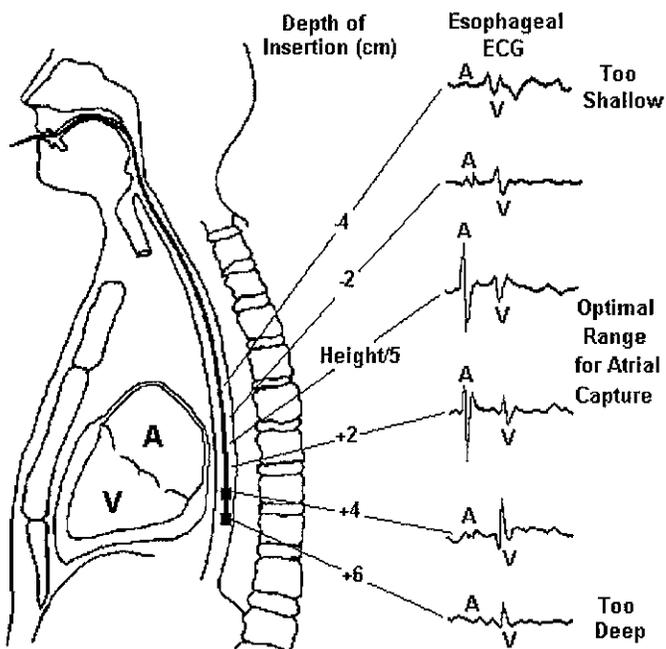


Figura 4 Registros de los potenciales auriculares y ventriculares de acuerdo a la posición del catéter bipolar. Obsérvese el sitio ideal para la estimulación

En la figura 5 se muestran los registros auriculares pequeños cuando el catéter bipolar se encuentra muy distal a la pared del esófago. Conforme se acerca más el catéter a la pared del esófago se visualiza una onda P de mayor tamaño, lo cual indica un sitio óptimo para iniciar la estimulación

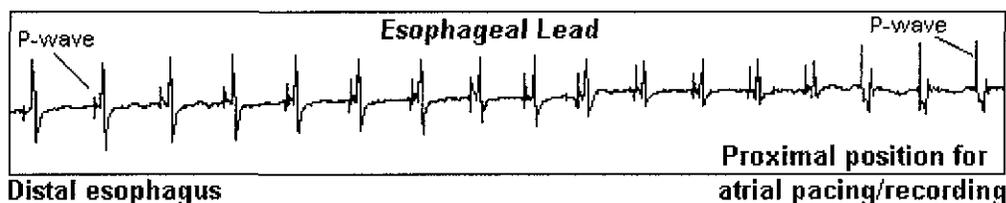


Figura 5 Registros transesofágicos de la actividad auricular y ventricular

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.2 Protocolos de estimulación.

En la literatura se han descrito varios protocolos de estimulación para la investigación de cardiopatía isquémica en los pacientes. A continuación se enuncian 5 de ellos.

- A) Iniciar con 100 latidos por minuto y posteriormente incrementar 10 latidos por minuto cada 2 minutos hasta llegar a 150 lat/min **(8)**.
- B) Iniciar con 120 latidos por minuto y posteriormente incrementar 10 latidos cada 30 segundos hasta alcanzar la frecuencia cardíaca máxima estimada para la edad. **(9)**.
- C) Iniciar al 85% de la frecuencia cardíaca calculada para la edad durante 2 minutos, posteriormente incrementar hasta el 100%. **(10)**.
- D) Iniciar a 110 latidos por minuto, posteriormente aumentar 10 lat/min cada 2 minutos hasta llegar a la frecuencia cardíaca máxima **(11)**.
- E) Iniciar 10 latidos por encima de la frecuencia cardíaca basal y después aumentar 20 latidos cada 2 minutos hasta alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca máxima. **(12,13)**.

Cada uno de los protocolos intenta reducir el tiempo de estimulación para crear un estudio más rápido y menos molesto.

De esta forma, se obtienen tiempos de estimulación auricular cortos que oscilan entre 6.6 ± 2.6 y 8.6 ± 3.6 minutos; mientras que los protocolos de estimulación con dobutamina duran más tiempo, de acuerdo a los autores pueden demorar entre 15.1 ± 3.9 a 31 ± 9 minutos. La diferencia en tiempo es significativa ($p < 0.0001$). **(4,12,13)**.

Los períodos de tiempo que transcurren desde la preparación técnica hasta la interpretación de las imágenes con el ecocardiograma de estimulación auricular oscilan entre 38 ± 6 y 41 ± 7 minutos.

2.3 Viabilidad del procedimiento.

Aproximadamente en el 4% de los pacientes la estimulación auricular no se puede llevar a cabo. A continuación se enuncian algunas de las causas que se han presentado en varios estudios y que limitan una adecuada estimulación auricular.

1. Intolerancia de los pacientes al cable orofaríngeo o nasofaríngeo (1.4%).
2. Imposibilidad para conseguir una adecuada captura auricular (1.4%).
3. Presencia de bloqueo auriculoventricular de segundo grado tipo I resistente a la atropina (4%).
4. Hipertensión o hipotensión arterial durante la estimulación máxima (0.2%).
5. Presencia de arritmias como fibrilación auricular (0.3%), taquicardia supraventricular paroxística (0.4%), ritmo ectópico auricular (0.2%), arresto sinusal (0.1%), taquicardia ventricular no sostenida (0.3%).

Es importante mencionar que todos estos trastornos del ritmo son reversibles en forma inmediata cuando se suspende la estimulación **(4,11,12,13).**

Alrededor del 30% de los pacientes presentan fenómeno de Wenckebach durante la estimulación auricular. Sin embargo, estos períodos de bloqueo se presentan en forma aislada durante la estimulación, y no crean ningún trastorno hemodinámico de importancia. Con la aplicación de 0.5-1 mg de atropina intravenosa, este trastorno prácticamente desaparece. **(9)**

En alrededor del 15% de los pacientes se emplean dosis pequeñas de midazolam para tranquilizar al paciente y facilitar la realización del estudio

Con la estimulación auricular la mayoría de los estudios son máximos, es decir, se alcanza al menos el 85% de la frecuencia cardíaca máxima estimada para la edad en el 90-96% de los pacientes. Incluso en el 65% de los pacientes se obtienen estimulaciones superiores al 95% de la frecuencia cardíaca calculada **(4,9,11, 12).**

2.4 Contraindicaciones:

La estimulación auricular se encuentra contraindicada en pacientes con patología esofágica o hernia hiatal, ya que es probable que la estimulación superior a una hora cause algún daño a la mucosa esofágica. Realmente lo anterior es una medida de precaución, ya que no se han demostrado casos que en este tipo de problemas. Tecnológicamente los equipos han evolucionado, y actualmente con el estimulador y preamplificador Cardicommand no se administra una energía superior a los 0.032 Joules/pulso. Hay que tomar en cuenta que en algunos estudios en donde se ha realizado cardioversión por vía transesofágica a través de electrodos, la energía utilizada oscila entre los 20-100 Joules/pulso, sin complicaciones serias **(14,15).**

La estimulación auricular no puede emplearse en pacientes con fibrilación auricular, flutter auricular, desfibrilador automático interno, valvulopatía severa, glaucoma sin tratamiento, disrritmias ventriculares complejas, bloqueo auriculoventricular de segundo o tercer grado, descontrol de cifras tensionales arteriales (TAS > 190 mmHg y/o TAD > 100 mmHg), angina inestable, várices esofágicas, estreches esofágica y sangrado del tubo digestivo reciente.

2.5 Efectos indeseables.

Como cualquier método pueden existir efectos indeseables. Entre ellos se mencionan: arqueos y náusea, mismos que se presentan con menor frecuencia con una adecuada aplicación de lidocaína en spray en orofaringe. Además puede existir una leve sensación de malestar retroesternal que se resuelve al terminar la estimulación y rara vez es motivo de suspensión de la prueba. El paciente puede sentir palpitaciones. Estos síntomas se presentan en el 16% de los pacientes sometidos a estimulación auricular. De cualquier forma son síntomas que se presentan con menor frecuencia que con la estimulación con dobutamina, fármaco que produce temblor, náusea, cefalea, agitación, fosfenos hasta en el 25% de los pacientes. (13).

Otro aspecto importante, digno de ser tomado en cuenta es el hecho de que después de la estimulación auricular rara vez es necesario aplicar algún fármaco para remitir los signos de isquemia inducidos por la prueba. Mientras que tras la aplicación de dobutamina, en ocasiones los efectos colaterales y los signos de isquemia no ceden sólo al interrumpir la administración del fármaco; en ocasiones se debe administrar nitratos por vía sublingual o contrarrestar los efectos con fármacos β -bloqueadores. Por otra parte, la presencia de extrasístoles ventriculares y fenómenos de taquicardia ventricular no sostenida se observó en el 8% de los pacientes que recibieron dobutamina y solo en el 1% de los pacientes con estimulación auricular (4).

2.6 Tolerancia.

En general es un estudio bien tolerado. Cada grupo de investigadores han propuesto escalas para evaluar la tolerancia, y actualmente no existe un consenso para realizar esta calificación. Sin embargo, en escalas que oscilan entre 0-5, tomando la primera cifra como un estudio no causó absolutamente ninguna molestia, o el 5, aquél estudio que fue intolerante, las calificaciones oscilan entre 1.5 ± 0.9 . (13).

3. El ecocardiograma de estimulación auricular transesofágica y cardiopatía isquémica.

3.1 Utilidad en el paciente con dolor torácico o angina.

Recientemente se han publicado estudios que evalúan el papel del ecocardiograma con estimulación auricular para pacientes con dolor torácico de reciente aparición o pacientes con angina inestable. Uno de estos estudios se realizó en el Cedars-Sinai Medical Center en el año 2000 (9).

Inicialmente a los pacientes se les realizó el ecocardiograma con estimulación auricular, y posteriormente se les realizó SPECT, y de acuerdo a los hallazgos de los 2 métodos fueron llevados a coronariografía.

Al correlacionar al eco con estimulación auricular con el SPECT se encontró una excelente concordancia en los resultados que conciernen a la presencia de isquemia. Solo en un paciente no se identificó isquemia miocárdica inducible comparado con el SPECT. En cuanto a la extensión hubo una concordancia completa en el 74% de los pacientes, en donde el eco sobrestimó la extensión en el 20% y subestimó esta última en el 6%. En cuanto a los territorios

2.5 Efectos indeseables.

Como cualquier método pueden existir efectos indeseables. Entre ellos se mencionan: arqueos y náusea, mismos que se presentan con menor frecuencia con una adecuada aplicación de lidocaína en spray en orofaringe. Además puede existir una leve sensación de malestar retroesternal que se resuelve al terminar la estimulación y rara vez es motivo de suspensión de la prueba. El paciente puede sentir palpitaciones. Estos síntomas se presentan en el 16% de los pacientes sometidos a estimulación auricular. De cualquier forma son síntomas que se presentan con menor frecuencia que con la estimulación con dobutamina, fármaco que produce temblor, náusea, cefalea, agitación, fosfenos hasta en el 25% de los pacientes. (13).

Otro aspecto importante, digno de ser tomado en cuenta es el hecho de que después de la estimulación auricular rara vez es necesario aplicar algún fármaco para remitir los signos de isquemia inducidos por la prueba. Mientras que tras la aplicación de dobutamina, en ocasiones los efectos colaterales y los signos de isquemia no ceden sólo al interrumpir la administración del fármaco; en ocasiones se debe administrar nitratos por vía sublingual o contrarrestar los efectos con fármacos β -bloqueadores. Por otra parte, la presencia de extrasístoles ventriculares y fenómenos de taquicardia ventricular no sostenida se observó en el 8% de los pacientes que recibieron dobutamina y solo en el 1% de los pacientes con estimulación auricular (4).

2.6 Tolerancia.

En general es un estudio bien tolerado. Cada grupo de investigadores han propuesto escalas para evaluar la tolerancia, y actualmente no existe un consenso para realizar esta calificación. Sin embargo, en escalas que oscilan entre 0-5, tomando la primera cifra como un estudio no causó absolutamente ninguna molestia, o el 5, aquél estudio que fue intolerante, las calificaciones oscilan entre 1.5 ± 0.9 . (13).

3. El ecocardiograma de estimulación auricular transesofágica y cardiopatía isquémica.

3.1 Utilidad en el paciente con dolor torácico o angina.

Recientemente se han publicado estudios que evalúan el papel del ecocardiograma con estimulación auricular para pacientes con dolor torácico de reciente aparición o pacientes con angina inestable. Uno de estos estudios se realizó en el Cedars-Sinai Medical Center en el año 2000 (9).

Inicialmente a los pacientes se les realizó el ecocardiograma con estimulación auricular, y posteriormente se les realizó SPECT, y de acuerdo a los hallazgos de los 2 métodos fueron llevados a coronariografía.

Al correlacionar al eco con estimulación auricular con el SPECT se encontró una excelente concordancia en los resultados que conciernen a la presencia de isquemia. Solo en un paciente no se identificó isquemia miocárdica inducible comparado con el SPECT. En cuanto a la extensión hubo una concordancia completa en el 74% de los pacientes, en donde el eco sobrestimó la extensión en el 20% y subestimó esta última en el 6%. En cuanto a los territorios

vasculares, el análisis fue mejor para los territorios de la arteria descendente anterior y de la arteria circunfleja que para la arteria coronaria derecha en los 2 métodos. Al compararse el ecocardiograma de estimulación auricular con los estudios angiográficos se observó una sensibilidad del 93% con una especificidad del 100% para este método.

Con lo que respecta a los cambios electrocardiográficos 14 pacientes (20%) presentaron cambios isquémicos de los cuales 13 tuvieron una prueba ecocardiográfica y SPECT positivos.

En este estudio se concluye que el ecocardiograma con estimulación auricular se correlaciona con el SPECT para la detección de isquemia miocárdica inducible en paciente que ingresan al hospital con dolor torácico o angina inestable de reciente inicio. El estudio es bien tolerado, es accesible y seguro para la rápida evaluación de isquemia miocárdica.

Otro estudio realizado por Rainbird cols en la Clínica Mayo (10) comparó al ecocardiograma con dobutamina con el ecocardiograma de estimulación auricular utilizando un protocolo de estimulación distinto. Se estudiaron 100 pacientes, de los cuales 36 fueron sometidos a los dos métodos con una diferencia de 30 minutos entre cada estudio. Hubo una extraordinaria correlación entre ambos métodos. Los efectos colaterales ocurrieron con menor frecuencia en los pacientes con estimulación auricular (34% vs. 83%, $p=0.0001$). En el grupo con estimulación auricular no se observó ningún efecto secundario mayor, mientras que en un paciente en donde se utilizó dobutamina se observó taquicardia ventricular no sostenida.

De esta forma podemos observar que la estimulación auricular transesofágica se ha empleado en la investigación de cardiopatía isquémica, y ha sido comparada con ecocardiograma de esfuerzo, farmacológico y SPECT. En resumen, para el escrutinio de un sujeto con cardiopatía isquémica se reporta una sensibilidad que oscila entre el 87-93%, con una especificidad del 87-92%, con un valor predictivo positivo del 96% y valor predictivo negativo del 83%, todo lo anterior comparado con el estándar de oro la coronariografía. (4,9,12,13,16,17,18).

3. 2 Utilidad en el paciente con un infarto agudo del miocardio reciente.

Posterior a un infarto agudo del miocardio se puede emplear una prueba de esfuerzo submáxima para estratificar al paciente en bajo o alto riesgo de acuerdo a los lineamientos del American College of Cardiology/American Heart Association (19). Sin embargo, debido a la sensibilidad y especificidad tan baja del método electrocardiográfico, los métodos de imagen con ecocardiografía combinados con stress cardiovascular han tenido una adecuada aceptación. Así, el ecocardiograma de stress con estimulación auricular transesofágica, el ecocardiograma de esfuerzo y el farmacológico son estudios que se han utilizado para conocer el grado de enfermedad arterial o la isquemia residual que puede existir posterior a un infarto agudo del miocardio.

En 1996, Schroder y cols. (8) compararon estos tipos de ecocardiogramas de stress en 121 pacientes que presentaron un infarto agudo del miocardio. Inicialmente recibieron tratamiento trombolítico, y días después fueron sometidos a coronariografía (aproximadamente 7-9 días después). Posterior a esto se les practicó un ecocardiograma de stress en sus diferentes modalidades en los 10-11 días siguientes al infarto.

Los resultados en cuanto a la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de estos 4 diferentes métodos en el estudio de pacientes con infarto del miocardio reciente se muestra a continuación:

	<u>Sensibilidad</u>	<u>Especificidad</u>	<u>Valor predictivo positivo</u>
* Eco con estimulación auricular:	82%	71%	92%
* Eco – dobutamina:	71%	89%	93%
* Eco – dipiridamol:	64%	82%	92%
* Eco de esfuerzo con protocolo submáximo:	47%	88%	93%

La baja especificidad del ecocardiograma con estimulación auricular transesofágica que se observó en este estudio se debió al menor número de pacientes que fueron sometidos a este estudio.

Con este estudio se concluyó que el eco-dipiridamol presenta una menor sensibilidad para diagnosticar isquemia residual, sin embargo, su tiempo de infusión es más corto que con la utilización de dobutamina y cuenta con menores efectos colaterales. El eco-dobutamina puede inducir taquiarritmias ventriculares y supraventriculares e incluso no debería utilizarse en pacientes con riesgo de presentar estas arritmias, sin embargo, la ventaja de este método es la posibilidad de observar viabilidad miocárdica con dosis bajas de dobutamina. El ecocardiograma con ejercicio es la prueba más fisiológica y proporciona información adicional y útil en los pacientes en quienes se desea conocer la capacidad funcional. Sin embargo, el ecocardiograma con ejercicio submáximo tiene una limitada sensibilidad para detectar isquemia residual después de un infarto agudo.

En un estudio realizado por Poprawski y cols (20) se evaluaron 30 pacientes con un infarto del miocardio en las últimas 3-4 semanas, fueron sometidos a ecocardiograma transtorácico con ejercicio y con estimulación auricular con el fin de demostrar isquemia residual. El primer método mostró una sensibilidad menor (67% vs 80%).

El ecocardiograma con estimulación auricular puede ser una alternativa cuando otras pruebas están contraindicadas o cuando son de poca utilidad. Sin embargo, su función en la viabilidad miocárdica aún está por demostrarse.

II. JUSTIFICACIÓN.

Debido a la utilidad de la ecocardiografía de stress con estimulación auricular transesofágica antes comentadas, se aplica por primera vez en nuestro país este método.

III. OBJETIVO.

- Utilizar por primera vez en nuestro país un método distinto a los convencionales para el diagnóstico de cardiopatía isquémica.
- Conocer la utilidad del ecocardiograma transtorácico de stress con estimulación auricular transesofágica para identificar un estudio alternativo en el estudio de cardiopatía isquémica en el Hospital Español de México.
- Encontrar el perfil del paciente que obtendrá mayor beneficio con esta modalidad.
- Conocer la accesibilidad del método en nuestra población.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los resultados en cuanto a la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de estos 4 diferentes métodos en el estudio de pacientes con infarto del miocardio reciente se muestra a continuación:

	<u>Sensibilidad</u>	<u>Especificidad</u>	<u>Valor predictivo positivo</u>
* Eco con estimulación auricular:	82%	71%	92%
* Eco – dobutamina:	71%	89%	93%
* Eco – dipiridamol:	64%	82%	92%
* Eco de esfuerzo con protocolo submáximo:	47%	88%	93%

La baja especificidad del ecocardiograma con estimulación auricular transesofágica que se observó en este estudio se debió al menor número de pacientes que fueron sometidos a este estudio.

Con este estudio se concluyó que el eco-dipiridamol presenta una menor sensibilidad para diagnosticar isquemia residual, sin embargo, su tiempo de infusión es más corto que con la utilización de dobutamina y cuenta con menores efectos colaterales. El eco-dobutamina puede inducir taquiarritmias ventriculares y supraventriculares e incluso no debería utilizarse en pacientes con riesgo de presentar estas arritmias, sin embargo, la ventaja de este método es la posibilidad de observar viabilidad miocárdica con dosis bajas de dobutamina. El ecocardiograma con ejercicio es la prueba más fisiológica y proporciona información adicional y útil en los pacientes en quienes se desea conocer la capacidad funcional. Sin embargo, el ecocardiograma con ejercicio submáximo tiene una limitada sensibilidad para detectar isquemia residual después de un infarto agudo.

En un estudio realizado por Poprawski y cols (20) se evaluaron 30 pacientes con un infarto del miocardio en las últimas 3-4 semanas, fueron sometidos a ecocardiograma transtorácico con ejercicio y con estimulación auricular con el fin de demostrar isquemia residual. El primer método mostró una sensibilidad menor (67% vs 80%).

El ecocardiograma con estimulación auricular puede ser una alternativa cuando otras pruebas están contraindicadas o cuando son de poca utilidad. Sin embargo, su función en la viabilidad miocárdica aún está por demostrarse.

II. JUSTIFICACIÓN.

Debido a la utilidad de la ecocardiografía de stress con estimulación auricular transesofágica antes comentadas, se aplica por primera vez en nuestro país este método.

III. OBJETIVO.

- Utilizar por primera vez en nuestro país un método distinto a los convencionales para el diagnóstico de cardiopatía isquémica.
- Conocer la utilidad del ecocardiograma transtorácico de stress con estimulación auricular transesofágica para identificar un estudio alternativo en el estudio de cardiopatía isquémica en el Hospital Español de México.
- Encontrar el perfil del paciente que obtendrá mayor beneficio con esta modalidad.
- Conocer la accesibilidad del método en nuestra población.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los resultados en cuanto a la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de estos 4 diferentes métodos en el estudio de pacientes con infarto del miocardio reciente se muestra a continuación:

	<u>Sensibilidad</u>	<u>Especificidad</u>	<u>Valor predictivo positivo</u>
* Eco con estimulación auricular:	82%	71%	92%
* Eco – dobutamina:	71%	89%	93%
* Eco – dipiridamol:	64%	82%	92%
* Eco de esfuerzo con protocolo submáximo:	47%	88%	93%

La baja especificidad del ecocardiograma con estimulación auricular transesofágica que se observó en este estudio se debió al menor número de pacientes que fueron sometidos a este estudio.

Con este estudio se concluyó que el eco-dipiridamol presenta una menor sensibilidad para diagnosticar isquemia residual, sin embargo, su tiempo de infusión es más corto que con la utilización de dobutamina y cuenta con menores efectos colaterales. El eco-dobutamina puede inducir taquiarritmias ventriculares y supraventriculares e incluso no debería utilizarse en pacientes con riesgo de presentar estas arritmias, sin embargo, la ventaja de este método es la posibilidad de observar viabilidad miocárdica con dosis bajas de dobutamina. El ecocardiograma con ejercicio es la prueba más fisiológica y proporciona información adicional y útil en los pacientes en quienes se desea conocer la capacidad funcional. Sin embargo, el ecocardiograma con ejercicio submáximo tiene una limitada sensibilidad para detectar isquemia residual después de un infarto agudo.

En un estudio realizado por Poprawski y cols (20) se evaluaron 30 pacientes con un infarto del miocardio en las últimas 3-4 semanas, fueron sometidos a ecocardiograma transtorácico con ejercicio y con estimulación auricular con el fin de demostrar isquemia residual. El primer método mostró una sensibilidad menor (67% vs 80%).

El ecocardiograma con estimulación auricular puede ser una alternativa cuando otras pruebas están contraindicadas o cuando son de poca utilidad. Sin embargo, su función en la viabilidad miocárdica aún está por demostrarse.

II. JUSTIFICACIÓN.

Debido a la utilidad de la ecocardiografía de stress con estimulación auricular transesofágica antes comentadas, se aplica por primera vez en nuestro país este método.

III. OBJETIVO.

- Utilizar por primera vez en nuestro país un método distinto a los convencionales para el diagnóstico de cardiopatía isquémica.
- Conocer la utilidad del ecocardiograma transtorácico de stress con estimulación auricular transesofágica para identificar un estudio alternativo en el estudio de cardiopatía isquémica en el Hospital Español de México.
- Encontrar el perfil del paciente que obtendrá mayor beneficio con esta modalidad.
- Conocer la accesibilidad del método en nuestra población.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

IV. HIPOTESIS.

El ecocardiograma transtorácico con estimulación auricular transesofágica es un método útil en el estudio de enfermedad arterial coronaria.

V. MATERIAL Y METODO.

El estudio se realizó en el Hospital Español con una muestra de 12 pacientes a los que se les explicó con detalle el procedimiento y que autorizaron la realización del estudio a través de la firma de la carta de consentimiento informado.

Criterios de Inclusión.

- Pacientes mayores de 40 años.
- Evaluación de enfermedad coronaria ya conocida.
- Evaluación de posible presencia de enfermedad coronaria
- Pacientes en ayuno (al menos 3 horas).

Criterios de Exclusión.

- Pacientes con los siguientes problemas: fibrilación auricular, flutter auricular, desfibrilador automático interno, valvulopatía severa, glaucoma sin tratamiento, disrritmias ventriculares complejas, bloqueo auriculoventricular de segundo o tercer grado, descontrol de cifras tensionales arteriales (TAS >190 mmHg y/o TAD > 100 mmHg), angina inestable, várices esofágicas, estreches esofágica, sangrado del tubo digestivo reciente.

Puntos de finalización del estudio.

El estudio de estimulación auricular transesofágica se suspendería al:

- Alcanzar al menos el 85% de la frecuencia cardíaca esperada para la edad.
- Encontrar nuevas alteraciones en la movilidad o empeoramiento de ésta de al menos moderada severidad.
- Aparecer síntomas de intolerancia que obliguen a suspender el estudio.
- Identificar dolor torácico sugestivo de tener un origen isquémico coronario (angina severa).
- Ocurrir descontrol de la tensión arterial (TAS \geq 240 mmHg, TAD \geq 120 mmHg ó TAS < 90 mmHg)
- Aparecer taquicardia supraventricular o ventricular
- Observar cambios electrocardiográficos en el segmento ST que sugirieran un trastorno isquémico severo (infradesnivel de al menos 2 mm con el segmento ST descendente a 80 ms del punto J).
- Presencia cambios electrocardiográficos que sugirieran disociación auriculoventricular.

IV. HIPOTESIS.

El ecocardiograma transtorácico con estimulación auricular transesofágica es un método útil en el estudio de enfermedad arterial coronaria.

V. MATERIAL Y METODO.

El estudio se realizó en el Hospital Español con una muestra de 12 pacientes a los que se les explicó con detalle el procedimiento y que autorizaron la realización del estudio a través de la firma de la carta de consentimiento informado.

Criterios de Inclusión.

- Pacientes mayores de 40 años.
- Evaluación de enfermedad coronaria ya conocida.
- Evaluación de posible presencia de enfermedad coronaria
- Pacientes en ayuno (al menos 3 horas).

Criterios de Exclusión.

- Pacientes con los siguientes problemas: fibrilación auricular, flutter auricular, desfibrilador automático interno, valvulopatía severa, glaucoma sin tratamiento, disrritmias ventriculares complejas, bloqueo auriculoventricular de segundo o tercer grado, descontrol de cifras tensionales arteriales (TAS >190 mmHg y/o TAD > 100 mmHg), angina inestable, várices esofágicas, estreches esofágica, sangrado del tubo digestivo reciente.

Puntos de finalización del estudio.

El estudio de estimulación auricular transesofágica se suspendería al:

- Alcanzar al menos el 85% de la frecuencia cardíaca esperada para la edad.
- Encontrar nuevas alteraciones en la movilidad o empeoramiento de ésta de al menos moderada severidad.
- Aparecer síntomas de intolerancia que obliguen a suspender el estudio.
- Identificar dolor torácico sugestivo de tener un origen isquémico coronario (angina severa).
- Ocurrir descontrol de la tensión arterial (TAS \geq 240 mmHg, TAD \geq 120 mmHg ó TAS < 90 mmHg)
- Aparecer taquicardia supraventricular o ventricular
- Observar cambios electrocardiográficos en el segmento ST que sugirieran un trastorno isquémico severo (infradesnivel de al menos 2 mm con el segmento ST descendente a 80 ms del punto J).
- Presencia cambios electrocardiográficos que sugirieran disociación auriculoventricular.

Instrumentación.

El estudio ecocardiográfico fue bidimensional por vía transtorácica con un aparato Hewlett-Packard Sonos 5500. Los estudios se grabaron completos en una video cinta de $\frac{3}{4}$ de pulgada y se almacenaron también las imágenes en un disco óptico. Se obtuvieron imágenes de reposo y durante la estimulación (ciclos cardíacos digitalizados). Se empleó un catéter de estimulación transesofágica bipolar de 10 Fr. (Tapscope, Cardiocommand) de polivinil, flexible, y con jalea lubricante, mismo que fue conectado a un estimulador (Tapstress pacing system model 7A) y a un preamplificador (Model 3A recording preamplifier, Cardiocommand).

El catéter se introdujo por la orofaringe (previa aplicación de lidocaína en spray). En caso necesario se contó con midazolam IV para facilitar la cooperación de paciente para la realización del estudio. La optimización de la posición del catéter se logró mediante la graduación en centímetros que presenta el catéter, y se introdujo a una distancia resultante de la siguiente fórmula: Talla (cm) / 5.

La estimulación se inició con 20 lat/min por encima de la frecuencia cardíaca basal y a 3-5 mA por encima de los mA mínimos necesarios para la captura. Se utilizó un ancho de pulso superior a 8 ms. El protocolo de estimulación se desarrolló en etapas de 2 minutos en donde en cada una se incrementó la frecuencia cardíaca 20 lat/min hasta alcanzar al menos el 85% de la frecuencia esperada para la edad.

La presión arterial se registró en cada una de las etapas. Se contó con atropina ante la aparición de un bloqueo auriculoventricular de segundo grado tipo Wenckebach, que obstaculizara la estimulación ventricular.

Análisis de las imágenes e interpretación.

Los estudios fueron realizados e interpretados por ecocardiografistas expertos en el área. La movilidad parietal regional se evaluó en reposo y en la máxima estimulación en cada uno de los 16 segmentos del ventrículo izquierdo usando la calificación aceptada por la Sociedad Americana de Ecocardiografía (21): 1 = normal, 2 = hipocinesia, 3 = acinesia, 4 = discinesia. Los segmentos se consideraron isquémicos si presentaron una nueva alteración en la movilidad o si empeoró alguna ya preexistente en el momento de máxima estimulación y que regresó a su movilidad original durante la finalización de la estimulación. Los segmentos que tuvieron una alteración en la movilidad que no se modificó durante la estimulación se consideraron no isquémicos. Los 16 segmentos ecocardiográficos del ventrículo izquierdo se asignaron a territorios vasculares coronarios, de acuerdo a lo postulado por Segar y cols (22).

Imágenes Angiográficas.

Cuando fue posible al paciente se le realizó una coronariografía con imágenes de adquisición biplanar para correlacionar los resultados. Los angiogramas fueron interpretados por expertos en el área utilizando un sistema de graduación semicuantitativa (0%, 25%, 50%, 75%, 99% o 100% del diámetro de la estenosis), como se recomienda por la American Heart Association (23).

Análisis Estadístico.

Se correlacionó al ecocardiograma de estimulación atrial transesofágica con la coronariografía en los casos en donde fue posible realizar ambos estudios para

- Demostrar la presencia o ausencia de enfermedad coronaria significativa
- Observar la extensión y localización de isquemia miocárdica de acuerdo a los territorios vasculares coronarios involucrados.

Los resultados se presentaron utilizando la definición de una estenosis con diámetro $\geq 75\%$ para representar una lesión con enfermedad significativa.

Las medidas obtenidas se expresaron en su valor promedio, desviación estándar y rangos.

Recolección de datos.

Para cada paciente se utilizó una hoja de recolección de datos (Apéndice I) en donde se registró una ficha de identificación personal que incluyó sexo, edad y fecha de realización del estudio, además de apartados en relación a antecedentes patológicos cardiovasculares, presencia de tabaquismo, dislipidemia, hipertensión arterial, diabetes mellitus e historia familiar de enfermedad arterial coronaria.

Además se especificó el motivo de realización del estudio de acuerdo a la incapacidad de realizar ejercicio (limitaciones ortopédicas, enfermedad vascular periférica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, debilidad, edad, problemas neurológicos, etc) Por otra parte, se especificaron los medicamentos cardiovasculares que recibía cada paciente, en particular, el uso de beta-bloqueadores, antagonistas del calcio, y digoxina que pudieran contribuir a la presencia de una frecuencia cardíaca basal en límites inferiores que limitara el uso de dobutamina.

También se anotó el motivo del estudio, ya sea la presencia de dolor torácico, angina típica o atípica, diseña, electrocardiograma anormal, trastornos del ritmo, valoración preoperatoria, etc.

Se tomó electrocardiograma basal, durante la estimulación auricular y en el postesfuerzo

La tolerabilidad del estudio se evaluó en una escala del 0 al 5, tomando como valores mínimos o nulos cuando no existió ningún problema o efecto colateral notable, y valores superiores cuando el estudio fue considerado por el paciente como intolerante.

En caso de existir, se llevó a cabo un registro de los efectos colaterales (palpitaciones, dolor torácico, náusea, vómito, arqueo, ardor epigástrico, etc).

VI. RESULTADOS.

Se estudiaron 12 pacientes, 6 hombres y 6 mujeres. La edad de los pacientes fue de 67.7 ± 5.6 años con un rango entre 60 y 77 años. Las características de los pacientes se muestran en la tabla I

Tabla I Características de los pacientes (n=12)

Características	n (%)
Años	67 ± 5
Sexo (Fem/Masc)	6/6 (50%/50%)
Diabetes mellitus	6 (50%)
Hipertensión Arterial	10 (83%)
Tabaquismo	7 (58%)
Dislipidemia	7 (58%)
Infarto Previo	4 (33%)
ACTP	1 (8%)
Cirugía de puentes coronarios	1 (8%)
Antec. Familiar de coronariopatía.	2 (16%)
Marcapaso definitivo	1 (8%)

Dentro de las causas que motivaron la realización de ecocardiografía con estimulación auricular y no algún otro tipo de stress (esfuerzo o farmacológico) fueron: Limitaciones ortopédicas en 4 (33%) pacientes, enfermedad vascular periférica en 6 (50%), edad avanzada en 1 paciente (0.8%), enfermedad pulmonar obstructiva crónica en 1 paciente (0.8%).

El motivo de la realización de la ecocardiografía con estimulación auricular se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Motivo de estudio de 12 pacientes sometido a ecocardiografía con estimulación auricular

Motivo	n (%)
Valoración preoperatoria	4 (33%)
Dolor torácico	5 (41%)
Diseña	2 (16%)
Angor típico	1 (8%)
Coronariopatía ya conocida	1 (8%)
ECG anormal	1 (8%)
Prueba de Esfuerzo (+)	1 (8%)
Infarto reciente	1 (8%)

Los fármacos que estaban recibiendo los pacientes en el momento del estudio fueron Aspirina en 7 (58%) pacientes, antagonistas del calcio en 6 (50%) pacientes, nitratos 4 (33%), inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina 3 (25%), diuréticos 2 (16%), b-bloqueadores 2 (16%), hipolipemiantes 1(0.8%) y clopidogrel 1 (0.8%)

Por otra parte, solo 5 pacientes tenían electrocardiograma normal en el momento del inicio del estudio. Los 7 restantes presentaron las siguientes anomalías electrocardiográficas:

- Bloqueo del fascículo posteroinferior y de rama derecha.
- Bloqueo auriculoventricular de primer grado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- c) Infarto inferior reciente
- d) Bloqueo del fascículo anterosuperior (2 pacientes).
- e) Hipertrofia ventricular izquierda
- f) Infarto antiguo anteroseptal con bloqueo de rama derecha.

Fue posible la realización de la estimulación auricular en todos los pacientes. El tiempo desde la introducción del electrodo hasta la captura fue de 1.3 ± 0.8 min. (1-4 min). El tiempo total de estimulación fue de 12.3 ± 4.9 min (6-25 min) La corriente utilizada fue de 19.5 ± 4.2 mA (12-20 mA), y el ancho de pulso fue de 9.2 ± 1.2 mseg. (6-10 mseg). Solo un paciente presentó una estimulación submáxima debido a la aparición de fenómeno de Wenckebach que imposibilitó continuar la estimulación. El paciente llegó al 82% de la frecuencia cardíaca máxima calculada para su edad. En el resto de los pacientes la estimulación fue máxima y alcanzaron el $96.5 \pm 5.6\%$. Cabe mencionar que 8 (66%) pacientes fueron llevados al 100% de su frecuencia cardíaca máxima.

El fenómeno de Wenckebach se observó en 8 pacientes (66%), sin embargo éste se presentó en forma aislada en la mayoría y solo en 2 de ellos frecuentemente. Se empleó atropina sólo en el 16% de los pacientes con una dosis entre 0.5 y 1 mg que mejoró notablemente la conducción auriculoventricular.

Como ya se mencionó, en un paciente el fenómeno de Wenckebach fue motivo de una prueba submáxima. No fue posible emplear atropina en este paciente ya que contaba con un infarto inferior reciente.

La tolerancia al estudio obtuvo una calificación de 1.7 ± 1.1 con un rango entre 0 y 4. La puntuación mencionada con mayor frecuencia fue de 2

Los síntomas que refirieron los pacientes durante la estimulación se muestran en la tabla 3. Todos ellos desaparecieron instantáneamente posterior a la terminación de la estimulación

Tabla 3 Síntomas referidos por los pacientes durante la estimulación

Síntoma	n(%)
Náusea	4 (33%)
Leve dolor torácico	4 (33%)
Leve ardor epigástrico	3 (25%)
Palpitaciones	2 (16%)
Dolor en dorso	2 (8%)*
Tos	1 (8%)

* 1 de éstos pacientes presentó isquemia y otro viabilidad

En cuanto a los hallazgos ecocardiográficos 4 pacientes tuvieron movilidad normal por ecocardiografía tanto en reposo como con la estimulación auricular máxima. Fueron considerados como negativos para isquemia, y no se consideró realizar más estudios

Por otra parte 7 pacientes tuvieron trastornos en la movilidad en reposo, de los cuales en 4 se observó empeoramiento de la misma (isquemia), en un paciente se observó en unos

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

segmentos mejoría (viabilidad) y en otros isquemia, y otro paciente no presentó cambios en la contractilidad.

El paciente con infarto inferior reciente, con trastornos en la movilidad en esa región, mostró mejoría de la contractilidad al inicio de la estimulación (viabilidad inferior) No se identificó isquemia. Alcanzó solo el 82% de su frecuencia máxima (prueba submáxima) debido a la presencia de fenómeno de Wenckebach frecuente. Al paciente se le realizó coronariografía y presentó enfermedad significativa en la arteria coronaria derecha y en la arteria descendente anterior en su porción proximal

Otro paciente que presentaba infarto antiguo anteroseptal con bloqueo de rama derecha por electrocardiografía, no presentaba trastornos en la movilidad en reposo. El estudio se llevó al 100% de la frecuencia cardíaca y se observó isquemia posterolateral e inferior apical Al paciente se le realizó coronariografía y se encontró enfermedad bivascular (obstrucción significativa de la arteria coronaria derecha y de la segunda obtusa marginal) que ameritó angioplastia percutánea y colocación de stent en los dos vasos.

Dos pacientes tenían estudios de medicina nuclear previos. En uno de ellos se correlacionaron los trastornos de la movilidad (isquemia) a nivel posteroinferior y lateral con los sitios de hipoperfusión a través de SPECT. Sin embargo, el ecocardiograma de estimulación auricular mostró además isquemia septal Al paciente se le realizó coronariografía y se mostró enfermedad trivascular (obstrucciones significativas en la arteria descendente anterior, coronaria derecha y circunfleja) Este paciente fue revascularizado con 3 puentes

El segundo paciente mostró por SPECT isquemia anterolateral y necrosis posteroinferior y apical. Por ecocardiografía con estimulación se observó viabilidad anteroseptal, lateral y apical Hasta el momento el paciente no ha sido llevado a angiografía coronaria

VII. DISCUSIÓN.

Hasta el momento, este estudio es el primero en examinar, en nuestro país, al ecocardiograma de estimulación auricular como una alternativa en el estudio de la cardiopatía isquémica. Es un estudio accesible y tolerable El alto grado de seguridad de éste método probablemente radica en la habilidad de terminar la estimulación inmediatamente si existiera algún efecto adverso, permitiendo así regresar a los niveles basales en cuanto a la frecuencia cardíaca y al consumo miocárdico de oxígeno.

A pesar de su alta sensibilidad y especificidad la estimulación auricular no ha sido adoptada como un método inductor de isquemia, sobretodo porque se piensa que es un estudio muy molesto. Hay que tomar en cuenta que los estudios pioneros utilizaban sondas muy gruesas y la ruta de inserción era a través de la nariz. Sin embargo, en la actualidad, se han perfeccionado los equipos. Las sondas son cada vez más delgadas. En este estudio se utilizó un electrodo flexible 10 F que se introdujo por vía oral, y un protocolo de estimulación dinámico La escala de tolerancia de nuestro estudio es muy aceptable, y se correlaciona con lo reportado en la literatura por Atar y Lee (4,13). Los síntomas referidos por los pacientes fueron notablemente leves En ningún caso fueron motivo de suspensión del estudio, y desaparecieron al terminar la estimulación. Estos hallazgos también fueron muy similares a los descritos previamente en otros estudios. (9,10,13).

segmentos mejoría (viabilidad) y en otros isquemia, y otro paciente no presentó cambios en la contractilidad.

El paciente con infarto inferior reciente, con trastornos en la movilidad en esa región, mostró mejoría de la contractilidad al inicio de la estimulación (viabilidad inferior) No se identificó isquemia. Alcanzó solo el 82% de su frecuencia máxima (prueba submáxima) debido a la presencia de fenómeno de Wenckebach frecuente. Al paciente se le realizó coronariografía y presentó enfermedad significativa en la arteria coronaria derecha y en la arteria descendente anterior en su porción proximal

Otro paciente que presentaba infarto antiguo anteroseptal con bloqueo de rama derecha por electrocardiografía, no presentaba trastornos en la movilidad en reposo. El estudio se llevó al 100% de la frecuencia cardíaca y se observó isquemia posterolateral e inferior apical Al paciente se le realizó coronariografía y se encontró enfermedad bivascular (obstrucción significativa de la arteria coronaria derecha y de la segunda obtusa marginal) que ameritó angioplastia percutánea y colocación de stent en los dos vasos.

Dos pacientes tenían estudios de medicina nuclear previos. En uno de ellos se correlacionaron los trastornos de la movilidad (isquemia) a nivel posteroinferior y lateral con los sitios de hipoperfusión a través de SPECT. Sin embargo, el ecocardiograma de estimulación auricular mostró además isquemia septal Al paciente se le realizó coronariografía y se mostró enfermedad trivascular (obstrucciones significativas en la arteria descendente anterior, coronaria derecha y circunfleja) Este paciente fue revascularizado con 3 puentes

El segundo paciente mostró por SPECT isquemia anterolateral y necrosis posteroinferior y apical. Por ecocardiografía con estimulación se observó viabilidad anteroseptal, lateral y apical Hasta el momento el paciente no ha sido llevado a angiografía coronaria

VII. DISCUSIÓN.

Hasta el momento, este estudio es el primero en examinar, en nuestro país, al ecocardiograma de estimulación auricular como una alternativa en el estudio de la cardiopatía isquémica. Es un estudio accesible y tolerable El alto grado de seguridad de éste método probablemente radica en la habilidad de terminar la estimulación inmediatamente si existiera algún efecto adverso, permitiendo así regresar a los niveles basales en cuanto a la frecuencia cardíaca y al consumo miocárdico de oxígeno.

A pesar de su alta sensibilidad y especificidad la estimulación auricular no ha sido adoptada como un método inductor de isquemia, sobretodo porque se piensa que es un estudio muy molesto. Hay que tomar en cuenta que los estudios pioneros utilizaban sondas muy gruesas y la ruta de inserción era a través de la nariz. Sin embargo, en la actualidad, se han perfeccionado los equipos. Las sondas son cada vez más delgadas. En este estudio se utilizó un electrodo flexible 10 F que se introdujo por vía oral, y un protocolo de estimulación dinámico La escala de tolerancia de nuestro estudio es muy aceptable, y se correlaciona con lo reportado en la literatura por Atar y Lee (4,13). Los síntomas referidos por los pacientes fueron notablemente leves En ningún caso fueron motivo de suspensión del estudio, y desaparecieron al terminar la estimulación. Estos hallazgos también fueron muy similares a los descritos previamente en otros estudios. (9,10,13).

El tiempo total de estimulación fue de 12.3 ± 4.9 minutos, sin duda mayor que el tiempo de estimulación obtenido por Atar de 6.6 ± 2.6 minutos (4), sin embargo, éste autor utilizó un protocolo acelerado en donde la estimulación comenzó a 120 lat/min y 30 segundos después se estimuló con la frecuencia cardíaca máxima. En el estudio de Lee y cols (13), la duración de la estimulación fue de 8.6 ± 3.6 minutos con un protocolo muy similar al empleado por nosotros. Creemos que optimizaremos nuestro tiempo conforme obtengamos mayor experiencia con el método, pero sin duda, es un tiempo muy razonable.

Aunque en este trabajo la intención de comparar la estimulación auricular con dobutamina no fue un objetivo, es importante resaltar que de cualquier forma nuestro tiempo de estimulación auricular fue más corto comparado con los estudios con dobutamina en donde se emplean 15.1 ± 3.9 minutos para obtener una frecuencia cardíaca óptima. (13).

Por otra parte, el porcentaje de frecuencia cardíaca máxima calculada para la edad fue del $96.5 \pm 5.6\%$, y solo en un paciente el estudio se consideró submáximo (82%). Lo anterior correlaciona con lo reportado por otros autores, en el sentido de que a través de la estimulación auricular se alcanza con mayor facilidad un apropiado porcentaje de frecuencia cardíaca máxima en más del 95% de los pacientes. En estudios en donde se emplea dobutamina, solo en el 85% de los pacientes se obtienen frecuencias cardíacas óptimas. (12,13)

Sin duda, un obstáculo importante que se presenta con la estimulación auricular, es la aparición del fenómeno de Wenckebach. En este estudio se presentó en el 66% de los pacientes, aunque casi en todos solo aparición en forma aislada e intermitente. Solo en 2 fue necesaria la aplicación de atropina para mejorar la conducción auriculoventricular (16%). El uso de atropina en nuestro estudio fue similar a lo reportado en otros trabajos, en donde es necesario emplear este medicamento hasta en el 13% de los casos para mejorar la conducción auriculoventricular. Generalmente este medicamento es una buena alternativa para esta condición (13).

Es indiscutible el valor de la dobutamina en el estudio de pacientes con cardiopatía isquémica, no solo por sus propiedades cronotrópicas, sino también por sus propiedades inotrópicas. Sin embargo, la estimulación auricular no solo proporciona un aumento en el consumo miocárdico de oxígeno a través de la elevación de la frecuencia cardíaca, lo hace también a través del incremento en la contractilidad miocárdica, lo cual ocurre como una consecuencia de la taquicardia (efecto Bowditch-Treppe).

LIMITACIONES

No fue posible hablar en términos de sensibilidad y especificidad en este trabajo debido a que no fue posible llevar a todos los pacientes a coronariografía. De esta forma, en 4 pacientes no se encontraron trastornos en la movilidad tanto en reposo como con la estimulación auricular máxima y no se consideró necesaria la coronariografía. Por otra parte en 2 pacientes en donde se demostró isquemia con el método de estimulación auricular, la coronariografía reveló obstrucciones significativas en los vasos responsables de los territorios afectados, lo cual mostró una excelente correlación con la angiografía coronaria.

En dos pacientes se observaron datos de viabilidad, es decir, presentaban trastornos de la movilidad en reposo que mejoraron durante la estimulación. Uno de estos pacientes contaba con un infarto inferior reciente no tratado. Sin embargo, a estos pacientes no se les realizó otro método (ecocardiografía con dobutamina o SPECT) para confirmar estos hallazgos. De cualquier manera, la viabilidad a través de la estimulación auricular aún no ha sido bien demostrada.

El tiempo total de estimulación fue de 12.3 ± 4.9 minutos, sin duda mayor que el tiempo de estimulación obtenido por Atar de 6.6 ± 2.6 minutos (4), sin embargo, éste autor utilizó un protocolo acelerado en donde la estimulación comenzó a 120 lat/min y 30 segundos después se estimuló con la frecuencia cardíaca máxima. En el estudio de Lee y cols (13), la duración de la estimulación fue de 8.6 ± 3.6 minutos con un protocolo muy similar al empleado por nosotros. Creemos que optimizaremos nuestro tiempo conforme obtengamos mayor experiencia con el método, pero sin duda, es un tiempo muy razonable.

Aunque en este trabajo la intención de comparar la estimulación auricular con dobutamina no fue un objetivo, es importante resaltar que de cualquier forma nuestro tiempo de estimulación auricular fue más corto comparado con los estudios con dobutamina en donde se emplean 15.1 ± 3.9 minutos para obtener una frecuencia cardíaca óptima. (13).

Por otra parte, el porcentaje de frecuencia cardíaca máxima calculada para la edad fue del $96.5 \pm 5.6\%$, y solo en un paciente el estudio se consideró submáximo (82%). Lo anterior correlaciona con lo reportado por otros autores, en el sentido de que a través de la estimulación auricular se alcanza con mayor facilidad un apropiado porcentaje de frecuencia cardíaca máxima en más del 95% de los pacientes. En estudios en donde se emplea dobutamina, solo en el 85% de los pacientes se obtienen frecuencias cardíacas óptimas. (12,13)

Sin duda, un obstáculo importante que se presenta con la estimulación auricular, es la aparición del fenómeno de Wenckebach. En este estudio se presentó en el 66% de los pacientes, aunque casi en todos solo aparición en forma aislada e intermitente. Solo en 2 fue necesaria la aplicación de atropina para mejorar la conducción auriculoventricular (16%). El uso de atropina en nuestro estudio fue similar a lo reportado en otros trabajos, en donde es necesario emplear este medicamento hasta en el 13% de los casos para mejorar la conducción auriculoventricular. Generalmente este medicamento es una buena alternativa para esta condición (13).

Es indiscutible el valor de la dobutamina en el estudio de pacientes con cardiopatía isquémica, no solo por sus propiedades cronotrópicas, sino también por sus propiedades inotrópicas. Sin embargo, la estimulación auricular no solo proporciona un aumento en el consumo miocárdico de oxígeno a través de la elevación de la frecuencia cardíaca, lo hace también a través del incremento en la contractilidad miocárdica, lo cual ocurre como una consecuencia de la taquicardia (efecto Bowditch-Treppe).

LIMITACIONES

No fue posible hablar en términos de sensibilidad y especificidad en este trabajo debido a que no fue posible llevar a todos los pacientes a coronariografía. De esta forma, en 4 pacientes no se encontraron trastornos en la movilidad tanto en reposo como con la estimulación auricular máxima y no se consideró necesaria la coronariografía. Por otra parte en 2 pacientes en donde se demostró isquemia con el método de estimulación auricular, la coronariografía reveló obstrucciones significativas en los vasos responsables de los territorios afectados, lo cual mostró una excelente correlación con la angiografía coronaria.

En dos pacientes se observaron datos de viabilidad, es decir, presentaban trastornos de la movilidad en reposo que mejoraron durante la estimulación. Uno de estos pacientes contaba con un infarto inferior reciente no tratado. Sin embargo, a estos pacientes no se les realizó otro método (ecocardiografía con dobutamina o SPECT) para confirmar estos hallazgos. De cualquier manera, la viabilidad a través de la estimulación auricular aún no ha sido bien demostrada.

Sin lugar a dudas, son muy pocos pacientes para concretar aseveraciones. Sin embargo, es el inicio del estudio de un nuevo método en nuestro país como una alternativa en la evaluación de la cardiopatía isquémica. Conforme crezca el número de pacientes con estimulación auricular, será factible comparar este método con ecocardiografía de esfuerzo, con dobutamina, SPECT y coronariografía.

VIII. CONCLUSIÓN.

La ecocardiografía con estimulación auricular transesofágica es una alternativa en el estudio del paciente con dolor torácico de reciente inicio, sospecha de angor, o evaluación de la enfermedad arterial coronaria. Es un estudio bien tolerado y accesible. Se puede realizar en la cabecera del paciente. La seguridad del método se encuentra relacionada con la habilidad de terminar la estimulación en forma inmediata. El método puede aplicarse sobretodo en aquellos pacientes que se encuentran con fármacos que propician bradicardia sinusal y en quienes la elevación de la frecuencia cardíaca en búsqueda de isquemia será muy difícil a través de métodos farmacológicos o de ejercicio. Además, puede emplearse en pacientes imposibilitados para realizar un ejercicio máximo (limitaciones ortopédicas, vasculares o neurológicas), y en aquellos susceptibles a arritmias ventriculares.

Sin lugar a dudas, son muy pocos pacientes para concretar aseveraciones. Sin embargo, es el inicio del estudio de un nuevo método en nuestro país como una alternativa en la evaluación de la cardiopatía isquémica. Conforme crezca el número de pacientes con estimulación auricular, será factible comparar este método con ecocardiografía de esfuerzo, con dobutamina, SPECT y coronariografía.

VIII. CONCLUSIÓN.

La ecocardiografía con estimulación auricular transesofágica es una alternativa en el estudio del paciente con dolor torácico de reciente inicio, sospecha de angor, o evaluación de la enfermedad arterial coronaria. Es un estudio bien tolerado y accesible. Se puede realizar en la cabecera del paciente. La seguridad del método se encuentra relacionada con la habilidad de terminar la estimulación en forma inmediata. El método puede aplicarse sobretodo en aquellos pacientes que se encuentran con fármacos que propician bradicardia sinusal y en quienes la elevación de la frecuencia cardíaca en búsqueda de isquemia será muy difícil a través de métodos farmacológicos o de ejercicio. Además, puede emplearse en pacientes imposibilitados para realizar un ejercicio máximo (limitaciones ortopédicas, vasculares o neurológicas), y en aquellos susceptibles a arritmias ventriculares.

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. Armstrong, WF. Stress Echocardiography Introduction, History and Methods. Progress in Cardiovascular Diseases, Vol. 39, No. 6, (May/June), 1997.pp 499-522.
2. Tennant R, Wiggers CJ The effect of coronary occlusion on myocardial contraction. Am J Physiol 351-361, 1935.
3. Masters AM. The two-step test of myocardial function. Am Heart J 495-510, 1935
4. Atar S Nagai T, Cercek B., et al Pacing stress echocardiography an alternative to pharmacologic stress testing. J Am Coll Cardiol 2000;36 1935-41
5. Res JCJ, Van Woersem RJ, Dekker E, et al: Transesophageal atrial pacing – simulation and discomfort thresholds the role of electrode configuration and pulse width. PACE 1991. 14: 1359-1366.
6. Sowton GE, Balcon R, Cross D. Measurement of the angina threshold using atrial pacing: A new technique for the study of angina pectoris Cardiovasc Res 1967;40:483-492.
7. Gary V, et al The pacing stress test A reexamination of the relation between coronary artery disease and pacing-induced electrocardiographic changes Am J Cardiol 1984;54: 50-55.
8. Schröder K, Völler H, Dingerkus H, et al. Comparison of the diagnostic potential of four echocardiographic stress tests shortly after acute myocardial infarction: submaximal exercise, transesophageal atrial pacing, dipyridamole, and dobutamine-atropine. Am J Cardiol 1996. 77:909-914
9. Atar S, Cercek B, Nagai T, et al Transthoracic stress echocardiography with transesophageal atrial pacing for bedside evaluation of inducible myocardial ischemia in patients with new-onset chest pain. Am J Cardiol 2000, 86:12-16.
10. Rainbird AJ, Pellikka PA, Stussy VL, et al. A rapid stress-testing protocol for the detection of coronary artery disease. J Am Coll Cardio 2000 36:1659-63.
11. Gallo A, Anselmi M, Golia G et al. High feasibility and excellent safety of the echo pacing stress test on large series of patients with known or suspected coronary artery disease series of patients with known or suspected coronary artery disease Abst 1530, Am Heart Assoc, 1997.
12. Pelikka P, Lee CY, Seward JB, et al. Transesophageal atrial pacing stress echocardiography: Comparison with dobutamine stress echocardiography Patient tolerance, safety, and hemodynamics. Circ. Suppl. # 96. Abstr 196, Am Heart Assoc, 1997.
13. Lee CY, Pellikka PA, McCully RB. Nonexercise stress transthoracic echocardiography: transesophageal atrial pacing versus dobutamine stress J Am Coll Cardiol 1999. Feb;33(2):506-11.
14. McKeown PP, Croal S, Allen JD, et al. Transesophageal cardioversion. Am Heart J 1993 Feb;125:396-404
15. Cochrane DJ, McEneaney DJ, Anderson JM, et al. Transesophageal versus transthoracic DC cardioversion. Q J Med 1993 Aug;86(8) 507-11
16. Marangelli V, Iliceto S, Piccini G, et al. detection of coronary artery disease by digital stress echocardiography. comparison of exercise, transesophageal atrial pacing, and dipyridamole echocardiography. J Am Coll Cardiol 1994, 24: 117-124.
17. Don Michael TA, Rao G Balasingam S: Accuracy and usefulness of atrial pacing in conjunction with transthoracic echocardiography in the detection of cardiac ischemia. Am J Cardiol 1996, 77: 187-190.

18. Illiceto S, Sorino M, D'Ambrosio G, et al. Detection of coronary artery disease by two-dimensional echocardiography and transesophageal atrial pacing. *J Am Coll Cardiol* 1985, 5:1188-1197, 1985.
19. ACC / AHA Task Force Report. Guidelines for the early management of patients with acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardio* 1990. 16:249-292.
20. Poprawski K, Jankowski J, Plesinski K. Value of exertional echocardiography and performance of transesophageal left atrial pacing done 3-4 weeks after acute myocardial infarction. *Pol Arch Med Wewn* 1991 Mar;85(3):160-6
21. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1989 2:358-67.
22. Segar DS, Brown S.E, Sawada SG, Ryan T, Feigenbaum H. Dobutamine stress echocardiography. correlation with coronary lesion severity as determined by quantitative angiography. *J Am Coll Cardiol* 1992.19:1197-202.
23. Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease: report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *Circulation* 1975 51:5-40

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Apéndice I

Ecocardiografía transtorácica de stress con estimulación auricular transesofágica

Hoja de Recolección de Datos

I. Nombre: _____ Fecha: _____
 Edad. _____ Sexo. _____ Expediente: _____ No. de Estudio _____

II. Antecedentes.

	Sí	No	Localización	Sí	No
a) IAM previo			f) Tabaquismo		
b) ACTP			g) Dislipidemia		
c) Stent			h) HAS		
d) CABG			i) DM		
e) EVC/TIA			j) Historia familiar de EAC		
			k) Enf. Tiroidea		

Otros antecedentes:

III. Incapacidad de realizar ejercicio.

- A) Limitaciones Ortopédicas
- B) Enfermedad Vascul ar Periférica
- C) Enfermedad Pulmonar Obstructiva
- D) Debilidad
- E) Otros:

IV. Medicación Actual (Especifique):

- A) Beta-bloqueadores
- B) Calcioantagonistas
- C) Digoxina
- D) Otros.

V. Motivo del estudio:

- a) Dolor torácico
- b) Disnea
- c) Evaluación de EAC conocida.
- d) Valoración Preoperatoria
- e) Otro:

VI. Protocolo de estimulación

Hora de Introducción del electrodo.

Hora del retiro del electrodo:

	<i>Reposo</i>			<i>Esfuerzo</i>				<i>Recuperación</i>			
	0 min	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	12 min	14 min	1 min	3 min	5 min
FC											
TA											

Salida en mA del marcapaso

Ancho de pulso:

Tiempo total de estimulación

Biprodueto:

FE (%) inicial

FE (%) máximo esfuerzo



