

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



**“CARACTERIZACIÓN HEMODINAMICA BASADA EN ULTRASONIDO EN
PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA DESCOMPENSADA SEGÚN SU
RESPUESTA A DIURÉTICOS”**

Por:

DR. CÉSAR ALEJANDRO MASCORRO CIENFUEGOS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA**

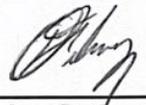
DICIEMBRE 2024

**“CARACTERIZACIÓN HEMODINAMICA BASADA EN ULTRASONIDO EN
PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA DESCOMPENSADA SEGÚN SU
RESPUESTA A DIURÉTICOS”**

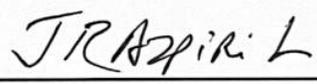
Aprobación de la tesis:



**Dr. Ramiro Flores Ramírez
Director de la tesis**



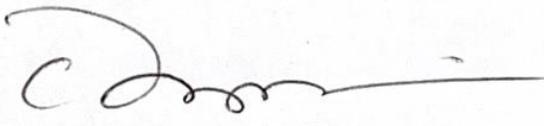
**Dr. Alejandro Ordaz Farías
Coordinador de Enseñanza**



**Dr. José Ramón Azpiri López
Coordinador de Investigación**



**Dr. Ramiro Flores Ramírez
Jefe de Servicio o Departamento**



**Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado**

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de mi vida me he encontrado con muchos retos, los cuales hasta el momento he podido salir adelante siempre con la cabeza en alto y orgulloso de lo que hasta el momento he podido lograr en mi vida. Quiero primeramente poner como todo en mi vida, primero agradecer a Dios padre todopoderoso, que con su mano guía e ilumina mi camino, que me mandó a esforzarme y ser valiente, ya que el sueño que Él puso en mi vida se está apenas haciendo realidad.

Gracias Dios, por permitirme vivir esto que hace algunos ayeres soñé...

Inmensamente agradecido con mis padres Arturo e Isabel, que, con su amor, comprensión, cariño me han animado a continuar en este largo camino llamado residencia. Sin ustedes esto hubiera sido sumamente difícil, ya que siempre están ahí para escucharme, alentarme y llamarme la atención cuando lo necesito, los amo incondicionalmente, son para mi una inspiración, motivación y ejemplo de disciplina para lograr realizar lo que quiero en mi vida. A mis hermanos Yuri y Arturo que con su apoyo, amistad y amor han podido animarme cuando es necesario, gracias por recordarme que hay vida más allá de una residencia.

Gracias a mis compañeros de residencia Ray, Ernesto, Edgar, Sebastián, Diego que juntos supimos afrontar muchos retos, algunas cosas no tan buenas y momentos que llevo y recordaré por el resto de mis días en este plano terrenal, gracias por sus enseñanzas, aprendí mucho de cada uno de ustedes. Agradezco el haber conocido a mis R menores y funcionar para ellos a veces como maestro y la gran mayoría de las veces como amigo, gracias por tenerme la confianza para decirme y contarme sus situaciones personales permitiéndome ayudar a cada uno de forma diferente.

A lo largo de la residencia tuve maestros sumamente preparados, me considero una persona afortunada y bendecida, gracias maestros por todas sus enseñanzas durante estos 3 largos y cortos años a la vez, gracias Ramiro Flores, Bernardo Urrutia, Arturo Vargas, Alejandro Ordaz, Marcelo Lozano, Jorge Vitela, Etelberto Hernández, Joaquín Moxica, Jesús Ortiz, Rodrigo Campo, Eduardo Pérez, Antonio Espino, Miguel Estrella, Horacio Bahena, Ramón Azpiri, Carlos Guzmán, cada uno brillante en su respectiva área, una disculpa si no los menciono a todos, cada vez que yo valore un paciente, pongo un poco de la esencia de cada uno de ustedes, en cada una de mis valoraciones.

“El agradecimiento, es la memoria del corazón”
Lao-tse

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESÚMEN	6
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN	8
Capítulo III	
3. HIPÓTESIS	13
Capítulo IV	
4. OBJETIVOS	14
Capítulo V	
5. MATERIAL Y MÉTODOS	15
Capítulo VI	
6. RESULTADOS	21
Capítulo VII	
7. DISCUSIÓN	28
Capítulo VIII	
8. CONCLUSIÓN	32

Capítulo IX

9. BIBLIOGRAFÍA	33
9.1 ÍNDICE DE TABLAS	37
9.2 ÍNDICE DE FIGURAS	38

Capítulo X

10. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	39
----------------------------	----

Capítulo 1.

Resumen

Introducción: Con el tiempo, las hospitalizaciones por insuficiencia cardiaca descompensada se han convertido en una de las principales causas de hospitalización, morbilidad y mortalidad en todo el mundo, por lo tanto, es necesario contar con más herramientas que nos permitan evaluar a este grupo de pacientes de una manera objetiva. El monitoreo hemodinámico cada vez toma más peso en la valoración inicial de los pacientes y se encuentra ampliamente validado.

El objetivo del estudio fue determinar la utilidad de la valoración hemodinámica completa realizada por ultrasonido tomando en cuenta gasto cardiaco, poder cardiaco, protocolo Vexus y protocolo Blue, en el paciente con descompensación de insuficiencia cardiaca en base a su respuesta a dosis diurético de asa según guías de manejo.

Materiales y métodos: Estudio observacional, transversal, analítico y descriptivo en el cual se incluirán datos de pacientes con diagnóstico falla cardiaca aguda. Se excluyeron pacientes con expediente incompleto, cirrosis hepática en cualquiera de su etapa clínica o diagnostico final alternativo. A su valoración inicial en sala de urgencias, se recabaron primeramente datos demográficos, datos clínicos y paraclínicos relacionados con descompensación de insuficiencia cardiaca, se realizó protocolo de valoración hemodinámica valorando gasto cardiaco (por formula $(TSVI \text{ al cuadrado} \times 0.785 \times VTI \times FC / 1000)$ poder cardiaco (formula $PAM \times GC / 451$), protocolo vexus (midiendo vena cava, patrón suprahepático, pulsatilidad de vena porta, Doppler de vena intrarrenal) ultrasonido pulmonar con protocolo de

8 zonas. Además durante internamiento se realizó ecocardiograma completo para valorar función diastólica y seguimiento durante la hospitalización con registro de desenlaces clínicos.

Resultados:

En este estudio se analizaron 106 pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardiaca descompensada, evaluando su estado hemodinámico mediante diferentes protocolos. Se calcularon indicadores clave como el gasto cardiaco y el cardiac power output (CPO), y se evaluó la congestión pulmonar utilizando el protocolo BLUE, así como la congestión sistémica mediante el protocolo VEXUS. Además, se incluyeron variables demográficas para comprender mejor las características de la población estudiada. Utilizando análisis estadístico bivariado, como la prueba de Chi cuadrado de Pearson, se exploraron las correlaciones entre estas variables y la respuesta o no a dosis convencionales de diuréticos. Los resultados sugieren que la función cardiaca, representada por el gasto cardiaco y el CPO, fue un factor determinante y significativo en la respuesta a estas dosis. Esto indica que pacientes con bajo gasto cardiaco podrían requerir dosis más altas de diuréticos para lograr una descongestión rápida, especialmente en el contexto de insuficiencia cardiaca congestiva.

Por otro lado, no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre la congestión pulmonar o sistémica y la respuesta a diuréticos en este estudio. Sin embargo, estas herramientas continúan siendo valiosas para la evaluación integral de pacientes con insuficiencia cardiaca.

Capítulo 2.

Marco teórico

Introducción

La insuficiencia cardiaca se define como un síndrome clínico complejo con síntomas y signos que resultan de cualquier deterioro estructural o funcional del llenado ventricular o de la eyección de la sangre. [1] Cerca del 1% de la población mayor de 40 años, presenta insuficiencia cardiaca. La prevalencia de esta se dobla con cada década de edad y se sitúa en alrededor del 10% en los mayores de 70 años. Es de las principales causas de hospitalizaciones en mayores de 65 años. La supervivencia de la insuficiencia cardiaca es alrededor del 50% a los 5 años del diagnóstico, es un trastorno progresivo y letal, aun con un tratamiento adecuado. [2] En México existen 750,000 pacientes que viven con insuficiencia cardíaca y el problema va en aumento, se calcula que 75,000 paciente adicionales tendrán insuficiencia cardiaca cada año. [3] Solo el 25% de los hombres y el 38% de las mujeres tendrán un pronóstico mayor a 5 años, aun con un adecuado manejo médico. Los principales precursores causales de esta patología son la enfermedad coronaria y la hipertensión arterial que muy frecuentemente se presentan juntas, seguidas por las miocardiopatías y las disfunciones valvulares. La falla cardiaca debida a cardiopatía isquémica se acompaña de disfunción ventricular sistólica con más frecuencia que la debida a la hipertensión arterial. Se reconocen como factores de riesgo principales para el desarrollo de insuficiencia cardiaca: diabetes, tabaquismo, dislipidemia, obesidad, sedentarismo.

Antecedentes

El síndrome de insuficiencia cardiaca aguda se define como la presentación de signos y síntomas de disfunción ventricular, los cuales producen hipertensión pulmonar severa, debido a la elevación de la presión de llenado del ventrículo izquierdo con o sin gasto cardiaco bajo y que requieren terapia urgente [4]. Se sabe que el paciente con insuficiencia cardiaca aguda se presenta con una amplia gama de situaciones clínicas, que van de los signos y síntomas de insuficiencia cardiaca, de moderada intensidad hasta la presentación con edema agudo de pulmón y choque cardiogénico. El diagnóstico de la insuficiencia cardiaca, se fundamenta en signos y síntomas (disnea, ortopnea, disnea paroxística nocturna, estertores crepitantes, tercer ruido cardiaco, edema, ingurgitación yugular, taquicardia), siendo imprescindible valorar datos de hipoperfusión sistémica: calidad e intensidad de los pulsos periféricos, llenado capilar, estado neurológico, volumen urinario y temperatura.

Una de las principales armas con las que contamos en cuanto a manejo de la falla cardiaca aguda, es el uso de diurético, éstos están recomendado en falla cardiaca y retención hídrica, se recomienda iniciar con dosis individualizadas dependiendo de la situación clínica.

Sin embargo, no siempre es posible, tener una adecuada respuesta a manejo médico con el uso de medidas de descongestión, teniendo como respuesta la resistencia a diurético, la cual diversos estudios la definen como la incapacidad de aumentar la producción de líquidos y sodio lo suficiente como para aliviar la sobrecarga de volumen, el edema o la congestión a pesar de una dosis completa de diurético de asa.

Las definiciones más cuantitativas incluyen la falla de la furosemida oral (160mg dos veces al día o equivalente) para aumentar la excreción de sodio en al menos 90mmol durante 3 días. [5] Alternativamente se puede usar una muestra de orina obtenida a las 2 horas después de dosis de diurético de asa que predice la producción de sodio. Una producción de sodio <50mmol generalmente es insuficiente para inducir un balance negativo de sodio con diuréticos de asa, por lo tanto, predice resistencia a diuréticos.

El uso de ultrasonido en la valoración inicial del paciente en sala de urgencias es una tendencia global que ha tenido un fuerte impacto en el desarrollo de nuevas técnicas diagnósticas con alta sensibilidad y especificidad para diversas patologías pleuropulmonares, cardíacas y ahora un nuevo método para valorar congestión sistémica.

Los diferentes protocolos ultrasonográficos que se van a realizar durante esta investigación el primero de ellos protocolo VExUS el cual realiza mediciones de ecografía Doppler de la vena intrarrenal, portal y hepática y de la vena cava inferior, donde se desarrollaron cinco prototipos de sistema de clasificación de ultrasonido de exceso venoso que combina múltiples marcadores de ultrasonido. [6]

La presencia de al menos dos alteraciones severas de vena hepática, vena porta o flujo intrarrenal en ecografía Doppler de onda de pulso con VCI >2cm de diámetro se ha asociado con alto riesgo de lesión renal aguda [7].

Otro protocolo que se realizará en la valoración del paciente en falla cardíaca aguda en sala de urgencias es el protocolo BLUE (Bed Lung Ultrasound in Emergency) el cual combina signos asociados con la localización, resultando en 7 distintos perfiles,

[8] teniendo una adecuada sensibilidad y especificidad para diferentes patologías de la caja torácica.

El uso de ultrasonido en el ámbito hospitalario ha sido para beneficio en la valoración del paciente, hoy por hoy se sabe que la congestión venosa puede afectar la función renal, y se encuentran estudios que determinan si la pulsatilidad del flujo portal y las alteraciones en el flujo venoso intrarrenal evaluadas por ecografía en POCUS, están asociadas con el desarrollo de lesión renal aguda [9].

Existen muchas variables para el uso de ultrasonido en sala de urgencias, no solamente la falla cardiaca, la sobrecarga de volumen o en sepsis, por ejemplo el uso de ultrasonido para valorar el flujo venoso intrarrenal, valorado después de la reanimación inicial en fase temprana en pacientes con sepsis (24 horas después del inicio de sintomatología) no se asoció con la presión venosa central, pero se asoció con el desarrollo de lesión renal aguda posterior o la muerte entre los pacientes en estado crítico con diagnóstico de sepsis [10]. Sin embargo, dentro del área de la cardiología, los primeros estudios dentro de cardiología y cirugía cardiaca demostraron una asociación entre la insuficiencia cardiaca (aguda o crónica), la congestión venosa, la sobrecarga de líquidos y la disfunción orgánica [11-14]. La sobrecarga de líquidos implica edema periférico, pero también puede provocar edema pulmonar y congestión tisular en relación con la congestión venosa y/o edema tisular. Posteriormente, varios estudios han demostrado asociación entre la sobrecarga de líquidos y la morbimortalidad en la unidad de cuidados intensivos [15-17] La medición del índice de pulsatilidad portal, impedancia venosa renal y/o la construcción de la puntuación VEXUS, se asocian a congestión venosa, aparición de insuficiencia renal aguda y el pronóstico clínico de los pacientes [18-22]. Además,

se ha demostrado que el índice de pulsatilidad portal aumenta con expansión de líquidos cuando los pacientes no pueden aumentar su gasto cardiaco [23-24]. Aparte de estos puntos de observación, el índice de pulsatilidad portal puede reflejar una congestión venosa en relación con la volemia, existen informes de caso que sugieren que la capacidad del índice de pulsatilidad portal y la impedancia venosa renal pueden asociarse con la respuesta clínica a la depleción de líquidos, sin embargo no existen estudios hasta el momento sobre la utilidad del índice de pulsatilidad portal en la identificación de pacientes que responderán a depleción de líquidos con el uso de diuréticos.

Sin embargo, en un subanálisis del ESCAPE trial se concluyó que la peor congestión venosa, se asoció débilmente con una mejor respuesta a los diuréticos de asa. Las métricas de “flujo directo” no demostraron ninguna correlación con la respuesta diurética. [25]

Capítulo 3

Hipótesis: Pacientes con falla cardiaca aguda en cualquiera de sus presentaciones, con resistencia a diuréticos, presentan un perfil hemodinámico distinto, a aquellos pacientes que no presentan resistencia a diuréticos.

Hipótesis alterna: Pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada de fevi reducida sin respuesta a diuréticos, presentan un perfil hemodinámico distinto, a aquellos pacientes que si responden a diuréticos.

Hipótesis nula: Pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada de fevi reducida sin respuesta a diuréticos, no presentan un perfil hemodinámico distinto, a aquellos pacientes que si responden a diuréticos.

Justificación

Con el paso del tiempo, la falla cardiaca se ha convertido en una de las principales causas de hospitalización y morbimortalidad en todo el mundo es necesario contar con herramientas que nos permitan evaluar a los pacientes de una manera efectiva, evaluándolos desde diferentes métodos para así tener un adecuado manejo médico y mejorar el pronóstico de este tipo de pacientes.

Aún no existen estudios que hayan evaluado el perfil hemodinámico de este tipo de pacientes, con resistencia a diuréticos combinado la ecocardiografía, y los protocolos vexus y Blue.

Originalidad y contribución

Se trataría de uno de los primeros trabajos a gran escala que utiliza la combinación de la ecocardiografía, protocolo blue y vexus, para obtener un perfil hemodinámico y en base a resultados, poder saber que tipo de pacientes, será

respondedor a manejo diurético y cual tendrá resistencia, siendo acreedor a otro tipo de intervenciones, de manera objetiva.

Capítulo 4

Objetivo general:

- Evaluar el patrón hemodinámico con ecocardiografía, US pulmonar y protocolo vexus en pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada y valorar si existen diferencias en aquellos que responden y no responden a diuréticos.

Objetivos específicos:

Comparar el patrón hemodinámico con ecocardiografía, US pulmonar y protocolo vexus en pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada y valorar si existen diferencias en aquellos que responden y no responden a diuréticos.

Describir características clínicas y hemodinámicas del paciente con insuficiencia cardiaca descompensada.

Valorar si las dosis de diurético convencionales para el manejo inicial de la insuficiencia cardiaca descompensada, pueden ser modificadas en base a la valoración hemodinámica completa.

Capítulo 5

Materiales y métodos

Diseño de estudio

Estudio observacional, longitudinal, analítico y prospectivo.

Tamaño de la muestra

Se calculó muestra de 140 sujetos con poder de 95% con alfa de 0.05 para demostrar una prevalencia de 70% ± 12% de vexus categoría 2-3 en pacientes no respondedores a diuréticos.

$$N = \frac{(Z\alpha)^2 (p)(q)}{\delta^2}$$

Población de estudio

Criterios de inclusión:

- Pacientes mayores de 18 años
- Insuficiencia cardiaca congestiva descompensada demostrado por clínica, estudios de imagen y apoyado por ecocardiografía.

Criterios de exclusión:

- Enfermedad hepática confirmada
- Enfermedad renal crónica estadio V Hemodiálisis y/o diálisis peritoneal
- Mala ventana ecocardiográfica

Criterios de eliminación:

- Expedientes incompletos

Metodología de estudio

Valoración general

Los pacientes son evaluados se analizarán en área de urgencias. Se obtendrán datos clínicos y variables demográficas como sexo, edad, antecedentes personales como tabaquismo, alcoholismo, uso de drogas, antecedentes personales patológicos con atención en diabetes mellitus, hipertensión arterial, cardiopatía de cualquier tipo.

Se realizará abordaje de insuficiencia cardiaca descompensada, se realizará protocolo de valoración hemodinámica con uso de ultrasonido (blue, vexus, gasto cardiaco, poder cardiaco, valoración ecocardiográfica completa) posteriormente se administrará primera dosis de diurético de asa en base a guías, se valorará respuesta diurética y natriurética, al termino, se catalogará como respondedor a primera dosis de diurético, a aquel que tenga una uresis mayor de 200ml en 2 horas posteriores a la primera administración de diurético y un sodio urinario por arriba de 70mEq, se catalogará como respondedor a diurético aquel paciente que cumpla con este criterio. Sin embargo, todo aquel paciente que requiera segunda dosis de diurético o bomba de infusión de este se catalogará como no respondedor. Además, se obtendrán resultados de laboratorios generales, como biometría hemática, química sanguínea, electrolitos séricos, pruebas de función hepática, proteína C reactiva, velocidad de sedimentación globular, CPK-MB y troponinas (en serie si es que se dispone), así como información del estado respiratorio, radiografía de tórax, gases arteriales, diagnóstico y severidad de la insuficiencia cardiaca descompensada, así como la necesidad de ventilación mecánica.

Valoración hemodinámica

La valoración hemodinámica se realizará en servicio de urgencias tomando en cuenta gasto cardiaco (por formula $(TSVI \text{ al cuadrado} \times 0.785 \times VTI \times FC / 1000)$ poder cardiaco (formula $PAM \times GC / 451$), valoración pulmonar por protocolo Blue, valoración de congestión sistémica por protocolo vexus.

Valoración con ultrasonido pulmonar

La valoración pulmonar ecosonográfica se realizará en el servicio de urgencias por médico cardiólogo capacitado para la realización de este, el cual se encontrará cegado a la valoración clínica y la clasificación de la insuficiencia cardiaca descompensada. Se realizará con equipo de ultrasonido portátil tipo Lumify, se realizará protocolo establecido de 4 zonas (2 anteriores y 2 laterales en cada hemitórax). De acuerdo con lo anterior se establecerá el perfil en el que se encuentre el paciente, perfil A: sin presencia de líneas B, perfil B: con más de 3 líneas B por campo explorado, perfil C: patrón de consolidación.

Valoración de congestión sistémica

El estudio de la valoración de congestión sistémica con protocolo Vexus, se realizará de forma simultánea a la ecografía pulmonar con equipo de ultrasonido portátil tipo Lumify donde se registrará el grado según congestión valorando vena cava, pulsatilidad de venas suprahepáticas, variabilidad de pulso de vena porta hepática, variabilidad de pulso de vena renal (en caso de ser posible). Con base a lo previamente mencionado, se establecerá el grado de congestión, grado 0: vena cava $>2.1\text{cm}$, grado 1 congestión leve: vena cava $<2.1\text{cm}$ (con cualquier combinación de ondas normales o alteraciones leves) grado 2: congestión

moderada (Vena cava >2.1cm con al menos un patrón de severidad) grado 3: congestión severa (vena cava >2.1cm con dos o más patrones de severidad).

Valoración ecocardiográfica

El estudio cardiaco se realizara con un eco cardiógrafo (GE Vivid E95®) con sonda de 2,5 MHz (GE Health Care ®) y sera llevado a cabo por ecocardiografista calificado. Se realizarán medidas de cada parámetro analizado, la frecuencia cardiaca se registrara durante la exploración mediante registro electrocardiográfico y se determinara una vez que el paciente estaba en reposo. Las diversas medidas de las cavidades se realizaran en modo M y biplano siguiendo las directrices establecidas. La función sistólica de ambos ventrículos se determinará de forma cualitativa en modo bidimensional, los flujos trans valvulares aórtico, mitral, pulmonar y tricúspide se estudiaran mediante Doppler continuo y pulsado con el análisis de las ondas de llenado, el tiempo entre el final y el inicio de los flujos mitral y tricúspide, y el tiempo de relajación isovolumétrica del ventrículo izquierdo. Los tiempos de contracción isovolumétrica se obtendrán mediante sustracción de los tiempos de eyección y relajación isovolumétrica al tiempo entre el final y el inicio de flujo trans valvular auriculoventricular.

Análisis estadístico de la información

Se hará una descripción de variables categóricas con frecuencias y porcentajes, y de variables numéricas con media (de) y mediana (rango), según la normalidad de estas. Su distribución normal será evaluada usando pruebas de Shapiro-Wilk. Para evaluar el efecto de la presencia de alteraciones en el ecocardiograma sobre el desenlace compuesto se utilizarán curvas de Kaplan-Meier. Todo el análisis estadístico será realizado usando SPSS ver. 25.0 (SPSS, Inc., Amonk, NY).

Estadística descriptiva: se realizará con medidas de tendencia central y de dispersión para las variables continuas y con proporción para las variables categóricas.

Estadística analítica: Para el modelo bivariado se aplicará t de student y la U de Mann-Whitney de acuerdo con las características y distribución de las variables, las variables dicotómicas se analizarán con prueba de Chi-cuadrada.

Consentimiento informado

El consentimiento informado se realizará de manera verbal ya que el estudio se realiza de manera rutinaria a los pacientes y no representa ningún riesgo para la salud del paciente. Este se obtendrá explicando la manera en que se realiza el estudio el cual consiste en obtener imágenes cardíacas por medio de ultrasonido, las imágenes se obtienen con el paciente en posición decúbito supino y en algunas ocasiones en decúbito lateral.

Obtención de datos.

Los datos obtenidos de los estudios ecocardiográficos se recolectarán de manera electrónica para posteriormente analizarse. Para proteger la confidencialidad de los participantes en el estudio, se creará una base de datos en la que los participantes estarán identificados a través de registros para evitar usar los datos personales de los pacientes, el análisis de los estudios de laboratorio e información del paciente se recolectarán solamente por los miembros del equipo de investigación y solo estos tendrán acceso a la información.

Aspectos éticos

Este protocolo ha sido diseñado de acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial adaptada por 52a Asamblea General, en Edimburgo, Escocia en el año 2000 en su Artículo 11, considerando también el artículo 13, el 15 y las últimas enmiendas de la declaración; que señalan que la investigación debe basarse en un conocimiento cuidadoso del campo científico, se revisó detalladamente la bibliografía para redactar los antecedentes y la metodológica del proyecto.

Esta investigación está de acuerdo con el "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud" en su Título 2º, Capítulo 1º, Artículo 17, Fracción II, se considera como investigación con riesgo mínimo ya que los pacientes estarán sometidos a un procedimiento diagnóstico sin riesgo.

Capítulo 6

Resultados:

Se analizó una población total de 106 pacientes dentro de los cuales el sexo masculino predominó en el universo estudiado con un 59.4% del total de población estudiada, 76.4% contaban con diagnóstico de hipertensión arterial sistémica y 53.8% con diabetes mellitus. Las características basales se muestran en la [tabla 1] Únicamente el 28.8% de los pacientes reportaron antecedente de tabaquismo y un 21.2% de los mismo reportaron antecedente de etilismo., sin embargo, cerca del 50% de los pacientes (43.9%) se encontró el diagnóstico de dislipidemia.

Dentro de los parámetros de ecocardiografía la fracción de eyección promedio se encontró de 27.1 % con una desviación estándar de $\pm 12.4\%$ lo cual corrobora una disfunción ventricular significativa dentro de la población estudiada. Además, se obtuvieron mediciones de aurícula izquierda con un promedio de 39.4 ± 7.1 mm.

En cuanto a la valoración de parámetros de función diastólica se tomó en cuenta la relación E/E promedio, con una media de 13.3 y una desviación estándar de ± 6.3 esto indica elevaciones de presiones de llenado ventricular.

Se estudió la relación EA con una media de 1.6 ± 1.91 lo cual también refleja alteraciones en la función diastólica. Además, se tomaron parámetros de velocidades del anillo mitral siendo en promedio de E septal de 0.4 ± 0.14 cm/s, onda E lateral de 0.8 ± 0.76 cm/s

En cuanto a la valoración sistólica del ventrículo derecho, se evaluaron parámetros como la presión sistólica de la arteria pulmonar, con una media de 32.1 ± 17 mmHg, reflejando probabilidades elevadas de hipertensión arterial pulmonar.

TAPSE con una media de 15.6 ± 3.8 mm y la onda S del Ventrículo derecho con una media de 10.3 ± 2.9 cm/s.

La distribución de parámetros metabólicos se realizó la medición de parámetros como creatinina con una media de 1.5 ± 1.2 mg/dL, albúmina con un promedio de 3.3 ± 0.65 g/dl, criterios gasométricos con una tendencia a la acidosis metabólica con un pH promedio de 7.32 ± 0.98 aunado con un HCO_3 de 18.6 ± 4.4 mmol/L, lactato con una media de 2.1 ± 1.6 mmol/L reflejando un predominio del metabolismo anaerobio. el objetivo primario de este estudio es evaluar si existe un patrón hemodinámico evaluado por ecocardiografía, ultrasonido con protocolo blue y vexus, evaluando tanto congestión pulmonar y sistémica en pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada y valorar si existen diferencias en aquellos que responden y no responden a diuréticos por lo cual se realizaron análisis de variables hemodinámicas con respuesta a diuréticos, con un análisis de correlación bivariado con Chi cuadrada de Pearson en la cual se encontró una significancia estadística entre el gasto cardiaco ($p < 0.014$) [tabla 2]. Además, se realizó una correlación biserial puntual entre el gasto cardiaco y la respuesta a diuréticos con una correlación: -0.45, lo cual indica una correlación negativa moderada entre el gasto cardiaco y la respuesta a diuréticos, es decir un gasto cardiaco más bajo tiende a asociarse con una menor respuesta a diuréticos con una relación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) [figura 1]

Otro análisis que se realizó fue el Cardiac Power Output en el cual se encontró con un análisis de correlación bivariado con Chi cuadrada de Pearson [tabla 2] con una significancia estadística ($p < 0.000$) con una correlación positiva débil, aunado se realizó una correlación biserial puntual entre el poder cardiaco y la respuesta a

diurético, lo cual sugiere que aquellos pacientes que presenten un poder cardiaco por arriba de 0.6W tienen mayor probabilidad de responder a dosis convencionales de diuréticos. [figura 2].

Otro parámetro ecocardiográfico evaluado en esta investigación fue la relación E/E promedio, siendo un parámetro de función diastólica que evalúa las presiones de llenado del ventrículo izquierdo, se realizó un análisis de correlación bivariado con Chi cuadrada Pearson con una p de 0.591 sin significancia estadística. [figura 3].

Tomando en cuenta que es un estudio en el cual los pacientes se encuentran en estado de congestión tanto sistémica como pulmonar, se realizó un análisis de la de correlación bivariado con Chi cuadrada de Pearson del protocolo Vexus con una p de 0.104 sin significancia estadística, sin embargo se realizó un subanálisis de subgrupos de vexus por grupos, dentro del grupo vexus 0, 23 pacientes respondieron a dosis convencionales de diuréticos, mientras que 4 pacientes no respondieron, grupos de congestión leve a severa, 51 pacientes respondieron, mientras que 28 no respondieron a manejo convencional de diurético, esto indica que los pacientes sin congestión, tienen una probabilidad de 3.16 veces mayor de responder a diuréticos en comparación a vexus >1, sin embargo, el valor de p de este análisis es de 0.053 no es significativo según este análisis [figura 4]. Se realizó el mismo análisis para el protocolo Blue con una p de 0.204 no se encontró significancia estadística en este método de estudio [figura 5], aunque la tendencia sugiere que el Perfil B pudiera asociarse con una menor respuesta a dosis convencionales de diuréticos.

Tabla 1.

Características Demográficas, Ecocardiográficas y Paraclínicas

Edad (años)	61.9 ±16.2
Masculino No. (%)	63 (59.4)
Femenino No. (%)	43 (40.6)
Hipertensión No. (%)	81 (76.4)
Diabetes No. (%)	71 (53.8)
Tabaquismo No. (%)	38 (28.8)
Etilismo No. (%)	28 (21.2)
Dislipidemia No. (%)	58 (43.9)
FEVI	27.1 ±12.4
AI mm	39.4 ± 7.1
E/E prom	13.3 ± 6.3
Relación EA	1.6 ± 1.91
E septal	0.4 ± 0.14
E lateral	0.8 ± 0.76
E/E lateral	11.5 ± 6.1
S del VD	10.3 ±2.9
PSAP	32.1± 17
TAPSE	15.6 ± 3.8
Cr	1.5 ± 1.2
CPO	0.65 ±0.34
GC	3.5 ± 0.94
Vena Cava	2.1 ±0.38
Albumina	3.3 ± 0.65
pH	7.32 ± 0.98
PCO2	35.6 ± 9.8
PO2	43.6 ±30.25
HCO3	18.6 ± 4.4
Lactato	2.1 ± 1.6
Electrolitos urinarios	85.7 ± 38.0

Tabla 2.

Correlación entre variables hemodinámicas y respuesta a diuréticos

	P <0.005
Gasto cardiaco	0.014
CPO	0.000
E/E prom	0.591
Vexus	0.140
Blue	0.204

Figura 1.

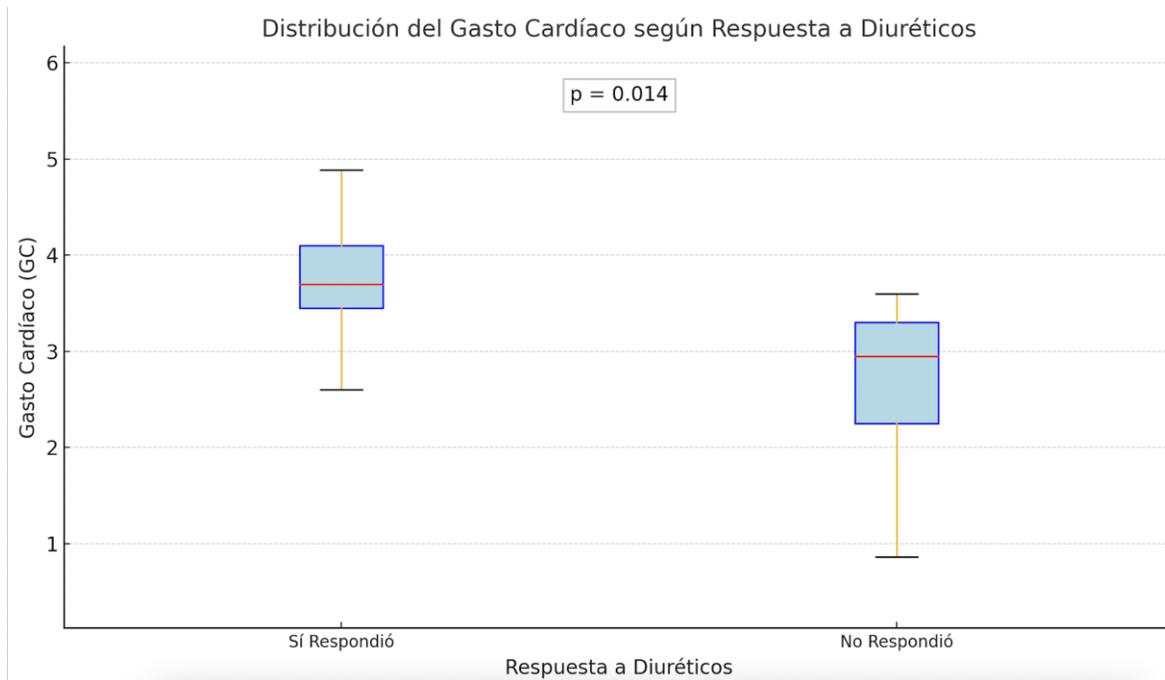


Figura 2.

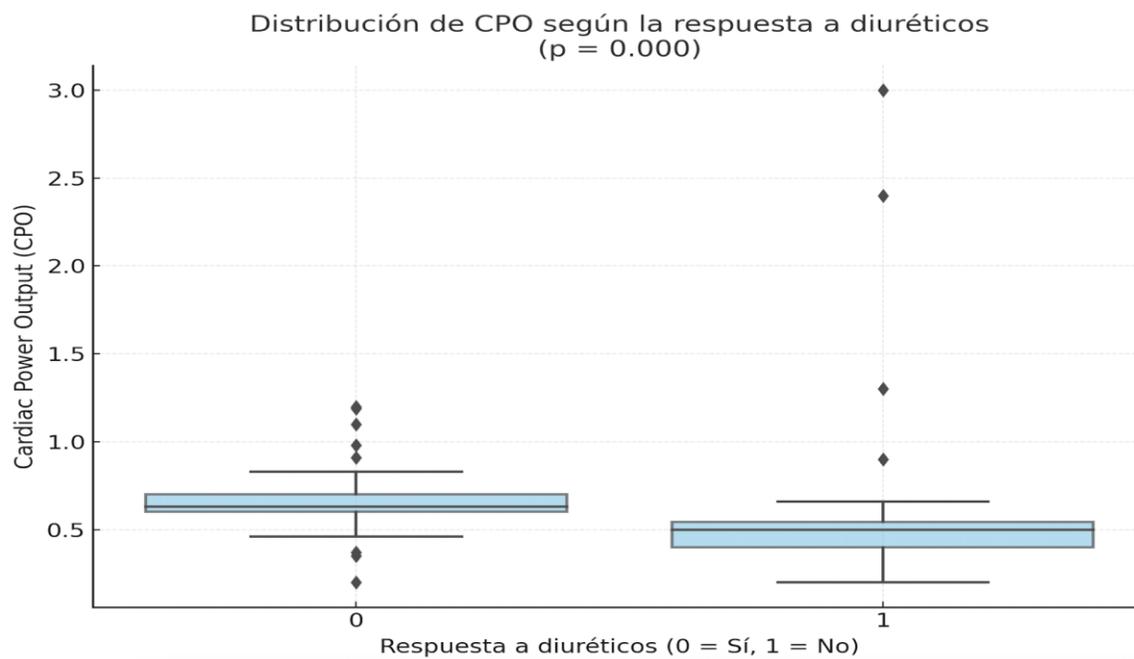


Figura 3.

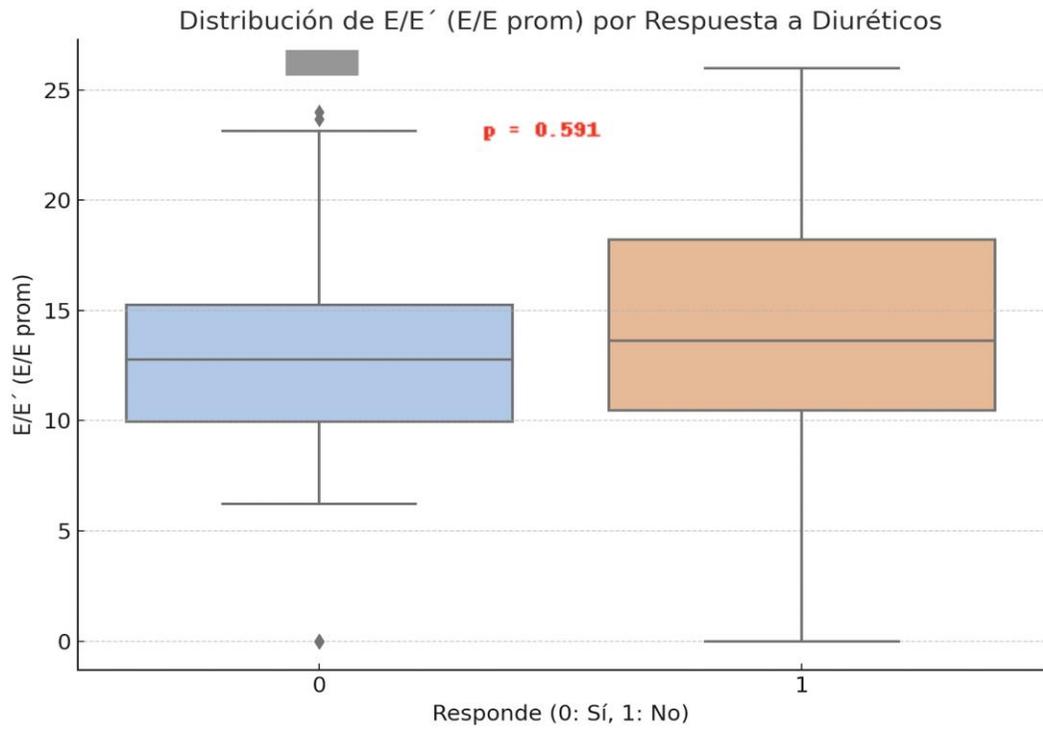


Figura 4.

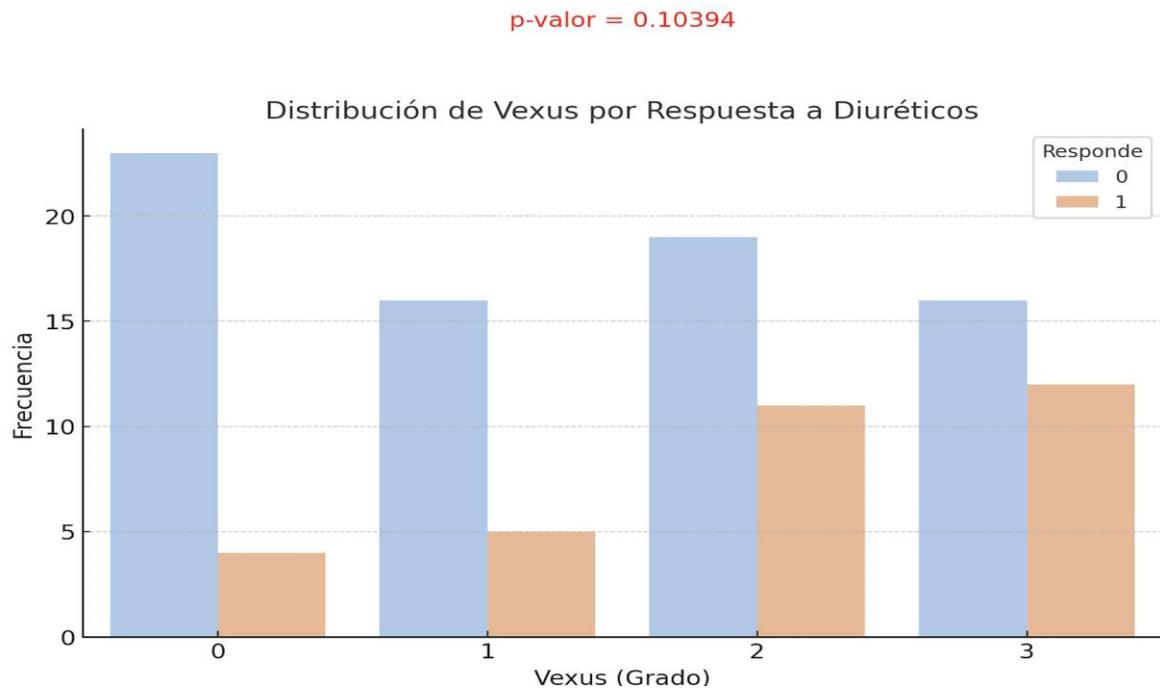
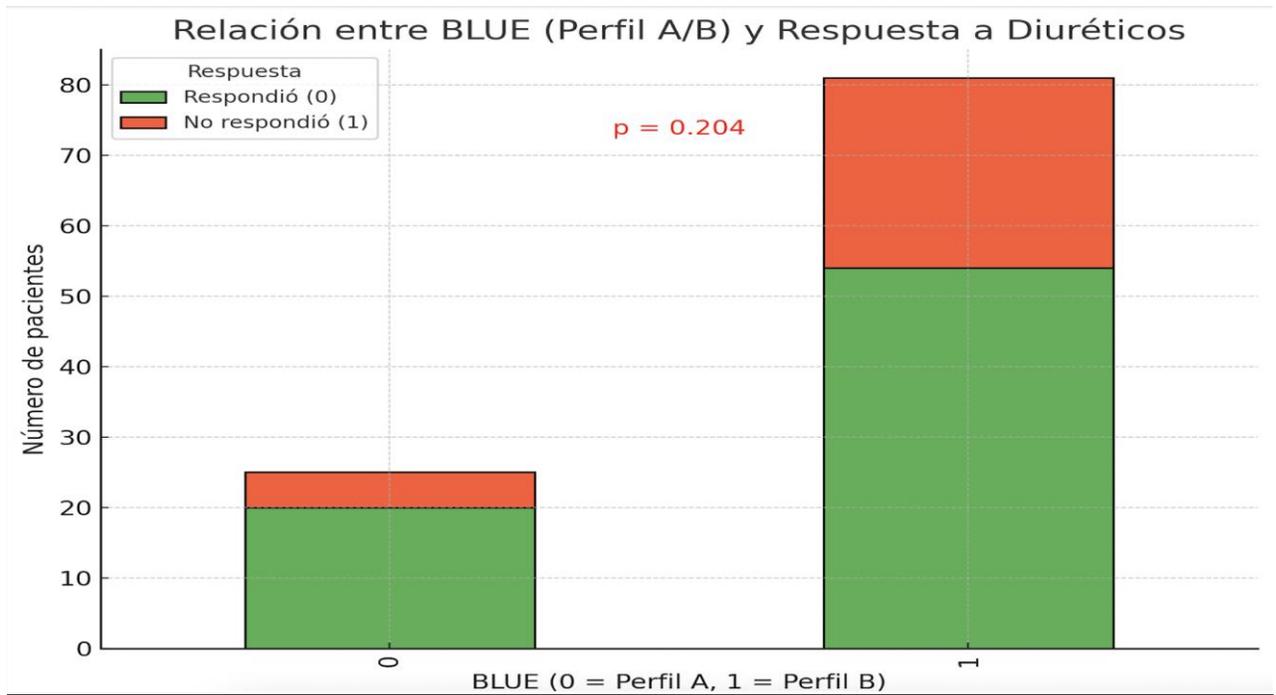


Figura 5.



Capítulo 7

Discusión

En nuestro estudio con un total de población de 106 pacientes estudiados, con diagnóstico de insuficiencia cardiaca descompensada, se observó que cerca del 70% de los pacientes estudiados, respondieron a dosis estándar de diuréticos, en base a guías internacionales del manejo de insuficiencia cardiaca descompensada, mientras que el 30% de la población estudiada, requirió dosis superiores a las establecidas.

Sin embargo, los hallazgos de este estudio ofrecen una visión integral sobre patrones hemodinámicos y su relación con la respuesta a diuréticos en la población de insuficiencia cardiaca descompensada que se estudió., a pesar de que se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, algunos parámetros explorados no mostraban asociaciones relevantes, destacando la complejidad del manejo de este tipo de pacientes.

La relación negativa moderada encontrada entre el gasto cardiaco y la respuesta a diuréticos ($p < 0.014$) sugiere que un gasto cardiaco reducido se asocia con una menor efectividad en dosis estándar de diuréticos de asa. Esto, refuerza la fisiopatología de la insuficiencia cardiaca, donde la disminución en el gasto cardiaco compromete la perfusión renal, por ende, reduce la respuesta diurética y natriurética.

El análisis del Cardiac Power Output, un parámetro que integra la presión arterial media y el gasto cardiaco, mostró significancia estadística con una $p < 0.000$ con una correlación positiva débil, aquellos pacientes con un CPO $> 0.6W$ tuvieron mayores probabilidades de responder a dosis convencionales de diuréticos., esto

subraya la utilidad de este marcador del trabajo ventricular como un parámetro hemodinámico integrador que pudiera reflejar mejor la capacidad cardiovascular global para la respuesta al tratamiento.

La relación E/E promedio, un marcador de función diastólica del ventrículo izquierdo, que revela presiones de llenado ventricular, no mostró una asociación significativa con respuesta a diuréticos ($p= 0.591$), el resultado podría explicarse por la variabilidad intrínseca de este parámetro en la insuficiencia cardiaca descompensada, donde la congestión tanto pulmonar como sistémica tienen múltiples determinantes.

En cuanto a la evaluación de congestión sistémica con protocolo Vexus, el análisis demostró que los pacientes con menor congestión (vexus grado 0) tienen una probabilidad de 3.16 veces mayor de responder a diuréticos en comparación con aquellos pacientes con vexus mayor o igual a 1., sin embargo, este hallazgo no demostró ser estadísticamente significativo ($p=0.053$) lo que pudiera atribuirse a la heterogeneidad en los grados de congestión. Este resultado resalta la necesidad de incluir parámetros adicionales para realizar una evaluación integral de la congestión. Aunque la relación entre el perfil Blue B y una menor respuesta a diuréticos no fue estadísticamente significativa ($p=0.204$), los resultados sugieren una tendencia que pudiera ser clínicamente relevante, por lo que se presume que en los pacientes con signos de congestión pulmonar evaluada por medio de ultrasonido, pueden requerir estrategias de descongestión más agresivas.

Este estudio integra parámetros ecocardiográficos y ultrasonográficos para evaluar patrones hemodinámicos de manera no invasiva, proporcionando una visión completa del estado de congestión en pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada. No obstante, algunas limitaciones incluyen el tamaño de muestra, la falta de significancia estadística en ciertos subanálisis, lo que resalta la necesidad de estudios adicionales con mayor poder estadístico para confirmar los hallazgos de este estudio. Además de la dificultad para realizar la medición de electrolitos urinarios exactamente a las dos horas posteriores a la administración inicial de la dosis estándar de diuréticos en algunos pacientes. Asimismo, no fue posible obtener el Doppler renal en todos los casos, por lo que se utilizó la variabilidad de la vena porta como un subrogado, sin embargo, éste parámetro no mostró significancia estadística, probablemente porque la función cardiaca parece ser el factor predominante en la respuesta a dosis convencionales de diuréticos.

Las imágenes fueron obtenidas por médicos cardiólogos que realizaban la primera evaluación en el servicio de urgencias, lo cual puede llevar a un sesgo de procedimiento, considerando que estos pacientes requiere evaluación y manejo inmediato. De igual forma pudiera existir variabilidad entre las evaluaciones hemodinámicas entre observadores expertos y no expertos al momento de trasladar a la práctica real. Sin embargo, llevando esto a un razonamiento práctico, es probable que el papel de la valoración hemodinámica completa, tomando en cuenta la función de bomba del corazón, congestión sistémica y congestión pulmonar, resulta una herramienta muy útil al momento de valorar a un paciente a pie de cama, para la toma de decisiones terapéuticas con base a los hallazgos encontrados en la

valoración del paciente de manera integral y con esto tener una conclusión diagnóstica, pronóstica y terapéutica.

Capítulo 8

Conclusión

En pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardíaca descompensada, los resultados sugieren que parámetros como gasto cardíaco y cardiac power output, tienen un impacto significativo en la respuesta a diuréticos, mientras que otros factores como la congestión sistémica y pulmonar requieren de más estudios para establecer su papel en la personalización del tratamiento.

El estudio además, resalta la complejidad de la insuficiencia cardíaca descompensada, donde la respuesta a diuréticos, no solo depende de parámetros aislados, si no de una interacción multifactorial entre la función cardíaca, el estado de congestión y la capacidad hemodinámica general. Aunque algunos marcadores como el gasto cardíaco y CPO mostraron potencial como predictores útiles, la ausencia de significancia estadística en otros indicadores, sugiere la necesidad de herramientas más robustas y precisas para identificar de manera temprana a los pacientes que requieren enfoques terapéuticos intensificados.

La integración de nuevas tecnologías diagnósticas y un enfoque más personalizado podría transformar el manejo de ésta población en futuros escenarios.

Capítulo 9

Bibliografía

1. Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines 2022 AHA/ACC/HFSA
2. Rodríguez-Artalejo F, et al. Epidemiología de la insuficiencia cardíaca Rev Esp Cardiol 2004;57(2):163-70 México ve mejoras en la insuficiencia cardiaca con dieta y ejercicio; European Society of Cardiology 21 Nov 2015
3. Insuficiencia cardiaca aguda e insuficiencia cardiaca descompensada Alexandra Arias Mendoza/Enero-Marzo 2007;S1,27-33
4. Pathophysiology of diuretic resistance and its implications form the management of chronic heart failure DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.1205
5. Beaubien-Soulingny W, Benkreira A (2018) Alterations in portal vein flow and intrarenal venous flow are associated with acute kidney injury after cardiac surgery: a prospective observational cohort study. J Am Heart Assoc 7e009961.
6. Quantifyin systemic congestion with Point of Care ultrasound: Development of the venous excess ultrasound grading system. Beaubien-Soulingny et al Ultrasound J (2020) 12:16
7. Lung Ultrasound in the Critically ill Linchtenstein Springerlinks 2014 Beaubien-Soulingny, W., Benkreira, A., Robillard, P., Bouabdallaoui, N., Chassé, M., Desjardins, G., ... & Denault, A. (2018). Alterations in portal vein

- flow and intrarenal venous flow are associated with acute kidney injury after cardiac surgery: a prospective observational cohort study. *Journal of the American Heart Association*, 7(19), e009961.
8. Fujii, K., Nakayama, I., Izawa, J., Iida, N., Seo, Y., Yamamoto, M., ... & Iwata, M. (2023). Association between intrarenal venous flow from Doppler ultrasonography and acute kidney injury in patients with sepsis in critical care: a prospective, exploratory observational study. *Critical Care*, 27(1), 1-13.
 9. Lowell JA, Schifferdecker C, Driscoll DF, Benotti PN, Bistrain BR. Postoperative fluid overload: not a benign problem. *Crit Care Med*. 1990;18:728–33.
 10. Miller WL. Fluid volume overload and congestion in heart failure: time to reconsider pathophysiology and how volume is assessed. *Circ Heart Fail*. 2016;9: e002922.
 11. Beaubien-Souligny W, Benkreira A, Robillard P, Bouabdallaoui N, Chassé M, Desjardins G, et al. Alterations in portal vein flow and intrarenal venous flow are associated with acute kidney injury after cardiac surgery: a prospective observational cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2018;7: e009961.
 12. Ambrosy AP, Pang PS, Khan S, Konstam MA, Fonarow GC, Traver B, et al. Clinical course and predictive value of congestion during hospitalization in patients admitted for worsening signs and symptoms of heart failure with reduced ejection fraction: findings from the EVEREST trial †. *Eur Heart J*. 2013;34:835–43.
 13. Guinot PG, Abou-Arab O, Longrois D, Dupont H. Right ventricular systolic dysfunction and vena cava dilatation precede alteration of renal function in

- adult patients undergoing cardiac surgery: an observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2015;32:535–42.
14. Malbrain MLNG, Marik PE, Witters I, Cordemans C, Kirkpatrick AW, Roberts DJ, et al. Fluid overload, de-resuscitation, and outcomes in critically ill or injured patients: a systematic review with suggestions for clinical practice. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2014;46:361–80.
 15. Mullens W, Damman K, Harjola V-P, Mebazaa A, Brunner-La Rocca H-P, Martens P, et al. The use of diuretics in heart failure with congestion - a position statement from the heart failure association of the European society of cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2019;21:137–55.
 16. Aronson D, Abassi Z, Allon E, Burger AJ. Fluid loss, venous congestion, and worsening renal function in acute decompensated heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2013;15:637–43.
 17. Kenig A, Kolben Y, Asleh R, Amir O, Ilan Y. Improving diuretic response in heart failure by implementing a patient-tailored variability and chronotherapy-guided algorithm. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8: 695547.
 18. De la Espriella-Juan R, Núñez E, Miñana G, Sanchis J, Bayés-Genís A, González J, et al. Intrarenal venous flow in cardiorenal syndrome: a shining light into the darkness. *ESC Heart Fail.* 2018;5:1173–5.
 19. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R, et al. Quantifying systemic congestion with point-of-care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J.* 2020;12:16.

20. Argai ER, Rola P, Gamba G. Dynamic changes in portal vein flow during decongestion in patients with heart failure and cardio-renal syndrome: a POCUS case series. *Cardiorenal Med.* 2021;11:59–66.
21. Husain-Syed F, Birk H-W, Tello K, Richter MJ, Ronco C, McCullough PA, et al. Alterations in Doppler-derived renal venous stasis index during recompensation of right heart failure and fluid overload in a patient with pulmonary hypertension. *Rev Cardiovasc Med.* 2019;20:263–6.
22. Ohara H, Yoshihisa A, Horikoshi Y, Ishibashi S, Matsuda M, Yamadera Y, et al. Renal venous stasis index reflects renal congestion and predicts adverse outcomes in patients with heart failure. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2022.
23. Abou-Arab O, Beyls C, Moussa MD, Huette P, Beaudelot E, Guilbart M, et al. Portal vein pulsatility index as a potential risk of venous congestion assessed by magnetic resonance imaging: a prospective study on healthy volunteers. *Front Physiol.* 2022;13: 811286. Via G, Tavazzi G, Price S. Ten situations where inferior vena cava ultra- sound may fail to accurately predict fluid responsiveness: a physiologi- cally based point of view. *Intensive Care Med.* 2016;42:1164–7.
24. Eder, M., Griffin, M., Moreno-Villagomez, J., Bellumkonda, L., Maulion, C., Asher, J., ... & Testani, J. M. (2023). The importance of forward flow and venous congestion in diuretic response in acute heart failure: Insights from the ESCAPE trial. *International Journal of Cardiology*, 381, 57-61.

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Características Demográficas, Ecocardiográficas y Paraclínicas.	24
2. Correlación entre variables hemodinámicas y respuesta a diurético	24

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de Gasto Cardíaco y respuesta a diuréticos	25
2. Distribución de CPO y respuesta a diuréticos	25
3. Distribución de E/E promedio y respuesta a diuréticos	26
4. Distribución de Vexús y respuesta a diuréticos	26
5. Distribución de Blue y respuesta a diuréticos	27

Resumen Autobiográfico

César Alejandro Mascorro Cienfuegos, nací en Ciudad Victoria Tamaulipas en el año de 1992, hijo de Arturo Mascorro e Isabel Cienfuegos, hermano de Arturo y Yuriria.

Inicié mis estudios en la escuela primaria José Vasconcelos, donde me gradué con un promedio de 9.8, siendo un alumno destacado en lo escolar, además empecé en el deporte del Taekwondo a los 3 años, a los 8 años de edad, ya era seleccionado estatal, para la olimpiada nacional, misma donde quedé en 5to lugar nacional.

Posteriormente cursé la educación secundaria, continuando con excelencia académica, de la cual me gradué siendo el primer lugar de generación, acreedor de la medalla Belisario Domínguez. En el contexto deportivo, durante la escuela secundaria, logré ser campeón nacional de Taekwondo en categoría Fly -42kg, convocado a selección nacional juvenil. Sin embargo, opté por continuar con mis estudios.

Estudie la educación bachiller en el Centro de Bachillerato Tecnológico e Industrial y de Servicios 24 en Ciudad Victoria, Tamaulipas, donde realicé la especialidad en técnico laboratorista clínico, siendo segundo lugar de especialidad y 5to lugar de generación. Hablando de deporte, en el año 2008 quedé en segundo lugar nacional, en la olimpiada nacional en categoría Bantham -58kg convocado a selección nacional juvenil, esta vez opté por no ir continuar con el proceso de selección nacional y nuevamente dedicarme a mis estudios.

Realicé la carrera de medicina en la Universidad La Salle Victoria, donde afortunadamente pude lograr el primer lugar de generación, siendo merecedor a la medalla San Miguel Febres Cordero, además de ganador de Premio Pfizer en excelencia a estudiantes de medicina. Durante mi formación como médico general, sufrí una lesión grave y decidí retirarme por completo del deporte que me dio muchas satisfacciones y lecciones a nivel personal.

Durante la carrera de medico siempre tuve especial interés en materias relacionadas con la especialidad de Medicina Interna, motivo por el cual apliqué en el examen nacional para dicha especialidad.

Gracias a Dios aprobé el examen, realicé la especialidad de Medicina Interna en el Hospital General de Tampico "Dr. Carlos Canseco" donde tuve me enfoque en patologías cardiovasculares, fui un año jefe de residentes y otro año subjefe de residentes, realice publicaciones.

Apliqué a mi subespecialidad en Cardiología, en el Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González, donde fui aceptado para realizar la subespecialidad, tuve la oportunidad de exponer en congresos nacionales e internacionales, realicé una rotación internacional en el Hospital Álvaro Cunqueiro, Vigo, España, en servicio de hemodinamia, cabe mencionar que durante mi formación como Cardiólogo, me llamó la atención la alta especialidad de Hemodinamia. Hoy por hoy fui seleccionado para realizar la alta especialidad, más bien dicho, para realizar lo que un día soñé y ahora es una realidad. Gracias Dios, gracias, Papá y Mamá.

