



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL AL SERVICIO DE
LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE

**ÍNDICE DE PULSATILIDAD RENAL COMO
PREDICTOR DE INSUFICIENCIA CARDIACA AGUDA
EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO AL
MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST
EN EL HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIDAD EN
CARDIOLOGÍA CLÍNICA**

PRESENTA:

DR. URIEL CALDERÓN ABUNDES

ASESOR DE TESIS:

DR. JOSÉ EVODIO VILLEGAS MAYORAL



CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO, SEPTIEMBRE 2023

RPI 485.2023



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL AL SERVICIO DE
LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE

**ÍNDICE DE PULSATILIDAD RENAL COMO
PREDICTOR DE INSUFICIENCIA CARDIACA AGUDA
EN PACIENTES CON INFARTO AGUDO AL
MIOCARDIO CON ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST
EN EL HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIDAD EN
CARDIOLOGÍA CLÍNICA**

PRESENTA:

DR. URIEL CALDERÓN ABUNDES

ASESOR DE TESIS:

DR. JOSÉ EVODIO VILLEGAS MAYORAL



CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO, SEPTIEMBRE 2023

RPI 485.2023

APROBACIÓN DE TESIS

DR. ISRAEL DAVID PÉREZ MORENO
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

DR. JUAN MIGUEL RIVERA CAPELLO
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIDAD DE CARDIOLOGÍA

DR. JOSÉ EVODIO VILLEGAS MAYORAL
ASESOR DE TESIS

DR. JULIO CESAR RIVERA HERMOSILLO
ASESOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, Mercedes Abundes y Rodolfo Calderón, por todo el apoyo que me han entregado en cada situación, y de motivarme a cumplir los sueños que me propongo, este esfuerzo es por y para ustedes.

Agradezco a mi fiel compañera, mi esposa Monserrat Torres, que desde el inicio me enseñó a no rendirme para obtener los logros y sueños que comparto con ella, así como la familia que formamos.

Agradezco a cada uno de los profesores de Cardiología, que me han otorgado el conocimiento necesario para mi formación como especialista.

Agradezco a mis compañeros de la especialidad, que con ellos el camino de esta residencia fue ameno y de la cual obtuve nuevas amistades.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
ABREVIATURAS.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
ANTECEDENTES.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
JUSTIFICACIÓN.....	15
HIPÓTESIS.....	15
OBJETIVOS.....	16
MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
ASPECTOS ÉTICOS.....	23
RESULTADOS.....	25
DISCUSIÓN.....	32
CONCLUSIÓN.....	35
PERSPECTIVAS.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36

RESUMEN

Las enfermedades cardiovasculares ocasionan más del 30% de las muertes reportadas en el mundo. En México, se reportaron 116,002 defunciones por esta causa en 2013, de las cuales 68% fueron por enfermedades isquémicas del corazón, de etiología aterotrombótica. Los síndromes coronarios agudos (SCA) se clasifican en infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST), infarto agudo del miocardio sin elevación del segmento ST (IAMSEST) y angina inestable (AI). El IAMCEST es el que origina mayor morbimortalidad, por lo que se deben de iniciar las estrategias de tratamiento de forma inmediata. Los factores que condicionan un mayor riesgo de complicaciones, incluyendo la muerte a corto plazo son la edad avanzada, comorbilidades (diabetes, enfermedad renal crónica, etc.), extensión y localización del infarto, clase de Killip y Kimball >I y retardo en la reperfusión. La insuficiencia cardíaca aguda (ICA) es una de las complicaciones más frecuentes, pues se presenta aproximadamente entre el 15 y 30% de los pacientes con IAMCEST, lo que origina un pronóstico sombrío a corto y largo plazo, para la vida y la calidad de la misma. El examen ecocardiográfico integral del corazón proporciona información precisa sobre la estructura y la función cardíaca. En la actualidad existen estudios amplios con el ultrasonido Doppler, en lo que se evalúa el índice de pulsatilidad renal (IPR); este índice depende de la resistencia y la rigidez de la arteria renal y se ha correlacionado con el grado de daño intrarrenal, lo que lo convierte en un predictor del deterioro de la función renal en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica, incluso en un estudio, se correlacionó fuertemente con la lesión renal aguda en el período perioperatorio en pacientes con cirugía digestiva.

Sin embargo, no existe evidencia de que el IPR haya sido estudiado en pacientes con insuficiencia cardíaca aguda o IAMCEST.

El objetivo de este estudio es evaluar el IPR en pacientes con IAMCEST y su asociación con el desarrollo de insuficiencia cardíaca aguda postinfarto durante su estancia intrahospitalaria, en un periodo comprendido del 01 de enero del 2023 al 30 de junio del 2023 en pacientes del Hospital Regional "1° de Octubre".

ABSTRACT

Cardiovascular diseases cause more than 30% of deaths reported in the world. In Mexico, 116,002 deaths were reported from this cause in 2013, of which 68% were due to ischemic heart diseases of atherothrombotic etiology. Acute coronary syndromes (ACS) are classified as acute myocardial infarction with ST-segment elevation (STEMI), acute myocardial infarction without ST-segment elevation (NSTEMI), and unstable angina (UA). STEMI is the one that causes the greatest morbidity and mortality, so treatment strategies must be initiated immediately. The factors that determine a greater risk of complications, including short-term death, are advanced age, comorbidities (diabetes, chronic kidney disease, etc.), extension and location of the infarction, Killip and Kimball class >I, and delay in recovery. reperfusion. Acute heart failure (AHF) is one of the most frequent complications, occurring in approximately 15 to 30% of patients with STEMI, which causes a dismal short- and long-term prognosis for life and its quality. Comprehensive echocardiographic examination of the heart provides accurate information about cardiac structure and function. Currently there are extensive studies with Doppler ultrasound, in which the renal pulsatility index (RPI) is evaluated; This index depends on the resistance and stiffness of the renal artery and has been correlated with the degree of intrarenal damage, making it a predictor of deterioration of renal function in patients with chronic heart failure, even in one study, it was found strongly correlated with acute kidney injury in the perioperative period in patients with digestive surgery.

However, there is no evidence that RPI has been studied in patients with acute heart failure or STEMI.

The objective of this study is to evaluate the RPI in patients with STEMI and its association with the development of post-infarction acute heart failure during their in-hospital stay, in a period from January 1, 2023 to June 30, 2023 in patients of the Regional Hospital "1° de Octubre".

ABREVIATURAS

AHA: American Heart Association

AI: Angina inestable

DM2: Diabetes mellitus tipo 2

EC: Enfermedad coronaria

ECG: Electrocardiograma

ECOTT: Ecocardiograma transtorácico

EIH: Estancia intrahospitalaria

ERC: Enfermedad renal crónica

FEVI: Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo

HAS: Hipertensión arterial sistémica

IAM: Infarto agudo al miocardio

IAMCEST: Infarto agudo al miocardio con elevación del segmento ST

IAMSEST: Infarto agudo al miocardio sin elevación del segmento ST

IC: Insuficiencia cardíaca

ICA: Insuficiencia cardíaca aguda

ICC: Insuficiencia cardíaca crónica

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

IPR: Índice de pulsatilidad renal

IRR: Índice de resistencia renal

LRA: Lesión renal aguda

NYHA: New York Heart Association

OMS: Organización Mundial de la Salud

PW: Doppler pulsado

SCA: Síndrome coronario agudo

SGL: Strain global longitudinal

VI: Ventrículo izquierdo

VD: Ventrículo derecho

Vmax: Velocidad máxima

Vmed: Velocidad media

Vmin: Velocidad mínima

INTRODUCCIÓN

El término infarto agudo de miocardio (IAM) se debe emplear cuando haya evidencia de daño miocárdico (definido como la elevación de troponinas cardíacas a valores superiores al percentil 99 del límite superior de referencia), con presencia de necrosis en un contexto clínico compatible con isquemia miocárdica. (2) Los criterios que definen a los pacientes con IAMCEST, los dividimos en clínicos, es decir pacientes que sufren dolor torácico persistente u otros síntomas que indiquen isquemia miocárdica; electrocardiográficos, esto es que tengan elevación del segmento ST en al menos 2 derivaciones contiguas en el electrocardiograma de 12 derivaciones y bioquímicos, que tengan la elevación de las troponinas cardíacas en valores superiores al percentil 99 del límite superior de referencia (4). La insuficiencia cardíaca aguda (ICA) en el contexto del IAMCEST es ampliamente reconocida como una complicación terrible que conlleva un pronóstico sombrío para la vida y calidad de la misma, tanto a corto como a largo plazo. Actualmente debido a las mejoras en el diagnóstico temprano y tratamiento efectivo, se ha logrado reducir la tasa de ICA que complica IAMCEST en las últimas 2 décadas, sin embargo, a pesar de esto aún afecta al 15-30% de los pacientes con IAMCEST (9). La ICA descompensada se caracteriza por alteraciones hemodinámicas que incluyen bajo gasto cardíaco con presiones de llenado elevadas (12). Se define ICA como aquellos pacientes que presentan la aparición rápida o gradual de signos o síntomas de insuficiencia cardíaca (IC) en el contexto de un infarto agudo al miocardio, durante su estancia intrahospitalaria, definido por cualquiera de los siguientes: Presencia de estertores pulmonares, administración de agentes diuréticos intravenosos (IV), uso de presión positiva continua en las vías respiratorias, uso de fármacos inotrópicos IV, presencia de choque cardiogénico (presión arterial sistólica ≤ 90 mmHg durante > 30 min, descartándose hipovolemia ante signos de hipoperfusión de órganos o si el índice cardíaco es $< 1,8$ l/min/m²), uso de balón de contrapulsación intraaórtico. En estudios recientes se ha encontrado que el incremento de las presiones de llenado, más que el bajo gasto cardíaco, son el principal factor hemodinámico que impulsa la disfunción renal y por ende los resultados adversos en esta población de pacientes. Debido a que el riñón es un órgano encapsulado, la transmisión de la presión venosa central a las venas

renales aumenta la presión hidrostática tubular e intersticial, lo que conduce a un deterioro de la tasa de filtrado glomerular (TFG). Este aumento de la presión intrarrenal, origina compresión de los vasos y reduce la distensibilidad venosa parenquimatosa, que conduce a patrones alterados del flujo venoso. (11) Un índice derivado del Doppler que depende de la resistencia y la rigidez de la arteria renal, conocido como el Índice de pulsatilidad renal, se ha correlacionado con el grado de daño intrarrenal y es un predictor del deterioro de la función renal que acontece en los pacientes con insuficiencia cardíaca crónica (ICC), pero además hay un estudio en pacientes con cirugía digestiva, en el que se encontró que existe una fuerte correlación con la lesión renal aguda en dichos pacientes (14, 15).

ANTECEDENTES

Las enfermedades cardiovasculares ocasionan más del 30% de las muertes reportadas en el mundo. En el 2013 se registraron 17.5 millones de fallecimientos según la Organización Mundial de Salud (OMS), de las cuales 7.4 millones fueron por cardiopatía isquémica, y se pronostica que para 2030 se incrementará en 36%. En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reportó 116,002 defunciones por esta causa en 2013, de las cuales 68% fueron por enfermedades isquémicas del corazón, de etiología aterotrombótica. (1)

El término infarto agudo de miocardio (IAM) se debe emplear cuando haya evidencia de daño miocárdico (definido como la elevación de troponinas cardíacas a valores superiores al percentil 99 del límite superior de referencia), con presencia de necrosis en un contexto clínico compatible con isquemia miocárdica. (2)

El grado de obstrucción de las arterias coronarias y de la isquemia cardíaca resaltan las diferencias fisiopatológicas entre las entidades clínicas del síndrome coronario agudo que incluyen al infarto de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST), infarto de miocardio sin elevación del segmento ST (IAMSEST) y angina inestable (AI). (3)

Para iniciar inmediatamente estrategias de tratamiento, como la reperfusión, normalmente se designa como pacientes con IAM con elevación del segmento ST (IAMCEST) a los que sufren dolor torácico persistente u otros síntomas que indiquen isquemia y elevación del segmento ST en al menos 2 derivaciones contiguas. La mortalidad del IAMCEST está influida por muchos factores, entre ellos la edad avanzada, la clase Killip-Kimball >1, el retraso en la aplicación del tratamiento, falta de una red de atención del IAMCEST coordinada con el sistema de emergencias médicas, la estrategia de tratamiento de reperfusión mecánica o farmacológica, los antecedentes de IAM, la diabetes mellitus, la insuficiencia renal, el número de arterias coronarias afectadas y la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI). Si bien, varios estudios recientes han subrayado un descenso en la mortalidad a corto y largo plazo después de un IAMCEST, que se explica por un aumento de la terapia de reperfusión mecánica (intervención

coronaria percutánea primaria), por el tratamiento antitrombótico moderno y por la mayor prevención secundaria, aún la mortalidad sigue siendo importante. (4)

Según estimaciones de la American Heart Association (AHA) la mortalidad hospitalaria de los pacientes con IAMCEST es del 5% al 6% y la mortalidad al año es de entre el 7% al 18%. (5)

A todo paciente con IAMCEST se le debe realizar una evaluación precoz del riesgo a corto plazo, que incluya determinar la extensión del daño miocárdico, la presencia de marcadores clínicos de riesgo de complicaciones como la edad avanzada, la taquicardia, la hipotensión, la clase Killip > I, la localización anterior del IAM, las cifras altas de creatinina sérica y el antecedente de insuficiencia cardiaca o enfermedad arterial periférica. (6)

La insuficiencia cardiaca (IC) es un síndrome clínico caracterizado por síntomas típicos (disnea, inflamación de tobillos y fatiga) que puede acompañarse de signos como presión yugular elevada, crepitantes pulmonares y edema periférico, causados por una anomalía cardiaca estructural o funcional que producen una elevación de las presiones intracardiacas o un gasto cardiaco inadecuado en reposo o durante el ejercicio. La identificación de la etiología de la disfunción cardiaca subyacente es fundamental, ya que la afección específica puede determinar el tipo de tratamiento más adecuado. La IC está causada por una disfunción miocárdica, ya sea sistólica, diastólica o ambas. No obstante, las anomalías de las válvulas, del pericardio, del endocardio, del ritmo cardíaco y de la conducción, también pueden causar o contribuir a la IC. La IC normalmente tiene 2 presentaciones: crónica (ICC) y aguda (ICA). La ICC describe a los pacientes que tienen un diagnóstico de IC establecido o un desarrollo gradual de los síntomas. Cuando se produce un deterioro de la IC, ya sea repentina o lentamente, el episodio se puede describir como IC «descompensada», que puede requerir la hospitalización del paciente o tratamiento diurético intravenoso en consulta ambulatoria. Además, la IC puede ser de presentación más aguda. (7)

La clasificación o índice de gravedad de la insuficiencia cardíaca en pacientes con IAM, fue propuesto por Killip y Kimball con el objetivo de evaluar el riesgo de muerte hospitalaria y el beneficio potencial del tratamiento específico de atención

en las Unidades de Cuidados Coronarios (UCC) durante la década de los 60s. La clasificación de Killip y Kimball desempeña un papel pronóstico relevante en mortalidad en el seguimiento medio de 5 años después del IAM, con un patrón similar entre pacientes con IAMSEST y IAMCEST.

Los casos se estratificaron en las siguientes clases:

Killip I: sin signos clínicos de insuficiencia cardíaca (tasa de mortalidad de 6%),

Killip II: con estertores en los pulmones, tercer ruido cardíaco (S3), y presión venosa yugular elevada (tasa de mortalidad de 17%),

Killip III: con edema pulmonar agudo (EPA) (tasa de mortalidad de 38%), y

Killip IV: con choque cardiogénico o hipotensión arterial (medida como presión arterial sistólica < 90 mmHg), y evidencia de vasoconstricción (oliguria, cianosis y diaforesis), (tasa de mortalidad de 81%). (8)

La ICA en el contexto del IAMCEST es ampliamente reconocida como una complicación grave, que conlleva un pronóstico sombrío para la vida y calidad de la misma, tanto a corto como a largo plazo. A pesar de que en las últimas dos décadas ha habido una reducción en la prevalencia de ICA que complica IAMCEST, todavía es una patología que se presenta en el 15 a 30% de los pacientes con IAMCEST. (9)

La IC crónica preexistente o el desarrollo de IC de novo como complicación del infarto agudo de miocardio (IAM), se asocian con un peor pronóstico a corto y largo plazo. El pronóstico de los pacientes después de un IAM ha mejorado notablemente durante los últimos 15 a 20 años y las tasas de mortalidad por enfermedad coronaria en general, han disminuido durante los últimos 25 años en la mayoría de los países occidentales. (10)

La IC en descompensación aguda es la manifestación más frecuente, se presenta en el 50-70% de los pacientes hospitalizados por esta enfermedad. Normalmente ocurre en pacientes con antecedente de IC y disfunción cardíaca, en todo el espectro de FEVI, y puede incluir disfunción ventricular derecha. A diferencia del fenotipo caracterizado por edema de pulmón agudo, esta forma tiene una presentación más gradual, y su mayor alteración es la progresiva retención de fluidos que causan congestión. En ocasiones, la congestión se

asocia con hipoperfusión. El proceso diagnóstico de la ICA comienza en el momento del primer contacto médico y continúa durante las fases iniciales, a efectos de identificar la presentación clínica, diagnosticar y tratar en el momento oportuno las posibles causas, los factores desencadenantes y las comorbilidades que pudieran suponer riesgo para la vida. (7)

El examen ecocardiográfico 2D del corazón proporciona información precisa sobre la estructura y la función cardiovascular, con alta resolución temporal. Antes de los avances en imágenes 2D, la ecocardiografía Doppler había sido el pilar de la evaluación cardiovascular no invasiva. La ecocardiografía Doppler sigue siendo una parte integral del examen ecocardiográfico cardiovascular, concediendo una evaluación hemodinámica precisa del corazón. Tanto la función sistólica como la diastólica se pueden cuantificar mediante la acumulación de sangre y el Doppler tisular. Los gradientes de presión, las presiones intracardiacas, las áreas de las válvulas, el volumen regurgitante y el volumen de la derivación se pueden determinar de manera no invasiva y confiable. (11)

La ICA descompensada se caracteriza por alteraciones hemodinámicas que incluyen bajo gasto cardíaco y presiones de llenado cardíaco elevadas. Cada vez se reconoce más que las presiones de llenado elevadas, más que el gasto cardíaco reducido, son el principal factor hemodinámico que impulsa la disfunción renal y los resultados adversos en esta población de pacientes. Debido a que el riñón es un órgano encapsulado, la transmisión de la presión venosa central a las venas renales aumenta la presión hidrostática tubular e intersticial, lo que conduce a un deterioro de la TFG. Esta presión también puede dar como resultado la compresión de los vasos y reducción de la distensibilidad venosa parenquimatosa, lo que conduce a patrones alterados del flujo venoso. (12)

La detección invasiva temprana del aumento de las presiones de llenado cardíaco y la congestión venosa y su manejo, conducirán a una disminución de las exacerbaciones y las hospitalizaciones en pacientes con IC congestiva. (12) Actualmente existen varias aplicaciones de ultrasonido en el punto de atención (POCUS por sus siglas en inglés) para detectar y monitorear la congestión en pacientes con IC aguda secundaria a él IAMCEST. La evaluación del líquido

pulmonar extravascular secundario al aumento de las presiones de llenado del corazón izquierdo se puede realizar con ecografía pulmonar mediante la cuantificación de las "líneas B" que surgen de la línea pleural. Se ha demostrado que la adición de ecografía pulmonar en el manejo de pacientes con insuficiencia cardíaca disminuye las descompensaciones y las visitas urgentes por insuficiencia cardíaca. A pesar de su utilidad, la ecografía pulmonar no evalúa el efecto de la congestión en el compartimento abdominal, que contribuye significativamente a la alteración de la función cardíaca y renal en la ICC y es especialmente relevante para los pacientes con insuficiencia cardíaca derecha. (13)

POCUS permite una valoración semicuantitativa de la presión de la aurícula derecha (PAD) evaluando el tamaño y el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (VCI). Se ha demostrado que la vista de eje corto para evaluar tanto el diámetro corto como el largo de la VCI es una estimación más confiable de la presión venosa central (PVC). Debido a esto, la evaluación POCUS de la VCI se puede utilizar como un buen punto de partida en la evaluación de la congestión venosa abdominal. (14)

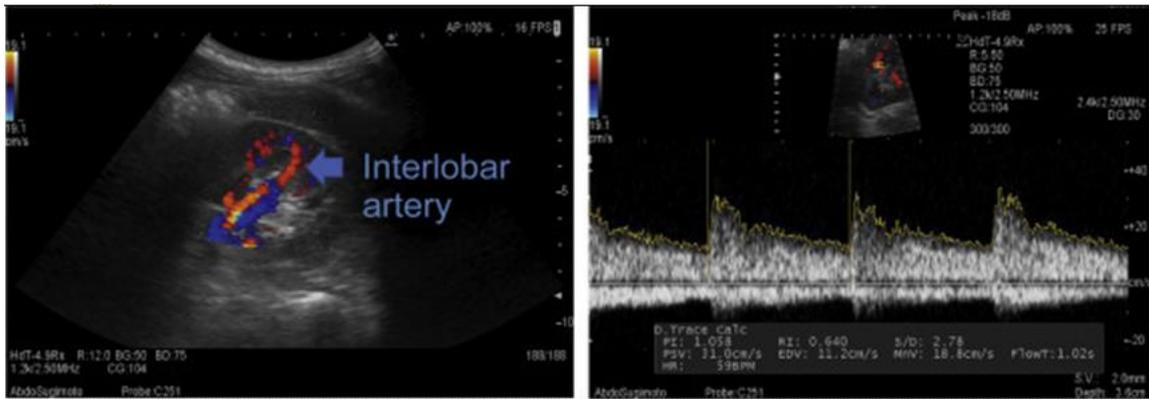
Sin embargo, la disfunción orgánica que ocurre con la congestión venosa no solo está relacionada con el aumento de la PAD, sino también con la transmisión de presión a los órganos periféricos. La transmisión de la presión altera el patrón del flujo sanguíneo venoso de forma predecible y estas alteraciones pueden cuantificarse mediante el Doppler venoso. Por lo tanto, a diferencia de otras aplicaciones de POCUS en la evaluación de la IC congestiva, el Doppler venoso podría permitir una mejor evaluación de la lesión orgánica congestiva (12).

El flujo venoso intrarrenal (VIR) normal es continuo o ligeramente pulsátil. Debido a que las arterias y venas interlobares corren paralelas entre sí, ambos vasos se muestrean con frecuencia al mismo tiempo y muestran direcciones de flujo opuestas. A medida que aumenta la PAD, aparecen alteraciones progresivas en el flujo venoso intrarrenal. Estas alteraciones se caracterizan por un patrón bifásico discontinuo en la congestión moderada y un patrón monofásico en la congestión severa. Estas alteraciones también se pueden cuantificar usando un índice de tiempo de flujo venoso a tiempo de ciclo cardíaco llamado índice de estasis venosa renal (IEVR). En particular, se ha demostrado que las

alteraciones del flujo intrarrenal están determinadas principalmente por el aumento de la PAD y no por el gasto cardíaco en pacientes con IC aguda descompensada. En un elegante estudio fisiológico, la sobrecarga de volumen experimental empeoró el patrón de flujo VIR y aumentó la resistencia a los diuréticos en pacientes con IC congestiva, lo que respalda el papel del flujo VIR como marcador de congestión renal (12).

La evidencia acumulada demuestra que las alteraciones relacionadas con la edad en la hemodinámica intrarrenal (p. ej., esclerosis arterial y pérdida de capilares peritubulares) contribuyen a la disfunción y los daños renales. Esto se debe a que la rigidez arterial en los adultos mayores puede aumentar la presión del pulso central y contribuir a aumentar la pulsatilidad del flujo renal. Los aumentos en la pulsatilidad del flujo renal con la edad se asociaron de forma independiente con los niveles de biomarcadores que reflejaban la progresión de la Enfermedad renal crónica (ERC), lo que sugiere que una mayor pulsatilidad del flujo renal puede contribuir a la patogénia de la ERC. La prevención de los aumentos relacionados con la edad en la pulsatilidad del flujo renal podría, por lo tanto, conducir a la prevención primaria de la disfunción y el daño renal. (14)

El índice de pulsatilidad de la arteria renal se correlacionó fuertemente con la lesión renal aguda (LRA) en el período perioperatorio, parece ser un procedimiento eficaz y menos invasivo para la monitorización en tiempo real que permite la detección precoz del daño renal agudo tras una cirugía digestiva. Recientemente se informó que el índice de pulsatilidad de la arteria renal (IPAR), que se determina mediante mediciones Doppler, detecta pacientes con un alto riesgo de LRA durante el curso posoperatorio en base a un tamaño de muestra relativamente pequeño. Todas las mediciones ultrasonográficas fueron realizadas con un ARIETTA60 (Hitachi, Tokio, Japón) por 1 de 2 médicos experimentados utilizando una sonda convexa de 3,5 MHz. Las ubicaciones de las arterias interlobulillares se guiaron por el modo Doppler color. La velocidad en las arterias interlobulillares se evaluó en 1 de los 2 riñones. El IPAR se calculó de la siguiente manera: $IPAR: [(velocidad\ sistólica\ máxima - velocidad\ diastólica\ final)]/velocidad\ media$ (Figura 1). (15)



$$\text{IPAR: } (V_{\text{max}} - V_{\text{min}}) / V_{\text{med}}$$

Figura 1. La medición de IPAR. El índice de pulsatilidad de la arteria renal (IPAR) se calculó como $\text{IPAR} = \{(\text{velocidad sistólica máxima}) - (\text{velocidad diastólica final})\} / \text{velocidad media}$.

Modificado y adaptado de: Yamanaka M, Sugimoto H, Yokoyama H, Mochizuki Y, Taniguchi K. The renal artery pulsatility index enables real-time monitoring of acute kidney injury after digestive surgery. *Surgery*. 2022;171(5): 1406-11.

El valor de corte del IPAR preoperatorio para la detección de LRA perioperatorio se determinó mediante el índice de Youden mediante una curva ROC. El valor de corte óptimo del IPAR preoperatorio fue 1.634 (sensibilidad = 54%, especificidad = 83%). Se estableció el valor de corte en 1.6 y se clasificó a todos los pacientes en los grupos IPAR alto y IPAR bajo según el valor de corte. Un valor alto de IPAR se asoció significativamente con la ocurrencia de LRA en el período perioperatorio. Un IPAR alto en el día 1 posoperatorio no se correlacionó con LRA perioperatorio (1.60 ± 0.49 frente a 1.40 ± 0.29 $P = .22$); sin embargo, los pacientes con un IPAR alto en el día 4 posoperatorio (1.62 ± 0.37 frente a 1.35 ± 0.28 $P = 0,02$) y día 7 posoperatorio (1.74 ± 0.33 frente a 1.35 ± 0.32 $P < 0.01$) tuvieron una tasa significativamente mayor de LRA perioperatoria (15).

En la ERC se ha informado recientemente que la evaluación del índice de pulsatilidad renal (IPR), un índice derivado del Doppler que depende de la resistencia y la rigidez de la arteria renal, se correlaciona con el grado de daño intrarrenal y es un predictor de la función renal subsiguiente; con el fin de investigar si un IPR elevado puede asociarse con la progresión de la ERC en la ICC, 68 pacientes consecutivos se sometieron a una ecografía renal. La zona focal del Doppler pulsado se colocó a nivel de las arterias segmentarias renales derechas. Determinamos la velocidad sistólica pico ($V_{\text{máx}}$), la velocidad telediastólica ($V_{\text{mín}}$) y la velocidad media (V_{media}) para calcular el valor

adimensional de IP: $(V \text{ máx} - V \text{ mín}) / V \text{ med}$. La función renal se evaluó al inicio y después de 6 meses de seguimiento. El principal hallazgo del presente estudio fue que un IPR elevado demostró ser el único predictor independiente de deterioro de la función renal en pacientes con ICC durante un seguimiento de seis meses. Aunque los pacientes con mayor IPR eran mayores, más sintomáticos y tenían peores funciones cardíaca y renal, la disminución de la TFG no podía explicarse únicamente por las diferencias basales en estos parámetros, ya que no se encontró una covariación significativa entre ellos y la disminución de la función renal. Hasta donde sabemos, resultados similares no se han demostrado previamente. (16)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En todo el mundo la enfermedad coronaria es la causa más frecuente de muerte y su frecuencia está en aumento. A todo paciente con IAMCEST se le debe realizar una evaluación precoz del riesgo a corto plazo que incluya determinar la extensión del daño miocárdico, el grado de reperfusión y la presencia de marcadores clínicos de riesgo de complicaciones posteriores. La ICA en el contexto del IAMCEST es ampliamente reconocida como una complicación terrible que conlleva un pronóstico sombrío tanto a corto como a largo plazo. La detección invasiva temprana del aumento de las presiones de llenado cardíaco y la congestión venosa conduce a una disminución de las exacerbaciones y las hospitalizaciones en pacientes con IC congestiva. Existe evidencia que la evaluación del índice de pulsatilidad renal se correlacionó fuertemente con la lesión renal aguda en el período perioperatorio de pacientes tras cirugía digestiva, así como puede predecir de manera independiente el deterioro de la función renal en pacientes con IC congestiva. En los estudios se utilizó como punto de corte de IPR de 1.6 para determinar IPR alto o bajo.

Sin embargo, no existe evidencia de la evaluación del índice de pulsatilidad renal en pacientes con IAMCEST, ni evidencia de la misma como predictor de insuficiencia cardíaca aguda.

Por lo anterior, se formula la siguiente pregunta:

¿Existe asociación entre la medición del índice de pulsatilidad renal y el desarrollo de insuficiencia cardíaca aguda en pacientes con IAMCEST?

JUSTIFICACIÓN

Se ha evidenciado que la evaluación del IPR puede ser predictor de complicaciones renales en pacientes con ICC o en pacientes que se sometieron a cirugía digestiva, sin antecedentes cardiovasculares previos, sin embargo, hasta el momento, no existe ninguna evidencia de que el índice de pulsatilidad renal haya sido evaluado en pacientes con IAMCEST, ni de su asociación a complicaciones letales como la ICA. En caso de comprobarse la hipótesis, esta podría llegar a ser una herramienta de utilidad, para la detección precoz del riesgo de insuficiencia cardíaca aguda y, por lo tanto, nos ayudara a implementar el tratamiento más oportuno de dicha complicación.

HIPÓTESIS

Se espera una asociación positiva del 80% entre el índice de pulsatilidad renal con el desarrollo de insuficiencia cardíaca aguda en pacientes con infarto agudo al miocardio con elevación del segmento ST.

OBJETIVO GENERAL

Reportar la asociación del índice de pulsatilidad renal con la presencia de insuficiencia cardíaca aguda en pacientes con IAMCEST.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reportar la incidencia de insuficiencia cardíaca aguda en pacientes hospitalizados con IAMCEST.
- Reportar sus características clínicas:
 - Comorbilidades
 - Evolución del cuadro
 - Tiempo de estancia intrahospitalaria
 - Manejo del infarto agudo al miocardio
 - Necesidad de ventilación mecánica
 - Necesidad de inotrópicos
 - Necesidad de diuréticos.
- La medición del índice de pulsatilidad renal se realizará en las 24 horas de ingreso hospitalario.
- Reportar la asociación entre el índice de pulsatilidad renal y hallazgos ecocardiográficos sobre la función sistólica del VI.
- Reportar la asociación entre el índice de pulsatilidad renal y hallazgos ecocardiográficos sobre la función diastólica del VI.
- Reportar la relación entre el índice de pulsatilidad renal y la morbimortalidad hospitalaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

- Diseño y tipo de estudio:

Retrospectivo, longitudinal.

- Población de estudio:

Pacientes derechohabientes del servicio médico del ISSSTE, con diagnóstico de Infarto agudo al miocardio con elevación del ST, ingresados al servicio de cardiología del Hospital Regional 1° de Octubre, del 01 de enero de 2023 al 30 de junio del 2023.

- Universo de trabajo:

Expedientes clínicos de pacientes con diagnóstico de Infarto agudo al miocardio con elevación del ST que fueron ingresados al servicio de cardiología del Hospital Regional 1° de Octubre, del 01 de enero de 2023 al 30 de junio del 2023, que incluyan las variables que se desea evaluar.

- Tiempo de ejecución:

6 meses.

- Criterios de inclusión:

Expedientes clínicos de pacientes que cuenten con las siguientes características:

- Pacientes derechohabientes del ISSSTE
- Pacientes mayores de 18 años
- Pacientes hospitalizados por diagnóstico de IAMCEST
- Pacientes que al ingreso o durante la hospitalización cuentan con diagnóstico de insuficiencia cardiaca aguda, definido por al menos 1 de los siguientes: presencia de estertores pulmonares, administración de agentes diuréticos intravenosos (IV), uso de presión positiva continua en las vías respiratorias, uso de fármacos inotrópicos IV, presencia de choque cardiogénico (presión arterial sistólica ≤ 90 mmHg durante > 30 min, descartándose hipovolemia ante signos de hipoperfusión de órganos

o si el índice cardíaco es < 1,8 l/min/m²), uso de balón de contrapulsación intraaórtico.

- **Criterios de exclusión:**

Expedientes clínicos de pacientes que cuenten con las siguientes características:

- Pacientes con antecedentes enfermedad renal crónica (TFG <60ml/min/1.73m²).
- Pacientes con diagnóstico de estenosis arterial renal.
- Pacientes con antecedente de trasplante renal.
- Presencia de valvulopatía cardíaca de grado severo.
- Pacientes que no acepten realización de estudio ecocardiográfico.
- Pacientes con insuficiencia cardíaca aguda por causa no cardíaca (Tromboembolia pulmonar, sepsis, hepatopatías).

- **Criterios de eliminación:**

Expedientes clínicos incompletos, reportes de ecocardiografía incompletos

- **Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra:**

Se realizó cálculo de tamaño de la muestra para estudios descriptivos cuyo objetivo es descripción de proporciones haciendo ajuste para población infinita.

$$n = \frac{Z^2 pq}{d^2}$$

Donde n= tamaño de la muestra que se requiere.

p= proporción de sujetos portadores del fenómeno en estudio. En nuestro caso la prevalencia de pacientes ingresados por ICA asociado con IAMCEST oscila alrededor del 20 por lo que el valor correspondiente es de 0.20.

q= 1-p (sujetos que no tienen la variable en estudio), en nuestro estudio el valor asignado es 0.80.

δ= precisión o magnitud del error que estamos dispuestos a aceptar. Utilizaremos un margen de error del 15%, (0.15).

Zα= distancia de la medida del valor de significancia propuesta. Habitualmente α tiene un valor de 0.05, al que corresponde un valor de Z de 1.96.

De tal manera que:

$$N = (1.96)^2(0.20)(0.80) / (0.15)^2 = 30.$$

El total de muestra del estudio es de 30 pacientes

- Descripción operacional de las variables:

Nombre variable	Definición	Tipo de variable	Unidad de medida
Edad	Tiempo de vida definido en años	Cuantitativa discreta	Años enteros
Sexo	Conjunto de características derivadas del genotipo que se expresan en fenotipo masculino o femenino.	Cualitativa dicotómica	Masculino Femenino
Infarto agudo al miocardio con elevación del segmento ST	<p>Evidencia de daño miocárdico (definido como la elevación de troponinas cardiacas a valores superiores al percentil 99 del límite superior de referencia), en un contexto clínico compatible con isquemia miocárdica, y al menos 1 de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Síntomas de isquemia miocárdica - Cambios isquémicos nuevos en el ECG - Aparición de ondas Q patológicas - Evidencia por imagen de pérdida de miocardio viable o anomalías regionales de la motilidad de la pared nuevas siguiendo un patrón compatible con una etiología isquémica - Identificación de un trombo coronario por angiografía o autopsia. <p>Además de elevación persistente (>20 minutos) del segmento ST en al menos 2 derivaciones contiguas.</p>	Cualitativa dicotómica	Presente Ausente
Arteria responsable del infarto.	Arteria coronaria en la que se produce la rotura o erosión de una placa de ateroma inestable que	Cualitativa ordinaria	-Arteria coronaria derecha

	conduce a diferentes grados de necrosis, en el contexto de un IAM.		<ul style="list-style-type: none"> -Arteria descendente anterior -Arteria circunfleja -Tronco de la coronaria izquierda -Enfermedad multivaso
Insuficiencia cardiaca	Síndrome clínico caracterizado por síntomas típicos (disnea, inflamación de tobillos y fatiga) que puede acompañarse de signos como presión yugular elevada, crepitantes pulmonares y edema periférico, causados por una anomalía cardiaca estructural o funcional que producen una elevación de las presiones intracardiacas o un gasto cardiaco inadecuado en reposo o durante el ejercicio	Cualitativa dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> - Presente - Ausente
Insuficiencia cardiaca aguda postinfarto	<p>Aparición rápida o gradual de signos o síntomas de IC en el contexto de un infarto agudo al miocardio, durante su estancia intrahospitalaria, definido por cualquiera de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presencia de estertores pulmonares - Administración de agentes diuréticos intravenosos (IV) - Uso de presión positiva continua en las vías respiratorias - Uso de fármacos inotrópicos IV - Presencia de choque cardiogénico (presión arterial sistólica ≤ 90 mmHg durante > 30 min, descartándose hipovolemia ante signos de hipoperfusión de órganos o si el índice cardíaco es $< 1,8$ l/min/m²) - Uso de balón de 	Cualitativa dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> - Presente - Ausente

	contrapulsación intraaórtico.		
Clasificación de Killip y Kimball	Clasificación que evalúa en pacientes con IAM en función de la presencia o ausencia de hallazgos físicos que sugieran disfunción ventricular, diferenciando 4 clases (I, II, III y IV).	Cualitativa ordinal	- Killip I - Killip II - Killip III - Killip IV
Índice de pulsatilidad renal	Medida tomada mediante Doppler pulsado a nivel de las arterias segmentarias o interlobulillares renales, definido como la diferencia entre la velocidad sistólica pico ($V_{máx}$), la velocidad telediastólica ($V_{mín}$) dividida entre la velocidad media (V_{med})	Cuantitativa dicotómica	≤ 1.6 > 1.6
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo	Diferencia entre el volumen telediastólico y telesistólico dividido entre el volumen telediastólico	Cualitativa ordinal	$\geq 50\%$ 41-49% $\leq 40\%$
Strain global longitudinal del Ventrículo izquierdo	Parámetro que expresa el acortamiento longitudinal miocárdica como un porcentaje (cambio en la longitud miocárdica en una dirección determinada en relación con su longitud basal)	Cuantitativa continua	%
Patrón de disfunción diastólica	Condición en la cual, para mantener gasto cardíaco normal, la presión de llenado se encuentra aumentada, definida por el cociente E/e' (velocidad temprana de llenado en Doppler transmitral/ velocidad temprana de relajación en Doppler tisular).	Cualitativa dicotómica	- $E/e' > 14$ - $E/e' \leq 14$
Fibrinólisis	Terapia de reperfusión farmacológica basada en la administración del activador tisular de plasminógeno, realizada cuando la ICP no pueda realizarse dentro de los periodos de tiempo recomendados.	Cualitativa dicotómica	- Presente - Ausente
Intervencionismo coronario percutáneo	Terapia de reperfusión invasiva basado en la intervención de la arteria responsable del infarto, mediante realización de coronariografía y la utilización de balón, stents u otros dispositivos,	Cualitativa ordinal	- ICP primaria - ICP de rescate

	<p>definido por las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ICP primaria: La ICP emergente con balón, stent u otro dispositivo, realizada en la arteria responsable del infarto (ARI) sin tratamiento fibrinolítico previo - ICP de rescate: La ICP emergente que se realiza lo antes posible en caso de fracaso del tratamiento fibrinolítico - Estrategia sistemática de ICP precoz: Coronariografía, seguida de ICP de la ARI si está indicada, que tiene lugar 2-24 h después de la fibrinólisis eficaz - Estrategia farmacoinvasiva: Fibrinólisis combinada con ICP de rescate (en caso de fibrinólisis fallida) o estrategia sistemática de ICP precoz (en caso fibrinólisis eficaz) 		<p>-Estrategia sistemática de ICP precoz</p> <p>-Estrategia farmacoinvasiva</p>
--	---	--	---

- Procesamiento y análisis estadístico:

Se capturará la información de los expedientes clínicos que incluyan las variables de interés de pacientes hospitalizados con diagnóstico de IAMCEST a los cuales se les realizó como evaluación ecocardiográfica Doppler el Índice de Pulsatilidad Renal, en un periodo comprendido entre el 01 de enero de 2023 al 30 de junio de 2023.

El análisis estadístico se realiza en plantilla SPSS.

Para el análisis estadístico se calculará la distribución de las variables mediante fórmula de Kolmogorov Smirnov en caso de una población mayor a 30 pacientes. Se calculará frecuencias, medidas de tendencia central, medias en caso de una distribución normal y mediana para una distribución no normal, así como rango intercuartil.

Para establecer la asociación entre el grupo frente a otro, es decir, aquellos entre el $IPR \leq 1.6$ ó > 1.6 , se utilizará la razón de Momios (RM) como medida de asociación con intervalos de confianza (IC) a 95%. Para establecer diferencia en las frecuencias se utilizará Ji Cuadrada con nivel de significancia de 0.05.

ASPECTOS ÉTICOS

Nuestro estudio está enfocado a determinar si el IPR tiene asociación con el desarrollo de ICA en los pacientes ingresados con diagnóstico de IAMCEST, ya que es una complicación sombría y su evaluación no invasiva precoz puede impactar en el tratamiento y con ello en el pronóstico.

Por lo que este protocolo se apega a lo establecido en la ley general de Salud en sus artículos 96, 98 y 100 al 103; en lo establecido en materia de investigación de salud en sus artículos 80 al 83, en lo establecido en materia de prestación de servicios de atención médica en sus artículos 3°, 13, 14, 16, 17, 20 al 22, 64, 99, 100, 102, 109.

Se aplica el reglamento de los servicios médicos del Instituto de Seguridad Social de los Trabajadores del Estado, en lo establecido en los aspectos éticos, en sus artículos 136 al 138 y 140 al 143.

Así también, nuestro estudio se norma bajo el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Norma Oficial Mexicana NOM012SSA3-2012 la cual establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, en sus apartados 7 (7.2, 7.4.1.2, 7.4.1.4, 7.4.2, 7.4.4, 7.4.5), apartado 8 (8.1 a 8.4, 8.7 al 8.9), apartado 9 (9.2.3, 9.2.8, 9.2.9 al 9.2.12), apartado 10 (10.8, 10.9), apartado 11 (11.1 al 11.7).

En este protocolo se respetan y se aplican los principios bioéticos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia de la siguiente manera:

Autonomía: Este principio se respeta porque no se requiere de nuevo consentimiento informado ya que se cuenta con un consentimiento informado al ingreso hospitalario.

Beneficencia: Este principio aplicaría en el presente protocolo al identificar la asociación del índice de pulsatilidad renal con el desarrollo de insuficiencia cardiaca aguda, siendo compartido al beneficio de la comunidad médica, con la finalidad de llevar a cabo una evaluación no invasiva precoz de los pacientes con IAMCEST, que pueda impactar en la evolución y pronóstico de los pacientes.

No-maleficencia: Este principio se aplica al presente trabajo al no producir daño con la realización de este protocolo, ya que únicamente se tendrá acceso a la

información obtenida de los expedientes clínicos, al igual que los datos de los pacientes se mantienen protegidos y son confidenciales.

Justicia: Este principio se aplica al presente trabajo, al no discriminar a los pacientes sin importar la edad, sexo, preferencia sexual, religión, ideología o creencia.

RESULTADOS

En la presente investigación, se realizó un estudio de casos y controles para evaluar si existe asociación del IPR con el desarrollo de ICA en pacientes con diagnóstico de IAMCEST, durante el periodo comprendido de enero del 2023 a junio del 2023 que ingresaron al servicio de cardiología del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE, los cuales contaban con la medición del IPR, se realizó división en 2 grupos, grupo A (control) de IPR menor o igual a 1.6 catalogándose como IPR bajo, y grupo B (casos) aquellos con IPR mayor de 1.6, nombrándose IPR alto. Para el cálculo de la muestra se realizó acorde para estudios descriptivos de proporciones haciendo ajuste para población infinita, obteniendo una N final de 30 por grupo, se obtuvo N final por criterios de exclusión, de 30, integrándose de la siguiente manera, grupo A N=18, y grupo B N=12.

El análisis estadístico se realizó con la paquetería estadística SPSS versión 28 (ver tabla 1).

TABLA POBLACIONAL

		GRUPO A IPR BAJO	GRUPO B IPR ALTO	TOTAL	P
N		18 (60%)	12 (40%)	30	
SEXO	Mujeres	3 (16.7%)	1 (8.3%)	4	0.63
	Hombres	15 (83.3%)	11 (91.7%)	26	
DM2		6 (33%)	6 (50%)	12	0.45
DISLIPIDEMIA		13 (72%)	5 (41.6%)	18	0.94
HAS		9 (50%)	8 (67%)	17	0.36
HCV		4 (22%)	1 (8.3%)	5	0.31
TABAQUISMO		8 (44.4%)	6 (50%)	14	0.76
FIBRINOLISIS		8 (44.4%)	6 (50%)	14	0.76
ICP		12 (100%)	17 (94%)	29	0.4
ARI	CD	8 (44.4%)	7 (58%)	15	0.21
	CX	4 (22.2%)	0	4	
	DA	6 (33.3%)	5 (42%)	11	
CLASE KILLIP Y KIMBALL	I	12 (66.7%)	0	12	<0.001
	II	5 (27.8%)	8 (66.7%)	13	
	III	0	0	0	

	IV	1 (5.6%)	4 (33.3%)	5	
ICA		6 (33%)	12 (100%)	18	<0.001
DIURETICO		3 (16.7%)	11 (91.7%)	14	<0.001
VASOPRESOR/ INOTROPICO		1 (5.6%)	7 (58.3%)	8	<0.001
VENTILACIÓN MECÁNICA		0	2 (16.7%)	2	0.073
MORTALIDAD		0	2 (16.7%)	2	0.073

		IPR ALTO	IPR BAJO	T	IC	P
EDAD	N	12	18	1.3	- 2.7 - 2.5	0.37
	MEDIA	69.083	64.222			
	DE	8.6283	10.8115			
FEVI	N	12	8	-0.91	-7.98 - 3.04	0.43
	MEDIA	52.583	55.056			
	DE	8.3607	6.3845			
SGL	N	6	14	0.83	-1.8 - 4.3	0.72
	MEDIA	-14.58	-15.82			
	DE	3.073	3.04			

		Percentiles			p	
		25	50 (Media na)	75		
E/é	MEDIA	11.36	9	10	13	0.57
	DE	3.821				
EIH	MEDIA	4.433	3	4	5	0.14
	DE	1.942				

Tabla 1. Tabla demográfica de pacientes con IPR alto y bajo, donde se demuestra significancia estadística en el parámetro de clase de Killip y Kimball, presencia de ICA, uso de diurético, vasopresor o inotrópico. Se realizó prueba de T student para parámetros con distribución normal, y prueba de U Man Whitney para parámetros con distribución no normal. IPR: índice de pulsatilidad renal, DM2: diabetes mellitus tipo 2, HAS: hipertensión arterial sistémica, HVC: historia cardiovascular, ARI: arteria responsable del infarto, CD: coronaria derecha, CX: arteria circunfleja, DA: descendente anterior, ICA: insuficiencia cardiaca aguda. FEVI: fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, SGL: strain global longitudinal, E/é: relación E con é, EIH: estancia intrahospitalaria.

Para establecer la diferencia intragrupos, de los datos demográficos de los pacientes, se utilizó prueba de Kolmogorov Smirnov para conocer la distribución de las variables, para aquellas variables con una distribución normal se aplicó prueba de T de student. Para aquellas variables con distribución no normal se utilizó prueba de U Man Whitney. Para aquellas variables dicotómicas se realizó prueba de Ji Cuadrada. Para establecer la asociación entre el grupo A y B, se utilizó la razón de Momios (RM) como medida de asociación con intervalos de confianza (IC) a 95%, con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Del 100% de la población, el 86% fueron hombres, la media de edad fue de 66 años para ambos grupos. Dentro de las comorbilidades, la enfermedad más frecuente fue hipertensión arterial sistémica con el 56%, seguido de diabetes mellitus tipo 2 con 40%, y dislipidemia con el 36%. Otro factor de riesgo cardiovascular modificable interrogado fue el tabaquismo, el cual se presentó en un 46%. El 95% de la población negó el antecedente de cardiopatía isquémica.

Del total de pacientes que ingresaron, respecto a la terapia farmacológica, el 53% ameritó fibrinólisis. Al 96% del total de la población, se le realizó intervencionismo coronario percutáneo, encontrándose como la arteria responsable del infarto, en ambos grupos, un predominio de la arteria coronaria derecha, con un 44 y 58% respectivamente para el grupo A y B; solo 1 paciente ameritó cirugía de revascularización por ser portador de enfermedad trivascular en el grupo A.

La clase funcional al momento del ingreso se catalogó por clasificación de Killip y Kimball, el 83% de la población se catalogó en clase I-II. En el grupo B, presentó clase II el 66.7% versus en el grupo A con 27.8%. En el grupo A, prevaleció la clase I en el 66.7%. Al realizar el análisis estadístico de diferencia intragrupos, mediante prueba de Ji Cuadrada, se obtuvo una $\chi^2 = 13.86$, $p < 0.001$. Para establecer la relación entre IPR alto y mayor clase de Killip y Kimball, se realizó regresión lineal encontrando un $B^2 = 1.36$ con IC 0.63 -2.0 $p = < 0.001$. (ver gráfico 1 y 2).

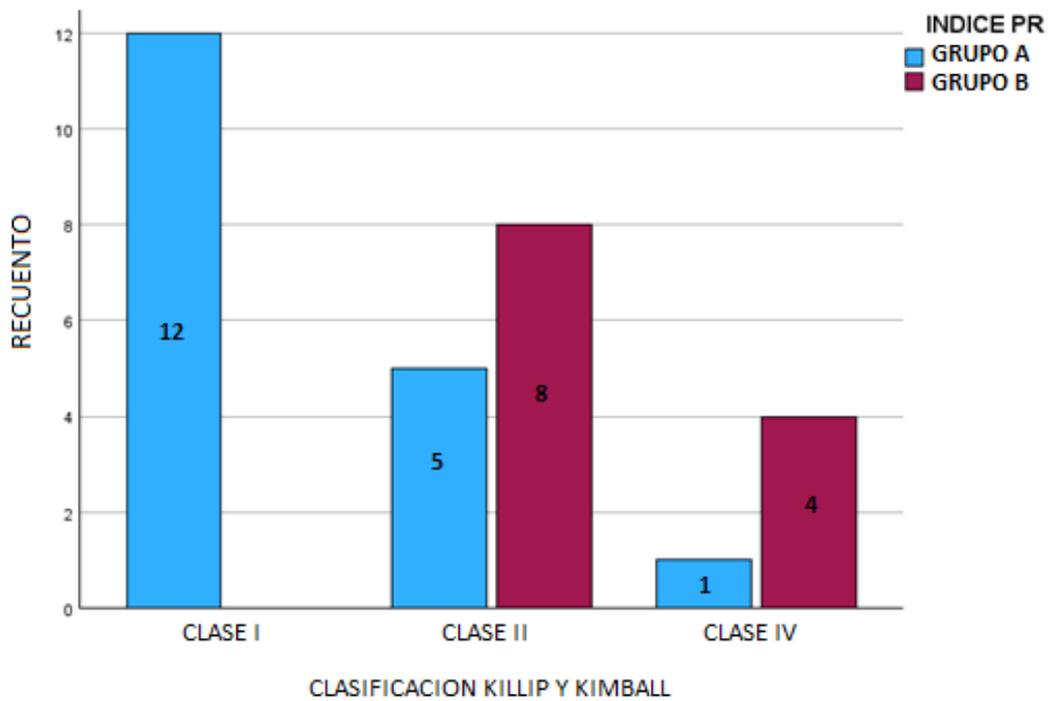


Gráfico 1. Representación de pacientes de acuerdo a clasificación de Killip y Kimball a su ingreso divididos entre el grupo A definiéndose como aquellos con IPR menor o igual a 1.6, y grupo B siendo aquellos con IPR mayor de 1.6, encontrándose una mayor prevalencia de la clase I para el grupo A, mientras que para el grupo B se encontró mayor prevalente la clase II. IPR: índice de pulsatilidad renal.

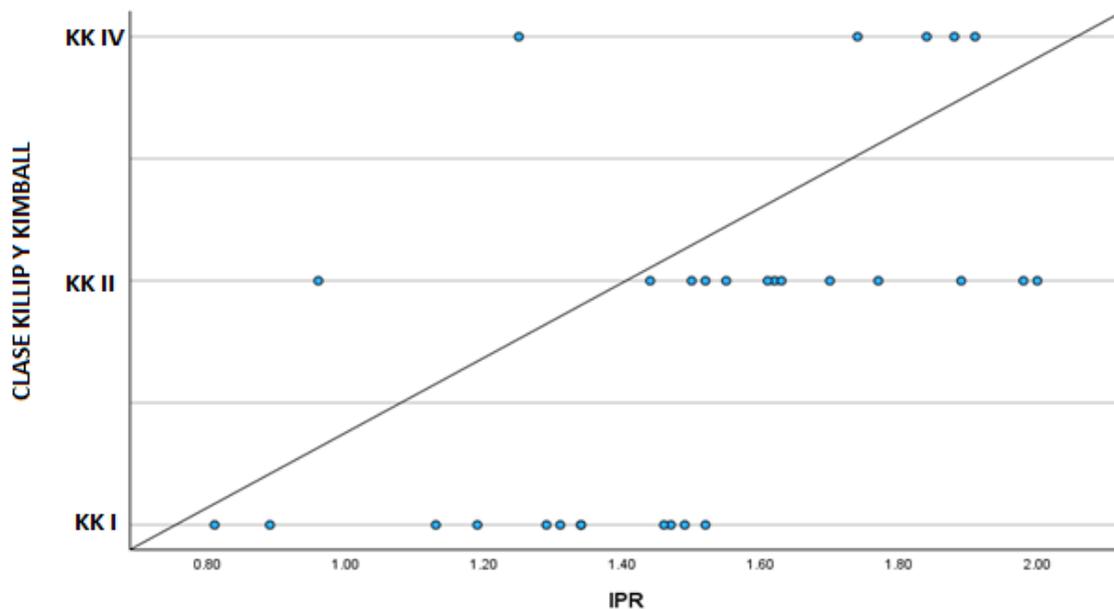


Gráfico 2. Representación de dispersión de los pacientes de acuerdo a IPR y clase de Killip y Kimball, donde se puede observar que a mayor IPR, mayor el grado de clase de KK. IPR: índice de pulsatilidad renal, KK: clase Killip y Kimball.

La variable ICA se presentó el 60% de la población total (ver gráfico 3).

Frecuencia de Insuficiencia cardiaca aguda

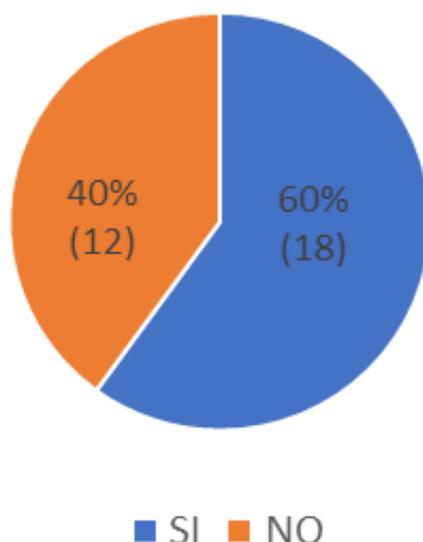


Gráfico 3. Prevalencia de insuficiencia cardiaca aguda en pacientes ingresados a la unidad de cuidados coronarios con diagnóstico de IAMCSEST de enero de 2023 a junio de 2023.

Dentro del grupo B, el 100% de los pacientes presentó ICA mientras que en el grupo A, se presentó en el 33% ($\chi^2= 13.33$, $p < 0.001$) (ver gráfico 4 y 5).

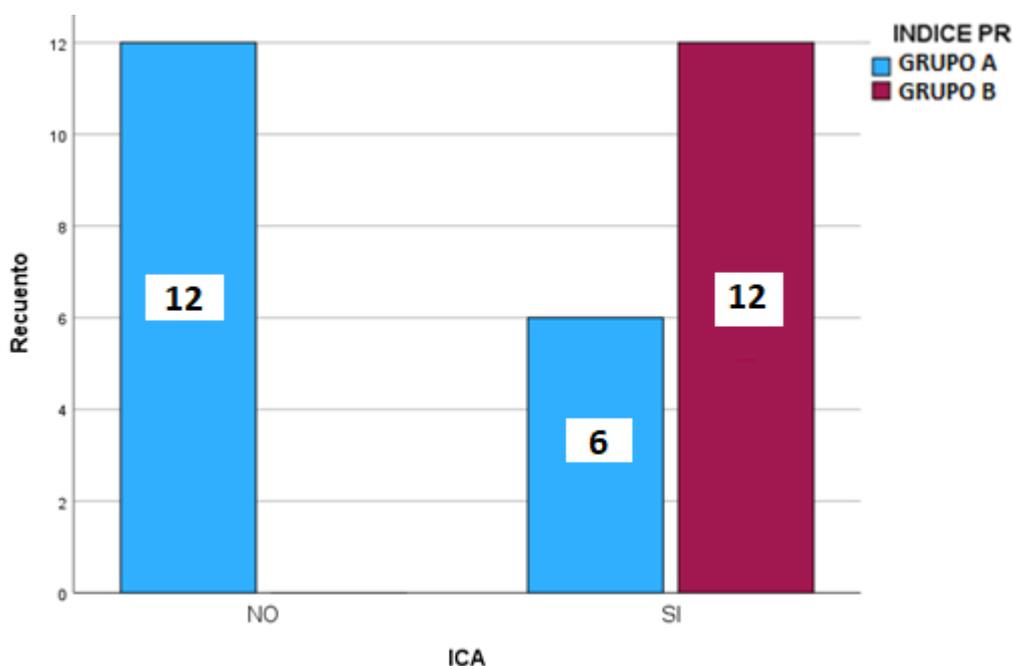


Gráfico 4. Presentación de pacientes con insuficiencia cardiaca aguda e IPR alto y bajo (con un total de 12 pacientes correspondiendo un 66% del grupo de IPR alto). IPR: índice de pulsatilidad renal, ICA: insuficiencia cardiaca aguda.

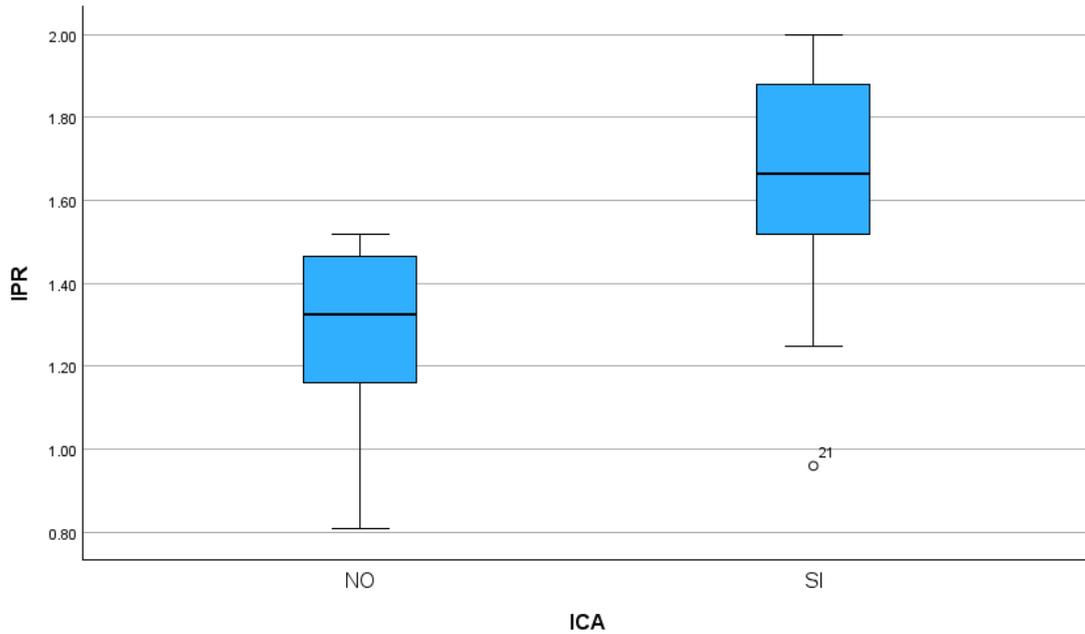


Gráfico 5. Distribución de pacientes con ICA comparado entre los grupos con IPR alto y bajo. La percentil 50 del grupo de ICA tuvo IPR alto fue de 1.7, mientras que del grupo control presentó un IPR de 1.3. IPR: índice de pulsatilidad renal, ICA: insuficiencia cardíaca aguda.

Respecto al uso de diurético, se utilizó en 14 pacientes incluidos en ambos grupos, de estos el 91% de la N del grupo B, y 16% del total de la población del grupo A ($\chi^2=16.27$, $p < 0.001$). el requerimiento de vasopresor fue utilizado en 8 pacientes, 1 para el grupo de IPR bajo versus 7 para el grupo de IPR alto, correspondiente al 58.3% ($\chi^2= 10.25$, $p 0.001$).

Al obtener las variables ICA, requerimiento de vasopresor/inotrópico y uso de diurético, con diferencias intragrupo y significancia estadística, se estableció a correlación biseral puntual para conocer el impacto de estas variables con el grupo de IPR alto, obteniendo una RM de mayor valor de 4.37 (IC 1.5-12, $p < 0.001$) para pacientes que ameritaron uso de diurético, seguido de uso de vasopresor/ inotrópico con RM de 6.1 (IC 0.9-39, $p < 0.001$), y para ICA una RM de 3.0 (IC 1.6-5.7, $p < 0.001$) (ver tabla 2).

CORRELACIÓN BISERAL PUNTUAL				
	R	RM	IC	p
ICA	0.66	3	1.6-5.7	<0.001
DIURETICO	0.73	4.37	1.5-12	<0.001
VASOPRESOR / INOTRÓPICO	0.58	6.1	0.9-39	<0.001

Tabla 2. Correlación entre las variables que mostraron diferencias entre grupos obteniéndose una correlación moderada para el grupo de ICA e IPR alto, y una correlación fuerte del grupo de diurético, estos tres grupos con significancia estadística. IPR: índice de pulsatilidad renal, ICA: insuficiencia cardiaca aguda.

Dentro de los parámetros ecocardiográficos, la media de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo fue de 54%, con una media de FEVI del grupo B de 52.5%, y dentro de este grupo el 66.7% presentó FEVI preservada. La media de strain global longitudinal fue de -16%, siendo de -14.5% en el grupo B. La media de la relación E/e´ fue de 11.3, siendo de 11.78% en el grupo B, mientras que en el grupo A. Al realizar el análisis estadístico para los parámetros ecocardiográficos como la FEVI y el SGL, se realizó prueba de T de student sin obtener significancia estadística con una p 0.43 y 0.72 respectivamente. Para la relación E/e´ se realizó prueba de U Man Whitney, donde se obtuvo una p de 0.57, sin significancia estadística.

Otros parámetros analizados, que tampoco tuvieron significancia estadística, fue el uso de ventilación mecánica, así como la estancia intrahospitalaria, la cual tuvo una media de 4.4 días. En cuanto a la supervivencia, el 93% de la población vivió, solo documentándose 2 defunciones, que corresponden al 16.7% en el grupo de IPR alto (Ver tabla 1).

DISCUSIÓN

El índice de pulsatilidad renal se ha descrito como predictor de complicaciones renales y cardiovasculares en pacientes con ERC y en pacientes sin antecedentes cardiovasculares para el desarrollo de lesión renal aguda, el punto de corte en estos estudios propuesto fue de 1.6 como valor positivo, sin embargo, hasta la fecha, no hay evidencia de asociación entre este índice con complicaciones agudas de la cardiopatía isquémica como lo es la ICA.

En el presente se realizó un estudio de casos y controles, donde se buscó la asociación entre el desarrollo de ICA con el IPR realizado en pacientes ingresados con el diagnóstico de IAMCEST, en el Hospital Regional 1° de Octubre en un periodo comprendido entre enero del 2023 a junio de 2023.

En nuestro estudio, los factores de riesgo cardiovascular que prevalecieron con mayor frecuencia fueron la hipertensión, la presencia de dislipidemia, el género y la edad, estos en orden de mayor a menor, comparándose con el registro RENASICA III (2015) (17), encontrando datos similares con respecto a nuestro estudio, así como en un registro con población europea, SWEDEHEART (2015) (10), donde el factor mayormente encontrado fue la hipertensión.

Del total de nuestra población, los pacientes que fueron sometidos a fibrinólisis fue del 46%, en cambio en el registro ya previamente comentado (17) se reportó del 37%, esto puede variar debido al tiempo de isquemia del infarto, diferentes centros hospitalarios donde se cuente con el recurso o no para la realización de ICP primaria. Se reportó únicamente un caso en nuestro estudio, que fue sometido a coronariografía pero se documentó la ARI reperfundida agregado a enfermedad trivascular y fue sometido a cirugía de revascularización. Al momento de la realización de la coronariografía y la ICP, en nuestro estudio, se determinó con mayor frecuencia la afectación de la arteria coronaria derecha, dado que esto pueda influir en el desarrollo de ICA congestiva como lo es con la afectación de la arteria descendente anterior y/o circunfleja, sin embargo, esto no descartaba la presencia de enfermedad aterosclerótica significativa en el sistema coronario izquierdo que pudiera justificar la presencia de ICA congestiva.

La mayoría de los pacientes presentó un puntaje de Killip y Kimball en clase I-II, comparado con registro de población mexicana (17) donde en pacientes con

IAMCEST, el 10.7% presentaba clase II-IV versus el 83% en nuestra población. Los pacientes con clase II, se incluyeron en la definición de ICA para este estudio, además de que 5 pacientes presentaron choque cardiogénico que de igual manera se definió como ICA, lo que se ve reflejado al comparar entre grupos de IPR alto y bajo. La definición metodológica de ICA se ha descrito en otros estudios como el registro SWEDHEART (10) y se aplicó a nuestro estudio. Esto puede ser una limitante dado que el choque cardiogénico en algunos pacientes puede no ser reflejo o equivalente de ICA, sin embargo, en este escenario al igual que la ICA, puede ser una complicación sombría y conllevar a peor pronóstico.

En nuestro estudio, se encontró una frecuencia de ICA del 60%, comparado con el autor Auffret V (2016) (9) donde describe aun la presencia de ICA en los pacientes con IAMCEST pero con rango del 15 al 30%, sin embargo es una muestra pequeña la de nuestra población comparada con las referencias de otros estudios; al igual se contrasta con el registro RENASICA (17) donde se documentó 11.9% la ICA como complicación del IAMCEST, lo que puede ser una limitante es el tamaño de la muestra de nuestro estudio comparado con la de estos estudios.

La mediana del IPR en nuestra población fue de 1.51, en comparación con otros estudios (16) donde fue de 1.47, de igual forma se clasificó como IPR alto en índice mayor de 1.6, mientras que bajo fue menor o igual a 1.6, cabe destacar que no se ha determinado en otros estudios algún punto de corte para definir IPR alto o bajo.

Se realizó correlación biseral puntual, encontrando significancia estadística entre el grupo de IPR alta y la presencia de ICA, así como correlación de grado moderado, que pudiera duplicar el riesgo de presencia de ICA al tener un IPR alto. Se usó diurético en casi la mitad de los pacientes, con mayor uso en el grupo de IPR alto, siendo estadísticamente significativo, con una correlación de grado fuerte, pudiendo traducirse en triplicar el riesgo de uso de diurético al tener el IPR alto. Y de igual manera, el uso de vasopresor traduce que pueda tener 5 veces el riesgo del uso del mismo en pacientes con IPR alto. Cabe destacar que el uso de diurético no fue necesario en todos los casos de ICA, dado que algunos pacientes ingresaron en el contexto de choque cardiogénico sin requerir de los

mismos por no encontrarse en un estado congestivo de la ICA como lo puede ser un infarto con compromiso del VD, así mismo se encontró que la mayoría no se presentó con datos severos de congestión, e incluso en nuestra muestra no hay casos de edema agudo pulmonar que traduce el grado más severo de congestión en pacientes con ICA.

En comparación con otros estudios, las variables que se asociaron con el IPR alto o bajo no tienen similitud, por lo que no puede realizarse una comparativa entre nuestro estudio y esos estudios de referencia.

El IPR, en comparación con otro estudio donde se evaluó como predictor de progresión de la enfermedad renal crónica en pacientes con ICC (16) se evaluó la función ventricular y el volumen telediastólico del VI, variables ecocardiográficas que se incluyeron en nuestro estudio, sin embargo sin haber significancia estadística en nuestro estudio, habiendo limitaciones como el tamaño de la muestra, así como se pudieran evaluar otras variables como la función auricular, la función ventricular derecha, y parámetros asociados de congestión venosa como lo son el diámetro y la colapsabilidad de la VCI, flujo hepático y portal.

Las principales limitaciones de nuestro estudio fue el tamaño de la muestra y la escasa medición de este índice, así como la complejidad en la determinación del mismo, ya que pudiera existir variabilidad interoperador, de igual manera la realización de 2 o más determinaciones del IPR durante la evolución de los pacientes.

CONCLUSIÓN

El índice de pulsatilidad renal alto, definido como >1.6 , se asoció de manera significativa con la presencia de insuficiencia cardiaca aguda en los pacientes con diagnóstico de ingreso de IAMCEST. En los pacientes con IPR alto, se aumentó el riesgo de uso de diuréticos y de vasopresor y/o inotrópico.

PERSPECTIVAS.

En nuestro estudio se analizó la asociación del IPR con el desarrollo de ICA, demostrando ser una herramienta de utilidad en los pacientes con ICA como complicación del IAMCEST, encontrando asociación significativa entre un IPR alto y el desarrollo de ICA, así como de significancia de un IPR alto con el triple de riesgo de usar diurético durante la evolución de la ICA y aumento de 5 veces el riesgo de uso de vasopresor y/o inotrópico. De igual manera se pudiera estudiar este índice en casos de IC de etiología no isquémica, o en los otros casos de síndrome coronario agudo como lo son la angina inestable y el IAMSEST, pudiendo agregar variables sobre la función ventricular derecha, función auricular, la función renal e incluso evaluar este índice en la progresión de la IC a la cronicidad. Se pudiera estudiar algún punto de corte para distinguir IPR alto y bajo y determinar su sensibilidad y especificidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gómez CX, Díaz Echevarría A, Lara Moctezuma L, Acute Myocardial Infarction as a Cause of Death. Critical Analysis of Clinical Cases. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM. 2021; 64:49-5.
2. K. Thygesen, J.S. Alpert, A.S. Jaffe, B.R. Chaitman, J.J. Bax, D.A. Morrow, H.D. White.ESC Scientific Document Group Fourth universal definition of myocardial infarction (2018).Eur Heart J., 40 (2019), pp. 237-269
3. Atwood J. Management of Acute Coronary Syndrome. Emergency medicine clinics of North America, 2022;40:693–706.
4. B. Ibanez, S. James, S. Agewall, M.J. Antunes, C. Bucciarelli-Ducci, H. Bueno, A.L.P. Caforio, F. Crea, J.A. Goudevenos, S. Halvorsen, G. Hindricks, A. Kastrati, M.J. Lenzen, E. Prescott, M. Roffi, M. Valgimigli, C. Varenhorst, P. Vranckx, P. Widimsky.ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC).Eur Heart J., 39 (2018), pp. 119-177
5. Zipes, Douglas P., Braunwald. Tratado de cardiología: texto de medicina cardiovascular. Décimoprimer edición. Barcelona, España : Elsevier, 2019.
6. Szummer K, Lundman P, Jacobson SH, Schon S, Lindback J, Stenestrand U, Wallentin L, Jernberg T, SWEDEHEART. Relation between renal function, presentation, use of therapies and inhospital complications in acute coronary syndrome: data from the SWEDEHEART register. J Intern Med. 2010;268(1):40–49
7. Theresa A McDonagh, Marco Metra, Marianna Adamo, Roy S Gardner, Andreas Baumbach, Michael Böhm, Haran Burri, Javed Butler, Jelena Čelutkienė, Ovidiu Chioncel, John G F Cleland, Andrew J S Coats, Maria G Crespo-Leiro, Dimitrios Farmakis, Martine Gilard, Stephane Heymans, Arno W Hoes, Tiny Jaarsma, Ewa A Jankowska, Mitja Lainscak, Carolyn S P Lam, Alexander R Lyon, John J V McMurray, Alexandre Mebazaa, Richard Mindham, Claudio Muneretto, Massimo Francesco Piepoli, Susanna Price, Giuseppe M C

Rosano, Frank Ruschitzka, Anne Kathrine Skibelund, ESC Scientific Document Group, 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal* 2021;42(36):3599–726

8. Mello BH, Oliveira GB, Ramos RF, Lopes BB, Barros CB, Carvalho Ede O, Teixeira FB, Arruda GD, Revelo MS, Piegas LS. Validation of the Killip-Kimball classification and late mortality after acute myocardial infarction. *Arq Bras Cardiol.* 2014 Aug;103(2):107-17.

9. Auffret V, Leurent G, Gilard M, Hacot JP, Filippi E, Delaunay R, Rialan A, Rouault G, Druelles P, Castellant P, Coudert I, Boulanger B, Treuil J, Bot E, Bedossa M, Boulmier D, Le Guellec M, Donal E, Le Breton H. Incidence, timing, predictors and impact of acute heart failure complicating ST-segment elevation myocardial infarction in patients treated by primary percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiol.* 2016 Oct 15;221:433-42.

10. Liyew Desta, Tomas Jernberg, Ida Löfman, Claes Hofman-Bang, Inger Hagerman, Jonas Spaak, Hans Persson, Incidence, Temporal Trends, and Prognostic Impact of Heart Failure Complicating Acute Myocardial Infarction: The SWEDEHEART Registry. *JACC: Heart Failure*, 2015;3(3):234-242

11. Anavekar N.S., Oh J.K. Doppler echocardiography: a contemporary review. *J Cardiol.* 2009; 54: 347-358

12. Argaz ER. VExUS Nexus: Bedside Assessment of Venous Congestion. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2021 May;28(3):252-261.

13. Abraham W.T., Adamson P.B., Bourge R.C., et al. Wireless pulmonary artery haemodynamic monitoring in chronic heart failure: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2011; 377: 658-666

14. Nishitani N, Kosaki K, Matsui M, Sugaya T, Kuro-O M, Saito C, Yamagata K, Maeda S. Association between trunk flexibility and renal flow pulsatility in middle-aged and older adults. *Exp Gerontol.* 2023 Feb;172:112060.

15. Yamanaka M, Sugimoto H, Yokoyama H, Mochizuki Y, Taniguchi K. The renal artery pulsatility index enables real-time monitoring of acute kidney injury after digestive surgery. *Surgery*. 2022;171(5): 1406-11.
16. Cicoira, Mariantonietta; Conte, Luca; Rossi, Andrea; Bonapace, Stefano; D'Agostini, Giulia; Dugo, Clementina; Lupo, Antonio; Ronco, Claudio; Vassanelli, Corrado (2013). Renal arterial pulsatility predicts progression of chronic kidney disease in chronic heart failure patients. *International Journal of Cardiology*, 167(6), 3050–3051.

