



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA. DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Tesis para obtener el grado de Especialista en Cardiología presenta:

Dr. Humberto Alfonso Castillejos Suastegui.

DISFUNCIÓN DE CÁMARAS DERECHAS DETERMINADA POR ECOCARDIOGRAFIA COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN PACIENTES POSTOPERADOS DE REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA.

Tutores.

DR. RAFAEL RASCÓN SABIDO

Cardiólogo - Ecocardiografista

Médico adscrito al Servicio de Ecocardiografía

Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI, IMSS.

Teléfono: (55) 5627 6900 ext. 22068.

ángelus_1981@gmail.com

M. EN C. EDUARDO ALMEIDA GUTIERREZ

Cardiólogo - Ecocardiografista

Coordinador de programa medico

Coordinador de Investigación en Salud, IMSS

5627 6900 Ext. 21230

Almeida_90210@yahoo.com.mx

México, Distrito Federal, 30 Julio 2014



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.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA SIGLO XXI

DR. MOISÉS CALDERÓN ABBO
Director General
Profesor Titular Del Curso de Cardiología.
UMAE, Hospital de Cardiología
Centro Médico Nacional siglo XXI

DR. JESÚS SALVADOR VALENCIA SÁNCHEZ
Director de Educación e Investigación en salud
UMAE, Hospital de Cardiología
Centro Médico Nacional siglo XXI

DR. RAFAEL RASCÓN SABIDO
Cardiólogo – Ecocardiografista
Médico Adscrito al Servicio de Ecocardiografía
UMAE, Hospital de Cardiología
Centro Médico Nacional siglo XXI

M. EN C. EDUARDO ALMEDIA GUTIÉRREZ
Cardiólogo – Ecocardiografista
Coordinador de Programa
Coordinador de Investigación en Salud, IMSS

ÍNDICE

CAPITULOS	Pág.
1 RESUMEN.	4
2 MARCO TEÓRICO.	5
2.1. Impacto de la cardiopatía isquémica y la cirugía de revascularización miocárdica: indicaciones y mortalidad asociada.	5
2.2. Modelos predictores de mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.	8
2.3. Causas de mortalidad operatoria en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.	10
2.4. Función ventricular derecha y su valoración por ecocardiografía.	11
2.5. Disfunción ventricular derecha como complicación de la cirugía cardíaca.	13
2.6. Disfunción ventricular derecha determinada por ecocardiografía como predictor de mortalidad en la cirugía cardíaca.	14
2.7. Volumen auricular derecho y su relación la disfunción ventricular derecha y falla	15
3. JUSTIFICACIÓN.	16
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	17
5. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.	19
6. HIPÓTESIS.	20

7.	PACIENTES Y MÉTODOS.	21
7.1	Diseño del estudio	21
7.2	Diseño muestras	21
7.3	Criterio de selección de participantes	22
7.4	Definición de variables	23
8.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.	27
9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	28
10.	ASPECTOS ÉTICOS.	29
11.	RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD.	30
12.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.	31
13.	RESULTADOS	33
14.	DISCUSIÓN	37
15.	CONCLUSIONES	38
16.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
17.	ANEXOS.	42
17.1.	HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
17.2.	CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	43

1. RESUMEN

Antecedentes.

La revascularización miocárdica quirúrgica es una estrategia vigente en el tratamiento de la cardiopatía isquémica, conlleva una mortalidad de 2%, dentro de los factores que influyen es la disfunción ventricular derecha, siendo la ecocardiografía la herramienta principal para su identificación.

Objetivos.

Determinar la relación entre la disfunción de cámaras derechas determinado por ecocardiografía, y la mortalidad posterior a cirugía de revascularización miocárdica. Demostrar la utilidad del strain de la pared libre del ventrículo derecho como predictor de mortalidad posterior a cirugía de revascularización miocárdica. Mostrar relación entre los volúmenes auriculares derechos determinados por ecocardiografía tridimensional y la mortalidad postquirúrgica en pacientes sometidos a revascularización miocárdica.

Pacientes y Métodos.

Estudio de casos cohorte, observacional, prospectivo, prolectivo. Se propone un estudio con 200 pacientes entre 18 y 80 años ambos sexos, candidatos para cirugía de revascularización miocárdica. Con un equipo comercial de ecocardiografía iE33 se realizara exploración ecocardiografica 24 horas antes de la cirugía y durante las primeras 24 horas posteriores a la cirugía.

Análisis estadístico.

El análisis descriptivo de las variables cualitativas será a través de frecuencias absolutas y relativas. Para la descripción de las variables cuantitativas se realizara prueba de normalidad con Kolmogorv-Smirnof, y si se encuentra distribución semejante a la normal se resumirá con media \pm desviación estándar, en caso contrario con mediana y rangos intercuartílicos.

Para el contraste de variables cualitativas del análisis bivariado se usará X^2 y en caso de tener una frecuencia observada ≥ 5 se contrastarán con Prueba Exacta de Fisher.

Las variables cuantitativas se contrastarán en el análisis inferencial a con t de Student para grupos independientes siempre y cuando no se tenga evidencia para el rechazo de la hipótesis nula de la prueba de Kolmogorov-Smirnof; en caso contrario se contrastarán con U de Mann Whitney.

A priori hemos contemplado basado en los antecedentes científicos algunas variables potencialmente confusoras (Tabla 2), éstas variables y aquellas que tengan diferente distribución entre la cohorte expuesta y no expuesta serán controladas a través de análisis multivariado, el cual, dada la naturaleza de la variable dependiente dura (mortalidad) será con regresión logística binaria, cuyo criterio de ingreso al modelo es un valor $p \leq 0.20$ y salida del mismo $p \geq 0.05$.

La elección del mejor modelo que prediga el desenlace será con la prueba estadística de Hosmer-Lemeshow. Todos los contrastes de hipótesis serán bajo un nivel crítico $\alpha = 0.05$.

Se utilizará el software SPSS v20.0 para OSX.

Recursos e infraestructura.

Se empleara equipo comúnmente usado en la valoración de los pacientes, no se emplearan otros recursos fuera de los habitualmente hallados en nuestro hospital. Todo el estudio será llevado a cabo en el Hospital de Cardiología del Centro Medico Nacional Siglo XXI.

Experiencia del grupo.

Se contara para el estudio con dos ecocardiografistas con amplia experiencia adscritos a la unidad de gabinetes, lo resultados finales serán procesados por un personal ampliamente calificado con amplia experiencia en cardiología, ecocardiografía y análisis estadístico. Sin conflicto de intereses. Se planea un estudio para 5 meses

Resultados.

El estudio incluyeron 41 paciente, de los cuales 2(4.9%) murieron, 34.1% (14) presentaron lesión renal aguda y 15 presentaron infarto agudo periooperatorio (36.6%). El PAO y el usos de hemoderivados tuvieron relación directa con LRA ($p < 0.001$). Datos ecocardiograficos como el TAPSE, Onda S tricúspidea tuvieron relación con LRA ($p < 0.001$). El incremento en el volumen AD indexado se relacionó con LRA.

Discusión.

El estudio no logro documentar la asociación entre la disfunción ventricular derecha determinada por ecocardiografía y la mortalidad, esto debido a que solo se documentaron 2 muertes posoperatorias, sin embargo se logró corroborar la asociación entre el PAO y el uso de hemoderivados y falla renal ya comentados en otros estudios. Y logro demostrar la asociación entre la disfunción ventricular derecha (determinada por alteración en la TAPSE y onda S tricúspidea) con LRA. Finalmente se encontró relación entre el incremento del volumen AD (por ecocardiografía 3D) y la falla renal aguda.

Conclusión.

Faltan más estudios para determinar que parámetros ecocardiograficos tienen mayor correlación con la mortalidad postoperatoria en cirugía cardiovascular, y también cual de esos parámetros de disfunción ventricular derecha se correlacionan con otras complicaciones, como la falla renal aguda así como fue documentado en el presente estudio.

2. ANTECEDENTES

2.1 Impacto de la cardiopatía isquémica y la cirugía de revascularización miocárdica: indicaciones y mortalidad asociada.

La enfermedad vascular coronaria es la principal causa de mortalidad a nivel mundial, y esto no es diferente en países en desarrollo, aunque la atención se enfoca en otras enfermedades como la tuberculosis, malaria y VIH/SIDA, la cardiopatía isquémica causa más de 3 veces las muertes ocasionadas por dichas enfermedades en conjunto (1).

Según datos de la OMS, 17.3 millones de personas en el 2008 murieron de enfermedad cardiovascular, representando el 30% de todas las muertes a nivel global. De estas muertes un estimado de 7.3 millones se debieron a enfermedad vascular coronaria. El 80% de muertes secundarias a enfermedad cardiovascular suceden en países de bajos y medianos ingresos, afectando a hombres y mujeres por igual (2).

Se espera que en países desarrollados, la mortalidad por enfermedad vascular coronaria incremente un 29% en mujeres y 48% en hombres para el 2020, este pronóstico es aún más alarmante en países en desarrollo donde se espera un aumento de 120% en mujeres y 137% en hombres (3).

En México las enfermedades cardiovasculares también ocupan el primer lugar como causa de mortalidad, según datos publicados por el INEGI, durante el 2011 las enfermedades de corazón fueron responsables de 105,710 muertes, de estas la cardiopatía isquémica ocasionó 71,012 muertes, que representan 12% del total de las muertes registradas en nuestro país en ese año. (4)

En cuanto a la incidencia es inexacto precizarla a nivel mundial, pero en base a las cohortes de Framingham, con 44 años de seguimiento (original) y 20 años de seguimiento de su descendencia, se sabe que a la edad de 40 años el riesgo de presentar enfermedad vascular coronaria durante su vida es de 49% en hombre y 32% en mujeres. Por debajo de los 65 años, la incidencia anual de los eventos coronarios en hombres de 12/1000 y de 5/1000 en las mujeres, mientras que después de los 65 años la enfermedad coronaria tiene una incidencia de 27/1000 para el género masculino y 16/1000 en el caso de las mujeres. (5-6)

En México, según resultados de Chávez y col. la incidencia anual del infarto agudo de miocardio es de 140,000 casos al año. (7)

Durante la última década del siglo XX se hicieron avances importantes en cuanto a la prevención primaria, secundaria y tratamiento de la cardiopatía isquémica, sin embargo en países en vías de desarrollo como el nuestro, aún hay dificultades para el manejo de los pacientes, sobre todo aquellos que cursan con eventos agudos de la enfermedad, ya que sólo el 8% es atendido en una unidad hospitalaria, con una letalidad de hasta 25% (7). Otros datos publicados en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) contrastan, ya que se ha demostrado una reducción de la letalidad de 2.5% (en un periodo comprendido de 1998 a 2008) atribuible a mejor atención médica, (8) y posiblemente es por los avances en la atención médica y el incremento en la disponibilidad de múltiples técnicas para la atención de la enfermedad vascular coronaria han disminuido la mortalidad de estos pacientes (por ejemplo la implementación de intervencionismo coronario). Cabe señalar entonces, que el tipo de tratamiento a emplear dependerá de la presentación del cuadro, agudo o crónico. El protocolo de estudio, las pruebas diagnósticas, la fisiopatología y el tratamiento médico de la cardiopatía isquémica, están más allá del objetivo de esta introducción.

Las estrategias de revascularización actuales conjuntan el intervencionismo y la cirugía. Las ventajas de cada uno de los procedimientos ya han sido analizadas en estudios a gran escala como el BARI, ARTS y el estudio SYNTAX (9), de donde se obtiene evidencia dura para recomendar un procedimiento sobre el otro.

La Sociedad Europea de Cardiología (ESC) en el 2010 en sus guías de revascularización, emiten las siguientes indicaciones precisas para cirugía de revascularización miocárdica: (10).

Tabla 1. Indicaciones de revascularización miocárdica de acuerdo a la Sociedad Europea de Cardiología. (10)

Variedad de lesiones coronarias	Tipo de Indicación y Nivel de Evidencia
Enfermedad de 1 o 2 vasos, DA proximal	IA
Enfermedad de 3 vasos con Score SYNTAX <22	IA
Lesiones complejas de 3 vasos, revascularización incompleta a través del ICP	IA
Tronco coronario izquierdo aislado o 1 vaso a nivel de ostium	IA
Tronco coronario izquierdo o 1 vaso con bifurcación distal.	IA
Tronco coronario izquierdo + 2 o 3 vasos puntaje SYNTAX <32	IA
Tronco coronario izquierdo +2 o 3 vasos con puntaje SYNTAX >33	1 A

DA: descendente anterior; ICP: intervención coronaria percutánea.

Se recalca entonces que la decisión de enviar a cirugía de revascularización miocárdica es el producto de un análisis colegiado de varias especialidades, y de ésta manera se llevan las prácticas clínicas en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS. Ello se debe a que como cualquier otro procedimiento en medicina, la cirugía cardíaca no es un procedimiento inocuo, de acuerdo con los registros de la Society of Thoracic Surgeons (STS) la mortalidad de una cirugía aislada de revascularización es de 1.5 a 2%. (11)

2.2 Modelos predictores de mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Siempre resulta conveniente contar con un modelo que nos permita predecir el riesgo de que determinado evento suceda. En medicina existen varios modelos que buscan predecir la probabilidad de que un paciente pueda morir como consecuencia de un determinado procedimiento.

En el contexto de la cardiología y la cirugía cardíaca se dispone de dos algoritmos ampliamente estudiados y validados: uno hecho a partir de la base de datos de la STS y otro validado en Europa, el European System For Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroScore). El primero tiene como objetivo de buscar no solamente la probabilidad de que un paciente muera como resultado de la cirugía, también establece la morbilidad, tiempo de estancia (prolongado o corto), evento vascular cerebral, ventilación prolongada, Infecciones, falla renal, re operación. En el análisis se toma variables demográficas como edad, sexo, raza, y factores de riesgo (peso, altura, diabetes, hipertensión arterial sistémica), endocarditis, neumopatía crónica, terapia inmunosupresora, enfermedad vascular periférica, evento vascular cerebral previo; intervenciones cardiovasculares previas: cirugía de revascularización miocárdica, prótesis valvular, ICP; estatus preoperatorio previo: Infarto de miocardio, presentación como infarto agudo del miocardio con elevación del ST (IAM CESST), infarto agudo del miocardio sin elevación del ST (IAM SESST), angina, choque cardiogénico, insuficiencia cardíaca, arritmias, necesidad de reanimación cardiopulmonar (RCP), uso de inotrópicos; datos hemodinámicos obtenidos del cateterismo cardíaco: número de vasos enfermos, lesión del tronco coronario izquierdo (>50%), fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI), afección valvular; y finalmente datos en relación al procedimiento: primera, 2ª, 3ª, 4ª o más, si el procedimiento era electivo, urgente o emergente y uso de balón intraaórtico de

contrapulsación (BIAC). La diferencia absoluta entre el evento esperado y el observado usando este modelo de riesgo es de 1.5% para cada resultado mencionado. (12)

El modelo europeo incluye variables a las que se les asigna un número (ponderado a partir del análisis multivariado), se suma dicho puntaje y se clasifican a los pacientes en riesgo bajo, medio o alto. Éste modelo incluye las variables: edad, sexo femenino, neumopatía crónica, disfunción neurológica, arteriopatía extracardiaca, creatinina sérica >200 mmol/L, cirugía cardiaca previa, endocarditis activa, estado preoperatorio crítico; y algunas variables relacionadas a factores cardiacos como la presencia de angina inestable, disfunción ventricular izquierda, infarto de miocardio reciente, PSAP (presión sistólica de la arteria pulmonar) >60mmHg, y variables relacionadas al procedimiento (si es un procedimiento de emergencia, otro procedimiento anexo a la cirugía de revascularización miocárdica, cirugía en aorta torácica, ruptura septal postinfarto). (13) A todas éstas variables se les asigna un puntaje determinado dependiendo de su peso como predictor de mortalidad, un puntaje 0-2 traducen un riesgo bajo, 3-5 riesgo intermedio y 6 o mas riesgo elevado, con riesgo de mortalidad según el grupo de 0.8%, 3% y 11.2% respectivamente. (13)

Ambos algoritmos han tenido una adecuada correlación Nilsson y col. quienes usaron el sistema STS y EuroSCORE para predecir la mortalidad de 4,497 pacientes sometidos a cirugía de revascularización en un periodo de 5 años, encontraron que la mortalidad a 30 días fue de 1.9% y fue predicho de forma precisa con ambos puntajes de riesgo. (14)

Sin embargo a pesar de la adecuada correlación que se ha observado en población europea y americana (sobretudo con el EuroSCORE), no todas las poblaciones han sido valoradas en el contexto de cirugía de revascularización miocárdica solamente, y es de suponerse que con los avances en las técnicas quirúrgicas, cuidados de la población y variables demográficas que se dan a través del tiempo (migración por ejemplo) los puntajes de riesgo pueden predecir aún menos la mortalidad, tomando por ejemplo, el Score Parsonnet (casi 30 años de antigüedad) se ha sobreestimado la mortalidad en cirugía cardiaca (15).

La mortalidad con respecto a la cirugía cardiovascular no solo depende de las variables ya comentadas en los puntajes de riesgo, al ser la cirugía una destreza aprendida resulta lógico suponer que aquellos pacientes operados en centros de gran volumen, será menor, y esto fue demostrado por Birkmeyer y col., quienes condujeron un estudio que analizó la mortalidad postoperatoria en varios procedimientos, incluida la cirugía de revascularización (900,000 de la base de datos de Medicare) a lo largo de 5 años, demostrándose así que la mortalidad era inversamente proporcional al volumen de procedimientos realizados (6.1% en aquellos que se realizaron 230 procedimientos y 4.8% hasta en aquellos que se realizaron >840). (16) De igual forma la cantidad de cirugías realizadas por cada cirujano también es un predictor de mortalidad; en el 2004 se observó que a mayor número de cirugías realizadas por año menor mortalidad, y los cirujanos que habían realizado más de 139 procedimiento/año tuvieron incidencia de mortalidad hasta de 2.4%. (16)

La anatomía de los pacientes también entra a consideración cuando se habla de mortalidad, se sabe pues que a mayor número de arterias involucradas y a menor diámetro de las mismas la mortalidad de incrementa, observándose una mortalidad hospitalaria hasta de 15.8% en pacientes con arterias <1.5mm. (17)

La disfunción ventricular izquierda resulta de extrema importancia no solo para la mortalidad postoperatoria sin no también para el pronóstico del paciente. La mortalidad en pacientes con FEVI >40% es alrededor del 2%, mientras que asciende a 4 % en sujetos con FEVI de 20-40% y hasta 8% cuando la FEVI <20%. (18)

La presencia de disfunción renal es un fuerte predictor de mortalidad en el contexto de pacientes llevados a cirugía de revascularización, y como se observa en los párrafos previos, el EuroSCORE establece como punto de corte de la creatinina sérica en 2.3 mg/dl o 200 mmol/l. Cooper y col.,

demonstraron en casi 490,000 pacientes que fueron operados del 2000-2003 en EUA, que la mortalidad postoperatoria es inversamente proporcional a la tasa de filtración glomerular, incrementándose la mortalidad de 1.8% en pacientes con tasa de filtración glomerular (TFG) normal (>90ml/min) a 4.3% cuando la TGF es entre 30-59ml/min y hasta 9% en sujetos con TFG <30%. (19)

2.3 Causas de mortalidad operatoria en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Una vez que los pacientes han sido intervenidos pueden cursar con múltiples complicaciones, esto se debe a que, a diferencia de otros procedimientos quirúrgicos, la cirugía cardíaca emplea derivación cardiopulmonar sometiendo al paciente a alteraciones neurológicas, hematológicas, cardíacas, pulmonares, con un proceso inflamatorio subyacente muy importante. (20)

La morbilidad operatoria se estimó en un estudio de 20.4%, teniendo como causas más frecuentes las arritmias cardíacas siendo la más frecuente la fibrilación auricular, de mayor gravedad se reportan el síndrome de bajo gasto cardíaco 4.2%, ventilación prolongada 2.4%, hemorragia y reintubación en un 2 %, infarto postoperatorio 1.4%, falla renal postoperatoria (1.4%), y EVC postoperatorio (0.8%). (21)

Dentro de los factores perioperatorios que han demostrado tener una relación directa con la mortalidad, se encuentran la disfunción ventricular izquierda, desarrollo de choque vasodilatador, insuficiencia renal, sangrado y exploración quirúrgica, infarto postoperatorio e infecciones (sobre todo a nivel pulmonar y aquellas nivel del sitio quirúrgico). Sadehgi y col. observaron que una FEVI de 35% incrementa hasta 5 veces la mortalidad. (21)

La presencia de un infarto postoperatorio se ha considerado como un factor determinante de mortalidad operatoria, según datos de la STS en el 2005 la incidencia del mismo es de 1.1%; sin embargo hay que recordar que la definición de infarto perioperatorio se ha modificado desde el 2013, por lo que se quizás en la actualidad sea diferente la incidencia del mismo. Dentro de los biomarcadores medidos, se ha determinado que un valor de troponina I (TnI) >13ng/mL se asocia con un riesgo de 9.5% de mortalidad (11).

La presencia de sangrado mayor a lo habitual (definido como sangrado >300ml en la primera hora, >200ml en la segunda hora, y mas de 100 ml a partir de la tercer hora) puede tener causas medicas o quirúrgicas. La presencia de estas complicaciones, aunado a la exploración quirúrgica ha demostrado aumentar la mortalidad operatoria y se ha reportado una mortalidad de 8.7% para las causas quirúrgicas y de 12.5% cuando se aísla una causa medica. Canádyová y col. reportan una mortalidad hasta de 37.5% para una re-estenotomía por sangrado mayor a lo habitual. (22-24).

Otro determinante de mortalidad operatoria en cirugía cardíaca es la falla renal aguda, definiéndose como un incremento en >50% de la creatinina basal. Bove y col. reportan una incidencia de lesión renal aguda de 1 - 30%, de las cuales, entre 1- 5% requerirán tratamiento sustitutivo de la función renal (TSFR). Finalmente se estima que la mortalidad llega a ser de 46.3% y de 63.8% en los que ameritaron TSFR, en los 30 días del postoperatorio. (25)

Los procesos infecciosos son determinantes mayores de mortalidad, sobre todos los que se presentan a nivel pulmonar y a nivel del sitio quirúrgico (relacionado a la esternotomía, mediastinitis, etc.). La incidencia de neumonía postoperatoria se ha reportado entre 2 -23%, con una mortalidad que alcanza hasta 27%. (11). Por otro lado, la mediastinitis tiene una incidencia de hasta el 4%, y la causa principal son cocos Gram-positivos, condicionando una mortalidad de hasta 20%. (26)

La derivación cardiopulmonar (DCP) al ser parte esencial de la cirugía cardíaca, también es un predictor de mortalidad, en concreto se sabe a que a mayor duración de la DCP mayor mortalidad ya que entre mayor tiempo de duración en derivación, los pacientes son mas propensos a presentar sangrado mayor a lo habitual, EVC, y falla renal. Sadehgi y col. demostraron que un tiempo >100 minutos se asocia a mayor mortalidad (21).

El tiempo de pinzamiento aórtico (PAO) es una variable independiente de mortalidad, Al-Sarraf y col. determinaron a partir de una cohorte de 3,799 pacientes, que la mortalidad y complicaciones con falla renal, EVC, tiempo de ventilación prolongado y mayor estancia en la unidad de cuidados intensivos era mas frecuente en aquellos pacientes con tiempo de PAO >60min. (27)

El descontrol glucémico en postoperados de cirugía cardiaca es en definitiva otro factor asociado a mortalidad, la hiperglucemia incrementa la mortalidad (hasta 3%), sin embargo la hipoglucemia lo hace también, ya que en aras de un control mas estricto con el uso de infusión de insulina ha mostrado incrementar la mortalidad, de acuerdo con lo reportado por el grupo de NICE SUGAR. (28)

Las complicaciones a nivel gastrointestinal (sangrado de tubo digestivo, infarto intestinal, colecistitis, etc.) se han relacionado a una mortalidad promedio de 33%, mientras que las complicaciones neurológicas llega a incrementar la mortalidad operatoria hasta 10%, y de éstas, una de las mas temidas es el accidente cerebrovascular (con incidencia hasta de 5%) (11).

Como es de notar, en párrafos anteriores se han mencionado múltiples factores que influyen en la mortalidad operatoria en el contexto de la cirugía cardiaca, además ya se ha reconocido a través del tiempo que la disfunción ventricular derecha es una complicación de la cirugía cardiaca, y que contribuye a la mortalidad (11). Lo que sabemos de la disfunción ventricular derecha proviene de trabajos pequeños, y las herramientas disponibles que tenemos para valorar la función del ventrículo derecho en el contexto del paciente quirúrgico, son pocas, y el uso de estas tampoco han sido ampliamente estudiadas.

2.4 Función ventricular derecha y su valoración por ecocardiografía.

Tradicionalmente al ventrículo derecho se le ha dado menos relevancia comparado con el izquierdo. Sin embargo hoy sabemos, que la disfunción ventricular derecha conlleva a una gran mortalidad, ya sea en el contexto del infarto agudo de miocardio, en sujetos con enfermedad valvular o en aquellos con cardiopatías congénitas.

El estudio del ventrículo derecho siempre ha sido un reto ya que a diferencia de su contraparte, su configuración geométrica (en forma de media luna y su disposición rodeando al ventrículo izquierdo) dificulta su valoración con técnicas como la ecocardiografía. (29)

El ventrículo derecho se asemeja a grosso modo a una pirámide y se divide en tres porciones: el tracto de entrada, el cuerpo y el tracto de salida. Su contracción es generada por una capa profunda de fibras longitudinales que causan el movimiento de la base al ápex, y una capa superficial de fibras circulares que resultan en el engrosamiento a nivel del tracto de entrada. El ventrículo derecho carece de fibras espirales, como las que se encuentran en el izquierdo (30).

Como ya se ha comentado la valoración del ventrículo derecho es un reto, sin embargo es posible con el uso de diversas tecnologías como la tomografía, medicina nuclear, resonancia magnética y ecocardiografía. Esta última denota mayor relevancia, ya que es un estudio de menor costo, es ubicuo, inocuo y es posible realizarlo en la cama del paciente.

En el 2010 la American Society of Echocardiography (ASE) en conjunto con sus homólogas canadiense y europea, publicó las guías de valoración ecocardiográfica del ventrículo derecho en adultos, en la cual se basan las mediciones aceptadas a nivel internacional (incluyendo nuestro centro) y a continuación exponen los datos más relevantes. (31)

La valoración del ventrículo derecho (VD) deberá realizarse en las proyecciones: 4 cámaras, 4 cámaras modificada, eje largo paraesternal, eje corto paraesternal, tracto de entrada del VD paraesternal, las vistas subcostales son útiles para valoración sistólica y diastólica del VD.

La aurícula derecha debe ser medida en la tele-sístole (cuando la cavidad luce mas grande). La valoración se realiza en 4 cámaras, se debe determinar el área de la auricular derecha (la cual debe ser menor de 18 cm²) y las dimensiones lineales las cuales se realizan en sentido del eje mayor y el eje menor, es decir desde el centro del plano valvular tricuspídeo hasta el aspecto mas superior de la pared auricular, y desde el septum inter atrial hasta la parte mas externa (mas a la

derecha) de la pared auricular, respectivamente. El eje mayor debe ser <53mm y menor debe ser <44mm (31).

El ventrículo derecho debe ser medido en 4 cámaras modificado para enfocarse al mismo. Los diámetros lineares debe ser medidos en tele diástole. Se acepta que las mediciones pueden realizarse a nivel basal, a nivel medio y longitudinal (desde la punta del VD hasta la base), considerándose normales los siguientes valores, <42mm, <35mm y <86mm respectivamente. La medición basal es la que tiene mayor relación con el pronóstico. El tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) puede medirse en eje largo paraesternal, y el valor normal es <33 mm, también puede hacerse en eje corto para esternal, no debiendo ser >35mm. El grosor de pared ventricular derecha debe ser medido en eje subcostal, en donde una determinación de >5mm se considera anormal. El área ventricular se determina en un eje 4 cámaras, y se planimetría la cavidad en telediástole, el valor normal es <25cm². (31) El volumen ventricular derecho es difícil de determinar, debido a la compleja estructura del VD. La ecocardiografía tridimensional es una opción, en un documento publicado por Leibundgut y col. se han podido correlacionar los datos con aquellos obtenidos por resonancia magnética nuclear (RMN), considerándose hasta el momento como normales un volumen diastólico final <86ml y cuando se indexa es <49ml/m². (32) Respecto a la función del VD, la ASE recomienda los siguientes parámetros : (39).

- La excursión sistólica del plano valvular tricuspídeo o TAPSE por sus cifras en ingles, se mide en 4 cámaras, en modo M colocando el cursor en la porción lateral del anillo tricuspídeo se considera normal un valor >16mm.
- La velocidad del anillo tricuspídeo durante la sístole (onda S tricúspide), es otros parámetro empleado, se determina en una vista 4 cámaras, y colocando el cursor del Doppler tisular en la porción lateral del anillo tricuspídeo, posteriormente se mide la velocidad pico. El valor normal es ≥ 10 cm/s.
- El cambio de área fraccional, refleja la variación porcentual del área de la diástole a la sístole. Nuevamente en 4 cámaras se realiza la planimetría de la cavidad ventricular derecha en sístole y en diástole, empleando la siguiente formula: $[(\text{Área VD tomada en telediástole} - \text{Área VD tomada en tele sístole}) / \text{Área VD tomada en telediástole}] \times 100$. El valor normal es $>$ o igual a 35%.
- El índice de desempeño miocárdico o índice de Tei derecho, refleja tanto la función sistólica como la diastólica del VD. Se emplea la siguiente fórmula para determinarlo: $(\text{Tiempo de relajación isovolumétrica} + \text{tiempo de contracción isovolumétrica}) / \text{tiempo de expulsión}$. Los datos para la formula pueden ser obtenidos por método Doppler pulsado o por Doppler tisular, los valores aceptados como normales son de <0.40 y <0.55 por cada método respectivamente.
- Otros parámetros empleados en la valoración funcional del ventrículo derecho (FEVD) incluyen la determinación de la fracción del expulsión que como ya se comentó previamente, puede ser determinado por ecocardiografía 3D con una buena correlación con la RMN, y un valor normal es FEVD>44%.
- Otros parámetros de función ventricular derecha son el strain (que se define como el cambio porcentual en la deformación cardiaca, que para el VD es primordialmente longitudinal) y su derivado el *strain rate* (definido como la tasa de deformación miocárdica). La medición se realiza por Doppler tisular (dependiente de ángulo) y por *speckle-tracking* (no ángulo-dependiente). Los beneficios potenciales incluyen la habilidad única de reflejar la contractilidad intrínseca del VD, valorar propiedades diastólicas, realizar análisis regionales e identificar disfunción subclínica. (33-34)
- Finalmente, por ecocardiografía Doppler es posible determinar parámetros hemodinámicos:

- presión auricular derecha.
- presión arterial pulmonar.
- resistencias vasculares pulmonares.

2.5 Disfunción ventricular derecha como complicación de la cirugía cardíaca.

La disfunción ventricular derecha en el contexto de la cirugía cardíaca y en la cardiología en general, ha cobrado relevancia en fechas recientes, y varios autores han mostrado su asociación directa con mortalidad, aunque muchos de éstos han sido retrospectivos.

Se ha determinado la importancia de la hipertensión arterial pulmonar como factor asociado a mortalidad postoperatoria, de hecho se encuentra considerada en las escalas de riesgo prequirúrgico como el EuroSCORE (*vide supra*); hoy existe evidencia que la hipertensión arterial pulmonar quizás tenga un rol no tan preponderante como el de que el hecho de la adaptación del VD a ella. Por ende **la valoración prequirúrgica del ventrículo derecho puede mejorar la estratificación preoperatoria.**

En el 2002, Maslow y col. demostraron, en un estudio retrospectivo en 41 pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica, que la disfunción ventricular derecha (determinada por un cambio de área fraccional <35%) en el contexto de daño ventricular izquierdo (FEVI <25%) incrementa la mortalidad postoperatoria. (35)

En el ámbito de la cirugía de valvular, Haddad y col. a través de un estudio prospectivo de 50 pacientes sometidos a cirugía valvular mitral y aórtica, mostraron que la disfunción ventricular derecha, determinada por Índice de Tei del ventrículo derecho >0.5 y un CAFVD (cambio de área fraccional del ventrículo derecho) <35% es un predictor de mortalidad. (36)

Aunque se desconocen los mecanismos exactos por los que el ventrículo derecho puede claudicar posterior a la cirugía cardíaca, se piensa que la isquemia y la depresión miocárdica suelen ser los factores precipitantes. (37)

Entre los factores que se interrelacionan en mayor o menor medida se encuentra la hipertensión arterial pulmonar (que se desarrolla posterior a la derivación cardiopulmonar). Los mecanismos que precipitan la HAP postquirúrgica son complejos, sin embargo se piensa que algunos factores como la isquemia y reperfusión (con la liberación de citosinas), embolia pulmonar, transfusiones, uso de protamina así como la hipertensión arterial pulmonar preexistente contribuyen a la disfunción ventricular derecha. La isquemia del VD también tiene un importante papel en este proceso, y está mediada por factores como embolia aérea, eventos trombóticos, disfunción de injerto aortocoronario y la hipotensión. (38)

La disfunción ventricular conduce a bajo gasto cardíaco e hipotensión arterial, desencadenando colapso circulatorio, propicia también la aparición de corto circuito de derecha que a su vez conlleva hipoxemia. La disfunción diastólica del VD también favorece la congestión hepática y retención hídrica. Finalmente, la falla ventricular derecha provoca la disfunción ventricular izquierda por interdependencia ventricular. (37)

El diagnóstico de la disfunción ventricular derecha postoperatoria es a través de criterios clínicos, hemodinámicos y ecocardiográficos, estos incluyen (37):

- **Clínicos:** Dificultad para la desconexión de la derivación cardiopulmonar, en ausencia de falla ventricular izquierda o hipovolemia.
- **Hemodinámicos:** presión auricular derecha >18mmHg, relación PAD/PCAP >1, índice cardíaco <2L/m/m², PAM <60mmHg.
- **Ecocardiográficos:** dilatación del VD mediante valoración cualitativa subjetiva (>2/3 del VI en su diámetro transversal); fracción de acortamiento <25% o una reducción del 20% con respecto a la valoración pre-derivación cardiopulmonar; TAPSE <16mm y velocidad sistólica del Doppler tisular del anillo tricuspídeo <10cm/s.

Aunque actualmente el manejo de la disfunción ventricular derecha consiste en medidas de soporte que incluyen evitar la hipovolemia uso de fármacos vasopresores e inotrópicos, el uso de óxido nítrico a fin de minimizar el efecto deletéreo de la hipertensión arterial pulmonar, y finalmente considerar el uso de dispositivos de asistencia ventricular derecha. Ninguna de las intervenciones ya comentadas, ha de mostrado por sí misma reducir la mortalidad, por lo que la estrategia más sensata es la prevención. Las medidas preventivas a considerar consisten en (37-38):

- a) Seleccionar el momento adecuado para la cirugía, esto es antes de que se desarrolle HAP
- b) optimizar la protección miocárdica
- c) utilizar vasodilatadores selectivos en el periodo perioperatorio
- d) limitar las transfusiones de hemoderivados
- e) evitar hipotensión
- f) optimizar precarga del VD
- g) ajuste de ventilación mecánica evitando hipoxemia e hipercapnia

2.6 Disfunción ventricular derecha determinada por ecocardiografía como predictor de mortalidad en la cirugía cardíaca.

Como ya se ha comentado anteriormente, la disfunción ventricular derecha es una complicación de la cirugía cardíaca y está relacionada directamente con la mortalidad. En 1993, Pinzani y col. demostraron que en pacientes sometidos a cirugía de sustitución valvular mitral, aórtica o ambas, se presenta mayor mortalidad cuando se identifica disfunción ventricular derecha prequirúrgica, y el pronóstico es más ominoso en aquellos que la desarrollaban en el postoperatorio. (39)

Posteriormente, en 1996 Nagel y col. consideran la importancia de la disfunción ventricular derecha como predictor de mortalidad en las valvulopatías, tanto en su evolución como en el postoperatorio, empleando como valoración de la función ventricular la fracción de expulsión ventricular derecha determinada por resonancia magnética, ya desde entonces se reconoce que la FEVD está ampliamente influida por la precarga y estado preexistente de hipertensión arterial pulmonar y por ende resulta un marcador pobre. (40)

Sin duda la ecocardiografía es hoy una de las herramientas más útiles en la valoración pre y postoperatoria en pacientes sometidos a cirugía cardíaca dado que es accesible, ubicua, inocua y capaz de realizarse a la cabecera del paciente. Además la valoración de la función ventricular derecha ha sido estandarizada por este método, haciéndolo ideal para su estudio.

En el 2002 Maslow y col. estudiaron el papel que juega la disfunción ventricular derecha en pacientes operados de revascularización miocárdica con disfunción ventricular izquierda (FEVI <25%). Usando la cuantificación transoperatoria del cambio de área fraccional del VD por ecocardiografía transesofágica en 41 pacientes; concluyeron que los pacientes con un CAFVD <35% tienen más frecuencia de complicaciones, mayor tiempo de ventilación y estancia en la terapia, así como mayor mortalidad y los autores lograron excluir la influencia de la función ventricular izquierda como probable causa de dichos eventos, ya que no se observó una diferencia significativa en la FEVI postquirúrgica en los grupos CAFVD >35 o <35%. (35)

En otro estudio realizado en 2007 por Haddad y col. incluyeron a 50 pacientes, programados para cirugía de sustitución valvular mitral y aórtica, fueron valorados por ecocardiografía transesofágica posterior a la inducción anestésica para determinar la función ventricular derecha usando índice de Tei por Doppler continuo y cambio de área fraccional. Concluyeron que el índice de desempeño miocárdico del ventrículo derecho tiene asociación con los eventos adversos cardiovasculares. (36) e mayor asociación tienen con los eventos adversos son

Como se ha mencionado, la valoración del ventrículo derecho es difícil por su configuración anatómica dado que no permite hacer suposiciones geométricas; la tecnología ha provisto en fechas recientes de técnicas tridimensionales y de análisis en 2D que permiten obviar estar

suposiciones geométricas y sobrepasar las variaciones técnicas (angulación por ejemplo). La tecnología tridimensional ha permitido la valoración de los volúmenes del VD, y determinar la fracción de expulsión con una correlación cercana a la obtenida por resonancia magnética. Otra tecnología como el estudio de la deformación miocárdica obtenida en 2D, la deformación o strain permite la valoración en cambio porcentual en el acortamiento de la fibra y puede ser usada como una medida del verdadero desempeño sistólico. (41)

En relación a lo anterior, Maffessanati y col. condujeron un estudio en el cual se evaluaron 60 pacientes programados para cirugía valvular mitral en el contexto de insuficiencia mitral. Se midieron previo a la cirugía parámetros convencionales en 2D (TAPSE, Onda S tricuspídea) y *strain* longitudinal por *speckle tracking* así como el volumen del VD en 3D y 6 meses posterior a la cirugía. El estudio fue enfocado a valorar disfunción ventricular derecha en el postquirúrgico y no mortalidad postoperatoria. Los parámetros convencionales fueron afectados, se piensa que secundario a alteraciones en la geometría ventricular, sin embargo los parámetros volumétricos obtenidos en 3D no se modificaron, mientras que las mediciones del strain global por *speckle tracking* mostraron alteraciones de las fibras longitudinales, no así de las radiales. (42)

En un estudio retrospectivo realizado por Ternacle y col. que incluyó 256 pacientes sometidos a cirugía valvular mitral, aórtica y revascularización miocárdica se midieron parámetros de función ventricular derecha convencionales (TAPSE, ondas S tricuspídea, cambio de área fraccional del VD, y strain global bidimensional), previo a la cirugía; se documentó la evolución de los pacientes a 30 días, con punto final la muerte post operatoria (a 1 mes) y el uso prolongado de inotrópicos (>48hrs). Usando como punto de corte para disfunción ventricular derecha TAPSE de <16mm, FACVD <35%, onda S tricuspídea <10cm/s y un *strain* Global del VD $\geq 21\%$. Se observó que la mortalidad fue mayor en aquellos pacientes con disfunción ventricular derecha prequirúrgica. En aquellos con un *strain* global del VD normal tuvieron una mortalidad de 3%. Otro dato que se rescata de este estudio es que aquellos pacientes con FACVD >35%, y strain global del VD $\geq 21\%$ tuvieron la misma mortalidad que aquellos a los que se les había documentado un FACVD <35%. Por lo anterior, se concluye que la deformación o strain del VD es un marcador sensible de disfunción ventricular derecha, quizás mas que los ya establecidos y empleados en estudios previos, y que se correlaciona con mortalidad postoperatoria. (43)

2.7 Volumen auricular derecho y su relación la disfunción ventricular derecha y falla cardiaca.

El estudio de la función auricular derecha ha sido delegada a pequeños trabajos, con resultados que no son concluyentes, sin embargo el interés renovado en los últimos años a esta cavidad, ha mostrado la función tan importante que en realidad tiene.

Fisiológicamente, la aurícula derecha cumple con tres funciones básicas:

- Reservorio sanguíneo mientras la válvula tricúspide se encuentra cerrada
- Función de conducto, ya que la sangre fluye de forma pasiva desde la circulación venosa sistémica al VD mientras la tricúspide se encuentra abierta
- Función de bomba, durante la tele diástole contribuyendo al llenado ventricular derecho. (44)

La valoración de la aurícula derecha hasta el momento incluye la determinación de los diámetros y área en 4 cámaras, al menos las validadas por la ASE, sin embargo el volumen auricular derecho no ha sido estandarizado internacionalmente.

En 2009 Aune y col. buscaron determinar el valor normal del volumen auricular derecho por ecocardiografía tridimensional. Los resultados arrojaron una gran variabilidad entre ambos sexos, sin embargo al indexarlo a la superficie corporal, llegaron a un valor mas constante, concluyendo que un valor de 47 ml/m² es el valor normal máximo. (45).

Sin embargo, el estudio realizado por Peluso y col. analizó la función de la aurícula derecha midiendo el volumen máximo, mínimo y el volumen preA (que valora las funciones de conducto e impulso de la aurícula derecha), determinándose con ello los primeros valores considerados como normales, V_{max} 52 – 15ml, V_{min} 19 –8ml, V_{preA} 28 ± 10 ml. (44)

Hasta el momento son pocos los trabajos que han valorado el volumen auricular derecho y la falla cardíaca, en el 2009 Sallach y col. publicaron que un volumen auricular derecho indexado (determinado por ecocardiografía 2D mediante método de Simpson) >32 ml/m² aumenta el riesgo del combinado de muerte, trasplante y hospitalización por falla cardíaca en paciente con insuficiencia cardíaca crónica, así mismo se observó relación directa con falla ventricular derecha sistólica y diastólica del VD. (46)

En el 2013, un grupo saudita dirigido por Darahim corroboró los hallazgos anteriores, es decir, el incremento en los efectos adversos (descompensación, muerte o requerimiento de trasplante cardíaco) con un incremento en el volumen auricular indexado, en dicho estudio el punto de corte fue de 29 ml/m², cabe mencionar que la técnica empleada por este grupo fue también ecocardiografía bidimensional infiriendo el volumen por método de Simpson. (47)

Patel y col. en el 2011 observaron que en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica descompensada el volumen auricular derecho determinado por ecocardiografía 3D tiene mayor correlación con parámetros hemodinámicos como presión intraauricular que con la ecocardiografía 2D, por ende la ecocardiografía 3D es superior en la determinación de los volúmenes auriculares derechas que la ecocardiografía 2D. (48)

3. JUSTIFICACIÓN.

La cardiopatía isquemia es la patología mas frecuentemente observada a nivel mundial y México no es una excepción, el tratamiento quirúrgico ha permitido que la mortalidad asociada a estas haya disminuido en los últimos años. Sin embargo la cirugía cardiaca con lleva a morbilidad y mortalidad por si misma.

Existen factores ampliamente estudiados relacionados a la mortalidad perioperatoria, unos directamente involucrados al aspecto técnico del procedimiento quirúrgico (tiempo de derivación cardiopulmonar, tiempo de pinzamiento aórtico etc.) y otros que resultan de características del paciente como el sangrado mayor a lo habitual, ventilación prolongada, complicaciones infecciosas falla renal aguda, disfunción ventricular izquierda y derecha.

De las complicaciones ya mencionadas la falla ventricular derecha es quizás la menos estudiada, y existe evidencia que juega un papel importante como fuerte predictor de mortalidad postoperatoria.

A nivel mundial, los trabajos realizados al respecto son pocos, muchos de ellos retrospectivos y los que se han realizado de forma prospectiva han incluido pocos pacientes y no se ha logrado separar de forma satisfactoria la mortalidad por otras causas y la que debida netamente de la falla ventricular derecha, además éstos estudios determinan de manera aislada algunas mediciones de la función ventricular derecha, y no en su conjunto.

Otro común denominador de estos estudios es que han empleado la ecocardiografía como herramienta para valorar la función ventricular derecha en el pre y postquirúrgico, ya que hoy en día es un recurso ubicuo y capaz de ser llevado a la cabecera del paciente además de ser una técnica ampliamente estudiada, con parámetros estandarizados y en constante investigación y desarrollo.

El presente trabajo tiene su origen en la necesidad de contribuir al conocimiento actual con respecto a la disfunción ventricular derecha en el terreno de la cirugía cardiaca y como influye sobre la mortalidad como un factor independiente, y la interrelación con otros predictores de mortalidad ya ampliamente estudiados.

Asimismo, se busca valorar los parámetros ecocardiográficos ya conocidos para el estudio de la función ventricular derecha clásicos y nuevos (como el *strain* global del ventrículo derecho por *speckle tracking*) en el pre y el postoperatorio, y cuales de ellos tienen una relación más estrecha como predictor de la mortalidad. Finalmente el presente estudio pretende explorar la utilidad del volumen auricular derecho en postoperatorio inmediato y su relación con la evolución postoperatoria y la presencia de falla cardiaca.

No está de más decir que en Latinoamérica no se ha realizado un estudio similar, y que toda la información existente ha sido basada en trabajos relativamente pequeños en población europea y norteamericana, y por ende los resultados obtenidos serán un punto de referencia en la comunidad científica nacional e internacional.

Los datos que deriven del presente trabajo podrán brindar más herramientas en la valoración preoperatoria y postoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía cardiaca en el Instituto Mexicano del Seguro Social, en el país y a nivel mundial, y todo ello con el uso de una herramienta de la cual ya disponemos, conocemos ampliamente y se encuentra en constante evolución como es la ecocardiografía.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La disfunción ventricular derecha es un factor asociado de forma importante a la mortalidad posterior a la cirugía cardíaca, sin embargo aislar esta causa dentro de los otros posibles factores bien conocidos (falla renal, infecciones, tiempo de derivación cardiopulmonar, etc.) no es posible en muchos casos, más aún, la valoración funcional preoperatoria del ventrículo derecho no se hace rutinariamente, e identificar la falla ventricular derecha desde bases meramente clínicas o hemodinámicas (a través de métodos invasivos como catéter de flotación) no es fácil debido a la interrelación de otros factores como el uso de ventilación mecánica u otros estados que conducen a bajo gasto (vasoplejia, choque séptico). Es por ello que los trabajos que han explorado la falla cardíaca en el perioperatorio han empleado la ecocardiografía como la herramienta para demostrar la disfunción ventricular derecha. Sin embargo los parámetros ya validados para valorar la función del ventrículo derecho, parecen estar alterados de forma habitual en los pacientes posterior a la cirugía cardíaca y no siempre tienen una traducción clínica. De los trabajos ya realizado se ha observado que el cambio de área fraccional y el strain global del VD son quizá los factores que tienen mayor relación con eventos adversos durante el postoperatorio. Sin embargo estos parámetros han sido estudiados a través de ecocardiografía transesofágica y durante el transoperatorio, o incluso meses después de haberse llevado cabo la cirugía, cabe señalar pues que los parámetros ya comentados no han sido validados para ecocardiografía transtorácica en éste grupo de pacientes ni al momento postoperatorio inmediato. En conclusión, aunque se tiene evidencia de que la ecocardiografía es la herramienta ideal para la identificación de la disfunción ventricular derecha en el postoperatorio, aún se desconoce cuales de éstos parámetros (ya validados por sociedades como la ASE) son los más útiles para determinar la asociación de disfunción ventricular derecha en este escenario, más aún cuales de ellos se asocian de una manera independiente con la mortalidad atribuible. De la misma forma aún no se ha explorado si aquellos pacientes con función cardíaca derecha aparentemente normal determinada por parámetros habitualmente medidos por ecocardiografía (TAPSE, onda S tricúspide, índice de Tei derecho, volumen auricular derecho) y que presentan alteración en los mismos posterior a la cirugía, los haga mas propensos a morbilidad aumentada (ventilación prolongada, falla renal y/o muerte).

Finalmente aunque se ha observado en pequeños estudios y en otros escenarios (pacientes con hipertensión arterial pulmonar crónica) el *strain* global del VD ha demostrado detectar daño ventricular derecho antes de que se afecten otros parámetros tradicionales, y aún no se ha estudiado su papel como predictor de mortalidad preoperatoria, ni se ha considerado como una parte esencial de la valoración ecocardiográfica prequirúrgica.

4.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no expuestos a falla cardíaca derecha preoperatoria y postoperatoria mediata?

- a) ¿Cuál es la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no expuestos a strain global del ventrículo derecho <21% en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato?
- b) ¿Cuál es la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no

expuestos a excursión del anillo tricuspídeo <16 mm en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato?

- c) ¿Cuál es la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no expuestos a cambio de área fraccional del ventrículo derecho $<35\%$ en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato?
- d) ¿Cuál es la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no expuestos a velocidad de onda S tricuspídea >10 cm/s en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato?
- e) ¿Cuál es la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no expuestos a índice de Tei >0.5 en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato?
- f) ¿Cuál es la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no expuestos a volumen auricular derecho >47 ml/m² en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato?
- g) ¿Cuál es la asociación y la magnitud de la misma entre el strain de la pared lateral del ventrículo derecho y la presencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica?

5. OBJETIVOS.

5.1 Objetivo General.

Determinar la incidencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos y no expuestos a falla cardíaca derecha preoperatoria y postoperatoria mediata?

5.2 Objetivos particulares:

- a) Determinar y comparar la incidencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuesto y no expuestos a strain global del ventrículo derecho $<21\%$ en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato.
- b) Determinar y comparar la incidencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuesto y no expuestos a excursión del anillo tricuspídeo <16 mm en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato.
- c) Determinar y comparar la incidencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuesto y no expuestos a cambio de área fraccional del ventrículo derecho $<35\%$ en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato.
- d) Determinar y comparar la incidencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuesto y no expuestos a velocidad de onda S tricuspídea >10 cm/s en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato.
- e) Determinar y comparar la incidencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuesto y no expuestos a índice de Tei >0.5 en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato.
- f) Determinar y comparar la incidencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuesto y no expuestos a índice de volumen auricular derecho >47 ml/m² en el momento preoperatorio y postoperatorio mediato.
- g) Determinar la asociación y la magnitud de la misma entre el strain de la pared lateral del ventrículo derecho y la presencia de ventilación prologada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica.

6. HIPÓTESIS GENERAL.

Existirá una diferencia de al menos 50% en la incidencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte entre los expuestos y no expuestos a falla cardíaca derecha de una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica.

6.1 Hipótesis específicas:

- a) Habrá una incidencia al menos 30% más de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos a strain global del ventrículo derecho $>21\%$ en el momento preoperatorio y postoperatorio mediano comparada con aquellos no expuestos.
- b) Habrá una incidencia al menos 19% más de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos a excursión del anillo tricuspídeo <16 mm en el momento preoperatorio y postoperatorio mediano comparada con aquellos no expuestos.
- c) Habrá una incidencia al menos 18% más de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos a cambio de área fraccional del ventrículo derecho $<35\%$ en el momento preoperatorio y postoperatorio mediano comparada con aquellos no expuestos.
- d) Habrá una incidencia al menos 30% más de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos a velocidad de onda S tricuspídea >10 cm/s en el momento preoperatorio y postoperatorio mediano comparada con aquellos no expuestos.
- e) Habrá una incidencia al menos 30% más de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos a índice de Tei >0.5 en el momento preoperatorio y postoperatorio mediano comparada con aquellos no expuestos.
- f) Habrá una incidencia al menos 30% más de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica expuestos a volumen auricular derecho >47 ml/m² en el momento preoperatorio y postoperatorio mediano comparada con aquellos no expuestos.
- g) Existirá una asociación significativa entre el strain de la pared lateral del ventrículo derecho y la presencia de ventilación prolongada, falla renal aguda y muerte a 30 días en una cohorte de pacientes sometidos a revascularización miocárdica.

7. PACIENTES Y MÉTODOS.

7.1 Diseño del Estudio. Figura 1.

ESTUDIO DE COHORTE.

Por la maniobra del investigador: observacional.

Por las mediciones a través del tiempo: longitudinal.

Por la dirección de la investigación: prospectivo.

Por la recolección de la información: prolectivo.

Figura 1. Esquema del Diseño del Estudio.



7.2. Diseño Muestral

- **POBLACIÓN DIANA:** pacientes con cardiopatía isquémica crónica sometidos a cirugía de revascularización.
- **POBLACIÓN ACCESIBLE:** pacientes con cardiopatía isquémica crónica sometidos a cirugía de revascularización en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS.
- **Tamaño de Muestra:**
Basados en la publicación de Ternacle y col. (43), bajo las premisas de $1-\beta=0.80$ y $\alpha=0.05$, usando la fórmula de diferencia de proporciones para los eventos adversos en el análisis crudo de acuerdo a las evaluaciones ecocardiográficas de la función ventricular derecha, el cálculo del tamaño de muestra para las hipótesis planteadas son los siguientes:
 - ✓ Para la hipótesis general: 18 pacientes por grupo
 - ✓ Para la hipótesis específica del strain global: 43 pacientes por grupo
 - ✓ Para la hipótesis específica de la excursión del anillo tricuspídeo: 83 por grupo
 - ✓ Para la hipótesis específica del cambio del área fraccional: 72 por grupo
 - ✓ Para la hipótesis específica de la onda S: 43 pacientes por grupo

- ✓ Para la hipótesis específica del índice de Tei, índice de Tei, volumen auricular derecho: 43 pacientes por grupo.

Se planeo un tamaño de muestra para nuestro estudio de 83 pacientes por grupo a los cuales se adicionamos 20% por potenciales pérdidas dando un *total 99 sujetos por grupo*.

$$n_c = n_e = \frac{(Z_\alpha \times \sqrt{2 \times P \times Q} + Z_\beta \times \sqrt{P_c \times Q_c + P_e \times Q_e})^2}{D^2}$$

7.3 Criterios de Selección de los Participantes

CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

- Pacientes de cualquier sexo
- De 30 a 80 años de edad
- Diagnóstico de cardiopatía isquémica crónica: estos pacientes son diagnosticados y tratados a través de mecanismo habitual de procedimientos y atención del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI (HC CMNSXXI).
- Programados a través de sesión medico quirúrgica para revascularización miocárdica (bajo los procedimientos habituales del tratamiento dentro del hospital), con o si cirugía mitral en el mismo procedimiento.
- Que acepten la realización del ecocardiograma al menos 30 días previos a la cirugía y en las 24 horas posteriores a la misma.
- Con fracción de expulsión del ventrículo izquierdo >40%.

CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN.

- Clase funcional III – IV de la New York Heart Association (NYHA)
- Pacientes con insuficiencia tricuspídea severa.
- Pacientes con falla renal crónica previa definida como creatinina > 2.5mg/dl ó con tasa de filtración glomerular <30ml/min en orina de 24 horas ó en tratamiento sustitutivo de la función renal.
- Cirugía de urgencia debida a choque cardiogénico, complicaciones mecánicas agudas del infarto (ruptura septal, ruptura de pared libre, ruptura de cuerdas tendinosas, insuficiencia mitral severa por disfunción aguda del músculo papilar).

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.

- Pacientes con mala ventana acústica pre o postquirúrgica tanto para las mediciones de ecocardiografía en 2D como para *speckle tracking*.
- Pérdida de datos durante el seguimiento.
- Retiro voluntario del paciente.

7.4 Variables del Estudio:

La tabla No. 2 muestra las variables, con las definiciones conceptuales, la operacionalización de las mismas, el papel que tuvieron dentro del estudio, el tipo y escala de medición.

Tabla 2. Variables consideradas en el estudio.

VARIABLE	PAPEL DENTRO DEL ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Excursión sistólica del plano anular tricuspídeo (TAPSE)	Independiente	Medición realizada en 4 cámaras con modo M que representa el movimiento longitudinal del VD, tiene relación directa con la función sistólica del mismo.	Medición realizada en 4 cámaras con modo M que representa el movimiento longitudinal del VD, tiene relación directa con la función sistólica del mismo.	Cuantitativa continua. Se dicotomizará de acuerdo a un valor ≥ 16 mm (normal) o < 16 mm (anormal)	Milímetros
Onda S tricuspídea	Independiente	Es la medición de la velocidad longitudinal del anillo tricuspídeo durante la sístole.	Es el reflejo de la velocidad longitudinal del anillo tricuspídeo durante la sístole.	Cuantitativa continua Se dicotomizará de acuerdo a un valor ≥ 10 cm/s (normal) o < 10 cm/s (anormal)	cm/s.
Cambio de área fraccional.	Independiente	Es la modificación porcentual del área ventricular derecha de la diástole a la sístole.	Es la modificación porcentual del área ventricular derecha de la diástole a la sístole.	Cuantitativa continua Se dicotomizará de acuerdo a un valor ≥ 35 mm (normal) o < 35 mm (anormal)	Puntaje Porcentual
Índice de Tei mediante Doppler Tisular.	Independiente	Es el cociente de la relación del tiempo de relajación isovolumétrica mas el tiempo de contracción isovolumétrica entre el tiempo de expulsión. Valora la función sistólica y diastólica del ventrículo derecho. Empleándose Doler tisular.	Es el cociente de la relación del tiempo de relajación isovolumétrica mas el tiempo de contracción isovolumétrica entre el tiempo de expulsión. Valora la función sistólica y diastólica del ventrículo derecho. Empleándose Doler tisular.	Cuantitativa continua Se dicotomizará de acuerdo a un valor ≥ 0.5 (anormal) o < 0.5 mm (normal)	
Strain longitudinal de la pared libre del VD	Independiente	Cambio porcentual de deformación, predominantemente el grado de acortamiento longitudinal en el caso del VD	Cambio porcentual de deformación, predominantemente el grado de acortamiento longitudinal en el caso del VD	Cuantitativa continua	Porcentual
Volumen tridimensional de la aurícula derecha	Independiente	Es la capacidad de contenido de la cavidad auricular derecha medida a través de ecocardiografía tridimensional	Es la capacidad de contenido de la cavidad auricular derecha medida a través de ecocardiografía tridimensional	Cuantitativa continua	cm ³
Volumen tridimensional indexado de la aurícula derecha	Independiente	Es la capacidad de contenido de la cavidad auricular derecha medida a través de ecocardiografía tridimensional indizado a la superficie corporal	Es la capacidad de contenido de la cavidad auricular derecha medida a través de ecocardiografía tridimensional dividido entre la superficie corporal	Cuantitativa continua	cm ³ /m ²
Mortalidad postoperatoria	Dependiente	Cese de las funciones vitales de un ser vivo.	Cese de las funciones vitales de cualquiera de los sujetos integrantes de la cohorte, por cualquier causa, en un periodo de seguimiento a 30 días. En la logística del proyecto será certificada por los médicos propios del servicio de atención médica correspondiente.	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si/No
Insuficiencia renal aguda	Dependiente	Es la disminución abrupta de la función renal, resultando en la retención de productos	Incremento en la creatinina 1.5 veces mas del basal, o una volumen urinario < 0.5 ml/kg/hr por 6 hr.	Cualitativa nominal.	Si/NO

		nitrogenados y desregulación de los electrolitos y volumen extracelular			
Choque cardiogénico	Dependiente	Condición clínica de perfusión tisular inadecuada debido a la incapacidad de la función cardiaca de bomba.	Presión sistólica persistentemente inferior a 90mmHg y un índice cardiaco <2.2l/m ² , o la necesidad de emplear vasopresores o fármacos inotrópicos para mantener éstos parámetros fisiológicos.	Cualitativo, nominal/dicotómico	Si/No
Tiempo de ventilación prolongado.	Dependiente	Apoyo mecánico ventilatorio que se sostiene por mas de 8 horas en el postoperatorio.	Apoyo mecánico ventilatorio que se sostiene por mas de 8 horas en el postoperatorio.	Cualitativa nominal, dicotómica	Si/No
Tiempo de ventilación	Dependiente	Numero de horas que el paciente permanece con apoyo mecánico ventilatorio	Numero de horas que el paciente permanece con apoyo mecánico ventilatorio	Cuantitativa continua	Horas
Escala STS (Society of Thoracic Surgeons)	Potencialmente confusora	Algoritmo que con datos clínicos busca predecir la mortalidad postoperatoria en cirugía cardiaca	Algoritmo que con datos clínicos busca predecir la mortalidad postoperatoria en cirugía cardiaca	Cuantitativa continua	Puntaje
Escala EuroSCORE	Potencialmente confusora	Algoritmo que con datos clínicos busca predecir la mortalidad postoperatoria en cirugía cardiaca	Algoritmo que con datos clínicos busca predecir la mortalidad postoperatoria en cirugía cardiaca	Cuantitativa continua	Puntaje
Re intervención quirúrgica por sangrado	Potencialmente Confusora	Exploración quirúrgica llevada a cabo en pacientes con sangrado mayor a lo habitual posterior a cirugía cardiaca.	Pacientes con sangrado >300ml la primera hr, >200ml la 2ª hr y >100ml a partir de la 3ª en adelante. Que hayan tenido que ingresar a cirugía para contener hemorragia.	Cualitativa, dicotómica	Si/No
Infecciones severas	Potencialmente Confusora	Termino clínico que indica la contaminación con respuesta inmunológica y daño estructural de un hospedero causado por u microorganismo patógeno.	Cualquier proceso patológico derivado por microorganismo identificado o que se sospeche de el identificado a nivel urinario, pulmonar (mediante datos clínicos y radiológicos) así como colección purulenta a nivel mediastinal que sea derivada del procedimiento quirúrgico que se presente durante la estancia postoperatoria inmediata.	Cualitativa, nominal, dicotómica	Si/No
Numero de inotrópicos y vasopresores empleados	Potencialmente Confusora	Fármacos que mediante diversos mecanismos incrementan la contractilidad miocárdica y/o incrementan el tono vascular a fin de preservar variables hemodinámicas como el gasto cardiaco y la presión arterial.	Numero de fármacos con actividad inotrópica y/o vasopresores empleados en el postoperatorio	Cuantitativa, discreta	Números naturales.
Edad	Potencialmente Confusora	Tiempo transcurrido entre el nacimiento del sujeto hasta el momento actual	Tiempo transcurrido entre el nacimiento del sujeto hasta el tiempo en que se realiza estudio	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Demográfica	Expresión fenotípica de la presencia de cromosomas XX o XY(hombre, mujer	Expresión fenotípica de la presencia de cromosomas XX o XY(hombre, mujer respectivamente)	Cualitativa, nominal dicotómica.	Hombre/Mujer

		respectivamente).			
Tiempo de Derivación cardiopulmonar	Potencialmente Confusora	Técnica mediante la cual la cual la sangre se desplaza desde el corazón y pulmones a una bomba oxigenante y se regresa directamente a la aorta.	Cantidad de tiempo a la que se somete a la paciente a bomba de circulación extracorpórea	Cuantitativa continua	Minutos.
Tiempo de pinzamiento aórtico.	Potencialmente Confusora	Tiempo durante el cual se secciona la circulación mediante el uso de pinzas quirúrgicas por debajo de la arteria innominada y proveer un campo de trabajo seco.	Tiempo durante el cual se secciona la circulación mediante el uso de pinzas quirúrgicas por debajo de la arteria innominada y proveer un campo de trabajo seco.	Cuantitativa continua	Minutos
Diabetes Mellitus	Potencialmente Confusora	Conjunto de trastornos metabólicos con afección sistémica de evolución crónica que se caracteriza niveles elevados de glucosa sérica.	Antecedente de padecer estado mórbido caracterizado por hiperglucemia en ayuno (>126mg/dl), hemoglobina glucosilada (>6.5%), glucosa aleatoria >200mg/dl. O medida a las 2 has de una carga de glucosa (75gr) >200mg/dl	Cualitativa, nominal, dicotómica	SI/NO
Hipertensión arterial sistémica	Potencialmente Confusora	Elevación persistente de la presión arterial (sistólica o diastólica) a nivel que se asocian a lesión orgánica.	Antecedente de la elevación de la presión arterial tomada de forma apropiada en 2 ocasiones en el consultorio, por arriba de 140mmHg (presión sistólica) y >90mmHg (presión diastólica), o bien, valores normales de presión arterial bajo efecto de fármacos antihipertensivos.	Cualitativa, nominal, dicotómica	SI/NO
Dislipidemia	Demográfica	Grupo de condiciones patológicas que tienen en común alteración en el metabolismo de los lípidos, con su consecuente alteración en las concentraciones de lípidos y lipoproteínas.	Elevación por arriba de los valores normales en las cifras de colesterol total (200mg/dl) o LDL (lipoproteína de baja densidad) por arriba de 100mg/dl o triglicéridos por arriba de 150mg/dl. Evidencia prequirúrgica.	Cuantitativa, nominal, continua	mg/dL
Transfusiones	Potencialmente confusora	Operación por medio de la cual se hace pasar directa o indirectamente la sangre o plasma sanguíneo de las arterias o venas de un individuo a las arterias o venas de otro, indicada especialmente para reemplazar la sangre perdida por hemorragia.	Numero de hemoderivados (entiéndase concentrados eritrocitarios, aféresis plaquetarios, o derivados del plasma)	Cuantitativa, nominal, discreta	Números naturales
Fracción de Expulsión Ventriculo Izquierdo	Potencialmente confusora	Relación entre el volumen telediastolico final y la volumen al final de la sístole, expresado en porcentaje.	Relación entre el volumen telediastolico final y la volumen al final de la sístole, expresado en porcentaje. Determinado por ecocardiografía 2D, antes de la cirugía.	Cuantitativa, continua	Porcentaje
Tiempo de estancia en la Terapia Postquirúrgica	Potencialmente confusora	Duración del paciente en la unidad de cuidados postquirúrgicos	Duración del paciente en la unidad de cuidados postquirúrgicos	Cuantitativa, nominal, continua	Días

Niveles séricos de Glucosa	Potencialmente confusora	Promedio de los reportes de glucosa diario obtenidos durante la estancia en la terapia posquirúrgica	Promedio de los reportes de glucosa diario obtenidos durante la estancia en la terapia posquirúrgica	Cuantitativa, normal, continua	mg/dL
-----------------------------------	--------------------------	--	--	--------------------------------	-------

8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.

Se incluyeron pacientes a través de muestreo no aleatorio por casos consecutivos de sujetos que cumplieron criterios de inclusión. Todo el estudio se realizó en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, no se hizo maniobra de intervención, y solamente se recabaron datos clínicos que habitualmente son consignados en los expedientes clínicos, y se realizaron ecocardiogramas preoperatorio y postoperatorio mediato (primeras 24 horas de salida de quirófano) por parte del equipo de investigadores que estuvieron cegados a los demás hallazgos clínicos de los pacientes.

Todos los pacientes que fueron llevados a cirugía de revascularización en ésta Unidad de Atención Médica, se diagnosticaron y trataron por parte del equipo médico y se analizó el tratamiento definitivo a través de una sesión llamada Sesión Médico-Quirúrgica donde se expuso el caso de cada paciente y un grupo multidisciplinario de la unidad (cardiólogos clínicos, cardiólogos hemodinamistas, cirujanos cardiovasculares) analizaron las manifestaciones clínicas, estudios de laboratorio, ecocardiograma y angiografía y decidieron mediante opinión colegiada y consensada si el paciente es candidato a revascularización miocárdica, intervención coronaria percutánea o tratamiento médico solamente.

a) EXPLORACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA.

Los ecocardiogramas transtorácicos pre y postquirúrgicos se realizaron con un equipo comercial de ecocardiografía marca Phillips modelo Matrix iE33 (Philips Medical Systems) con software Qlab10, para el rastreo 2D se empleará transductor S5-1 y para las imágenes en 3D se utilizará sonda X3-1. Se determinaron las mediciones habituales de cualquier ecocardiograma y además se obtuvieron para este estudio la TAPSE, velocidad sistólica del anillo tricuspídea (Onda S tricuspídea), cambio de área fraccional del VD, índice de desempeño miocárdico de ventrículo derecho (índice de Tei) por Doppler tisular, volumen auricular derecho, todas estas mediciones basadas en las recomendaciones de las Guías Para Valoración De Corazón Derecho de la ASE. (31). Se procesaron las imágenes obtenidas por ecocardiografía tridimensional para determinar el volumen auricular derecho en software Qlab10 y con el mismo software se obtuvieron el strain longitudinal de la pared libre del VD por speckle tracking. Los médicos que realizaron los estudios ecocardiográficos tienen experiencia en la realización de estas mediciones, y para evaluar la *concordancia intra e interobservador* se tomarán aleatoriamente 30 estudios (los cuales quedan almacenados en medios digitales en formato DICOM y se pidieron a los investigadores que realizaran las mediciones nuevamente.

El primer estudio ecocardiográfico se hizo dentro los 15 días previos a la cirugía del paciente y el ecocardiograma postoperatorio dentro de las primeras 24 horas en que el paciente salió del quirófano.

Se dio seguimiento a 30 días para determinar la presencia de alguna de las variables dependientes (ya descritas en páginas previas), dicho seguimiento se hizo a través del expediente dado que las variables de desenlace son duras y cuando se presentan el paciente permanece hospitalizado, para aquellos pacientes que no presentaron desenlaces dentro del tiempo de hospitalización se hará seguimiento por teléfono, y en caso de haber presentado algún desenlace (que no sea muerte) se solicitará una copia de la nota de valoración médica o del alta si es que requirió internamiento.

9. ANALISIS ESTADISTICO.

El análisis descriptivo de las variables cualitativas hizo a través de frecuencias absolutas y relativas. Para la descripción de las variables cuantitativas se realizó prueba de normalidad con Kolmogorov-Smirnov, y si se encontraba distribución semejante a la normal se resumiría con media \pm desviación estándar, en caso contrario con mediana y rangos intercuartílicos.

Para el contraste de variables cualitativas del análisis bivariado se usó X^2 y para una frecuencia observada ≥ 5 se contrastarán con Prueba Exacta de Fisher.

Las variables cuantitativas se contrastaron en el análisis inferencial a con t de Student para grupos independientes siempre y cuando no se tuviera evidencia para el rechazo de la hipótesis nula de la prueba de Kolmogorov-Smirnov; en caso contrario se contrastaron con U de Mann Whitney.

A *priori* se contempló basado en los antecedentes científicos algunas variables potencialmente confusoras (Tabla 2), éstas variables y aquellas con diferente distribución entre la cohorte expuesta y no expuesta fueron controladas a través de análisis multivariado, el cual, dada la naturaleza de la variable dependiente dura (mortalidad) fueron con regresión logística binaria, cuyo criterio de ingreso al modelo es un valor $p \leq 0.20$ y salida del mismo $p \geq 0.05$.

La elección del mejor modelo que prediga el desenlace fue con la prueba estadística de Hosmer-Lemeshow.

Todos los contrastes de hipótesis fueron bajo un nivel crítico $\alpha = 0.05$.

Se utilizará el software SPSS v20.0 para OSX.

10. ASPECTOS ÉTICOS.

Los procedimientos propuestos en la metodología de este estudio se apegaron a los lineamientos éticos contemplados para la investigación en seres humanos de la declaración de Helsinki de 1964, revisadas en el año 2000 [Asamblea Medica Mundial, 2000; Ley General de Salud, 1987].

Para su realización se solicitó por escrito la autorización del paciente a través de una carta de consentimiento informado y asegurándose la confidencialidad de los resultados.

De acuerdo a la Ley General de Salud en Materia de Investigación, se considera un estudio de riesgo menor al mínimo porque solo se efectuaron estudios no invasivos que forman parte del estudio de los pacientes (Ecocardiograma Doppler - Color, Bidimensional y tridimensional). En algunos casos el lubricante utilizado en el ecocardiograma puede ocasionar sensación de frio y relaciones alérgicas locales.

Los investigadores no hicieron ninguna maniobra experimental.

Se guardó la confidencialidad de todos los participantes.

11. RECURSOS PARA EL ESTUDIO, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD.

Recursos Humanos

- Residente de cardiología de tercer año.
- Médicos cardiólogos-ecocardiografistas adscritos al servicio de gabinetes del Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI.
- Médicos cardiólogos adscritos a los servicios clínicos del Hospital de Cardiología CMN SXXI (hospitalización y terapia intensiva post-quirúrgica).

Recursos Materiales.

- Equipo comercial de Ecocardiografía Philips Matiz iE33 (Philips Ultrasound Machines) con software Qlab 10 (es parte del equipamiento de la UMAE, y no se amerita algún otro financiamiento).
 - Transductor bidimensional S5-1
 - Transductor tridimensional X3-1
-
- Computadora personal de los investigadores.
- Hojas para recolección de datos.
- Impresora de los investigadores.
- Paquete estadístico SPSS Versión 20.

En el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI contamos con todos los insumos necesarios para realizar el protocolo y *NO SE REQUIERON DE NINGUNA IMPLEMENTACIÓN O INSUMO QUE NO SEA PARTE DEL ESTUDIO HABITUAL DE LOS PACIENTES PROGRAMADOS PARA CIRUGÍA CARDIOVASCULAR.*

12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ACTIVIDAD	Abr-May 2014	Mar-Jul 2014	Agosto 2014	Sept-Dic 2014
Registro del protocolo.				
Actualización de la Información científica relacionada al tema.				
Inclusión de participantes.				
Análisis de la Información.				
Elaboración de la tesis.				
Difusión y envío a publicación.				

13. RESULTADOS.

Se presenta los resultados de 41 pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica a los cuales se les realizó un ecocardiograma previo y posterior a la misma, dándose un seguimiento de 30 días.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Edad	59 (53-67.5)
Genero	
• Masculino	30 (73.2%)
• Femenino	11 (26.8%)
Diabetes	20 (48.8)
Hipertensión Arterial Sistémica	33 (80.5%)
Dislipidemia	20 (48.8%)
PSAP	42 (35-45.5)
EuroSCORE	2.51% (1.5-5)
STS Score	0.71% (0.49-1.48)
FEVI (Prequirurgica)	52% (45-60.5%)
Numero de Vasos Intervenidos.	3 (3-4)
Glucosa sérica	167 (124-234)
Transfusiones	6.5 (4-9)
Horas de Asistencia Mecánica Ventilatoria	8 (6-96)
Re intervención	1(2.4%)
Exploración por sangrado	1 (2.4%)
IAM perioperatorio	15 (36.6%)
EVC perioperatorio.	0 (0%)
Tiempo de Derivación Cardiopulmonar	125 (89-141.7)
Tiempo de Pinzamiento Aórtico	77 (52.2-109.2)
Soporte Ventricular.	3 (7.3%)
Numero de Vasopresores	1.5 (1-3)
TAPSE Prequirurgica	21 (21-23)
Onda S tricúspidea Prequirurgica	13 (12-14)
Cambio de Área Fraccional Prequirurgica	43 (41.5-45)
Strain longitudinal VD Prequirurgica	-24 (-25 a -21)
Índice de TEI prequirurgica	0.38 (0.36-0.40)
Volumen auricular derecho prequirurgico	35 (34-36)
TAPSE Postquirurgica	19 (11-21)
Onda S tricúspidea Postquirurgica	11 (8-12)
Cambio de Área Fraccional Postquirurgica	40 (30-42)
Strain longitudinal VD Postquirurgica	-20 (-22 a -12)
Índice de TEI Postquirurgica	0.41 (0.39-0.48)
Volumen auricular derecho Postquirurgico	37 (35-43)
Días de estancia en TPQ	4 (3-8.5)
Muerte	2 (4.9%)
Lesión Renal Aguda	14 (34.1%)
Infecciones	7 (17.1%)

La edad media de los pacientes fue de 59 años. El 73.2% de los pacientes del estudio fueron hombres. Como datos demográficos, se incluyeron diabetes mellitus 2 (48.8%), 80.5% de los sujetos tenían diagnóstico de hipertensión arterial sistémica, y el 48.8% de los paciente entiendan diagnóstico de dislipidemia.

En cuanto a los datos ecocardiograficos basales estudiados, la media de FEVI en este grupo de 52% (45-60.5%), en cuanto a la presión sistólica de arteria pulmonar fue de 42mmHg. De los parámetros de función ventricular derecha la TAPSE media fue 21mm (21-23), mientras que para

el parámetro onda S tricúspidea fue 13cm/s (12-14), en el caso del cambio de área fraccional se estimó la media en 43% (41.5-45), índice de TEI 0.38 (0.36-0.40), en cuanto al Strain longitudinal del VD la media fue de -24% -25 a -21.5). Finalmente la mediana del volumen auricular derecho se ubicó en 35ml/m² (34-36).

El riesgo quirúrgico de mortalidad estimado por algoritmo por EuroSCORE tuvo una media entre estos sujetos de 2.51% mientras que el riesgo de muerte estimado por STS tuvo una media de 0.71%.

Edad	59 (53-67.5)
Genero	
• Masculino	30 (73.2%)
• Femenino	11 (26.8%)
Diabetes	20 (48.8%)
Hipertensión Arterial Sistémica	33 (80.5%)
Dislipidemia	20 (48.8%)
TAPSE Prequirurgica	21 (21-23)
Onda S tricúspidea Prequirurgica	13 (12-14)
Cambio de Área Fraccional Prequirurgica	43 (41.5-45)
Strain longitudinal VD Prequirurgica	-24 (-25 a -21)
Índice de TEI prequirurgica	0.38 (0.36-0.40)
Volumen auricular derecho prequirurgico	35 (34-36)

En cuanto a los datos relacionados al procedimiento quirúrgico, la media de vasos revascularizados fue 3 (3-4). La media de derivación cardiopulmonar (DCP) fue de 125min. (89-141.7), mientras que para el pinzamiento aórtico se encontró una media de 77min (52.2-109.2). Los pacientes tuvieron una media de tiempo de ventilación mecánica de 8 hrs (6-96), se emplearon fármacos vasopresores con una media de 1.5 (1-3). La mediana de hemoderivados transfundidos fue de 6.5 (4-9). La media de los niveles séricos de glucosa durante su estancia en TPQ fue de 167mg/dl(124-234). Finalmente la mediana de estancia de los pacientes en la terapia postquirurgica (TPQ) fue de 4 días (3-8.5).

Re intervención	1(2.4%)
Exploración por sangrado	1 (2.4%)
IAM perioperatorio	15 (36.6%)
EVC perioperatorio.	0 (0%)
Días de estancia en TPQ	4 (3-8.5)
Infecciones	7 (17.1%)
Lesión Renal Aguda	14 (34.1%)
Muerte	2 (4.9%)

De los controles ecocardiograficos postquirúrgicos, la media de la TAPSE fue de 19mm (11-21), la de la onda S tricúspidea fue de 11cm/s (8-12), con una media de cambio de área fraccional 40% (30-42%), en cuanto al Strain Longitudinal del VD fue de -20% (-22 a -12), la media del índice de TEI fue de 0.41 (0.39-0.48). Finalmente la media de volumen auricular derecho fue de 37ml/m²

En cuanto al desenlace y complicaciones asociadas al procedimiento quirúrgico, solo 1 (2.4%) paciente fue sometido a exploración por sangrado mayor a la habitual y 1 (2.4%) paciente fue reintervenido. 15 sujetos (36.6%) presento infarto de miocardio perioperatorio, ninguno de los

pacientes (0%) presento evento vascular cerebral durante el postoperatorio. En cuanto a procesos infecciosos mayores solo se presentaron en 7 pacientes (17.1%), 14 pacientes presentaron lesión renal aguda (34.1%) Finalmente durante el seguimiento de los 41 pacientes solo 2 murieron.

Debido a que no se presentaron en el grupo analizado un numero significativos de desenlace buscado (muerte), se buscó la asociación con de los parámetros Ecocardiográfica y otras variables a una de las complicaciones, encontrándose las siguientes correlaciones con la presencia de lesión renal aguda, presentándose en la tabla a seguir.

TABLA 6. PACIENTE CON LESIÓN RENAL AGUDA				
Variable	Numero (n=41)	Lesión Renal Aguda (n=14)	Sin Lesión Renal Aguda (n=27)	P
Edad	59 (53-67.5)	55.5(53-60)	60(58-70)	0.02
Genero				
• Masculino	30 (73.2%)	11(78.6%)	19(70.4%)	0.42
• Femenino	11 (26.8%)	3 (21.4%)	8(26.9%)	0.42
Diabetes	20 (48.8)	11(78.6%)	9(33.3%)	0.006
Hipertensión Arterial Sistémica	33 (80.5%)	12(87.5%)	21(77.8%)	0.43
Dislipidemia	20 (48.8%)	7(52%)	13(48.1%)	0.91
PSAP	42 (35-45.5%)	42(40-45.7)	42(34-46)	0.69
EuroSCORE	2.51% (1.5-5)	5 (3.1-5)	2 (1.5-3.1)	0.02
STS Score	0.71% (0.49-1.48)	2 (0.46-3)	0.64 (0.4-1.0)	0.04
FEVI (Prequirurgica)	52% (45-60.5%)	50 (41.5-57)	55(45-62)	0.30
Numero de Vasos Intervtenidos.	3 (3-4)	4(3-4)	3(3-3)	0.008
Glucosa sérica	167(124-234)	244(180-384)	152(118-187)	0.003
Transfusiones	6.5 (4-9)	9(7-10.2)	5(3-7-2)	<0.001
Horas de Asistencia Mecánica Ventilatoria	8 (6-96)	127(16-144)	6.5(6-8.2)	<0.001
Re intervención	1(2.4%)	1(7.1%)	0 (0%)	0.34
Exploración por sangrado	1 (2.4%)	1(7.1%)	0(0%)	0.34
IAM perioperatorio	15 (36.6%)	9(64.3%)	6(22.2%)	0.008
EVC perioperatorio.	0 (0%)	0 (0%)	0(0%)	-
Tiempo de Derivación Cardiopulmonar	125 (89-141.7)	140(125-201)	102(80-122)	0.001
Tiempo de Pinzamiento Aórtico	77 (52.2-109.2)	109.5(88-154)	63(47.7-77)	<0.001
Soporte Ventricular.	3 (7.3%)	3(21.4%)	0(0%)	0.03
Numero de Vasopresores	1.5 (1-3)	3(1.7-3)	(1-2)	0.004
TAPSE Prequirurgica	21 (21-23)	21(20-22.5)	21 (21-23)	0.24
Onda S tricúspidea Prequirurgica	13 (12-14)	14((11.7-14.2)	13(12-13)	0.18
Cambio de Área Fraccional Prequirurgica	43 (41.5-45)	42-5(41-44.5)	43(42-45)	0.40
Strain longitudinal VD Prequirurgica	-24 (-25 a -21)	-21(-24 a -21)	-24(-25 a 20)	0.01
Índice de TEI prequirurgica	0.38 (0.36-0.40)	0.38 (0.36-0.40)	0.38(0.38-0.4)	0.77
Volumen auricular derecho prequirurgico	35 (34-36)	35.5(34.7-36)	35(33-36)	0.21
TAPSE Postquirurgica	19 (11-21)	10.5(9-17.5)	20(19-21)	<0.001

Onda S tricúspidea Postquirurgica	11 (8-12)	7.5 (5-10.6)	20 (19-21)	<0.001
Cambio de Área Fraccional Postquirurgica	40 (30-42)	30(20.5-40)	41(40-43)	0.001
Strain longitudinal VD Postquirurgica	-20 (-22 a -12)	-11(-19 a - 6)	-21(-23 a -20)	0.001
Índice de TEI Postquirurgica	0.41 (0.39-0.48)	0.5 (0.41-0.5)	0.4(0.38-0.41)	0.001
Volumen auricular derecho Postquirurgico	37 (35-43)	43(38-49)	36(34-39)	<0.001
Días de estancia en TPQ	4 (3-8.5)	9.5(5-15.2)	3(2-5)	<0.001
Muerte	2 (4.9%)	2 (14.3%)	0 (0%)	0.11
Infecciones	7 (17.1%)	7 (50%)	0 (0%)	<0.001

Se observa pues que para la presencia de lesión renal aguda en el postoperatorio, fue relevante como variables relacionadas el procedimiento quirúrgico el tiempo de pinzamiento aórtico con una media de 109.5min (88-154) con una p de <0.001. El tiempo de ventilación mecánica ventilatoria tuvo una relación estadísticamente significativa ($p < 0.001$) con una media de 127hrs (16-144), así mismo el número de hemoderivados transfundidos tiene una relación significativa con la presencia de falla renal ($p < 0.001$) con una media de 9 (7-10.2). La relación entre el tiempo de estancia en la terapia postquirúrgica y la lesión renal aguda fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$) con una media de 9.5 días (5-15.2). En cuanto las variables ecocardiograficas de disfunción ventricular derecha, la TAPSE tuvo una relación estadísticamente significativa ($p < 0.001$) con una media de 10.5mm (9-17.5), así mismo la media de velocidad en sístole del anillo tricuspideo lateral (onda S tricúspidea) con relación significativa fue de 7.5cm/s (5-10.6). Finalmente el volumen auricular derecho con relación a lesión renal aguda tuvo una relación estadísticamente significativa ($p < 0.001$) con un rango intercuartilico de 43ml/m².

14. DISCUSIÓN.

La cardiopatía isquémica es en el escenario de la cardiología moderna la patología más frecuente a la que nos enfrentamos. La revascularización miocárdica por vía quirúrgica es una opción que sigue vigente a pesar de los grandes avances en los métodos no invasivos. La mortalidad asociada al procedimiento varía de centro a centro en general 2 % (11). Si bien la muerte asociada al procedimiento es multifactorial, uno de estos es la disfunción ventricular derecha y la determinación de esta por ecocardiografía hace que se le reconozca más habitualmente.

Muchos estudios han establecido parámetros como el índice de TEI, el cambio de área fraccional y más recientemente el Strain longitudinal del VD determinado por Speckle tracking como los que mejor predicen la disfunción ventricular derecha en el postoperatorio y su relación con la mortalidad. (40-42).

En el estudio realizado que incluyó 41 pacientes, el desenlace principal esperado (muerte postoperatoria) solo se presentó en 2 pacientes, por ende pudo analizar la influencia de la disfunción ventricular derecha, aunque si bien en estos pacientes todos los parámetros de función ventricular derecha, medidos por ecocardiografía se encontraron alterados (mostrando disfunción severa del VD), no se pudo separarlos de otras causas (lesión renal, sangrado, infecciones). Por lo anterior no se puede corroborar la influencia de estos parámetros en la mortalidad en comparación a otros estudios.

La complicación que se observó con mayor frecuencia fue la lesión renal aguda (34.1%), así que el análisis encontró relaciones ya reportadas en otros artículos. A destacar el tiempo de pinzamiento aórtico es un factor directamente relacionado la presencia de falla renal, en nuestro estudio se determinó un tiempo de 109.5 minutos, así como el uso de hemoderivados, corroborado por Bove et. al (25). No se encontraron referencias que relacionen el tiempo de ventilación con la lesión renal aguda en el postoperatorio, como en el presente estudio, siendo una media estadísticamente significativa ($p < 0.001$) 127 hrs (5 días), tiempo observado de forma aislada en este grupo de pacientes.

Más importante aún, no hay estudios que relacionen los parámetros ecocardiográficos de disfunción ventricular derecha con la lesión renal aguda, como se encontraron en este estudio. De los parámetros ecocardiográficos, los que tuvieron una relación estadísticamente significativa fueron valores anormalmente bajos la TAPSE y la onda S tricúspidea (con medias 10.5mm y 7.5cm/s respectivamente), no se encontró asociación entre LRA y disminución en la deformación longitudinal del VD (Strain).

Finalmente el volumen auricular derecho indexado tuvo una relación con la presencia de lesión renal aguda con una media de 43ml/m², este valor podría ser interpretado como anormal, puesto que al conocimiento de los investigadores solo existe un estudio, publicado por Peluso y Badano en el cual se determinó un valor de volumen auricular indexado máximo (normal) por ecocardiografía 3D de 29+/-7, sin embargo estos valores se obtuvieron de 200 sujetos sanos y no hay estudios en población mexicana (44).

Por lo anterior faltan estudios que logren demostrar la asociación directa entre la disfunción ventricular derecha determinada por ecocardiografía con la mortalidad, cuál de los parámetros es el más útil y también el papel que tiene en otras complicaciones observadas en el postquirúrgico.

15. CONCLUSIONES

Aunque los estudios actuales han demostrado que la disfunción ventricular derecha tiene una relación directa con la mortalidad postoperatoria cardiovascular. Son pocos los que han logrado demostrar parámetros ecocardiográficos útiles, hasta el momento el índice de Tei, cambio de área fraccional y el strain longitudinal del ventrículo derecho por Speckle tracking.

Nuestro estudio no pudo demostrar la asociación entre disfunción ventricular derecha determinada por ecocardiografía y la mortalidad postoperatoria ya que durante el seguimiento de los pacientes solo hubieron 2 muertes, lo que tiene relación directa con la muestra obtenida (41 pacientes).

No obstante se observó de forma significativa la presencia de lesión renal aguda (34.1%), mayor con respecto a otros autores que reportan incidencia de 1-30%.

En el análisis realizado se corroboró lo reportado en estudios previos, encontrándose relación directa entre LRA y el tiempo de isquemia (pinzamiento aórtico) y el uso de hemoderivados ($p < 0.001$), se encontró asociación entre el tiempo de ventilación mecánica asistida y la lesión renal aguda, con un tiempo de hasta 5 días ($p < 0.001$). Finalmente la lesión renal aguda incrementa el tiempo de estancia en la terapia.

Sin embargo los resultados más interesantes fueron la asociación de los parámetros de disfunción ventricular derecha determinados por ecocardiografía. Se encontró una asociación estadísticamente significativa ($p < 0.001$) entre los valores anormalmente bajos en la TAPSE y la onda S tricúspidea, encontrándose medias de 10.5mm y 7.5cm/s respectivamente. Finalmente se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la dilatación auricular derecha (inferida por el incremento en el volumen auricular indexado por ecocardiografía 3D) con una media de 43ml/m².

Aunque en la actualidad ya se tienen identificados una serie de factores que tienen relación directa con la mortalidad postoperatoria y que la disfunción ventricular derecha ocupa un lugar importante entre esos factores hacen falta estudios que permitan establecer los parámetros ecocardiográficos que tengan una relación estrecha con la mortalidad y en base a los datos obtenidos en este estudio, cual de esos parámetros se relacionan a otras complicaciones, como se demostró con la lesión renal aguda. Mas estudio deberán ser conducidos en el futuro con mayor cantidad de pacientes que permitan controlar todas las variables complejas observadas en el los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular.

16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Fuster V, Kelly BB, Promoting cardiovascular health in the developing world, USA, The National Academies Press, 2010.
2. World Health Organization. Ginebra: World Health Organization;2013 [acceso 14 de febrero de 2014]. Media Centre Fact Sheets; [aproximadamente 4 pantallas]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en>.
3. Yusuf S, Reddy S, Ounpuu S, Anand S, Global burden of cardiovascular diseases: part I: general considerations, the epidemiologic transition, risk factors, and impact of urbanization. *Circulation*. 2001;104(22):2746.
4. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadísticas demográficas 2011, México : INEGI, c 2013.
5. Lerner DJ, Kannel WB, Patterns of coronary heart disease morbidity and mortality in the sexes: a 26-year follow-up of the Framingham population, *Am Heart J*. 1986;111(2):383.
6. Kannel WB, Prevalence and clinical aspects of unrecognized myocardial infarction and sudden unexpected death. *Circulation*. 1987;75(3 Pt 2):II4.
7. Chávez-Domínguez R, Ramírez-Hernández J, Casanova-Garcés JM, La cardiopatía coronaria en México y su importancia clínica, epidemiológica y preventiva. *Arch Cardiol Mex*. 2003; 73: 105–14.
8. Escobedo-de la Peña J, Rodríguez-Ábrego G, Buitrón-Granados L, Morbilidad y mortalidad por cardiopatía isquémica en el Instituto Mexicano del Seguro Social. Estudio ecológico de tendencias en población amparada por el Instituto Mexicano del Seguro Social entre 1990 y 2008, *Arch Cardiol Mex*. 2010;80(4):242-248.
9. Griffin BP, Callahan TD, Menon V. *Manual of Cardiovascular Medicine* 4th Ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
10. Wijns W, Kolh P, Danchin N, Di Mario C, Falk V, Folliguet T, et al. Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2010;31(20):2501.
11. Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Libby P. *Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine* Vol. 2. 9th Ed. Philadelphia: Elsevier; 2012.
12. Shahian MD, O'Brien SM, Filardo G, Farraris VA, Haan CK, Rich JB. The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 1—coronary artery bypass surgery grafting surgery. *Ann Thorac Surg*. 2009 Jul; 88(1 Suppl): S2-22.
13. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999; 16 (1):9.
14. Nilsson J, Algotsson L, Høglund P, Lühns C, Brant J. Early mortality in coronary bypass surgery: the EuroSCORE versus The Society of Thoracic Surgeons risk algorithm. *Ann Thorac Surg*. 2004; 77(4): 1235-9.
15. Kolh P. Importance of risk stratification models in cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2006;27(7): 768.
16. Birkmeyer JD, Siewers AE, Finlayson EV, Stukel TA, Lucas FL, Batista I, Welch HG et al. Hospital Volume and surgical mortality in the United States. *N Engl J Med*. 2002; 346(15):1128.
17. O'Connor NJ, Morton JR, Birkmeyer, MD, Olmstead EM, O'Connor GT. Effect of coronary artery diameter in patients undergoing bypass surgery. *Circulation*. 1996; 93(4):652.
18. Yau MT, Fedak PW, Weisel RD, Teng C, Ivanov J, Predictors of operative risk for coronary bypass operations in patients with left ventricular dysfunction. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999; 118(6):1006.
19. Cooper WA, O'Brien SM, Thourani VH, Guyton RA, Bridges CR, Szczech LA et al. Impact of renal dysfunction on outcomes of coronary artery bypass surgery: results from the Society of Thoracic Surgeons National Adult Database. *Circulation*. 2006; 113(8):1063.

20. Cameron D. Initiation of White cell activation during cardiopulmonary bypass: cytokines and receptors. *J. Cardiovasc Pharmacol.* 1996; 27 Suppl 1:S1-5.
21. Sadeghi N, Sadeghi S, Mood ZA, Karimi A. Determinants of operative mortality following primary coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002; 21(2):187-92.
22. Arévalo-Espinoza S, Izaguirre-Ávila R, Herrera-Alarcón V, Cerón-Díaz U, Bucio-Reta E, Ruiz-Gouyurtua M. Hemorragia mayor a lo habitual. *Arch Cardiol Mex* 2011;81(Supl 1): 24-29.
23. Hall TS, Brevetti GR, Skoultchi AJ, Sines JC, Gregory P, Spotnitz AJ. Reexploration for hemorrhage following open heart surgery differentiation on the causes of bleeding and the impact on patient outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2001; 7(6):352-7.
24. Canádyová J, Zmeko D, Mokráček A. Re-exploration for bleeding or tamponade after cardiac operation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012; 14 (6); 704-707.
25. Bove T, Calabró MG, Landoni G, Aletti G, Marino G, Crescenzi G, The incidence and risk of acute renal failure after cardiac surgery, *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2004;18(4): 442-5.
26. Braxton JH, Marrin CA, McGrath PD, Lahey SJ, Clough R, Clough R. 10-Year follow-up of patients with and without mediastinitis. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2004 Spring; 16(1):70-6.
27. Al-Sarraf N, Thalib L, Hughes A, Houlihan M, Tolan M, Young V. Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and morbidity in low- and high – risk cardiac patients. *Int J Surg.* 2011; 9(1): 104-9.
28. Finfer S, Chittock DR, Su SY, Blair SD, Foster D, Dhingra V. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients. *N Engl J Med.* 2009; 360(13):1283.
29. Ho SY, Nihoyannopoulos P. Anatomy, echocardiography, and normal right ventricular dimensions. *Heart.* 2006;92(Suppl 1):i2-i13.
30. Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I. Anatomy, physiology, aging, and function assessment of the right ventricle. *Circulation.* 2008;117(11):1436-48.
31. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: A report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23:685-713.
32. Leinbündgut G, Rohner A, Grize L, Bemheim A, Kessel-Schaefer A, Bremerich J. Dynamic assessment of right ventricular volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography: a comparison study with magnetic resonance imaging in 100 adult patients. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010; 23(2):116-26.
33. Kittipovanonth M, Bellavia D, Chandrasekaran K, Villarraga HR, Abraham TP, Pellikka PA et al. Doppler myocardial imaging for early detection of right ventricular dysfunction in patients with pulmonary hypertension. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008; 21(9):1035-41.
34. Pirat B, McCulloch ML, Zoghbi WA. Evaluation of global and regional right ventricular systolic function in patients with pulmonary hypertension using a novel speckle tracking method. *Am J Cardiol.* 2006;98:699 –704.
35. Maslow AD, Regan MM, Panzica P, Heindel S, Mashikian J, Comunale ME. Precardiopulmonary bypass right ventricular function is associated with poor outcome after coronary artery bypass grafting in patients with severe left ventricular systolic dysfunction. *Anesth Analg.* 2002;95:1507–18).
36. Haddad F, Denault AY, Couture P, Cartier R, Pellerin M, Levesque S et al. Right ventricular myocardial performance index predicts perioperative mortality or circulatory failure in high risk valvular surgery. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20:1065-1072.
37. Corres-Peiretti MA, Pérez-Vela JL, Carreño- Renes E, Insuficiencia ventricular derecha en el seno de la cirugía cardíaca. *Rev Esp Cardiol Supl.* 2013;13:7-13.

38. Haddad F, Couture P, Tousignant C, Denault AY. The right ventricle in cardiac surgery , a perioperative perspective: II. Pathophysiology , clinical importance, and management. *Anesth Analg* 2009;108:422–33).
39. Pinzani A, de Gevigney G, Pinzani V, Ninet J, Milon H, Delahaye JP. Pre- and posoperative right cardiac insufficiency in patients with mitral or mitral-aortic valve disease. *Arch Mai Coeur Vaiss*. 1993; 86(1): 27-34.
40. Nagel E, Stuber M, Hess OM. Importance of the right ventricle in valvular heart disease. *Eur Heart J*. 1996; 17: 829-236.
41. Lindqvist P, Calcuttea A, Henein M. Echocardiography in the assessment of right heart function. *Eur J Echocardiogr*. 2008;9(2):225-34.
42. Maffessanti F, Gripari P, Tamborini G, Muratori M, Fusini L, Alamanni F et al. Evaluation of right ventricular systolic function after mitral valve repair: A two dimensional doppler, speckle tracking, and three dimensional echocardiography study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25:701-8.
43. Ternacle J, Berry M, Cognet T, Kloeckner M, Damy T, Monin JL et al. Prognostic value of right ventricular two dimensional global strain in patients referred for cardiac surgery. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26(7):721-6.
44. Peluso D, Badano LP, Muraru D, Dai Bianco L, Cucchini U, Kobacay G et al. Right atrial size and function assessed with three dimensional and speckle tracking echocardiography in 200 healthy volunteers. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(11):1106-14.
45. Aune E, Baekkevar M, Roislien J, Rodevand O, Otterstad JE. Normal reference ranges for left and right atrial volume indexes and ejection fractions obtained with real time three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009; 10(6): 738-44.
46. Sallach JA, Tang WH, Borowski AG, Tong W, Porter T, Martin M et al. Right atrial volumen index in chronic systolic heart failure and prognosis. *J Am Coll Cardiol Img* 2009;2:527–34.
47. Patel AR, Alsheikh AA, Mukherjee J, Evangelista A, Quraini D, Ordway L et al. 3D echocardiography to evaluate right atrial pressure in acutely decompensated heart failure. *J Am Coll Cardiol Img* 2011;4:938–45.

17. ANEXOS.

17.1 Carta de Consentimiento informado.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

El presente instrumento, tiene por objeto formalizar y hacer constar el consentimiento informado para el paciente para el protocolo investigación titulado DISFUNCIÓN DE CÁMARAS DERECHAS DETERMINADA POR ECOCARDIOGRAFIA COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN PACIENTES POSTOPERADOS DE REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA.

Yo _____ con número de seguridad social _____ expreso mi libre voluntad para participar en protocolo de estudio DISFUNCIÓN DE CÁMARAS DERECHAS DETERMINADA POR ECOCARDIOGRAFIA COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN PACIENTES POSTOPERADOS DE REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICO. Para ello me someteré a realización de un estudio eco cardiográfico transtorácico, esto es un ultrasonido de corazón obtenido a través de la pared torácica, antes que se me practique una cirugía de revascularización miocárdica (procedimiento que se me ha propuesto previamente y el cual he aceptado) en el Hospital de Cardiología Centro Medico Nacional Siglo XXI y posterior a la cirugía.

El estudio que se me propone es un ultrasonido del corazón el cual se realizara a través de la pared torácica, en ningún momento se asociaran métodos invasivos.

Los doctores Humberto Castillejos Suastegui y Rafael Rascón Sabido me han proporcionado toda la información necesaria del procedimiento a realizar.

El estudio tiene como objetivo demostrar la utilidad de la ecocardiografía como predictor en la disfunción ventricular derecha y su impacto en la mortalidad en pacientes a los que se les practica cirugía de revascularización miocárdica (como en mi caso) y que en un futuro esta información puede emplearse en otros pacientes a fin de predecir mortalidad relacionada a este procedimiento.

Me ha garantizado la confidencialidad de los resultados obtenidos y que mi nombre no será publicado al finalizar el estudio.

En caso de no aceptar mi participación, no afectara de ninguna forma la atención de mi salud dentro del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Puedo expresar libremente mis dudas con respecto a la información que se me ha proporcionado y estoy satisfecho a plenitud.

Dentro de los riesgos relacionados al procedimiento, no existe ninguno mayor ya que no es un procedimiento invasivos, se me informa que solo de forma muy aislada se ha reportado reacciones alérgicas locales (en el sitio en donde se realizar el estudio), relacionad al gel conductor que se emplea a realizar el estudio.

Por lo comentado anteriormente, expreso mi CONSENTIMIENTO LIBRE, ESPONTANEO, y SIN PRESION alguna para que se realice los procedimientos requeridos.

Nombre y Firma del Paciente

Dr. Humberto Castillejos Suastegui

Testigo

Testigo

17.2. Hoja de Recolección de Datos.

Nombre del Paciente:	
Numero de Seguridad Social :	
Fecha de la Cirugía:	
Mediciones Ecocardiograficas(Preqx)	Medición
TAPSE	
Onda S tricúspidea	
Cambio de Area Fraccional	
Strain Long VD x Speckle	
TEI	
Vol. Auricular Derecho	
PSAP.	
FEVI	
Mediciones Ecocardiograficas Postquirurgicas (Postqx)	
TAPSE	
Onda S tricúspidea	
Cambio de Area Fraccional	
Strain Long VD x Speckle	
TEI	
Vol. Auricular Derecho	
Variables asociadas a la cirugía	
DCP	
PAO	
Re operación	
Exploración por sangrado mayor a lo habitual.	
Falla renal aguda	
Infecciones (Neumonía y/0 mediastinitis)	
Farmacos Vasopresores/inotrópicos	
Transfusiones.	
Tiempo Ventilacion Mecanica	
Tiempo de Estancia TPQ	
IAM periop	
EVC periop	
No. Vasos revascularizados.	
Soporte ventricular	
Promedio de Glucosa	
Muerte	
STS Score	
EuroSCORE	
Variables Demograficas.	
Edad	
Genero	

DM2	
HAS	
Dislipidemia	