



## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA

**INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA “DR. IGNACIO CHÁVEZ”**

TESIS DE TITULACIÓN DE CARDIOLOGÍA CLÍNICA

**TÍTULO:**

“RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DE FUNCIÓN DIASTÓLICA Y LOS  
ÍNDICES DE GEOMETRÍA VENTRICULAR EVALUADOS MEDIANTE TOMOGRAFÍA  
POR EMISIÓN DE POSITRÓN ÚNICO”

**PRESENTA:**

DR. CARLOS LAERTES CRUZ ENRÍQUEZ  
RESIDENTE DE CARDIOLOGIA

**DIRECTOR DE ENSEÑANZA**

DR JOSÉ FERNANDO GUADALAJARA BOO

**ASESOR DE TESIS:**

DR SALVADOR HERNÁNDEZ SANDOVAL  
MEDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGÍA NUCLEAR

**COASESOR DE TESIS:**

DR. ERICK ALEXANDERSON ROSAS  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGÍA NUCLEAR





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.

MEXICO, D.F. JULIO 2013

---

**ASESOR DE TESIS:**

DR. SALVADOR HERNÁNDEZ SANDOVAL  
MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGÍA NUCLEAR  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA “DR. IGNACIO CHÁVEZ”

---

**COASESOR DE TESIS:**

DR. ERICK ALEXANDERSON ROSAS  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGÍA NUCLEAR  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA “DR. IGNACIO CHÁVEZ”

---

**Vo Bo**

DR. JOSÉ FERNANDO GUADALAJARA BOO  
DIRECTOR DE ENSEÑANZA  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA “DR. IGNACIO CHÁVEZ”

<b>ÍNDICE:</b>	<b>Página</b>
Agradecimientos.....	I
Resumen.....	II
Abreviaturas.....	III
1. Introducción y Antecedentes.....	8
2. Planteamiento del problema.....	15
3. Justificación.....	16
4. Pregunta de investigación.....	17
5. Hipótesis.....	18
6. Objetivo.....	19
7. Material y métodos.....	20
8. Análisis estadístico.....	23
9. Resultados.....	24
10. Discusión y Conclusiones.....	27
11. Bibliografía.....	29

## **Agradecimientos:**

A Dios, que provee Bendición abundante en mi vida.

A mis padres por guiar sabiamente el timón de mi destino con amor y paciencia.

A Alejandra que me impulsa con su valor y ejemplo a cada instante.

Al Instituto Nacional de Cardiología por haberme compartido el legado del Dr. Ignacio Chávez como ser humano, científico y cardiólogo.

A mi Maestro J.F. Guadalajara por su dedicación, paciencia, humildad e integridad que ejemplifica al médico de excelencia.

A mi Maestro Salvador Hernández y a su querida esposa por su invaluable apoyo para alcanzar ésta meta.

A mis compañeros residentes por compartir este momento que jamás olvidaremos.

## **Resumen:**

**Introducción:** La evaluación de la función diastólica ha sido estudiada por diferentes métodos. La Tomografía computada con emisión de fotón único sincronizado (SPECT), es una técnica no invasiva que evalúa la función diastólica mediante un software automatizado QPS/QGS, (Cedars Sinai), en donde se analizan parámetros de índice de llenado máximo (PFR), fracción de llenado (FF) y tiempo de llenado máximo (TPFR). Así mismo, ésta técnica estudia la geometría ventricular mediante los índices de excentricidad en sístole y diástole, sin embargo ambos parámetros no se han estudiado de manera conjunta para demostrar su relación.

**Objetivo del estudio:** Determinar la relación entre los parámetros de función diastólica y los índices de geometría ventricular medidos mediante GATED SPECT.

**Método:** Estudio de cohorte. Se analizaron los parámetros de función diastólica, sistólica, los índices de geometría ventricular y los parámetros de perfusión miocárdica mediante GATED SPECT.

**Resultados:** Se revisaron 2,240 estudios, cumplieron criterios de inclusión 130 estudios, 30 fueron eliminados por ser técnicamente inadecuados. Se estudiaron 100 pacientes, 50 fueron hombres (50%) y el resto mujeres. La media de edad fue de 56.5 años (mínima de 16 y máxima de 81 años). El índice de excentricidad tanto en sístole como en diástole fue significativamente mayor en los hombres (IEs 0.85 vs 0.82, IEd 0.84 vs 0.82;  $p= 0.000$ ). En los pacientes portadores de Diabetes mellitus e Hipertensión arterial, se demostró que tenían mayor disfunción diastólica calculada por PFR (PFR 1.8,  $p= 0.10$ ) comparado con aquellos que solo eran portadores de una sola enfermedad de forma aislada. La alteración de la geometría ventricular fue significativamente mayor en mujeres, independientemente de los factores de riesgo, con un OR de 9 (IC 2.82- 28.9), el 44% de mujeres tuvieron anomalía en la geometría ventricular vs 8% de los hombres, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p= 0.000$ ).

**Conclusiones:** Los hallazgos del presente trabajo sugieren una asociación entre la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y la presencia de alteración en la geometría ventricular, principalmente en diabéticos e hipertensos. También sugiere que los parámetros de geometría ventricular difieren de acuerdo al género, por lo que resulta importante establecer valores de normalidad por género para el índice de excentricidad.

**Abreviaturas:**

AHA: American Heart Association

ACC: American College of Cardiology

ECO: Ecocardiograma Transtorácico

DM: Diabetes mellitus

FF: Fracción de llenado

HAS: Hipertensión arterial sistémica

IE: Índice de excentricidad

GATED SPECT: Tomografía por emisión de positrón único sincronizado

QGS: Cuantitative gated SPECT

PFR: Índice de llenado máximo

SRS: Puntaje sumado en reposo.

SDS: Puntaje sumado diferencial.

TPDe: Deficit total de perfusion en esfuerzo.

TPDr: Deficit total de perfusion en reposo.

TPDi: Deficit total de perfusion isquemico.

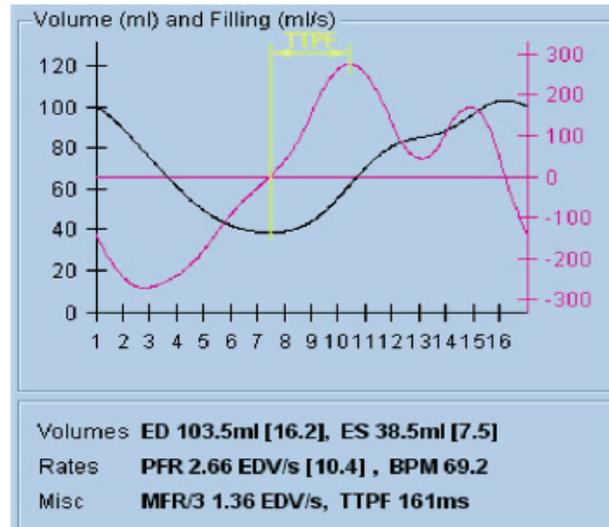
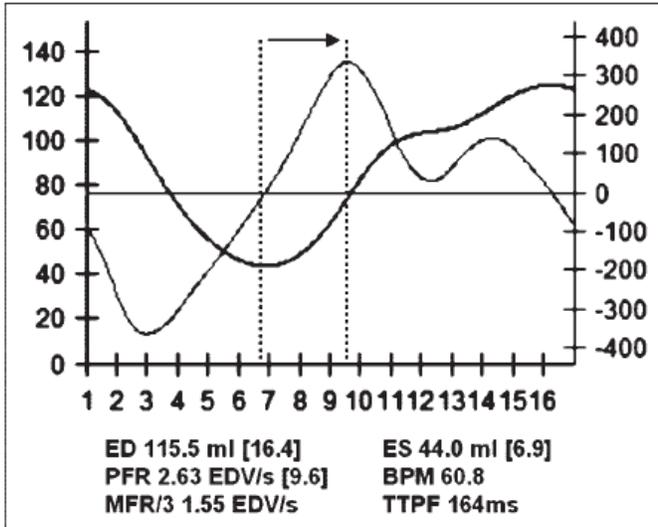
TPFR: Tiempo de índice de llenado máximo

## 1. Introducción y Antecedentes

### **Relación entre los parámetros de función diastólica y los índices de geometría ventricular evaluados mediante tomografía por emisión de positrón único.**

La función ventricular normal depende de una buena contracción miocárdica (contractilidad) y de que las cargas hemodinámicas (diastólica y sistólica) sean normales. En el corazón intacto, la contracción miocárdica (suma de la contracción de todas las miofibrillas en forma sinérgica) genera presión dentro de las cavidades cardíacas y desplaza volumen<sup>2</sup>. La relajación permite el llenado del corazón y éste depende fundamentalmente de que dicha relajación se lleve a cabo completamente y que el miocardio sea distensible. Si el volumen diastólico es normal y tanto la arquitectura miocárdica como su función también son normales, la presión que genera el ingreso de sangre al corazón (presión diastólica) será normal<sup>2</sup>. La relajación isovolumétrica es considerada parte de la sístole principalmente debido a que es la fase del ciclo cardíaco que mayor oxígeno consume, siendo la parte más activa del ciclo cardíaco. Así mismo ésta fase del ciclo cardíaco es la que más influye en la diástole<sup>1</sup>. La diástole se refiere al llenado ventricular y esta conformada por tres fases: llenado rápido, diástasis y contracción auricular<sup>1</sup>. La función diastólica del ventrículo izquierdo puede evaluarse de forma cualitativa y cuantitativa mediante técnicas invasivas y no invasivas<sup>3</sup>. Actualmente el cateterismo cardíaco es el método “*Gold estándar*” para evaluar la función diastólica, sin embargo su uso es limitado debido a su naturaleza invasiva, costo, grado de complejidad y los riesgos para el paciente<sup>3</sup>. La ecocardiografía Doppler es el método no invasivo de elección para valorar la función diastólica mediante el análisis de la velocidad de flujo transmitral<sup>4</sup>. En condiciones normales se pueden identificar ondas de flujo, la onda E que representa el llenado temprano ventricular y la onda A que corresponde al llenado durante la sístole auricular. De esta forma se analizan diversos patrones de disfunción diastólica. Sin embargo, durante la evaluación el volumen muestra debe ubicarse correctamente ya que una mala alineación puede ocasionar errores en la medición, siendo la variabilidad operador dependiente una de las principales desventajas de éste método<sup>4</sup>. Así mismo diversos factores como la frecuencia cardíaca, la precarga, la poscarga y el tono simpático pueden influir en los valores obtenidos, por lo que deben ser interpretados con precaución<sup>4</sup>.

La Tomografía computada con emisión de fotón único sincronizado, (SPECT, por sus siglas en inglés *Single Photon Emission Computed Tomography*) es una técnica no invasiva validada para evaluar la función diastólica mediante un software automatizado QPS/QGS, (Cedars Sinai)<sup>25</sup>, en donde se realiza de forma automatizada la medición del índice de llenado máximo (PFR, "*peak filling rate*"), la fracción de llenado (FF, "*filling fraction*") y el tiempo de llenado máximo (TPFR, "*time peak filling rate*")<sup>4</sup>. El PFR es el parámetro más ampliamente utilizado para medir cambios rápidos en el llenado ventricular, ésta se normaliza al final de la diástole y se expresa en volumen diastólico final por segundo (EDV/seg, "*end diastolic volume*" ), éste valor en particular puede ser influido por la edad<sup>4</sup>. El TPFR mide el intervalo de tiempo que existe desde el nadir de llenado ventricular hasta el índice de llenado máximo y se expresa en milisegundos (ms). La FF determina el porcentaje de volumen latido en la diástole. Éstas mediciones deben realizarse con equipos de alta resolución temporal con el fin de evitar infraestimación de cualquiera de estos parámetros<sup>4</sup>. El estudio de la función diastólica mediante SPECT y ecocardiografía Doppler se ha comparado en diversos trabajos y se ha demostrado una buena correlación entre la velocidad del flujo máxima de llenado diastólico (onda E) medido por Doppler y el tiempo de llenado máximo (TPFR) mediante SPECT, entre el descenso temprano de la velocidad del flujo transmitral y el índice de llenado máximo (PFR). El valor agregado que tiene la SPECT es la adquisición automatizada de las imágenes que elimina la variabilidad operador dependiente de la que es objeto la ecocardiografía<sup>4</sup>. Se ha demostrado que el TPFR y el PFR se correlacionan de forma independiente con la edad, frecuencia cardíaca, función sistólica, en donde el TPFR es la variable mas estable y el PFR un parámetro que disminuye con la edad<sup>5</sup>. Los valores normales de PFR es > 1.70 EDV/s y los de TPFR es < 208 ms, una disminución del PFR con incremento del TPFR traducirá función diastólica alterada. Para la adquisición y correcta medición de estas variables se debe realizar la adquisición con 16 Frames y una ventana de de rechazo de latidos del 15 al 20%<sup>5,11</sup>. **(Figura 1)**



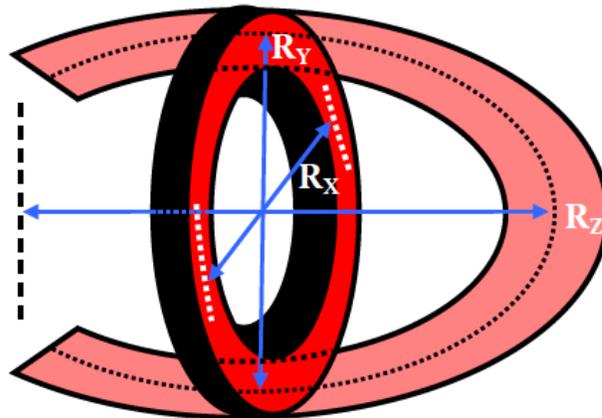
**Figura 1.** Ejemplos de la medición de PFR y TTPF. (Tomado de Akincioglu C., et al. *Assesment of diastolic function using 16 frame TC sestamibi gated myocardial perfusión SPECT: normal values. J Nucl Cardiol.* 2005; 46(7), 1102-1108)

El fenómeno de remodelación ventricular es un proceso que promueve el cambio de la masa y volumen ventricular para que el corazón pueda adaptar su funcionamiento a nuevas condiciones de trabajo<sup>2</sup>. Cuando existe una sobrecarga de presión aparece hipertrofia, la cual permite mantener el gasto cardíaco sin mayor costo metabólico<sup>2</sup>. Este proceso de remodelado del ventrículo izquierdo (VI) afecta la biología del miocito, la geometría y la arquitectura de la cavidad ventricular izquierda<sup>6</sup>. El cambio de forma del VI desde una elipse alargada a una forma más esférica aumenta la sobrecarga meridional sobre la pared del VI, lo que demanda un mayor costo energético<sup>6</sup>. El aumento de la sobrecarga de la pared lleva a una expresión sostenida de genes activados por el estiramiento [angiotensina II (AII), endotelina (ET) y factor de necrosis tumoral (TNF)] y vías de señalización de hipertrofia<sup>6</sup>. Además la sobrecarga telediastólica sobre la pared del VI condicionará disminución de la perfusión episódica del subendocardio con el resultante empeoramiento de la función ventricular, con un aumento del estrés oxidativo y activación resultante de familias de genes que son sensibles a la generación de radicales libres (TNF, IL-1 $\beta$ )<sup>6</sup>. Éste proceso se encuentra íntimamente relacionado con el rendimiento cardíaco<sup>7</sup>.

El remodelado también puede medirse con ecocardiograma calculando la geometría del ventrículo, lo que le da valor pronóstico para desarrollo de insuficiencia cardíaca<sup>7</sup>. La SPECT es un método que ha permitido obtener mediciones de la geometría ventricular con el Índice de excentricidad ó esfericidad que es un parámetro morfológico calculado a partir de los diámetros de la cavidad en 3 planos con la siguiente fórmula  $IE = \sqrt{1 - (R_x)(R_z) / (R_z^2)}$ <sup>8</sup> (**Figura 2**). El valor normal de éste índice es  $> 0.82$ , en donde un valor inferior a éste traducirá una geometría ventricular alterada, la cual se relaciona con incremento de volumen y dilatación del VI<sup>8</sup>. Además tiene valor pronóstico con una sensibilidad del 68% y una especificidad del 95% para predecir insuficiencia cardíaca aguda<sup>7</sup>. En éste mismo estudio se encontró que la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo y el índice de geometría ventricular son factores pronósticos independientes para predecir insuficiencia cardíaca aguda. Esta técnica demostró una alta precisión ya que midió el contorno miocárdico aunque existieran áreas con perfusión miocárdica anormal<sup>7</sup>.

$$Ecc = \sqrt{1 - \frac{R_x R_y}{R_z^2}}$$

It is calculated for all slices in a gated series.



**Figura 2.** Cálculo del índice de excentricidad. (Tomado de Cedars Sinai Medical Center. *Quantitative perfusion SPECT. Reference Manual. Ed. 2012; pág. 83.*)

En la actualidad existen aproximadamente 5.7 millones de pacientes portadores de Insuficiencia cardíaca en los Estados Unidos de Norteamérica (EU), de los cuales hasta el 50-60% tienen función sistólica conservada (Disfunción diastólica)<sup>9,11,22</sup>. Las características demográficas de los pacientes con disfunción diastólica son diferentes de aquellos con disfunción sistólica, generalmente son mujeres, edad avanzada, obesos, raza negra, con mayor prevalencia de hipertensión, diabetes mellitus y fibrilación auricular<sup>10,11,22</sup>. La mortalidad anual por cualquier causa es similar en los pacientes con disfunción diastólica comparados con aquellos que tienen disfunción sistólica predominante (5-8% vs 10-15%), aunque algunas series han publicado que los pacientes con disfunción diastólica tienen mayor supervivencia<sup>9,10,11,12,13</sup>. En el estudio Irbersartan in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction (I-Preserve) fue reportada una mortalidad anual del 5.2% en pacientes con insuficiencia cardíaca con función sistólica conservada (disfunción diastólica)<sup>14</sup>. El impacto económico de la disfunción diastólica no está bien definido, pero se calcula un costo anual de \$32.7 millones de dólares en EU aproximadamente<sup>11</sup>. En nuestro país no existen datos al respecto. Las guías de evaluación y tratamiento de la insuficiencia cardíaca, la American Heart Association y el American College of Cardiology (AHA/ACC) recomienda el diagnóstico de disfunción diastólica como de diagnóstico de exclusión<sup>3,9</sup>. Recordemos que la disfunción diastólica es un proceso en el que las alteraciones miocárdicas o pericárdicas producen un impedimento de grado variable al llenado ventricular (derecho ó izquierdo) y puede llegar a ocasionar incremento de la presión diastólica sin aumento del volumen diastólico que coincide con una fracción de expulsión normal<sup>2,9,11</sup>. Dentro de las causas de disfunción diastólica se encuentran: Hipertensión, cardiopatía isquémica, las miocardiopatías y las pericarditis<sup>2</sup>. El síntoma cardinal es la disnea, que en consecuencia disminuye la capacidad funcional y produce deterioro en la calidad de vida<sup>2,9</sup>. Ésta puede ser ocasionada por disfunción sistólica, diastólica enfermedad pulmonar concomitante o falta de condición física. En los pacientes que desarrollan disnea y tienen un ventrículo izquierdo de tamaño normal con fracción de expulsión normal tendrán un riesgo tres veces mayor de presentar eventos cardiovasculares<sup>17</sup>.

La hipertensión arterial sistémica es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de disfunción diastólica<sup>10</sup>, en el estudio Systolic Hypertension Elderly Program (SHEP) se demostró que el control antihipertensivo previene el desarrollo de insuficiencia cardíaca, con una reducción del riesgo relativo de aproximadamente 50%<sup>10,15</sup>. Por lo que un adecuado control de la tensión arterial disminuye la prevalencia de disfunción diastólica independientemente del tratamiento antihipertensivo implementado<sup>10</sup>. También se ha demostrado que la edad es un factor independiente de mortalidad en pacientes con disfunción diastólica. La mortalidad a 5 años en pacientes con disfunción diastólica menores de 50 años fue de 15%, en aquellos con edades de 50 a 70 años fue de 33% y en mayores de 70 años fue de 50%<sup>10,16</sup>. La Diabetes mellitus (DM) es otra enfermedad que recientemente se demostró que produce disfunción diastólica en el 27-70% de los pacientes diabéticos debido al incremento de la masa ventricular y fibrosis, lo cual produce deterioro en la relajación cardíaca con disminución de la distensibilidad ventricular<sup>17</sup>. Sin embargo la DM solo esta presente el 37% de los pacientes que tienen disfunción diastólica y en estos casos la sobrevida a 5 años se encuentra reducida<sup>17</sup>. El llenado ventricular sufre un mayor deterioro en los pacientes portadores de DM tipo 2 comparados con aquellos que tienen DM tipo 1, lo cual se ha considerado secundario al fenómeno de resistencia a la insulina predominante en la DM2 que ocasiona hipertrofia de los miocitos, considerado el principal mecanismo por el cual se produce el engrosamiento de la pared del VI<sup>17</sup>. Así mismo el estado de hiperglicemia ocasiona incremento en el nivel de ácidos grasos, incrementa el estrés oxidativo y los factores de crecimiento celular, así como alteraciones en la homeostasis del calcio, metabolismo lipídico y microvasculatura<sup>17</sup>. Se ha considerado que el control glucémico puede mejorar la función ventricular de forma reversible en etapas tempranas, no obstante varios estudios han fallado en demostrar que el control glucémico intensivo mejore el pronóstico cardiovascular de los pacientes portadores de DM tipo 2<sup>17</sup>. Para el diagnóstico de disfunción diastólica de acuerdo a las guías de la AHA/ACC, se conjuntan los datos obtenidos de la historia clínica, la exploración física, radiografía del tórax, estudios de laboratorio, electrocardiograma y ecocardiograma, sin embargo en la mayoría de los pacientes solo tienen intolerancia al ejercicio en ausencia de sobrecarga de volumen y por lo tanto muchas veces el diagnóstico no se realiza adecuadamente<sup>18</sup>.

En este contexto, se indica la prueba de esfuerzo con el ecocardiograma de forma conjunta cuando los resultados previos no sean concluyentes y continúe la sintomatología. Con la prueba de esfuerzo se busca inducir elevación de la presión de llenado ventricular, la cual produce disminución del volumen latido y caída del gasto cardíaco con subsecuente disminución del consumo máximo de oxígeno en este tipo de pacientes. Por lo anterior, los pacientes con disfunción diastólica tienen un consumo máximo de oxígeno reducido en 48%<sup>18,19,20,23</sup>. A pesar de que existen lineamientos para el diagnóstico emitidos por la AHA/ACC no existe un consenso específico en cuanto a estos criterios para el diagnóstico de disfunción diastólica<sup>20</sup>.

## **2. Planteamiento del problema**

En la evaluación de la función ventricular, la medición de los índices de geometría ventricular no se realiza de forma habitual y éstos son relevantes ya que proporcionan información pronóstica. Tanto la función diastólica como los índices de geometría ventricular han sido medidos de forma independiente en diversos estudios mediante GATED SPECT mostrando una buena correlación con el ecocardiograma teniendo la ventaja de eliminar la variabilidad interobservador de la que es objeto el ecocardiograma ya que proceso es automatizado y se encuentra validado<sup>25</sup>. Actualmente no existen estudios en nuestro Instituto ni en el mundo, hasta donde tenemos conocimiento, en los que se haya contemplado la relación existente entre los parámetros de función diastólica y los índices de geometría ventricular en los pacientes que tienen una perfusión miocárdica y función sistólica normales.

### **3. Justificación**

La disfunción diastólica es un proceso que continúa en ascenso y sigue siendo un reto para el diagnóstico. Además de que en la mayoría de los centros a nivel internacional, los parámetros de función diastólica y geometría ventricular son evaluados en una proporción pequeña de pacientes<sup>21</sup>. En aquellos pacientes que tienen alteraciones en la función diastólica se ha demostrado que la tasa de rehospitalización es frecuente, con un reingreso hospitalario en el 51% de los casos y con más de dos reingresos en el 25% dependiendo el grado de disfunción diastólica. En los diversos estudios publicados en la actualidad no se ha establecido la relación de los parámetros de función diastólica con los índices de geometría ventricular. Ante esto, es importante establecer parámetros que nos permitan valorar la función ventricular en contraste con los índices de geometría del ventrículo izquierdo mediante GATED SPECT ya que nos permite una evaluación más precisa. Por lo tanto, el desarrollo de métodos para su estudio nos beneficiará en realizar una estratificación más completa y detallada en este tipo de pacientes con el objetivo de tomar acciones que contribuyan a retrasar la presencia de insuficiencia cardíaca, disminuir la mortalidad y los costos en la atención médica<sup>22,23</sup>.

#### **4. Pregunta de investigación**

¿Cuál es la relación entre los parámetros de función diastólica y los índices de geometría ventricular medidos mediante GATED SPECT para demostrar disfunción diastólica con alteración en la geometría ventricular en los pacientes que tienen perfusión miocárdica normal?

## 5. Hipótesis

**Hipótesis nula:** Es probable que los parámetros de función diastólica y los índices de geometría ventricular medidos mediante GATED SPECT no muestren ninguna relación para demostrar disfunción diastólica con alteraciones de la geometría del ventrículo izquierdo en los pacientes que tienen perfusión miocárdica normal.

**Hipótesis alterna:** Es probable que los parámetros de función diastólica y los índices de geometría ventricular medidos mediante GATED SPECT tengan una relación para demostrar disfunción diastólica con alteraciones de la geometría del ventrículo izquierdo en los pacientes que tienen perfusión miocárdica normal.

## 6. Objetivos

### Primario:

1. Determinar la relación entre los parámetros de función diastólica y los índices de geometría ventricular medidos mediante GATED SPECT para demostrar disfunción diastólica con alteraciones de la geometría del ventrículo izquierdo en los pacientes que tienen perfusión miocárdica normal.

## 7. Material y Métodos

### **Tipo de estudio y metodología:**

Se trata de un estudio de cohorte. Se analizaron los parámetros de función diastólica y sistólica, los índices de geometría ventricular y los parámetros de perfusión miocárdica mediante GATED SPECT.

### **Descripción de la población de estudio:**

**Población objetivo:** Pacientes enviados al servicio de Cardiología Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología "Dr. Ignacio Chávez" para estudio de perfusión miocárdica y función ventricular izquierda.

**Criterios de inclusión:** Pacientes con estudio GATED SPECT reportado sin evidencia gamagráfica de isquemia o infarto y función sistólica ventricular conservada.

**Criterios de exclusión:** Pacientes con cardiopatía isquémica, miocardiopatía dilatada o hipertrófica, trastornos del ritmo y/o conducción que impidieran una adecuada sincronización (Fibrilación atrial permanente, Flutter de respuesta ventricular rápida, Bloqueo AV de 2º y 3er grado, Bloqueo de rama izquierda del haz de His).

**Criterios de eliminación:** Pacientes con estudio de GATED SPECT que no tuvieron la calidad necesaria para ser interpretados de forma adecuada.

**Tamaño de la muestra:**

La muestra fue tomada a conveniencia. Se incluyeron 100 pacientes enviados a estudio de GATED SPECT de Diciembre del 2012 a Junio del 2013. Muestreo no probabilístico

**VARIABLES DE ESTUDIO:**

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Tipo</b>
Fracción de Expulsión Ventricular Izquierda (FEVI)	Porcentaje del volumen telediastólico expulsado durante la sístole.	Cuantitativa continua
Índice de llenado máximo (PFR, Peak Filling Rate)	Mayor índice de llenado durante la diástole temprana. Valor normal mayor a 1.70 EDV/s	Cuantitativa continua
Tiempo al índice de llenado máximo (TPFR, Time to Peak Filling Rate)	Tiempo transcurrido entre el final de la sístole y el índice de llenado máximo. Valor normal menor de 208 ms.	Cuantitativa continua
Disfunción Diastólica	PFR menor de 1.7 EDV/s y/o TPFR mayor a 208 ms.	Cualitativa nominal
Índice de geometría ventricular anormal	Índice de excentricidad en sístole < 0.82	Cuantitativa continua
SSS	Puntaje sumado en esfuerzo. Suma de los valores de perfusión asignados a cada uno de los 17 segmentos del VI en esfuerzo. Normal 0-3	Cuantitativa
SRS	Puntaje sumado en reposo. Suma de los valores de perfusión asignados a cada uno de los 17 segmentos del VI en reposo.	Cuantitativa

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Tipo</b>
SDS	Puntaje sumado diferencial. Resta del SSS- SRS. Normal 0-1	Cuantitativa
TPD en esfuerzo (TPDe)	Deficit total de perfusion en esfuerzo. Porcentaje de la masa ventricular izquierda con defecto de perfusion en esfuerzo.	Cuantitativa
TPD en reposo (TPDr)	Deficit total de perfusion en reposo. Porcentaje de la masa ventricular izquierda con defecto de perfusion en reposo.	Cuantitativa
TPD isquémico	Deficit total de perfusion isquemico. Resta del TPDe- TPDr.	Cuantitativa

Las variables de estudio se obtuvieron analizando los estudios de GATED SPECT (16 frames), mediante el programa QPS/QGS, (Cedars Sinai)<sup>25</sup>. Se evaluó de manera integral la Función Ventricular Izquierda, el PFR, el TPFR, el índice de excentricidad en sístole y en diástole. El análisis de los parámetros se realizó de manera conjunta con el personal experto del servicio de Cardiología Nuclear.

## **8. Análisis estadístico.**

Se realizó el análisis estadístico de acuerdo al tipo de variables con el programa SPSS versión 20.

1. Las características sociodemográficas y clínicas cuantitativas se expresaron con medidas de tendencia central, media, desviación estándar y rangos; las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes.
2. Para las variables cuantitativas, se realizó contraste de normalidad con la prueba de Kolmogorov Smirnov.
3. Las variables cuantitativas con distribución normal se compararon con la prueba T de student para muestras independientes o con la prueba de ANOVA de un factor para muestras independientes.
4. Las variables cuantitativas con distribución normal se correlacionaron con prueba de Pearson.
5. Se analizó la asociación de las variables cualitativas con la prueba de Chi cuadrada y la prueba exacta de Fisher.

## 9. Resultados.

Se revisaron 2,240 estudios, de los cuales cumplieron los criterios de inclusion 130 estudios, de ellos 30 fueron eliminados por ser técnicamente inadecuados. Finalmente se estudiaron 100 pacientes de los cuales 50 fueron hombres (50%) y el resto mujeres. La media de edad fue de 56.5 años (mínima de 16 y máxima de 81 años). De éstos el 53% tuvieron tabaquismo positivo, 80% sedentarios, 51% obesos, 31% Diabetes Mellitus tipo 2, 68% hipertensión arterial y 49% hipercolesterolemia. Al realizarse el análisis de factores de riesgo por género, el tabaquismo (60%), el sedentarismo (51%) y la hipercolesterolemia (53%) fueron más frecuente en los hombres, la obesidad (60%) y la hipertension arterial sistémica (54%) fueron más frecuentes en mujeres; la Diabetes Mellitus tipo 2 se encontró igual en ambos géneros. También se analizaron los parámetros obtenidos de la prueba de esfuerzo de la cual se encontró que la media del consumo máximo de oxígeno fue de 8.9 METS, de la frecuencia cardiaca máxima alcanzada fue de 154.3 lpm, la tension arterial sistólica máxima de 156.6 mmhg y un score de Duke de 5.2. Las medias obtenidas de los parámetros de perfusión miocárdica se obtuvo un SSS de 1.94, SRS de 0.61, SDS 1.32, un TPDe 2.73, TPDr 3.8. Los promedios de funcion sistólica se encontraron VTD 64.4 ml, VTS 19.2 ml, Velocidad máxima de vaciado de -2.98 y una FEVI de 72.2% (**Tabla 1**). Los parámetros de funcion diastólica se encontraron medias PFR 1 de 2.08, PFR 2 de 1.17, TTPF de 271.5. En los índices de excentricidad se observaron los siguientes promedios 0.83 tanto en sístole como en diástole (**Tabla 2**).

**TABLA 1.** Parámetros de función ventricular.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Volumen telediastólico	100	33	123	64,04	20,178
Volumen telesistólico	100	2	53	19,21	11,676
Velocidad máxima de vaciado	100	-4,86	-1,59	-2,9899	,56485
Fracción de expulsión	100	46	95	72,21	10,506
N válido (según lista)	100				

**TABLA 2.** Parámetros de función diastólica e índices de excentricidad.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
PFR 1	100	,21	3,60	2,0898	,74059
PFR 2	100	,00	3,25	1,1712	1,01133
TTPF	100	137	514	271,25	91,180
Índice de excentricidad en sístole	100	,75	,90	,8397	,03807
Índice de excentricidad en diástole	100	,74	,90	,8349	,03506
N válido (según lista)	100				

Una vez realizadas las estadísticas descriptivas, se procedió a realizar el análisis de normalidad con la prueba de *Kolmogorov Smirnov* para variables cuantitativas, de las cuales tuvieron una distribución normal con excepción del PFR 2 (**Tabla 3**). Comprobada la distribución normal de las variables, se procedió a realizar el análisis de las variables cuantitativas mediante el coeficiente de correlación de *Pearson*, cuya significancia estadística se estableció con una  $p < 0.05$  y una “r” cercana a la unidad, con esto se observaron correlaciones bajas entre los volúmenes tanto telediastólico como telesistólico con el índice de excentricidad en sístole (VTD:  $r= 0.340$ ,  $p=0.001$ ; VTS  $r=0.313$ ,  $p= 0.002$ ). También se observó una correlación baja de la FEVI con el PFR 1 ( $r= 0.357$ ,  $p= 0.000$ ), el resto de las variables se mostraron sin correlación. (**Tabla 4**)

**Tabla 3.** Prueba de Kolmogorov Smirnov para variables cuantitativas.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra											
		Edad	Volumen telediastólico	Volumen telesistólico	Fracción de expulsión	Velocidad máxima de vaciado	PFR 1	PFR 2	TTPF	Índice de excentricidad en sístole	Índice de excentricidad en diástole
N		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	56,65	64,04	19,21	72,21	-2,9899	2,0898	1,1712	271,25	,8397	,8349
	Desviación típica	9,808	20,178	11,676	10,506	,56485	,74059	1,01133	91,180	,03807	,03506
Diferencias más extremas	Absoluta	,077	,098	,102	,073	,091	,133	,227	,124	,117	,108
	Positiva	,077	,098	,102	,073	,050	,071	,227	,124	,057	,057
	Negativa	-,065	-,080	-,073	-,056	-,091	-,133	-,123	-,073	-,117	-,108
Z de Kolmogorov-Smirnov		,773	,977	1,023	,727	,906	1,333	2,266	1,241	1,169	1,078
Sig. asintót. (bilateral)		,589	,296	,246	,665	,384	,057	,000	,092	,130	,195
Sig. exacta (bilateral)		,562	,278	,230	,638	,362	,052	,000	,084	,120	,182
Probabilidad en el punto		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Tabla 4.** Coeficiente de correlación de Pearson.

		Correlaciones									
		Edad	Volumen telediastólico	Volumen telesistólico	Fracción de expulsión	Velocidad máxima de vaciado	PFR 1	PFR 2	TTPF	Índice de excentricidad en sístole	Índice de excentricidad en diástole
Edad	Correlación de Pearson	1	-.085	-.089	.091	-.044	-.103	.184	.181	-.087	-.124
	Sig. (bilateral)		.398	.378	.365	.665	.307	.067	.072	.390	.220
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Volumen telediastólico	Correlación de Pearson	-.085	1	.893**	-.666**	.434**	-.122	-.122	-.393**	.340**	.143
	Sig. (bilateral)	.398		.000	.000	.000	.228	.226	.000	.001	.155
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Volumen telesistólico	Correlación de Pearson	-.089	.893**	1	-.902**	.625**	-.261**	-.213**	-.278**	.313**	.133
	Sig. (bilateral)	.378	.000		.000	.000	.009	.033	.005	.002	.187
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Fracción de expulsión	Correlación de Pearson	.091	-.666**	-.902**	1	-.726**	.357**	.184	.169	-.269**	-.119
	Sig. (bilateral)	.365	.000	.000		.000	.000	.067	.093	.007	.239
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Velocidad máxima de vaciado	Correlación de Pearson	-.044	.434**	.625**	-.726**	1	-.366**	-.202	.035	.173	.132
	Sig. (bilateral)	.665	.000	.000	.000		.000	.044	.730	.085	.190
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PFR 1	Correlación de Pearson	-.103	-.122	-.261**	.357**	-.366**	1	-.541**	-.337**	.134	.112
	Sig. (bilateral)	.307	.228	.009	.000	.000		.000	.001	.182	.268
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PFR 2	Correlación de Pearson	.184	-.122	-.213**	.184	-.202	-.541**	1	.185	-.234	-.176
	Sig. (bilateral)	.067	.226	.033	.067	.044	.000		.065	.019	.079
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TTPF	Correlación de Pearson	.181	-.393**	-.278**	.169	.035	-.337**	.185	1	-.061	.108
	Sig. (bilateral)	.072	.000	.005	.093	.730	.001	.065		.547	.285
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Índice de excentricidad en sístole	Correlación de Pearson	-.087	.340**	.313**	-.269**	.173	.134	-.234	-.061	1	.858**
	Sig. (bilateral)	.390	.001	.002	.007	.085	.182	.019	.547		.000
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Índice de excentricidad en diástole	Correlación de Pearson	-.124	.143	.133	-.119	.132	.112	-.176	.108	.858**	1
	Sig. (bilateral)	.220	.155	.187	.239	.190	.268	.079	.285	.000	
	N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Se analizaron las muestras independientes con prueba “*T de student*”, en donde el índice de excentricidad tanto en sístole como en diástole fue significativamente mayor en hombres (IEs 0.85 vs 0.82, IEd 0.84 vs 0.82;  $p= 0.000$ ) (**Tabla 5**), el valor publicado como normal para el índice de excentricidad en sístole es de 0.82 o mayor. Los hipertensos tuvieron un TTPF significativamente mayor (286.4 vs 238.8;  $p= 0.014$ ) (**Tabla 6**), el valor considerado normal para el TTPF es menor de 208ms. En fumadores tuvieron un TTPF menor (253.9 vs 290.7;  $p= 0.44$ ) (**Tabla 7**). No hubo diferencias significativas en los parámetros de función diastólica e índices de excentricidad entre los diabéticos, obesos, sedentarios y con hipercolesterolemia.

**Tabla 5.** Diferencias del índice de excentricidad entre hombres y mujeres.

Estadísticos de grupo					
	Género	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PFR 1	Hombre	50	2,0110	,65202	,09221
	Mujer	50	2,1686	,81873	,11579
PFR 2	Hombre	50	1,1372	,89990	,12727
	Mujer	50	1,2052	1,11994	,15838
TTPF	Hombre	50	269,92	91,130	12,888
	Mujer	50	272,58	92,135	13,030
Índice de excentricidad en sistole	Hombre	50	,8582	,03015	,00426
	Mujer	50	,8212	,03635	,00514
Índice de excentricidad en diástole	Hombre	50	,8498	,03100	,00438
	Mujer	50	,8200	,03270	,00462

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	Inferior	Superior
PFR 1	Se han asumido varianzas iguales	1,797	,183	-1,065	98	,290	-,15760	,14802	-,45134	,13614
	No se han asumido varianzas iguales			-1,065	93,325	,290	-,15760	,14802	-,45152	,13632
PFR 2	Se han asumido varianzas iguales	5,359	,023	-,335	98	,739	-,06800	,20318	-,47120	,33520
	No se han asumido varianzas iguales			-,335	93,658	,739	-,06800	,20318	-,47144	,33544
TTPF	Se han asumido varianzas iguales	,000	,994	-,145	98	,885	-2,660	18,327	-39,029	33,709
	No se han asumido varianzas iguales			-,145	97,988	,885	-2,660	18,327	-39,029	33,709
Índice de excentricidad en sistole	Se han asumido varianzas iguales	1,866	,175	5,540	98	,000	,03700	,00668	,02375	,05025
	No se han asumido varianzas iguales			5,540	94,764	,000	,03700	,00668	,02374	,05026
Índice de excentricidad en diástole	Se han asumido varianzas iguales	,198	,657	4,676	98	,000	,02980	,00637	,01715	,04245
	No se han asumido varianzas iguales			4,676	97,723	,000	,02980	,00637	,01715	,04245

**Tabla 6.** Valores del TTPF en Hipertensos.

Estadísticos de grupo					
	Hipertensión	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PFR 1	Si	68	2,0146	,77893	,09446
	No	32	2,2497	,63357	,11200
PFR 2	Si	68	1,2397	1,04544	,12678
	No	32	1,0256	,93381	,16508
TTPF	Si	68	286,49	93,173	11,299
	No	32	238,88	78,720	13,916
Índice de excentricidad en sistole	Si	68	,8360	,03790	,00460
	No	32	,8475	,03785	,00669
Índice de excentricidad en diástole	Si	68	,8331	,03351	,00406
	No	32	,8388	,03842	,00679

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	Inferior	Superior
PFR 1	Se han asumido varianzas iguales	1,748	,189	-1,490	98	,139	-,23513	,15779	-,54826	,07801
	No se han asumido varianzas iguales			-1,605	73,564	,113	-,23513	,14652	-,52710	,05684
PFR 2	Se han asumido varianzas iguales	,772	,382	,987	98	,326	,21408	,21683	-,21621	,64437
	No se han asumido varianzas iguales			1,029	67,490	,307	,21408	,20814	-,20131	,62948
TTPF	Se han asumido varianzas iguales	3,426	,067	2,499	98	,014	47,610	19,048	9,810	85,411
	No se han asumido varianzas iguales			2,656	71,057	,010	47,610	17,925	11,869	83,352
Índice de excentricidad en sistole	Se han asumido varianzas iguales	,026	,873	-1,413	98	,161	-,01147	,00812	-,02759	,00464
	No se han asumido varianzas iguales			-1,413	60,887	,163	-,01147	,00812	-,02770	,00476
Índice de excentricidad en diástole	Se han asumido varianzas iguales	,027	,869	-,752	98	,454	-,00566	,00753	-,02061	,00929
	No se han asumido varianzas iguales			-,715	53,977	,477	-,00566	,00791	-,02153	,01021

**Tabla 7.** Valores de TTPF en fumadores.

Estadísticos de grupo					
	Tabaquismo	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PFR 1	Si	53	2,1292	,66743	,09168
	No	47	2,0453	,82037	,11966
PFR 2	Si	53	1,0566	,88295	,12128
	No	47	1,3004	1,13479	,16553
TTPF	Si	53	253,98	75,928	10,430
	No	47	290,72	103,172	15,049
Índice de excentricidad en sistole	Si	53	,8432	,03872	,00532
	No	47	,8357	,03734	,00545
Índice de excentricidad en diástole	Si	53	,8357	,03708	,00509
	No	47	,8340	,03301	,00482

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
PFR 1	Se han asumido varianzas iguales	1,154	,285	,564	98	,574	,08393	,14890	-,21156	,37941
	No se han asumido varianzas iguales			,557	88,789	,579	,08393	,15075	-,21561	,38347
PFR 2	Se han asumido varianzas iguales	6,498	,012	-1,206	98	,231	-,24382	,20217	-,64502	,15737
	No se han asumido varianzas iguales			-1,188	86,576	,238	-,24382	,20520	-,65171	,16407
TTPF	Se han asumido varianzas iguales	7,873	,006	-2,043	98	,044	-36,742	17,983	-72,429	-1,056
	No se han asumido varianzas iguales			-2,007	83,715	,048	-36,742	18,310	-73,155	-,329
Índice de excentricidad en sistole	Se han asumido varianzas iguales	,269	,605	,978	98	,330	,00746	,00763	-,00768	,02260
	No se han asumido varianzas iguales			,980	97,292	,329	,00746	,00761	-,00765	,02257
Índice de excentricidad en diástole	Se han asumido varianzas iguales	1,265	,263	,229	98	,819	,00162	,00706	-,01239	,01563
	No se han asumido varianzas iguales			,231	97,997	,818	,00162	,00701	-,01229	,01553

En los pacientes que tuvieron disfunción diastólica de acuerdo al PFR, tuvieron un índice de excentricidad significativamente menor (0.82 vs 0.84;  $p = 0.01$ ), que fue el 48% de los pacientes, lo cual fue estadísticamente significativo (**Tabla 8**). No hubo diferencias entre los índices de excentricidad en los pacientes con función diastólica normal y aquellos con disfunción diastólica de acuerdo al TTPF.

**Tabla 8.** Índice de excentricidad en pacientes con disfunción diastólica de acuerdo al PFR.

Función diastólica de acuerdo al PFR * Geomtría del VI de acuerdo al indice de excentricidad Crosstabulation				
Count		Geomtría del VI de acuerdo al indice de excentricidad		Total
		Normal (0.82 o mayor)	Anormal (Menor a 0.82)	
Función diastólica de acuerdo al PFR	Normal (Mayor o igual a 1.70 VTD/s)	63	16	79
	Anormal (Menor a 1.70 VTD/s)	11	10	21
Total		74	26	100

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	6.457 <sup>a</sup>	1	.011	.015	.014	
Continuity Correction <sup>b</sup>	5.113	1	.024			
Likelihood Ratio	5.932	1	.015	.022	.014	
Fisher's Exact Test				.022	.014	
Linear-by-Linear Association	6.393 <sup>c</sup>	1	.011	.015	.014	.011
N of Valid Cases	100					

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5.46.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is 2.528.

En los pacientes portadores de Diabetes mellitus e Hipertension arterial, se demostró que tenían mayor disfunción diastólica calculada por PFR (PFR 1.8,  $p= 0.10$ ) comparados con aquellos que solo eran portadores de una sola enfermedad de forma aislada (**Tabla 9**). Así mismo el TTPF en presencia de éstas dos enfermedades también se encontró alterado (TTPF 291ml,  $p=0.80$ ), aunque en ambos no hubo una diferencia estadísticamente significativa, solo se observó una tendencia.

**Tabla 9.** Disfunción diastólica en Hipertensos y Diabéticos de acuerdo al PFR.

Report

Velocidad máxima de llenado (PFR)

Diabetes	Hipertensión	Mean	N	Std. Deviation
Si	Si	1.8436	25	.86234
	No	2.1729	7	.46180
	Total	1.9156	32	.79757
No	Si	2.1140	43	.71795
	No	2.2712	25	.68042
	Total	2.1718	68	.70342
Total	Si	2.0146	68	.77893
	No	2.2497	32	.63357
	Total	2.0898	100	.74059

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Velocidad máxima de llenado (PFR) * Diabetes	Between Groups (Combined)	1.428	1	1.428	2.646	.107
	Within Groups	52.871	98	.539		
	Total	54.298	99			

Así mismo en los pacientes que tuvieron Hipertension arterial y Diabetes mellitus tuvieron un índice de excentricidad menor en sístole y diástole ( $IC < 0.82$ ,  $p= 0.28$ ) que tampoco mostró una diferencia estadísticamente significativa solo observándose una tendencia (**Tabla 10**).

**Tabla 10.** Índices de geometría ventricular en Hipertensos y Diabéticos.

**Report**

Índice de excentricidad en sístole

Diabetes	Hipertensión	Mean	N	Std. Deviation
Si	Si	.8284	25	.04130
	No	.8529	7	.02430
	Total	.8337	32	.03925
No	Si	.8405	43	.03552
	No	.8460	25	.04113
	Total	.8425	68	.03747
Total	Si	.8360	68	.03790
	No	.8475	32	.03785
	Total	.8397	100	.03807

**ANOVA Table**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Índice de excentricidad en sístole * Diabetes	Between Groups (Combined)	.002	1	.002	1.151	.286
	Within Groups	.142	98	.001		
	Total	.143	99			

En los pacientes diabéticos encontramos una función diastólica anormal calculada por PFR en el 31.2%, con una razón de momios de 2.35 (IC 0.87-6.3) que no fue significativo. En estos mismos pacientes la función diastólica calculada por TTPF se encontró en el 59.4%, con una OR de 0.69 (IC 0.29-1.6) que tampoco fue significativo. Así mismo el índice de geometría ventricular fue anormal en el 28.1% de los pacientes con un OR de 1.1 (IC 0.45-3.0) que tampoco fue significativo. En los hipertensos se observó una función diastólica anormal calculada por PFR en el 25%, con OR de 2.3 (IC 0.71- 7.6); la función diastólica de acuerdo al TTPF fue anormal en el 70.6%, con un OR de 2.1 (IC 0.8-5.04) y los índices de geometría ventricular fue anormal en 29.4%, con un OR de 1.8 (0.65-5.0). En estos pacientes tanto la función diastólica calculada por ambos parámetros y el índice de geometría ventricular mostraron algún grado de alteración, sin tener diferencia estadística significativa. La disfunción diastólica de acuerdo al PFR fue mayor en los hombres que en las mujeres (24% vs 18%) con un OR de 1.4 (IC 0.5-3.7) que no fue no significativo. Así mismo por TTPF fue mayor en mujeres que en hombres (68% vs 62%) con un OR de 0.78 (IC 0.33 -1.75) que tampoco fue significativo.

La alteración de la geometría ventricular fue significativamente mayor en mujeres, independientemente de los factores de riesgo, con un OR de 9 (IC 2.82- 28.9), el 44% de mujeres tuvieron anomalía en la geometría ventricular vs 8% de los hombres, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.000$ ) (**Tabla 11**).

**Tabla 11.** Índices de geometría ventricular en mujeres.

**Tabla de contingencia Género \* Geometría de según índice de excentricidad en sistole**

			Geometría de según índice de excentricidad en sistole		Total
			Anormal (<0.82)	Normal (= o > a 0.82)	
Género	Hombre	Recuento	4	46	50
		% dentro de Género	8,0%	92,0%	100,0%
	Mujer	Recuento	22	28	50
		% dentro de Género	44,0%	56,0%	100,0%
Total		Recuento	26	74	100
		% dentro de Género	26,0%	74,0%	100,0%

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	16,840 <sup>a</sup>	1	,000	,000	,000	
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	15,021	1	,000			
Razón de verosimilitudes	18,141	1	,000	,000	,000	
Estadístico exacto de Fisher				,000	,000	
Asociación lineal por lineal	16,672 <sup>c</sup>	1	,000	,000	,000	,000
N de casos válidos	100					

a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 13.00.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

c. El estadístico tipificado es -4.083.

## **10. Discusión y conclusiones.**

En este trabajo encontramos mayor frecuencia de alteración en la geometría ventricular en mujeres que en hombres, tomando como punto de corte el valor publicado para el índice de excentricidad en sístole de 0.82, independientemente de la presencia de factores de riesgo coronario. Además los valores del índice de excentricidad en mujeres fueron menores que en hombres. Esto podría explicarse por que se tomó un valor de corte sin distinción de género. Probablemente éste valor es menor para las mujeres, en cuyo caso se habría sobreestimado la alteración de la geometría ventricular. Por lo que sería necesario establecer valores de normalidad por género para confirmar éste hallazgo de mayor frecuencia de alteración de la geometría ventricular en mujeres.

Al analizar los casos con disfunción diastólica de acuerdo al PFR, se encontró que presentaban valores del índice de excentricidad significativamente menores, lo que no se demostró basándose en el TTPF, aunque los valores de excentricidad se mantuvieron dentro de rangos normales. Esto sugiere que en presencia de disfunción diastólica ya puede observarse una tendencia a la remodelación ventricular.

Por otra parte, se encontró una tendencia en los pacientes diabéticos e hipertensos a presentar mayor frecuencia de disfunción diastólica y alteración en la geometría ventricular que no fue estadísticamente significativo. Probablemente en una muestra de mayor tamaño puedan confirmarse estos hallazgos como significativos.

Los hallazgos del presente trabajo sugieren una asociación entre la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y la presencia de alteración en la geometría ventricular, principalmente en diabéticos e hipertensos. También sugiere que los parámetros de geometría ventricular difieren de acuerdo al género, por lo que resulta importante establecer valores de normalidad por género para el índice de excentricidad.

Será necesario analizar una muestra de mayor tamaño para confirmar las tendencias que no tuvieron significancia estadística pero que apoyan la asociación entre disfunción diastólica y remodelación ventricular.

## 11. Referencias Bibliográficas:

1. J.F. Guadalajara Boo. Entendiendo la insuficiencia cardíaca. Arch Cardiol Mex.2006; 76 (4), 431-447.
2. J.F. Guadalajara Boo. Función ventricular e insuficiencia cardíaca. Cardiología 7ª ed. 2012; págs. 545- 623
3. Mottram P., et al. Assesment of diastolic function: what the general cardiologist needs to know. Heart BMJ. 2005; 91:681-695.
4. Arrighi J., et al. Left ventricular diastolic function: physiology, methods of assesment and clinical significance. J Nucl Cardiol.1995; 2(6), 525-543.
5. Akincioglu C., et al. Assesment of diastolic function using 16 frame tc sestamibi gated myocardial perfusión SPECT: normal values. J Nucl Cardiol. 2005; 46(7), 1102-1108
6. Braunwald E., et al. Fisiopatología de la insuficiencia cardíaca. Tratado de cardiología. 9ª ed. 2013; 1: págs. 493-509.
7. Abidov A., et al. Left ventricular shape index assesed by gated stress myocardial perfusión SPECT: initial description for a new variable. J Nucl cardiol. 2006; 13 (5), 652-659.
8. Massardo T., et al. Valor del índice de excentricidad del ventrículo izquierdo con tomografía SPECT en diversas condiciones. Rev Chil Cardiol. 2011; 31:132-139.
9. Braunwald E., et al. Insuficiencia cardíaca con fracción de expulsión normal. Tratado de cardiología. 9ª ed. 2013; 1: págs. 592-606.
10. Sherazzi S., et al. Diastolic heart failure: predictors of mortality. Cardiology Journal. 2011; 18(3), 222-232
11. Salerno M., et al. Multi-modality imaging of diastolic function. J Nucl Cardiol. 2010; 17 (2) 316-327.
12. Tribouilloy C, Rusinaru D, Mahjoub H et al. Prognosis of heart failure with preserved ejection fraction: A 5 year prospective population-based study. Eur Heart J, 2008; 29: 339–347.
- 13 Bhatia RS, Tu JV, Lee DS et al. Outcome of heart failure withpreserved ejection fraction in a population-based study. N Engl J Med, 2006; 355: 260–269

14. Massie BM, Carson PE, McMurray JJ et al. Irbesartan in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *N Engl J Med*, 2008; 359: 2456–2467.
15. Kostis JB, Davis BR, Cutler J et al. Prevention of heart failure by antihypertensive drug treatment in older persons with isolated systolic hypertension. SHEP Cooperative Research Group. *JAMA*, 1997; 278: 212–216.
16. Zile MR, Brutsaert DL. New concepts in diastolic heart failure: Part I diagnosis, prognosis, and measurements of diastolic function. *Circulation*. 2002; 105: 1387-1393.
17. Falcao P., et al. Diabetic cardiomyopathy: understanding the molecular and celular basis to progress in diagnosis and treatment. *Heart Failure Rev*. 2012; 17: 325-344.
18. Borlaug B., et al. Heart failure with preserved ejection fraction: pathophysiology, diagnosis and treatment. *Eur Heart J*. 2011; 32: 670-679
19. Keith P., et al. Diastolic function in healthy humans: non invasive assesment and impact of acute chronic excersice. *Eur J Appl Physiol*, 2010; 108:1-14.
20. Meyer T., et al. Heart failure with preserved ejection fraction (diastolic dysfunction). *Ann Int Med*. 2013; 158: ITC 1-16
21. Garvan C., et al. Diastolic stress test for the evaluation of exertional dyspnea. *Curr Cardiol Rep*. 2012; 14:359-365
22. Lainer G., et al. An Update on Diastolic Dysfunction. *Cardiology in Review*. 2012; 20: (5), 230-235
23. Kraaij V., et al. Diagnosing diastolic heart failure. *Eur J Heart Failure*. 2002; 4:419- 430
24. Aggarwal A., et al. Diastolic dysfunction: pathophysiology, clinical features and assesment with radionuclide methods. *J Nucl Cardiol*. 2001; 8(1): 98-106.
25. Cedars Sinai Medical Center. Quantitative perfusion SPECT. Reference Manual. Ed. 2012; págs. 8-83