



**UNIVERSIDAD  
AUTONOMA DE MEXICO**



---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

**U.M.A.E. HOSPITAL DE CARDIOLOGIA**

**TESIS:**

**CAPACIDAD PREDICTORA DE LA PRESENCIA DE  
ACIDOSIS HIPERCLORÉMICA AGREGADA AL  
PUNTAJE DEL ARF SCORE PARA FALLA RENAL  
AGUDA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA  
CARDIACA EN EL HOPITAL DE CARDIOLOGIA DEL CMN SXXI.  
COHORTE RETROSPECTIVA.**

**PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALIDAD EN:**

**CARDIOLOGIA CLÍNICA**

**PRESENTA:**

**DR. PEDRO JAVIER PUIG SOSA**

**TUTOR DE TESIS:**

**MC. DIANA ROMERO ZERTUCHE**

**CD. MX., 2025**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **DEDICATORIA:**

### **A mi esposa:**

Susana Burguet Cruz, mi amiga, compañera, el amor de mi vida, la persona que me ha apoyado y la que ha cuidado de nuestra relación pese a los problemas.

### **A mi hija:**

Valeria Montserrat Puig Burguet mi princesa, parte importante del motor de mi vida, que amo con todo mi ser.

### **A mis padres:**

Pedro Javier Puig Nolasco e Irma Cira Sosa Romero, por el amor y su apoyo incondicional siempre, por los valores que me inculcaron que moldearon mi persona.

A mis compañeros y amigos de la residencia por el apoyo y su compañía y por la ayuda hasta este último momento.

A todos mis maestros en los que aprendí cosas buenas y también a evitar a realizar malas prácticas, siempre y la gran mayoría de veces con una sonrisa.

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	2
Tabla de abreviaturas.....	4
Marco teórico.....	6
Planteamiento del problema .....	12
Justificación .....	13
Pregunta de investigación .....	13
Objetivos .....	14
General.....	14
Específicos.....	14
Hipótesis.....	14
Material y métodos.....	15
Diseño del estudio.....	15
Marco poblacional.....	15
Selección de los pacientes y muestreo.....	15
Definición de las variables.....	16
Cálculo de tamaño de muestra.....	21
Análisis estadístico.....	21
Descripción del estudio.....	22
Recursos.....	22
Consideraciones éticas.....	23
Resultados.....	25
Discusión.....	32
Conclusión.....	33
Anexos.....	34
Bibliografía.....	38

## TABLA DE ABREVIATURAS

IRA	Insuficiencia renal aguda.
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI	CNM SXXI
FEVI	fracción de expulsión del ventrículo izquierdo
FRA	Falla renal aguda
RIFLE	«Risk», «Injury» y «Failure»
AKIN	Acute Kidney Injury Network
KIM.1	Molécula de lesión renal-1
NGAL	Gelatinasa de neutrófilos asociada a lipocalina
NAG	N-acetil-b-D-glucosaminidasa
HRS	horas
ARF score	Puntaje de falla renal aguda
mmol	Milemoles
mEq	Miliequivalentes
HCO <sub>3</sub>	bicarbonato
H <sup>+</sup>	hidrogeno
pCO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
pH	Potencial de hidrógeno
kg	kilogramos
NTA	Necrosis tubular aguda
RVM	Reemplazo de válvula mitral
TGF	Tasa de filtrado glomerular
ml	Mililitros
h	hora
ASSESS-AKI	Evaluación seriada y subsecuente de falla

	renal aguda
TRIBE-AKI	Investigación de búsqueda trasnacional de biomarcadores en falla renal aguda
TPQ	Terapia post quirúrgica
AG	Anión gap
Na	sodio
Cl	cloro
NH	amoníaco
HCL	Acido clorhídrico
ATR	Acidosis tubular renal
UCI	Unidad de cuidados intensivos
CABG	Coronary Artery Bypass Graft
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
CPB	Derivación cardio pulmonar
BCIAo	Balón intra aórtico de contrapulsación

## MARCO TEÓRICO.

La falla renal aguda (FRA) es un proceso habitual sobre todo en pacientes críticos, pueden dividirse en tres categorías: <sup>(1,2)</sup>

a. Prerenal, que es causada por deterioro de la perfusión renal, lo que condiciona reducción en el filtrado glomerular.

b. Postrenal que es causada por obstrucción del sistema de colección urinario intrínseco o extrínseco.

c. Renal que incluye estructuras de la nefrona (glomérulos, túbulos, vasos o intersticio). La afección más frecuente es la azoemia intrínseca renal ó necrosis tubular aguda (NTA), que es causada por isquemia o lesión nefrotóxica.

La hiperazoemia prerrenal e isquemia (necrosis tubular aguda) ocurren frecuentemente en pacientes a los cuales se les realiza cirugía, la prevalencia en este grupo es entre 20% a 25%. Los grupos de riesgo son pacientes con desarrollo preexistente de falla renal, antecedente de hipertensión, enfermedades cardíacas, enfermedades vasculares periféricas, diabetes mellitus, edad avanzada, cirugías de hígado, cirugía cardíaca, trasplantes, entre otros. <sup>(1,2,3,4)</sup>

El desarrollo de mortalidad después de cirugía cardíaca es entre el 2 al 8%. El riesgo de mortalidad se incrementa exponencialmente en los pacientes que desarrollan en el post operatorio falla renal aguda, con mortalidades que exceden el 50- 60%. <sup>(4,5)</sup>

La incidencia de falla renal aguda está influenciada por el tipo de cirugía cardíaca, siendo para la revascularización arterial coronaria la incidencia del 2 al 5%, en pacientes con cirugía valvular o combinaciones de revascularización coronaria y valvular la incidencia incrementa hasta el 30%, en cambio valvular transcáteter es del 10%, y cirugías aortica del 10 al 50%. <sup>(6)</sup>

En México hay investigaciones realizadas para determinar la frecuencia de Insuficiencia renal aguda en el paciente post operados de corazón; los estudios, conforme a criterios de la ARF score (puntaje en falla renal aguda) es de 3.7% al 25.9% siendo estos rangos de riesgo leve a severo respectivamente. <sup>(7,8)</sup>

Los factores de riesgo para desarrollar falla renal aguda posterior a cirugía cardiovascular son: Edad, genero, raza, peso, historia de falla cardiaca, disfunción ventricular izquierda severa (fracción de expulsión <35%), uso de balón intra-aórtico de contra pulsación preoperatorio, cirugía de emergencia, cirugía cardiaca previa, historia de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes mellitus, creatinina sérica elevada, tiempo de cirugía y tipos de cirugía cardiaca. <sup>(5)</sup>

La insuficiencia renal aguda (IRA) sigue siendo una complicación de las más severas en el paciente crítico sobre todo en el paciente con enfermedad cardiovascular y más aún en el post operado de cirugía cardiovascular, antes, durante y posterior a la cirugía, ya que incrementa el riesgo de morbi-mortalidad. <sup>(6,7,9,10,11)</sup>

Hay múltiples escalas que demuestran falla renal aguda, pero estas lo hacen prácticamente cuando está establecida la falla renal (RIFLE, AKIN). <sup>(6,8,11)</sup>

El puntaje de RIFLE, refleja lesión renal cuando la creatinina incrementada 3 veces el valor basal o la tasa de filtrado glomerular (TFG) disminuida > 75%, filtrado urinario < 0.3 mililitros/ kilogramos/hora x 24 horas o estado de anuria por 12 hrs, posicionándolo como un factor independiente de mortalidad que va del 60 a 90%. aproximadamente el 8% de pacientes expuestos a cirugía cardiaca desarrollan insuficiencia renal aguda que requieren hemodiálisis. <sup>(3,13)</sup>

Así el puntaje clínico de ARF score predice insuficiencia renal aguda subclínica posterior a cirugía cardiaca cataloga a pacientes sin riesgo (0 a 2), riesgo leve (3 a 5), moderado (6 a 8) y severo (9 a 13) <sup>(5,8)</sup> . En estudios de cohorte prospectivos como el estudio ASSESS-AKI (evaluación seriada y subsecuente de falla renal aguda) y el

estudio TRIBE-AKI (investigación de búsqueda trasnacional de biomarcadores en falla renal aguda), evaluaron biomarcadores tempranos como cistatina c, gelatinasa de neutrófilos asociada a lipocalina (NGAL), interleucina 6, interleucina 18, molécula de lesión renal-1(KIM-1) N-acetil-b-D-glucosaminidasa (NAG) los cuales refinan el diagnóstico y pronóstico de la falla renal aguda. La cistatina c se incrementa hasta 12 horas antes de ser evidente clínicamente o por métodos convencionales. <sup>(6,13,14,15)</sup>

Los biomarcadores convencionales (urea y creatinina) para detección de falla renal aguda o disminución de volumen urinario sugieren lesión renal hasta después de establecida la falla renal (disminución del 50% del filtrado glomerular), estos marcadores sirven solo para seguimiento, además se ha demostrado que está influenciado por masa muscular, edad, genero. etc. Lamentablemente los biomarcadores tempranos son de costo elevado y tiene poca disponibilidad clínica en centros médicos. <sup>(6,9,13,14)</sup>

La falla renal aguda en pacientes pos operados de cirugía cardiovascular implica mayores días de estancia en terapia cardiovascular postquirúrgica (TPQ), mayor morbilidad y mortalidad, así como incremento de costos. <sup>(6)</sup>

En sí, la fisiopatología de falla renal en pacientes pos operados de cirugía cardiovascular tienen múltiples factores que pueden influir como lo es la administración de fármacos, comorbilidades y un daño renal ya establecido de tipo subclínico (hipertensión arterial sistémica, acidosis tubulares renales subclínica, enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus de tipo insulino dependiente), factores quirúrgicos como uso de dispositivos de asistencia ventriculares, todos estos con compromiso renal intrínseco. <sup>(6,9)</sup>

Pero los mecanismos directamente implicados son secundario ha reducción del gasto cardíaco que ocasiona isquemia aguda a nivel tubular, hipotensión arterial, alteraciones de hipotermia, enfermedad aterosclerosa avanzada, hemolisis por hemo

transfusión frecuente, alteraciones del equilibrio ácido-base y respuesta inflamatoria sistémica. <sup>(6)</sup>

En la insuficiencia renal existe un defecto específico de acidificación tubular que puede condicionar acidosis hiperclorémica, esto se conoce como acidosis tubular renal (ATR). Asociada a una variedad de enfermedades, observada habitualmente en los pacientes de unidades de terapia postquirúrgica cardiovascular. <sup>(6,9)</sup>

La acidosis tubular renal (ATR) es un complejo síndrome clínico con acidosis metabólica que tiene como mecanismo un defecto de reabsorción tubular renal de bicarbonato así como la excreción urinaria de iones hidrógeno <sup>(2)</sup>, caracterizado por un anión gap normal, fue descrito por Albright et al (1946), estos síndromes se presentan con hipercloremia y con acidosis metabólica hiperclorémica y disminución de pH urinario a 5.5. <sup>(16)</sup>

A diferencia de la acidosis urémica observada en la insuficiencia renal crónica terminal, en esta acidosis tubular, la función de los glomérulos se comportan normal, o está ligeramente menos afectada que la afección de la función tubular. Se considera diferentes etiologías, endógenas o exógenas. Se clasifica en cuatro categorías: <sup>(6,9,17,18)</sup>

- a) Acidosis tubular renal distal o tipo I.
- b) Acidosis tubular renal proximal o tipo II.
- c) Acidosis tubular renal es una combinación del tipo I y II.
- d) Acidosis tubular renal hiperclorémica tipo IV.

En cuanto a la acidosis de túbulos renales proximales (Tipo II). Asociada mayormente a pacientes pos operados de cirugía cardiovascular. Fue publicado por Rodríguez y Edelman (1967), la acidosis hiperclorémica tiene como parte se su

fisiopatología un defecto tubular sobre la reabsorción de bicarbonato. La acidificación urinaria son normales en las porciones distales. Así posterior a la administración de álcalis exógenos para corregir la acidosis metabólica se condiciona paradójicamente mayor excreción de bicarbonato por la orina, excediendo hasta el 15% del filtrado a nivel glomerular. <sup>(6,9,19)</sup>

Esto explica la resistencia al tratamiento con álcalis exógenos que se dosifican frecuentemente y a dosis muy elevadas para intentar corregir la acidosis. La acidosis tubular renal proximal es causada por medicamentos, toxinas, trastornos renales diversos así como enfermedades sistémicas. <sup>(6,9,19)</sup>

La acidosis metabólica de anión gap normal secundaria a hiperclorémica es consecuencia de la retención de cloruro de HCl o equivalentes metabólicos (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) o equivalentes metabólicos (excreción de sales o aniones metabólicos en proporción a exceso de cloro). <sup>(14,19,20,21)</sup>

El término incluye cálculo del anión gap que puede ser normal, con hipercloremia; Fisiopatológicamente hay pérdida de bicarbonato, determinado por varias causas como: <sup>(22)</sup>

1. Terapias de infusión. Rápida administración de soluciones con cloruro (esencialmente salina 0.9%) esto produce acidosis hiperclorémica con anión gap normal.
2. Las pérdidas gastrointestinales alcalinas (vómito, obstrucción intestinal, fístulas, o cirugías de anastomosis).
3. Acidosis tubular renal (sobre todo tipo II ó III).

La acidosis por infusión de solución salina al 0.9% tiene concentraciones de cloro de 154 mmol/L, se considera concentraciones normales plasmáticas de cloro 100mmol/L,

por lo que todo este fluido administrado puede aumentar las concentraciones de cloro.

(18,23,24)

El diagnóstico de acidosis tubular renal proximal se realiza cuando la acidosis metabólica tiene componente hiperclorémico, con normocalemia o hipocalemia y en la orina un hiato aniónico negativo, es decir, cloro en orina superior a la suma de las concentraciones de sodio y potasio. (6,17,18)

Se sabe que el intervenir al paciente con falla renal dentro de las 24 a 48 horas o bien previo a esta, han demostrado mejorar la supervivencia, no así, cuando ya está establecida la falla renal aguda. (7)

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En México las cirugías cardíacas se han vuelto muy frecuentes ya que son tratamientos definitivos en múltiples enfermedades, sin embargo los riesgos de desarrollo de complicaciones son significativos por las diferentes comorbilidades y situaciones adversas propias de la enfermedad cardíaca a tratar. La falla renal aguda es una frecuente complicación y más en el periodo postquirúrgico hasta en un 20-25% <sup>(3,7,15,26)</sup>. La mortalidad cardíaca va del 2 al 8%, pero se incrementa drásticamente hasta un 60% cuando se complica con FRA. <sup>(4,15)</sup>

Hay escalas para el diagnóstico de FRA como RIFLE, AKIN pero confirman disfunción renal cuando ya está bien establecida, el puntaje de ARF predice en base a diferentes marcadores, clínicos, bioquímicos y estudios de gabinete que paciente puede tener falla renal previo a cirugía, dicha determinación predictiva va del 3.7% al 25.9% <sup>(1,21)</sup>

Por otro lado la acidosis metabólica hiperclorémica es consecuencia de una alteración tubular, y tiene presentación en pacientes pos operados de cirugía cardiovascular, relacionada previamente a una alteración a nivel tubular renal y a terapias de infusión salina 0.9% rápidas. <sup>(8,14,17,28)</sup>

Existen estudios para predecir FRA en pos operados cardíacos que incluyen ARF score y otros marcadores pero no hay estudios suficientes que utilicen la acidosis metabólica hiperclorémica para predecir falla renal aguda en los pacientes post operados en cirugía de corazón. <sup>(2,14,24,29)</sup>

## **JUSTIFICACIÓN.**

No se cuenta con estudios en México que asocien la acidosis metabólica hiperclorémica como marcador predictor de insuficiencia renal en el paciente posoperado de cirugía cardíaca. Los marcadores disponibles son de alto costo y poco disponibles en centros hospitalarios.

Analizar la asociación de acidosis metabólica hiperclorémica y en puntaje de ARF en las primeras 24 horas de la reanimación en los pacientes pos operados de cirugía cardíaca, serviría para obtener un predictor temprano de falla renal aguda, y con esto se podría influir en un tratamiento temprano, disminuyendo mortalidad posquirúrgica relacionada a este indicador, siendo ésta entidad de pacientes la causa de mortalidad mayor en el pos quirúrgico cardiovascular

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

En pacientes pos operados de cirugía cardiovascular:

¿Cuál es la capacidad predictora de la presencia de acidosis hiperclorémica agregada al puntaje del ARF score para falla renal aguda?

## **OBJETIVOS.**

### **A. OBJETIVO GENERAL.**

En pacientes pos operados de cirugía cardiovascular:

Determinar la capacidad predictora de la presencia de acidosis hiperclorémica agregada al puntaje del ARF score para falla renal aguda.

### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Describir características clínicas y procedimientos quirúrgicos de los pacientes pos operados que desarrollen falla renal aguda durante su estancia en la terapia postquirúrgica.
2. Determinar la incidencia de acidosis hiperclorémica en pacientes pos operados de cirugía cardiovascular.

## **HIPÓTESIS.**

La combinación de la presencia de acidosis hiperclorémica al puntaje del ARF score, aumentará la detección de falla renal aguda al menos 2% para cada estadio del puntaje ARF para los pacientes pos operados de cirugía cardiovascular.

## **MATERIAL Y MÉTODOS.**

### **1.1 DISEÑO DEL ESTUDIO.**

Se realizó un estudio con las siguientes características: Cohorte retrospectiva.

- a. Por el control de la maniobra es un estudio observacional.
- b. Por la captación de la información es retrolectivo.
- c. Por la medición en el tiempo y dirección es longitudinal.
- d. Debido a que no se cuenta con grupo control es un estudio descriptivo.

### **1.2 MARCO POBLACIONAL**

Pacientes ingresados en la Unidad de Terapia Posquirúrgica de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, post operados de cirugía cardíaca.

### **1.3 SELECCIÓN DE PACIENTES Y MUESTREO**

#### **I. Criterios de inclusión:**

- Adultos con edad de más de 18 años.
- Post operados de cirugía cardiovascular electiva.
- Que cuenten con los datos necesarios para el calcular del ARF score en las primeras 24 horas de su ingreso.

## **II. Criterios de exclusión:**

- Pacientes con falla renal crónica.
- Pacientes Postoperados de cardiopatías congénitas.
- Derivación cardiopulmonar >120 minutos.
- Otra cirugía cardiovascular previa.
- Pacientes que requieran reintervención por sangrado mayor a lo habitual.

## **1.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES**

### **A. Variable Dependiente**

1. Falla renal aguda.

Definición conceptual: Síndrome clínico agudo ( horas a semanas ) en el cual se afecta la homeostasis renal, caracterizada por la reducción de eliminación de productos nitrogenados de desecho, asociado a uresis reducida y elevación de creatinina y urea.

Definición operacional: Falla renal aguda es definida como incremento de creatinina sérica en 0.3 mg/dl o mayor en 48 hrs ó incremento de creatinina en sangre igual o mayor de 1.5 veces en los últimos 7 días ó reducción de uresis 0.5 ml/kg/h durante 6 hrs.

Variable tipo: Cualitativa, nominal

Unidad de medición: Si/ No

## **B. Variables Independientes**

### 1. ARF Score. Acute Renal Failure (ARF)

Definición conceptual: Puntaje de falla renal aguda (ARF score) predice falla renal aguda subclínica posterior a cirugía cardíaca, clasificándolos en pacientes sin riesgo, ligero riesgo, moderado riesgo y severo riesgo.

Definición operacional: Escala predictora que contempla género, insuficiencia cardíaca, fracción de expulsión, uso de balón de contrapulsación, EPOC, DMT2, creatinina preoperatoria, cirugía de emergencia y tipo de cirugía para predecir falla renal aguda posoperatoria. ( Ver Anexo)

Variable tipo: Cualitativa, ordinal

Unidad de medición: Sin riesgo, riesgo leve, riesgo moderado, riesgo severo.

### 2. Acidosis metabólica hiperclorémica.

Definición conceptual: La acidosis metabólica hiperclorémica caracterizada por retención de cloruro de HCl o equivalentes metabólicos (NH, CL) o equivalentes metabólicos (excreción de sales o aniones metabólicos en proporción a exceso de cloro).

Definición operacional: Cloro sérico a las 24 horas del episodio quirúrgico > 109 mmol/L +. Acidosis metabólica a las 24 horas del episodio quirúrgico. pH <7.4, pCO<sub>2</sub> < 40 mmHg y HCO<sub>3</sub> < 24 mEq/L elevado

Variable tipo: cualitativa, nominal

Unidad de medición: Presente/ Ausente.

## **C. Variables descriptoras .**

### 1. Sexo

Definición conceptual: hace referencia de la anatomía física del organismo biológico, cromosomas sexuales, así como de los órganos sexuales externos e internos y de las características físicas derivados.

Definición operacional: forma en que se identifica a una persona como hombre o mujer, a través de características físicas.

Variable tipo: cualitativa nominal

Unidad de medición: hombre o mujer

## 2. Insuficiencia cardiaca congestiva

Definición conceptual: Alteración que se produce cuando el miocardio no puede expulsar la sangre adecuadamente, lo que condiciona congestión y edema en órganos como hígado, pulmones, abdomen, piel, entre otros.

Definición operacional: presiones de llenado tele diastólico del ventrículo izquierdo elevadas, evaluadas por ecocardiografía transtorácica o catéter de Swan-Ganz

Variable tipo: cualitativa

Unidad de medición: Si / No

## 3. Fracción de expulsión ventricular izquierda

Definición conceptual: La fracción de eyección ventricular (FEVI) es un porcentaje que mide el volumen expulsado de sangre en cada latido del corazón.

Definición operacional: Fracción de expulsión menor del 35% (para el puntaje ARF )

Variable tipo: Cualitativa dicotómica

Unidad de medición: < 35% o > 35%

#### 4. Diabetes mellitus

Definición conceptual: Es una patología crónica que se caracteriza por elevación de glucosa en la sangre. Esto se debe resistencia de la insulina ó baja producción de esta.

Definición operacional: Antecedente, tomado de la hoja de ingreso a la Terapia Postquirúrgica.

Variable tipo: Cualitativa dicotómica

Unidad de medición: Si/ no

#### 5. EPOC

Definición conceptual: La enfermedad obstructiva crónica pulmonar (EPOC) refleja un daño pulmonar con la consiguiente reducción del flujo de air y dificulta la respiración. siendo una enfermedad crónico-degenerativa no curable.

Definición operacional: Antecedente, tomado de la hoja de ingreso a la Terapia Postquirúrgica

Variable tipo: cualitativa dicotómica.

Unidad de medición: Si/ no

#### 6. Balón de contrapulsación.

Definición conceptual: es un dispositivo de asistencia circulatoria, caracterizado por un sistema con el que por medio de un balón lleno de gas con programaciones

determinadas y coordinadas con eventos eléctricos cardiacos, estabilizan presiones en distintos espacios circulatorios.

Definición operacional: Uso de BIAC previo a cirugía cardiaca

Variable tipo: Cualitativa dicotómica.

Unidad de medición: si usó / no usó.

## 7. Creatinina

Definición conceptual: Elemento del organismo, producto del metabolismo de la creatina. Básicamente es un metabolito de desecho muscular que es filtrado vía renal para excreción urinaria

Definición operacional: Se tomarán los valores de los estudio pre-operatorios, y post-operatorios. Tomados del expediente clínico.

Variable tipo: Cuantitativa continua

Unidad de medición: mg/dl

## 8.-Cirugía cardiaca:

Definición conceptual: es un procedimiento quirúrgico que se realiza para corregir problemas del corazón. Se puede realizar para reparar estructuras dañadas, corregir enfermedades congénitas o reemplazar un corazón dañado.

Definición operacional: se obtendrá el tipo de procedimiento quirúrgico de la hoja quirúrgica.

Variable tipo: cualitativa nominal

Unidad de medición: cirugía valvular mitral, valvular aortica, cirugía de revascularización, cirugía valvular tricuspidea.

### **CALCULO DE TAMAÑO DE MUESTRA**

Considerando los resultados de Montes de Oca y cols (6), donde encontraron una incidencia de falla renal aguda de hasta el 25% en pacientes pos cirugía cardiaca. Tamaño de nuestra muestra calculado por fórmula de estimación de proporción, con una confiabilidad del 95% y una precisión del 5%, calculándose además la posibilidad de 15% de perdidas, se obtuvo un total de 139 pacientes requeridos para este estudio.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

El análisis descriptivo de variables cualitativas se determinó utilizando porcentajes y además frecuencias, para las variables cuantitativas se analizó su distribución de manera visual con histogramas y con pruebas de Kolmogorov-Smirnov. Si la variable tuvo distribución normal se refirió como media y desviación estándar y si tuvo distribución libre como mediana y rangos intercuartílicos.

Se calculó la incidencia de la falla renal como el número de casos de la enfermedad en un tiempo determinado entre el número total de pacientes analizados.

Se determinó el número de pacientes por clasificación de riesgo del ARF que desarrollaron falla renal aguda. Posteriormente cada paciente se reclasificó a un grado mayor de riesgo que presentaron acidosis hiperclorémica y se determinó el número de pacientes reclasificados que presentaron falla renal aguda. Se realizó la comparación entre grupos con Chi cuadrada y prueba exacta de Fisher.

## **DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

Se revisó los expedientes médicos de personas ingresadas a la terapia postquirúrgica de Enero 2023 a diciembre 2024 y se tomaron los datos de todos los pacientes que cumplieron con los criterios de selección. Se incluyó antecedentes, tipo de cirugía, medicamentos, soluciones empleadas durante y posterior a la cirugía, así como estudios de laboratorio pre quirúrgicos, transquirúrgicos y post quirúrgicos, de relevancia para este proyecto de investigación. Para asegurar que fuera confidencial los datos, en las hojas de recolección se asignó un número consecutivo de folio. Con los datos obtenidos se calculó el ARF score (ver anexo 1), y el estado acido base del paciente al inicio y durante las primeras 24 horas. Se clasificó y cuantificó la frecuencia en cada grupo de riesgo del ARF y posteriormente se reclasificó a los pacientes de acuerdo a la presencia de acidosis metabólica hiperclorémica. Se revisó las hojas de enfermería y los laboratorios de cada día de estancia de los pacientes y con ello se determinó el momento en que desarrollaron falla renal aguda.

## **RECURSOS PARA EL ESTUDIO**

El presente estudio no requirió de financiamiento externo, la información fue recabada de los expedientes clínicos y los insumos para su captura (hojas de recolección, computadora, software estadístico), se consiguió por los investigadores asociados a este proyecto

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El protocolo fué sometido a evaluación por parte del Comité Local de Investigación y el Comité de Ética en Investigación de la UMAE Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI, obteniendo numero de registro para su ejecución. **R-2025-3604-031**. El presente estudio y los procedimientos propuestos se apegarán al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, así como con la declaración de Helsinki y sus enmiendas de acuerdo con los siguientes apartados:

a) Riesgo de la investigación. De acuerdo con la Ley General de Salud, es un estudio sin riesgo ya que los investigadores no realizaron ninguna intervención, se utilizaron datos del expediente clínico para calcular el ARF score y hacer el diagnóstico de la acidosis hiperclorémica.

b) Posibles beneficios: El sujeto de estudio no recibió ningún beneficio directo de su participación, sin embargo, los resultados del proyecto permitirán un aporte al conocimiento de la enfermedad.

c) Posibles riesgos: Es un estudio sin riesgo, puesto que la información se tomó del expediente clínico.

d) Balance riesgo-beneficio: No existió un beneficio directo para el participante, el resultado de este estudio proporciona información relevante acerca del desarrollo de falla renal aguda en esta población.

e) Confidencialidad. Los investigadores se comprometen a resguardar los datos obtenidos de los sujetos de investigación (datos demográficos, variables antropométricas, resultados ecocardiográficos, resultados de los cuestionarios) y que todos serán anónimos; para ello las hojas de recolección de datos fueron identificadas

con un folio numérico consecutivo que corresponde a los datos que pueden identificar al sujeto de estudio, solo el tutor y el alumno tienen acceso a los mismos.

f) Consentimiento informado. Por el tipo de estudio no se requirió consentimiento informado, se agregó una carta de excepción de consentimiento donde se especifica cómo se garantizará la confidencialidad de los datos.

g) Selección de participantes: Toda vez que los sujetos participantes son derechohabientes del IMSS todos los sujetos con el padecimiento tienen la posibilidad de participar.

h) Conflictos de interés: No hubo conflictos de interés por parte de ninguno de los miembros del equipo de investigación en este proyecto.

Debido a que el paciente no fue sometido a ningún procedimiento diferente a los que se realizaron en el proceso de manejo postquirúrgico, no se requirió la firma de consentimiento.

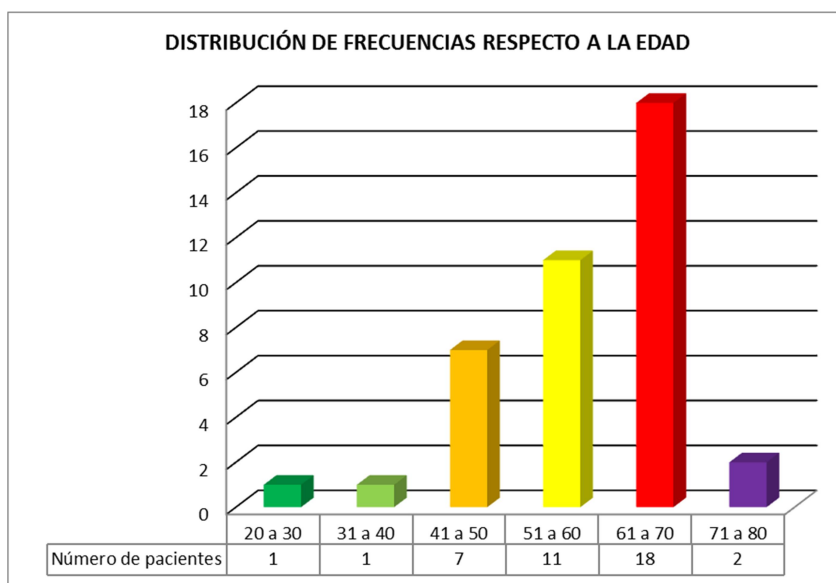
El proyecto consistió en emplear un cuestionario (instrumento) que generó los conocimientos útiles para el personal médico en el servicio correspondiente a la terapia postquirúrgica.

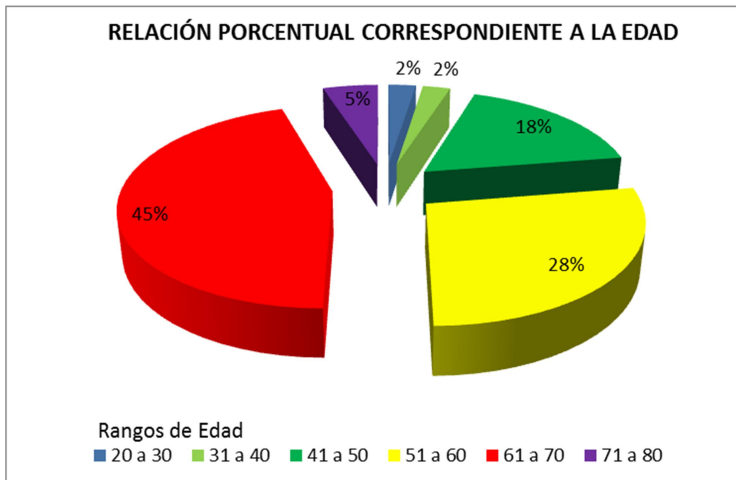
## RESULTADOS.

Se realizó un estudio de tipo observacional, de cohorte retrospectiva, durante los meses enero 2023 a diciembre 2024 , en el área de terapia postquirúrgica cardiovascular del Hospital de cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Un total de 40 pacientes que reunieron los criterios de selección, fueron analizados, los cuales fueron agrupados en relación a la distribución de frecuencias en 6 clases conforme a la edad:

Rango de Edad	Número de pacientes	Porcentaje Correspondiente
20 a 30 años	1	2.5%
31 a 40 años	1	2.5%
41 a 50 años	7	17.5%
51 a 60 años	11	27.5%
61 a 70 años	18	45%
71 a 80 años	2	5%



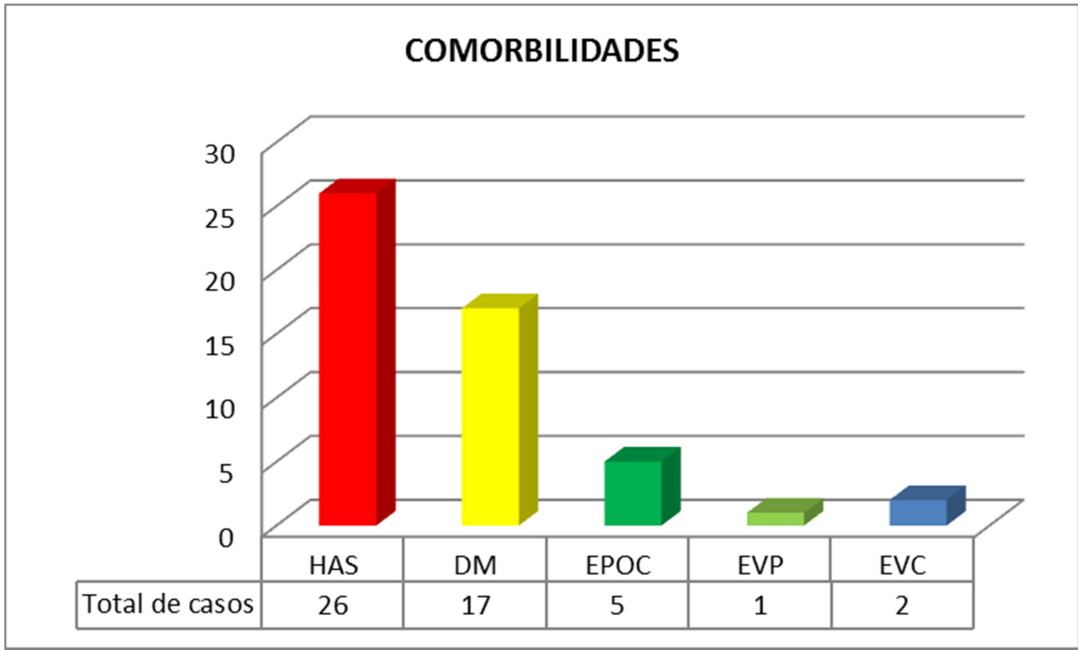


De lo que se puede concluir que el rango de edad más afectado comprendió de los 61 a 70 años, con un porcentaje del 45% de los casos.

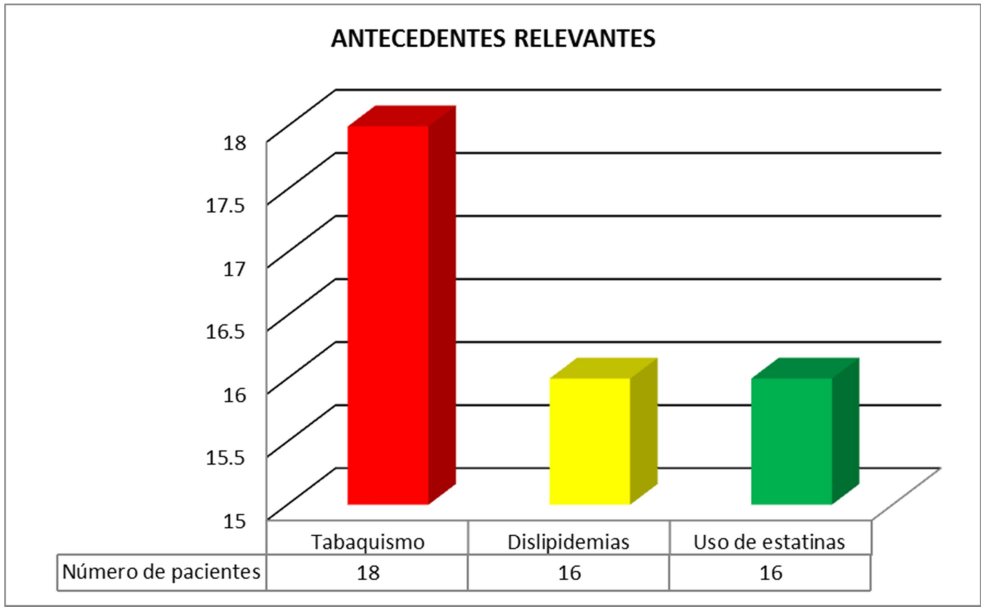
Respecto al sexo, corresponde a una relación 1:1, la edad promedio de 58.2 años.

Del total de la población estudiada, se determinó que el 65% de los casos padece hipertensión arterial sistémica; el 42.5% del total de casos cursa con Diabetes Mellitus dentro de este grupo el 12.5% tiene tratamiento a base de insulina.

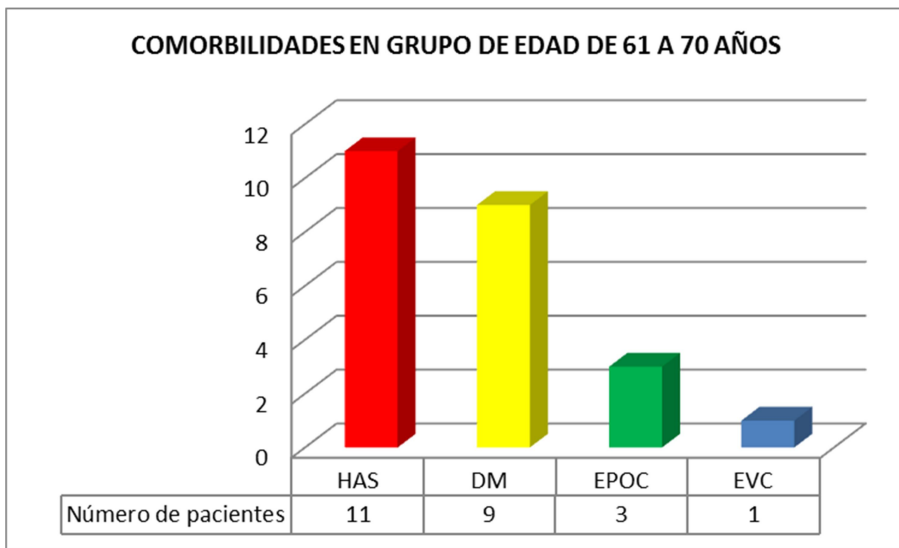
El 12.5% del total de la población estudiada cursó con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el 2.5% cuenta con el antecedente de enfermedad vascular periférica, y el 5% evento vascular cerebral.



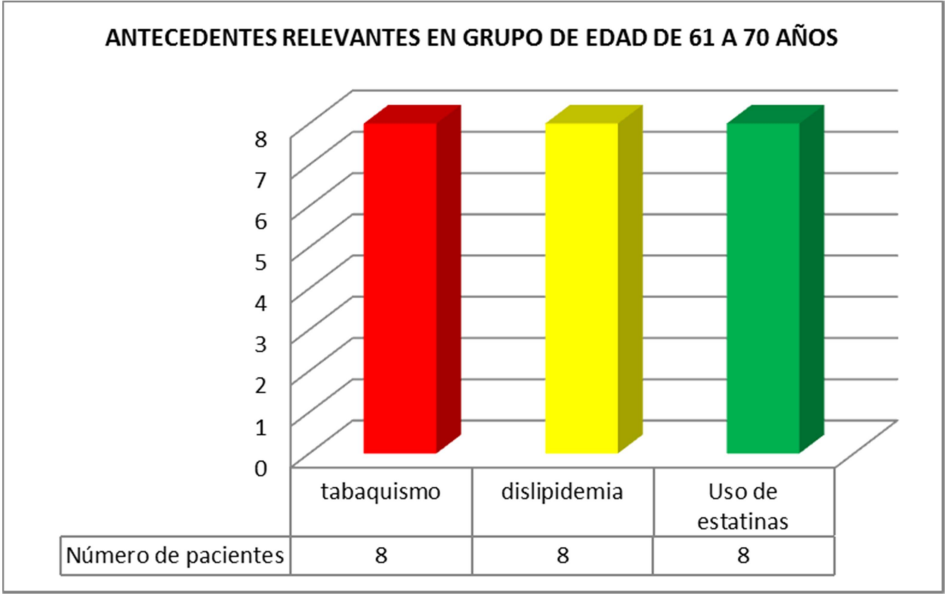
Además como antecedentes de importancia se encontró que el 45% de la población estudiada tiene antecedente de tabaquismo y el 40% cursa con dislipidemias (sin especificar tipo). Otro dato importante según la literatura de referencia es el uso de estatinas, para fines descriptivos de este estudio un total de 16 pacientes equivalentes al 40% de la población estudiada utilizó éste fármaco.



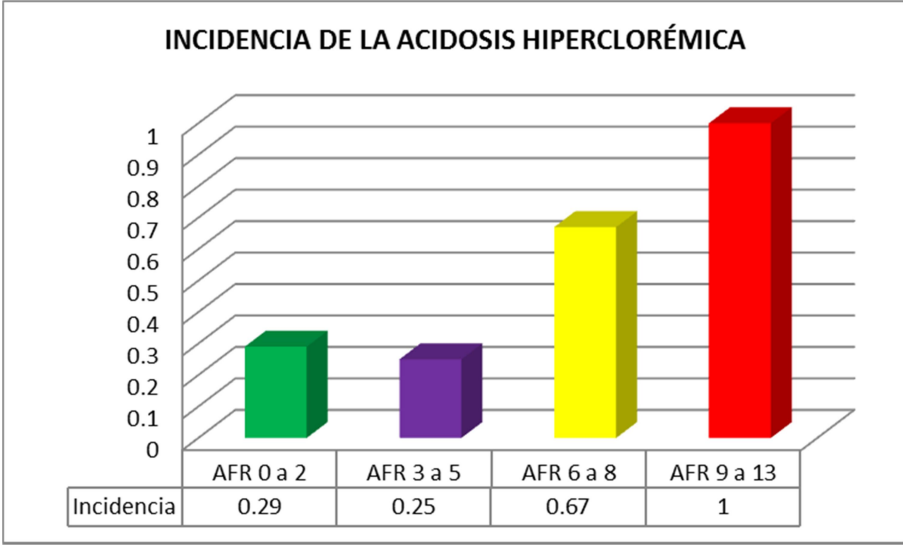
El 61.1% de la población que desarrollo insuficiencia renal tenía antecedente de Hipertensión arterial sistémica, y el 50% antecedente de Diabetes Mellitus, el 16.6% tenía antecedente de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, y 5.5% había tenido un evento vascular cerebral.



En este grupo de edad, como antecedentes de importancia el 44.4% cuenta con el factor del hábito tabáquico, 44.4% con dislipidemias y el 44.4% uso estatinas.



Respondiendo al objetivo específico de esta investigación la incidencia de la acidosis hiperclorémica es proporcional al grado de puntaje del AFR Score, es decir, cuanto más alto sea éste su incidencia será mayor.

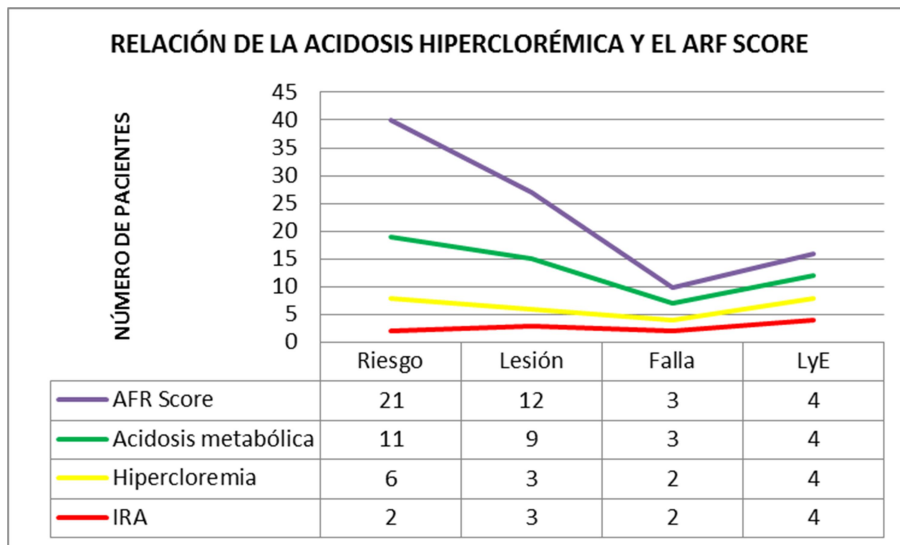


En el estudio realizado, para un ARF Score de 0 a 2 puntos, se clasifico a un total de 21 pacientes, de los cuales 11 desarrollaron acidosis metabólica y de estos 6 cursaron con hiperclorémia, lo cual indica una incidencia del 29% de los casos.

Para un ARF Score de 3 a 5 puntos, se clasifico un total de 12 pacientes, de los cuales 9 desarrollaron acidosis metabólica y de éstos 3 cursaron con hiperclorémia, lo cual indica una incidencia del 25%.

Un ARF Score de 6 a 8 puntos clasificaron 3 pacientes, de los cuales 3 desarrollaron acidosis metabólica y 2 hiperclorémia, lo cual supone una incidencia del 67%.

Por último, un ARF Score de 9 a 13 puntos, clasifico a 4 pacientes, de los cuales todos desarrollaron acidosis metabólica hiperclorémica con una incidencia del 100%.



Del primer grupo analizado, se incluyó en la columna riesgo a un total de 21 pacientes, de los cuales solo 6 desarrollaron acidosis metabólica hiperclorémica y de estos solo 2 progresaron a insuficiencia renal aguda, es decir solo el 9.5%.

Del segundo grupo analizado, se incluyó en la columna lesión a un total de 12 pacientes, de los cuales 3 desarrollaron acidosis metabólica hiperclorémica, mismos que progresaron a insuficiencia renal aguda, es decir el 25% de los casos de éste apartado.

En el tercer grupo, catalogado como falla, se incluyó a un total de 3 pacientes, de los cuales 2 desarrollaron acidosis metabólica hiperclorémica, pero el total desarrollo insuficiencia renal aguda. La variable acidosis metabólica hiperclorémica corresponde al 66.7% de casos.

En el último grupo, se incluyó a un total de 4 pacientes de los cuales 4 desarrollaron acidosis metabólica hiperclorémica así como insuficiencia renal aguda, es decir, 100%.

La presencia de acidosis metabólica aumenta la capacidad predictiva del AFR score para el desarrollo de insuficiencia renal aguda. Por si sola, la variable de acidosis metabólica hiperclorémica en relación a los pacientes que desarrollan insuficiencia renal aguda cuenta con una covarianza -0.5, además de un coeficiente de correlación -0.48 confirmando mediante Pearson -0.48 lo que hace claro correlación inversa entre variables aisladas.

## DISCUSIÓN

La cirugía cardíaca se ha vuelto día con día más frecuente en todo el mundo y en nuestro país, y obviamente las complicaciones de esta se incrementan por los múltiples factores preexistentes, dentro de ellos la insuficiencia renal postquirúrgica cardiovascular es la que ha tomado mucha importancia por la gran mortalidad que ofrece al presentarse. Pese a contar con puntajes que establecen falla renal, estos lo hacen tardíamente, por lo que el puntaje ARF predice esta presentación. En este estudio queríamos incrementar esa capacidad predictora sumando la presencia de acidosis hiperclorémica.

De lo observado en los resultados la población más afectada fue de 61 a 70 años que por estadística se relaciona a mayores comorbilidades como hipertensión arterial sistémica y diabetes mellitus, que fueron las 2 enfermedades crónicas más frecuentes, esperado para rango de edades, es notorio y esperado también para dichas edades el hábito tabáquico, dislipidemia y obviamente el uso de estatinas.

La falla renal se espera más entre las personas de 61 años a 70 años por lo que es importante considerar y esperar que el puntaje ARF en esta población es más elevado, así también en el estudio hace evidente que a mayor puntaje de ARF la acidosis hiperclorémica es más frecuente considerando hasta en un 100% en el puntaje más alto de ARF, con esto se logró responder las preguntas de esta investigación y considerar que si hay una mayor capacidad predictora de falla renal aguda.

Respondiendo al objetivo específico de esta investigación la incidencia de la acidosis hiperclorémica es proporcional al grado de puntaje del AFR Score, es decir, cuanto más alto sea éste su incidencia será mayor. Importante considerar sobre todos los dos últimos

grupos , 6 a 8 puntos y el de 9 a 13 puntos , en los que el progresión a falla renal es del 66.7% y 100% respectivamente.

### **CONCLUSIONES:**

La incidencia de acidosis hiperclorémica es más frecuente a mayor puntaje de ARF.

La capacidad predictora del ARF score asociado a acidosis metabólica hiperclorémica predicen de manera temprana el diagnóstico de insuficiencia renal aguda.

La acidosis hiperclorémica sola no tiene un importante valor predictivo de insuficiencia renal, pero la asociación de acidosis hiperclorémica sumado al ARF score y más con alto puntaje predice altamente y de manera temprana la falla renal, con esto se puede acelerar o anticipar en tratamiento médico y con ello reducir la mortalidad.

## ANEXOS.

### Anexo 1

#### Puntaje de falla renal aguda ( ARF score)

Factor de riesgo	Puntos
Género femenino	1
Insuficiencia cardíaca congestiva	1
Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo	1
Uso preoperatorio de BIAC	2
EPOC	1
Diabetes con requerimiento de insulina	1
Cirugía cardíaca previa	2
Cirugía de urgencia	1
Solo cirugía valvular	2
CABG + valvular	2
Otras cirugías cardíacas	2
Creatinina preoperatoria 1.2 a < 2.0 mg/dl	5
Creatinina preoperatoria > 2.1	
Sin riesgo (0 a 2)	
Riesgo leve (3 a 5)	
Moderado (6 a 8)	
Severo (9 a 13)	

**Anexo 2**  
**Factores predisponentes para Falla Renal Aguda**

<b>FACTORES PREDISponentES PARA FALLA RENAL AGUDA</b>		
<b>FACTORES PREDISponentES:</b> EDAD FALLA CARDIACA FUNCION RENAL BASAL ANEMIA DIABETES EPOC URGENCIA FARMACOS NEFROTOXICOS AGENTES CONTRASTADOS GENETICOS	<b>FACTORES INTRAOPERATORIOS:</b> HIPOPERFUSIÓN RENAL TIPO DE CIRUGIA USO DE CPB: -HEMODILUCIÓN -HIPOTERMINA -FLUJO NO PULSATIL -INFLAMACIÓN -NEFROTOXICIDAD -EMBOlizACIÓN	<b>FACTORES POSOPERATORIOS:</b> BAJO GASTO CARDIACO POST COLOCACION DE BIAC AGENTES VASOACTIVOS FARMACOS NEFROTOXICOS DEPLECIÓN DE VOLUMEN SEPSIS

## **ANEXO 3 CARTA DE EXCEPCIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

### **SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación titulado **“Capacidad predictora de la presencia de acidosis hiperclorémica agregada al puntaje del ARF score para falla renal aguda en pacientes sometidos a cirugía cardiaca en el Hospital de Cardiología del CMN SXXI. Cohorte retrospectiva”**, es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

Edad, sexo, tipo de cirugía, creatinina, antecedentes de DM2 insulino dependiente, EPOC, cloremia en suero, ph.

### **MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS**

En apego a la disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y este contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **“Capacidad predictora de la presencia de acidosis hiperclorémica agregada al puntaje del ARF score para falla renal aguda en pacientes sometidos a cirugía cardiaca en el Hospital de Cardiología del CMN SXXI. Cohorte retrospectiva”** cuyo

propósito es producto de tesis para obtener grado académico y posterior publicación en revista científica.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atte. Dra Diana Romero Zertuche.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Englbergera, L. (2012). Increased Risk Of Acute Kidney Injury In Patients Undergoing Tricuspid Valve Surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 1 – 7.
2. Parolari, A. (2012). For the monzino research group on cardiac surgery outcomes risk factors for perioperative acute kidney Injury after adult cardiac surgery: Role of perioperative management. *Ann thorac surg*, 93, 584 –591.
3. Candela-Toha, A. (2008). Predicting Acute Renal Failure after Cardiac Surgery: External Validation Of Two New Clinical Scores. *Clin J Am Soc Nephrol*, 3, 1260 –1265.
4. Huen, S. (2012). Predicting Acute Kidney Injury Following Cardiac Surgery: A Systematic Review. *Ann Thorac Surg*, 93, 337–347
5. Charuhas, V. (2005). A clinical score to predict acute renal failure after Cardiac Surgery. *J Am Soc Nephrol*, 16, 162–168.
6. Montes De Oca, A. (2009). Detección temprana de insuficiencia renal aguda después de cirugía cardiaca mediante ARF Score y cistatina C. *Revista De La Asociación Mexicana De Medicina Crítica Y Terapia Intensiva*, XXIII, 125-129
7. Bojar, R. (2011) Fluid management, renal, metabolic and endocrine. *Manual of perioperative care in adult cardiac surgery*. USA: Wiley-Blackwell.
8. Maitra, G. (2009). Renal Dysfunction after Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery- Risk Factors and Preventive Strategies. *Indian J Anaesth*, 53, 401–407

9. Gehlbach, B. (2004). Review bench-to-bedside review: treating acid–base abnormalities in the intensive care unit – the role of buffers. *Critical Care*, 8, 259-265
10. Haase, M. (2009). Biomarkers early predict the severity of acute kidney injury after cardiac surgery in adults. *Ann Thorac Surg*, 88, 124 –130.
11. Parolari, A. (2012). For the monzino research group on cardiac surgery outcomes risk factors for perioperative acute kidney Injury after adult cardiac surgery: Role of perioperative management. *Ann thorac surg*, 93, 584 –591
12. Chertow, G. (1998). Independent Association between Acute Renal Failure and Mortality Following Cardiac Surgery. *Am J Med*, 104, 343 – 348
13. Cai, X. (2012). Serum cystatin C is an early biomarker for assessment of renal function in burn patients. *Clin Chem Lab Med*, 50, 667–671.
14. Hsiao, P. (2012). Early prediction of acute kidney injury in patients with acute myocardial injury. *Journal of Critical Care*, 10, 1-7
15. Thakar, C (2003). Renal dysfunction and serious infections after open heart surgery. *Kidney Int*; 64. 239-246
16. Neil, A. (2011). Renal Tubular Acidosis Syndromes November. *Southern Medical Journal*, 11, 93-102.
17. Neil, A. (2011). Renal Tubular Acidosis Syndromes November. *Southern Medical Journal*, 11, 93-102.

18. Kyle, J. (2003). Kellumb Acid–Base And Electrolyte Analysis In Critically IllPatients: Are We Ready For The New Millennium? Current Opinion in Critical Care, 9, 468–473.
19. Stephen, L. (1998). Gluck acid-base. The Lancet, 352, 474 – 479
20. Forni, L. (2006). Unmeasured Anions in Metabolic Acidosis: Unravelling the Mystery. Critical Care, 10, 220.
21. Kraut, J. (2012). Differential diagnosis of nongap metabolic acidosis: value of a systematic approach. Clin J Am Soc Nephrol, 7, 671–679.
22. Mariscalco, G. (2011). Acute kidney injury: A relevant complication after cardiac surgeryann. The society of thoracic surgeons, 92, 1539 –1547.
23. Kraut, J. (2010). Metabolic Acidosis: Pathophysiology, Diagnosis And Management Nat. Rev. Nephrol. Recuperado de <http://www.Nature.Com/Nrneph>.
24. Constable, P. (2003) Hyperchloremic acidosis: The classic example of strong ion acidosis. Anesth Analg, 96, 919 – 922.
25. Heringlake, M. (2012). A Perioperative Infusion Of Sodium Bicarbonate Does Not Improve Renal Function In Cardiac Surgery Patients: A Prospective Observational Cohort Study. Critical Care, 16, 156-165.
26. Mahaldar<sup>1</sup>, A. (2012). Risk Prediction Of Acute Kidney Injury In Cardiac Surgery And Prevention Using Aminophylline. Indian Journal of Nephrology, 22.
- 27 Guidet, B. (2010). A balanced view of balanced solutions. Critical Care, 14, 325. 1-12