



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA**

**TEMA:**

**Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad  
en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del  
Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023**

**AUTORES**

**Albán Burgos, Hillary Nicole  
Cedeño Chalarez, Fabiola María**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de**

**MÉDICO**

**TUTOR**

**Dr. Moscoso Meza, Ronny Raymon**

**Guayaquil, Ecuador**

**26 de septiembre del 2025**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Albán Burgos Hillary Nicole Y Cedeño Chalarez Fabiola María** como requerimiento para la obtención del título de **Médico**.

**TUTOR**



Firmado electrónicamente por:  
**RONNY RAYMON  
MOSCOSO MEZA**  
Validar únicamente con FirmaRC

f. \_\_\_\_\_

Dr. Ronny Raymon Moscoso Meza

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

Dr. Aguirre Martínez Juan Luis

Guayaquil, a los 26 días del mes septiembre del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, **Hillary Nicole Albán Burgos** y **Fabiola María Cedeño Chalarez**

#### DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación: **Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023;** previo a la obtención del **título de Médico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias bibliográficas. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del presente Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 26 días del mes de septiembre del año 2025**

**LA AUTORA:**



Firmado electrónicamente por:  
**HILLARY NICOLE  
ALBAN BURGOS**  
Validar únicamente con FirmaBC

f. \_\_\_\_\_

Albán Burgos Hillary Nicole

**LA AUTORA:**



Firmado electrónicamente por:  
**FABIOLA MARIA  
CEDENO CHALAREZ**  
Validar únicamente con FirmaBC

f. \_\_\_\_\_

Cedeño Chalarez Fabiola María



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotras, **Hillary Nicole Albán Burgos y Fabiola María Cedeño Chalarez**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 26 días del mes de septiembre del año 2025**

**LA AUTORA:**



Firmado electrónicamente por:  
**HILLARY NICOLE  
ALBAN BURGOS**  
Validar Únicamente con FirmaEC

f. \_\_\_\_\_

Albán Burgos Hillary Nicole

**LA AUTORA:**



Firmado electrónicamente por:  
**FABIOLA MARIA  
CEDENO CHALAREZ**  
Validar Únicamente con FirmaEC

f. \_\_\_\_\_

Cedeño Chalarez Fabiola María

REPORTE DE SISTEMA ANTIPLAGIO



INFORME DE ANÁLISIS

magister

Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023

2%

Textos sospechosos

1%

Similitudes

<

1% similitudes entre comillas

0% entre las fuentes mencionadas

3%

Idiomas no reconocidos (ignorado)

< 1%

Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: 3.1 avance.pdf

ID del documento: 27b4744bf8946d679061bf46253bdd0a22ef040

Tamaño del documento original: 417,9 kB

Autor: TERCER AVANCE - Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023 ALBAN BURGOS - CEDEÑO CHALAREZ

Depositante: TERCER AVANCE - Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023 ALBAN BURGOS - CEDEÑO CHALAREZ

Fecha de depósito: 13/8/2025

Tipo de carga: url\_submission

fecha de fin de análisis: 13/8/2025

Número de palabras: 7121

Número de caracteres: 49.298

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

| Nº | Descripciones                                                                                                                                                                                                                                                         | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales                      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------------|
| 1  | <div> <div>perlasclinicas.medicinaudea.co</div> <div> <div>Guía de la Sociedad Europea de Cardiología (E...</div> <div>https://perlasclinicas.medicinaudea.co/wp-content/uploads/2024/12/34_ESC_Guidelines_for_...</div> </div> </div> <div>3 fuentes similares</div> | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (42 palabras) |
| 2  | <div> <div>dx.doi.org</div> <div>Adquired hyponatremia's related factors in the community of emerge...</div> <div>http://dx.doi.org/10.15568/am.2019.806.or02</div> </div> <div>1 fuente similar</div>                                                                | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (22 palabras) |

Fuentes con similitudes fortuitas

| Nº | Descripciones                                                                                                                                                                                                 | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------------|
| 1  | <div> <div>www.dspace.uce.edu.ec</div> <div>Anemia persistente como marcador pronóstico de ins...</div> <div>http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/30960</div> </div>                                     | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (40 palabras) |
| 2  | <div> <div>localhost</div> <div>Marcadores pronósticos de reingreso y mortalidad en pacientes con i...</div> <div>http://localhost:8080/xmlui/bitstream/3317/16682/3/T-UCSG-PRE-MED-1082.pdf.txt</div> </div> | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (39 palabras) |
| 3  | <div> <div>repositorio.uchile.cl</div> <div>https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/197642/Guia-clinica-Insuficiencia-cardiaca...</div> </div>                                                    | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (19 palabras) |
| 4  | <div> <div>Documento de otro usuario</div> <div>#672847</div> <div>Viene de de otro grupo</div> </div>                                                                                                        | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (17 palabras) |
| 5  | <div> <div>Documento de otro usuario</div> <div>#3ae801</div> <div>Viene de de otro grupo</div> </div>                                                                                                        | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (18 palabras) |

TUTOR



Firmado electrónicamente por:

RONNY RAYMON MOSCOSO MEZA

Validar únicamente con FirmaBO

Dr. Ronny Moscoso Meza

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento, en primer lugar, a Dios, quien me ha acompañado en cada paso de este camino académico, dándome la luz necesaria para superar los obstáculos y la paz para mantenerme firme en la meta trazada.

A mi madre, Violeta Burgos, por su entrega incondicional, sus palabras de aliento y su fe absoluta en mí, que se convirtieron en la motivación más grande para nunca rendirme. A mi padre, Darwin Albán, por enseñarme el valor del esfuerzo, la disciplina y el compromiso, principios que me han guiado en cada etapa de mi vida universitaria. A mi abuelita, Delis Plaza, por sus oraciones, su cariño y su presencia constante, que siempre fueron un refugio en medio de la exigencia y el cansancio.

Expreso también mi gratitud a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que me abrió sus puertas para brindarme la formación académica y ética que constituye la base de mi desarrollo profesional.

De manera muy especial, quiero resaltar mi agradecimiento al Hospital General Monte Sinaí, que se convirtió en mi segundo hogar durante el internado rotativo. Allí viví experiencias inolvidables que marcaron mi crecimiento profesional. Cada rotación representó una oportunidad invaluable para aprender de la práctica clínica, fortalecer mis conocimientos y enfrentar la realidad de la medicina con responsabilidad, entrega y humanidad. Agradezco profundamente a todos los profesionales que me guiaron, a los pacientes que confiaron en mi labor y a cada persona que permitió que mi formación se desarrollara de manera plena.

A mis compañeras Isis y Melanie, quienes fueron parte fundamental de este recorrido. Su amistad, apoyo y compañía hicieron más llevaderos los momentos de cansancio y más significativos los logros alcanzados. Compartir con ellas este proceso enriqueció no solo mi vida académica, sino también mi vida personal.

***Hillary Albán Burgos***

## **DEDICATORIA**

Con un profundo sentimiento de gratitud y emoción, dedico este logro a mis padres, quienes han sido mi mayor inspiración y ejemplo de constancia. Gracias a su amor, sacrificio y apoyo incondicional he logrado recorrer este camino lleno de desafíos y aprendizajes. Cada paso dado en mi formación ha estado guiado por sus valores y enseñanzas, que se han convertido en la base de mi vida personal y profesional.

A mi querida Shaulita, mi compañera de largas jornadas de estudio, que con su presencia leal y cariño inagotable acompañó mis días y noches durante toda la carrera. Su recuerdo permanecerá siempre en mi corazón como símbolo de fidelidad y compañía en este proceso que hoy culmina.

***Hillary Albán Burgos***

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera iniciar agradeciéndole a mis padres, Flavio y Carlina, por ser mi más grande inspiración, mi motivo de seguir esforzándome y de dar lo mejor de mí durante todo este periodo académico que no termina pero se mantiene en constante crecimiento, por enseñarme lo que es la perseverancia y la resiliencia, a saber enfrentarme a las dificultades con actitud positiva y siempre sabiendo que tengo un propósito en este mundo, a enseñarme que lo más importante a parte del amor es la humildad y la generosidad.

Mis hermanos Carla y Joseph por ser mis confidentes y mis compañeros de aventuras, desvelos y sobre todo aquellos en los que pude contar cuando sentía que todo era demasiado pero no imposible. Y también a mi hermano mayor, Jhonny, a pesar de no convivir a diario es una de las personas que más fe ha tenido en mi desarrollo profesional siempre animándome y siempre dedicándome palabras de cariño y motivación.

A mis tías Carmen, Liliana y Rosaura por estar presentes en este camino dándome su mano y su apoyo y enseñándome que todo esfuerzo tiene su recompensa y sobre todo por darme su amor y protección.

A mis mejores amigos, Denisse, Solmayra, Alex y Jhonny por sus risas y complicidad durante este arduo camino donde no solo estuvieron conmigo durante los momentos difíciles sino también cuando parecía que todo era demasiado, por enseñarme lo que es una verdadera amistad y por llevarme de la mano cuando mis miedos parecían ser más grandes que mis sueños.

***Fabiola M Cedeño Chalarez***

## **DEDICATORIA**

Quisiera dedicar este trabajo de titulación a mis más grandes amores, me hubiese encantado que me vieran convertirme en una gran profesional, esto es por y para ustedes, gracias por criarme y su infinito amor, por enseñarme lo bueno y lo malo, por nunca negarme un abrazo, sin ustedes no soy la persona que sería hoy, mi infinito amor y besos al cielo, a mis mamis, Macrina y Lucia y a mis papis Pepito y Marco.

También este trabajo es para mis compañeras mis animalitos hermosos, Lopi, fuiste una gran compañía y mi Medusita mi chiquita hermosa tú eres la luz que siempre me animaba a trasnochar cuando tenía que estudiar o terminar deberes, a todos mi infinito amor y gratitud.

***Fabiola M Cedeño Chalarez***



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**DR. VÁSQUEZ CEDEÑO DIEGO ANTONIO**

COORDINADOR DEL ÁREA

f. \_\_\_\_\_

**OPONENTE**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| REPORTE DE SISTEMA ANTIPLAGIO .....                        | X         |
| .....                                                      | X         |
| AGRADECIMIENTO .....                                       | VI        |
| DEDICATORIA.....                                           | VII       |
| AGRADECIMIENTO .....                                       | VIII      |
| DEDICATORIA.....                                           | IX        |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....                                  | XI        |
| RESUMEN.....                                               | XII       |
| ABSTRACT.....                                              | XIII      |
| INTRODUCCIÓN .....                                         | 2         |
| CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....           | 3         |
| <b>1.1 IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y PLANTEAMIENTO.....</b> | <b>3</b>  |
| <b>1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....</b>                  | <b>3</b>  |
| <b>1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>                 | <b>3</b>  |
| <b>1.5 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>            | <b>4</b>  |
| <b>1.6 OBJETIVOS.....</b>                                  | <b>4</b>  |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....                            | 5         |
| <b>2.2.1 El ciclo cardíaco .....</b>                       | <b>6</b>  |
| CAPITULO III METODOLOGÍA: .....                            | 19        |
| <b>3.5.1 Criterios de inclusión .....</b>                  | <b>19</b> |
| <b>3.5.2 Criterios de exclusión .....</b>                  | <b>19</b> |
| CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION .....                   | 22        |
| CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....            | 27        |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                           | 28        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Características clínicas de los pacientes al inicio del estudio .....                             | 22 |
| Tabla 2. Área bajo la curva ROC del sodio sérico como predictor de mortalidad a 1 año.<br>.....            | 23 |
| Tabla 3. Regresión logística multivariada de posibles variables predictoras de mortalidad<br>a 1 año. .... | 24 |
| Tabla 4. Factores asociados a mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca .....                     | 25 |

## RESUMEN

**Introducción:** La insuficiencia cardíaca (IC) es un síndrome clínico caracterizado por síntomas como disnea o limitación al esfuerzo, ocasionados por alteraciones en el llenado ventricular, la eyección de sangre o ambas. Entre las alteraciones electrolíticas observados en estos cuadros se encuentra la hiponatremia. Surgiendo la pregunta ¿Cuál es la capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida? **Metodología:** La investigación se basa en un diseño de nivel predictivo, con información adquirida de forma retrospectiva, longitudinal y analítica. **Resultados:** Se observó que utilizando un valor umbral del sodio sérico 137.4mEq/ se obtuvo un valor predictivo positivo del 72%, valor predictivo negativo del 70% y un AUC= 0.72. **Conclusión:** El sodio sérico presenta una capacidad de discriminación aceptable para predecir mortalidad a un año en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida.

**Palabras clave:** Insuficiencia cardíaca, hiponatremia, fracción de eyección reducida, predicción de mortalidad

## ABSTRACT

**Introduction:** Heart failure (HF) is a clinical syndrome characterized by symptoms such as dyspnea or exertional limitation, caused by alterations in ventricular filling, blood ejection, or both. Among the electrolyte disturbances observed in these conditions is hyponatremia. This raises the question: What is the predictive capacity of serum plasma sodium as a marker of mortality in patients with heart failure with reduced ejection fraction? **Methodology:** The research is based on a predictive design, with information acquired retrospectively, longitudinally, and analytically. **Results:** Using a serum sodium threshold value of 137.4 mEq/L, a positive predictive value of 72%, a negative predictive value of 70%, and an AUC of 0.72 were obtained. **Conclusion:** Serum sodium has an acceptable discriminatory capacity for predicting one-year mortality in patients with heart failure with reduced ejection fraction.

**Keywords:** Heart Failure, Hyponatremia, Reduced Ejection Fraction, Mortality Prediction.

## INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca (IC) es un síndrome clínico caracterizado por síntomas como disnea o limitación al esfuerzo, ocasionados por alteraciones en el llenado ventricular, la eyección de sangre o ambas (1). Estas disfunciones comprometen la capacidad del corazón para satisfacer las demandas metabólicas del cuerpo, lo que resulta en una serie de síntomas y signos que varían en gravedad dependiendo del estadio de la enfermedad y del tipo de insuficiencia cardíaca.

Diversos sistemas de clasificación han sido desarrollados para caracterizar a los pacientes con IC y su progresión. Entre ellos, el sistema de clasificación funcional de la New York Heart Association (NYHA) define a los pacientes en clase IV como aquellos con síntomas en reposo y limitación severa ante cualquier actividad física. (2).

Se define como insuficiencia cardiaca con fracción de eyección reducida cuando esta se encuentra por debajo del 40% de lo normal. Generalmente secundario a cambios estructurales de la cámara izquierda de tipo excéntrico (1). El diagnóstico de HFrEF se realiza mediante la medición de la fracción de eyección utilizando ecocardiografía, asociado a hallazgos de laboratorio como niveles elevados de péptidos natriuréticos (1).

Además, existen subcategorías que indican el estadio de la insuficiencia cardiaca, como la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada HFpEF cuando la fracción de eyección se encuentra  $\geq 50\%$  y la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección moderadamente reducida en casos donde esta se encuentra entre 40 - 49 % (3).

## **CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y PLANTEAMIENTO**

La insuficiencia cardíaca (IC) afecta a más de 64.3 millones de personas en el mundo, con una prevalencia en países desarrollados que varía entre el 1 % y el 2 % de la población adulta, aunque al incluir casos no diagnosticados, esta cifra puede alcanzar el 4.2 % (4). Dentro de la IC, aproximadamente el 50 % corresponde a insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida (HFrEF), definida como una fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor al 40 % (5). En Estados Unidos, la IC afecta a 6.5 millones de adultos, y el 46 % de los pacientes hospitalizados por IC tienen HFrEF (6). En estudios como el Get With The Guidelines-HF, la prevalencia de HFrEF fue del 39 %, mientras que en el registro sueco alcanzó el 56 % (5).

En zonas desarrolladas como en Europa y Estados Unidos la incidencia de la IC oscila entre 1 a 9 casos por cada 1000 habitantes al año, sin embargo, en los últimos años se ha reducido esta tasa de incidencia (4). No obstante, la tasa de mortalidad sigue siendo alta con un porcentaje de 23.6 % al primer año en IC aguda y del 8.8% en pacientes ambulatorios con IC con fracción de eyección reducida (5). Además, la mortalidad ajustada por edad en adultos jóvenes (15-44 años) aumentó de 2.36% en el año 1999 a 3.16 para el año 2019 (7).

### **1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida se encuentra entre las principales causas de morbilidad a nivel global. Siendo una patología que afecta la mortalidad sobre todo en pacientes hospitalizados, con tasas del 23.6% al primer año en casos reagudizados y del 8.8 en pacientes Ambulatorios (1).

Entre las complicaciones más frecuentes de los pacientes con fracción de eyección reducida, se encuentra la hiponatremia, así mismo ha demostrado ser una herramienta de mal pronóstico en insuficiencia cardíaca asociado a un aumento en

la mortalidad y también esta relacionado con un aumento de casos de hospitalizaciones. (2,3) Sin embargo, existen limitaciones en su uso como herramienta predictiva, debido a la falta de estudios que evalúen su capacidad para estratificar adecuadamente el riesgo en pacientes con HFrEF.(4) Por este motivo, el presente estudio plantea abordar esta problemática, evaluando la capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardiaca de fracción de eyección reducida.

## **1.5 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente estudio especialmente en su sección teórica responde a una realidad que ocurre con relativa entre pacientes con insuficiencia cardiaca de fracción de eyección reducida.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo General:**

Determinar la capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad a 1 año en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida.

### **1.6.2 Objetivos específicos:**

- Describir las características epidemiológicas de la población de estudio.
- Cuantificar el área bajo la curva ROC del valor de sodio sérico como factor predictivo de mortalidad
- Calcular el valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de las concentraciones de sodio sérico como marcador de mortalidad
- Identificar la influencia del Sodio sérico en la mortalidad de los pacientes con insuficiencia cardiaca mediante regresión logística multivariada

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

El estudio realizado por D. Rusinaru et al. titulado "Relationship of serum sodium concentration to mortality in a wide spectrum of heart failure patients with preserved and with reduced ejection fraction: an individual patient data meta-analysis" (5) tuvo como objetivo evaluar la asociación entre la mortalidad y el sodio sérico en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada y reducida. Dicho estudio tomo como punto de corte para clasificar a los pacientes en hiponatremia con un sodio sérico  $<135$  mmol/L. Entre las variables ajustadas en un análisis de regresión de Cox se tomaron en cuenta edad, género, fracción de eyección, hipertensión, diabetes, fibrilación auricular y etiología isquémica. Los resultados mostraron que la hiponatremia fue un predictor independiente de mortalidad en pacientes con fracción de eyección reducida (HR = 1.69; IC 95%: 1.50–1.91) y fracción de eyección preservada (HR = 1.40; IC 95%: 1.10–1.79) (5).

Roberto ramos barbosa et al en su título hemoglobina y sodio sérico como marcadores de pronóstico en el proceso de insuficiencia cardíaca descompensada tuvo como objetivo el evaluar las concentraciones de sodio sérico y hemoglobina como su comportamiento en un sistema de predicción de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca descompensada. El estudio fue prospectivo y observacional en un grupo de 40 pacientes hospitalizados con insuficiencia cardíaca descompensada en los cuales se midieron los niveles de sodio y hemoglobina en las primeras 24 horas de la admisión además se realizó un seguimiento 30 días posterior al alta hospitalaria. Los pacientes fueron subdivididos en cuatro categorías dependiendo del nivel inicial del sodio y hemoglobina para posteriormente realizar un análisis comparativo. Los resultados de su investigación mostraron que la combinación de sodio sérico  $<135$  mEq/L y una hemoglobina menor a 10 mg/dL se asoció significativamente con una mayor mortalidad hospitalaria (17.5%) con un aumento en el tiempo de hospitalización (6).

La investigación llevada a cabo por el equipo de R. Esprielle. Que llevo como titulo "Trayectoria precoz del sodio urinario y riesgo de eventos adversos en insuficiencia cardíaca aguda y disfunción renal" (7). Evaluó con un enfoque distinto al sodio y su

nivel de predicción de mortalidad en insuficiencia cardíaca. Puesto que midieron las concentraciones de sodio en orina. El estudio incluyó a 160 pacientes con ICA y disfunción renal. El sodio urinario fue medido al ingreso y a las 24 horas. La mediana de sodio urinario inicial fue de 90 mmol/L. Los resultados mostraron que el sodio urinario ( $\text{UNa}^+$ ) se asoció de manera inversa y significativa con la mortalidad por todas las causas y con las rehospitalizaciones. Cada aumento de 20 mmol/L en el sodio urinario inicial se asoció con una reducción del 25% en el riesgo de mortalidad ( $\text{HR} = 0,75$ ;  $\text{IC } 95\%: 0,65-0,87$ ;  $p < 0,001$ ) y una reducción del 8% en el riesgo de rehospitalización por cualquier causa ( $\text{HR} = 0,92$ ;  $\text{IC } 95\%: 0,88-0,96$ ;  $p < 0,001$ ). (7)

## **2.2 Marco teórico:**

### **2.2.1 El ciclo cardíaco**

El ciclo cardíaco describe el proceso mediante el cual el corazón impulsa la sangre a través de las cavidades cardíacas y el sistema vascular para mantener un flujo sanguíneo constante hacia los órganos y tejidos. El ciclo cardíaco se divide en dos fases principales: **sístole** y **diástole**. (8–10) A su vez este se puede sub dividir en los siguientes momentos

#### **Contracción auricular y cierre de la válvula mitral**

El ciclo cardíaco comienza con la contracción de las aurículas, lo que provoca el paso de sangre hacia los ventrículos. Cuando el volumen ventricular alcanza su capacidad máxima, las válvulas auriculoventriculares (mitral y tricúspide) se cierran, generando el primer ruido cardíaco (**S1**). (8–10)

#### **Fase isovolumétrica**

Tras el cierre de las válvulas auriculoventriculares, se inicia una contracción isovolumétrica causando un aumento de las presiones sin que haya cambios en el volumen debido a que las válvulas aórtica y pulmonar permanecen cerradas. (8–10)

#### **Apertura de la válvula aórtica y fase de eyección**

La válvula aórtica se abre en el momento en que la presión ventricular izquierda supera la presión de la aorta, permitiendo la salida de sangre a la circulación

sistémica. Este momento del ciclo cardíaco conocido como fase de eyección se divide en dos etapas: eyección rápida y eyección reducida. (8–10)

### **Cierre de la válvula aórtica y relajación isovolumétrica**

Posterior al vaciamiento ventricular, la caída de presión ventricular por debajo de la aortica provoca el cierre valvular de los grandes vasos, al mismo tiempo que las paredes ventriculares finalizan su contracción, marcando el inicio de la relajación isovolumétrica en la que la presión disminuye sin que ocurra el llenado ventricular. (8–10)

### **Apertura de la válvula mitral y fase de llenado ventricular**

Cuando la presión en los ventrículos cae por debajo de la presión auricular, las válvulas auriculoventriculares se abren, permitiendo el llenado rápido de los ventrículos. El llenado ventricular consta de dos fases: **llenado rápido** y **llenado reducido**. (8–10)

#### **2.2.2 Gasto cardíaco (Cardiac Output, CO)**

El **gasto cardíaco** es el volumen de sangre que el ventrículo izquierdo expulsa hacia la circulación sistémica en un minuto. Se calcula mediante la siguiente fórmula:(11)

$$CO=FC \times VS$$

donde:

- **FC** = frecuencia cardíaca
- **VS** = volumen sistólico

El gasto cardíaco también puede calcularse a partir de la tasa de consumo de oxígeno y la diferencia arteriovenosa de oxígeno. Un gasto cardíaco adecuado es esencial para mantener la perfusión tisular y el equilibrio hemodinámico. (8,9,12)

#### **2.2.3 Volumen sistólico (Stroke Volume, SV)**

El **volumen sistólico** es el volumen de sangre expulsado por el ventrículo izquierdo en cada contracción. Se obtiene mediante la diferencia entre el volumen al final de la diástole (**EDV**) y el volumen al final de la sístole (**ESV**)(12,13):

$$SV=EDV-ESV$$

El volumen sistólico aumenta con:

- Mayor contractilidad miocárdica (estimulación simpática).
- Mayor precarga (mayor retorno venoso).
- Menor poscarga (resistencia vascular periférica baja).

#### 2.2.4 Precarga (Preload)

La **precarga** es el grado de estiramiento que experimentan las fibras miocárdicas al final de la diástole, determinado por el volumen telediastólico (**EDV**). La precarga está directamente relacionada con el retorno venoso. A mayor precarga, mayor será la fuerza de contracción del ventrículo debido al mecanismo de Frank-Starling. (8,9,12)

#### 2.2.5 Ley de Frank-Starling

La **ley de Frank-Starling** explica la relación entre la precarga y el volumen sistólico. Esta ley establece que un mayor volumen telediastólico (EDV) provoca un mayor estiramiento de las fibras miocárdicas, lo que incrementa la fuerza de contracción y, por lo tanto, el volumen sistólico. (8,9,12)

El corazón regula automáticamente el gasto cardíaco para que se equilibre con el retorno venoso, de modo que un aumento en el retorno venoso resulta en un incremento en el volumen sistólico y el gasto cardíaco. (8,9)

#### 2.2.6 Poscarga (Afterload)

La **poscarga** es la resistencia que el ventrículo izquierdo debe superar para expulsar la sangre hacia la aorta. La poscarga está determinada por la **presión arterial diastólica** y las **resistencias vasculares periféricas**. (8,9)

La poscarga puede estimarse mediante la presión diastólica aórtica, que refleja la presión mínima necesaria para abrir la válvula aórtica. Un aumento en la poscarga (como en la hipertensión) puede disminuir el volumen sistólico y aumentar el trabajo del corazón. (8,12)

#### 2.2.7 Fracción de eyección (Ejection Fraction, EF)

La **fracción de eyección** es el porcentaje del volumen telediastólico (EDV) que es expulsado durante la sístole. Se calcula mediante la fórmula (14):

$$EF=SV/EDV\times 100$$

Una fracción de eyección normal es superior al **55%**. Una fracción de eyección baja es un marcador de disfunción sistólica y puede indicar insuficiencia cardíaca. (8,9,15)

### **2.2.8 Presión arterial sistólica y diastólica**

- **Presión arterial sistólica (SP):** Es la presión máxima registrada en las arterias durante la contracción ventricular. Está influenciada por el volumen sistólico y la distensibilidad de la pared aórtica. (8,9)
- **Presión arterial diastólica (DP):** Es la presión mínima registrada en las arterias durante la relajación ventricular. Está determinada por la resistencia periférica total y la elasticidad de la pared arterial. (8,9)

### **2.2.9 Presión de pulso (Pulse Pressure)**

Es la diferencia entre la presión sistólica (SP) y diastólica (DP), su fórmula se expresa como  $PP=SP-DP$ . Una presión de pulso elevada puede indicar rigidez arterial, mientras que una presión de pulso baja puede reflejar un bajo volumen sistólico. (8)

### **2.2.10 Presión arterial media (Mean Arterial Pressure, MAP)**

La presión arterial media es el valor promedio de la presión en las arterias durante el ciclo cardíaco, refleja el flujo sanguíneo hacia los tejidos y es un parámetro clave para evaluar la perfusión sistémica y se calcula mediante la fórmula: (8,12)

$$MAP=DP+1/3(SP-DP)$$

También se puede calcular con:

$$MAP=CO\times TPR$$

Donde CO es el gasto cardíaco y TPR es la resistencia vascular periférica total

### **2.2.11 Insuficiencia Cardíaca**

La insuficiencia cardíaca (IC) es un síndrome clínico complejo caracterizado por una alteración estructural o funcional que afecta el llenado o la eyección de sangre por parte de los ventrículos. La clasificación de la insuficiencia cardíaca es fundamental para establecer un diagnóstico preciso, orientar el tratamiento y

predecir el pronóstico del paciente. Las diferentes formas de presentación de la insuficiencia cardíaca permiten establecer estrategias terapéuticas específicas para mejorar los resultados clínicos.(16,17)

#### **2.2.11.1 Insuficiencia cardíaca congestiva (CHF)**

El término insuficiencia cardíaca congestiva hace referencia a las características clínicas que se presentan en un cuadro de sobrecarga de volumen en el sistema cardíaco el cual da como resultado manifestaciones clínicas características tales como edema periférico, edema en miembros inferiores, distensión yugular venosa y congestión pulmonar o ascitis. Lo cual refleja el resultado de la capacidad reducida del corazón para bombear sangre de manera eficaz al torrente sanguíneo en su circulación sistémica.(16)

#### **2.2.11.2. Insuficiencia cardíaca izquierda (LHF)**

Es causada por una disfunción estructural o funcional del ventrículo izquierdo que impide la adecuada perfusión tisular y/o provoca un aumento de la presión en los capilares pulmonares.(16–18)

#### **Etiología de la insuficiencia cardíaca izquierda:**

Entre las etiologías de la insuficiencia cardíaca izquierda se encuentran un conjunto de patologías cuyo desenlace plantea una modificación estructural de la geometría de la cámara derecha del corazón. Entre las principales afecciones encontramos el infarto agudo de miocardio, la hipertensión arterial crónica, la cardiomiopatía dilatada e hipertrófica y la enfermedad valvular como estenosis o insuficiencia tanto mitral como tricúspidea. (16–18)

#### **Manifestaciones clínicas:**

Las manifestaciones de una insuficiencia cardíaca izquierda suelen tener un componente respiratorio, debido a que a la función de la bomba izquierda es la perfusión de la circulación mayor y al verse afectada, parte de la sangre se acumula retrógradamente hasta la circulación, por ende entre los principales síntomas son la disnea, ortopnea, edema de pulmón, intolerancia al ejercicio, crepitantes pulmonares en la auscultación. (19)

### **2.2.11.3. Insuficiencia cardíaca derecha (RHF)**

Es el resultado de una disfunción estructural o funcional del ventrículo derecho, lo que provoca una disminución en el flujo sanguíneo hacia la circulación pulmonar y un aumento de la presión venosa sistémica.(16–18,20)

#### **Etiología de la insuficiencia cardíaca derecha:**

Entre las principales etiologías de la insuficiencia cardíaca derecha se encuentra la hipertensión pulmonar, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el infarto del ventrículo derecho y la insuficiencia tricúspide o pulmonar. (21)

#### **Manifestaciones clínicas:**

Las manifestaciones clínicas observadas en pacientes con insuficiencia cardíaca derecha son debido a la falla del corazón para movilizar la sangre del sistema venoso periférico, acumulando sangre que propician una extravasación de líquido al espacio intersticial del cuerpo, dando como resultado Edema periférico, sobre todo en miembros inferiores, Ascitis que se acumula en la cavidad abdominal, hepatomegalia y esplenomegalia y distensión venosa yugular. (21)

### **2.2.11.4 Insuficiencia cardíaca biventricular (global)**

Ocurre cuando ambos ventrículos (izquierdo y derecho) están comprometidos. Esto resulta en una combinación de síntomas de insuficiencia cardíaca izquierda y derecha, lo que agrava el cuadro clínico y complica el tratamiento.(16,17,20). Este tipo de insuficiencia suele observarse en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada o en cardiopatías estructurales complejas.(17,22)

### **2.2.11.5 Insuficiencia cardíaca crónica compensada**

Es aquella en la que los síntomas están controlados mediante tratamiento médico y el paciente permanece clínicamente estable.(17,22)

#### **Características:**

Los mecanismos compensatorios (como la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona y el sistema nervioso simpático) permiten mantener un gasto cardíaco suficiente para cubrir las necesidades metabólicas del organismo. Aunque el paciente puede estar asintomático en reposo, la reserva funcional es

limitada, por lo que el ejercicio físico o el estrés pueden precipitar una descompensación. (17,22)

#### **2.2.11.6 Insuficiencia cardíaca aguda descompensada (ADHF)**

Es un episodio de empeoramiento agudo de los síntomas de insuficiencia cardíaca previamente compensada. Es una causa frecuente de hospitalización y está asociada a una elevada morbimortalidad.(17,18,20,22)

##### **Etiología de la descompensación:**

La reagudización de una insuficiencia cardíaca compensada puede ocurrir por un fallo súbito entre de un componente nocivo asociado, como una crisis hipertensiva, una isquemia aguda de miocardio, arritmias como la fibrilación auricular, émbolos o infecciones. (18) El tratamiento se basa en la corrección rápida de la causa subyacente y el uso de agentes inotrópicos y diuréticos para estabilizar la función hemodinámica.(18,22)

#### **2.2.11.7 Insuficiencia cardíaca con disfunción sistólica**

La disfunción sistólica ocurre cuando el ventrículo izquierdo pierde la capacidad de contraerse eficazmente, lo que provoca una disminución en el volumen sistólico y una reducción de la fracción de eyección (18,20,22). Entre las características principales se encuentra la Fracción de eyección reducida ( $EF < 40\%$ ), una dilatación ventricular y la activación de mecanismos neurohormonales (sistema renina-angiotensina-aldosterona y sistema nervioso simpático), que causan cardiomiopatía dilata, infarto de miocardio y miocarditis. (18,20,22)

#### **2.2.11.8 Insuficiencia cardíaca con disfunción diastólica**

La disfunción diastólica se produce cuando el ventrículo izquierdo presenta una alteración en el llenado debido a una reducción en la relajación y la distensibilidad ventricular.(22) se caracteriza por presentar una fracción de eyección preservada ( $EF \geq 50\%$ ) y un aumento de la presión de llenado ventricular, suele desencadenar hipertrofia ventricular izquierda. Este cuadro está asociado a Hipertensión arterial crónica, miocardiopatía hipertrófica y Amiloidosis entre otras causas. (18,20,22)

#### **2.2.12 Evaluación inicial y seriada (Initial and Serial Evaluation)**

La evaluación inicial de los pacientes con sospecha o diagnóstico confirmado de insuficiencia cardíaca implica un enfoque integral que incluye la historia clínica,

exploración física, biomarcadores, estudios de imagen y pruebas funcionales. Es fundamental evaluar primero los signos vitales (frecuencia cardíaca, presión arterial, saturación de oxígeno) además de signos y síntomas asociados a congestión de la circulación menor (disnea, edema, ortopnea). También es importante no descartar a priori información familiar de cardiomiopatía o enfermedades hereditarias. (18,20,22)

Además, en el contexto de pacientes con antecedentes de insuficiencia cardíaca es importante evaluar factores clínicos que sugieran un cuadro reagudizado como disnea progresiva, intolerancia al ejercicio, Hipotensión persistente y trastornos electrolíticos como hiponatremia e hiperkaliemia. (18,20,22)

### **2.2.13 Diagnóstico basado en biomarcadores**

Los biomarcadores son fundamentales para establecer el diagnóstico y la gravedad de la insuficiencia cardíaca, entre los más utilizados en la práctica clínica se encuentran el Péptidos natriuréticos (BNP y NT-proBNP), las Troponina cardíaca. Además de Marcadores de inflamación como el PCR y la IL-6 los cuales pueden encontrarse elevados en procesos inflamatorios asociados a la insuficiencia cardíaca. (18,20,22)

### **2.2.14 Evaluación mediante estudios de imagen**

La evaluación por imagen es esencial para confirmar el diagnóstico y establecer la causa de la insuficiencia cardíaca. Las pruebas recomendadas incluyen. (23)

#### **Ecocardiografía transtorácica (TTE)**

La ecocardiografía transtorácica (TTE) es el método diagnóstico de referencia para evaluar la función ventricular izquierda, en ella se puede realizar una medición de la fracción de eyección (FEVI) (20). Puesto que una **FEVI  $\leq$  40%** confirma el diagnóstico de HFrEF. Además, la ecocardiografía también evalúa el tamaño de las cámaras cardíacas, los movimientos parietales, la función valvular y la Presión de llenado ventricular. (20).

#### **Resonancia magnética cardíaca (CMR)**

Se recomienda si la ecocardiografía es insuficiente para evaluar la función cardíaca o en presencia de enfermedades infiltrativas como la amiloidosis. (24)

## **Cateterismo cardíaco derecho**

Indicado para evaluar las presiones de llenado y resistencia vascular pulmonar en pacientes con hipertensión pulmonar o insuficiencia cardíaca derecha. (24)

### **2.2.15. Clasificación funcional (NYHA)**

La clasificación de la New York Heart Association (NYHA) es utilizada para evaluar el estado clínico de los pacientes con insuficiencia cardíaca basándose en su capacidad para ejecutar actividades físicas, dividiéndose en 4 clases (24):

**Clase I: Sin limitación para la actividad física.**

**Clase II: Limitación leve para la actividad física (síntomas al realizar esfuerzos moderados).**

**Clase III: Limitación marcada para la actividad física (síntomas al realizar esfuerzos leves).**

**Clase IV: Síntomas en reposo o con mínimos esfuerzos.**

Tabla elaborada por autores. Información tomada del trabajo de Kittleson MM et al. (24)

### **2.2.16. Evaluación de la capacidad funcional**

#### **Prueba de caminata de 6 minutos, en inglés 6-Minute Walk Test (6MWT):**

Hoy es una evaluación dinámica que pretende evaluar la capacidad funcional cardiopulmonar en un paciente. El diseño de esta prueba consta de cuatro esferas: actividad física, evaluación cardiovascular, evaluación respiratoria, evaluación metabólica y músculo esquelética se evalúa mediante la medición de cada una de estas esferas posterior a la caminata del paciente a una distancia establecida en un periodo de 6 minutos a un ritmo autoimpuesto, tomando en cuenta un entorno controlado con la finalidad de medir cambios cardiovasculares por parte del evaluador. La imposibilidad de continuar una distancia menor a 300 m indica peor pronóstico. (25)

### **Prueba de ejercicio cardiopulmonar (CPET):**

La prueba de ejercicio cardiopulmonar (*Cardiopulmonary Exercise Testing* o CPET por sus siglas en inglés) es una herramienta diagnóstica utilizada para evaluar la capacidad funcional de un paciente mediante la medición simultánea de las respuestas cardíacas, pulmonares y metabólicas durante el ejercicio. Evalúa el consumo de oxígeno máximo ( $\text{VO}_2$  máx). (24,26)

#### **2.2.17. Evaluación invasiva**

En casos específicos, se recomienda la evaluación invasiva para determinar la causa y gravedad de la insuficiencia cardíaca, entre ellas se encuentra la biopsia endomiocárdica, útil para aquellos casos en los que se sospecha miocarditis o enfermedades infiltrativas como amiloidosis (24). además, también existe otra prueba invasiva, el Cateterismo cardíaco derecho, el cual es útil para evaluar presiones pulmonares y gasto cardíaco, ideal en pacientes con hipertensión pulmonar o shock cardiogénico. (24)

### **Evaluación de la reserva funcional y remodelación cardíaca**

Es importante realizar una evaluación continua de la función diastólica y sistólica mediante ecocardiografía seriada para monitorear la evolución y respuesta al tratamiento en pacientes con insuficiencia cardíaca. La fracción de eyección y la remodelación ventricular deben ser evaluados y mantener un seguimiento de sus cambios con el fin de replantear estrategias de cuidado y prevención de progresión de la enfermedad. En base a este planteamiento, se sugiere seguimiento después de más de 40 días de un infarto de miocardio y después de más de 90 días tras un procedimiento de revascularización o el inicio de una terapia médica dirigida. (24)

#### **2.2.18 Evaluación de riesgo y modelos pronósticos**

Se recomienda el uso de modelos pronósticos validados para estimar el riesgo de mortalidad y morbilidad en pacientes con IC:(24)

### **Modelo de Seattle (Seattle Heart Failure Model):**

Evalúa el riesgo a largo plazo basado en factores clínicos y laboratoriales. es un modelo de predicción de riesgo diseñado para estimar la supervivencia a 1, 2 y 3 años en pacientes con insuficiencia cardíaca, utilizando parámetros clínicos y de

laboratorio fácilmente obtenibles, así como información sobre medicamentos y dispositivos implantables. (24,27)

### **2.2.19 Sodio sérico como predictor de mortalidad en insuficiencia cardíaca**

El sodio sérico es un marcador pronóstico importante en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC), ya que niveles bajos de sodio (hiponatremia) se asocian con una mayor morbilidad y mortalidad en estos pacientes. La hiponatremia refleja una alteración en el equilibrio de sodio y agua, lo que señala una disfunción en los mecanismos de regulación neurohormonal y hemodinámica propios de la insuficiencia cardíaca.(28)

#### **2.2.19.1 Hiponatremia como factor pronóstico en insuficiencia cardíaca crónica**

La hiponatremia es el trastorno electrolítico más común en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) y está estrechamente vinculada con un peor pronóstico clínico, mayor morbilidad y aumento de la mortalidad en estos pacientes. Es especialmente frecuente en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada y constituye un marcador de progresión de la enfermedad.(29)

La hiponatremia se define como una concentración de sodio sérico  $<136$  mEq/L y se clasifica como:

- Hiponatremia hipotónica o dilucional: Ocurre debido a un exceso de agua libre en relación con el contenido total de sodio y potasio en el organismo.
- La hiponatremia está determinada por la Ecuación de Edelman, que establece que la concentración de sodio sérico es el resultado de la relación entre las porciones osmóticamente activas de sodio y potasio del cuerpo, en comparación con el volumen total de agua corporal.
- En insuficiencia cardíaca, la hiponatremia refleja una alteración en este equilibrio debido a una expansión del volumen extracelular y a una retención inadecuada de agua por el riñón.(29)

#### **A. Fase inicial de insuficiencia cardíaca (sin hiponatremia)**

En las fases iniciales de la insuficiencia cardíaca, se produce una activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) y del sistema nervioso simpático,

lo que desencadena una serie de respuestas fisiológicas para intentar mantener el gasto cardíaco y la perfusión tisular. Consecuentemente aumenta la retención de líquido que por presión hidrostática fuga al tercer espacio, lo cual conlleva al desarrollo de edema periférico, así como congestión pulmonar. (29)

#### **B. Fase tardía de insuficiencia cardíaca (hiponatremia dilucional)**

En estadios avanzados de insuficiencia cardíaca, la hipoperfusión renal trae como consecuencia una función que se deteriora progresivamente, además de un aumento del sistema de renina angiotensina aldosterona que actúa aumentando la presión sistémica con el objetivo de aumentar la presión de perfusión renal, el aumento de aldosterona y consiguientemente el sodio sérico aumentan la secreción de la hormona arginina vasopresina lo que aumenta la retención de líquidos corporales. Que a su vez produce una hiponatremia dilucional, no obstante, el aumento de volumen plasmático activa la secreción del péptido natriurético auricular provocando natriuresis, transformando el cuadro en hiponatremia pura. (29)

#### **2.2.19.2 Relación entre hiponatremia y progresión de insuficiencia cardíaca**

Los valores séricos de sodio por debajo de los fisiológicos son el reflejo del fallo de los mecanismos compensadores ante la ruptura homeostática en el contexto de la insuficiencia cardíaca. Además, la hiponatremia en estos cuadros se asocia a retención de líquidos que desencadenan, edema pulmonar y edema periférico. (28–30). Se ha demostrado que los niveles bajos de sodio sérico son un predictor independiente de progresión y muerte en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. En pacientes no hospitalizados la reducción de sodio sérico de 2mmol/L se asocia con un aumento significativo en el riesgo de mortalidad (HR) = 1.22 (intervalo de confianza del 95%: 1.08–1.38). Además, la combinación de hiponatremia y hipotensión tiene un efecto sinérgico, lo que eleva significativamente el riesgo de muerte por insuficiencia cardíaca. (28–30)

#### **2.2.19.3 Dinámica de los niveles de sodio sérico y mortalidad**

Un estudio realizado por Madan et al. demostró que las variaciones en los niveles de sodio sérico en pacientes hospitalizados con insuficiencia cardíaca e hiponatremia están directamente relacionadas con el pronóstico clínico,

especialmente con un aumento de mortalidad y una mayor tasa de reingresos hospitalarios. Cambines se exhibió una dinámica relación entre las concentraciones séricas de sodio y el riesgo de mortalidad las cuales indican que por cada 3 mEq/L de reducción en el sodio sérico, el riesgo de mortalidad intrahospitalaria aumenta en un 19.5% en pacientes con insuficiencia cardíaca con disfunción sistólica, y en un 8.6% en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada (HFpEF). (28,31)

#### **2.2.19.4 Relación entre hiponatremia y congestión en insuficiencia cardíaca**

El sodio sérico bajo en estas circunstancias puede ser por el resultado de una hipervolemia relativa en la cual la retención excesiva de agua influye en la osmolaridad plasmática de la cual el sodio hace parte. Esto ocurre como consecuencia de la activación desbalanceada de los mecanismos homeostáticos relacionados con el sistema renina angiotensina aldosterona y la secreción de hormona antidiurética. Observándose un resultado clínicamente relacionado con edema pulmonar edema periférico, aumento de la presión venosa pulmonar. Hoy esta situación de sobrecarga de volumen y congestión hemodinámica está directamente relacionada con un aumento de mortalidad y una evolución clínica desfavorable en pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva. (28)

#### **2.2.19.5 Controversias en la relación entre niveles de sodio y mortalidad**

La relación entre el sodio sérico y la mortalidad en insuficiencia cardíaca no es completamente lineal. Algunos estudios sugieren que tanto los niveles muy bajos de sodio sérico (<130 mmol/L) como los niveles muy altos (>145 mmol/L) están relacionados con un peor pronóstico y una mayor mortalidad. La hiponatremia en insuficiencia cardíaca puede reflejar diferentes estados fisiopatológicos, incluyendo hipervolemia, hiponatremia dilucional o hiponatremia secundaria a pérdidas renales o gastrointestinales. Por otro lado, la hipernatremia también se ha asociado con un peor pronóstico, posiblemente debido a la deshidratación y a la activación excesiva de los mecanismos neuro hormonales compensatorios. (28)

## **CAPITULO III METODOLOGÍA:**

### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación se basa en un diseño de nivel predictivo, con información adquirida de forma retrospectiva, longitudinal y analítica. Se analizaron y clasificaron los datos de los pacientes dependiendo de su nivel de sodio sérico al ingreso hospitalario, considerando hiponatremia a un valor sérico  $<136$  mEq/L.

### **3.2 Procedimiento de recolección de la información**

La información fue adquirida a partir de las bases de datos proporcionadas por el Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023, en la que a través del número de historia clínica fueron revisadas de forma exhaustiva las notas de evolución y parámetros de laboratorio como las concentraciones de electrolitos séricos de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

### **3.3 Análisis de la información**

La información de importancia fue recopilada en una tabla de contingencia del programa Microsoft Excel 2021, posteriormente los datos fueron analizados y depurados en Python utilizando la librería matplotlib.

### **3.4 Tamaño de la muestra**

Se utilizó una muestra de 386 pacientes ideal para una muestra infinita que aseguraran significancia estadística en los resultados.

### **3.5 Criterios de inclusión y exclusión**

#### **3.5.1 Criterios de inclusión**

- Paciente Adultos Hospitalizados en el área de medicina interna
- Pacientes con informe cardiológico completos de ecocardiografía
- Pacientes con exámenes de laboratorio de sodio sérico

#### **3.5.2 Criterios de exclusión:**

- Pacientes derivados a otra institución
- Pacientes que pidieron alta hospitalaria a petición

- Pacientes que hubieran recibido tratamiento con diuréticos por más de 24 horas
- Pacientes con enfermedades concomitantes que modifican el pronóstico de la enfermedad cardíaca

### 3.6 Tabla de operacionalización de variables

| <b>Variables</b>        | <b>Indicador</b>                                                                                                            | <b>Tipo</b>                      | <b>Resultado Final</b> | <b>Estadística</b>             |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Sexo (v. independiente) | Sexo biológico                                                                                                              | Cualitativa nominal – dicotómica | Masculino/femenino     | Frecuencia<br>Porcentaje       |
| Edad (v. independiente) | Años de vida                                                                                                                | Cuantitativa discreta            | años                   | Promedio y desviación estándar |
| Sodio sérico            | Concentración de sodio plasmático                                                                                           | Cuantitativa discreta            | Mg/dl                  | Promedio y desviación estándar |
| Fracción de eyección    | parámetro clínico que mide el porcentaje de sangre expulsada del ventrículo izquierdo durante cada contracción del corazón. | Cuantitativa discreta            | FE %                   | Porcentaje                     |

|                       |                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                              |                                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| Clasificación de NYHA | La <b>escala NYHA</b> (New York Heart Association) clasifica la <b>insuficiencia cardíaca</b> según el grado de <b>limitación funcional</b> que presentan los pacientes durante la actividad física. | cualitativa ordinal              | Clase I<br>Clase II<br>Clase III<br>Clase IV | Frecuencia absoluta y relativa |
| Desenlace             | Paciente dado de alta Vivo o Fallecido                                                                                                                                                               | Cualitativa nominal – dicotómica | Vivo / Muerto                                | Frecuencia absoluta y relativa |

### Estadística:

Se realizaron estadísticos de resumen equivalentes a promedio y desviación estándar, así como frecuencia relativa y frecuencia absoluta. Se realizaron los cálculos y midieron diferencias significativas entre el grupo de pacientes con hiponatremia y el grupo considerado con normonatremia. Posteriormente se realizó un modelo de curva ROC y área bajo la curva para evaluar el nivel de predicción de mortalidad posterior a un umbral sérico de sodio de 136.5mEq/L calculado con un índice de Youden. Se realizó el cálculo de valores predictivos negativos y valores predictivos positivos para mortalidad a un año con este valor umbral. Finalmente se realizó un análisis de regresión logística multivariada para ajustar factores de confusión y determinar la influencia individual del nivel de sodio sérico en el desenlace de mortalidad a un año en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida.

## CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1 Resultados

Tabla 1. Características clínicas de los pacientes al inicio del estudio

| Hiponatremia     |        |                     | No Hiponatremia |                     | P-value |
|------------------|--------|---------------------|-----------------|---------------------|---------|
| Variable         | Media  | Desviación estándar | Media           | Desviación estándar |         |
| Edad             | 69.96  | 13.01               | 65.03           | 11.97               | 0.000   |
| FEVI_%           | 36.95  | 6.98                | 44.05           | 7.51                | 0.000   |
| PAS mmHg         | 110.02 | 16.49               | 117.96          | 13.93               | 0.000   |
| PAD mmHg         | 67.56  | 12.38               | 70.92           | 11.5                | 0.009   |
| TFG ml/min       | 44.92  | 17.2                | 49.46           | 18.96               | 0.017   |
| Tiempo meses     | 10.65  | 3.01                | 10.38           | 3.28                | 0.412   |
| Hemoglobina g dL | 12.42  | 1.42                | 12.87           | 1.65                | 0.006   |

|                 | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) | P-value |
|-----------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------|
| Masculino       | 89                  | 66.42                   | 165                 | 62.03                   | 0.453   |
| Femenino        | 45                  | 33.58                   | 101                 | 37.97                   |         |
| NYHA II         | 44                  | 32.84                   | 127                 | 47.74                   | 0.000   |
| NYHA III        | 42                  | 31.34                   | 99                  | 37.22                   |         |
| NYHA IV         | 35                  | 26.12                   | 36                  | 13.53                   |         |
| NYHA I          | 13                  | 9.7                     | 4                   | 1.5                     | 0.497   |
| Betabloqueantes | 90                  | 67.16                   | 168                 | 63.16                   |         |
| IECA ARAII      | 91                  | 67.91                   | 190                 | 71.43                   | 0.541   |
| Diuréticos      | 104                 | 77.61                   | 192                 | 72.18                   | 0.295   |
| Diabetes        | 39                  | 29.1                    | 86                  | 32.33                   | 0.587   |
| EPOC            | 32                  | 23.88                   | 50                  | 18.8                    | 0.290   |
| Hipertensión    | 85                  | 63.43                   | 150                 | 56.39                   | 0.214   |
| Infarto previo  | 36                  | 26.87                   | 64                  | 24.06                   | 0.625   |
| Valvulopatía    | 23                  | 17.16                   | 55                  | 20.68                   | 0.482   |
| Evento muerte   | 103                 | 76.87                   | 92                  | 34.59                   | 0.000   |

Se realizó un estudio en el cual se incluyeron pacientes con insuficiencia cardíaca cómo fracción de eyección reducida en los cuales se realizó una subclasificación en función de la presencia o ausencia de hiponatremia (valor sérico <135mE/L) en cuanto a las características demográficas analizadas, la edad promedio fue mayor en la población con hiponatremia, arrojando un valor de 69.96 años, versus una edad de 65.03 años dentro del grupo sin hiponatremia. Con respecto a la distribución del sexo esta fue similar en ambos grupos, con valores de 66.42% en el grupo de hiponatremia y 62.03% entre quienes no presentaron hiponatremia

Respecto a las características clínicas, se observó que la fracción de eyección ventricular izquierda fue menor en los pacientes con hiponatremia, con un promedio de 36.95%, mientras que en los pacientes sin esta alteración fue de 44.05%. La presión arterial sistólica mostró una media de 110.02 mmHg en el grupo con hiponatremia y de 117.96 mmHg en el grupo sin hiponatremia. Al observar los valores promedios de presión arterial diastólica, el grupo con hiponatremia tuvo 67.56mmHg mientras que el grupo normonatremico 79.92mmHg. Otro parámetro revisado, fue la función renal, cuyo valor promedio estuvo en 44.92mL/min y 49.46mL/min en el grupo hiponatremico y normonatremico respectivamente. Además, en la hemoglobina presento valores de 12.42g/dL y 12.87g/dL respectivamente. El tiempo de seguimiento fue similar entre ambos grupos.

La evaluación funcional de los pacientes según la clasificación NYHA mostró una mayor frecuencia de clase III en el grupo con hiponatremia (31.34%) y de clase II en el grupo sin hiponatremia (47.74%). El uso de betabloqueantes fue reportado en el 67.16% de los pacientes con hiponatremia y en el 63.16% de los que no la presentaban. De forma similar, los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina o antagonistas del receptor de angiotensina II fueron utilizados por el 67.91% del grupo con hiponatremia y por el 71.43% del grupo sin hiponatremia finalmente los diuréticos se utilizaron en el 77.99% y 72.18% de los pacientes de cada grupo respectivamente.

Al analizar las comorbilidades reportadas en las historias clínicas, la diabetes mellitus se presento en el grupo de hiponatremicos en un 32.84%, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en el 22.99%, la hipertensión arterial en el 65.67% y infarto agudo de miocardio en el 26.87%. Tabla 1.

Tabla 2. Área bajo la curva ROC del sodio sérico como predictor de mortalidad a 1 año.

| Indicador    | AUC   | Punto de corte |       |       |
|--------------|-------|----------------|-------|-------|
|              |       | (Youden)       | VPP   | VPN   |
| Sodio sérico | 0.724 | 136.4 mEq/L    | 0.718 | 0.702 |

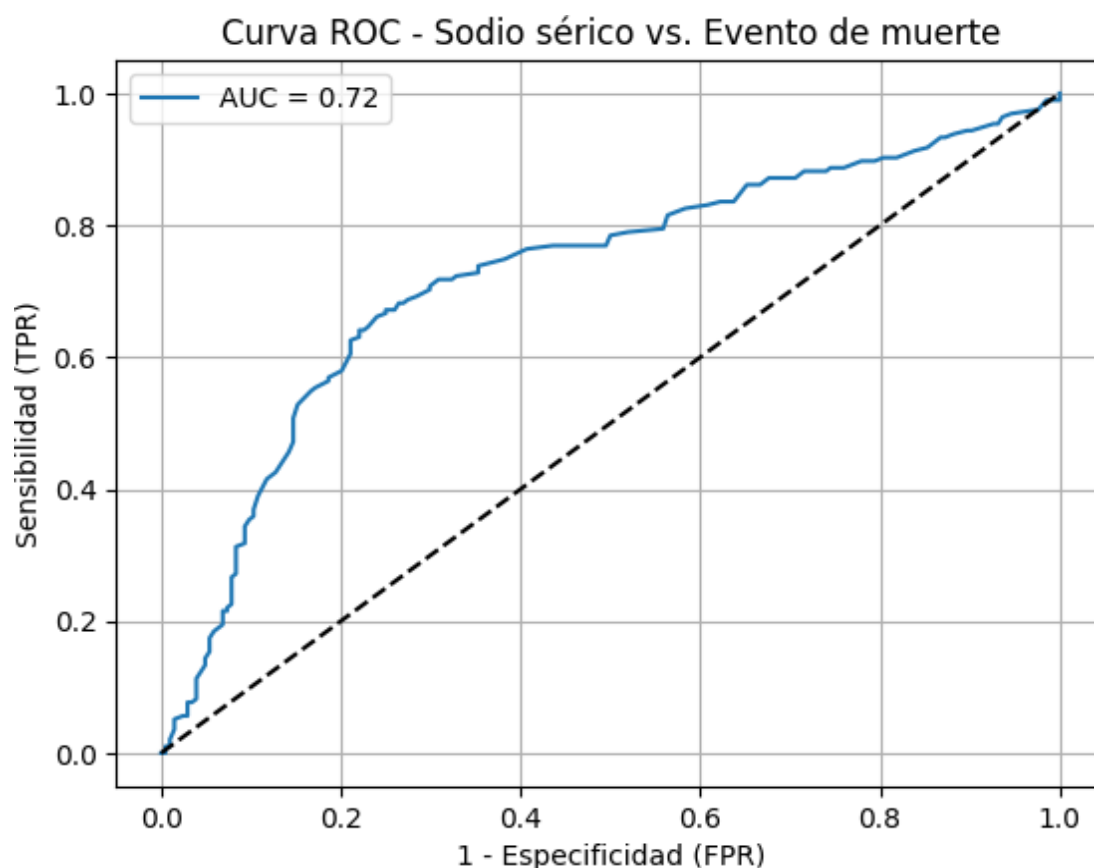


Figura 1. Curva ROC sodio sérico como predictor de mortalidad a 1 año.

En la evaluación del sodio sérico como herramienta predictora de mortalidad a un año, se elaboro una curva ROC (Receiver Operating Characteristic), el cual demostró un área bajo la curva (AUC) de 0.724  $p < 0.001$ . El cálculo de índice de Youden señalo un punto de corte de 136.4 mEq/L para calcular el valor predictivo positivo (VPP) que reporto in índice 0.718, un valor predictivo negativo de 0.702.

Tabla 3. Regresión logística multivariada de posibles variables predictoras de mortalidad a 1 año.

| Variable          | Coef    | Std Err | z      | P> z  | [0.025 | 0.975] |
|-------------------|---------|---------|--------|-------|--------|--------|
| Intercepto        | 29.8378 | 5.052   | 5.906  | 0     | 19.936 | 39.74  |
| Sexo[T.Masculino] | -0.1253 | 0.344   | -0.364 | 0.716 | -0.8   | 0.549  |
| NYHA 3-4          | 0.8349  | 0.444   | 1.879  | 0.06  | -0.036 | 1.706  |
| Edad              | 0.0214  | 0.009   | 2.34   | 0.019 | 0.003  | 0.039  |
| Sodio serico      | -0.2319 | 0.039   | -5.921 | 0     | -0.309 | -0.155 |

|                  |         |       |        |       |        |       |
|------------------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|
| FEVI             | 0.0029  | 0.018 | 0.16   | 0.873 | -0.033 | 0.039 |
| PAS mmHg         | 0.0048  | 0.009 | 0.532  | 0.595 | -0.013 | 0.022 |
| TFG ml/min       | 0.0087  | 0.008 | 1.053  | 0.292 | -0.007 | 0.025 |
| Hemoglobina g/dL | -0.0641 | 0.075 | -0.856 | 0.392 | -0.211 | 0.083 |
| Pseudo R-squ.    | 0.1403  |       |        |       |        |       |
| Log-Likelihood   | -237.05 |       |        |       |        |       |

Tabla 4. Factores asociados a mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca

|                         | IC 2.5% | IC 97.5% | OR   |
|-------------------------|---------|----------|------|
| <b>Sexo [Masculino]</b> | 0.45    | 1.73     | 0.88 |
| <b>NYHA 3/4</b>         | 0.96    | 5.51     | 2.30 |
| <b>Edad</b>             | 1.00    | 1.04     | 1.02 |
| <b>Sodio sérico</b>     | 0.73    | 0.86     | 0.79 |
| <b>FEVI</b>             | 0.97    | 1.04     | 1.00 |
| <b>PAS mmHg</b>         | 0.99    | 1.02     | 1.00 |
| <b>TFG ml/min</b>       | 0.99    | 1.03     | 1.01 |
| <b>Hemoglobina g dL</b> | 0.81    | 1.09     | 0.94 |

Se realizó una regresión logística multivariada para evaluar el efecto del sodio sérico en la mortalidad de pacientes con insuficiencia cardíaca, ajustando por otras variables clínicas relevantes. El modelo incluyó edad, sexo, clase funcional NYHA, fracción de eyección, presión arterial sistólica, tasa de filtración glomerular estimada (TFG) y hemoglobina.

Las concentraciones séricas de sodio se asociaron significativamente  $p < 0.001$  con la mortalidad a un año dentro de la población de estudio. Ya que a menor concentración de sodio menor probabilidad de muerte. De hecho el Odds Ratio (OR=0.79 IC95%=0.73 – 0.85) indicó que a medida de las concentraciones de sodio disminuían, la probabilidad de fallecer en un año aumentaba en un 79%.

Tabla 4.

### 3.2 Discusión

En el presente estudio se evaluaron características clínicas como edad, clasificación funcional según la escala NYHA, fracción de eyección y función renal observándose valores desfavorables en el subgrupo de pacientes con hiponatremia, similar a lo ocurrido en el trabajo MAGGIC de Rusinaru et al. donde los resultados exhibían peores parámetros clínicos de clase funcional NYHA, menor presión arterial y función renal. (32) De manera similar, el estudio de Bavishi et al. también encontró que los pacientes con HFrEF e hiponatremia presentaban más comorbilidades, menores niveles de hemoglobina y niveles desfavorables de función renal. (33)

Por otro lado, aunque el estudio de Kaya et al. no analizó el sodio de forma aislada las concentraciones de sodio sérico, sino que se enfocó de modo general en la osmolaridad plasmática sus resultados mostraron que los pacientes con osmolalidad más baja presentaban mayor edad, tenían peores parámetros en la función renales y mayor mortalidad.(34)

En el análisis del sodio sérico como predictor de mortalidad a un año utilizando la curva ROC, arrojo un área bajo la curva de 0.724 en la población de estudio, siendo un resultado aceptable para la discriminación de eventos de mortalidad según el nivel de sodio. Kaya et al., en su estudio observaron que la osmolalidad baja resultó ser un marcador de mortalidad ya que, en su cohorte, los pacientes con osmolalidad baja (y, por ende, con sodio más bajo) tuvieron el peor pronóstico. (34) Por su parte, los estudios MAGGIC y Bavishi destacaron el valor del sodio como predictor independiente, lo cual complementa tu hallazgo al mostrar que no solo es un marcador discriminativo, sino que tiene relevancia pronóstica clínica. .(32,33)

Los resultados del modelo de regresión logística multivariada con ajuste de variables confesoras, demostró que el el sodio sérico mostró se asocia significativamente con la mortalidad (OR de 0.79), es decir que a indicando que, a mayor concentración de sodio, menor riesgo de fallecer. Resultado que coincide con lo observado por Rusinaru et al. (MAGGIC), donde la hiponatremia (<135 mEq/L) se asoció con una mayor mortalidad a tres años, con un HR ajustado de 1.69 en pacientes con HFrEF. (34) Por su parte, Bavishi et al. reportaron en su modelo más ajustado un HR de 1.26 para mortalidad en pacientes con HFrEF con hiponatremia, lo que confirma que, incluso en pacientes ambulatorios, el sodio

sérico tiene un valor pronóstico independiente. (33) Finalmente en el estudio de Kaya et al., la hipoosmolalidad, siendo igual este un reflejo de las concentraciones de sodio tenía un HR de 1.65, como predictor independiente de muerte cardiovascular. Dato que refuerzan la idea de que el sodio, por sí solo, tiene un impacto clínico claro sobre la mortalidad en los pacientes con insuficiencia cardíaca de fracción de eyección reducida. (34)

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

La población con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida que presentó hiponatremia mostró características clínicas más desfavorables al inicio del estudio, incluyendo mayor edad, menor fracción de eyección, menores niveles de presión arterial, filtrado glomerular y hemoglobina, así como una mayor proporción de pacientes en clase funcional NYHA III.

El sodio sérico demostró ser una herramienta predictora de mortalidad a un año estadísticamente fiable en el contexto de una población con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida. Puesto que también el análisis multivariado indico que una reducción en los niveles de sodio sérico se asoció con independencia y ajuste de variables de confusión de forma significativa a la mortalidad de los pacientes.

### **4.2 Recomendaciones**

Se recomienda implementar una evaluación clínica más rigurosa en pacientes con hiponatremia y fracción de eyección reducida, ya que estos suelen presentar un perfil más comprometido. Identificar de forma temprana estas características puede facilitar intervenciones más oportunas y personalizadas en el seguimiento ambulatorio o intrahospitalario.

El sodio sérico debería ser incorporado de manera sistemática en las herramientas de estratificación de riesgo en pacientes con insuficiencia cardíaca, ya que demuestra una capacidad aceptable para discriminar entre quienes tienen mayor riesgo de mortalidad y quienes no.

Se sugiere realizar nuevos estudios con una población multicéntrica, y de características similares, con el objetivo de reforzar los resultados que en el presente estudio se exponen.

Dado su valor como predictor independiente, se recomienda que los niveles de sodio sérico sean considerados dentro de los modelos de predicción clínica y tomas de decisión terapéuticas, y no vistos únicamente como un parámetro bioquímico aislado. Su monitoreo periódico puede ser útil para anticipar evolución desfavorable en pacientes con insuficiencia cardíaca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Becher PM, Lund LH, Coats AJS, Savarese G. An update on global epidemiology in heart failure. *Eur Heart J*. 21 de agosto de 2022;43(32):3005-7.
2. Manual Merck versión para profesionales [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2024]. Hiponatremia - Trastornos endocrinológicos y metabólicos. Disponible en: <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/trastornos-endocrinologicos-y-metabolicos/trastornos-electroliticos/hiponatremia>
3. Londoño JM, Betancur KJ, Fonseca L, Fonseca P, Cañas EM, Saldarriaga CI. Sodio urinario como factor pronóstico para mortalidad en pacientes con falla cardiaca aguda descompensada. *Biomédica*. 29 de diciembre de 2023;43(Supl 3):41-50.
4. Balaguer DVM. Sociedad Española de Cardiología. 2012 [citado 13 de diciembre de 2024]. Sodio y mortalidad en la insuficiencia cardiaca. Disponible en: <https://secardiologia.es/blog/4403-sodio-mortalidad-insuficiencia-cardiaca>
5. Rusinaru D, Tribouilloy C, Berry C, Richards AM, Whalley GA, Earle N, et al. Relationship of serum sodium concentration to mortality in a wide spectrum of heart failure patients with preserved and with reduced ejection fraction: an individual patient data meta-analysis. *Eur J Heart Fail*. 2012;14(10):1139-46.
6. Barbosa RR, Storch TS, Alves Y de FB, Costa VS, Nascimento CCR, Torres LD, et al. Hemoglobina y sodio séricos: marcadores pronósticos precoces en la insuficiencia cardíaca descompensada. *Insufic Card*. 2019;14(1):7-11.
7. Revista Española de Cardiología. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. [citado 9 de marzo de 2025]; Disponible en: <https://www.revespcardiologia.org/es-trayectoria-precoc-del-sodio-urinario-y-articulo-S0300893220303316-pdf>
8. Schwinger RHG. Pathophysiology of heart failure. *Cardiovasc Diagn Ther*. febrero de 2021;11(1):263-76.
9. Singh J, Carleton RN, Kratzig GP, Neary JP. Characterization of the cardiac

- cycle in Royal Canadian Mounted Police cadets. *Appl Physiol Nutr Metab*. enero de 2025;50:1-5.
10. Vives M. Cardiovascular Physiology. En: Vives M, Hernandez A, editores. *Cardiac Anesthesia and Postoperative Care in the 21st Century* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2022 [citado 9 de marzo de 2025]. p. 21-45. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-79721-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-79721-8_2)
  11. <https://www.cun.es> [Internet]. [citado 10 de marzo de 2025]. gasto-cardiaco. Diccionario médico. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/gasto-cardiaco>
  12. Williams J. Cardiovascular Physiology. En: *The Veterinary Nurse's Practical Guide to Small Animal Anaesthesia* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2023 [citado 9 de marzo de 2025]. p. 31-41. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119717027.ch3>
  13. García X, Mateu L, Maynar J, Mercadal J, Ochagavía A, Ferrandiz A. Estimación del gasto cardíaco: Utilidad en la práctica clínica. Monitorización disponible invasiva y no invasiva. *Med Intensiva*. diciembre de 2011;35(9):552-61.
  14. Read by QxMD [Internet]. [citado 9 de marzo de 2025]. Assessment of right ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography: from geometric approximations to realistic shapes. Disponible en: <https://read.qxmd.com/read/26693327/assessment-of-right-ventricular-volumes-and-ejection-fraction-by-echocardiography-from-geometric-approximations-to-realistic-shapes>
  15. Maceira AM, Prasad SK, Khan M, Pennell DJ. Reference right ventricular systolic and diastolic function normalized to age, gender and body surface area from steady-state free precession cardiovascular magnetic resonance. *Eur Heart J*. 1 de diciembre de 2006;27(23):2879-88.
  16. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association

- Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 3 de mayo de 2022;145(18):e895-1032.
17. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure | *European Heart Journal* | Oxford Academic [Internet]. [citado 9 de marzo de 2025]. Disponible en:  
<https://academic.oup.com/eurheartj/article/42/36/3599/6358045>
  18. Kurmani S, Squire I. Acute Heart Failure: Definition, Classification and Epidemiology. *Curr Heart Fail Rep*. 1 de octubre de 2017;14(5):385-92.
  19. Pulmonary Hypertension Due to Left Heart Disease | *Hypertension* [Internet]. [citado 10 de marzo de 2025]. Disponible en:  
<https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.14330>
  20. Borlaug BA, Redfield MM. Diastolic and Systolic Heart Failure Are Distinct Phenotypes Within the Heart Failure Spectrum. *Circulation*. 10 de mayo de 2011;123(18):2006-14.
  21. Thandavarayan RA, Chitturi KR, Guha A. Pathophysiology of Acute and Chronic Right Heart Failure. *Cardiol Clin*. 1 de mayo de 2020;38(2):149-60.
  22. Read by QxMD [Internet]. [citado 9 de marzo de 2025]. 2023 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Management of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. Disponible en:  
<https://read.qxmd.com/read/37137593/2023-acc-expert-consensus-decision-pathway-on-management-of-heart-failure-with-preserved-ejection-fraction-a-report-of-the-american-college-of-cardiology-solution-set-oversight-committee>
  23. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* [Internet]. 3 de mayo de 2022 [citado 9 de marzo de 2025];145(18). Disponible en:  
<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001063>
  24. Kittleson MM, Panjra GS, Amancherla K, Davis LL, Deswal A, Dixon DL,

- et al. 2023 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Management of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol*. 9 de mayo de 2023;81(18):1835-78.
25. Matos Casano HA, Anjum F. Six-Minute Walk Test. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 10 de marzo de 2025]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576420/>
  26. Razvi Y, Ladie DE. Cardiopulmonary Exercise Testing. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 10 de marzo de 2025]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557886/>
  27. The Seattle Heart Failure Model [Internet]. [citado 10 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.584102>
  28. Peng S, Peng J, Yang L, Ke W. Relationship between serum sodium levels and all-cause mortality in congestive heart failure patients: A retrospective cohort study based on the Mimic-III database. *Front Cardiovasc Med*. 13 de enero de 2023;9:1082845.
  29. Adrogué HJ. Hyponatremia in Heart Failure. *Methodist DeBakey Cardiovasc J*. 2017;13(1):40.
  30. Lower Serum Sodium Is Associated With Increased Short-Term Mortality in Hospitalized Patients With Worsening Heart Failure [Internet]. [citado 10 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/01.CIR.0000165065.82609.3D>
  31. Braz Nogueira J. Serum sodium levels and blood pressure monitoring in heart failure: Added diagnostic and prognostic value. *Rev Port Cardiol Engl Ed*. 1 de julio de 2017;36(7):521-3.
  32. D R, C T, C B, Am R, Ga W, N E, et al. Relationship of serum sodium concentration to mortality in a wide spectrum of heart failure patients with

- preserved and with reduced ejection fraction: an individual patient data meta-analysis(†): Meta-Analysis Global Group in Chronic heart failure (MAGGIC). Eur J Heart Fail [Internet]. octubre de 2012 [citado 25 de julio de 2025];14(10). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22782968/>
33. C B, S A, A B, H J, Ss V, B B, et al. Prognostic significance of hyponatremia among ambulatory patients with heart failure and preserved and reduced ejection fractions. Am J Cardiol [Internet]. 6 de enero de 2014 [citado 25 de julio de 2025];113(11). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24837261/>
34. H K, O Y, Mr E, A Z, H Y, H G, et al. Plasma osmolality predicts mortality in patients with heart failure with reduced ejection fraction. Kardiol Pol [Internet]. 2017 [citado 25 de julio de 2025];75(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27958615/>



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotras, Albán Burgos Hillary Nicole, con C.I: 0941438038 y Cedeño Chalarez Fabiola María, con C.I: 0930499579 autoras del trabajo de titulación: **Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023** previo a la obtención del título de **Médico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 26 de septiembre de 2025



Firmado electrónicamente por:  
HILLARY NICOLE  
ALBAN BURGOS

Validar únicamente con Firma8C

f. \_\_\_\_\_

Albán Burgos Hillary Nicole

C.I: 0941438038



Firmado electrónicamente por:  
FABIOLA MARIA  
CEDENO CHALAREZ

Validar únicamente con Firma8C

f. \_\_\_\_\_

Cedeño Chalarez Fabiola María

C.I: 0930499579

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TEMA Y SUBTEMA:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida del Hospital General Monte Sinaí en el periodo 2022 – 2023</b> |                                                                                 |    |
| <b>AUTOR(ES)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Hillary Nicole Albán Burgos y Fabiola María Cedeño Chalarez</b>                                                                                                                                                       |                                                                                 |    |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dr. Moscoso Meza Ronny Raymon                                                                                                                                                                                            |                                                                                 |    |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil                                                                                                                                                                            |                                                                                 |    |
| <b>FACULTAD:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ciencias de la Salud                                                                                                                                                                                                     |                                                                                 |    |
| <b>CARRERA:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Medicina                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                 |    |
| <b>TITULO OBTENIDO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Médico</b>                                                                                                                                                                                                            |                                                                                 |    |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 26 de septiembre de 2025                                                                                                                                                                                                 | <b>No. DE PÁGINAS:</b>                                                          | 32 |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Medicina, Medicina Interna, Cardiología                                                                                                                                                                                  |                                                                                 |    |
| <b>PALABRAS CLAVES/<br/>KEYWORDS:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Insuficiencia cardíaca, hiponatremia, fracción de eyección reducida, predicción de mortalidad                                                                                                                            |                                                                                 |    |
| <p><b>RESUMEN/ABSTRACT:</b> La insuficiencia cardíaca (IC) es un síndrome clínico caracterizado por síntomas como disnea o limitación al esfuerzo, ocasionados por alteraciones en el llenado ventricular, la eyección de sangre o ambas. Entre las alteraciones electrolíticas observados en estos cuadros se encuentra la hiponatremia. Surgiendo la pregunta ¿Cuál es la capacidad predictiva del sodio sérico plasmático como marcador de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida? Metodología: La investigación se basa en un diseño de nivel predictivo, con información adquirida de forma retrospectiva, longitudinal y analítica. Resultados: Se observó que utilizando un valor umbral del sodio sérico 137.4mEq/ se obtuvo un valor predictivo positivo del 72%, valor predictivo negativo del 70% y un AUC= 0.72. Conclusión: El sodio sérico presenta una capacidad de discriminación aceptable para predecir mortalidad a un año en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida.</p> |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |    |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> SI                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> NO                                                     |    |
| <b>CONTACTO CON<br/>AUTOR/ES:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Teléfono:</b><br>+593- 967838784<br>+593- 993336258                                                                                                                                                                   | <b>E-mail:</b><br>hillary.alban@cu.ucsg.edu.ec<br>fabiola.cedeno@cu.ucsg.edu.ec |    |
| <b>CONTACTO CON LA<br/>INSTITUCIÓN<br/>(COORDINADOR DEL<br/>PROCESO UTE)::</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Nombre: Diego Antonio Vázquez</b>                                                                                                                                                                                     |                                                                                 |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Teléfono: +593 994117120</b>                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>E-mail: diego.vasquez@cu.ucsg.edu.ec</b>                                                                                                                                                                              |                                                                                 |    |
| <b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |    |
| <b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |    |
| <b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |    |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |    |