



**Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de medicina  
División de estudios de posgrado**

**Instituto Mexicano del Seguro Social  
Dirección de prestaciones medicas  
Unidad de atención medica  
UMAE Hospital de Cardiología del CMN siglo XXI**



**“Concordancia entre ecocardiografía hemodinámica y catéter Swan Ganz en  
pacientes con Síndrome coronario agudo de la Unidad de Cuidados  
Intensivos Coronarios”**

Tesis para optar por el grado de especialista en Cardiología Clínica

**Presenta:**

***Dr. José Abraham Navarrete García***

**Asesores de tesis:**

***Dr. Erick Ramírez Arias.***

***Dr. Luis Antonio Moreno Ruiz.***

**MEXICO D.F. FEBRERO 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## HOJA DE AUTORIZACION DE TESIS

---

DR. GILBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

Director General Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Cardiología,  
CMN SXXI

---

DR. GUILLERMO SATURNO CHIU

Titular del Curso de Especialización en Cardiología UMAE Hospital de Cardiología,  
CMN SXXI

---

DRA. MARIA ALEJANDRA MADRID MILLER

Directora de Educación e Investigación en Salud UMAE Hospital de Cardiología,  
CMN SXXI

---

DR MARTÍN ROSAS PERALTA

Departamento de Investigación UMAE Hospital de Cardiología, CMN SXXI

---

DR. ERICK RAMÍREZ ARIAS

Jefe de Urgencias y Tutor de Tesis UMAE Hospital de Cardiología, CMN SXXI

---

DR. JOSÉ ABRAHAM NAVARRETE GARCÍA

Residente de Tercer Año de Cardiología UMAE Hospital de Cardiología, CMN  
SXXI

## DEDICATORIAS

A mi padre Javier Navarrete Arévalo †, que siempre será el médico que más admiro y que con su ejemplo fue mi guía durante mi formación académica

A mi madre Josefina García Escoto †, que con su amor y confianza me inspiro a seguir adelante

A mis hermanos Sandra, Javier y Víctor por su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida

A mi asesor de Tesis Dr. Erick Ramírez Arias por su apoyo para la realización de esta tesis y su ejemplo para ser mejor medico cada día.

A todos mis maestros por la paciencia y confianza otorgada para mi formación como profesional, en especial al Dr. Luis Antonio Moreno Ruiz.

## DATOS DEL ALUMNO

Apellido paterno: Navarrete  
Apellido materno: García  
Nombre (s): José Abraham  
Médico Residente del tercer año de  
Cardiología de la UMAE Hospital de Cardiología  
Centro Medico Nacional Siglo XXI  
Correo electrónico: [Jose\\_abraham53@hotmail.com](mailto:Jose_abraham53@hotmail.com)

## DATOS DEL ASESOR

Apellido paterno: Ramírez  
Apellido materno: Arias  
Nombre: Erick  
Jefe del Servicio de Urgencias de la UMAE  
Hospital de Cardiología Centro Medico Nacional  
Siglo XXI  
Correo electrónico: [derrickramirez@gmail.com](mailto:derrickramirez@gmail.com)

## DATOS DEL ASESOR

Apellido paterno: Moreno  
Apellido materno: Ruiz  
Nombre: Luis Antonio  
Cardiólogo Ecocardiografista adscrito al segundo  
piso del Hospital de Cardiología Centro Medico  
Nacional Siglo XXI

## DATOS DE LA TESIS

Título: Concordancia entre ecocardiografía hemodinámica y catéter Swan Ganz en  
pacientes con síndrome coronario agudo de la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios

No. Paginas:

Año: 2015

<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
HOJA FRONTAL.....	1
HOJA DE AUTORIZACION DE TESIS.....	2
DEDICATORIAS.....	3
DATOS DEL ALUMNO.....	4
ÍNDICE.....	5
ABREVIATURAS.....	7
1. RESUMEN.....	10
2. MARCO TEÓRICO.....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	19
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
5. OBJETIVO GENERAL.....	21
6. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
7. HIPOTESIS.....	23
8. MATERIAL Y METODOS.....	24
8.1. UNIVERSO DE ESTUDIO.....	24
8.2. DISEÑO DE ESTUDIO.....	24
8.2.1. TIPO DE ESTUDIO.....	24
8.2.2. ENFOQUE METODOLOGICO.....	24
8.3. CRITERIOS DE SELECCION.....	25

8.3.1. CRITERIOS DE INCLUSION.....	25
8.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSION.....	30
8.3.3. CRITERIOS DE ELIMINACION.....	30
8.3.3. DEFINICION DE VARIABLES.....	31
8.5. TECNICA DE MUESTREO.....	36
8.6. TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	36
8.7. ANALISIS ESTADISTICO.....	36
8.8. PROCEDIMIENTOS.....	37
8.9. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION.....	37
9. CONSIDERACIONES ETICAS.....	41
10. FACTIBILIDAD.....	43
11. PRODUCTOS ESPERADOS.....	43
12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	45
13. ANEXOS.....	46
15.1 CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	46
15.2. HOJA DE CAPTURA DE DATOS.....	48
14. RESULTADOS.....	50
15. DISCUSION.....	63
16. BIBLIOGRAFIA.....	65

## ABREVIATURAS

AHA	American Heart Association
CAP	Catéter de flotación de la arteria pulmonar
Eco	Ecocardiografía
ESC	European Society of Cardiology
ESCAPE	Evaluation Study of Congestive Heart Failure and Pulmonary Artery Catheterization Effectiveness
FC	Frecuencia cardiaca
FEVI	Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo
FR	Fracción regurgitante
GC	Gasto cardiaco
GUSTO	The Global Use of Strategies to Open Occluded Coronary Arteries.
IC	Índice cardiaco
ICC	Insuficiencia cardiaca congestiva
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social



ITV	Integral velocidad tiempo
mmHg	Milímetros de mercurio
ORE	Orificio regurgitante efectivo
PAD	Presión de la aurícula derecha
PAM	Presión arterial media
PCP	Presión capilar pulmonar
POAP	Presión de oclusión de la arteria pulmonar
PSAP	Presión sistólica de la arteria pulmonar
PSVD	Presión sistólica del ventrículo derecho
RENASCA	Registro Nacional de Síndromes Coronarios Agudos
RTVmax	Velocidad máxima de regurgitación tricuspídea
RVS	Resistencia vascular sistémica
SC	Superficie corporal
SICA	Síndrome Isquémico Coronario Agudo
TAPSE	Excursión sistólica del anillo tricuspídeo

TAS	Presión arterial sistólica
TSVD	Tracto de salida del ventrículo derecho
TSVD	Tracto de salida del ventrículo derecho
TSVI	Tracto de salida del ventrículo izquierdo
UCI	Unidad de cuidados intensivos
UMAE	Unidad Médica de Alta Especialidad
VCI	Vena cava inferior
$V_{max}^2$	Velocidad máxima al cuadrado
VR	Volumen regurgitante
VS	Volumen sistólico

## 1.- RESUMEN

### ***Título:***

“Concordancia entre ecocardiografía hemodinámica y catéter Swan Ganz en pacientes con Síndrome coronario agudo de la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios”

### ***Antecedentes:***

El catéter de flotación desde su introducción en 1970 y hasta hace algunos años se mantuvo como la técnica de monitoreo hemodinámico de elección en el paciente crítico, en especial en el choque cardiogénico secundario al Síndrome Isquémico Coronario Agudo, años después aparecieron muchos estudios que cuestionaron su utilidad e incluso seguridad, de tal manera que en la actualidad la mayoría de los centros prefieren el uso de otras técnicas no invasivas como lo es la ecocardiografía, sin embargo hasta el momento no hay ninguna publicación que evalué la correlación entre el perfil hemodinámico obtenido con ecocardiografía y catéter de flotación de la arteria pulmonar en el paciente con insuficiencia cardiaca aguda secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo.

### ***Objetivo:***

Evaluar la concordancia entre ecocardiografía hemodinámica y catéter de flotación de la arteria pulmonar en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo de la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI.

### ***Material y métodos:***

Estudio prospectivo, transversal, observacional y analítico, que incluirá 45 pacientes consecutivos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios del Hospital de Cardiología Unidad Médica de alta Especialidad Centro Médico Nacional Siglo XXI, a quienes, de acuerdo al juicio clínico del

médico tratante, se les instale catéter de flotación de la arteria pulmonar por sospecha de insuficiencia cardiaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo, y simultáneamente se realice monitoreo hemodinámico mediante ecocardiografía. Las variables que se estudiarán son: presión de oclusión de la arteria pulmonar, presión sistólica de la arteria pulmonar, presión de la aurícula derecha, índice cardiaco del ventrículo izquierdo, índice cardiaco del ventrículo derecho, resistencias vasculares sistémicas, resistencias vasculares pulmonares. Las variables se expresarán como media  $\pm$  desviación estándar. Se usará el coeficiente de Pearson de ambos grupos. Un valor de  $p < 0.05$  será considerado estadísticamente significativo. Se usará método de Bland-Altman para evaluar la diferencia de la media obtenida entre ambos métodos. La variabilidad interobservador se calculará mediante el coeficiente de correlación intraclases.

**Recursos, factibilidad y experiencia del grupo:** El hospital de Cardiología Unidad Médica de alta Especialidad Centro Médico Nacional Siglo XXI es un centro de referencia para pacientes con Síndrome isquémico coronario agudo, de los cuales aproximadamente el 5% presentan complicaciones asociadas a esta patología que ameritan monitoreo hemodinámico para su manejo.

Cuenta con cardiólogos ecocardiografistas certificados expertos en monitoreo hemodinámico obtenido por ecocardiografía, además de equipo de alto nivel tecnológico y módulos de monitoreo con catéter de flotación de la arteria pulmonar. El equipo de ecocardiografía usado será el modelo ALOKA ProSound Alpha 6, se usaran catéteres de flotación de la arteria pulmonar 7F ControlCath termodilución, los módulos de monitoreo hemodinámico son modelos IntelliVue MP20 Philips.

La realización de este estudio no implica más gastos ya que el Ecocardiograma transtorácico es un estudio de rutina que se obtiene en los pacientes con Síndrome isquémico coronario agudo y únicamente se agregaran variables hemodinámicas que no implican un costo adicional. Se utilizara material de

papelería para el registro de los datos como son hojas blancas para imprimir el registro de captura de datos, plumas, CD para la grabación de los estudios y computadora para el análisis de la información los cuales serán patrocinados por los investigadores de este estudio.

Además el grupo de médicos que integran la Unidad de Cuidados Intensivos coronario son cardiólogos con amplia experiencia en el diagnóstico y manejo de pacientes con falla cardíaca en sus diversos grados de expresión guiado por las variables hemodinámicas que se evaluarán en este estudio.

**Resultados:** Para todas las variables obtenidas por ecocardiografía hemodinámica encontramos una correlación positiva, siendo buena para la mayoría de las variables (r de Pearson 0.6-0.8) y moderada (r de Pearson 0.4-0.6) para RVP y PAD.

**Conclusiones:** La ecocardiografía es una alternativa no invasiva al catéter de flotación de la arteria pulmonar para el monitoreo hemodinámico en pacientes con diversos grados de falla cardíaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo, y puede aportar información para el tratamiento y pronóstico de estos pacientes.

El grado de concordancia entre los diferentes observadores fue en la mayoría de las variables mayor de 0.6, por lo que se considera substancial, siendo moderada para las RVP

**Palabras Clave:** Concordancia, monitoreo, invasivo, ecocardiograma, presión de oclusión de la arteria pulmonar, presión sistólica de la arteria pulmonar, presión de la aurícula derecha, índice cardíaco del ventrículo izquierdo, índice cardíaco del ventrículo derecho, resistencias vasculares sistémicas, resistencias vasculares pulmonares.

## 2. MARCO TEORICO

La manifestación de la enfermedad aterotrombotica como síndrome isquémico coronario agudo, con o sin elevación del segmento ST se ha convertido en nuestro país y a nivel mundial como la principal causa de mortalidad, de acuerdo a cifras de la Organización Mundial de la Salud durante la década pasada se registraron en el mundo más de 7 millones de fallecimientos por cardiopatía isquémica principalmente en personas mayores de 65 años. <sup>(1,2)</sup>

En el 2015 en nuestro país la Dirección General de Epidemiología e Informática de la Secretaria de Salud y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática ubicaron a las enfermedades isquémicas del corazón como la principal causa de muerte, registrando 79301 muertes por esta causa (12.7% de todos los fallecimientos). <sup>(3)</sup>

De acuerdo al Renasca-IMSS es más frecuente el infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (69%), de los cuales menos del 50 % recibieron alguna estrategia de reperfusión, solo el 8.48% fueron sometidos a intervencionismo coronario percutáneo, siendo la fibrinólisis la estrategia más empleada (40.22 %), el resto de los pacientes únicamente recibió tratamiento médico. <sup>(4)</sup>

Las complicaciones mecánicas son unos de los más indeseables contratiempos que pueden aparecer en el infarto agudo de miocardio y debido a la gravedad que confieren necesitan un rápido y acertado diagnóstico para establecer un tratamiento precoz. <sup>(5)</sup>

Los pacientes con un infarto agudo de miocardio no complicado no requieren de monitorización hemodinámica invasiva, puesto que un examen clínico adecuado (frecuencia y ritmo cardiaco, presión arterial sistémica, auscultación repetida de

los campos pulmonares, diuresis, exploración de la piel y las mucosas, radiografía de tórax) permiten evaluar la situación de la circulación. <sup>(6)</sup>

Por el contrario, cuando un paciente tiene datos de falla cardiaca es difícil determinar de forma precisa mediante la valoración clínica la condición hemodinámica. Se han obtenido grandes avances en el tratamiento del Infarto agudo de miocardio gracias a la monitorización hemodinámica. <sup>(7)</sup> Este abordaje suele emplear un catéter en la arteria pulmonar para medir la presión de oclusión de dicha arteria (equivalente a la presión de enclavamiento pulmonar) y la presión en la aurícula derecha, además del gasto cardíaco mediante termodilución, todos ellos parámetros que ayudan a tomar decisiones terapéuticas adecuadas, esto asumiendo que se cumplen 3 premisas fundamentales: los datos obtenidos por el catéter de flotación son correctos, que el clínico es capaz de interpretar estos datos, y que los datos aportados son útiles para el manejo del paciente crítico. Sin embargo la evidencia sugiere que estas premisas no siempre se cumplen, e incluso es probable que la información obtenida con el catéter de flotación lleve al clínico a una respuesta terapéutica inapropiada y que incluso pueda ser deletérea. <sup>(8)</sup>

Parte de esta evidencia fue presentada a mediados de los ochentas, cuando 20 a 40% de los pacientes hospitalizados en las unidades de cuidados intensivos eran monitorizados con catéter de flotación, esto a pesar de que la seguridad y eficacia nunca habían sido probadas. <sup>(9)</sup>

Eugene Robin en 1985 fue el primer clínico en retar el uso del catéter de flotación. El escribió 2 editoriales en donde solicitaba abandonar temporalmente su uso hasta la realización de estudios controlados que demostraran su seguridad y eficacia. <sup>(10,11)</sup> Una década después Connors y colaboradores demostraron un incremento en el riesgo de mortalidad en aquellos pacientes a los que se les colocó un catéter de flotación en las primeras 24 horas de ingreso a la terapia intensiva. A partir de este estudio en Estados Unidos disminuyó la tasa de

utilización del catéter de flotación de 5.6 por cada 1000 hospitalizaciones entre 1993 y 1996 a 1.99 por cada 1000 admisiones hospitalarias en el 2004. <sup>(12)</sup>

El primer gran estudio aleatorizado, prospectivo que evaluó al catéter de flotación fue publicado por Sandham y colaboradores en el 2003. Estos autores aleatorizaron 1994 pacientes de alto riesgo, mayores de 60 años de edad que fueron llevados a cirugía mayor y que usaron catéter de flotación para guiar la terapéutica comparada con el manejo habitual sin catéter de flotación. La mortalidad hospitalaria y a los 6 meses, así como el tiempo de estancia fue similar entre los 2 grupos, excepto para embolismo pulmonar que fue mayor en el grupo con catéter de flotación, la morbilidad fue similar entre los 2 grupos <sup>(13)</sup>.

Después 2 estudios europeos que incluyeron paciente críticos en UCI y el estudio ESCAPE en pacientes con falla cardiaca fallaron en demostrar algún beneficio con el catéter de flotación <sup>(14,15)</sup>.

Un metaanálisis realizado por el grupo Cochrane que incluyo 8 estudios no demostró ningún beneficio con el uso del catéter de flotación en pacientes de alto riesgo quirúrgico <sup>(16)</sup>.

A pesar de la dramática reducción en el uso rutinario del catéter de flotación, algunos centros de Norteamérica y en Australia lo siguen empleando de manera tradicional en el paciente crítico. Actualmente se acepta que la colocación de un catéter en la arteria pulmonar no debe realizarse de forma rutinaria y que los pacientes que más se benefician de su uso en la etapa aguda del SICA son aquellos con choque cardiogénico (prevalencia 5-8%) que es la expresión clínica más grave de la insuficiencia ventricular izquierda y se asocia a una lesión extensa del miocardio ventricular izquierdo en más del 80% de los pacientes con un Infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST, el resto pueden tener un defecto mecánico, como rotura del tabique ventricular o de los músculos papilares o un infarto que afecta principalmente al ventrículo derecho. <sup>(17)</sup>



Sin embargo la colocación de un catéter en la arteria pulmonar en muchos casos no es un procedimiento inocuo, Las complicaciones (3-5% de los casos), pueden ser graves, como sepsis, infarto pulmonar y rotura de la arteria pulmonar. <sup>(18)</sup>

Es importante destacar que se ha publicado que la frecuencia de complicaciones y la mortalidad pueden ser más altas en los pacientes sometidos a un cateterismo de la arteria pulmonar, aunque estos pacientes suelen tener un riesgo aumentado inicialmente. El análisis post hoc de los estudios GUSTO IIb y GUSTO III reportaron un incremento de 5 veces el riesgo de mortalidad con la cateterización de la arteria pulmonar en pacientes sin choque cardiogénico. <sup>(19)</sup>

En la actualidad se acepta que existen métodos no invasivos para la determinación de algunas de las variables obtenidas con el catéter de flotación como la ecocardiografía transtorácica, el análisis del contorno del pulso, la bioimpedancia eléctrica torácica, etc. <sup>(20)</sup>

Afortunadamente la ecocardiografía se considera una mejor alternativa que provee medidas hemodinámicas no invasivas, como las presiones de las cavidades derechas que pueden estimarse usando el tamaño de la vena cava inferior, los gradientes de la válvula tricúspide y pulmonar, la integral tiempo-volumen del tracto de salida del ventrículo izquierdo puede aportar el gasto cardiaco, la relación  $E/e'$  puede determinar las presiones de llenado del ventrículo izquierdo, entre otras variables hemodinámicas. <sup>(21,22)</sup>

La ecocardiografía tiene la habilidad de evaluar el estado hemodinámico biventricular así como de medir las presiones de llenado del ventrículo izquierdo. Se ha empleado para valorar la respuesta al reto hídrico en el paciente crítico que está en riesgo de falla cardiaca. Además el catéter de flotación no tiene la capacidad de medir otros predictores de mortalidad en el paciente crítico como la

disfunción diastólica del ventrículo izquierdo. Las limitaciones de la ecocardiografía en este contexto es que no puede realizarse monitoreo continuo y las guías actuales de monitoreo hemodinámico con ecocardiograma hablan de valores elevados o normales, y no de cifras exactas <sup>(23)</sup>.

Aunque muchos estudios han demostrado una buena concordancia entre la ecocardiografía hemodinámica y las medidas invasivas de manera individual de algunas variables hemodinámicas, la precisión de la ecocardiografía para proveer un abordaje que incluya un perfil hemodinámico completo no ha sido ampliamente validada. Hasta el momento no existe ningún estudio que en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo y sospecha de insuficiencia cardiaca que evalué la concordancia del monitoreo hemodinámico obtenido por ecocardiografía Doppler y el adquirido por medio del catéter de flotación de la arteria pulmonar <sup>(24, 25, 26)</sup>

En la literatura encontramos 2 estudios que realizan un perfil hemodinámico mediante ecocardiografía Doppler, y lo comparan con el catéter de flotación, el primero de ellos incluye únicamente pacientes con insuficiencia cardiaca crónica avanzada para optimizar la terapia médica e identificar aquellos posibles candidatos para trasplante, el segundo estudio fue realizado en pacientes post operados de cirugía cardiaca.

El primer estudio tuvo un tamaño de muestra de 43 pacientes, con una media de edad de 54+-8. La causa de insuficiencia cardiaca fue en su mayoría cardiopatía isquémica, la FEVI de 19+-5%, con insuficiencia mitral severa (35%), insuficiencia tricuspídea severa (15%). Las variables evaluadas fueron gasto cardiaco, resistencias vasculares pulmonares, presión capilar pulmonar, presión sistólica de la arteria pulmonar, presión de la aurícula derecha. Para todas las variables hubo una fuerte concordancia entre la ecocardiografía hemodinámica y el catéter de flotación de la arteria pulmonar ( $p=0.0001$ ). El análisis de Bland-Altman mostró

poca diferencia entre las variables analizadas, la variabilidad interobservador también fue baja.

El análisis de regresión lineal confirmó una fuerte concordancia entre el análisis invasivo y no invasiva (Resistencia vascular pulmonar,  $r$  0.96), (presión capilar pulmonar,  $r$  0.92).<sup>(27)</sup>

El segundo estudio fue realizado en el Hospital General Centro Medico La Raza en México Distrito Federal e incluyó 34 pacientes post operados de cirugía cardiaca, a los cuales se les evaluó la presión de la aurícula derecha, presión de oclusión de la arteria pulmonar, presión sistólica de la arteria pulmonar y gasto cardiaco mediante ecocardiografía transtorácica y catéter de flotación de la arteria pulmonar obteniendo coeficientes de Pearson a las 0, 8 y 24 horas, reportándose para la PAD al inicio ( $r=0,72$ ), 8 h ( $r=0,61$ ) y 24 h ( $r=0.67$ ); POAP al inicio ( $r=0.50$ ), 8 h ( $r=0.48$ ) y 24 h ( $r=0.57$ ); PSAP al inicio ( $r=0.93$ ), 8 h ( $r=0.89$ ) y 24 h ( $r=0.72$ ); y GC al inicio ( $r=0.70$ ), 8 h ( $r=0.76$ ) y 24 h ( $r=0.72$ ).<sup>(28)</sup>

### **3. JUSTIFICACIÓN.**

El catéter de flotación de la arteria pulmonar sigue siendo el gold estándar para la evaluación de parámetros hemodinámicos, pero es invasivo, no exento de complicaciones, mientras que la ecocardiografía Doppler es ahora reconocida como una alternativa no invasiva al catéter de flotación. Se han realizado estudios de concordancia entre ambos métodos, sin embargo solo se analizan parámetros de manera individual, por lo que en nuestro estudio pretende realizar un perfil hemodinámico completo que permita emplear los valores obtenidos por ecocardiografía Doppler y buscar la concordancia que pueda tener con el monitoreo invasivo para guiar el tratamiento inotrópico, vasopresor, diurético e hídrico en los pacientes con datos de falla cardiaca en el contexto de Síndrome isquémico coronario agudo; con la finalidad de establecerlo en un futuro como parte del manejo de éste tipo de pacientes sin tener que emplear un método invasivo.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El tratamiento del paciente que cursa con deterioro hemodinámico secundario a complicaciones asociadas al Síndrome Isquémico Coronario Agudo ha evolucionado a lo largo de la historia de la cardiología, iniciando con la etapa del diagnóstico y la escasa intervención terapéutica, es decir, la era del cuidado de las constantes vitales y la vigilancia, pasando por el tratamiento antiarrítmico, hasta llegar a la época de la monitorización hemodinámica realizada mediante catéter de flotación de la arteria pulmonar.

Si bien en la actualidad disponemos de otras técnicas de monitoreo hemodinámico, hoy por hoy, el catéter de flotación se mantiene como el estándar de oro con el que han comparado todas estas técnicas. Sin embargo la instalación de un catéter de flotación es un método invasivo, que la evidencia actual ha asociado su uso incluso a incremento de la mortalidad, lo que ha llevado a algunos autores a proponer que sea sustituido por otras técnicas no invasivas, entre ellas la monitorización hemodinámica por ecocardiografía.

Además debemos señalar que en la literatura no existe ningún estudio que realice un perfil hemodinámico mediante ecocardiografía similar al obtenido con el catéter de flotación en el paciente con insuficiencia cardiaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo, es por eso que nos propusimos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la concordancia de la ecocardiografía hemodinámica con la monitorización invasiva mediante catéter de flotación de la arteria pulmonar en pacientes con Síndrome Coronario Agudo de la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI?

## **5. OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar cuál es la concordancia de la ecocardiografía hemodinámica con la monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

## **6. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

6.1. Evaluar cuál es la concordancia de la presión de oclusión de la arteria pulmonar obtenida por ecocardiografía hemodinámica y la obtenida con monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

6.2. Evaluar cuál es la concordancia de la presión sistólica de la arteria pulmonar obtenida por ecocardiografía hemodinámica y la obtenida con monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

6.3. Evaluar cuál es la concordancia de la presión de la aurícula derecha obtenida por ecocardiografía hemodinámica y la obtenida con monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

6.4. Evaluar cuál es la concordancia del índice cardiaco del ventrículo izquierdo por ecocardiografía hemodinámica y la obtenida con monitorización invasiva

mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

6.5. Evaluar cuál es la concordancia del índice cardiaco del ventrículo derecho obtenido por ecocardiografía hemodinámica y el obtenido con monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

6.6. Evaluar cuál es la concordancia de las resistencias vasculares sistémicas obtenidas por ecocardiografía hemodinámica y las obtenidas con monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

6.7. Evaluar cuál es la concordancia de las resistencias vasculares pulmonares obtenidas por ecocardiografía hemodinámica y las obtenidas con monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI

## 7. HIPÓTESIS

Ho= La ecocardiografía hemodinámica tiene un **bajo nivel** de concordancia con la monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Insuficiencia cardiaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo.

Ha= La ecocardiografía hemodinámica tiene un **alto nivel** de concordancia con la monitorización invasiva mediante catéter de flotación en pacientes con Insuficiencia cardiaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo.



## **8.- MATERIAL Y MÉTODOS**

### **8.1.- Universo de estudio**

Se incluirán pacientes entre 18 y 90 años con diagnóstico de Síndrome Coronario Agudo del tipo Infarto Agudo de Miocardio con y sin elevación del segmento ST que ingresen de manera consecutiva a la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios del Hospital de Cardiología Unidad Médica de Alta Especialidad Centro Médico Nacional Siglo XXI a los cuales de acuerdo al juicio clínico del médico tratante se les coloque catéter de flotación de la arteria pulmonar por sospecha clínica de insuficiencia cardíaca aguda.

### **8.2. -Diseño de estudio:**

#### **8.2.1. Tipo de estudio:** observacional.

- **Variables:** presión de oclusión de la arteria pulmonar, presión sistólica de la arteria pulmonar, presión de la aurícula derecha, índice cardíaco del ventrículo izquierdo, índice cardíaco del ventrículo derecho, resistencias vasculares sistémicas, resistencias vasculares pulmonares.

#### **8.2.2. Enfoque metodológico:** observacional, analítico.

- Por su área de estudio: clínico.
- Por su maniobra de intervención: analítico.
- Por su direccionalidad: prospectivo.
- Por su seguimiento: transversal.

### 8.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN:

#### 8.3.1.- Criterios de Inclusión:

- Pacientes entre 18 y 90 años
- cualquier género
- Derechohabientes
- Pacientes con Infarto agudo de miocardio con sospecha clínica de insuficiencia cardiaca aguda
  
- ***Infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST***
  - El diagnóstico se realizará de acuerdo a los criterios de la tercera definición de infarto agudo de miocardio <sup>(29)</sup> con la elevación de por lo menos un valor por arriba del percentil 99 del límite superior de referencia para una población normal de creatinfosfocinasa mb y/o troponinas; en pacientes con valores basales de troponinas elevados, por ejemplo en IRC, el criterio diagnóstico aplicado será basado en las guías de diagnóstico y tratamiento de la AHA/ESC, el cual consiste en ascenso o descenso de troponinas mayor o igual al 20% <sup>(30)</sup> más alguno de los siguientes:
    - a) angina con > 20 minutos de duración o equivalentes anginosos en el contexto de isquemia miocárdica
    - b) elevación del segmento ST > 1 mm en dos derivaciones contiguas, excepto v2 y v3 donde el criterio aplicado es el siguiente: hombres menores de 40 años: elevación del segmento ST mayor de 2.5 mm, hombres mayores de 40 años: elevación del segmento ST mayor de 2 mm, mujeres de cualquier edad: elevación del segmento ST mayor de 1.5 mm,
    - c) bloqueo de rama izquierda del haz de his de novo,
    - d) q patológicas,

- e) pruebas por imagen de una nueva pérdida de miocardio viable o nuevas anomalías en la movilidad parietal.
  
- **Infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST**
  - El diagnóstico se realizará de acuerdo a los criterios de la tercera definición de infarto agudo de miocardio con la elevación de por lo menos un valor por arriba del percentil 99 del límite superior de referencia para una población normal de creatinfosfocinasa MB y/o troponinas (en pacientes con valores basales de troponinas elevados, por ejemplo en IRC, el criterio diagnóstico aplicado será basado en las guías de diagnóstico y tratamiento de la AHA/ESC, el cual consiste en ascenso o descenso de troponinas mayor o igual al 20%) más alguno de los siguientes:
    - a) angina con > 20 minutos de duración o equivalentes anginosos en el contexto de isquemia miocárdica
    - b) sin elevación del segmento ST > 1 mm en dos derivaciones contiguas, o elevación transitoria (menor de 10 minutos) del ST > 1 mm en dos derivaciones contiguas
    - e) pruebas por imagen de una nueva pérdida de miocardio viable o nuevas anomalías en la movilidad parietal.
  
- **Insuficiencia cardíaca aguda con fracción de expulsión preservada**
  - El diagnóstico de insuficiencia cardíaca aguda se hará de acuerdo a las guías ESC 2012 tomando en cuenta los siguientes criterios <sup>(31)</sup>:
  - La sospecha clínica se hará tomando en cuenta los síntomas típicos y signos más específicos:
    - Síntomas típicos: disnea, ortopnea, disnea paroxística nocturna, disminución de la tolerancia al ejercicio, fatiga, incremento del tiempo de recuperación después del ejercicio.

- Signos más específicos: presión venosa yugular elevada, reflujo hepatoyugular, S3 (ritmo de galope), impulso apical desplazado lateralmente, soplo cardiaco de novo.
- El diagnostico de ICC aguda con fracción de expulsión reducida se confirmará mediante ecocardiografía con FEVI <50% por método de Simpson biplanar.
- **Insuficiencia cardiaca aguda con fracción de expulsión reducida**
  - El diagnóstico de insuficiencia cardiaca aguda se hará de acuerdo a las guías ESC 2012 tomando en cuenta los siguientes criterios <sup>(31)</sup>:
  - La sospecha clínica se hará tomando en cuenta los síntomas típicos y signos más específicos:
    - Síntomas típicos: disnea, ortopnea, disnea paroxística nocturna, disminución de la tolerancia al ejercicio, fatiga, incremento del tiempo de recuperación después del ejercicio.
    - Signos más específicos: presión venosa yugular elevada, reflujo hepatoyugular, S3 (ritmo de galope), impulso apical desplazado lateralmente, soplo cardiaco de novo.

El diagnostico de ICC aguda con fracción de expulsión preservada se confirmará mediante ecocardiografía con FEVI >50% o ligeramente disminuida ≥40% por método de Simpson biplanar

- **Choque cardiogénico <sup>(32)</sup>:**
  - Definición: estado agudo de hipoperfusión generalizada secundaria a falla de la contractilidad cardiaca. La hipoperfusión puede manifestarse clínicamente por extremidades frías, disminución del gasto urinario y/o alteración del estado mental

- Diagnóstico:
  - TAS <90 mmhg o menor de 30 mmhg la presión arterial media por debajo del valor basal.
  - Severa reducción del índice cardiaco: <1.8 L por min por m<sup>2</sup> sin soporte o menor de 2 a 2.2 L por minuto por m<sup>2</sup> con soporte, y adecuadas o elevadas presiones de llenado (por ejemplo, presión de llenado telediastólico del ventrículo izquierdo mayor de 18 mmHg o presión telediastólica del ventrículo derecho mayor de 10 a 15 mmHg).
  
- **Insuficiencia mitral aguda de etiología isquémica:**
  - Definición <sup>(33)</sup> : Insuficiencia mitral asociada a obstrucción crítica de por lo menos 1 vaso coronario principal, cursa con un espectro clínico muy variado desde la insuficiencia mitral leve secundaria a isquemia transitoria y sin repercusión hemodinámica hasta severa, con importante repercusión clínica y mal pronóstico (como en el caso de la ruptura del músculo papilar).
  - Diagnóstico <sup>(34)</sup>: se realiza mediante de ecocardiograma Doppler transtorácico y/o transesofágico y se evaluará la severidad tomando en cuenta los criterios de gravedad que establece la AHA: ORE >0.20, VR>30 ml y FR>50%. El mecanismo por que cual se produce la insuficiencia mitral será valorado también por ecocardiografía doppler, siendo estos muy variados e incluyen el tethering de las valvas mitrales, la restricción secundaria a isquemia aguda del miocardio afecto, dilatación del anillo por disfunción ventricular importante, rotura de las cuerdas tendinosas o rotura total o parcial de un músculo papilar.
  
- **Ruptura del septum interventricular <sup>(35)</sup>**
  - Definición: pérdida de la continuidad del septum interventricular secundaria a obstrucción crítica de un vaso coronario principal.

- Diagnostico: se sospechará con la aparición de insuficiencia biventricular, con predominio inicial de insuficiencia cardiaca izquierda, siendo lo síntomas más frecuentes dolor torácico, disnea o choque cardiogénico. En la exploración física es típica la aparición de un soplo holosistólico, rudo, en el borde esternal izquierdo, en ocasiones acompañado de frémito.
  - El diagnostico se confirma mediante ecocardiograma Doppler transtorácico y/o transesofágico con flujo en color.
- **Infarto del ventrículo derecho** <sup>(36)</sup>
    - Definición: infarto con repercusión clínica del ventrículo derecho, que se suele asociar a un infarto inferior izquierdo y solo en raras ocasiones aparece en forma aislada.
    - Diagnóstico: Cursa con una amplia gama de presentaciones clínicas, que van desde una disfunción leve del ventrículo derecho al shock cardiogénico. Puede haber signo de Kussmaul (aumento de la presión venosa yugular con la inspiración) y pulso paradójico (reducción de la presión sistólica superior a 10mmHg con la inspiración) El electrocardiograma puede mostrar elevación del ST mayor de .1 mv en v4r principalmente, aunque solo de forma transitoria.
    - El ecocardiograma muestra datos de disfunción ventricular derecha: TAPSE < 16, Índice de Tei por Doppler pulsado mayor de 0,4, índice de Tei por Doppler tisular mayor de 0.55, onda S tricuspídea menor de 9.5 cm/s, cambio de área fraccional menor del 35%.
    - Las presiones de llenado del corazón derecho: venosa central (8-12 mmHg), auricular derecha (0-6 mmHg) con onda “y” pronunciada y presión telediastólica del ventrículo derecho (<10-15 mmHg) se encuentran elevadas con un descenso en meseta diastólico precoz (que recuerda al signo de la raíz cuadrada) en el ventrículo derecho, mientras que la presión de llenado del ventrículo izquierdo es normal

o solo un poco elevada, las presiones sistólica del ventrículo derecho y diferencial están disminuidas y el gasto cardíaco suele estar muy reducido.

### **8.3.2.- Criterios de Exclusión:**

- Pacientes con fibrilación auricular
- Pacientes con cardiopatía valvular crónica
- Pacientes con cardiopatías congénitas
- Pacientes con miocardiopatías
- Enfermedad del pericardio
- Choque cardiogénico asociado a tamponade por cateterismo
- Pacientes con taquiarritmias ventriculares
- Paciente con bloqueo auriculo-ventricular completo
- Pacientes con mala ventana ecocardiografica

### **8.3.3.- Criterios de eliminación:**

- Los pacientes con registros incompletos.
- Los pacientes con protocolo diagnostico incompleto, ya sea electrocardiograma o biomarcadores de necrosis miocárdica.
- Reportes erróneos de alguno de los biomarcadores de necrosis miocárdica.
- Los pacientes que voluntariamente no deseen participar en el estudio

#### **8.4. DEFINICION DE VARIABLES:**

##### **Presión de la aurícula derecha <sup>(37)</sup>:**

Definición conceptual: Presión registrada en la aurícula derecha la cual refleja la presión ventricular derecha al final de la diástole y el funcionamiento del ventrículo derecho ya que ambas se encuentran comunicadas en ese momento debido a que la válvula tricúspide está abierta.

##### Definición operacional:

La presión de la aurícula derecha por ecocardiografía se estima con el diámetro de la vena cava inferior y el porcentaje de colapso con la inspiración. De tal manera que un diámetro menor de 2.1 cm y colapso mayor del 50%= PAD 0-5 mmHg  
Diámetro mayor 2.1 cm; colapso mayor del >50% = PAD 5–10 mmHg.

Diámetro > 2.1cm; colapso <50% = PAD 10–20 mm Hg

La presión de la aurícula derecha mediante monitoreo invasivo se obtiene directamente del lumen proximal del catéter de flotación de la arteria pulmonar registrado por el transductor del módulo de monitoreo.

Tipo de variable: Cuantitativa discreta

Escala de medición: mmHg

##### **Presión sistólica de la arteria pulmonar <sup>(37)</sup>:**

Definición conceptual: Indicador del estado funcional cardiaco, equivale a la presión ejercida por el ventrículo derecho durante la fase de eyección en ausencia de gradiente a través de la válvula pulmonar o el TSVD.

Definición operacional: por ecocardiografía se estima aplicando la ecuación modificada de Bernoulli al determinar la velocidad pico de la regurgitación tricuspídea, que cuantifica el gradiente de presión entre ventrículo derecho-aurícula derecha y sumando este valor con un estimado de la PAD de acuerdo a la dimensión y colapso de la VCI con la inspiración:



PSVD= $4(V_{\max}^2) + PAD$ , donde V es el pico de velocidad (en metros por segundo) del jet de regurgitación tricuspídea, y la PAD se estima del diámetro de la VCI y los cambios respiratorios.

Mediante catéter de flotación se estima midiendo directamente la presión sistólica de la arteria pulmonar a través del lumen distal, registrado con el transductor del módulo de monitoreo.

Tipo de variable: Cuantitativa discreta

Escala de medición: mmHg

### **Resistencias vasculares sistémicas <sup>(37)</sup>:**

Definición conceptual: resistencia que ofrece el sistema vascular (excluida la circulación pulmonar) al flujo de sangre.

Definición operacional: Las resistencias vasculares sistémicas por ecocardiografía se obtendrán mediante la siguiente fórmula: (en unidades Wood)

$RVS = \frac{PAM - PAD}{GC}$  (mmHg)/GC (L.min). Para convertir unidades Wood en dinas.seg/cm<sup>5</sup> se multiplica por 80.

Por monitoreo invasivo se calculara de manera similar, con la diferencia que se obtendrá la PAD mediante método invasivo.

Tipo de variable: Cuantitativa discreta

Escala de medición: dinas.seg/cm<sup>5</sup>

### **Presión de oclusión de la arteria pulmonar <sup>(38)</sup>:**

Definición conceptual: Presión que se obtiene con el inflado del globo del extremo del catéter de flotación en la arteria pulmonar, lo que permite obtener la presión capilar de la arteria pulmonar, llamada también PCP o presión de enclavamiento de la arteria pulmonar. La PCP refleja la presión auricular izquierda.

Definición operacional: por ecocardiografía la fórmula de NAGUEH permite obtener la presión de oclusión de la arteria pulmonar=  $1.24 [E/Ea] + 1.9$ ) con una diferencia entre el valor obtenido por Doppler y el catéter de  $0.1 \pm 3.8$  mm Hg.

Por monitoreo invasivo se obtiene con el inflado del globo del extremo del catéter de flotación en la arteria pulmonar, lo que permite obtener la presión capilar de la arteria pulmonar, llamada también PCP o presión de enclavamiento de la arteria pulmonar, la cual se registra a través del transductor conectado al módulo de monitoreo

Tipo de variable: Cuantitativa discreta

Escala de medición: mmHg

### **Índice cardiaco del ventrículo izquierdo**

Definición conceptual: es el producto de la frecuencia cardiaca por el volumen sistólico del ventrículo izquierdo ajustado a la superficie corporal

Definición operacional:

Por medio del Doppler pulsado, se calcula el volumen sistólico a través del tracto de salida del ventrículo izquierdo usando 2 variables:

1. ITV del TSVI
2. Área croseccional del TSVI

Volumen sistólico= (ITV del TSVI) (área croseccional del TSVI)

Gasto cardiaco= VS x FC

IC= GC/SC

Por medio de monitoreo invasivo se obtendrá a través del método de termodilución, usando la ecuación de Stewart Hamilton (el flujo es igual a la cantidad del trazador inyectado en moles dividida por la integral de la concentración sobre el tiempo o área bajo la curva) inyectando un bolo de 10 ml de solución salina a 0 grados centígrados en 3 ocasiones a través del lumen situado en la aurícula derecha para promediar los valores obtenidos, detectando el cambio de temperatura mediante un termistor situado en el extremo distal de catéter de flotación de la arteria pulmonar. Se indexará el gasto cardiaco por la superficie corporal.

Tipo de variable: Cuantitativa continua

Escala de medición: L.Min.m<sup>2</sup> SC

### **Índice cardiaco del ventrículo derecho**

Definición conceptual: es el producto de la frecuencia cardiaca por el volumen sistólico del ventrículo derecho ajustado a la superficie corporal

Definición operacional:

Por medio del Doppler pulsado se calcula el volumen sistólico a través del tracto de salida del ventrículo derecho usando 2 variables:

1. ITV del TSVD
2. Área croseccional del TSVD

Volumen sistólico= (ITV del TSVD) (área croseccional del TSVD)

Gasto cardiaco= VS x FC

IC= GC/SC

Por medio de monitoreo invasivo se obtendrá a través del método de termodilución, usando la ecuación de Stewart Hamilton (el flujo es igual a la cantidad del trazador inyectado en moles dividida por la integral de la

concentración sobre el tiempo o área bajo la curva) inyectando un bolo de 10 ml de solución salina a 0 grados centígrados en 3 ocasiones a través del lumen situado en la aurícula derecha para promediar los valores obtenidos , detectando el cambio de temperatura mediante un termistor situado en el extremo distal de catéter de flotación de la arteria pulmonar. Se indexara el gasto cardiaco por la superficie corporal.

Tipo de variable: Cuantitativa continua

Escala de medición: L.Min.m2 SC

### **Resistencia vascular pulmonar <sup>(39)</sup>:**

Definición conceptual: resistencia que ofrece el sistema vascular pulmonar al flujo de sangre.

Definición operacional:  $(TRV_{\text{máx}} \text{ (m/seg)}/ITV \text{ TSVD (cm)}) \times 10 + 0.16$ . No es aplicable con valores mayores de 8 unidades Wood.

Por método invasivo se obtendrá con la siguiente formula:

$RVP = \text{presión media de la arteria pulmonar (mmHg)} - \text{presión de oclusión de la arteria pulmonar (mmHg)}/GC \text{ (L.min)}$ . Para convertir unidades Wood en  $\text{dinas.seg/cm}^5$  se multiplica por 80.

Tipo de variable: Cuantitativa discreta

Escala de medición: unidades Wood

### **8.5. Técnica de muestreo**

Se realizara un muestreo no probabilístico donde se seleccionara un total de 45 pacientes que reúnan los criterios de inclusión antes comentados.

### **8.6. Tamaño de la muestra:**

Se incluirán los pacientes que ingresen en el mes de enero y febrero del 2016 que cubran los criterios de inclusión:

Población: infinita

r: 0.4

Nivel de seguridad: 0.95

Poder estadístico: 0.8

Perdidas: 1%

$$N = [(Z + Z) / 0.5 \ln (1+r) / (1-r)]^2 + 3$$

Tamaño de muestra mínimo:

Hipótesis bilateral: 47

Hipótesis unilateral: 38

### **8.7. ANALISIS ESTADISTICO**

Las variables se expresarán como media  $\pm$  desviación estándar. Se usará el coeficiente de Pearson de ambos grupos. Un valor de  $p < 0.05$  será considerado estadísticamente significativo. Se usará el análisis de Bland-Altman para evaluar la concordancia de las variables. La variabilidad interobservador se calculará mediante el coeficiente de correlacion intraclase. Se utilizara el programa SPSS versión 22.

## **8.8. PROCEDIMIENTOS:**

Previa autorización del comité local científico se incluirán al protocolo a todos los pacientes que cumplan los criterios de inclusión y firmen consentimiento informado.

A quienes, de acuerdo al juicio clínico del médico tratante, se les instale catéter de flotación de la arteria pulmonar por sospecha de insuficiencia cardiaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo, se les realizara al momento de la inserción del catéter de flotación de la arteria pulmonar y de manera simultánea monitoreo hemodinámico invasivo y mediante un ecocardiograma transtorácico como parte de la evaluación diagnostica, al cual se añadirán los parámetros especificados anteriormente en la definición de variables para obtener la presión de oclusión de la arteria pulmonar, presión sistólica de la arteria pulmonar, presión de la aurícula derecha, índice cardiaco del ventrículo izquierdo, índice cardiaco del ventrículo derecho, resistencias vasculares sistémicas, y resistencias vasculares pulmonares.

El equipo de ecocardiografía usado será el modelo ALOKA ProSound Alpha 6, se usaran catéteres de flotación de la arteria pulmonar 7F ControlCath termodilución, los módulos de monitoreo hemodinámico son modelos IntelliVue MP20 Philips.

El ecocardiograma será de tipo transtorácico, se realizara en decúbito dorsal, sin movilizar al paciente, cuenten o no con ventilación mecánica, sin modificar la ventilación ya sea espontanea o mecánica, se realizaran las ventanas ecocardiograficas convencionales (eje largo, eje corto a nivel de grandes vasos, válvula mitral, músculos papilares y apical, 4 cámaras, 5 cámaras, 2 cámaras, 3 cámaras y subcostal) se registraran los parámetros obtenidos en la hoja de captura de datos y se grabaran los estudios realizados como control de calidad para evaluar la variabilidad interobservador.

## 8.9. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION

La recolección de los datos será por llenado de hoja o cedula de datos obtenida por determinación de variables, donde se registrarán parámetros por ecocardiograma y por monitoreo invasivo a través del catéter de flotación de la arteria pulmonar:

- NSS:
- Ventilación mecánica si/no
- peso
- talla
- IMC
- Superficie corporal
- Vasopresor si/no
- Inotrópico si/no
- Diurético si/no
- edad
- Genero
- DM si/no
- HAS si/no
- Tabaquismo si/no
- Tipo de IAM
- Localización de IAM
- Choque cardiogénico si/no
- Insuficiencia mitral aguda moderada-grave si/no
- Ruptura del septum interventricular si/no
- FC
- Presión arterial sistólica
- Presión arterial diastólica
- Presión arterial media

Parametros obtenidos por Eocardiograma transtoracico:

- Diámetro diastólico del VI (mm)
- Diámetro sistólico del VI (mm)
- SIV en diástole (mm)
- Pared posterior en diástole (mm)
- Vol. AI indexado (ml/m<sup>2</sup>)
- Vol. AD indexado (ml/m<sup>2</sup>)
- Anillo aórtico (mm)
- ITV TSVI (cm)
- Anillo pulmonar (mm)
- ITV TSVD (cm)
- onda E (m/seg)
- Onda A (m/seg)
- E/A
- TD (mseg)
- TRIV (mseg)
- Disfunción diastólica tipo I
- Disfunción diastólica tipo II
- Disfunción diastólica tipo III
- Disfunción diastólica tipo IV
- Onda S mitral septal (m/s)
- Onda E mitral septal (m/s)
- Onda A mitral septal (m/s)
- Onda S mitral lateral (m/s)
- Onda E mitral lateral (m/s)
- Onda A mitral lateral (m/s)
- VCI (mm)
- Colapso de VCI (mm)
- FEVI
- TAPSE (mm)



- S Tricuspídea (m/s)
- Alteraciones de la movilidad

Parámetros hemodinámicos obtenidos por Ecocardiograma:

- Presión de oclusión de la arteria pulmonar
- Presión sistólica de la arteria pulmonar
- Presión de la aurícula derecha
- Índice cardiaco del ventrículo izquierdo
- Índice cardiaco del ventrículo derecho
- Resistencias vasculares sistémicas
- Resistencias vasculares pulmonares.

Parámetros hemodinámicos obtenidos por catéter de flotación de la arteria pulmonar:

- Presión de oclusión de la arteria pulmonar
- Presión sistólica de la arteria pulmonar
- Presión de la aurícula derecha
- Índice cardiaco del ventrículo izquierdo
- Índice cardiaco del ventrículo derecho
- Resistencias vasculares sistémicas
- Resistencias vasculares pulmonares.

## **9. CONSIDERACIONES ETICAS:**

Evaluación del riesgo de intervención: no habrá intervención alguna propuesta por los investigadores.

Contribuciones y beneficios al paciente y a la ciencia: de acuerdo a los hallazgos de esta investigación, los resultados potencialmente podrán favorecer a los pacientes con SICA y sospecha de insuficiencia cardiaca para realizar un perfil hemodinámico no invasivo mediante ecocardiografía Doppler el cual aporte información para el tratamiento y el pronóstico de estos pacientes.

El protocolo requiere de la firma de consentimiento informado por parte del paciente en la cual acepta tomar parte de este protocolo de investigación.

Confidencialidad: la identidad de los pacientes y sus resultados serán reservados, no se revelarán bajo ninguna circunstancia, ni aún en foros académicos/científicos o publicaciones.

Riesgos: el presente estudio no implica riesgos adicionales para el paciente ya que se realizara en aquellos pacientes a los cuales por decisión del médico tratante se les coloque catéter de flotación de la arteria pulmonar y que además como parte de la evaluación diagnostica de rutina realizada en estos pacientes se lleve a cabo un ecocardiograma transtorácico, al cual solo se agregaran valores para obtener los parámetros hemodinámicos descritos anteriormente.

Dentro de las posibles molestias incluyen solo dolor torácico o hematoma leve en el sitio de colocación del transductor del ecocardiograma transtorácico

El presente protocolo se encuentra apegado a los lineamientos que han surgido en los diferentes foros internacionales para la ética en la investigación en humanos: 18ª asamblea médica mundial, Helsinki, Finlandia, junio 1964, y enmendada por la

29ª asamblea médica mundial, Tokio, Japón, octubre 1975, 35ª asamblea médica mundial, Venecia, Italia, octubre 1983, 41ª asamblea general, Escocia, octubre 2000 con nota de clarificación sobre el párrafo 29 añadida por la asamblea general, Washington 2002. De acuerdo con la ley general de salud de los Estados Unidos Mexicanos

## **10. FACTIBILIDAD:**

El hospital de Cardiología Unidad Médica de alta Especialidad Centro Médico Nacional Siglo XXI es un centro de referencia para pacientes con Síndrome isquémico coronario agudo, de los cuales aproximadamente el 5% presentan complicaciones asociadas a esta patología y que ameritan monitoreo hemodinámico para su manejo.

Cuenta con cardiólogos ecocardiografistas certificados expertos en monitoreo hemodinámico obtenido por ecocardiografía, como lo son el Dr. Erick Ramirez Arias y el Dr. Luis Antonio Moreno Ruiz, además de equipo de alto nivel tecnológico y módulos de monitoreo con catéter de flotación de la arteria pulmonar. El equipo de ecocardiografía usado será el modelo ALOKA ProSound Alpha 6, se usaran catéteres de flotación de la arteria pulmonar 7F ControlCath termodilución, los módulos de monitoreo hemodinámico son modelos IntelliVue MP20 Philips.

La realización de este estudio no implica más gastos ya que el Ecocardiograma transtorácico es un estudio de rutina que se obtiene en los pacientes con Síndrome isquémico coronario agudo y únicamente se agregaran variables hemodinámicas que no implican un costo adicional. Se utilizara material de papelería para el registro de los datos como son hojas blancas para imprimir el registro de captura de datos, plumas, CD para la grabación de los estudios y computadora para el análisis de la información los cuales serán patrocinados por los investigadores de este estudio.

El estudio resulta factible de realizarse ya que cuenta con los recursos disponibles para la recolección de la información, así como el material humano y recursos físicos y materiales.

## **11. PRODUCTOS ESPERADOS**

Tesis de grado, modelo para reproducir.

## 12.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Jul 2015	Ago 2015	Sep 2015	Oct 2015	Nov 2015	Dic 2015	Ene 2016	Feb 2016
Formulación de la pregunta de investigación								
Investigación bibliográfica								
Elaboración del protocolo								
Revisión del protocolo por el comité local de investigación								
Recolección de la información								
Análisis de resultados								
Presentación final del trabajo								

## 13. ANEXOS

### 13.1. CONSENTIMIENTO INFORMADO



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN  
Y POLITICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**(ADULTOS)**

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN**

Nombre del estudio: "Concordancia entre ecocardiografía hemodinámica y catéter de flotación de la arteria pulmonar en pacientes con Síndrome Coronario Agudo de la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios"

Lugar y fecha:

Número de registro:

Justificación y objetivo del estudio:

La ecocardiografía Doppler es ahora reconocida como una alternativa no invasiva al catéter de flotación. Se han realizado estudios de concordancia entre ambos métodos, sin embargo solo se analizan parámetros de manera individual, por lo que en nuestro estudio pretende realizar un perfil hemodinámico completo que permita emplear los valores obtenidos por ecocardiografía Doppler y buscar la concordancia que pueda tener con el monitoreo invasivo para guiar el tratamiento inotrópico, vasopresor, diurético e hídrico en los pacientes con datos de falla cardiaca en el contexto de Síndrome isquémico coronario agudo; con la finalidad de establecerlo en un futuro como parte del manejo de éste tipo de pacientes sin tener que emplear un método invasivo.

Evaluar la concordancia entre ecocardiografía hemodinámica y catéter de flotación de la arteria pulmonar en pacientes con Síndrome Isquémico Coronario Agudo de la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Procedimientos:

Prevía autorización del comité local científico se incluirán al protocolo a todos los pacientes que cumplan los criterios de inclusión y firmen consentimiento informado. A quienes, de acuerdo al juicio clínico del médico tratante, se les instale catéter de flotación de la arteria pulmonar por sospecha de insuficiencia cardiaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo, se les realizara al momento de la inserción del catéter de flotación de la arteria pulmonar y de manera simultánea monitoreo hemodinámico invasivo y mediante un ecocardiograma transtorácico como parte de la evaluación diagnostica, al cual se añadirán los parámetros especificados anteriormente en la definición de variables para obtener la presión de oclusión de la arteria pulmonar, presión sistólica de la arteria pulmonar, presión de la aurícula derecha, índice cardiaco del ventrículo izquierdo, índice cardiaco del ventrículo derecho, resistencias vasculares sistémicas, y resistencias vasculares pulmonares. El equipo de ecocardiografía usado será el modelo ALOKA ProSound Alpha 6, se usaran catéteres de flotación de la arteria pulmonar 7F ControlCath termodilución, los módulos de monitoreo hemodinámico son modelos IntelliVue MP20 Philips. El ecocardiograma será de tipo transtorácico, se realizara en decúbito dorsal, sin movilizar al paciente, cuenten o no con ventilación mecánica, sin modificar la ventilación ya sea espontanea o mecánica, se registraran los parámetros obtenidos en la hoja de captura de datos y se grabaran en CD los estudios realizados como control de calidad para evaluar la variabilidad interobservador.

Posibles riesgos y molestias:

Riesgos: el presente estudio no implica riesgos adicionales para el paciente ya que se realizara en aquellos pacientes a los cuales por decisión del médico tratante se les

	coloque catéter de flotación de la arteria pulmonar y que además como parte de la evaluación diagnóstica de rutina realizada en estos pacientes se lleve a cabo un ecocardiograma transtorácico, al cual solo se agregaran valores para obtener los parámetros hemodinámicos descritos anteriormente. Dentro de las posibles molestias incluyen solo dolor torácico o hematoma leve en el sitio de colocación del transductor del ecocardiograma transtorácico
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	De acuerdo a los hallazgos de esta investigación, los resultados potencialmente podrán favorecer a los pacientes con SICA y sospecha de insuficiencia cardíaca para realizar un perfil hemodinámico no invasivo mediante ecocardiografía Doppler el cual aporte información para el tratamiento y el pronóstico de estos pacientes.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Comunicarlo a médico tratante
Participación o retiro:	Si no desea participar en el estudio puede retirarse en el momento que desee, pudiendo <u>informar o no razones, decisión que será respetada. No recibirá pago por su participación</u>
Privacidad y confidencialidad:	Su información no se divulgará, salvo con consentimiento escrito previo.
Investigadores	Dr. José Abraham Navarrete García, Dr. Erick Ramírez Arias, Dr. Luis Antonio Moreno Ruiz

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comision.etica@imss.gob.mx](mailto:comision.etica@imss.gob.mx)

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del sujeto

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 1

Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

**Clave: 2810-009-013**



### **13.2.- Hoja de captura de datos**

Nombre	
NSS	
Ventilación mecánica	
peso (kg)	
talla (mts)	
IMC (kg/m2)	
Superficie corporal	
Vasopresor	
Inotrópico	
Diurético	
edad (años)	
Genero	
DM	
HAS	
Tabaquismo	
Tipo de IAM	
Localización de IAM	
Choque cardiogénico	
Insuficiencia mitral aguda moderada-grave	
Ruptura del septum interventricular	
FC (lpm)	
Presión arterial sistólica (mmHg)	
Presión arterial diastólica (mmHg)	
Presión arterial media (mmHg)	
<b>Parámetros ecocardiográficos:</b>	
Diámetro diastólico del VI (mm)	
Diámetro sistólico del VI (mm)	
SIV en diástole (mm)	
Pared posterior en diástole (mm)	
Vol. AI indexado (ml/m2)	
Vol. AD indexado (ml/m2)	
Anillo aórtico (mm)	
ITV TSVI (cm)	
Anillo pulmonar (mm)	
ITV TSVD (cm)	
onda E (m/seg)	
Onda A (m/seg)	
E/A	
TD (mseg)	
TRIV (mseg)	

Disfunción diastólica tipo I		
Disfunción diastólica tipo II		
Disfunción diastólica tipo III		
Disfunción diastólica tipo IV		
Onda S mitral septal (m/s)		
Onda E mitral septal (m/s)		
Onda A mitral septal (m/s)		
Onda S mitral lateral (m/s)		
Onda E mitral lateral (m/s)		
Onda A mitral lateral (m/s)		
VCI (mm)		
Colapso de VCI (mm)		
FEVI		
TAPSE (mm)		
S Tricuspídea (m/s)		
Alteraciones de la movilidad		
<b>Parámetros hemodinámicos:</b>	<b>Ecocardiograma</b>	<b>Catéter de flotación</b>
POAP (mmHg)		
PSAP (mmHg)		
PAD (mmHg)		
ICVI (L/min/m <sup>2</sup> sc)		
ICVD (L/min/m <sup>2</sup> sc)		
RVS (dinas.seg/cm <sup>5</sup> )		
RVP (dinas.seg/cm <sup>5</sup> )		

## 14.- Resultados

Tabla 1. Estadísticos descriptivos		
Parámetro	Media±DS	Rango
Edad	67±10.35	43-86
Género masculino (%)	26 (78%)	
Género femenino (%)	7 (22%)	
Peso	71±8.39	47-89
Talla	1.6±.09	1.43-1.77
Índice de masa corporal	27.4±3.49	16.9-34.7
Superficie corporal	1.75±.13	1.5-1.97
Diabetes mellitus (%)	22 (66)	
Hipertensión arterial sistémica (%)	17 (52)	
Tabaquismo (%)	13 (40)	
Dislipidemia (%)	14 (42%)	
IAMCESST (%)	32 (96)	
IAM LATERAL (%)	1 (3%)	
IAMCESST anterior (%)	18 (55%)	
IAMCESST inferior (%)	14(42%)	
Insuficiencia mitral moderada-grave isquémica (%)	4(12)	
Infarto inferior con extensión hemodinámica a ventrículo derecho (%)	6 (18)	
Número de pacientes con norepinefrina (%)	12 (33)	
Dosis de norepinefrina (ug/kg/min)	0.02±.013	0.01-.16
Número de pacientes con dobutamina (%)	12(36)	
Dosis de dobutamina (ug/kg/min)	3.9±3.1	1.0-10.0
Número de pacientes con furosemida (%)	11 (33)	
Dosis de furosemida (mg)	80±66.9	20-288
Número de pacientes con BCIAO (%)	3(9%)	
Número de pacientes con VM	14(42%)	
Número de pacientes con PEEP de10 (%)	12 (84)	
Número de pacientes con PEEP 15 (%)	2(16%)	
FC (lpm)	86.±14.6	51-121
PAS (mmHg)	106±19	80-155
PAD (mmHg)	63.48±11.3	40-91
PAM (mmHg)	76.84±11.9	58-106
DDFVI (mm)	47±5.4	32-61

DSFVI (mm)	38±5.58	25-52
<b>Tabla 1. Estadísticos descriptivos (continuación)</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Media±DS</b>	<b>Rango</b>
SIVd (mm)	10.3±0.92	8.1-13
PPd(mm)	10.18±1.23	7.1-14
Volumen de AI Indexado (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	32.07±8.96	14.3-62
Volumen de AD indexado (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	28.2±8.49	15.8-57
Anillo aórtico (mm)	19.6±1.88	16-23
ITV TSVI (cm)	1.64±.33	.93-2.3
Anillo pulmonar (mm)	21.2±2.07	17-26
ITV TSVD (cm)	1.5±.39	.68-2.24
ONDA E (cm/s)	69.67±17.38	42-123
ONDA A (cm/s)	74.054±29.53	20-131
ECOE/A	1.24±.95	0.42-4.2
TD E (mseg)	186.63±39.98	96-331
TRIV (mseg)	98.93±22.92	66-191
Patrón de llenado tipo I (%)	22(66%)	
Patrón de llenado tipo 2 (%)	5(15)	
Patrón de llenado tipo 3 (%)	3(9)	
Patrón de llenado normal (%)	3(9)	
Onda S mitral septal (cm/s)	7.51±1.71	3.9-12.1
Onda E mitral septal (cm/s)	7.12±2.48	2.9-12.8
Onda A mitral septal (cm/s)	8.33±3.45	3.4-21.4
Onda S mitral lateral (cm/s)	7.21±1.75	3.4-10.6
Onda E mitral lateral (cm/s)	7.52±2.84	3.51-18.3
Onda A mitral lateral (cm/s)	8.04±2.44	4.29-16
VCI (mm)	19.51±3.73	11.1-28
COLAPSO.VCI >50% (%)	9 (27%)	
FEVI método de simpson (%)	43.21±12.05	14-68
TAPSE (mm)	16.42±4.03	5.1-24
Onda s.Tricuspidea (cm/s)	9.68±2.41	5-16.7
Indice de movilidad parietal	1.55±.21	1.31-2.06

Abreviaturas: IAMCESST: Infarto agudo de miocardio con elevación del segmento st, ICP: intervencionismo coronario percutáneo, BCIAo: balón de contrapulsación intraaórtico, VM: ventilación mecánica, PEEP: presión positiva la final de la espiración, FC: frecuencia cardiaca, PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica, PAM: presión arterial media, DDFVI: diámetro diastólico final del ventrículo izquierdo, DSFVI: diámetro sistólico final del ventrículo izquierdo, SIVd: septum interventricular en diástole, PPd: pared posterior en diástole, AI: aurícula izquierda, AD: aurícula derecha, ITVS TSVI: integral tiempo-velocidad del tracto de salida del ventrículo izquierdo, ITVS TSVD: integral tiempo-velocidad del tracto de salida del ventrículo derecho, TD E: tiempo de desaceleración de la onda E, TRIV: tiempo de relajación isovolumétrica, VCI: vena cava inferior, FEVI: fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, TAPSE: Excursión sistólica del anillo tricuspideo,

<b>Tabla 2. Variables ecocardiograficas hemodinámicas</b>		
<b>Variable</b>	<b>Media ± DS</b>	<b>rango</b>
IC izquierdo (Lts/min)	2.37 ±.62	(1.5-4.3)
IC derecho (Lts/min)	2.34±.84	(1-4.3)
Presion capilar pulmonar (mmHg)	14±4.59	(6-27)
PSAP (mmHg)	41±10	(20-60)
RVS (dinas.seg/cm5)	1316±412	(584-2533)
RVP (dinas.seg/cm5)	245±116	(56-598)
PAD (mmHg)	12±6	(5-20)

<b>Tabla 3. Variables invasivas hemodinámicas</b>		
<b>Variable</b>	<b>Media ± DS</b>	<b>Rango</b>
IC izquierdo (Lts/min)	2.67±.53	(1.8-3.8)
IC derecho (Lts/min)	2.2±.86	(.7-4)
Presion capilar pulmonar (mmHg)	17±4	(6-28)
PSAP (mmHg)	44±10	(25-67)
RVS (dinas.seg/cm5)	1430±469	(724-2345)
RVP (dinas.seg/cm5)	248±105	(61-523)
PAD (mmHg)	13±5	(4-24)

<b>Tabla 4.</b>	<b>Concordancia entre hemodinámica invasiva y ecocardiografica</b>			<b>Límites de concordancia Inferior</b>	<b>Límites de concordancia Superior</b>
	<b>Variable</b>	<b>R</b>	<b>Valor de p</b>		
IC izquierdo (Lts/min)	.64	.0001	.298 (±.49)	.12	.47
IC derecho (Lts/min)	.7	.0001	-.145 (±.14)	-.37	.08
Presion capilar pulmonar (mmHg)	.61	.0001	2.7 (±3.8)	1.35	4.07
PSAP (mmHg)	.71	.0001	2.63 (±7.57)	-.04	5.32
RVS (dinas.seg/cm5)	.63	.0001	113.8(±382)	-21.77	249.40
RVP (dinas.seg/cm5)	.44	.0001	3.15±(117)	-38.39	44.69
PAD (mmHg)	.55	.0001	.27±(5,26)	-1.59	2.14

El número de pacientes incluidos en este estudio fueron 41, de los cuales 2 se excluyeron por fibrilación auricular, 1 por bloqueo auriculo ventricular completo, 3 por mala ventana ecocardiográfica y 1 por tamponade asociado a complicación durante el intervencionismo coronario percutáneo, analizando un total de 33 pacientes, con una media de edad de  $67 \pm 10.35$  años

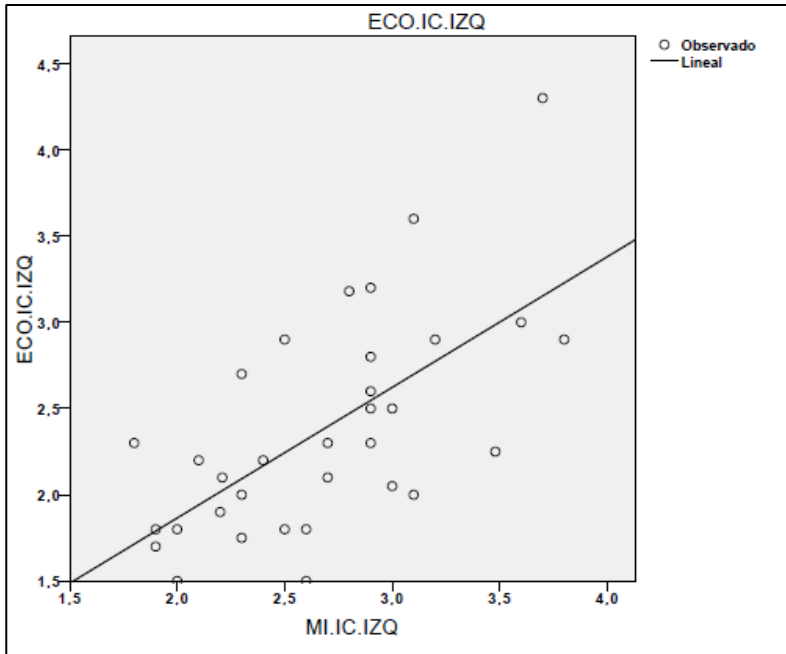
En la tabla 1 se presentan los datos clínicos y ecocardiográficos, la mayoría de pacientes fueron del sexo masculino (78%), el factor de riesgo que más se asoció a SICA fue Diabetes mellitus (66%), la localización más frecuente del SICA tipo IAMCESST fue anterior (55%). La causa de insuficiencia cardíaca más común fue daño miocárdico, con una FEVI media de 43.2%, 14 (42%) de ellos tuvieron FEVI entre 20 y 40%, 3 (9%) FEVI <20%. El resto de las causas de insuficiencia cardíaca fueron insuficiencia mitral aguda isquémica en 4 pacientes (12%), 6 (18%) presentaron infarto inferior con extensión hemodinámica a ventrículo derecho.

6 pacientes (18%) tuvieron FEVI  $\geq 40\%$ , es decir, datos clínicos de insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada, donde el patrón de llenado predominante fue del tipo restrictivo.

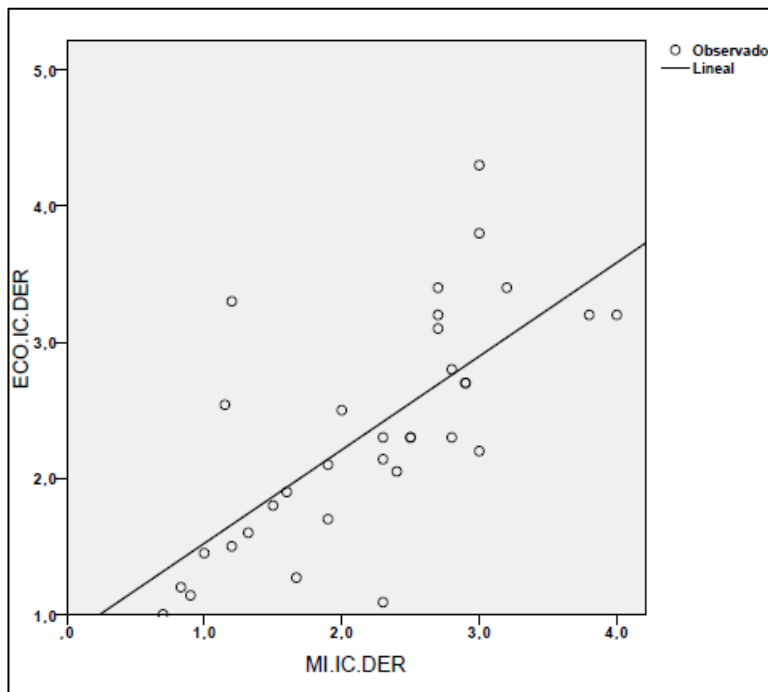
3 pacientes tuvieron apoyo con BCIA por falla cardíaca refractaria a aminas, 14 pacientes (42%) tenían ventilación mecánica, 12 de ellos con PEEP de 10 mmHg.

La tabla 2 y 3 muestran las variables hemodinámicas obtenidas por ecocardiografía y las obtenidas de manera invasiva respectivamente.

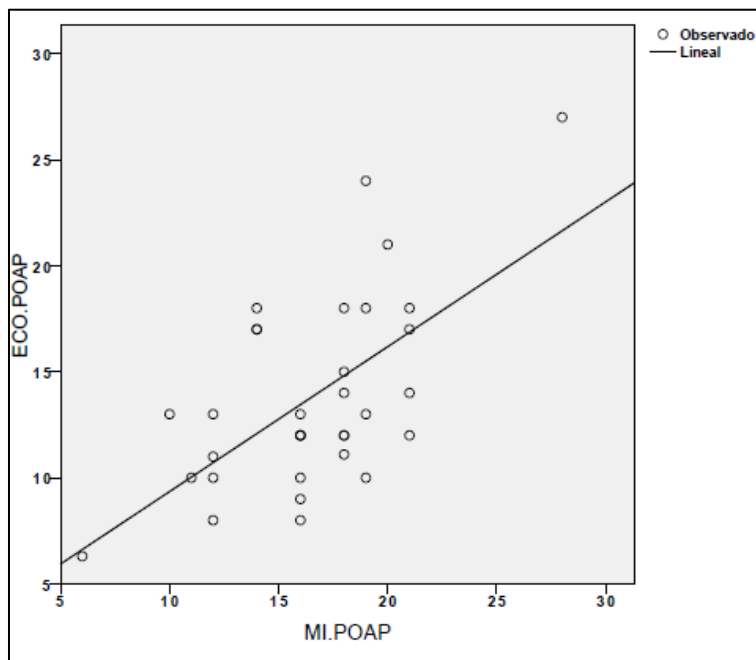
La tabla 4 muestra la concordancia de ambos métodos obtenida mediante el coeficiente de Pearson. Se obtuvo una concordancia positiva buena ( $r=0.6-.8$ ) para la mayoría de las variables, siendo positiva moderada ( $r=0.4-0.6$ ) para la RVP y PAD, todas con un valor de p de 0.0001



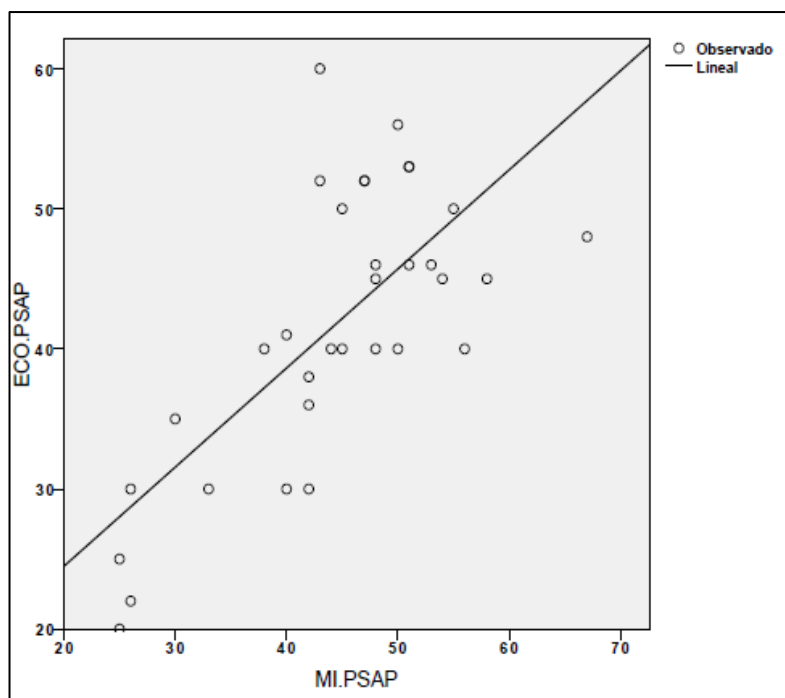
**Figura1.** Concordancia del IC izquierdo medido con ecocardiograma Doppler y con catéter de flotación de la arteria pulmonar, con la línea de igualdad.



**Figura2.** Concordancia del IC derecho medido con ecocardiograma Doppler y con catéter de flotación de la arteria pulmonar, con la línea de igualdad

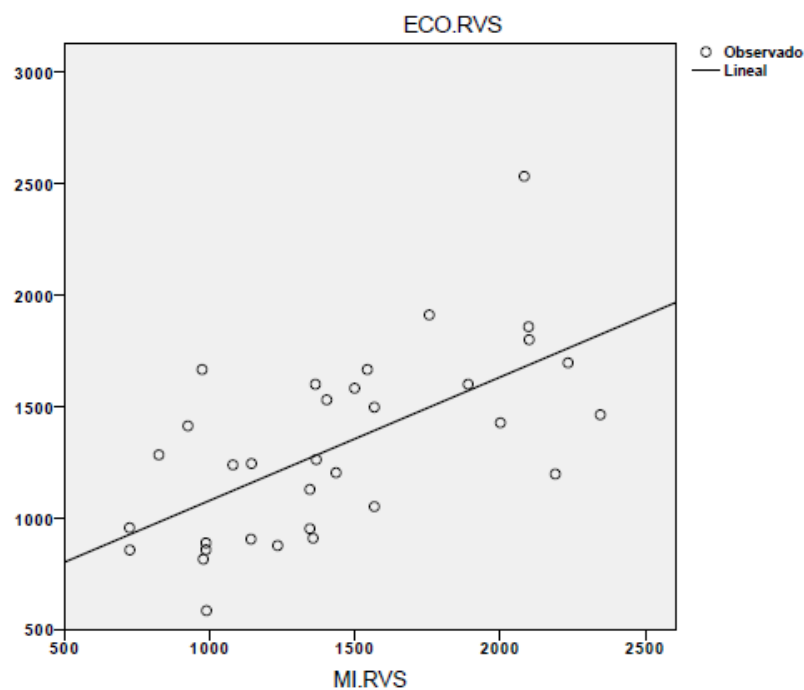


**Figura 3.** Concordancia de la POAP medida con ecocardiograma Doppler y con catéter de flotación de la arteria pulmonar, con la línea de igualdad

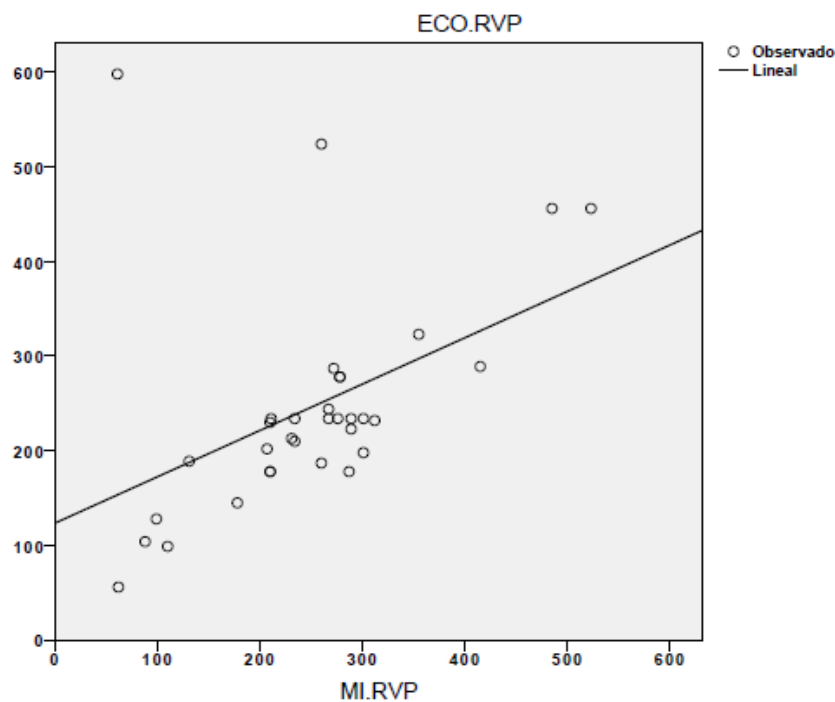


**Figura 4.** Concordancia de la PSAP medida con ecocardiograma Doppler y con catéter de flotación de la arteria pulmonar, con la línea de igualdad

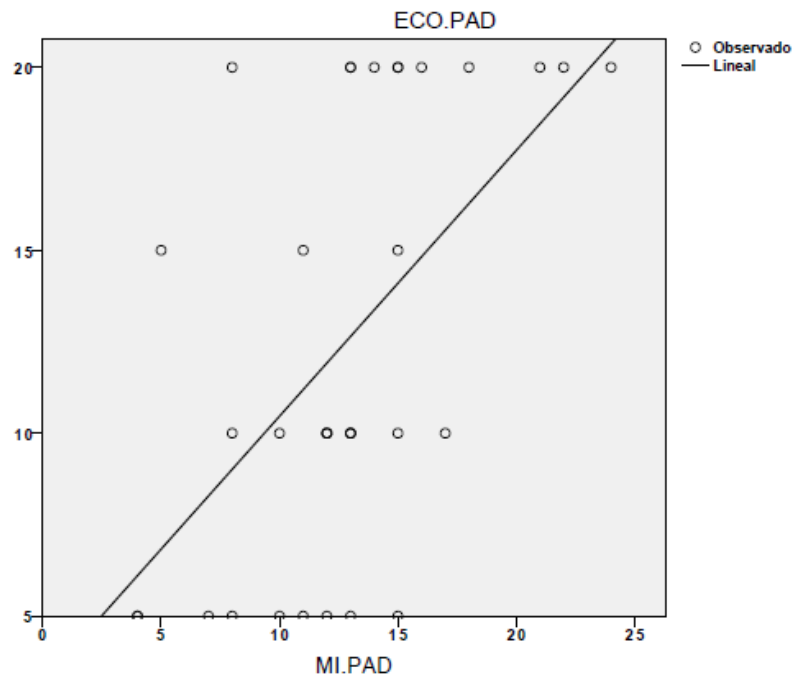




**Figura 5.** Concordancia de la RVS medida con ecocardiograma Doppler y con catéter de flotación de la arteria pulmonar, con la línea de igualdad

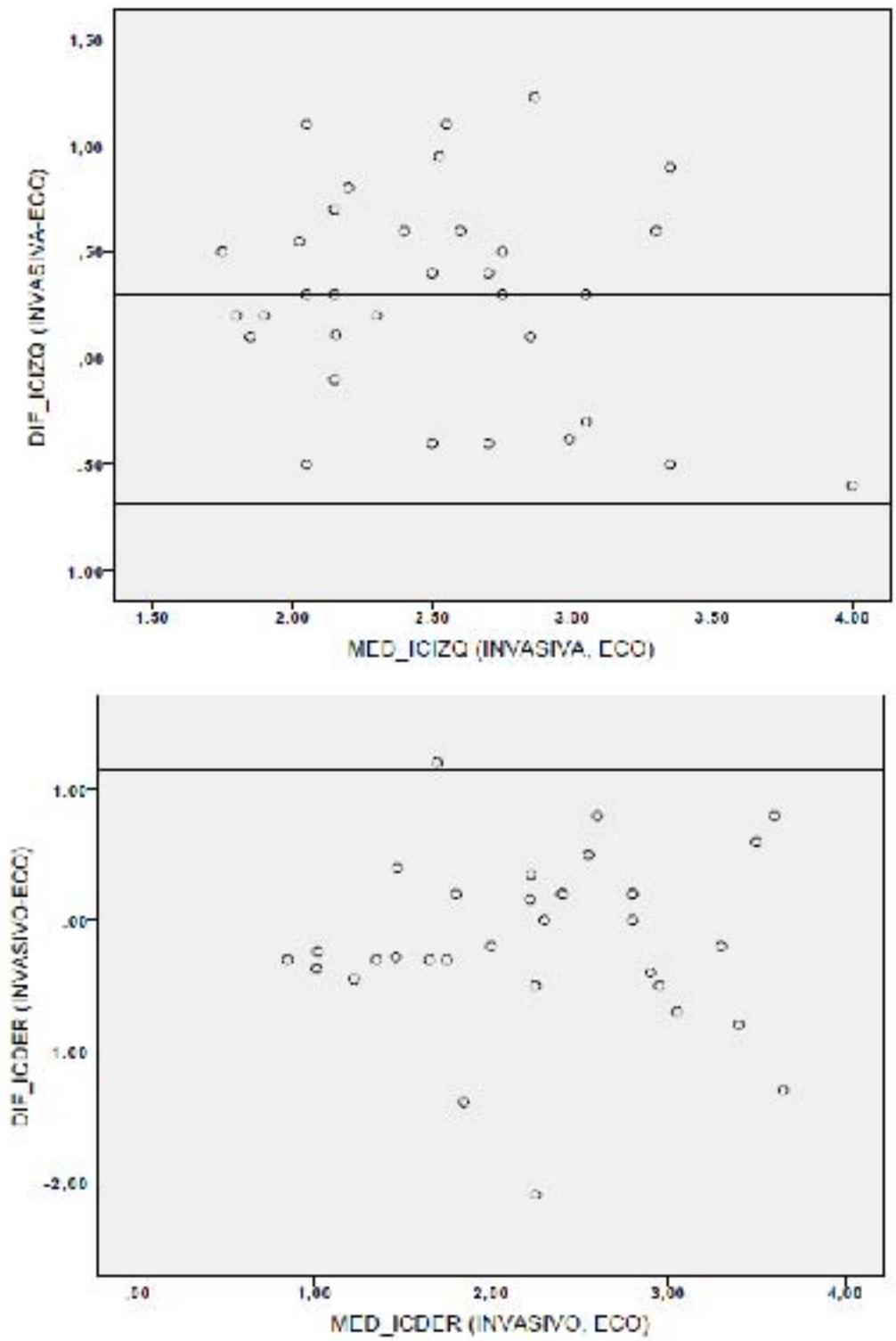


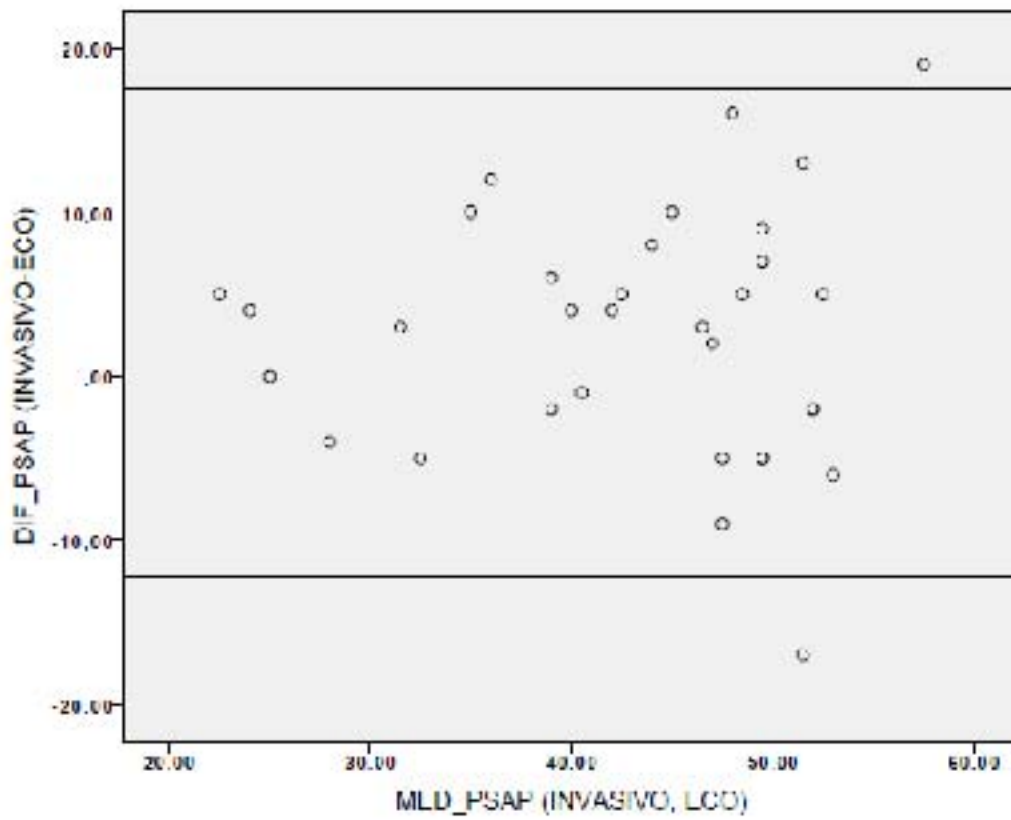
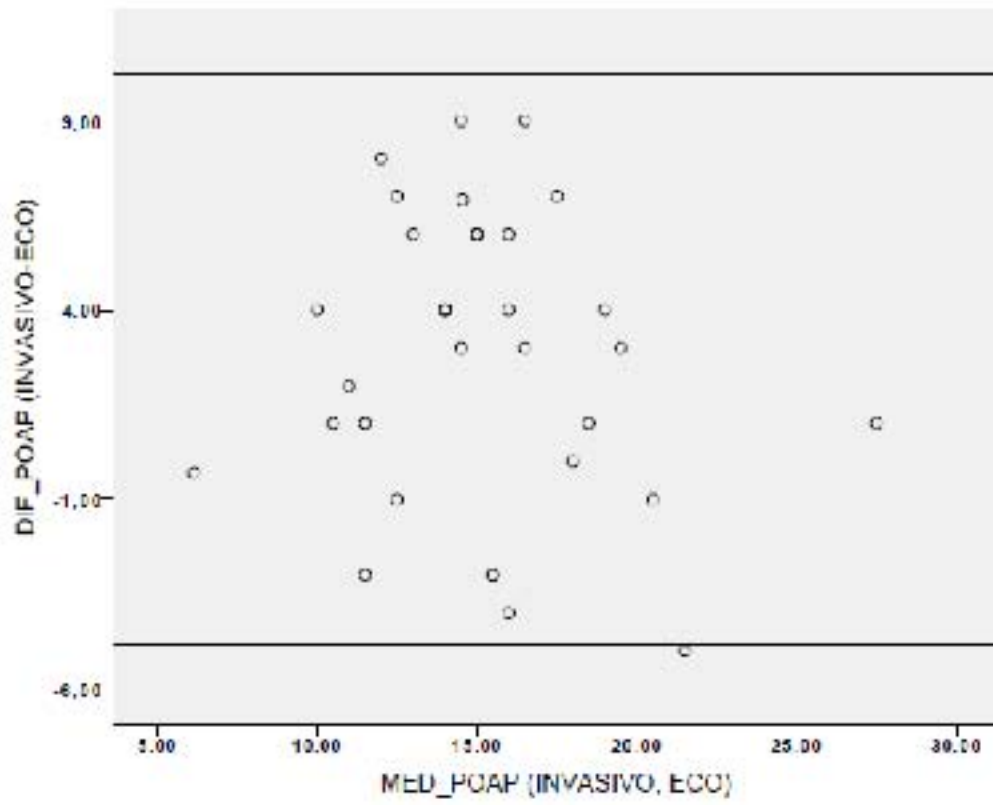
**Figura6.** Concordancia de la RVP medida con ecocardiograma Doppler y con catéter de flotación de la arteria pulmonar, con la línea de igualdad

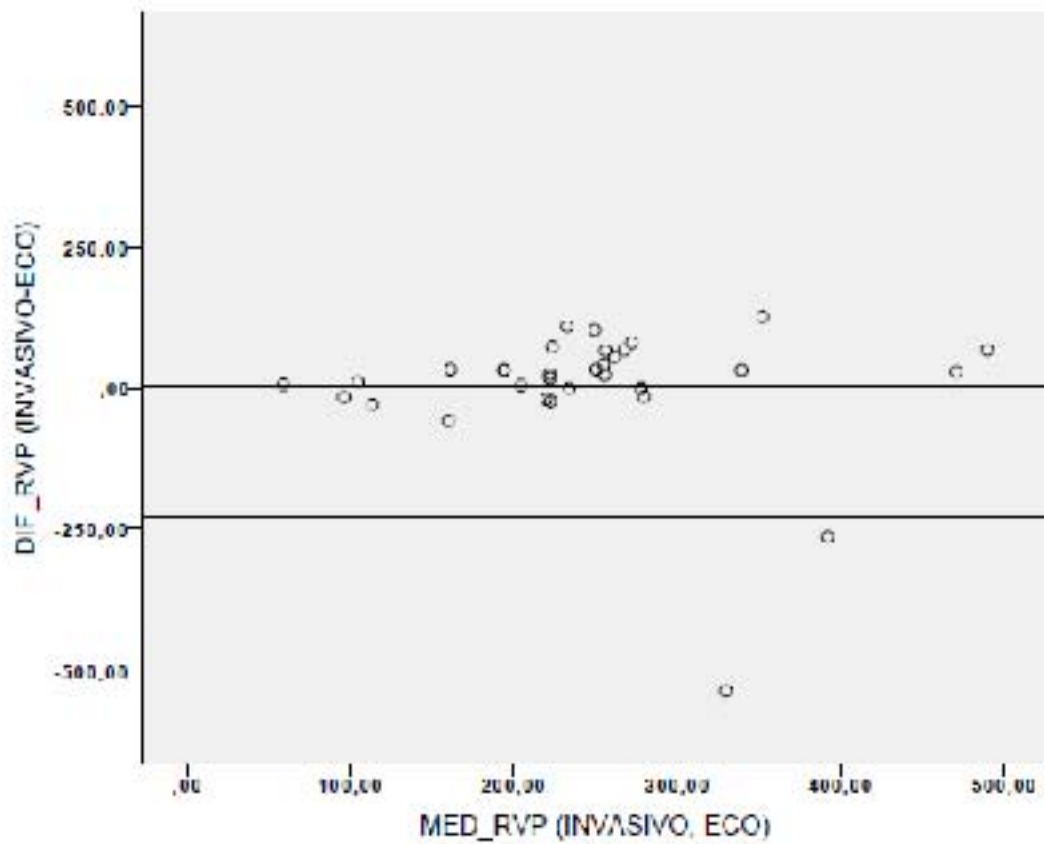
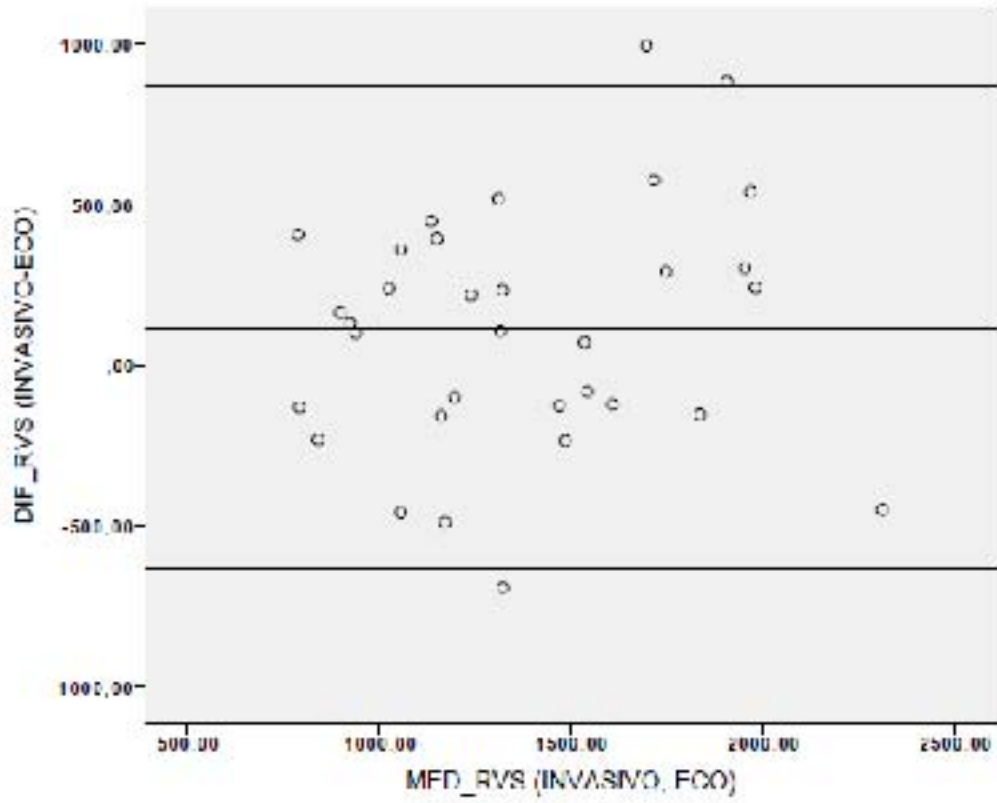


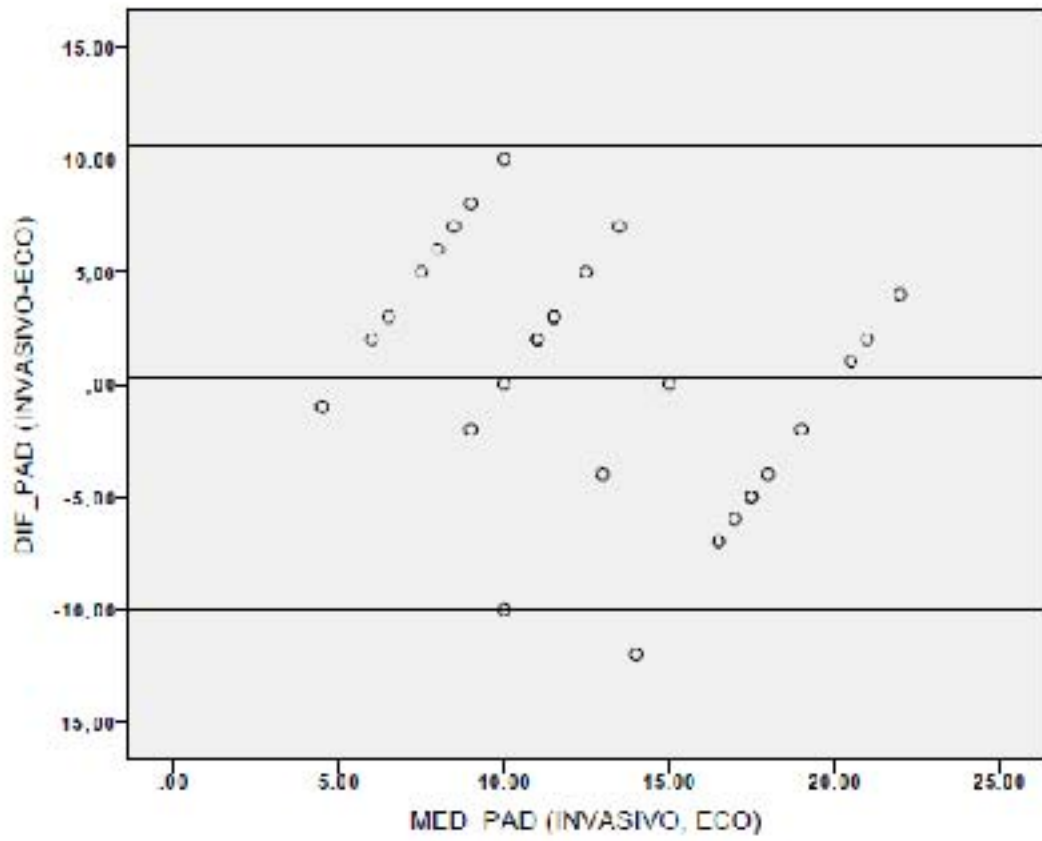
**Figura 7.** Concordancia de la PAD medida con ecocardiograma Doppler y con catéter de flotación de la arteria pulmonar, con la línea de igualdad.

Figuras 8-14. Análisis de Bland-Altman para las variables hemodinámicas









En el análisis de Bland-Altman, la diferencia relativa de la media entre ambos métodos fue baja para la mayoría de las variables, excepto para las RVS y RVP, lo que indica la ausencia de error sistemático.

### Coeficiente de correlación intraclase:

#### IC izquierdo:

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,635 <sup>a</sup>	,378	,801	4,481	32	32	,000
Medidas promedio	,777 <sup>c</sup>	,548	,890	4,481	32	32	,000

#### IC derecho:

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,703 <sup>a</sup>	,478	,841	5,730	32	32	,000
Medidas promedio	,825 <sup>c</sup>	,647	,914	5,730	32	32	,000

#### POAP

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,613 <sup>a</sup>	,346	,788	4,165	32	32	,000
Medidas promedio	,760 <sup>c</sup>	,514	,881	4,165	32	32	,000

## PSAP

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,713 <sup>a</sup>	,493	,847	5,969	32	32	,000
Medidas promedio	,832 <sup>c</sup>	,661	,917	5,969	32	32	,000

## RVS

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,625 <sup>a</sup>	,364	,796	4,338	32	32	,000
Medidas promedio	,769 <sup>c</sup>	,533	,886	4,338	32	32	,000

## RVP

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,440 <sup>a</sup>	,119	,678	2,574	32	32	,005
Medidas promedio	,611 <sup>c</sup>	,213	,808	2,574	32	32	,005

El grado de concordancia entre los diferentes observadores fue en la mayoría de las variables mayor de 0.6, por lo que se considera substancial, siendo moderada para las RVP

## Discusión:

El catéter de flotación desde su introducción en 1970 y hasta hace algunos años se mantuvo como la técnica de monitoreo hemodinámico de elección en el paciente crítico, en especial en el choque cardiogénico secundario al Síndrome Isquémico Coronario Agudo, años después aparecieron muchos estudios que cuestionaron su utilidad e incluso seguridad, de tal manera que en la actualidad la mayoría de los centros prefieren el uso de otras técnicas no invasivas como lo es



la ecocardiografía, sin embargo hasta el momento no hay ninguna publicación que evalué la correlación entre el perfil hemodinámico obtenido con la ecocardiografía y el catéter de flotación en el paciente con insuficiencia cardiaca aguda secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo.

En nuestro estudio usamos diversas fórmulas validadas para obtener un perfil hemodinámico más completo en este tipo de pacientes, de tal manera que para todas las variables hubo un nivel de concordancia con el catéter de flotación de la arteria pulmonar positiva buena para la mayoría de las variables y positiva moderada para la RVP y PAD , por lo que concluimos que la ecocardiografía es una alternativa no invasiva al catéter de flotación de la arteria pulmonar para el monitoreo hemodinámico en pacientes con diversos grados de falla cardiaca secundaria a Síndrome Isquémico Coronario Agudo, y puede aportar información para el tratamiento y pronóstico de estos pacientes.

Como desventaja de la ecocardiografía hemodinámica frente al catéter de flotación tenemos que es un método que no valora de manera continua las variables hemodinámicas, sin embargo aporta información estructural importante que influye en la toma de decisiones terapéuticas, como por ejemplo la detección de complicaciones mecánicas, por lo que actualmente la ecocardiografía hemodinámica en el paciente con falla cardiaca secundaria a SICA juega un papel fundamental para la evaluación diagnóstica, así como en la toma de decisiones terapéuticas.

**Limitaciones:** En nuestro estudio incluyen el hecho de que se excluyen paciente con fibrilación auricular, por la dificultad de aplicar las formulas usadas para obtener las variables hemodinámicas, además de la desventaja que suponen los pacientes con mala ventana ecocardiográfica, determinada por varios factores entre ellos la presencia ventilación mecánica y buena parte de pacientes con neumopatias que limitan la obtención de adecuadas imágenes.

## 15.- BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Sánchez Carlos Rodolfo: Panorama del IAM con elevación del segmento ST en México. Rev Fed Arg Cardiol. 2013; 42(3): 168-169.
2. WHO's Annual compilation of data from its 193 Member States, including a summary of progress towards the health-related Millennium Development Goals and Targets. 2011
3. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Epidemiología de la defunción poblacional. México: INEGI; 2010
4. Borrayo-Sánchez G, Madrid-Miller A, Arriaga-Nava R, et al. Riesgo estratificado de los síndromes coronarios agudos. Resultados del primer RENASCA-IMSS. RevMedInstMex Seguro Soc 2010; 48(3):259-264.
5. Caballero-Borrego J et al. Complicaciones mecánicas en el infarto agudo de miocardio. ¿Cuáles son, cuál es su tratamiento y qué papel tiene el intervencionismo percutáneo? Rev Esp Cardiol Supl. 2009; 10(9):62-70.
6. Flaherty JD, Udelson JE, Gheorghiu M, et al: Assessment and key targets for therapy in the post-myocardial infarction patient with left ventricular dysfunction. Am J Cardiol 2008; 102(5): 289-311.
7. Finfer S, Delaney A: Pulmonary artery catheters. BMJ 2006; 45(7):333-340.
8. Paul E Marik. Obituary: pulmonary artery catheter 1970 to 2013. Annals of Intensive Care 2013; 7(8):38-56.
9. Wiener RS, Welch HG: Trends in the use of the pulmonary artery catheter in the United States, 1993 to 2004. JAMA 2007; 98(8):423-429.

10. Robin ED: Death by pulmonary artery flow directed catheter, time for a moratorium? *Chest* 1987; 92(4):727–731.
11. Robin ED: The cult of the Swan-Ganz catheter. Overuse and abuse of the pulmonary flow catheters. *Ann Intern Med* 1985; 103(7):445–449.
12. Connors AF, Speroff T, Dawson NV, Thomas C, Harrell FE, Wagner D, Desbiens N, Goldman L: The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *JAMA* 1996; 276(97):889–897.
13. Sandham JD, Hull RD, Brant RF, Knox L, Pineo GF, Doig CJ, Laporta DP, Viner S, Passerini L, Devitt H, Kirby A, Jacka M: A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients. *N Engl J Med* 2003; 348(9):5–14.
14. Harvey S, Harrison DA, Singer M, Ashcroft J, Jones CM, Elbourne D, Brampton W, Williams D, Young D, Rowan K: Assessment of the clinical effectiveness of pulmonary artery catheters in management of patients in intensive care (PAC-Man): a randomized controlled trial. *Lancet* 2005; 366(7):472–477.
15. Binanay C, Califf RM, Hasselblad V, O'Connor CM, Shah MR, Sopko G, Stevenson LW, Francis GS, Leier CV, Miller LW: Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness: the ESCAPE trial. *JAMA* 2005; 294(8):1625–1633.
16. Harvey S, Young D, Brampton W, Cooper AB, Doig G, Sibbald W, Rowan K: Pulmonary artery catheters for adult patients in intensive care. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; 36(2):482–497.
17. Chatterjee K: The Swan-Ganz catheters: Past, present, and future. A viewpoint. *Circulation* 2009; 119(2):147.

18. Mathay MA, Chatterjee K. Bedside catheterization of the pulmonary artery: risks compared with benefits. *Ann Intern Med.* 1988;109(3): 826–834.
19. Cohen MG, Kelly RV, Kong DF, Menon V, Shah M, Ferreira J, Pieper KS, Criger D, Poggio R, Ohman EM, Gore J, Califf RM, Granger CB. Pulmonary artery catheterization in acute coronary syndromes: insights from the GUSTO IIb and GUSTO III trials. *Am J Med.* 2005;118:482.
20. Critchley LA, Critchley JA: A meta-analysis of studies using bias and precision statistics to compare cardiac output measurement techniques. *J Clin Monit Comput* 1999, 15:85–91.
21. Beaulieu Y. Bedside echocardiography in the assessment of the critically ill. *Crit Care Med* 2007; 35:S235- S249.
22. Price S, Nicol E, Gibson DG, et al. Echocardiography in the critically ill: current and potential roles. *Intensive Care Med* 2006; 32:48- 59.
23. Reda Salem, Fabrice Vallee, Marco Rusca and Alexandre Mebazaa. Hemodynamic monitoring by echocardiography in the ICU: the role of the new techniques. *Curr Opin Crit Care* 2008, 14:561- 568.
24. Magnin PA, Stewart JA, Myers S, VonRamm O, Kisslo JA. Combined Doppler and phased-array echocardiographic estimation of cardiac output. *Circulation.* 1981;63:388 –392.
25. Appleton CP, Hatle LK, Popp RL. Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol.* 1988;12:426–440.

26. Giannuzzi P, Imparato A, Temporelli PL, de Vito F, Silva PL, Scapellato F, Giordano A. Doppler-derived mitral deceleration time of early filling as a strong predictor of pulmonary capillary wedge pressure in postinfarction patients with left ventricular systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 1994;23:1630–1637.
27. Pier Luigi Temporelli, MD; Francesco Scapellato, MD; Ermanno Eleuteri, MD. Doppler Echocardiography in Advanced Systolic Heart Failure A Noninvasive Alternative to Swan-Ganz Catheter. *Circ Heart Fail.* 2010;3:387-394.
28. Rincón Salas JJ et al. Correlación entre ecocardiografía transtorácica y catéter de flotación de la arteria pulmonar. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2012;26(3):152-157.
29. Thygesen K, Alpert J, Jaffe A, et al. Third Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation.* 2012;126:2020-2035
30. ACCF 2012 Expert Consensus Document on Practical Clinical Considerations in the Interpretation of Troponin Elevations. A Report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Clinical Expert Consensus Documents. *Am Coll Cardiol.* 2012;60(23):2427-2463.
31. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012 The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Heart Journal* (2012) 33, 1787–1847.
32. Reynolds HR, Hochman JS: Cardiogenic shock: Current concepts and improving outcomes. *Circulation* 117:686, 2008.
33. Agricola E, Oppizzia M, Maisano F, De Bonis M, Schinkel A, Torracca L, et al. Echocardiographic Classification of ischemic mitral regurgitation caused by

restricted motion according of tethering pattern. *Eur J Echocardiography*. 2004;5:326-334.

34. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(22):e57-e185.

35. Poulsen SH, Praestholm M, Munk K, et al: Ventricular septal rupture complicating acute myocardial infarction: Clinical characteristics and contemporary outcome. *Ann Thorac Surg* 85:1591,2008.

36. Pfisterer M: Right ventricular involvement in myocardial infarction and cardiogenic shock. *Lancet* 362:392, 2003.

37. Guidelines for the Use of Echocardiography as a Monitor for Therapeutic Intervention in Adults: a Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:40-56.

38. Sherif f. Nagueh, md, Katherine j. Doppler Tissue Imaging: A Noninvasive Technique for Evaluation of Left Ventricular Relaxation and Estimation of Filling Pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1527–33.

39. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:685-713.