



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

PROGRAMA DE ESPECIALIDADES MÉDICAS

CARDIOLOGÍA
SEDE HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO

**“ ASOCIACIÓN ENTRE LA FUNCIÓN FÁSICA DE LA
AURÍCULA IZQUIERDA OBTENIDA POR TOMOGRAFÍA
SINCRONIZADA Y DISFUNCIÓN DIASTÓLICA POR
ECOCARDIOGRAMA “**

PROPUESTA DE TESIS

Para obtener el grado de Especialista en Cardiología que

PRESENTA

Dra. Jenniffer Ann Swain Saint Martin

Asesor: Dr. Enrique Alexander Berrios Bárcenas

Ciudad de México

Agosto de 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

Portada	1
Índice	2
Agradecimientos.	4
Resumen	5
Marco teórico	6
<i>Epidemiología de la disfunción diastólica.</i>	7
<i>Definición de disfunción diastólica.</i>	8
<i>Fisiopatología de la disfunción diastólica.</i>	9
<i>Evaluación de la función diastólica.</i>	10
<i>Evaluación ecocardiográfica de la función diastólica.</i>	10
<i>Evaluación de la función diastólica por tomografía.</i>	14
<i>Función de la aurícula izquierda como marcador de disfunción diastólica . .</i>	14
<i>Evaluación multimodal de la función de la aurícula izquierda</i>	18
Planteamiento del problema	22
Justificación	23
Objetivo general y objetivos secundarios	24
Hipótesis	25
Material y métodos	25

<i>Criterios de selección</i>	25
<i>Cálculo de la muestra</i>	26
<i>Recolección de datos</i>	26
<i>Método de angiotomografía</i>	27
<i>Método de ecocardiografía</i>	28
<i>Definición operacional de variables</i>	29
<i>Análisis estadístico</i>	31
<i>Ética</i>	32
Resultados	34
Discusión	38
Conclusión	40
Referencias	41
Anexo 1	44

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y hermana por apoyarme en cada momento de mi formación, darme la fortaleza para superar obstáculos y ser el mejor ejemplo de amor incondicional.

A Alejandro por ser mi motivación diaria de superación, un ejemplo de pasión y verdadero amor por su trabajo, por ayudarme a tomar la mejor decisión al elegir Cardiología como especialidad y por haber estado presente en cada momento de mi formación como especialista.

A mis compañeros Fernando y Jorge por ser hacer más sencillo el camino durante el posgrado, por enseñarme que todos tenemos fortalezas y debilidades y que el crecimiento personal se puede lograr a través del compañerismo y no solamente por medio de la competencia.

A mis maestros de la licenciatura de medicina, los médicos que me han formado durante la residencia y en particular al servicio de ecocardiografía para la realización de este estudio.

A el Dr. Enrique Berrios por su excelente tutoría para la realización de este proyecto, por crear en mi un fuerte interés en la investigación y por obtener y analizar las variables tomográficas.

RESUMEN

Antecedentes: La prevalencia de la insuficiencia cardiaca (IC) con FEVI (fracción de expulsión) conservada también llamada IC diastólica es aproximadamente de 50% del total de casos de IC y contrario a lo que se cree, la sobrevida de los pacientes una vez que la enfermedad se manifiesta clínicamente es similar a la de pacientes con FEVI baja. Son pocos los estudios que han investigado el papel de la tomografía (TC) para el estudio de la función diastólica. A través de la cuantificación de volúmenes y función de la aurícula izquierda es posible establecer de manera indirecta la presencia de disfunción diastólica.

Objetivos: El objetivo primario de este estudio fue determinar si existe asociación entre la función fásica de la aurícula izquierda por tomografía sincronizada y la presencia de disfunción diastólica por eco-Doppler en una población de individuos con fracción de expulsión conservada en México. Los objetivos secundarios son establecer valores de referencia normales de función diastólica por tomografía sincronizada e identificar factores de riesgo para desarrollo de disfunción.

Métodos: Se trata de un estudio observacional, transversal, analítico realizado en individuos con FEVI > 50% , de ambos sexos, mayores de 18 años, a quienes se realiza un estudio de tomografía por indicación médica en quienes se demuestre una FEVI > 50% por este método realizado en el Hospital Español de México en el periodo de junio a agosto de 2016.

Resultados: Del total de la población se incluyeron 14 pacientes. En base a los criterios ecocardiográficos de las guías de disfunción diastólica de 2016 de la sociedad americana de ecocardiografía y la asociación europea de imagen cardiovascular sólo 1 paciente (8%) superó los puntos de corte de tres de los cuatro parámetros utilizados para definir la presencia de disfunción diastólica en pacientes con una fracción de expulsión conservada. Utilizando la relación E/a se encontró un 38.5% de pacientes con alteraciones de la relajación. No se encontraron diferencias significativas en el cálculo de volúmenes máximo, mínimo y pre-eyectivo de la aurícula izquierda entre ambos grupos. No se encontró asociación significativa entre la presencia de disfunción diastólica y la función fásica de la aurícula izquierda, encontrando incluso valores menores en el grupo con función diastólica normal.

Conclusión: No se encontró una asociación significativa entre la función de la aurícula izquierda en sus fases de reservorio, conducto y bomba obtenidas por tomografía sincronizada y cualquier grado de disfunción diastólica determinada por ecocardiografía Doppler. Las limitantes fueron el tamaño de la muestra y la baja incidencia de disfunción diastólica en este grupo de pacientes. Se requiere un mayor número de pacientes para lograr que el grupo con disfunción diastólica sea representativo. Sin embargo podemos sugerir que se requiere establecer parámetros de normalidad para los volúmenes auriculares y las funciones resultantes obtenidas por tomografía en nuestra población.

MARCO TEÓRICO

Con el aumento en la expectativa de vida así como la industrialización, las principales causas de morbilidad y mortalidad de la población a nivel mundial ya no son las infecciosas o las atribuibles a deficiencias nutricionales sino las bien llamadas enfermedades no transmisibles o degenerativas, tales como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes. Este efecto se conoce como transición epidemiológica y es el responsable de que la principal causa de muerte a nivel mundial sean las enfermedades cardiovasculares de tipo aterosclerótico principalmente la cardiopatía isquémica (7.4 millones de muertes en 2012), especialmente en menores de 50 años (1).

En 2012 un estimado de 17.5 millones de individuos fallecieron por enfermedades cardiovasculares representando 31% de todas las muertes a nivel mundial. Tres cuartas partes de las muertes se presentan en países con ingresos bajos a medios. (2).

La transición epidemiológica aunada a una disminución en la mortalidad por cardiopatía isquémica debido a las mejorías en el tratamiento temprano, son factores que han contribuido al incremento en la prevalencia de insuficiencia cardiaca la cual constituye un problema creciente de salud pública que afecta aproximadamente a 26 millones de individuos a nivel mundial. La incidencia calculada en Estados Unidos de Norteamérica es > 550,000 casos al año y al igual que en Europa es la principal causa de hospitalización. Se calcula que uno de 5 norteamericanos será mayor a 65 años para el año 2050 y debido a que en este grupo la prevalencia de insuficiencia cardiaca es mayor, ésta se incrementará de manera significativa en el futuro. En nuestro país no existen cifras precisas, sin embargo la tendencia es similar. (3)

La supervivencia estimada a 5 y 10 años una vez realizado el diagnóstico de insuficiencia cardiaca es de 50 % y 10 % respectivamente. En estos pacientes existe un riesgo incrementado de presentar muerte súbita. (4)

EPIDEMIOLOGÍA DE LA DISFUNCIÓN DIASTÓLICA

En los últimos años se ha visto un incremento en la prevalencia e incidencia de insuficiencia cardiaca en pacientes con fracción de expulsión (FEVI) conservada, mejor conocida como insuficiencia cardiaca diastólica. En individuos en la octava década de la vida los casos de insuficiencia cardiaca de este tipo exceden a aquellos con FEVI baja (menor al 50%) y contrario a lo que se cree, la supervivencia de los pacientes con manifestaciones clínicas de insuficiencia cardiaca es similar para ambos grupos.

La prevalencia de la insuficiencia cardiaca con FEVI conservada (mayor ó igual al 50%) es aproximadamente de 50% del total de casos de insuficiencia cardiaca. Sin embargo es importante considerar que el término insuficiencia cardiaca diastólica y disfunción diastólica no son sinónimos y que la prevalencia de disfunción diastólica asintomática en la población general no es despreciable, presentándose hasta en 25% a 30% de los individuos de 45 años o mayores (5). En una sub-cohorte de Framingham de 1038 pacientes de edad avanzada se encontró una prevalencia de 36% por criterios de ecocardiograma Doppler (6).

La prevalencia de la disfunción diastólica se incrementa con la edad y la presencia de comorbilidades como enfermedad arterial coronaria, antecedente de infarto, hipertensión arterial sistémica, diabetes, miocardiopatías y disfunción sistólica concomitante.

La disfunción diastólica asintomática en ocasiones llamada disfunción diastólica preclínica se ha relacionado con el desarrollo de insuficiencia cardiaca manifiesta independientemente de otras variables como edad, género y fracción de expulsión y es considerada un predictor de mortalidad por todas las causas. En fases avanzadas se asocia a menor calidad de vida y a alteraciones estructurales que confieren un riesgo cardiovascular incrementado como una mayor masa del ventrículo izquierdo o aumento del tamaño de la aurícula izquierda (6). Sin embargo su diagnóstico en etapas tempranas no es sencillo y es precisamente en estos pacientes asintomáticos en quienes el trastorno es

Se ha acuñado el término *diastología* para referirse a la ciencia y arte de caracterizar la relajación del ventrículo izquierdo, la dinámica del llenado ventricular y su integración a la práctica clínica (5).

DEFINICIÓN DE DISFUNCIÓN DIASTÓLICA

La disfunción diastólica se refiere únicamente a la presencia de alteraciones en la función mecánica del miocardio durante la diástole, ya sea que los procesos que involucran dicha fase del ciclo cardiaco sean incompletos, se prolonguen o se hagan más lentos.

La insuficiencia cardiaca con disfunción diastólica se refiere al conjunto de síntomas y signos derivado de un trastorno progresivo de la relajación ventricular, incremento en la rigidez ventricular, depósito intersticial de colágeno y modificación de las proteínas de la matriz extracelular, en el cual la función sistólica está conservada.

FISIOPATOLOGÍA DE LA DISFUNCIÓN DIASTÓLICA

Como ya se mencionó la disfunción diastólica se refiere a propiedades mecánicas anormales del miocardio (6) e incluye:

1. Distensibilidad diastólica del ventrículo izquierdo anormal: Incremento en la rigidez ventricular que puede deberse a numerosos factores como edad, incremento en el grosor parietal en relación con el diámetro de la cavidad (e.g. estenosis aórtica), cambios extracelulares en la colágena y fibrosis activa ó infiltración, cambios celulares como disminución de la fosforilación de proteínas sarcoméricas y cambios a nivel proteómico en titinas o microtúbulos.

Este cambio en la elastansa cardiovascular es un indicador de mayor morbilidad. Un marcador fiable de la cronicidad del cambio en la elastansa es el tamaño de la aurícula izquierda (AI). El volumen máximo de la aurícula izquierda es considerado por lo tanto una expresión morfológica de disfunción diastólica.

2. Alteración del llenado ventricular: es lento e incompleto y por lo tanto se hace más dependiente de la contracción atrial. Se requieren presiones auriculares altas para mantener un adecuado llenado y gasto cardiaco.
3. Relajación lenta o retrasada: Mecanismos que intervienen en el desprendimiento de los puentes cruzados de actina-miosina ó en la eliminación del calcio del citosol, haciendo que el proceso de relajación sea más lento.

Además la rigidez y relajación ventricular son modulados por la actividad de los sistemas endotelial y neurohormonal.

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN DIASTÓLICA

El estudio de la función diastólica requiere de la caracterización de la rigidez miocárdica, la relajación y los cambios de presión.

Actualmente los métodos no invasivos como la ecocardiografía resultan útiles para dicho propósito. Se puede estimar el patrón de llenado del ventrículo izquierdo a partir de la relación E/A, la E representando la fase temprana y la A la fase tardía de contracción auricular. Además a través del Doppler se puede estimar que tanto el anillo mitral retrocede hacia la base durante la diástole temprana (e'). Las presiones de llenado del ventrículo izquierdo se pueden calcular al obtener la relación E/e' .

También se han utilizado técnicas de resonancia magnética para evaluar la tensión y deformación miocárdica. Su tremenda resolución espacial ofrece ventajas sobre la ecocardiografía y puede evaluar de manera precisa el tamaño de la aurícula izquierda y el flujo transmitral. Las desventajas de este método son la menor resolución temporal, su elevado costo y menor disponibilidad.

EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DE LA FUNCIÓN DIASTÓLICA

Son varios los índices ecocardiográficos utilizados para definir disfunción diastólica, sin embargo estos se ven influenciados por factores hemodinámicos y cuentan con algunas limitaciones técnicas por lo que ninguno de ellos debe utilizarse de manera aislada y

deberá existir consistencia entre dos o más hallazgos. También se debe recordar que existen condiciones que pueden modificar el valor de los hallazgos tales como el estado clínico del paciente, la enfermedad de base, el ritmo y la frecuencia cardiaca o la presencia de patología mitral y que deberán tomarse en cuenta al momento de establecer conclusiones.

En base a la fisiopatología de la disfunción diastólica, cuando existe sospecha clínica de su presencia, un estudio ecocardiográfico debe enfocarse en la búsqueda signos de alteraciones en la relajación ventricular, disminución en las fuerzas de recuperación e incremento en la rigidez ventricular. Además deberán determinarse las presiones de llenado, ya que un incremento en las mismas en ausencia de un mayor volumen telediastólico el ventrículo izquierdo es altamente productivo de disfunción diastólica (7).

Una vez establecida la presencia de disfunción diastólica se recomienda determinar el grado de severidad a través de la estimación de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo.

Las guías de la sociedad americana de ecocardiografía para la evaluación de la disfunción diastólica emiten una serie de pasos para definir la existencia de disfunción diastólica en individuos con FEVI conservada.

Antes que nada deberá considerarse la edad como una variable que puede modificar la interpretación de los hallazgos ya que es propio del envejecimiento el incremento en la rigidez ventricular con el consiguiente enlentecimiento de la relajación y la presencia de patrones de llenado que en individuos menores de 60 años representarían un grado leve de disfunción diastólica. Dicho patrón estaría representado por una relación E/A menor a 1 y una disminución en la velocidad de la e'.

Para determinar si la presencia de disfunción diastólica es normal o anormal se deben evaluar los siguientes parámetros:

1. **Velocidades tisulares:** El movimiento del anillo mitral es una medida sustituto adecuada de la contracción y relajación de las fibras longitudinales del ventrículo izquierdo. Dicho movimiento puede ser analizado por medio de Doppler tisular registrando las velocidades del miocardio a nivel del anillo mitral en las diferentes fases del ciclo cardíaco. Al colocar el volumen de muestra en el miocardio adyacente al anillo mitral se registran las velocidades a nivel de la pared septal y la pared lateral. Cada una de las ondas obtenidas representa la velocidad de una fase del ciclo: la onda “s” (arriba de la línea de base) a la de sístole miocárdica; la onda “e’ ” a la diástole temprana (por debajo de la línea de base) y la onda “a” a la contracción auricular.

El pico de velocidad de la onda “e” es de gran utilidad para la evaluación de la función diastólica ya que es menos sensible que el flujo de entrada transmitral a los cambios de precarga. **Valores por debajo de 7 cm/seg para la e’ septal y 10 cm/seg para la e’ lateral** son indicativos de alteraciones de la relajación ventricular. Además se suele obtener un promedio de ambas velocidades.

2. **Relación E/e’ > 14 (promedio).** La velocidad pico de la onda E del flujo de entrada transmitral obtenida a través de Doppler pulsado representa el llenado diastólico temprano del ventrículo izquierdo y por lo tanto la diferencia de gradientes entre la aurícula y ventrículo izquierdos. Como ya se dijo la e’ mide dicha fase pero por Doppler tisular a nivel del anillo mitral. El cociente obtenido tras dividir la onda E del flujo mitral entre la onda e’ (promedio) del Doppler tisular correlaciona con las presiones de llenado.

do medidas por cateterismo. Una relación E/e' promedio > 14 correlaciona con incremento en la presión telediastólica del ventrículo izquierdo. En caso de que sólo sea posible obtener el valor de una de las paredes y no el promedio de ambas los puntos de corte serán los siguientes: $E/e' > 13$ para la pared lateral y > 15 para la septal.

3. Volumen máximo de la aurícula izquierda indexado a la superficie corporal $> 34 \text{ ml/m}^2 \text{ SC}$. El incremento en el volumen de la aurícula izquierda, en ausencia de patología mitral, es reflejo del efecto acumulado de la elevación de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo y por lo tanto el incremento en la tensión parietal auricular de manera crónica. El límite superior considerado como normal fue obtenido a partir de ocho estudios (1,234 pacientes) (10) a través del método biplanar de Simpson y es parece ser adecuado para un enfoque basado en riesgo para determinación de valores normales.

4. Velocidad pico del jet de insuficiencia tricuspídea $> 2.8 \text{ m/seg}$. La velocidad máxima del jet de insuficiencia tricuspídea obtenida a través de Doppler continuo es una medida indirecta de la presión de la aurícula izquierda. Una presión sistólica pulmonar elevada calculada a través del jet de insuficiencia tricuspídea es altamente sugestivo de elevación de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo en ausencia de enfermedad vascular o del parénquima pulmonar.

Para poder decir que existe disfunción diastólica, más de la mitad de los valores mencionados debe alcanzar o superar los puntos de corte. Si más de la mitad de los valores se encuentran por debajo del corte se dice que la función diastólica es normal. Si dos de los parámetros no alcanzan el punto de corte el estudio es no concluyente.

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN DIASTÓLICA POR TOMOGRAFÍA

A pesar de que la ecocardiografía es el método más accesible para la evaluación de la función diastólica, la tomografía computada ha demostrado hasta 80% de exactitud comparado con el eco. Con ventajas como su elevada resolución espacial a pesar de su modesta resolución temporal resulta un método para el cálculo de masa, volúmenes y función con gran exactitud. Son pocos los estudios que han investigado el papel de la tomografía para el estudio de la función diastólica ya que la mayoría se han enfocado en el análisis de las arterias coronarias.

En una investigación retrospectiva de 70 pacientes Boggers et al. (21) realizaron una serie de análisis matemáticos para describir parámetros de disfunción diastólica obtenidos por imágenes de tomografía que fueran comparables con mediciones obtenidas por eco Doppler. Los cálculos utilizados fueron la velocidad de flujo transmitral por medio de cambio de volúmenes a través del tiempo y el área valvular mitral, y velocidad de movimiento del anillo mitral medida en el septum. Algunos autores han utilizado de manera indirecta el cálculo de la función fásica de la aurícula izquierda como marcador de disfunción diastólica.

FUNCIÓN DE LA AURÍCULA IZQUIERDA COMO MARCADOR DE DISFUNCIÓN DIASTÓLICA

La disfunción diastólica del ventrículo izquierdo involucra una serie de interacciones complejas entre la dinámica del llenado del ventrículo izquierdo y la aurícula izquierda.

Así como la hemoglobina glucosilada refleja el control glucémico de los últimos 3 meses en el caso de la diabetes mellitus; el crecimiento auricular izquierdo, es un indicador sensible de la severidad y duración de la sobrecarga de presión o volumen hacia la

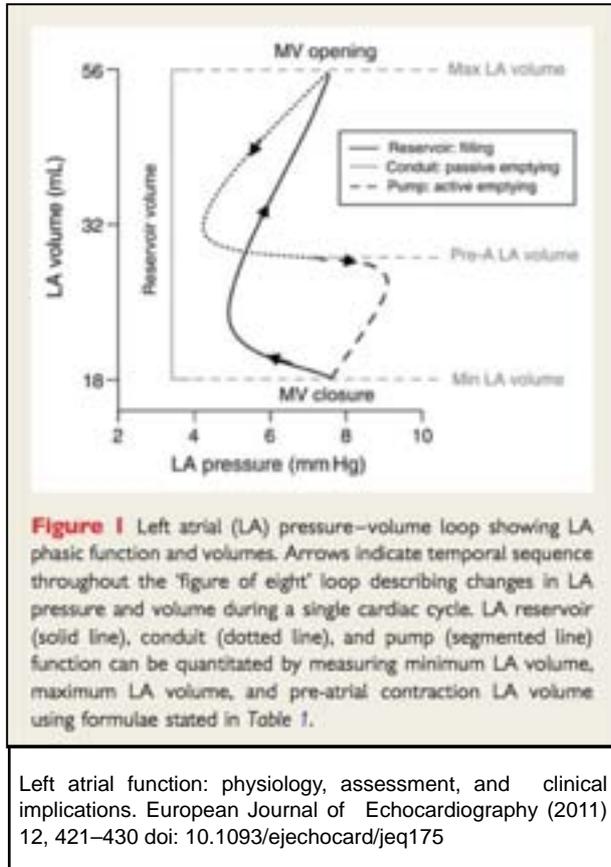
aurícula, reflejo de el efecto promedio de las presiones de llenado con el tiempo y por lo tanto es un marcador útil tanto de la cronicidad como de la severidad de la disfunción diastólica. Es importante resaltar que las dimensiones de la aurícula son independientes de la edad en adultos normales y por lo tanto reflejan de manera precisa el incremento en las presiones de llenado del ventrículo izquierdo que ocurren en estos casos.

Sin embargo recientemente se ha puesto especial atención no sólo al tamaño de esta cavidad sino a la evaluación de su función a través de métodos no invasivos para establecer su valor como predictor de eventos cardiovasculares adversos. Tanto el tamaño como la función de la aurícula izquierda se ve influenciada por la distensibilidad del ventrículo izquierdo y el papel de la aurícula izquierda sobre el rendimiento cardiaco es fundamental al modular el llenado del ventrículo izquierdo.

En un estudio realizado en 2015 por Wen et al. (18) se encontró una disminución en las funciones de reserva, conducto y contracción de la aurícula izquierda conforme la función diastólica empeora con una relación significativa entre el volumen indexado de la aurícula izquierda por tomografía y diferentes grados de disfunción diastólica. En este estudio se encontró que en las fases iniciales de disfunción diastólica, la función de la aurícula se mantiene, probablemente debido a mecanismos compensatorios, pero conforme la disfunción avanza, se pierde dicha compensación y todas las funciones auriculares incluyendo la fracción de expulsión se deterioran notablemente.

En otro estudio de Santos et al. (24) se encontró que pacientes con insuficiencia cardiaca con FEVI conservada, las funciones de reserva conducto y contráctil de la aurícula izquierda eran peores que en los controles.

La función de la aurícula izquierda puede dividirse en fases:



La función de la aurícula izquierda puede dividirse en fases:

a) Primera: Reservorio. Se almacena el retorno de venas pulmonares durante la contracción ventricular y la relajación isovolumétrica.

b) Segunda: Conducto. Paso de sangre al ventrículo izquierdo. Es de tipo pasivo.

c) Tercera: Contráctil. Contracción activa de la aurícula izquierda durante la fase final de la diástole. Contribución del 15 al 30% del gasto cardiaco.

La poscarga de la aurícula izquierda es predominantemente determinada por sus propiedades elásticas y la presión de las cavidades por delante de la misma. Incrementa a mayor disfunción diastólica y elevación de presiones de llenado.

La precarga de la aurícula izquierda es volumen dependiente.

Todo aumento de volumen o presión incrementa el tamaño de la aurícula izquierda con un efecto inicialmente positivo sobre el acortamiento contráctil. Sin embargo con la dilatación

progresiva se sobrepasa el umbral de la longitud de la fibra con la consiguiente disminución en el acortamiento y la contractilidad atrial.

Table 1 Phasic LA function assessment and related calculation

Phasic function	Formula
LA reservoir function	
LA total emptying volume	$V_{max} - V_{min}$
LA total emptying fraction	$(V_{max} - V_{min})/V_{max}$
LA conduit function	
LA passive emptying volume	$V_{max} - V_{pre-A}$
LA passive emptying fraction	$(V_{max} - V_{pre-A})/V_{max}$
Conduit volume	LV stroke volume - $(V_{max} - V_{min})$
LA pump function	
LA active emptying volume	$V_{pre-A} - V_{min}$
LA active emptying fraction	$(V_{pre-A} - V_{min})/V_{pre-A}$

V_{max} , maximal LA volume just before the opening of the mitral valve; V_{pre-A} , LA volume at the onset of P wave on ECG; V_{min} , minimal volume at the closure of the mitral valve.

Left atrial function: physiology, assessment, and clinical implications. European Journal of Echocardiography (2011) 12, 421–430 doi: 10.1093/ejehocard/jeq175

Un método bien validado para la evaluación de la función de la aurícula izquierda por fases es a través de la cuantificación de volúmenes auriculares. Dicha evaluación puede realizarse a través de diferentes métodos de imagen como la ecocardiografía bidimensional (2DE) y tridimensional (3DE), la resonancia magnética (RMN) y la tomografía computada (TAC).

El método consiste en la medición de los volúmenes en diferentes puntos del ciclo cardiaco.

1. Volumen máximo (LAm_{ax}): al final de la onda T del electrocardiograma. Justo antes de la apertura de la válvula mitral.
2. Volumen mínimo (LAm_{in}): en el complejo QRS. Al cerrarse la válvula mitral.
3. Pre-A (LAp_{re-A}): precede a la contracción atrial. Al inicio de la P.
4. Volúmenes latido

Los puntos de corte varían de acuerdo con la técnica de imagen utilizada y cada método tiene diferentes fuerzas y debilidades e incluso son complementarios en situaciones específicas.

El volumen máximo de la aurícula izquierda es un parámetro que valora sólo un punto específico del ciclo cardiaco. Se puede obtener información pronóstica adicional a partir de la medición de volúmenes en diferentes fases del ciclo cardiaco.

Debido a la interacción significativa entre aurícula y ventrículo izquierdos previamente mencionada, es necesario considerar todos los determinantes de la función auricular izquierda.

EVALUACIÓN MULTIMODAL DE LA FUNCIÓN DE LA AURÍCULA IZQUIERDA

Se considera al volumen auricular máximo (LAm_{ax}) determinado por ecocardiografía transtorácica como un predictor de desenlaces en pacientes con evento vascular cerebral (EVC), infarto agudo del miocardio (IAM) y miocardiopatía dilatada. Sin embargo la función de la aurícula izquierda resulta más compleja y para poder obtenerse la mayor utilidad pronóstica de dichas mediciones físicas de volumen, deben obtenerse parámetros de funcionalidad para los cuales el ecocardiograma puede resultar menos adecuado.

La ecocardiografía bidimensional (2DE) es un método que permite la evaluación de componentes individuales de la función auricular y permite el entendimiento de la fisiopatología en diferentes patologías. Sin embargo es importante considerar los errores derivados de supuestos geométricos derivados de cálculos biplanares así como dificultades técnicas de ventana y sincronización de los eventos auriculares.

La ecocardiografía tridimensional (3DE) posee adecuada resolución temporal y buena correlación con volúmenes obtenidos por RMN y tiene menor variabilidad entre estudios comparado con el 2DE.

La resonancia magnética cardíaca es un método estandarizado y reproducible reconocido como el estándar de oro para la cuantificación de volúmenes ventriculares y recientemente se ha reconocido su valor para la evaluación de la función y el volumen auricular en pacientes con fabricación auricular así como individuos sanos. Sus desventajas frente a la tomografía cardíaca son una menor resolución espacial así como menor disponibilidad.

La tomografía computada multicorte a través de un análisis retrospectivo de las imágenes gatilladas con el electrocardiograma y reconstruidas en tercera dimensión permite la estimación de la función de ambos ventrículos. Existen estudios que han demostrado la viabilidad y reproducibilidad de este método para la estimación de volúmenes y función de la aurícula izquierda. Dicho análisis puede realizarse a través de softwares semi-automatizados como parte del estudio de las arterias coronarias sin necesidad de radiación o medio de contraste adicional. Su principal utilidad ha sido demostrada en estudios realizados para guiar procedimientos de ablación de fibrilación auricular.

Estudios comparativos de imagen han demostrado que el ecocardiograma transtorácico puede subestimar el LAmax hasta en 32% en parte debido a delineamiento anatómico subóptimo de la pared de la aurícula como consecuencia de una menor calidad de imágenes y malas ventanas acústicas, comparado con resonancia magnética (RMN) y tomografía computarizada (TAC) entre las cuáles existe una buena correlación.

Así mismo existe una pobre correlación del ecocardiograma con la tomografía y la resonancia en relación a mediciones funcionales de la aurícula izquierda. La variabilidad interobservador es menor para la TAC y la RMN con mejor correlación entre ambos métodos lo cual sugiere que los valores obtenidos son más precisos y reproducibles que los obtenidos por ecocardiograma.

La angiotomografía multicorte (64 cortes) de las arterias coronarias sincronizada con electrocardiograma ha resultado efectiva para el diagnóstico de enfermedad arterial coronaria sin embargo también para la evaluación de la morfología cardíaca y de la aorta y la patología valvular. Los avances tecnológicos han permitido una mejoría en la calidad de la imagen aunado a una reducción en la dosis efectiva de radiación, con dosis tan bajas como 1 mSv. Algunos estudios incluso sugieren que este método puede tener aplicación para la evaluación de la perfusión miocárdica y determinación del riesgo de eventos cardíacos.

Actualmente no existen valores de referencia en individuos sin patología cardiovascular, ajustados por edad y sexo, para la evaluación de el tamaño, masa y función de las cámaras cardíacas; sin embargo, estos son necesarios para una adecuada estratificación de riesgo así como para guiar tratamientos. Debido a las diferencias en la resolución espacial y temporal de la tomografía con la resonancia magnética y el ecocardiograma, los valores obtenidos a través estos métodos no pueden ser extrapolados a la TAC.

En un estudio publicado en JACC Cardiovascular Imaging del 2008 por Lin FY, Devereux RB, Roman MJ, et al. establecieron valores específicos por edad y sexo para el tamaño, función y masa de ambos ventrículos y aurículas obtenidos por TAC en una población de 103 adultos no obesos, sin hipertensión ni patología cardiovascular. Las características

basales de dicha población fueron una edad promedio de 51.1 +/- 13.6 años, un índice de masa corporal (IMC) de 25 +/- 2.9 kg/m², 75% caucásicos y sólo 7% de origen hispano, 47% fumadores y 37% con dislipidemia. Sólo un 2% de diabéticos. Se observó una buena correlación entre los volúmenes ventriculares obtenidos TAC comparados con el estándar de oro que es la resonancia. Los volúmenes telesistólico y telediastólico del ventrículo izquierdo por 2D fueron de 65.2 ml y 150.4 ml respectivamente, y de 52.6 ml y 143.6 ml para el 3D. Las FEVI por 2D y 3D fueron de 57.2% y 63.8 % para cada uno. El volumen telesistólico indexado de la aurícula izquierda por 2D fue de 46.2 +/- 13.9 ml y de 54.4 +/- 11.9 ml por 3D (11).

Aunque la indicación principal de la angioTAC de coronarias es evaluar la presencia de enfermedad arterial coronaria en pacientes sintomáticos con riesgo bajo a intermedio, la gran calidad de imagen permite una detallada evaluación de la morfología y función de las estructuras cardiacas de manera simultánea con la circulación coronaria. La evaluación de volúmenes y función de las cámaras cardiacas la mayoría de las veces se pasa por alto debido a que se desconoce su correlación con los valores de la ecocardiografía y la resonancia. Esto es lo que ocurre con el estudio indirecto de la función diastólica a través de volúmenes y función de la aurícula izquierda. Ahí radica la importancia de encontrar valores de referencia y la utilidad de los mismos para que sean reportados de manera rutinaria en los estudios que se realicen para la evaluación de las coronarias.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Existe una asociación entre la función fásica de la aurícula izquierda por tomografía sincronizada con parámetros de disfunción diastólica por eco-Doppler, en individuos con fracción de expulsión conservada?

JUSTIFICACIÓN

Debido a la elevada prevalencia de la disfunción diastólica en la población general así como su valor pronóstico en el desarrollo de eventos cardiovasculares adversos, el contar con un método reproducible, confiable y exacto para su evaluación resulta de gran utilidad. A través de la cuantificación de volúmenes y función de la aurícula izquierda es posible establecer de manera indirecta la presencia de disfunción diastólica ya que el aumento de tamaño auricular así como la disfunción de la misma son marcadores de cronicidad del aumento en la rigidez y la elevación de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo.

Cada vez se realizan estudios de angiotomografía de coronarias (tomografía sincronizada) con mayor frecuencia, sin embargo la evaluación de los volúmenes y función auricular suele pasarse por alto al momento de analizar las imágenes. La alta resolución espacial así como menor variabilidad interobservador hacen que la tomografía sincronizada resulte un método adecuado para dicho propósito. Por lo tanto, la evaluación de la función diastólica es un dato adicional que puede obtenerse a través de este método aún cuando se solicita para otros fines, sin exponer al paciente a medio de contraste adicional.

El establecer puntos de corte de acuerdo al tipo de población a estudiarse permitirá el diagnóstico de pacientes con mayor riesgo para el desarrollo de insuficiencia cardíaca a largo plazo y contribuirá a la prevención de la misma a través de un seguimiento clínico más cercano y un control más estricto de los factores de riesgo cardiovascular.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existe asociación entre la función fásica de la aurícula izquierda por tomografía sincronizada y la presencia de disfunción diastólica por eco-Doppler.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Establecer valores de referencia normales para hablar de disfunción diastólica por tomografía sincronizada en una población de individuos con fracción de expulsión conservada en México.

- Identificar factores de riesgo para desarrollo de disfunción diastólica en una población de individuos con fracción de expulsión conservada en México.

- Identificar asociación entre disfunción diastólica y presencia de enfermedad aterosclerótica coronaria por puntaje de calcio o grado de estenosis de lesiones por angiografía coronaria.

HIPÓTESIS

Existe diferencia en los parámetros de la función fásica de la aurícula izquierda por tomografía sincronizada en pacientes con disfunción diastólica por eco-doppler.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio observacional, transversal, analítico realizado en individuos con FEVI > 50% , de ambos sexos, mayores de 18 años, a quienes se realiza un estudio de tomografía por indicación médica en quienes se demuestre una FEVI > 50% por este método realizado en el Hospital Español de México en el periodo de junio a diciembre de 2016.

Tipo de muestreo: no probabilístico secuencial.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

A. Inclusión: ambos sexos, mayores de 18 años, referidos a angiotomografía de coronarias, con FEVI conservada por TAC, que firmen consentimiento informado.

B. Exclusión: valvulopatías significativas, miocardiopatías diagnosticadas previamente, cardiopatías congénitas prevalentes o corregidas, enfermedades pericárdicas, dispositivos de estimulación cardíaca (MCP, resincronizadores, DAI), fibrilación o flutter auricular, mujeres embarazadas, alergia al medio de contraste, creatinina mayor a 1.5 mg/dL, IMC > 35 kg/m², inestabilidad hemodinámica, uso de vasopresores, contraindicaciones para la administración de betabloqueadores y/o nitratos.

C. Eliminación: tomografía no interpretable por presencia de artefactos .

CÁLCULO DE LA MUESTRA

No existe en la literatura actual ningún estudio que evalúe la asociación de los parámetros de la función fásica de la aurícula izquierda medida por tomografía multicorte, y los parámetros ecocardiográficos diagnósticos de disfunción diastólica. Por lo tanto, se realizará un estudio piloto que incluya 30 individuos. Con los resultados del análisis se realizará un calculo de muestra en base a diferencias de medias de grupos independientes de los diferentes parámetros de la función fásica, entre los individuos con y sin disfunción diastólica, y se calculará un número de muestra para cada parámetro, seleccionando la muestra mayor.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Pacientes referidos a angiotomografía coronaria a quienes se realiza dicho estudio se les realizará interrogatorio dirigido y posteriormente se realizará ecocardiograma transtorácico.

Creación de documento que se aplicará por parte del investigador y que incluirá las siguientes variables (**VER ANEXO 1.**)

MÉTODO DE ANGIOTOMOGRAFÍA

Inicialmente se cuantifica la frecuencia cardiaca basal. A pacientes con frecuencia cardiaca mayor de 70 se le administra betabloqueador (metoprolol 5-20 mg intravenoso), hasta disminuir la frecuencia cardiaca a menos de 70 lpm. Se realizarán los estudios con tomógrafo de 64 detectores (Discovery CT750HD, GE Healthcare). El área de exploración cardiaca se extiende de la carina al diafragma. Mediante el protocolo de baja radiación (120 Kv, 50 a 80 mAs) e imágenes de 3 mm de espesor con un incremento de 1.5 mm, son adquiridas las imágenes simples para cuantificación de calcio coronario. La detección de calcio coronario se expresa en unidades Agatson.

Se utiliza medio de contraste iopamidol de 70 a 90 ml (Iopamiron 370, 370 mg I/ml; Bayer Schering Pharma AG, Berlin, Alemania) seguido de 40 ml de solución salina inyectada con un flujo de 5 ml/seg en la vena antecubital a través de un catéter 18 G. La administración de contraste se realiza mediante la técnica de seguimiento de bolo (bolus tracking). Las imágenes son adquiridas en dirección craneo-caudal con una colimación de 64 por 0.6, tiempo de rotación de 330 mseg, pitch de 0.24, voltaje de 120 kV y corriente de 450 a 500 mAs.

Las imágenes son reconstruidas en sincronización retrospectiva con el electrocardiograma en fases diastólicas de 10 a 90% del intervalo R-R con incrementos de 10% para cada uno de los pacientes, con un espesor de 0.7 mm e incremento de 0.4 mm, utilizando un filtro medio con ventana para mediastino. Todas las imágenes son transferidas y reconstruidas en una estación de trabajo dedicada para estudios cardiacos (ADW 4.6). Se utiliza el sistema modificado de 16 segmentos de la Asociación

Americana del Corazón. El diámetro de vaso coronario mínimo para valorar es de 1.5 mm.

MÉTODO DE ECOCARDIOGRAFÍA

Se utilizará un ecógrafo SONOSITE para las mediciones. Se obtendrán los valores de Doppler pulsado y Doppler tisular a través de un traductor electrónico (8-5 MHz) obteniendo la información a partir de un eje apical de cuatro cámaras. El volumen de muestra del Doppler pulsado se colocó paralelo al flujo transmitral para obtener velocidades pico en diástole temprana (E), sístole auricular (A) y tiempo de desaceleración de la onda E (DT). Se calculó la relación E/A. Por medio de Doppler tisular se obtuvieron las velocidades tisulares pico a nivel del anillo mitral en la diástole temprana tanto para la pared septal (e' septal) como para la pared lateral (e' lateral). Se obtuvo el promedio de ambas (e' promedio) y el promedio de la E/e' de cada lado del anillo mitral.

A través de Doppler continuo se registró la velocidad máxima del jet de insuficiencia tricuspídea en eje apical de cuatro cámaras.

El volumen indexado de la aurícula izquierda se obtuvo de manera automática al introducir los datos de peso y talla y utilizando el método biplano de área longitud en vista apical 2 y 4 cámaras.

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN UNIVERSAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	FUENTE DE VARIABLE
Edad en años	Tiempo que ha vivido una persona	Número de años	Cuantitativa	Primaria
Sexo	Categoría física determinada por la naturaleza que hace diferente a un hombre y una mujer	Masculino o femenino	Dicotómica	Primaria
Área de superficie corporal (m²)	Medida de la superficie del cuerpo humano	$\sqrt{\frac{\text{altura (cm)} \times \text{Peso (kg)}}{3600}}$	Cuantitativa	Primaria
Tabaquismo	Inhalación del humo del tabaco quemado que puede ocurrir de vez en cuando o habitualmente como consecuencia de una adicción física a algunos productos químicos.	Inhalación intencional de humo de cigarrillo de manera habitual.	Dicotómica	Primaria
Diabetes Mellitus	Grupo de enfermedades metabólicas caracterizadas por hiperglucemia resultante de defectos en la secreción de insulina, acción de la insulina, o ambos.	Encontrarse bajo tratamiento con hipoglucemiantes o insulina	Dicotómica	Primaria
Hipertensión Arterial Sistémica	Presión arterial sistólica de 140 mm Hg o más o una presión arterial diastólica de 90 mm Hg o más	Encontrarse bajo tratamiento con antihipertensivos	Dicotómica	Primaria
Volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (mL)	Volumen del ventrículo izquierdo medido al final de la diástole.	Volumen del ventrículo izquierdo medido por tomografía al final de la diástole.	Cuantitativa	Primaria
Volumen telesistólico del ventrículo izquierdo (mL)	Volumen del ventrículo izquierdo medido al final de la sístole.	Volumen del ventrículo izquierdo medido por tomografía al final de la sístole.	Cuantitativa	Primaria

VARIABLE	DEFINICIÓN UNIVERSAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	FUENTE DE VARIABLE
Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (%)	Cambio porcentual del ventrículo izquierdo entre sístole y diástole. Expresión mejor aceptada para medir la función global del ventrículo izquierdo.	Cambio porcentual del ventrículo izquierdo entre sístole y diástole medido por tomografía.	Cuantitativa	Primaria
Volumen máximo de la aurícula izquierda en ml/m2 (LAmax)	Justo antes de la apertura de la válvula mitral.	Volumen auricular medido al final de la onda T del electrocardiograma.	Cuantitativa	Primaria
Volumen mínimo de la aurícula izquierda en ml/m2 (LAmin)	Volumen auricular medido durante el complejo qrs del electrocardiograma. Al cerrarse la válvula mitral.		Cuantitativa	Primaria
Volumen pre-A	Precede a la contracción atrial.	Volumen auricular medido al inicio de la P.	Cuantitativa	Primaria
Función auricular de reservorio	Se almacena el retorno de venas pulmonares durante la contracción ventricular y la relajación isovolumétrica.	(Volumen auricular máximo medido por tomografía - volumen auricular mínimo por tomografía) entre volumen auricular mínimo X 100%	Cuantitativa	Primaria
Función auricular de conducto	Paso de sangre de la aurícula al ventrículo izquierdo.	(Volumen auricular máximo medido por tomografía - volumen auricular pre-A por tomografía) entre volumen auricular máximo X 100%	Cuantitativa	Primaria
Función auricular de bomba	Contracción activa de la aurícula izquierda durante la fase final de la diástole.	(Volumen auricular pre A medido por tomografía - volumen auricular mínimo por tomografía) entre volumen auricular pre-A X 100%	Cuantitativa	Primaria
e' septal	Velocidades del miocardio a nivel de la pared septal del anillo mitral en diástole temprana.	Velocidades del miocardio a nivel de la pared lateral del anillo mitral en diástole temprana.	Cuantitativa	Primaria
e' lateral	Velocidades del miocardio a nivel de la pared lateral del anillo mitral en diástole temprana.	Velocidades del miocardio a nivel de la pared lateral del anillo mitral en diástole temprana.	Cuantitativa	Primaria

VARIABLE	DEFINICIÓN UNIVERSAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	FUENTE DE VARIABLE
Relación E/e'	Cociente obtenido tras dividir la onda E del flujo mitral entre la onda e' (promedio) del Doppler tisular.	Cociente obtenido tras dividir la onda E del flujo mitral entre la onda e' (promedio) del Doppler tisular.	Cuantitativa	Primaria
Volumen de la aurícula izquierda en ml/m2	Volumen auricular obtenido por método biplano de área longitud en vista apical 2 y 4 cámaras en eco.	Volumen auricular obtenido por método biplano de área longitud en vista apical 2 y 4 cámaras en eco.	Cuantitativa	Primaria
Velocidad del jet de insuficiencia tricuspídea (m/s)	Velocidad máxima del jet de insuficiencia tricuspídea obtenida a través de Doppler continuo.	Velocidad máxima del jet de insuficiencia tricuspídea obtenida a través de Doppler continuo.	Cuantitativa	Primaria
Disfunción diastólica	Alteraciones en la función mecánica del miocardio durante la diástole, ya sea que los procesos que involucran dicha fase del ciclo cardiaco sean incompletos, se prolonguen o se hagan más lentos.	Cuando más de la mitad de los valores mencionados debe alcanzar o superar los puntos de corte o en su defecto una relación $E/a < 1$	Dicotómica	Primaria

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables cualitativas se resumirán en frecuencia y porcentaje. Las variables cualitativas se resumirán en media con desviación estándar y mediana con cuartiles 1 y 3, dependiendo de la distribución. El análisis de distribución se realizará con evaluación de sesgo, curtosis y prueba de Kolmogorov-Smirnoff. Se realizará prueba de hipótesis mediante diferencia de medias o medianas de los parámetros de función física entre grupos independientes, según la presencia de disfunción diastólica por ecocardiograma. Se considera un valor de $p < 0.05$ a dos colas como significativo. Todos los análisis se realizarán en el paquete estadístico STATA 14.0.

ÉTICA

La investigación cumple con los "Principios éticos para la investigación en seres humanos" adoptados por 18ª Asamblea Médica Mundial de Helsinki, Finlandia en junio de 1964 y enmendada por la 52ª Asamblea Médica Mundial de Edimburgo, Escocia en octubre de 2000; y las "Pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos" preparada por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la OMS en Ginebra 2002.

Además se cumple con todos los requisitos incluidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04/01/2013.

El propósito principal de la investigación es determinar si existe asociación entre la función fásica de la aurícula izquierda por tomografía sincronizada y la presencia de disfunción diastólica por eco-Doppler.

A todos los sujetos de investigación se les explicará claramente el título, objetivo, justificación duración y ausencia de costos de la investigación, y a criterio del comité de investigación y ética, se solicitará la firma de un consentimiento informado, ya sea directamente por el sujeto, o indirectamente por su familiar, representante legal o apoderado.

En el proyecto de investigación prevalecen los criterios de respeto a la dignidad del sujeto de investigación, la protección de sus derechos, principalmente el de la protección de la salud, así como el bienestar y la conservación de su integridad física.

La presente investigación únicamente incluye la realización adicional de un interrogatorio directo, y ultrasonido transtorácico, lo cual no conlleva riesgo o costo adicional a la evaluación indicada al sujeto de investigación, por su médico tratante. El tiempo que consume esta valoración adicional es aproximadamente 10 minutos.

Los expedientes de los sujetos de investigación serán considerados expedientes clínicos, y su manejo cumplirá la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico.

La publicación de resultados se regirá por la protección de la confidencialidad del participante, por lo que no se incluirán datos de identificación personal en el reporte (nombre, número de afiliación). Los datos solo serán manipulados por los investigadores, y se mantendrán en la base de datos solo con el fin de la investigación.

RESULTADOS

Características generales

Las variables demográficas se encuentran enlistadas en la tabla 1. Del total de la población se incluyeron 14 pacientes, de los cuáles 10 (77%) son del sexo masculino, 10 (77%) presentaron antecedentes de DM2, 7 (54%) de HAS, 7 (54%) dislipidemia y 4 (31%) eran fumadores.

Tabla 1. Características demográficas de la población

	Población Total (n =14)
Edad en años	63 (55 - 69)
Sexo masculino	10 (77%)
Área de superficie corporal en m ²	1.87 ± 16 m ²
Tabaquismo	4 (31%)
Diabetes Mellitus tipo 2	10 (77%)
Hipertensión Arterial Sistémica	7 (54%)
Dislipidemia	4 (31%)

Variabes ecocardiográficas

Los parámetros ecocardiográficos se presentan en la tabla 2. Las velocidades tisulares septal y lateral promedio fueron de 7.6 +/- 2 y 9.1 +/- 3.2cm/s respectivamente. No hubo evidencia de aumento de presiones de llenado determinada por la relación E/e' con valores promedio por debajo de 14 en todos los pacientes. Sólo en un caso se encontró dilatación importante de la aurícula izquierda con un volumen indexado de 48 ml/m². Las velocidades pico del jet de insuficiencia tricuspídea no sobrepasaron los 2 m/s.

En base a los criterios ecocardiográficos de las guías de disfunción diastólica de 2016 de la sociedad americana de ecocardiografía y la asociación europea de imagen cardiovascular sólo 1 paciente (8%) superó los puntos de corte de tres de los cuatro parámetros utilizados para definir la

presencia de disfunción diastólica en pacientes con una fracción de expulsión conservada. Utilizando la relación E/a se encontró un 38.5% de pacientes con alteraciones de la relajación (Tabla 2).

Tabla 2. Variables ecocardiográficas-1

	Población Total (n = 14)
e' septal (cm/s)	7.6 +/- 2
e' lateral (cm/s)	9.1 +/- 3.2
Relación E/e'	8.3 +/- 3.2
Volumen indexado de aurícula izquierda (ml/m²)	25 (20,31.8)
Velocidad pico del jet de insuficiencia tricuspídea (m/s)	1.27 +/- 0.9
E/a	1.2 +/- 0.37
Disfunción diastólica	1 (8%)
Disfunción diastólica por relación E/a	5 (38.5 %)

Variables tomográficas

Las dimensiones del ventrículo izquierdo tanto en sístole como en diástole para el total de la población, se encontraron dentro del rango normal de acuerdo con los puntos de corte establecidos, con un volumen telediastólico promedio de 118 +/- 32 ml y un volumen telesistólico de 47 +/- 18 ml. Así mismo mismo se encontraron valores normales para los grupos con y sin disfunción diastólica.

A pesar de que no se observó una diferencia significativa en la fracción de expulsión del grupo con disfunción diastólica y el grupo sin disfunción se encontró cierta tendencia a una disminución de la misma con valores de 56 a 63% con un promedio de 57% en pacientes con disfunción diastólica (Ver tabla 3).

Tabla 3. Variables tomográficas

	Población total (n =14)	Función diastólica normal (n = 8)	Disfunción diastólica (n = 6)	Valor de p
VTDVI (ml)	118 +/- 32	122 +/- 35	110 +/- 27	0.54
VTSVI (ml)	47 +/- 18	44 (30-56)	55 (33-57)	0.72
FEVI (%)	61 +/- 7	60 (53-71)	57 (56-63)	0.52
Volumen máximo aurícula izquierda (ml/ m2SC)	55.5 +/- 11.7	57 +/- 11	52 +/- 12	0.45
Volumen mínimo aurícula izquierda (ml/ m2SC)	38.1 +/- 8.8	41 +/- 9	33 +/- 5	0.09
Volumen pre-A de aurícula izquierda (ml/ m2SC)	48.5 +/- 8	50 +/- 8	44 +/- 7	0.20
Función auricular de reservorio	47 +/- 22%	34 (28,56)	49 (34,84)	0.22
Función auricular de bomba	21.8 +/- 7.9%	19 +/- 8	26 +/- 4	0.11
Función auricular de conducto	11.5 +/- 7.7%	11 (6,13)	12 (2,22)	1.0
Fracción de expulsión AI	30.7 +/- 9.8%	25 (22,36)	33 (25,45)	0.22
Puntaje de calcio (UA)	13 (0,347)	113 (0,687)	0 (0,18.7)	0.16
Lesiones > 50%	4 (30.8%)	3 (33%)	2 (50%)	0.51

En el análisis bi-variado no se encontraron diferencias significativas en el cálculo de volúmenes máximo, mínimo y pre-eyectivo de la aurícula izquierda entre ambos grupos.

Las diferencias en las funciones de reservorio, conducto y bomba en el grupo con función diastólica normal y el grupo con disfunción obtenidas por tomografía a partir de los volúmenes auriculares se muestran en la tabla 3.

No se encontró asociación significativa entre la presencia de disfunción diastólica y las funciones de la aurícula izquierda en las fases de reservorio, conducto y bomba, encontrando incluso valores menores en el grupo con función diastólica normal. Lo mismo se observó en el cálculo de la fracción de expulsión de la aurícula izquierda siendo de 25% (22-36%) en el grupo de función diastólica normal vs. 33 (25-45%) en el grupo con disfunción diastólica.

Se observó una mayor incidencia de lesiones coronarias significativas en grupo de pacientes con disfunción diastólica con 50% vs. 33% en pacientes con función sistólica, sin representar una diferencia significativa ($p = 0.51$).

DISCUSIÓN

En el presente trabajo no se encontró una asociación entre la presencia de disfunción diastólica determinada por ecocardiografía y la alteración en las funciones de reservorio, conducto y bomba de la aurícula izquierda obtenidas por tomografía. Lo anterior puede deberse a que el incremento en la presión hacia la aurícula izquierda debido a la presencia de disfunción diastólica depende de la severidad de la misma y en este estudio fue baja la incidencia de disfunción diastólica por criterios ecocardiográficos y a que no fueron valorados los diferentes grados de disfunción. Esto mismo se observó en un estudio llevado a cabo por Wen y cols. en donde no se encontró una disminución significativa en la fracción de expulsión de la aurícula izquierda y la función de la aurícula izquierda en sus diferentes fases en los grupos de función diastólica normal y en aquellos con relajación anormal; a diferencia de lo ocurrido en los grupos con patrones de relajación pseudo normal y restrictivo. Los autores plantean que lo anterior puede deberse a un mecanismo compensatorio inicial cuyo objetivo es mantener un adecuado volumen de vaciamiento auricular.

Algunas limitantes en la detección de disfunción diastólica por ecocardiografía fueron la presencia de malas ventanas (presencia de implantes o expansores mamarios, sobredistensión pulmonar) que dificultaron el cálculo de parámetros como la velocidad pico del jet de insuficiencia tricuspídea.

A diferencia de lo reportado en la literatura los volúmenes auriculares obtenidos por tomografía sincronizada en esta población fueron mayores que los observados en otras poblaciones aún en aquellos individuos sin alteraciones de la función diastólica lo cual sugie-

re que es necesario conocer establecer los parámetros de volúmenes auriculares en nuestra población ya que de lo contrario se podría sobreestimar el número de pacientes con disfunción diastólica.

Actualmente no existen valores de normalidad estandarizados para la función de la aurícula izquierda en sus fases de reservorio, conducto y bomba obtenidos por tomografía. Se sugiere que los datos obtenidos en este estudio puedan utilizarse como base para futuras investigaciones ya que a nuestro conocimiento se trata del único estudio que ha intentado evaluar la función física de la aurícula izquierda en una población mexicana.

CONCLUSIÓN

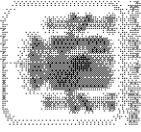
No se encontró una asociación significativa entre la función de la aurícula izquierda en sus fases de reseritorio, conducto y bomba obtenidas por tomografía sincronizada y cualquier grado de disfunción diastólica determinada por ecocardiografía Doppler. Lo anterior debido a la limitante de un tamaño de la muestra pequeño y a la baja incidencia de disfunción diastólica en este grupo de pacientes. Se requiere un mayor número de pacientes para lograr que el grupo con disfunción diastólica sea representativo. Sin embargo podemos sugerir que se requiere establecer parámetros de normalidad para los volúmenes auriculares y las funciones resultantes obtenidas por tomografía en nuestra población.

REFERENCIAS

1. Yusuf et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases Part I: General Considerations, the Epidemiologic Transition, Risk Factors, and Impact of Urbanization. *Circulation.* 2001;104:2746-2753
2. Organización Mundial de la Salud Enfermedades Cardiovasculares en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
3. Ambrosy AP, Fonarow GC, Butler J, et al. The Global Health and Economic Burden of Hospitalizations for Heart Failure: Lessons Learned From Hospitalized Heart Failure Registries. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(12):1123-1133. doi:10.1016/j.jacc.2013.11.053.
4. Yancy et al. 2013 ACCF/AHA Heart Failure Guidelines. *Circulation.* 2013;128:e240-e327.
5. Lester et al. Unlocking the Mysteries of Diastolic Function. *JACC* Vol. 51, No. 7, 2008 February 19, 2008:679–89
6. Wan SH1, Vogel MW2, Chen HH3. Pre-clinical diastolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2014 Feb 11;63(5):407-16. doi: 10.1016/j.jacc.2013.10.063. Epub 2013 Nov 27.
7. Nagueh et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging *J Am Soc Echocardiogr* 2016;29:277-314.
8. Ho CY, Solomon SD. A clinician's guide to tissue Doppler imaging. *Circulation.* 2006 Mar 14;113(10):e396-8.
9. Lang et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015 Mar; 16(3):233-70. doi: 10.1093/ehjci/jev014.

10. Nagueh et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging J Am Soc Echocardiogr 2016;29:277-314.
11. Lin et al. Cardiac chamber volumes, function, and mass as determined by 64-multidetector row computed tomography: mean values among healthy adults free of hypertension and obesity. JACC Cardiovasc Imaging. 2008 Nov;1(6):782-6
12. Halpern EJ. Clinical applications of cardiac CT angiography. *Insights into Imaging.* 2010;1(4):205-222. doi:10.1007/s13244-010-0038-3.
13. Kuhl. Assessment of left atrial volume and function: a comparative study between echocardiography, magnetic resonance imaging and multi slice computed tomography. Int J Cardiovasc Imaging (2012) 28:1061–1071
14. Abhayaratna WP, Seward JB, Appleton CP, Douglas PS, Oh JK, Tajik AJ, Tsang TS (2006) Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. J Am Coll Cardiol 47:2357–2363
15. G.G. Blume et al. Left atrial function: physiology, assessment, and clinical implications. Eur J Echocardiogr. 2011 Jun;12(6):421-30.
16. Hoit. Left Atrial Size and Function. JACC Vol. 63, No. 6, 2014. February 18, 2014:493–505.
17. S. Gupta et al. Left atrial structure and function and clinical outcomes in the general population. Eur Heart J. 2013 Jan;34(4):278-85
18. Wen et al. Left Ventricular Diastolic Dysfunction Assessment with Dual-Source CT.
19. To et al. Clinical Utility of Multimodality LA Imaging. Assessment of Size, Function, and Structure. JACC: CARDIOVASCULAR IMAGING, Vol. 4, NO. 7, 2011: 788 – 98
20. Wan et al. Pre-Clinical Diastolic Dysfunction. JACC Vol. 63, No. 5, 2014:407-16

21. Raggi et al. Diastolic Dysfunction and Computed Tomography. JACC: CARDIOVASCULAR IMAGING, VOL. 4, NO. 3, 2011 MARCH 2011:257– 8
22. Lester et al. Unlocking the Mysteries of Diastolic Function Deciphering the Rosetta Stone 10 Years Later. JACC Vol. 51, No. 7, 2008: 679-89
23. Pritchett et al. Diastolic Dysfunction and Left Atrial Volume. JACC Vol. 45, No. 1, 2005: 87-92
24. Santos et al. Impaired left atrial function in heart failure with preserved ejection fraction. Eur J Heart Fail. 2014 Oct;16(10):1096-103.



Evaluación de función diastólica por eco-doppler

Nombre completo:	Sexo:	Expediente:
Edad en años :	Paciente:	Fecha de estudio:
e' septal		
e' lateral		
e' promedio		
E		
A		
DT		
Patrón de relajación		
Ret. E/e' promedio		
Velocidad jet IT (m/s)		
Volumen indexado AI (ml/m ² SC)		