

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud



**“El *strain* ventricular izquierdo como predictor de morbimortalidad en pacientes  
con FE preservada”**

presentada por

Dr. Felipe Alberto Valdés Dávila

para obtener el grado de

Especialista en Cardiología

Monterrey, Nuevo León. México Septiembre 2019

## FORMATO DE DECLARACIÓN DE ACUERDO PARA USO DE OBRA

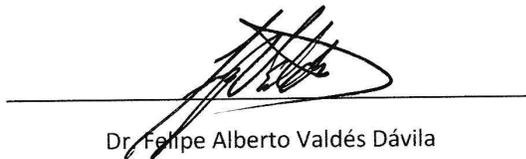
Por medio del presente escrito, **Felipe Alberto Valdés Dávila** (en lo sucesivo EL AUTOR) hace constar que es titular intelectual de la obra titulada **“El *strain* ventricular izquierdo como predictor de morbimortalidad en pacientes con FE preservada”** (en lo sucesivo LA OBRA), en virtud de lo cual autoriza al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (en lo sucesivo el ITESM) para que efectúe resguardo mediante copia digital o impresa para asegurar su conservación, preservación, accesibilidad, disponibilidad, visibilidad, divulgación, distribución, transmisión, reproducción y/o comunicación pública con fines académicos o propios al objeto de la institución y sin fines de lucro como parte del Repositorio Institucional del ITESM.

EL AUTOR reconoce que ha desarrollado LA OBRA en su totalidad de forma íntegra y consistente cuidando los derechos de autor y de atribución, reconociendo el trabajo intelectual de terceros. Esto incluye haber dado crédito a las contribuciones intelectuales de terceros que hayan participado como coautores, cuando los resultados corresponden a un trabajo colaborativo.

De igual manera, EL AUTOR declara haber dado reconocimiento y crédito de autoría a cualquier parte de LA OBRA que haya sido previamente sometida, para obtener un grado académico, titulación y/o certificación en ésta o cualquier otra universidad. Incluyendo la debida atribución a través de cita y/o referencia bibliográfica en LA OBRA a conceptos, escritos, imágenes y cualquier representación intelectual al consultar publicaciones académicas, científicas, culturales o artísticas de otros autores, así como la fuente de su obtención.

EL AUTOR establece su deseo de conceder esta autorización de forma voluntaria y gratuita, y que de acuerdo a lo señalado en la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de Propiedad Industrial, el ITESM se compromete a respetar en todo momento la autoría y a otorgar el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente de LA OBRA.

De la misma manera, EL AUTOR manifiesta que el contenido académico, literario, la edición y en general cualquier parte LA OBRA presentada es de su entera responsabilidad, por lo que deslinda al ITESM por cualquier violación a los derechos de autor y/o propiedad intelectual o cualquier responsabilidad relacionada con LA OBRA frente a terceros.



Dr. Felipe Alberto Valdés Dávila

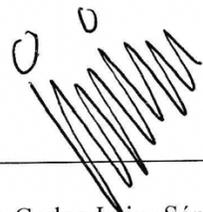


Escuela de Medicina y  
Ciencias de la Salud  
TecSalud

Los Integrantes del Comité aprueban la tesis de Dr. Felipe Alberto Valdés  
Dávila, que presenta para cubrir el requisito parcial de obtención del grado de:

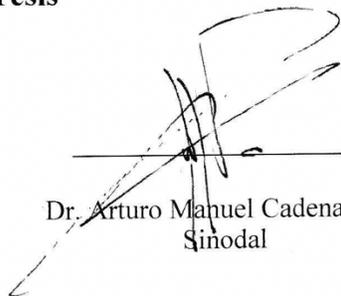
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA

**Comité de Tesis**



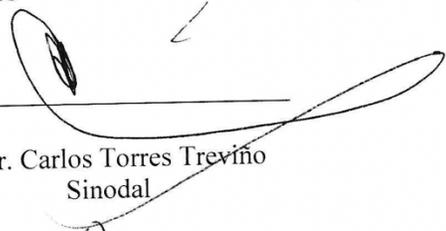
---

Dr. Carlos Jerjes Sánchez Díaz  
Director de Comité de Sinodales



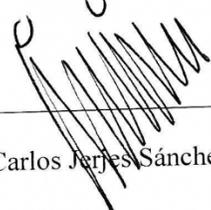
---

Dr. Arturo Manuel Cadena Payton  
Sinodal



---

Dr. Carlos Torres Treviño  
Sinodal



---

Dr. Carlos Jerjes Sánchez Díaz

**Director Académico del programa de Cardiología**

## **Datos de identificación**

### Departamentos participantes

Instituto de Cardiología y Medicina Vascular del Hospital Zambrano Hellión del TecSalud

Departamento de Radiología e Imagen Cardiovascular del Hospital San José del TecSalud

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud del Tecnológico de Monterrey

### Instituciones participantes

Hospital San José TecSalud

Hospital Zambrano Hellión del TecSalud

### Áreas de investigación:

Cuarto Azul dentro del departamento de Radiología del Hospital Zambrano Hellión

Instituto de Cardiología y Medicina Vascular ubicado dentro del Centro Médico Zambrano Hellión

### Línea de investigación:

Imagenología Cardiovascular

### Fecha de inicio y finalización del estudio

Inicio en septiembre 2018 y término en septiembre 2019

## **Agradecimientos**

A mi esposa Gaby y a mi hija Paulina, por apoyarme en todas mis decisiones y ser el motor que me motiva seguir adelante.

A mis maestros, en especial a los doctores Jerjes y Juan Alberto, por creer en mi y por su infinita paciencia.

## **Autores y Grados**

Dr. Felipe Alberto Valdés Dávila,  
Residente de Cardiología del TecSalud

Dr. Carlos Jerjes Sánchez Díaz,  
Cardiólogo y Director de Investigación Clínica del Instituto de Cardiología y Medicina  
Vascular del TecSalud

Dr. Juan Alberto Quintanilla,  
Cardiólogo, Director de Hemodinamia y de la Residencia de Cardiología del TecSalud

Dr. Erasmo de la Peña Almaguer,  
Cardiólogo y Director de Imagen Cardiovascular del TecSalud

Dr. Héctor David Rodríguez Flores,  
Médico y Coordinador de Investigación Clínica del Instituto de Cardiología y Medicina  
Vascular del TecSalud

Dr. Luis Gerardo Téllez Martínez  
Radiólogo del Hospital Zambrano-Hellión TecSalud

Mariana Vanoye Tamez  
Médico Pasante del Servicio Social en Investigación TecSalud

## Glosario

DT	Deformación tisular
DTV	Deformación tisular ventricular
DTVC	Deformación tisular ventricular circunferencial
DTVL	Deformación tisular ventricular longitudinal
DTVR	Deformación tisular ventricular radial
ECMA	Eventos cardiovasculares mayores
FA	Fibrilación auricular
FE	Fracción de expulsión
IC	Insuficiencia cardiaca
ICFEp	Insuficiencia cardiaca de FE preservada
ICFERi	Insuficiencia cardiaca de FE de rango intermedio
ICFEr	Insuficiencia cardiaca de FE reducida
IM	Infarto al miocardio
MESA	Estudio multiétnico de la aterosclerosis (por sus siglas en inglés)
MS	Muerte súbita
RMC	Resonancia magnética cardiaca
RMC-DT	Deformación tisular medida con resonancia magnética cardiaca (medida a través del método de deformación de píxeles)
VI	Ventrículo izquierdo

## Tabla de Contenidos

Resumen	1
Capítulo 1. Planteamiento del Problema	2
Antecedentes	2
Planteamiento	3
Objetivos	3
Hipótesis	4
Justificación	4
Alcance	5
Capítulo 2. Marco Teórico	7
Capítulo 3. Metodología	14
Diseño	14
Clasificación del estudio	14
Población	14
Materiales	16
Procedimiento	17
Lugar	19
Variables	20
Definiciones	20
Técnicas de análisis estadístico	21
Aspectos éticos	22
Capítulo 4. Resultados	23
Capítulo 5. Análisis y Discusión	27
Capítulo 6. Conclusión	33
Anexos	35
Referencias	45
Curriculum Vitae	48

## Índice de tablas y figuras

### Índice de tablas

Tabla 1	Características basales de los pacientes	página 25
Tabla 2	Características de los pacientes por grupo	página 25
Tabla 3	Desenlaces por tipo	página 26

### Índice de figuras

Figura 1	Selección de pacientes	página 24
Figura 2	Curva de morbi-mortalidad de Kaplan-Meier por FEVI	página 28
Figura 3	Curva de morbi-mortalidad de Kaplan-Meier por DTVL	página 28
Figura 4	Curva de Kaplan-Meier para ICC preexistente	página 30
Figura 5	Curva de Kaplan-Meier para pacientes con FA preexistente	página 30

## Resumen

### Antecedentes

Tradicionalmente, aquellos pacientes con mala función sistólica demostrada por fracción de expulsión (FE) reducida presentan mayor incidencia de eventos adversos cardiovasculares mayores (EACM) y mortalidad. Sin embargo, en pacientes con FE preservada. No existen herramientas validadas que pudieran predecir EACM

### Metodología

Se ingresaron 214 pacientes con insuficiencia cardiaca con fracción de expulsión preservada (ICFEp) o de rango intermedio (ICFeri) ambas de origen isquémico. Se incluyeron 79 para el análisis de la deformación longitudinal ventricular izquierda medida por resonancia magnética en proyecciones apicales de 2, 3 y 4 cámaras. Se estratificó a los pacientes en 3 categorías según su deformación tisular ventricular longitudinal (DTVl) y se registró el tiempo transcurrido al primer evento EACM o muerte.

### Resultados

Hubo diferencia significativa entre el número de eventos observados entre las categorías de la DTVl ( $p = 0.02$ ), y en sobrevida ( $p = 0.01$ ). Los pacientes con  $DTVl \geq 12.6$  tuvieron la mejor sobrevida y la menor incidencia de ECMA. Los de DTVl de 8.1 a 12.6 tuvieron sobrevida similar, aunque mas complicaciones. Los pacientes con  $DTVl \leq 8$  tuvieron la peor sobrevida y la mayor morbilidad.

### Conclusiones

En pacientes con ICFEp, la DTVl identifica aquellos con mayor incidencia de ECMA y mortalidad.

## Planteamiento del problema

### Antecedentes

La deformación tisular (DT) es un nuevo método que permite cuantificar el desempeño cardiaco a través de la utilización de diversas modalidades de imagen a cardiovascular. La DT tiene importantes implicaciones pronósticas en múltiples patologías cardiacas. Recientemente se ha relacionado que el deterioro de la deformación ventricular como una expresión temprana de disminución de la función sistólica cardiaca, que, en el tiempo, puede manifestarse a través del desarrollo de insuficiencia cardiaca (IC) clínicamente manifiesta y repercutir de manera negativa en la morbilidad y mortalidad cardiovasculares.

La DT, también conocida como deformación miocárdica (o *strain* en inglés) se ha descrito en múltiples estudios de cardiomiopatías, para identificar pacientes de alto riesgo. En general ha demostrado un buen desempeño y rendimiento, siendo una herramienta concisa, clara, reproducible y con poca variabilidad inter- e intra- observador. No obstante, la adquisición de imágenes para cuantificar la deformación miocárdica se ha realizado principalmente utilizando el ecocardiograma, lo que limita su precisión por la variabilidad inter-operador y por las ventanas ecocardiográficas. Recientemente, la resonancia magnética cardiaca (RMC) se ha posicionado como el nuevo estándar para el estudio anatómico y de imagen cardiaca al eliminar la variabilidad inter- operador y ofreciendo un número infinito de proyecciones.

La IC en los países desarrollados y en vías de desarrollo representa un grave y creciente problema en materia de salud y en gastos público. Consume una importante

cantidad de recursos económicos, humanos y sanitarios, y los pacientes cursan con mala la calidad de vida.

Tradicionalmente el seguimiento, el pronóstico y el tratamiento de la IC se encuentran vinculados a la fracción de expulsión (FE). Una importante limitación es que la presencia de IC no depende del valor de la FE. Pacientes con ICFEp tienen menor mortalidad que aquellos con ICFEr, esta categoría de IC s continúa creciendo como un grupo de alto riesgo y con mayor mortalidad que el resto de la población.

### Planteamiento del problema

El pronóstico, el seguimiento y el tratamiento de los pacientes con IC se dictaba sobre la base a una disminución del valor de la FE, pero ¿qué sucede con los pacientes con IC y que tienen una fracción de expulsión preservada (ICFep)?

Para este particular grupo, aún no existe un elemento validado que permita a los clínicos identificar el riesgo individual para intentar definir medidas preventivas y terapéuticas más intensas. ¿Podría la DT ayudarnos a establecer en pacientes con ICFep un nuevo grupo de riesgo? Si sometemos a los pacientes a RMC ¿podremos aumentar la precisión diagnóstica de nuestros resultados? Y como lo es para la FE, ¿será posible definir un valor de corte de la DT a partir del cual podamos clasificar el riesgo?

### Objetivo General

Determinar si la tasa de deformación longitudinal ventricular izquierda en pacientes mexicanos con cardiopatía isquémica y fracción de expulsión preservada (>50%) o de rango intermedio (40 – 49%) puede establecerse como un factor, sensible y temprano, de

morbilidad cardiovascular o mortalidad a 12 meses.

### Objetivo Específico

Determinar un valor de corte relacionado con el aumento del riesgo cardiovascular dentro de la población estudiada.

### Hipótesis

El deterioro de la tasa de deformación longitudinal del ventrículo izquierdo en pacientes mexicanos con cardiopatía isquémica y FE preservada (>50%) o de rango intermedio (40 – 49%) aumenta el riesgo de complicaciones cardiovasculares, reingresos hospitalarios y muerte de cualquier causa.

### Hipótesis Nula

El deterioro de la tasa de deformación longitudinal del ventrículo izquierdo en pacientes mexicanos con cardiopatía isquémica y FE preservada (>50%) o de rango intermedio (40 – 49%) no aumenta el riesgo de complicaciones cardiovasculares, reingresos hospitalarios y muerte de cualquier causa.

### Justificación

En los últimos años, en nuestro medio, la IC es un problema creciente cuya incidencia ha aumentado dramáticamente. Desafortunadamente no tenemos cifras precisas de la incidencia de IC, pero es una de las enfermedades cardiovasculares más frecuente en la clínica de cardiología, en admisiones y defunciones hospitalarias.

A nuestro conocimiento, hoy en día no existe información que describa los valores

normales de la DT para población mexicana, como tampoco existe un valor de referencia de la tasa de DTVL que permita identificar grupos de riesgo alto. La poca evidencia disponible se basa en determinaciones ecocardiográficas en donde poblaciones mexicanas e hispánicas están poco representadas.

La medición de la DTVL en pacientes mexicanos con cardiopatía isquémica y FE preservada pudiera identificar pacientes de riesgo alto que podrían beneficiarse de un seguimiento más estrecho y del tratamiento óptimo para ICfEr.

Una identificación temprana permite iniciar un tratamiento en una fase subclínica, lo que podría traducirse en mayor sobrevida, mejor calidad de vida, y posiblemente un menor gasto en salud.

#### Alcance

El alcance de este estudio está limitado a los pacientes con cardiopatía isquémica preexistente. Parearlos contra controles sanos resulta difícil ya que el número de pacientes “sanos” que cuentan con una resonancia magnética cardíaca previa registrada en nuestro sistema es reducido. Además, el promedio de edad de quienes ya cuentan con estudios “normales” es entre dos y tres décadas menores que en el grupo en estudio. De esta misma manera, aplicar el método de DT para tratar de estimar los desenlaces cardiovasculares en pacientes con otros tipos de patologías cardíacas (excepto la patología valvular) representa el mismo problema debido a que sería complicado obtener una muestra representativa de estos pacientes por la baja incidencia de cardiomiopatías (dilatadas, restrictivas, infiltrativas y otras).

El seguimiento en el tiempo para los pacientes de este protocolo es corto. Fue

necesario truncar la selección de pacientes hasta julio del 2017 para poder darle la misma cantidad mínima (en meses) de seguimiento a cada uno de los pacientes participantes. No se incluyeron pacientes de fechas previas al 2014 ya que el protocolo de adquisición de imágenes de la resonancia cardiaca no abordaba todas as proyecciones necesarias para el cálculo de la DT.

## Marco Teórico

Actualmente la insuficiencia cardiaca es una epidemia de salud en el mundo. Se estima que existen casi 6 millones de pacientes en Estados Unidos con IC, lo que representa o el 1 – 3% de la población.[1, 2] Se calcula que para el año 2030 la cifra aumentará a 8 millones, lo que representa una incidencia >40%.[2] En otros países desarrollados se observa un comportamiento similar. En España en el año 2000, la incidencia fue de 895 casos/ cada 100,000 habitantes y en el año 2007 se incrementó a 2,126/ 100,000 habitantes.[2]

En los países en vías de desarrollo se observa un patrón similar con un incremento de la prevalencia muy parecido al de los países desarrollados, con la diferencia de la falta de un buen sistema de detección y/o registro. A la fecha, solo Brasil reporta una casuística de 200 casos/100,000 habitantes por año, cifra muy por debajo del promedio de los países industrializados. La mayoría de los países de América Latina, incluyendo México, carecen de sistemas para detección ,diagnóstico y tratamiento especializado.

La IC se clasifica en 3 categorías de acuerdo con la FE: IC con fracción de expulsión reducida (ICFEr) FE < 40%, IC de rango intermedio (ICFEri) con FE entre 40 y 49% y la IC con fracción de expulsión preservada (ICFEp) que incluye una FE >50%. Estas dos últimas categorías han cobrado particular interés ya que no se ha podido determinar con exactitud el mecanismo fisiopatológico que condiciona el deterioro de la FE. Es por que la incidencia global de la IC se ha incrementado a expensas de estos dos grupos. Característicamente la ICFEp tiene una incidencia >50%, la ICFEr representa un tercio del total y la ICFEri aproximadamente el 15%[3]

La carga económica que la IC representa para los pacientes y para los sistemas de atención en salud es muy importante debido al seguimiento estrecho y el costo de las diferentes modalidades de tratamiento. Mas allá del impacto global como epidemia de salud, los pacientes con IC tienen una alta incidencia de morbilidad, mortalidad y múltiples ingresos hospitalarios, afectando su calidad de vida y representa un alto gasto para su economía personal.[1, 4] La evidencia actual sugiere que la mortalidad a corto plazo (60 a 90 días) de la ICfer y la ICfep oscila alrededor del 5 – 12%, con una tasa de re-hospitalizaciones del 22 al 30%.[1, 2] Se ha descrito una incidencia de muerte súbita (MS) menor en la ICfep comparada con la ICfer, sin embargo, aún representa un 25% de la mortalidad dentro del grupo con ICfep. Los pacientes con ICfep tienen una tasa de re-hospitalización de casi 1.4 veces por año con un riesgo de reingreso de 20% a 30 días y de 50% a 1 año.[1]

La incidencia de la ICfep no se ha estudiado a profundidad entre las diferentes etnias y subpoblaciones mundiales. El estudio MESA (Estudio multiétnico de la aterosclerosis, por sus siglas en inglés) en Estados Unidos de América es la única evidencia que aborda las diferencias raciales. El estudio identificó que la incidencia de ICfep fue similar entre los distintos grupos étnicos como sajones, hispanos, afroamericanos y chinos.[1] No obstante, es posible que estas poblaciones no estuvieron bien representadas dentro del estudio, particularmente los hispanos, por una muestra reducida.

Actualmente la evidencia disponible en las diferentes categorías de IC no arroja resultados concluyentes en términos de mortalidad.[1] Por otra parte, sugiere que el riesgo de la ICfep aumenta con la edad, el sexo femenino (duplica riesgo), obesidad, antecedente de cardiopatía isquémica, valvular o estructural, hipertensión, diabetes o la fibrilación

auricular.[3]

La resonancia magnética cardíaca (RMC) es una modalidad de imagen que permite visualizar la anatomía y el movimiento de la pared ventricular sin las limitaciones de la ecocardiografía dependientes de la situación anatómica, orientación espacial del corazón, posición del ventrículo izquierdo en relación con el transductor, la sobredistensión pulmonar o el exceso de tejido adiposo. La RMC evita estas limitaciones y además permite realizar reconstrucciones tridimensionales y cines en tiempo real a través de un sin número de proyecciones.

Con el desarrollo del método de DT miocárdica, la RMC constituye una herramienta esencial, altamente reproducible y con poca variabilidad para determinar diferentes aspectos de la función cardíaca.[5] La caída en la DT se ha correlacionado con eventos cardiovasculares mayores (ECMA) y alta mortalidad en diversas cardiomiopatías como infiltrativas, hipertróficas, dilatadas, valvulares aórticas, etc.[6]

La cuantificación de la deformación miocárdica por RMC-DT por seguimiento de píxeles es una técnica capaz de detectar enfermedades cardíacas en fase subclínica (inclusive meses o años antes de manifestarse). Actualmente, existe poca evidencia los valores de referencia normales [6] La mayor parte de los registros se han realizado en poblaciones anglosajonas, y la población hispana ha tenido poca representatividad . Considerando el fenotipo del paciente mexicano caracterizado por diferencias físicas, alta prevalencia de obesidad (>70%) y la alta predisposición étnica para enfermedades cardiovasculares, es factible anticipar que en nuestra población existen distintos valores de DT en comparación con los registros americanos y europeos. Esta aseveración pudiera aplicarse para pacientes con y sin enfermedad cardiovascular.[7, 8]

La DT, permite identificar enfermedades cardiovasculares en estadios tempranos, lo que permitiría un tratamiento óptimo temprano y una mejor evolución a largo plazo.

Mediante la tasa de DT ventricular (DTV) es posible medir y caracterizar la contracción a nivel de las fibras miocárdicas, inclusive a nivel celular. Dichas fibras se encuentran organizadas de manera longitudinal, radial y circunferencial. Para cada una de las orientaciones es posible medir un valor representativo de la DT. El acortamiento y la deformación sincronizada de las fibras, dispuestas en múltiples orientaciones espaciales, derivan en la contracción miocárdica y en la función sistólica global del ventrículo izquierdo.[9] La alteración de cualquiera de los parámetros de DTV puede ser tan sutil, que podría no modificar la FE.[10] El mecanismo que sostiene la FE es desconocido, pero es posible que mientras la deformación tisular puede reducirse en relación a una de las tres orientaciones espaciales de las fibras, las otras dos aumentan su deformación para ejercer un efecto compensatorio. De esta manera el corazón logra mantener la función global de bomba y el gasto cardíaco dentro de valores normales y con el menor cambio posible en la FE. Por esta razón, la FE, condicionada por un cálculo geométrico, puede no reflejar disfunción miocárdica en ventrículos con remodelación, sobrecargas de presión o de volumen o bien en aquellos con afectaciones regionales.[10] Por otra parte, hay que resaltar que a diferencia de la FE, la DT es una medida de contractibilidad independiente de la precarga y que refleja de manera fidedigna la función sistólica ventricular.

Entre las diferentes tasas de deformación tisular, longitudinal (DTV<sub>L</sub>), circunferencial (DTV<sub>C</sub>) o radial (DTV<sub>R</sub>), la más susceptible al daño isquémico (micro o macro vascular) es la DTV<sub>L</sub>. Aunque no existe un consenso o guía validada que favorezca el uso particular de una de estas variantes, se cree que la más sensible es la DTV<sub>L</sub>. [11]

Esto se debe en gran parte a que la mayor cantidad de las fibras longitudinales están localizadas en el endocardio, la región más distal a las arterias epicárdicas.[12] Su misma ubicación anatómica las hace más vulnerables a la hipoperfusión (al daño isquémico) y al desarrollo de fibrosis intersticial independientemente de cual haya sido el mecanismo del daño.[13]

La hipoperfusión y la fibrosis que se originan de defectos en la microcirculación forman parte de un proceso complejo que culmina con el “endurecimiento” ventricular. La inflamación también juega un papel importante, en el establecimiento de hipoperfusión y el desarrollo de fibrosis. La inflamación favorece la disfunción del endotelio vascular a través de una disminución en la biodisponibilidad del óxido nítrico, lo cual limita la vasodilatación y genera pequeñas áreas de tejido isquémico, necro-apoptosis, y finalmente tejido cicatrizal que a su vez activa un proceso inflamatorio perpetuando un círculo vicioso.[14] El miocardio pierde su elasticidad debido a que sufre repetidas lesiones por estrés oxidativo a nivel celular y mitocondrial condicionando alteraciones en la matriz extracelular, lo que favorece el depósito de colágeno (fibrosis). Este sustituye lenta y progresivamente a los cardiomiocitos “endureciendo” al miocardio.[14]

A la fecha, la RMC es el estándar de oro para la determinación de los volúmenes de llenado y las fracciones de expulsión de las 4 cavidades cardíacas. La determinación de valores medios de la tasa de DTVL en una muestra de pacientes con cardiopatía isquémica podría reflejar una tendencia del promedio de DTVL en nuestro medio. Otra ventaja de la DTV en el ambiente de la RMC, es que no existe la necesidad de utilizar contraste (gadolinio), por lo que los pacientes no son expuestos al riesgo de reacciones alérgicas y nefrotoxicidad.[15] Esto convierte a la RMC en una herramienta atractiva para utilizarse

en población con enfermedad renal crónica considerada de alto riesgo para complicaciones cardiovasculares.

Recientemente se ha relacionado la caída en la tasa de la DTVL a ECMA. Esta observación ha demostrado ser altamente precisa y con poca variabilidad inter e intra observador.[15] La FE nos ha servido por años como factor pronóstico del riesgo cardiovascular y muerte, sin embargo es imperfecta y comparada contra la DTVL parece tener limitaciones .[16, 17]

La FE es altamente dependiente de la precarga ventricular, parámetro que puede alterarse cuando los pacientes presentan alteraciones estructurales miocárdicas que trastornan la geometría ventricular o cuando su estado de balance hídrico no es óptimo.[18, 19] Es posible que las implicaciones pronósticas de la DTVL sean no solo más precisas, si no que nos permitan identificar a pacientes de alto riesgo en estadios más tempranos de la enfermedad .[16, 20]

Después de un infarto del miocardio (IM), el pronóstico depende la extensión del infarto, el área de miocardio en riesgo y de la FE residual. Tradicionalmente la FE es una variable independiente para mortalidad inversamente proporcional; a mayor FE menor mortalidad.[21] Por su sensibilidad y respuesta en relación con cambios más sutiles y tempranos de la función cardiaca, la DTVL puede tener un valor agregado como parámetro predictivo de morbilidad y mortalidad.

El uso de la DTVL se ha validado en poblaciones anglosajonas con muestras reducidas . La evidencia sugiere en pacientes con ICfEp, tasas de DTVL inferiores a las de la población sana y en aquellos con cardiopatía isquémica valores de DTVL aún más reducidos , que se han correlacionado con un riesgo aumentado (5 veces más) de re

hospitalización, exacerbaciones de insuficiencia cardíaca y muerte de origen cardiovascular.[22–24] Por otro lado, los pacientes con DTVL relativamente preservada sufren menos eventos adversos independientemente de una FE por debajo de 35-40%.[25, 26]

La gran mayoría de los estudios han analizado la DTVL mediante ecocardiografía, por lo que la variabilidad inter operador y las variantes anatómicas de los pacientes son factores que podrían restar precisión a la medición de la DT.[27–29] Los valores de la DT pueden ser intercambiables entre la resonancia y el eco, sin embargo la técnica de adquisición de imágenes es la que representa un verdadero reto cuando se utiliza la ecocardiografía .[30]

Es necesario realizar un estudio poblacional para determinar el significado pronóstico de la disfunción sistólica subclínica en mexicanos.[31] En el futuro la DTVL podrá permitirnos reclasificar a los pacientes con ICFEp e ICFEri para brindarles a estos pacientes una mejor atención que impacte favorablemente su sobrevida.[32] Esta medida es de particular importancia ya que los pocos registros de IC que existen para la población mexicana indican que la forma predominante de IC en nuestro país es la de FE preservada, representando un 65% del total de los pacientes.[33]

## Metodología

### Diseño del estudio

La estructura de este protocolo se elaboró en base a las guías STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology statement*) para la elaboración de estudios observacionales de acuerdo con *E. von Elm et al. / Journal of Clinical Epidemiology 61 (2008) 344-349*.

### Clasificación del estudio

Investigación clínica y observacional.

### Población

Para este protocolo se incluyeron pacientes con antecedentes clínicos de cardiopatía isquémica: infarto al miocardio, angina de pecho estable o inestable, isquemia clínicamente silente, pero con resonancia magnética de corazón previa positiva para isquemia al reto farmacológico con adenosina o todo paciente con resonancias contrastadas y con realce tardío positivo compatible con necrosis cardiaca.

### Universo, muestra y tamaño de muestra

El universo de la muestra está comprendido por todos los pacientes que se hallan sometido a resonancia magnética de corazón en cualquiera de los hospitales del TecSalud y cuyo resultado sea compatible con necrosis y/o isquemia. La muestra es conveniente e incluirá a todos los pacientes dentro del periodo de búsqueda especificado de 42 meses.

## Selección de los participantes

El periodo de búsqueda fue arbitrariamente definido y limitado a 3 años. Se incluirán en el estudio todas las resonancias magnéticas de corazón con isquemia o necrosis desde enero del 2014 hasta Julio del 2017. La búsqueda se elaborará a través del expediente electrónico del sistema TecSalud y utilizando la licencia de la plataforma Carestream PACS (*Picture Archiving Communication System*). Se utilizarán los siguientes filtros de búsqueda: “MR” (*Magnetic Resonance*) para el tipo de estudio, “corazón” y “heart” para el órgano involucrado, así como los filtros de fecha para el periodo predeterminado.

## Criterios de inclusión

- Pacientes de ambos sexos.
- Mayores de 20 años.
- Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado del TecSalud al ingreso del hospital (al acudir al estudio de resonancia cardiaca).
- Pacientes con cardiopatía isquémica documentada en el expediente clínico.
- Pacientes con resonancias magnéticas de corazón con hallazgos compatibles con necrosis o isquemia.
- Pacientes que cuenten con expediente clínico completo.

## Criterios de exclusión

- Mayores de 85 años.

- Pacientes que a criterio de los investigadores padezcan de enfermedades no cardiovasculares las cuales les confieran una expectativa de vida inferior a los 12 meses.
- Pacientes con FE < 40%
- Cardiopatía de etiología no isquémica como:
  - Infiltrativas (amiloidosis y sarcoidosis)
  - Cardiomiopatía dilatada idiopática
  - Cardiomiopatía hipertrófica idiopática
  - Pacientes con hipertensión arterial pulmonar o hipertensión pulmonar
  - Patología valvular (estenosis o insuficiencia) moderada o severa
  - Patología estructural o anatómica congénita
  - Enfermedades cardíacas que a consideración de los investigadores alteren de manera importante la función ventricular
  - Miocarditis (definida por los criterios imagenológicos de Lake Louise para las resonancias magnéticas de corazón)
  - Síndrome de Takotsubo o cardiomiopatía inducida por estrés

#### Materiales

- Programa computacional Carestream RIS de Vue Solutions versión 11.4.1.18
- Programa computacional Carestream PACS de Vue Solutions versión 11.4.1.18
- Programa computacional Medis de Medis Suite versión 3.0.18.0
  - Programa computacional QStrain de Medis Suite versión 2.0.30.0
  - Programa computacional QMass de Medis Suite versión 8.0

- Programa computacional Stata versión 14.2 de StataCorp LLC College Station, Tx.
- Programa computacional ALERT PFH – Life Sciences Computing versión 2.7
- Procesador de texto Microsoft Word para Mac versión 16.17
- Hoja de cálculo Microsoft Excel para Mac versión 16.17
- Generador de tablas y diagramas Lucidchart de Lucid Software Inc. versión 2018
- Resonancia Magnética Nuclear Siemens Equipo modelo AERA versión Syngo MR D13 con Magnetom de 1.5 Teslas y con número de serie 41280
- Monitor de signos vitales compatible con resonancia magnética modelo Veris de Medrad.
- 2 computadoras portátiles MacBook Pro de Apple modelo 2012-2016.
- 1 disco duro externo WD Elements de 2 gigabytes marca Western Digital modelo WDBU6Y0020BBK-WESN (protegido por contraseña).

## Procedimiento

Para el estudio se seleccionaron a todos los pacientes con cardiopatía isquémica preexistente o con resonancias magnéticas de corazón con los hallazgos correspondientes a isquemia o necrosis, realizados dentro de las fechas predefinidas y que además cuenten con expedientes clínicos electrónicos de consulta u hospitalización del sistema TecSalud.

Su información clínica será recolectada en la hoja de captura de datos versión 1.0 de este protocolo. Los antecedentes médicos de los pacientes serán todas aquellas condiciones médicas y factores de riesgo preexistentes previos a la captura de las imágenes de la RMC. Para los desenlaces clínicos (objetivos primario y secundario) se tomarán en cuenta todos los eventos posteriores a la adquisición de imágenes de la RMC. Los eventos

de interés para el protocolo son los reingresos hospitalarios por enfermedad vascular cerebral, insuficiencia cardiaca, cardiopatía isquémica, infarto al miocardio, angina de pecho, enfermedad vascular periférica, complicaciones tromboembólicas, arritmias cardíacas o muerte de cualquier origen.

Los pacientes serán divididos en dos grupos . Pacientes con ICFEp y aquellos con ICFE de rango intermedio.

Se revisaron estudios de imagen obteniendo la FE del ventrículo izquierdo medida por RMC y se calculará la tasa de DTVL con el método de seguimiento de pixeles promediando la DTVL obtenida de las reconstrucciones de las imágenes de RMC en proyecciones apicales de 2, 3 y 4 cámaras.

Las resonancias serán reinterpretadas por 1 solo cardiólogo especialista y certificado en imagen cardiovascular, así como el post proceso de las imágenes y el cálculo de las tasas de deformación ventricular longitudinal.

La captura de la información se llevará a cabo por los subinvestigadores en la hoja de captura de datos versión 1 del protocolo. El registro de los datos será por vía electrónica utilizando solamente 1 de las computadoras y programa Excel para Mac versión 16.17. La información se almacenará en un disco duro externo protegido con contraseña de 12 caracteres y con encriptación de 16-bits.

Para la selección de imágenes y el pos-proceso de estas se utilizará el programa computacional QMass de Medis Suite versión 8.0 y para el cálculo de la DTVL se utilizará el programa computacional QStrain versión 2.0.30.0 de Medis Suite versión 3.0.18.0. La deformación tisular longitudinal del VI será medida en reconstrucciones de 2, 3 y 4 cámaras. En cada una de las proyecciones se definirán manualmente los límites del

endocardio y del epicardio en la diástole máxima y en sístole, con esto se definen los patrones de desplazamiento del miocardio a través del rastreo de motas (grupos de píxeles) y su movimiento durante el ciclo cardiaco. Los grupos de motas deberán definirse entre el límite del miocardio compactado y el no compactado del ventrículo izquierdo.

Una vez seleccionadas las imágenes y se cuantificará automáticamente su desplazamiento lineal desde la diástole hasta la sístole utilizando el programa QStrain. El resultado será mostrado como el valor promedio de la DTVL para cada paciente.

Para determinar el estado clínico de cada paciente se utilizarán los expedientes electrónicos institucionales y particulares (de cada médico tratante) para identificar los desenlaces clínicos en un seguimiento a 12 meses. De no ser posible determinar el estado de algún paciente mediante la revisión de expedientes, se intentará contactar a su médico tratante a través de vía telefónica o de manera presencial para aclarar la información.

Por último, se procesará la información obtenida para evaluar si existe una relación de la tasa de DTVL y los desenlaces clínicos, que sea independiente de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo.

## Lugar

Este protocolo de investigación será llevado a cabo dentro del Instituto de Cardiología y Medicina Vascular del Centro Médico Zambrano Helió, así como dentro de la Sala de Interpretación de Imagen del departamento de Radiología del Hospital Zambrano Helió. Ambas instituciones pertenecientes al grupo TecSalud y están localizadas en el municipio de San Pedro, Garza García dentro del estado de Nuevo León, México.

## VARIABLES Y SU DEFINICIÓN OPERATIVA

- La FE ventrículo izquierdo es una variable aleatoria continua y cuantitativa que será utilizada como control y está expresada en porcentaje (%).
- La tasa de DTVL del ventrículo izquierdo es una variable aleatoria continua y cuantitativa que será la variable experimental. Se expresa en porcentaje (%) y por convención en números negativos. Tomando los reportes de la literatura como referencia, se consideraron como normales los valores que van desde -16% hasta -22% en la tasa de deformación lineal. Los valores superiores a -16% (tomando en cuenta de que es un número negativo) se consideraron como patológicos, es decir como con disminución en su tasa de deformación. Los valores inferiores a -22% salen de los límites de referencia y no necesariamente son indicativos de patología por lo que fueron considerados como normales.
- Isquemia en el resultado de la resonancia magnética de corazón. Variable cualitativa que se interpretó con una distribución binaria: isquemia positiva o isquemia negativa.
- Necrosis en el resultado de la resonancia magnética de corazón. Variable cualitativa interpretada de manera binaria como necrosis presente o necrosis ausente.
- Tiempo de evolución al primer evento cardiovascular mayor (en días).

## DEFINICIONES

Se utiliza el concepto de *Strain* (en inglés) para hacer referencia a la tasa de deformación tisular miocárdica.

La morbilidad cardiovascular se definirá por la ocurrencia de los siguientes ECMAs dentro de los 12 meses posteriores a la visita de la toma de la resonancia magnética. Los eventos relevantes que se adjudicarán a la morbilidad son los siguientes:

- Reingresos al hospital
- Síndrome de insuficiencia cardíaca
- Síndrome coronario agudo (infarto con elevación del ST, infarto sin elevación del ST y angina inestable)
- Arritmia cardíaca (excepto arritmias respiratorias, fisiológicas y taquicardia o bradicardia sinusales)
- Enfermedad vascular cerebral o Ataque isquémico transitorio
- Tromboembolismo pulmonar

#### Técnicas de análisis estadístico

Los resultados serán analizados en relación con el tipo de variable y su distribución y se expresarán como corresponde, media y desviación estándar para variables cuantitativas de distribución normal y mediana y rangos intercuartiles para variables cuantitativas de distribución anormal. Las variables cualitativas se expresarán en frecuencias y porcentajes. Para la comparación entre grupos, utilizaremos la prueba de Chi cuadrada para variables categóricas y prueba de T de Student, Mann-Whitney U, o Kruskal Wallis para variables continuas. Además, utilizaremos prueba de Pearson para la correlación entre la fracción de expulsión (FE) y la DTVL (o GLS por sus siglas en inglés). Finalmente realizaremos curvas de Kaplan-Meier comparadas con prueba de log-rank. Se considerará un valor alpha de 0.05 en dos direcciones como límite estadísticamente significativo y además, se describirán

los intervalos de confianza del 95%. Todos los análisis se realizarán con el programa estadístico Stata 14.2 (College Station, Tx).

#### Instrumentos

Se utilizará la hoja de captura de datos versión 1.0 del protocolo ID FORECAST. El diseño de la hoja se encuentra en los anexos del protocolo.

#### Aspectos Éticos

De acuerdo con el ARTICULO 17, inciso II, de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, este estudio es clasificado sin riesgo ya que no se someterá a las pacientes a lesión física, puesto a que solo se elaborará una revisión de expedientes y archivos clínicos. Éste protocolo solo emplea el riesgo del manejo de datos, para el cual se desarrollo una hoja de captura de datos que protege la identidad de cada paciente que se encuentra incluido dentro del estudio. La privacidad de los datos de los pacientes está protegida evitando el uso de nombres o información personal mas allá de las características clínicas y médicas de cada individuo. A los pacientes se les asignó el mismo número de registro que les otorgó el hospital durante la toma del estudio de imagen. Además, la información no será compartida por vía electrónica y será resguardada en físico dentro un disco duro protegido encriptado y protegido con contraseña.

#### Conflictos de interés

Ninguno de los autores declara algún conflicto de interés académico o económico.

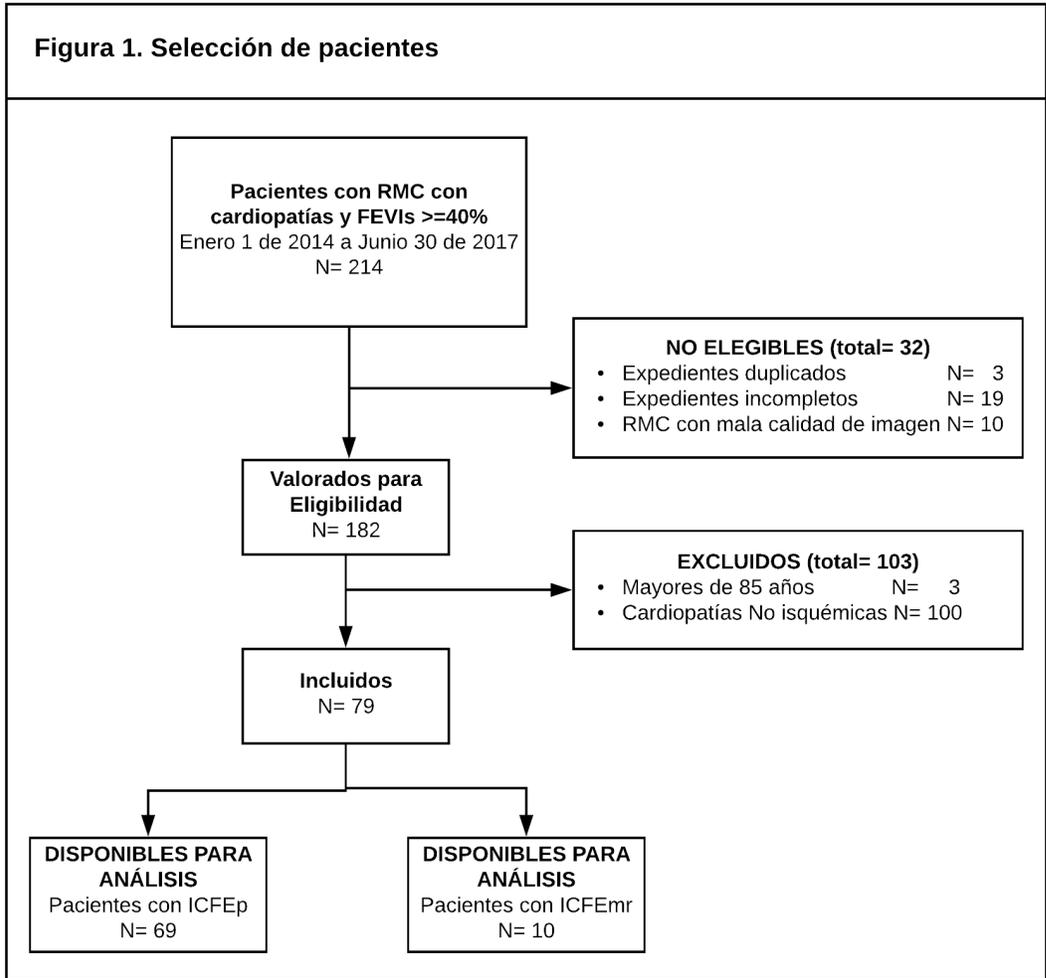
#### Financiamiento

El desarrollo de este protocolo no requiere de financiamiento.

## Resultados

Se revisaron los expedientes clínicos del TecSalud desde el 01 de enero del 2014 al 30 de junio del 2017 y se identificaron 214 pacientes con resonancias magnéticas de corazón y fracción de expulsión ventricular izquierda con valores iguales o superiores a 40% como se muestra en la Figura 1. Treinta y dos pacientes no fueron elegibles para análisis, de los cuales, 3 pacientes se encontraban duplicados en el sistema de expedientes, 19 pacientes tenían expedientes con información clínica incompleta. Se detectaron 10 estudios de resonancia magnética cardiaca que no permitieron el procesamiento de la tasa de DT ventricular izquierda debido a mala calidad de imagen o por contar con adquisiciones incompletas de las imágenes necesarias. Ciento tres pacientes fueron excluidos del análisis, 3 pacientes por ser mayores a la edad contemplada por el protocolo y otros 100 por padecer cardiopatías no isquémicas. En total se incluyeron 79 pacientes, 69 con ICFEP y 10 con ICFEri. Las características basales de todos los pacientes de la cohorte incluidos para el análisis se muestran en la Tabla 1.

Los pacientes que cumplieron el objetivo primario de reingresos hospitalarios por condiciones cardiovasculares y/o muerte de cualquier causa tenían en promedio una edad superior a quienes no presentaron eventos, 63.9 años vs. 60.6 años respectivamente. También se identificó una fracción de expulsión ventricular izquierda discretamente menor (en promedio) con 59% vs. 59.7% respectivamente, así como una tasa de deformación ventricular longitudinal izquierda “mas baja” con -17.2 vs. -18.2. Esta comparación puede observarse en la Tabla 2.



Se observaron un total de 49 eventos de reingresos hospitalarios por condiciones cardiovasculares o muerte en 43 pacientes. Las causas más frecuentes de reingresos fueron la presencia de angina inestable 51.02% (25/49), insuficiencia cardiaca aguda 12.24% (6/49), fibrilación auricular 8.16% (4/49), enfermedad vascular cerebral, síncope y mortalidad por cualquier causa, todos con un 4.0% cada uno (2/49), el resto de los eventos tuvieron una frecuencia de uno. El resto de los eventos se observa en la Tabla 3.

<b>Tabla 1. Características basales de los pacientes</b>		
<b>Característica clínica</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Género masculino	66 / 79	83.50%
Hipertensión Arterial	50 / 79	63.30%
Cardiopatía Isquémica	49 / 79	62.00%
Dislipidemia	43 / 79	54.40%
Tabaquismo	42 / 79	53.20%
Diabetes Mellitus	28 / 79	35.40%
Cx Revasc. Previa	16 / 79	20.30%
Insuficiencia Cardíaca	13 / 79	16.50%
Enfermedad Arterial Periférica	8 / 79	10.10%
Enfermedad Carotídea	7 / 79	8.90%
Enfermedad Vascul ar Cerebral	6 / 79	7.60%
Fibrilación Auricular	6 / 79	7.60%
EPOC	5 / 79	6.30%
Enfermedad Renal Crónica	4 / 79	5.10%
Portador de Marcapasos	0 / 79	0.00%
Edad (años)	63.9 (promedio)	38 - 85 (rango)
FEVI	59.6% (promedio)	+/- 9.9% (DS)
DTVL	-17.6 (promedio)	+/- 5.2% (DS)

\* Cx revasc. representa la Cirugía de revascularización coronaria con uso de hemoductos, EPOC Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, FEVI Fracción de Expulsión Ventricular Izquierda, DTVL Deformación Tisular Ventricular Longitudinal.

\*\* FEVI utilizó el porcentaje reportado en la resonancia magnética de cada paciente.

\*\*\* DTVL se empleó la relación del cambio de posición en pixeles con respecto al ciclo cardíaco.

<b>Tabla 2. Características de los pacientes por grupo</b>		
<b>Característica</b>	<b>Reingresos y/o muerte</b>	<b>Sin reingreso ni muerte</b>
Edad (años)	63.9 (promedio)	60.6 (promedio)
FEVI	59% (promedio)	59.7% (promedio)
DTVL	-17.2 (promedio)	-18.2 (promedio)

\* FEVI utilizó el porcentaje reportado en la resonancia magnética de cada paciente.

\*\* DTVL se empleó la relación del cambio de posición en pixeles con respecto al ciclo cardíaco.

<b>Tabla 3. Desenlaces por tipo</b>		
<b>Evento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Angina inestable</b>	25	51.02%
<b>ICC aguda</b>	6	12.24%
<b>Fibrilación Auricular</b>	4	8.16%
<b>Enf. vascular cerebral</b>	2	4.00%
<b>Síncope</b>	2	4.00%
<b>Muerte</b>	2	4.00%
<b>IAMEST</b>	1	2.04%
<b>IAMSEST</b>	1	2.04%
<b>Derrame</b>	1	2.04%
<b>STDA</b>	1	2.04%
<b>EPOC</b>	1	2.04%
<b>Trombo intracavitario</b>	1	2.04%
<b>HAS descontrol</b>	1	2.04%
<b>AAA</b>	1	2.04%
<b>Total</b>	49	100%

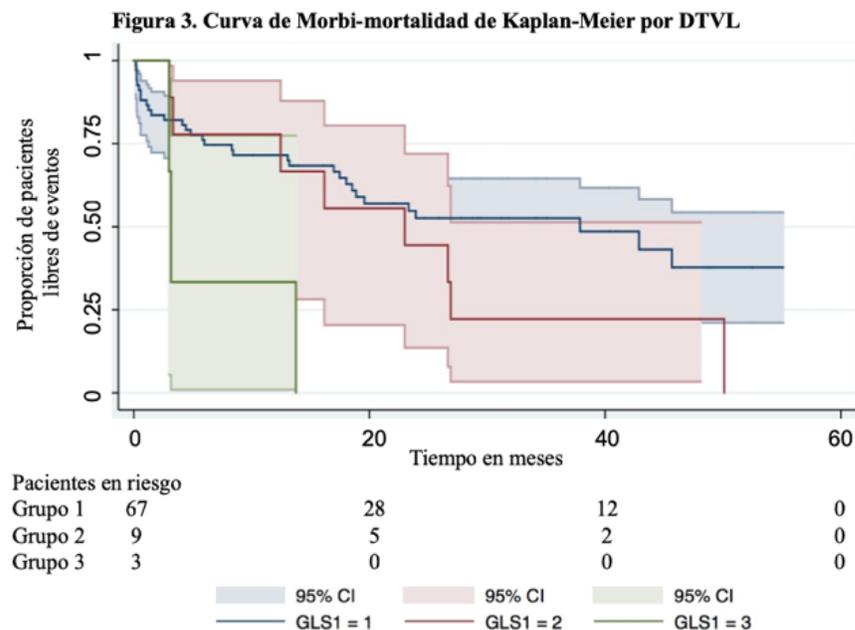
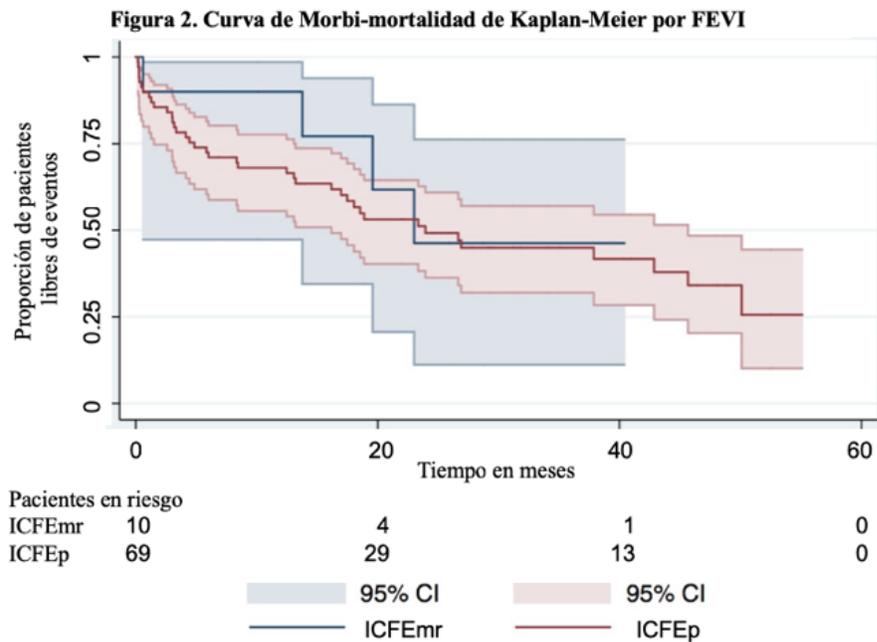
\* ICC representa Insuficiencia Cardíaca Congestiva, Enf. Enfermedad, IAMEST Infarto con elevación del segmento ST, IAMSEST Infarto sin elevación del segmento ST, STDA Sangrado de Tubo Digestivo Alto, EPOC Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, HAS Hipertensión Arterial Sistémica, AAA Aneurisma Aórtico Abdominal

## **Análisis y discusión de resultados**

Se realizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar si la fracción de expulsión ventricular izquierda tiene una distribución normal. Se demostró que la FEVI tiene una distribución diferente a la normal y se rechazó la hipótesis nula. El valor de  $W= 0.955514$  con un alfa bidireccional de 0.05. También se aplicó esta misma prueba para determinar la distribución de la tasa de DTVL izquierda, con lo que se pudo demostrar que la DTVL tiene una distribución normal para un alfa bidireccional de 0.05 con un valor de  $W= 0.98579$  y una  $P= 0.01421$ . Con este análisis se confirmó la hipótesis del estudio. Se aplicó una correlación de Spearman a la FE ventricular izquierda y la tasa de DTVL izquierda obteniendo una rho de 0.473 lo que se interpreta como una correlación directamente proporcional (por ser una rho positiva) y moderada entre las dos variables. Esta correlación se puede traducir a que en un 47.3% de las ocasiones, los resultados de la FEVI y la DTVL exhibirán el mismo tipo de comportamiento en relación con el objetivo primario de este protocolo.

En el análisis del tiempo de observación al evento, identificamos que la cohorte presentó un tiempo promedio de 20.27 meses para presentar su primer desenlace compuesto de reingreso o muerte, con un rango que va desde los 0.16 meses hasta los 55.10 meses. Para los pacientes con ICFEri se presentó un evento compuesto de ingreso hospitalario o muerte cada 50 meses ( 2 casos por cada 100 meses-persona) mientras que para los pacientes con insuficiencia cardiaca de FE preservada se observó un evento por cada 37 meses (2.7 casos por cada 100 meses-persona). La incidencia de eventos en el tiempo fue validada con un análisis de Log-Rank, sin lograr demostrar una significancia

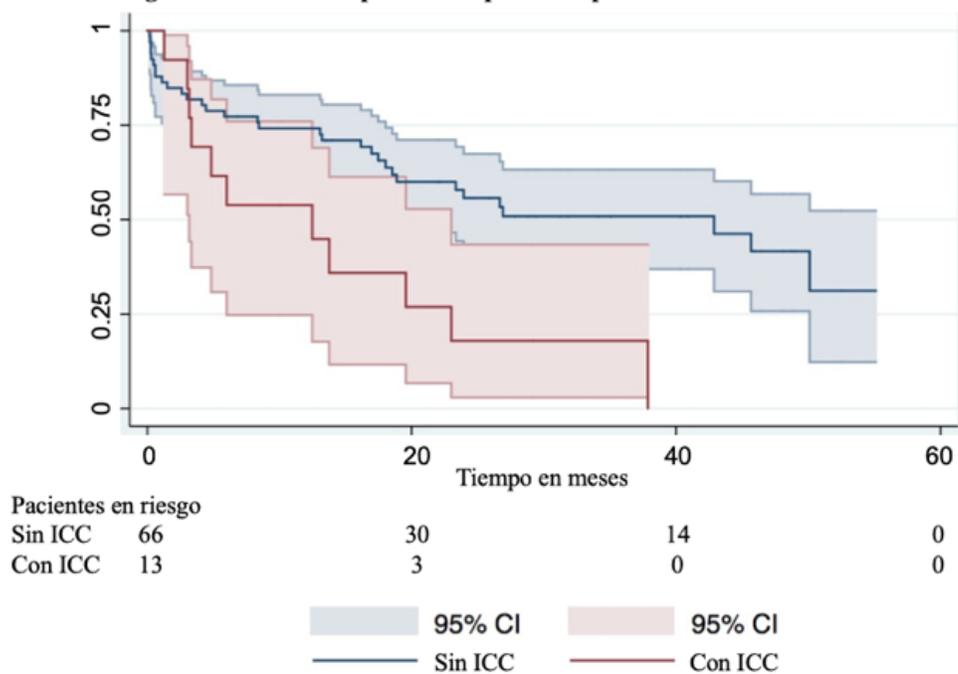
estadística mediante este método. En este estudio, la FEVI no afectó la incidencia de los eventos de morbi-mortalidad  $P= 0.5167$ . En la Figura 2, podemos observar la incidencia de eventos con respecto al tiempo. Se aprecian las dos categorías de la FEVI traslapándose entre sí ya que los intervalos de confianza fueron muy amplios.



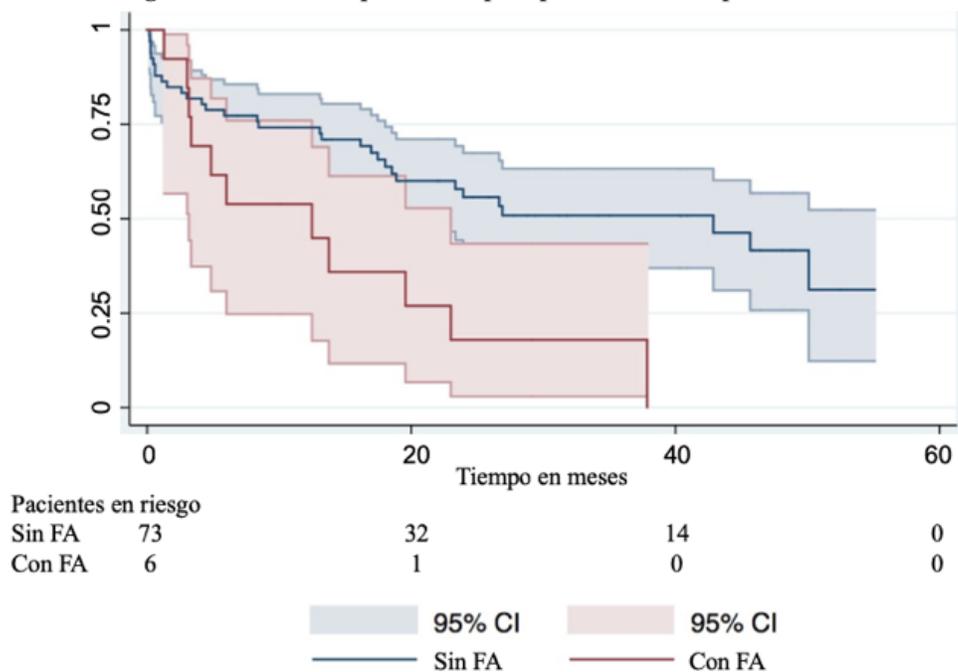
El análisis de las tasas de deformación ventricular longitudinal no permitió establecer uno o varios puntos de corte a partir de los cuales se pudiera estratificar el riesgo de los pacientes, ya que el tamaño de la muestra fue pequeño. No obstante, se utilizaron los puntos de corte sugeridos por Park. El corte en -12 ya había sido previamente sugerido por Stanton. Se dividió a los pacientes en tres categorías; los que contaban con DTVL con valores iguales o inferiores a -12.6 (Grupo 1), los pacientes con DTVL entre -12.6 y -8.1 (Grupo 2) y los pacientes con valores iguales o superiores a -8.1 (Grupo 3). Recordemos que la DTVL promedio en pacientes sanos propuesta por Vo et al es de -20.1 o inferior, y que la DTVL es considerada normal mientras se encuentre dentro de valores más negativos que -20.1 (+/-4). Los pacientes del protocolo se lograron clasificar en relación con su DTVL de la siguiente manera; 67 pacientes fueron asignados al grupo 1, 9 pacientes al grupo 2 y por último, 3 pacientes al grupo 3. Se efectuó un análisis de supervivencia entre los tres grupos utilizando curvas de Kaplan-Meier el cual se muestra en la Figura 3. De los 3 grupos, la función de supervivencia es menor en el grupo 3, con DTVL con valores superiores a -8. La mediana de supervivencia fue similar para los grupos 2 y 3. Los intervalos de confianza de los grupos se traslapan por lo que los resultados deben de ser validados mediante otra prueba.

Se observó que el menor número de individuos en riesgo está en el grupo 1 a los 40 meses de seguimiento, con un total de 12 pacientes. Para los pacientes del grupo 1 se presentó un caso por 43 meses de seguimiento, la incidencia de eventos del grupo 2 fue de un evento cada 26 meses y la del grupo 3 fue de un evento cada 6 meses.

**Figura 4. Curva de Kaplan-Meier para ICC preexistente**



**Figura 5. Curva de Kaplan-Meier para pacientes con FA preexistente**



Al aplicar el análisis de Log-Rank encontramos que las funciones de sobrevida son diferentes entre los distintos grupos de DTVL. En este caso, en comparación con los resultados observados en el análisis de la FEVI, hay una diferencia estadísticamente significativa en el número de eventos observados para la sobrevida con relación a la DTVL  $P= 0.0170$ . Como también hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el número de eventos observados entre las diferentes categorías de la DTVL con una  $P= 0.0254$ .

La sobrevida libre de eventos también se vio influenciada por otros factores de riesgo cardiovascular que presentaban los pacientes de la cohorte. Los pacientes que tenían como antecedente el diagnóstico de IC congestiva o fibrilación auricular (FA) también presentaron un aumento en el número de eventos observados. El grupo de pacientes sin IC tuvo una incidencia de un episodio por cada 45 meses mientras que el grupo de pacientes con ingresos previos por IC exhibió una incidencia de un caso cada 15 meses, como se describe en la Figura 4. Al aplicar la prueba de Log-Rank se demostró que la función de sobrevida es diferente entre los pacientes con y sin IC, alcanzando significancia estadística ( $P= 0.0042$ ). Por otra parte, el grupo de pacientes con FA tuvo una incidencia de un caso cada 15 meses, mientras que los pacientes sin FA tenían solo un evento cada 41 meses, tal como se muestra en la figura 5. Al elaborar el Log-Rank encontramos una diferencia estadísticamente significativa entre grupos con una  $P= 0.04$ .

El modelo de regresión de Cox, demostró un coeficiente de 0.29, lo que se traduce a que con cada año que transcurre, la probabilidad de tener un evento aumenta un 2.9%,

con un cociente de riesgo (HR) de la edad para el evento de 1.029, (P= 0.044, IC95% 1.000812 a 1.05962). Evaluando la presencia de IC con este mismo modelo, encontramos un coeficiente de 0.92 con un cociente de riesgo (HR) de 2.51. En otras palabras, la probabilidad de un evento aumenta un 150% en aquellos pacientes que tienen como antecedente IC. Una relación muy similar se observó para los pacientes con FA

## Discusión

Los resultados de este estudio sugieren que en una población de pacientes con ICFEp de origen isquémico, la cuantificación de la tasa de DTVL por encima de -12.6 es un factor independiente que podría asociarse a un incremento en el número de reingresos hospitalarios por diversas condiciones cardiovasculares y mortalidad por todas las causas. Para los pacientes mexicanos con ICFEp incluidos, el uso de la DTVL confiere un valor pronóstico superior al que ofrece la FEVI. La incidencia de morbi-mortalidad de los pacientes de nuestra comunidad exhibió un comportamiento similar al descrito en otras poblaciones. En nuestro análisis no fue posible establecer un punto de corte de la DTVL para debido a que la muestra fue reducida, sin embargo, se observó que cambios más significativos de la DTVL incrementan el riesgo de reingresos y mortalidad. En otras palabras, DTVL menos negativas se asocian a peor pronóstico. Este nuevo concepto de DT en pacientes hispanos y mexicanos con ICFEp isquémica, requiere de estudios prospectivos con mayores muestras para validar estos resultados. Otros factores predictores del riesgo fueron los antecedentes de IC o FA previa.

Es posible que en un futuro la DTVL RMC sea utilizada como herramienta en los pacientes con ICFEp para identificar estadios tempranos de disfunción ventricular en

pacientes con un mayor riesgo para modificar tratamiento y estilo de vida de manera oportuna.

Las debilidades de estudio son una muestra reducida, aunque el número de pacientes es representativo de nuestra comunidad. No se analizó el tratamiento médico y si recibieron intervenciones quirúrgicas o endovasculares. Los pacientes tuvieron tiempos de seguimiento diferentes. En la actualidad el uso de la DTVL no está validado, y en pacientes con ICFEp, las guías de práctica clínica no describen una intervención específica que mejore la morbilidad y mortalidad a largo plazo. Sin embargo, los estudios aleatorizados con terapia farmacológica dirigida para bloquear el eje neurohumoral de la renina-angiotensina-aldosterona, muestran resultados no concluyentes. No se realizó un grupo control con sujetos sanos. . Por último, el seguimiento promedio de los pacientes de la cohorte fue corto. Hay estudios similares en los que el seguimiento ha sido mayor de 48 o 60 meses.

Las fortalezas son que este estudio utilizó un solo operador de resonancia magnética cardíaca hecho que elimina la variabilidad inter operador del cálculo de la DT, además la medición de la DTVL por RMC es altamente preciso y reproducible.

## **Conclusión**

Para los pacientes con ICFEp incluidos dentro de este estudio, la DTVL demostró tener mejor rendimiento que la FEVI para identificar a una subpoblación de pacientes con alto riesgo de ECMA. Esperamos que en un futuro, la cuantificación de la DTVL pueda convertirse en una medida estándar dentro del abordaje multimodal de los pacientes con ICFEp

## Anexos

### Cronograma

	Jul-Ago '18	Sept-Oct '18	Oct-Nov'18	Ene-Mar '19	Mar-Sept '19
Elaboración de documento y recolección de Bibliografía					
Sometimiento y Probable Aprobación					
Recolección de Datos					
Análisis de Datos					
Presentación de Resultados					
Publicación de Documento					

Hoja de Captura de Datos

INICIALES	F/N	Edad	Nombre del Médico	No. PACIENTE	No. EPISODIO	Género

HTA	DM	Insuf. Cardíaca	Uso de Tabaco	Enf. Carotídea	Ant. Bypass AoCo	Enf. Arterial periférica

ERC	EVC	Cardiopatía isquémica	MCP	FA	EPOC	Dislipidemia

Angina o equivalente (E.R.)	Re ingresos por HF	Reingreso por CI	Reingreso por EVC	Re ingreso por Arritmia	Re ingreso por otra causa

Desenlace si 1, no 0	Fecha de desenlace	Tipo de desenlace		Muerte súbita	Muerte CV	Muerte cualquier causa

Isquemia en RM	Necrosis en RM	FEVI	GLSVI	fecha estudio

## Técnica de adquisición de imágenes

El procedimiento de adquisición de imágenes de resonancia magnética de corazón se llevará a cabo de acuerdo con los lineamientos del Manual de procedimientos del técnico de los hospitales pertenecientes al TecSalud de la siguiente manera:

- Cuando los pacientes llegan al Departamento Radiología de alguno de los dos hospitales del TecSalud se les indica que permanezcan brevemente en la sala de espera. Posteriormente el Técnico de Resonancia debe presentarse ante el paciente y verificar con este su identidad de acuerdo con los protocolos institucionales. Enseguida el Técnico en resonancia debe evaluar las condiciones del paciente realizándole el “cuestionario del departamento de radiología e imagen”. El Técnico en resonancia informará al Cardiólogo especialista de las respuestas y recibe confirmación de continuar con él procedimiento.
- A continuación, el Técnico en Resonancia explica al paciente el procedimiento técnico y solicita su firma en el “consentimiento informado para procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos” del TecSalud. En el siguiente paso el Técnico en Resonancia solicita al paciente que cambie su ropa por una bata, además de solicitar dejar todas sus pertenencias en un casillero, no debiendo pasar a la sala del imán objetos metálicos, teléfonos móviles, cartera, tarjetas con cintas magnéticas, llaves, reloj ni joyería de metal.
- El Técnico en Resonancia enseguida pasa a la paciente a la sala del imán y debe presentar al paciente al resto del personal que estará participando en su estudio. La Enfermera de Resonancia solicitará al paciente que se acueste en la mesa del equipo de resonancia magnética lo debe cubrir con una sábana y colocar un cojín en la parte

posterior de sus rodillas. En el siguiente paso, la Enfermera de Resonancia debe colocar los parches de electrocardiograma necesarios para el monitor de signos vitales y para el equipo de resonancia magnética, así como el brazalete para medir la presión arterial no invasiva y el sensor de movimiento respiratorio, realizando y registrando una primera lectura de estos. Simultáneamente el Técnico en Resonancia registra los datos del paciente en el equipo de resonancia magnética.

- Después el Técnico en Resonancia y la Enfermera de Resonancia colocan sobre el paciente la antena de adquisición “body 18” sobre el pecho de este y deslizan la mesa del equipo marcando el isocentro de exploración en el pecho de la paciente.
- Durante la adquisición de imágenes el Técnico en Resonancia realizará las distintas series técnicas de adquisición pregrabadas en el menú del equipo de resonancia y que además están descritas en el “Manual de Procedimiento Técnico”.
- La primera serie es *trufi\_loc\_multi*, en esta serie se captura el ciclo cardíaco y se solicita apnea a la paciente durante los segundos que dura la adquisición. Lo siguiente es adquirir nuevamente la serie *trufi\_loc\_multi* pero ahora centrando los bloques de cortes sobre el centro de las imágenes del corazón de la serie previa. Se captura el ciclo cardíaco y se solicita apnea a la paciente.
- En seguida se realiza la serie *trufi\_2\_chamber* centrando el plano de corte en una imagen tangencial del corazón donde se aprecie el ventrículo izquierdo en su mayor extensión, el ángulo de este plano debe seguir una línea desde la base del ventrículo al ápex, se captura el ciclo cardíaco y se solicita apnea a la paciente. A la imagen resultante se le denomina “localizador 2 cámaras”.

- A continuación, se ejecuta la serie *trufi\_4\_chamber* centrando el plano de corte en la imagen del localizador 2 cámaras siguiendo el ángulo de la línea de corte de la base del ventrículo izquierdo al centro del ápex. Se captura el ciclo cardíaco y se solicita apnea al paciente. A la imagen resultante la llamamos “localizador 4 cámaras”.
- La serie *trufi\_shortaxis* es la siguiente adquisición y se planea el paquete de cortes sobre la imagen del “localizador 4 cámaras” siguiendo un plano de 90° del eje longitudinal del ventrículo izquierdo, solicitando apnea al paciente. A esta serie de cortes la denominamos “localizador eje corto”.
- Posteriormente se realiza la serie de cortes *tf2d16\_retro\_cine eje corto*, para planear los cortes se copia la posición de imagen de un corte del localizador eje corto y se ajusta el centro del paquete de cortes en una imagen del localizador 4 cámaras cubriendo de la base del ápex del ventrículo izquierdo, solicitando las apneas necesarias. A esta serie la mencionamos como cine eje corto.
- El siguiente paso es programar y adquirir la serie *tf2d16\_retro\_cines 4 cam*. Se copia la posición de imagen del corte “localizador 4 cámaras” y se solicita a la paciente las apneas necesarias. A esta serie la denominamos “cine 4 cámaras”. En seguida se realiza la serie *tf2d16\_retro\_cines 2 cam* copiando la imagen del corte localizador 2 cámaras y se solicita a la paciente las apneas necesarias. A esta serie se le denomina “cine 2 cámaras”.
- Después se efectúa la serie *tf2d16\_retro\_cins 3 cam*, la cual se hace sobre una imagen del eje corto donde se vean los músculos papilares del ventrículo izquierdo y siguiendo un eje de corte que pase entre los músculos papilares, a continuación se utiliza una imagen coronal donde se vea la emergencia de la aorta y se dirige un extremo del plano

- de corte para que pase por el centro de la aorta, solicitándole apnea a la paciente. A esta serie la mencionamos como “cine 3 cámaras”.
- El siguiente paso es adquirir una imagen localizador de la arteria pulmonar copiando la serie *trufi\_2\_chamber*, se cambia el texto del título a *trufi\_localizador\_pulmonar* y se programa el corte sobre una imagen sagital de la serie *trufi\_loc\_multi*. Se solicitan las apneas necesarias. A la imagen resultante le llamamos “localizador arteria pulmonar”.
  - Después se hacen las 3 series para evaluar velocidad de flujo, la primera es *mitral\_250\_tp\_retro\_bh* y se programa un corte sobre una imagen de “cine 4 cámaras” haciendo pasar el corte transversal a la válvula mitral y tricúspide. Se anota en el apartado de “angio” de los parámetros de exploración una codificación de velocidad de 250 centímetros por segundo. Se solicita apnea a la paciente. Esta serie se conoce como “flujo de válvula mitral”.
  - Para la siguiente serie se copia la secuencia anterior, se cambia el texto al título a *pulmonar\_250\_tp\_retro\_bh* y se programa el corte sobre una imagen sagital y la imagen localizador de arteria pulmonar previamente realizada donde se identifique la arteria pulmonar. Se utilizan los mismos parámetros de codificación de velocidad que en la serie anterior y se le solicita apnea a la paciente, llamando a esta secuencia como “flujo de arteria pulmonar”.
  - La serie 3 de velocidad de flujo es *aortica\_400\_tp\_retro\_bh* y se realiza copiando la anterior secuencia de velocidad de flujo, se programa sobre la imagen de “cine 3 cámaras” modificando la codificación de velocidad a 400 centímetros por segundo. Se cambia el texto del título y nuevamente se le solicita apnea a la paciente. A esta serie se le llama “flujo de válvula aórtica”.

- Al finalizar la captura de estas series, el Técnico de Resonancia da por concluida la adquisición de imágenes del estudio para la posterior aprobación por parte del Médico Cardiólogo Especialista en Imagen.
- Por último, el Técnico de Resonancia envía al sistema PACS las series de imágenes que solicite el Médico Cardiólogo Especialista en Imagen.
- La Enfermera de Resonancia documenta la información de las condiciones de la paciente y signos vitales. Al finalizar, la Enfermera de Resonancia retira los parches de electrocardiografía, la antena y los accesorios de resonancia utilizados. Posteriormente hace pasar a la paciente al vestidor para que cambie su bata por la ropa con la que llegó al servicio.

## Formato de consentimiento informado

	<b>Hospital San José</b> TecSalud		<b>Hospital</b> <b>Zambrano Hellion</b> TecSalud	Fundación Santos y de la Garza Evia I.B.P. RFC. FSG7712283P5 <b>Hospital San José</b> Av. I. Morones Prieto 3000 Pte. Col. Los Doctores. 64710. Monterrey, N.L. México. Tel. (81) 8347.1010 Fax. (81) 8348.0628 <b>Hospital Zambrano Hellion</b> Batallón de San Patricio 112 Col. Real de San Agustín C.P. 66278. San Pedro Garza García, N.L. México Tel. (81) 8888.0000.
---	--------------------------------------	---	--	--

**AVISO DE PRIVACIDAD PACIENTES**

**Identidad y domicilio del Responsable**  
El Responsable de los datos personales que usted proporciona es Fundación Santos y de la Garza Evia, I.B.P. (en adelante Tec Salud), ubicado en Avenida Ignacio Morones Prieto # 3000 Pte, Colonia Los Doctores, Monterrey, Nuevo León.

**Datos personales y datos personales sensibles tratados por Tec Salud**  
Tec Salud para cumplir con las finalidades previstas en este Aviso de Privacidad tratará datos personales de identificación, incluyendo su imagen personal a través de fotografías y/o videos, datos personales de contacto, datos personales patrimoniales y/o financieros, incluyendo información relacionada con el seguro de gastos médicos que tenga contratado; datos personales laborales y datos personales académicos.

Asimismo, le informamos que para cumplir con las finalidades descritas en este aviso de privacidad se tratarán los siguientes datos personales sensibles, que requieren de especial protección: datos personales referentes a su estado de salud presente y futuro, factores psicológicos, padecimientos pasados y presentes, antecedentes heredofamiliares, datos personales biométricos, datos sobre su preferencia sexual, religión y sobre su origen étnico y/o racial. Le informamos que el tratamiento de dichos datos es necesario para cumplir las obligaciones derivadas de la relación jurídica entre usted y Tec Salud, razón por la cual su consentimiento se encuentra exceptuado.

Por otro lado, le informamos que Tec Salud recabará y tratará datos personales de identificación, de contacto y patrimoniales y/o financieros de familiares y/o terceros, que usted designe como responsables y con quienes podríamos comunicarnos en caso de emergencia para cumplir con las finalidades primarias y necesarias para la relación jurídica establecida con usted. De este modo, al proporcionar los datos personales necesarios relacionados con sus familiares y/o terceros usted reconoce tener el consentimiento de éstos para que Tec Salud trate éstos para cumplir con las finalidades primarias y necesarias señaladas en el presente Aviso.

**Finalidades primarias**  
Tec Salud tratará sus datos personales para las siguientes finalidades primarias y necesarias:

- Registrarle e identificarle como paciente nuestro;
- Brindarle la atención médica que requiera de acuerdo a su estado de salud actual y futuro;
- Integrar su Expediente Clínico y conservarlo de conformidad con la normatividad aplicable en materia de salud;
- Dar a conocer su estado de salud a quien usted designe como responsable durante la prestación del servicio médico;
- Contactarlo para brindarle información sobre los servicios solicitados;
- Contactar a sus familiares y/o terceros autorizados en caso de emergencia;
- Gestionar pagos derivados de los servicios prestados;
- Hacer efectivas las coberturas de seguros que tenga contratadas con empresas aseguradoras;
- Gestionar procesos de cobranza y facturación;
- Cumplir con las obligaciones previstas en la normatividad aplicable en materia de salud así como con los requerimientos de autoridades competentes en los casos legalmente previstos.

Le informamos que usted no puede oponerse para que Tec Salud cese el tratamiento de sus datos para las finalidades primarias y necesarias, anteriormente mencionadas, en virtud de que el tratamiento es necesario para cumplir obligaciones derivadas de la relación entre usted y Tec Salud.

### Finalidades secundarias

Además, si usted no se opone, Tec Salud tratará sus datos personales para las siguientes finalidades adicionales que no son necesarias para el servicio solicitado, pero que permiten y facilitan brindarle una mejor atención:

- Para realizar encuestas y evaluaciones de mejora de procesos de atención;
- Para fines académicos, de investigación médica y generación de tesis;
- Para fines publicitarios y de campañas financieras;
- Para proporcionar a sus familiares y/o terceros que lo soliciten información sobre el número de habitación en el cual se encuentre hospitalizado.

En caso de que no desee que sus datos personales sean tratados para alguna o todas las finalidades adicionales, desde este momento usted nos puede comunicar lo anterior al correo [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx)

La negativa para el uso de sus datos personales para fines adicionales no podrá ser un motivo para negarle los servicios o productos que contrata o solicita ni para dar por terminada la relación establecida con nosotros.

### Transferencias

Tec Salud para cumplir las finalidades necesarias anteriormente descritas u otras aquellas exigidas legalmente o por las autoridades competentes transferirá los datos personales necesarios a las siguientes organizaciones y para los siguientes fines:

Tercero receptor de los datos personales	Finalidad	Consentimiento
Autoridades en materia de salud	Cumplir con las disposiciones de la Ley General de Salud, Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable.	No necesario
Compañías Aseguradoras	Pago de servicios obtenidos y hacer efectivos las coberturas aplicables.	No necesario
Terceros pagadores	Pago de servicios obtenidos	No necesario
Médico tratante	Brindar atención médica	No necesario
*Médico Investigador del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.	Realizar investigaciones médicas relacionadas con su diagnóstico, tratamiento y demás datos personales.	Necesario
*Médicos residentes	Realizar investigaciones médicas que deriven en tesis y/o publicaciones en congresos.	Necesario
Estudiantes del sector salud	Para brindar atención médica con supervisión de médico.	No necesario
Empresas e instituciones con las que tenemos celebrados contratos de prestación de servicios médicos para sus empleados.	En caso de solicitar ser atendido por su calidad de empleado de alguna de estas empresas o instituciones, para la gestión de trámites administrativos.	No necesario

Si usted no desea que Tec Salud transfiera sus datos personales para aquellas transferencias para las cuales es necesario su consentimiento le pedimos que envíe un correo electrónico a la dirección [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx), en donde se le atenderá en tiempo y forma.

[ ] Acepto y otorgo mi consentimiento para realizar la transferencia de los datos a los terceros señalados con asterisco (\*).

**Derechos ARCO y/o revocación del consentimiento**

Usted o su representante legal podrá ejercer cualquiera de los derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición ("Derechos ARCO"), así como revocar su consentimiento para el tratamiento de sus datos personales enviando un correo electrónico al Departamento de Protección de Datos Personales a la dirección electrónica [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx).

En este sentido, puede informarse sobre los procedimientos, requisitos y plazos para el ejercicio de sus Derechos ARCO y/o revocación del consentimiento en cualquiera de nuestras página de internet <http://www.cmzh.com.mx/pacientes-y-familiares/aviso-de-privacidad.aspx>, o <http://www.hsj.com.mx/secciones-hsj/aviso-de-privacidad.aspx> ó bien ponerse en contacto con el Departamento de Protección de Datos Personales que dará trámite a las solicitudes para el ejercicio de estos derechos, y atenderá cualquier duda que pudiera tener respecto al tratamiento de su información. Los datos de contacto del Departamento de Protección de Datos Personales son los siguientes: Av. Ignacio Morones Prieto No. 3000 Pte., colonia Los Doctores, Monterrey, Nuevo León, C.P. 64710. Correo electrónico: [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx)

**Limitación y/o Divulgación de sus datos**

Usted podrá limitar el uso o divulgación de sus datos personales enviando su solicitud al [avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx](mailto:avisoprivacidad@servicios.tecsalud.mx). En caso de que su solicitud sea procedente se le registrará en el listado de exclusión propio de Tec Salud.

**Uso de cookies, web beacons y otras tecnologías similares**

Le informamos que en nuestra página de Internet no utilizamos cookies y otras tecnologías a través de las cuales sea posible monitorear su comportamiento como usuario de Internet.

**Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI)**

En caso de considerarlo necesario, le informamos que tiene el derecho de acudir ante el Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) para hacer efectivos sus derechos.

**Cambios al Aviso de Privacidad**

Tec Salud le notificará sobre cambios o actualizaciones al presente aviso de privacidad a través de las ligas [www.cmzh.com.mx](http://www.cmzh.com.mx) y [www.hsj.com.mx](http://www.hsj.com.mx) y posteriormente accediendo a su Aviso de Privacidad.

**Aceptación al Aviso de Privacidad**

Por medio del presente usted es consciente que Tec Salud trate sus datos personales para aquellas finalidades para las cuales es necesario su consentimiento, y reconoce que el presente Aviso de Privacidad fue puesto a disposición previo al tratamiento de sus datos personales. Asimismo, declara que ha informado a las personas de las cuales ha proporcionado datos personales, del tratamiento que el Responsable dará a los mismos y que cuenta con su autorización.

Paciente:

---

Firma del paciente

---

Nombre completo y firma de quien ejerce la patria potestad o tutoría del paciente

Monterrey, Nuevo León, a      de      del 20

## Referencias bibliográficas

1. Dunlay S, Roger V, Redfield M (2017) Epidemiology of heart failure with preserved ejection fraction. *Nat Rev Cardiol* 14:591–602
2. Savarese G, Lars L (2017) Global Public Health Burden of Heart Failure. *Card Fail Rev* 3:7–11
3. Gurwitz J (2013) Contemporary Prevalence and Correlates of Incident Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Am J Med* 126:393–400
4. Kraigher-Krainer, E (2014) Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *J Am Coll Cardiol* 63:447–456
5. Salerno M (2017) Feature Tracking by CMR. *JACC Cardiovasc Imaging*. doi: 10.1016/j.jcmg.2017.01.024
6. Vo H (2018) MRI-Derived Myocardial Strain Measures in Normal Subjects. *JACC Cardiovasc Imaging* 11:196–205
7. Bocchi E (2013) The Reality of Heart Failure in Latin America. *J Am Coll Cardiol* 62:949–958
8. Salas R (2014) Metabolic Syndrome Prevalence among Northern Mexican Adult Population. *PLOS ONE* 9:e105581
9. Onishi T (2015) Global Longitudinal Strain and Global Circumferential Strain by Speckle-Tracking Echocardiography and Feature-Tracking Cardiac Magnetic Resonance Imaging: Comparison with Left Ventricular Ejection Fraction. *J Am Soc Echocardiogr* 28:587–596
10. Stokke T (2017) Geometry as a Confounder When Assessing Ventricular Systolic Function. *J Am Coll Cardiol* 70:942–954
11. Eitel I (2017) Cardiac Magnetic Resonance Myocardial Feature Tracking for Optimized Prediction of Cardiovascular Events Following Myocardial Infarction. *JACC Cardiovasc Imaging*. doi: 10.1016/j.jcmg.2017.11.034
12. Smiseth O (2016) Myocardial strain imaging: how useful is it in clinical decision making? *Eur Heart J* 37:1196–1207
13. Wang J (2008) Preserved left ventricular twist and circumferential deformation, but depressed longitudinal and radial deformation in patients with diastolic heart failure. *Eur Heart J* 29:1283–1289
14. Sanderson J (2016) Factors related to outcome in heart failure with a preserved (or normal) left ventricular ejection fraction. *Eur Heart J* 2:153–163

15. Rademakers F, Nagel E (2017) Is Global Longitudinal Strain a Superior Parameter for Predicting Outcome After Myocardial Infarction? *JACC Cardiovasc Imaging* 11:1–3
16. Koliass T, Edvardsen T (2016) Beyond Ejection Fraction Adding Strain to the Armamentarium. *JACC Cardiovasc Imaging* 9:922–923
17. Edvardsen T, Haugaa K (2018) Strain Echocardiography From Variability to Predictability. *JACC Cardiovasc Imaging* 11:35–37
18. Grapsa J (2018) Left Ventricular Ejection Fraction and Global Longitudinal Strain Prognostic When Not Load Dependent? *J Am Coll Cardiol* 72:1065–1066
19. Bertini M (2012) Global Longitudinal Strain Predicts Long-Term Survival in Patients With Chronic Ischemic Cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Imaging* 5:383–391
20. Sørensen B (2017) Global Longitudinal Strain by Echocardiography Predicts Long-Term Risk of Cardiovascular Morbidity and Mortality in a Low-Risk General Population. *Circ Cardiovasc Imaging* 10:1–11
21. Piérard L, Lancellotti P (2010) Risk Stratification After Myocardial Infarction Toward Novel Quantitative Assessment of Left Ventricular Mechanics? *J Am Coll Cardiol* 56:1823–1825
22. Ersbøll M (2013) Prediction of All-Cause Mortality and Heart Failure Admissions From Global Left Ventricular Longitudinal Strain in Patients With Acute Myocardial Infarction and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol* 61:2365–2373
23. Park JJ (2018) Global Longitudinal Strain to Predict Mortality in Patients With Acute Heart Failure. *J Am Coll Cardiol* 71:1947–1957
24. Mordi I (2018) Comprehensive Echocardiographic and Cardiac Magnetic Resonance Evaluation Differentiates Among Heart Failure With Preserved Ejection Fraction Patients, Hypertensive Patients, and Healthy Control Subjects. *JACC Cardiovasc Imaging* 11:577–585
25. Romano Feature-Tracking Global Longitudinal Strain Predicts Death in a Multicenter Population of Patients with Ischemic and Nonischemic Dilated Cardiomyopathy Incremental to Ejection Fraction and Late Gadolinium Enhancement.pdf.
26. Stampehl Speckle Strain Echocardiography Predicts Outcome in Patients with Heart Failure with both Depressed and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction.pdf.
27. Stanton T (2009) Prediction of All-Cause Mortality From Global Longitudinal Speckle Strain. *Circ Cardiovasc Imaging* 2:356–364

28. Kalam K (2014) Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. *Heart Fail Rev* 0:1–8
29. Mangion K (2017) Magnetic Resonance Imaging of Myocardial Strain After Acute ST-Segment–Elevation Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Imaging* 10:1–9
30. Tantiongco J-P (2015) Comparison of GLS via echocardiography and tissue tracking by Cardiac Magnetic Resonance imaging. Open Access, Nice, France., p 77
31. Kuznetsova T (2016) Additive Prognostic Value of Left Ventricular Systolic Dysfunction in a Population-Based Cohort. *Circ Cardiovasc Imaging* 9:1–12
32. Gavara J (2017) Prognostic Value of Strain by Tissue Tracking Cardiac Magnetic Resonance After ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *JACC Cardiovasc Imaging* 17:1–10
33. Magaña-Serrano J (2011) Prevalence of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction in Latin American, Middle Eastern, and North African Regions in the I PREFER Study. *Am J Cardiol* 108:1289–1296

---

## Curriculum Vitae

**Dr. Felipe Alberto Valdés Dávila**  
**Ced. Prof. 6835609**  
**Esp. 10062857 (Medicina Interna)**  
Ced. En trámite (Cardiología)



13 de septiembre 204, Col. La Montaña. 66240  
San Pedro, Garza García, Nuevo León, México  
Fecha de Nacimiento: 17/diciembre/1982

Tel. 044 811 665 5496  
Cel. 044 814 593 2882

Email: [dr.felipe.valdes@gmail.com](mailto:dr.felipe.valdes@gmail.com)

---

### Áreas de Interés

Cardiología, Medicina Interna, Cardio-Reumatología, Hipertensión Pulmonar, Ecocardiografía, Cardio-Oncología, Resonancia Magnética de corazón, deformación tisular, Medicina Preventiva y de primer contacto.

### Experiencia Laboral

- 2010-2012**     **Cardiolink Clin Trials**
- 2010-2012**     **Médicos Asociados** con el Dr. Elías García Cantú (Cardiología y Medicina Interna)
- 2019-**         **Instituto de Cardiología y Medicina Vascular del TecSalud** (Centro Médico Zambrano-Hellión)

### Educación

- 2019**         **Residente de Alta Especialidad en Ecocardiografía (Adultos)** del Hospital Universitario José Eleuterio González (UANL).
- 2016-2019**     **Residente de Cardiología** del Programa del TecSalud
- 2012-2015**     **Residente de Medicina Interna** del Programa Multicéntrico de Residencias Médicas del Sistema TecSalud y la SSNL.
- 2009**         **Servicio Social (MPSS)** en el Hospital Metropolitano “Bernardo M. Sepúlveda” en San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Secretaría de Salud de Nuevo León.
- 2008**         **Internado Médico de Pregrado en el** Memorial Hermann Hospital en Memorial City, Houston, Texas.
- 2003-2007**     **Universidad de Monterrey (UdeM)** Carrera de Médico Cirujano y Partero.

## **Publicaciones**

- Intermediate-High-Risk Pulmonary Embolism with Normal B-type Natriuretic Peptide May 2016. The American journal of emergency medicine 34(12). DOI 10.1016/j.ajem.2016.05.070
- Elective Circulatory Support Assisting Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR) in a High Surgical Risk Patient with Concomitant Aortic and Mitral Valve Disease and Left Ventricular Dysfunction. March 2018. Journal of the American College of Cardiology 71(11):A2331. DOI: 10.1016/S0735-1097(18)32872-9.
- Factor Xa inhibition and sPESI failure in intermediate-high-risk pulmonary embolism. June 2018. American Journal of Emergency Medicine 36(10). DOI: 10.1016/j.ajem.2018.06.05.
- The use of cardiac CT as a roadmap for resolving coronary stent dislodgement. May 2018. Archivos de cardiología de México 88(4). DOI: 10.1016/j.acmx.2018.03.006.
- Giant Coronary Artery Ectasia and Athlete's Heart Mimicking an Acute Coronary Syndrome (ACS). March 2018. Journal of the American College of Cardiology 71(11):A2450. DOI: 10.1016/S0735-1097(18)32991-7.
- Nonbacterial Thrombotic Endocarditis (NBTE) in a Patient with Transient Ischemic Attacks, Adenopathy and a Newly Diagnosed Murmur. March 2018. Journal of the American College of Cardiology 71(11):A2330. DOI: 10.1016/S0735-1097(18)32871-7.
- Low-dose Recombinant Tissue-type Plasminogen Activator (RT-PA) Thrombolysis and Oral Factor Xa Inhibitor as Adjunctive Treatment in High-Risk Pulmonary Embolism. March 2018. Journal of the American College of Cardiology 71(11):A2449. DOI: 10.1016/S0735-1097(18)32990-5.
- Jerjes-Sanchez, Carlos. Valdes, Felipe. Et al. Acute Coronary Syndromes in the ER. 2019. 1<sup>st</sup> edition. *Cardiology in the ER*. Pp 73-99. Cham, Switzerland. Springer Nature.
- Jerjes-Sanchez, Carlos. Valdes, Felipe. Et al. Acute Aortic Syndromes Syndromes in the ER. 2019. 1<sup>st</sup> edition. *Cardiology in the ER*. Pp 101-123. Cham, Switzerland. Springer Nature.

## **Experiencia en Investigación**

- Protocolo EDGE (2010-2011). Fase IV. Pacientes con diabetes mellitus 2.
- Protocolos EXAMINE (2010-2011). Fase III. Pacientes con diabetes mellitus 2 y síndrome coronario agudo.
- Protocolo SAVOR TIMI -53 (2010-2011). Fase IV. Pacientes con diabetes mellitus 2 y cardiopatías cardiovasculares.

## **Idiomas**

- Español (Lengua Materna)
- Inglés (avanzado)
- Alemán (básico)
- Italiano (intermedio)

## **Habilidades**

Experto en Word, Powerpoint, Excel, Internet, Google Scholar, MDConsult, PubMed, Medline, Ovid, Up-to-Date, múltiples plataformas de eCRFs

(Electronic Case Report Form) e IVRS/IWRS (Interactive Voice/Web Response Systems), ALERT Clinical Software (Expediente electrónico).