



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

T E S I S

**COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO
DE LA ESCALA SAKI Y CRATE
COMO PREDICTORAS DE LESIÓN RENAL AGUDA
EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA
CON USO DE CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA**

*Para obtener el título de
Especialidad en Anestesiología*

P R E S E N T A :

Dra. Nydia Cristina Suárez Morales
Médico residente de tercer año, Anestesiología

DIRECTORES DE TESIS:

Dr. Salvador Hernández Bautista
Dr. Sergio Manuel Orozco Ramírez
Dra. Vanessa Elena Martínez Gutiérrez
Dr. Edgard Efrén Lozada Hernández



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
B A J I O

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío,
León, Guanajuato, diciembre de 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TÍTULO:

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO DE LA ESCALA SAKI Y CRATE COMO PREDICTORAS DE LESIÓN RENAL AGUDA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDÍACA CON USO DE CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA.

Dra. María Antonieta Díaz Guadarrama

Jefe de Enseñanza

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

Dra. Nydia Cristina Suárez Morales

Residente de tercer año Anestesiología

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

Dr. Salvador Hernández Bautista

Anestesia cardiovascular

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

Dr. Sergio Manuel Orozco Ramírez

Neuroanestesiología

Profesor titular del curso de especialización en anestesiología

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

Dra. Vanessa Elena Martínez Gutiérrez

Anestesia cardiovascular

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

Dr. Edgard Efrén Lozada Hernández

Investigador C en Ciencias Médicas

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

Facultad de Medicina



ÍNDICE

ANTECEDENTES.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
JUSTIFICACIÓN.....	8
HIPÓTESIS.....	9
OBJETIVOS.....	9
MÉTODOS.....	10
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14
ASPECTOS ÉTICOS.....	15
FINANCIAMIENTO.....	16
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	28
ANEXOS.....	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
AGRADECIMIENTO.....	35

ANTECEDENTES

La lesión renal aguda (LRA) se ha identificado como el factor de riesgo más importante para mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca (1).

Estudios epidemiológicos multicéntricos multinacionales ubican la sepsis como la causa más común de LRA en pacientes hospitalizados en terapia intensiva, seguida de la LRA asociada a cirugía cardíaca (2).

La lesión renal aguda se define como una disminución abrupta de la función renal. Esta disminución la mayoría del tiempo se refiere a la tasa de filtración glomerular, la cual no se puede medir en tiempo real. (15)

La incidencia de LRA como consecuencia directa de una intervención quirúrgica depende del tipo de cirugía. La derivación (bypass) cardiopulmonar durante cirugía cardíaca generalmente se asocia a una incidencia hasta del 30%, 1 a 6% de estos pacientes requerirá terapia de sustitución renal, esto asociado a un riesgo de muerte hasta 8 veces mayor (4).

Los reportes de lesión renal aguda asociada a cirugía cardíaca varían en la literatura debido a la diversa aplicación de los criterios clásicos entre diferentes investigadores. Esta variabilidad dificulta la comparación entre resultados. En estudios de mayor extensión se han aplicado los criterios de la red de lesión renal aguda (AKIN por sus siglas en inglés) y RIFLE (riesgo, injuria, falla, pérdida y enfermedad renal terminal), de acuerdo con la Fundación para Mejorar el Desenlace en la Enfermedad Renal (KDIGO por sus siglas en inglés) (2,3).

Múltiples estudios se han propuesto encontrar relación entre variables preoperatorias y el desarrollo de LRA con el objetivo de realizar escalas predictivas.

En su mayoría, las cohortes se componen principalmente de pacientes caucásicos y se conducen en población europea, así como estadounidense. No obstante, es reconocido que la incidencia de la enfermedad cardiovascular, así como los desenlaces en cirugía cardíaca se modifican de acuerdo con el grupo étnico de los individuos (4).

Inohara realizó un estudio multicéntrico retrospectivo en Estados Unidos, donde incluyó 15,588 pacientes de diferentes etnias con el objetivo de comparar el desenlace a largo plazo posterior a cirugía de revascularización coronaria, encontrando una mayor supervivencia en pacientes japoneses revascularizados. Se encontraron datos similares para hispanos y caucásicos, siendo la raza negra quien obtuvo desenlaces significativamente más sombríos (5).

Anteriormente, se tomaban en cuenta únicamente variables preoperatorias. Algunos autores consideran que el mejor período para aplicar la escala predictiva es en el postoperatorio temprano, debido a factores intraoperatorios que tendrán influencia en el curso de la hospitalización de los pacientes. (7)

Liotta y colaboradores realizaron un estudio multicéntrico con 25,665 pacientes a los cuales se les dio seguimiento por 6 años. Sus resultados concluyeron que cambios mínimos en la creatinina sérica (CrS) posoperatoria, sin llegar a niveles evidentemente patológicos, se asocia a mayor mortalidad tanto a corto como a largo plazo (3, 16). Trayendo el reflector sobre la lesión renal aguda subclínica.

La escala de predicción de LRA posterior a cirugía cardíaca electiva (AKICS por sus siglas en inglés) se realizó en Brasil en el año 2007, en dicho estudio reportaron que aun ajustando comorbilidades y realizando procedimientos no invasivos para disminuir el impacto de la LRA, no se ha logrado atenuar dicha complicación. Modelos experimentales sugieren que la probable causa es una intervención tardía. La terapia debe ser instaurada dentro de las primeras 24- 48 horas posterior a la inducción de la lesión renal. Por lo cual, una escala de predicción específica para pacientes sometidos a cirugía cardíaca es de utilidad al identificar aquellos pacientes con riesgo alto de desarrollar LRA.

En 2016, en España, Jorge-Monjas y colaboradores crearon la escala CRATE, una escala con variables preoperatorias e intraoperatorias, añadiendo variables que valoran función orgánica en el período postoperatorio temprano. Fue confirmada su validación ya que pudo predecir tempranamente el desarrollo de LRA cuando se utilizó bomba de circulación extracorpórea en pacientes con función renal conservada. Es sencilla de calcular al pie de cama del paciente y permite una evaluación inicial rápida dentro de la primera hora de admisión a terapia intensiva. Es la primera escala en utilizar los criterios RIFLE en su definición, lo cual puede ser útil al compararse con otras escalas predictivas (19).

SAKI, es una escala creada en Singapur en el año 2016. Singapore Acute Kidney Injury se creó como una comparación a la escala creada previamente en Brasil, AKICS. Tomaron 17 variables, las 6 que tuvieron diferencias estadísticamente significativas fueron: TFG menor a 60 mL/min/1.73 m², tiempo de pinzamiento aórtico mayor a 100 minutos, edad mayor a 60 años, FEVI menor a 40%, tiempo de

circulación extracorpórea mayor a 140 minutos, padecer diabetes que requiera manejo con insulina. Mithiran et al., en este estudio, describen un área bajo la curva para SAKI de 0.740 en la cohorte de validación, contra 0.776 para AKICS, con una diferencia que no fue estadísticamente significativa ($p= 0.417$) (4).

Meersch y colaboradores utilizaron las mediciones de biomarcadores en orina como la proteína de unión al factor de crecimiento insulinoide-7 (IGFBP7) y el inhibidor tisular de metaloproteinasas-2 (TIMP-2), los cuales identificaron exitosamente el estrés renal o una susceptibilidad mayor a los insultos. Al identificar a estos pacientes, aplicaron medidas de soporte, protección y evitaron uso de nefrotóxicos, observando una disminución en la aparición de LRA así concluyendo que la detección temprana influía en gran manera en los desenlaces postoperatorios (17).

Se han descrito múltiples intervenciones sin éxito para reducir la aparición de LRA, además se han desmentido mitos en cuanto a intervenciones que se creían útiles, como la administración permisiva de cristaloides (14). También se han descrito factores tanto preoperatorios (obesidad, grupo étnico), transoperatorios (hiperoxemia, uso de líquidos, hipertensión arterial) como postoperatorios, sin llegar a consensos específicos para la prevención (10, 11, 12, 13, 14)

Zarbock et al, realizaron un metaanálisis donde incluyeron 6699 participantes. Obtuvieron como resultado la disminución de LRA en aquellos pacientes donde se realizó un pre-acondicionamiento isquémico remoto, el cual consistió en someter las extremidades de los pacientes a isquemia transitoria. Dicho metaanálisis aparenta ser de los primeros resultados favorables en cuanto a intervenciones para prevenir la LRA (18).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La capacidad predictiva de la escala CRATE es diferente comparada con la escala SAKI en la aparición de lesión renal aguda en pacientes sometidos a cirugía cardíaca con uso de circulación extracorpórea?

JUSTIFICACIÓN

La lesión renal aguda es una complicación grave y prevalente en cirugía cardíaca, aún más cuando se realiza bajo circulación extracorpórea. Se reporta una incidencia de hasta el 30%, del cual 1 a 6% requerirá terapia de sustitución renal, además, se verá aumentada su mortalidad hasta 8 veces. Se han realizado escalas predictivas para identificación de la lesión renal, evolucionando de criterios clínicos hasta biomarcadores. Todo con el objetivo de lograr un diagnóstico temprano, para realizar intervenciones de protección renal en pacientes con riesgo aumentado.

En el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío se realiza cirugía cardíaca con uso de circulación extracorpórea de manera regular. Pretendemos, que mediante la comparación de las escalas SAKI y CRATE, contribuir al HRAEB con un estudio que valorará cual escala tiene mayor valor predictivo en nuestra población y ser usada como estándar de oro en el diagnóstico de esta complicación. Con el objetivo de identificar aquellos pacientes en riesgo y mejorar la toma de decisiones durante el transoperatorio. Además, despertar la curiosidad para la realización de protocolos futuros prospectivos donde se estudien intervenciones tanto en el pre, trans y postoperatorio para disminuir la incidencia de la LRA asociada a cirugía cardíaca, y con esto, disminuir el tiempo de estancia en UCI,

disminuir costos de estancia intrahospitalaria, aumentar supervivencia y calidad de vida de los pacientes.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula: La capacidad predictiva de la escala CRATE no es diferente comparada con la escala SAKI en la aparición de lesión renal aguda en pacientes sometidos a cirugía cardíaca con uso de circulación extracorpórea en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Hipótesis alterna: La capacidad predictiva de la escala CRATE es diferente comparada con la escala SAKI en la aparición de lesión renal aguda en pacientes sometidos a cirugía cardíaca con uso de circulación extracorpórea en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Comparar la capacidad predictiva de la escala CRATE contra la escala SAKI en la aparición de lesión renal aguda en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con uso de circulación extracorpórea en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

Objetivos específicos.

- Determinar incidencia de lesión renal aguda en el postoperatorio temprano (primeras 48 horas) utilizando como criterio diagnóstico los criterios AKIN en cualquiera de sus diferentes estadios de gravedad (1, 2 y 3)

- Revisar los expedientes y calcular el puntaje de la CRATE y SAKI en cada uno de los pacientes.
- Determinar incidencia de lesión renal aguda predicha mediante ambas escalas.
- Identificar puntos de corte específicos para la población mexicana de los factores de riesgo con más peso para el desarrollo de LRA
- Comparar la capacidad predictiva de cada escala con los diagnósticos realizados mediante los criterios AKIN

MÉTODOS

Tipo de estudio: Observacional, retrospectivo, longitudinal, de pruebas diagnósticas

Universo de estudio: Todos los pacientes mayores de 18 años sometidos a cirugía cardíaca no urgente donde se haya usado bomba de circulación extracorpórea en el HRAEB en el período comprendido entre enero 2016 a septiembre 2021

Muestra: Será obtenida por disponibilidad simple

Cálculo del tamaño de muestra: de acuerdo con la cantidad de procedimientos registrados del año 2016 a 2021 (fuente: conjunto básico de datos anual del HRAEB)

Criterios de inclusión:

- Pacientes sometidos a cirugía cardíaca no urgente
- Pacientes quienes requirieron de bomba extracorpórea durante su intervención
- Pacientes mayores de 18 años
- Pacientes con expediente clínico completo (los datos suficientes para calcular ambas escalas)
- Pacientes que cuenten con diagnóstico de certeza de LRA en el postoperatorio

Criterios de exclusión:

- Pacientes pediátricos (menores de 18 años)
- Pacientes intervenidos de cirugía cardíaca donde no se usó bomba de circulación extracorpórea
- Pacientes quienes hayan fallecido en el quirófano
- Pacientes con registro incompleto de las variables a estudiar
- Pacientes que no cuenten con diagnóstico de certeza de LRA en el postoperatorio

Criterios de eliminación:

- Pacientes quienes hayan fallecido dentro de las primeras 48 horas postquirúrgicas
- Pacientes quienes ya contaran con filtrado glomerular disminuido preoperatoriamente, de grado 3IFG menor a 30 ml/min/1.73m²

Variables:

- Dependientes: Lesión renal aguda
- Independiente: Escala predictora
- Descriptivas: Género (dicotómica), edad (de razón), comorbilidades (nominal categórica), tiempo de circulación extracorpórea (nominal categórica), tiempo de pizamiento aórtico (nominal categórica), tipo de procedimiento (nominal categórica), lactato (de intervalo), EuroScore (nominal categórica), creatinina (de intervalo), fracción de eyección (de intervalo)

Variable	Tipo de variable	Escala de medición	Definición conceptual	Definición operacional
Lesión renal aguda	Dependiente	Cualitativa nominal	Disminución abrupta de la función renal	Cumplir con los criterios AKIN en cualquiera de sus grados (1, 2 o 3) Detallados en Anexo 1
Escala predictora	Independiente	Cuantitativa de intervalo (SAKI/CRATE)	Escala SAKI toma en cuenta diversas variables, su presencia da un puntaje que al sumarlos nos indica un riesgo Escala CRATE toma en cuenta diversas variables, su presencia da un puntaje que al sumarlos nos indica un riesgo	Anexo 2 Escala SAKI Anexo 3 Escala CRATE
Género	Independiente	Cualitativa dicotómica	Diferencias biológicas y cualitativas entre hombre y mujer	Mujer / Hombre
Edad	Independiente	Cuantitativa discreta	Tiempo el cual ha vivido una persona medida en años	Años

Comorbilidades	Independiente	Cualitativa nominal	Término médico, presencia de enfermedades, además de la enfermedad o trastorno primario	Diabetes: sí/no Hipertensión: sí/no
Tiempo de circulación extracorpórea	Independiente	Cuantitativa continua	Tiempo que el paciente estuvo sometido a bomba de circulación extracorpórea	Minutos
Tiempo de pinzamiento aórtico	Independiente	Cuantitativa continua	Tiempo medido desde que se realiza pinzamiento aórtico hasta despinzamiento de la misma	Minutos
Tipo de procedimiento	Independiente	Cualitativa nominal	Realización de uno o más procedimientos durante una misma intervención	Único o múltiple
Lactato	Independiente	Cuantitativa continua	Producto intermediario en el metabolismo de carbohidratos y del metabolismo no esencial de los aminoácidos	Milimoles/ Litro
Creatinina	Independiente	Cuantitativa continua	Producto final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y en la sangre, que se excreta por la orina	Miligramos/ Decilitro
Fracción de eyección	Independiente	Cuantitativa discreta	Porcentaje de sangre que sale del corazón en cada contracción	Porcentaje
Euroscore	Independiente	Nominal categórica	Euroscore toma en cuenta diversas variables, su presencia da un puntaje al final se suman y nos indica un riesgo de mortalidad en cirugía cardíaca	EUROSCORE Puntos Riesgo mortalidad <2 7 3-4 10 5-7 20 8-10 30 >11 40

PROCEDIMIENTO

Se realizó un estudio observacional retrospectivo sin intervención. Fue controlado debido a que se tomaron 2 grupos: los que desarrollaron falla renal y los que no la desarrollaron, dentro de las primeras 48 horas posquirúrgicas.

Se definió lesión renal de acuerdo con los criterios AKIN (ver anexo 1).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó con ayuda del programa comercial SPSS 25 para Windows estadística descriptiva para conocer la distribución de las variables. Se formaron dos grupos de acuerdo con la presencia o no de lesión renal aguda, las variables continuas se reportaron como media y desviación estándar y la comparación de los resultados entre ambos grupos se efectuó mediante una prueba t de student para grupos independientes, las complicaciones y variables demográficas se expresaron como frecuencia y porcentaje. La comparación de los resultados se realizó a través de una prueba de X^2 y exacta de Fisher para los diferentes casos. En casos en que no se cumplieron los supuestos de normalidad se usó estadística no paramétrica con la prueba de U de Mann-Whitney.

Se realizó para cada una de las escalas un análisis de sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y positivo, razón de verosimilitud positivo y negativo y se realizó estadística bayesiana.

Se calculó el área bajo la curva y se compararon ambas escalas para determinar cual tuvo mejor rendimiento predictivo diagnóstico. Un valor de $p < 0.05$ se consideró como significativo.

ASPECTOS ÉTICOS

El proyecto fue presentado ante los Comités de Ética e Investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad, este protocolo de investigación estuvo fundamentado según las normas y lineamientos éticos, el reglamento de la Ley General de Salud en su capítulo III artículo 17 y con la declaración de Helsinki adoptada por la 64^a. Asamblea Médica Mundial, Fortaleza, Brasil (2013), esta hace referencia a las recomendaciones para guiar al personal de la salud en la investigación biomédica con seres humanos. Además de seguir los códigos y estatutos internacionales vigentes a la fecha actual para la práctica adecuada en el campo de la investigación clínica.

La normatividad nacional que sustenta este protocolo está dada por la Ley General de Salud NOM- 012-SSA3-2012 que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.

Fueron salvaguardados todos y cada uno de los datos obtenidos, no se expusieron los datos de identificación ni cualquier otro dato personal de los pacientes

FINANCIAMIENTO

No aplica

RESULTADOS

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo comparativo y longitudinal entre enero del 2016 y septiembre del 2021, se analizaron un total de 218 pacientes, de los cuales se excluyeron 69 mismos que representaron el 31.6% de la muestra, debido a que: 18 de ellos eran pacientes pediátricos, 7 fallecieron en el perioperatorio inmediato, 14 se encontraban con filtrado glomerular menor a 45 ml/min/1,73 m² previo al evento quirúrgico y 30 pacientes por razones diversas, como no contar con información suficiente en el expediente para poder ser clasificados de acuerdo con las escalas a analizar.

Los 149 pacientes incluidos fueron divididos en dos grupos, en el primero se clasificó a los que presentaron criterios diagnósticos de LRA mediante AKIN, usando tanto creatinina posoperatoria como índice urinario. El segundo grupo se compuso de los pacientes en quienes no se realizó el diagnóstico de LRA, aunque se llegaron a observar elevaciones transitorias de creatinina dentro de las primeras horas posquirúrgicas, al normalizarse dentro de las primeras 48 horas queda excluido dicho diagnóstico. El primer grupo se compuso de 25 pacientes (16.8%), 20 (80%) presentaron LRA AKIN grado I, 2 pacientes grado II (8%) y 3 (12%) fueron grado III.

Dentro de sus características basales no hubo diferencia estadísticamente significativa entre el género, la presencia de comorbilidades, la cantidad de procedimientos a los cuales fueron sometidos y el diagnóstico de fondo por el cual fueron sometidos a cirugía. En la edad se encontró que los pacientes que desarrollaron LRA eran mayores con un valor de p de 0.002 y también la DM con uso de insulina como tratamiento se asoció a LRA con un valor de p de 0.027 (Tabla1).

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS BASALES

Variable	No LRA (n=124)	LRA (n=25)	P
Genero			
Femenino	49(39.5)	10(40)	0.567*
Masculino	75(60.5)	15(60)	
Edad(años)	50.45(14.11)	59.64(12)	<u>0.002**</u>
DM insulina(si)	4(3.2)	4(16)	<u>0.027*</u>
Comorbilidades(no)	3(2.4)	0(0)	0.574*
Procedimiento			
Único	59(47.6)	13(52)	0.427*
Múltiple	65(52.4)	12(48)	
Diagnostico			
Valvular	94(75.8)	18(72)	0.809*
Cardiopatía isquémica	29(23.4)	7(28)	
Diseccción aortica	1(0.8)	0(0)	

*Variable cualitativa se reporta como frecuencia (porcentaje) comparación entre grupos χ^2

**Variable cuantitativa se reporta como media (desviación estándar) comparación entre grupos t de student para grupos independientes.

Se analizaron las diferencias entre los pacientes que presentaron LRA y los que no de acuerdo con las escalas SAKI y CRATE. De los seis criterios que se usan en la escala SAKI hubo diferencia estadísticamente significativa en tres de ellos: los pacientes con LRA tenían una menor tasa de filtración glomerular preoperatoria ($p=0.001$), eran de mayor edad ($p=0.002$) y presentaron una mayor proporción diabéticos que ya tenían insulina como parte de su tratamiento ($p=0.027$) (Tabla 2). Sin embargo, al comparar el puntaje global y el porcentaje de riesgo entre ambos grupos no hubo diferencia estadísticamente significativa.

TABLA 2. CRITERIOS SAKI

Variable	No LRA (n=124)	LRA (n=25)	p
taO	106.25(37.2)	108.76(36.5)	0.758**
TFGpre	96.4(20.3)	81.4(18.45)	<u>0.001**</u>
Edad(años)	50.45(14.11)	59.64(12)	<u>0.002**</u>
FEVI	55.83(11.12)	53.6(12.6)	0.374**
tCEC	126.9(44.59)	128.04(37.9)	0.911**
DM insulina(si)	4(3.2)	4(16)	<u>0.027*</u>
SAKIpts	2.5(2-4)	3.5(1.75-5.75)	0.529***
SAKIriesgo	0.17(0-0.17)	0.17(0.17-0.44)	0.116***

*Variable cualitativa se reporta como frecuencia (porcentaje) comparación entre grupos χ^2

**Variable cuantitativa se reporta como media (desviación estándar) comparación entre grupos t de student para grupos independientes.

***Variable cuantitativa se reporta como mediana (percentil 25-75%) comparación entre grupos U Mann Whitney.

De los cuatro criterios que se usan en la escala CRATE hubo diferencia estadísticamente significativa en uno de ellos: los pacientes con LRA tenían una creatinina preoperatoria mayor $p=0.014$ (Tabla 3). Sin embargo, al comparar el

puntaje global y el porcentaje de riesgo entre ambos grupos no hubo diferencia estadísticamente significativa.

TABLA 3. CRITERIOS CRATE

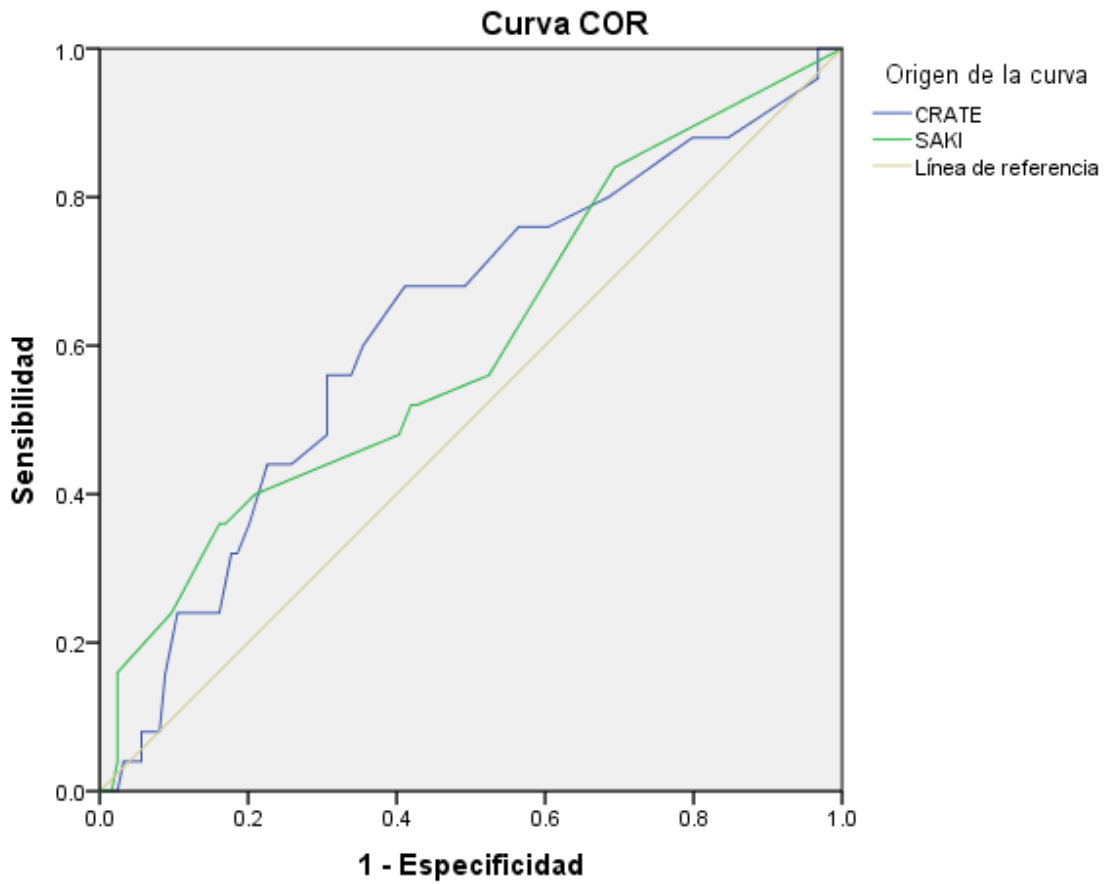
Variable	No LRA (n=124)	LRA (n=25)	p
Euroscore	1.16(0.83-2.09)	1.18(0.99-1.87)	0.912*
Lactato	4.25(2.07)	4.26(2.12)	0.998**
Creatinina	0.82(0.19)	0.93(0.18)	<u>0.014**</u>
Bomba Pts	12.15(3.8)	12.4(3.5)	0.856**
CRATE pts	54.39(12.29)	58.76(11.98)	0.106**
CRATE riesgo	19.14(3.6-27)	27(3.6-27)	0.256*

*Variable cuantitativa se reporta como mediana (percentil 25-75%) comparación entre grupos U Mann Whitney.

**Variable cuantitativa se reporta como media (desviación estándar) comparación entre grupos t de student para grupos independientes.

Se compararon ambas escalas para identificar su capacidad diagnóstica con la construcción de las curvas ROC, siendo con un mejor rendimiento diagnóstico la escala CRATE, pero ambas con un área bajo la curva considerado como pobre rendimiento ya que ambas en el intervalo de confianza abarcan el 0.5 (Figura 1).

Figura 1. Curva ROC escalas CRATE y SAKI (área bajo la curva e intervalo de confianza al 95%)



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Área bajo la curva

Variables de resultado de prueba	Área	Error estándar ^a	Significación asintótica ^b	95% de intervalo de confianza asintótico	
				Límite inferior	Límite superior
CRATE	.625	.063	.050	.502	.747
SAKI	.602	.065	.107	.476	.729
modeloregresion	.746	.060	.000	.629	.863

Las variables de resultado de prueba: CRATE, SAKI, modeloregresion tienen, como mínimo, un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Las estadísticas podrían estar sesgadas.

a. Bajo el supuesto no paramétrico

b. Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

Se construyó un modelo de regresión lineal generalizado incluyendo las variables de ambas escalas para construir un nuevo modelo combinado, se realizó un análisis bivariado para identificar la asociación de estas variables con la presencia o no de lesión renal aguda y se realizó un ajuste en las mismas variables con la regresión medido por el OR y el IC al 95%, para identificar las variables susceptibles de ser incluidas en el modelo (Tabla 4).

TABLA 4. MODELO DE REGRESIÓN COMBINADO

Variable	No LRA (n=124)	LRA (n=25)	p	OR	IC al 95%
Intercepto			0.006	2.51	3.3-15.1
Creatinina	0.82(0.19)	0.93(0.18)	<u>0.014</u>	<u>1.08</u>	<u>1.2-16</u>
preop					
DM	4(3.2)	4(16)	<u>0.027</u>	<u>1.17</u>	<u>1.96-8.2</u>
insulina(si)					
Edad(años)	50.45(14.11)	59.64(12)	<u>0.002</u>	<u>1.09</u>	<u>1.02-9.9</u>
Euroscore	9.03(7.3)	7.6(2.64)	0.350	0.09	0.6-1.75
FEVI	55.83(11.12)	53.6(12.6)	0.374	0.96	0.6-1.02
Género	75(60.5)	15(60)	0.567	0.11	0.06-1.95
Masc					
Lactato	4.25(2.07)	4.26(2.12)	0.998	1.01	0.07-1.31
tCEC	126.9(44.59)	128.04(37.9)	0.911**	0.9	0.94-1.02
TFGpre	96.4(20.3)	81.4(18.45)	<u>0.001**</u>	<u>1.06</u>	<u>0.93-1.02</u>
taO	106.25(37.2)	108.76(36.5)	0.758**	1.011	0.097- 1.02

Análisis bivariado y ajuste con regresión logística múltiple.

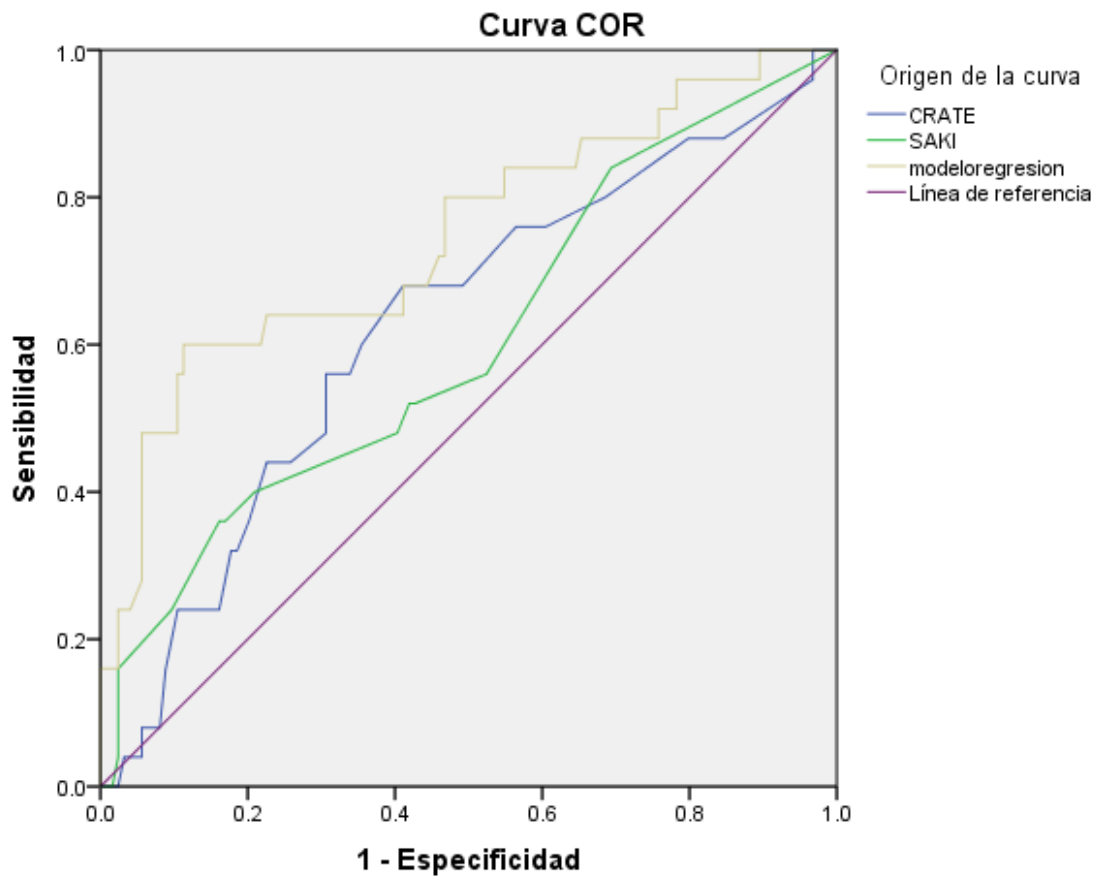
Se realizó un sobremuestreo previo a realizar el desarrollo del modelo con el algoritmo ROSE (Randomly Over Sampling Examples) en el entorno de R estudio para balancear los grupos.

Se desarrolló el modelo con la dirección backward y la de calidad del modelo se midió con el modelo Akike.

El modelo resultante fue: $\text{Intercepto} = 0.0016 + \text{Edad} * 1.049 + \text{FEVI} * 0.98 + \text{DM Insulino} * 10.51 + \text{creatinina} * 20.26$

Se aplicó el modelo y se calculó la probabilidad para cada paciente, con el resultado se construyó la curva ROC la cual reportó 0.74 como área bajo la curva y se comparó con la escala SAKI y CREATE, teniendo una mayor área bajo la curva y un IC que no incluía al 0.5 lo que le da mejor rendimiento diagnóstico (Figura 2).

Figura 2. Modelo de regresión logística múltiple.



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Área bajo la curva

Variables de resultado de prueba	Área	Error estándar ^a	Significación asintótica ^b	95% de intervalo de confianza asintótico	
				Límite inferior	Límite superior
CRATE	.625	.063	.050	.502	.747
SAKI	.602	.065	.107	.476	.729
modeloregresion	.746	.060	.000	.629	.863

Las variables de resultado de prueba: CRATE, SAKI, modeloregresion tienen, como mínimo, un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Las estadísticas podrían estar sesgadas.

a. Bajo el supuesto no paramétrico

b. Hipótesis nula: área verdadera = 0,5

Se evaluó el rendimiento diagnóstico de las 2 pruebas y se comparó con el modelo de regresión logística múltiple (Tabla 5).

TABLA 5. COMPARACIÓN RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO ESCALAS

Escala	SAKI	CREATE	Regresión logística múltiple
AUC	0.6 (0.476-0.729)	0.6(0.50-0.747)	0.74(0.629-0.863)
Sensibilidad	36%	4%	48%
Especificidad	83%	94%	90%
VPP	30%	12.5%	100%
VPN	86%	86%	89%

DISCUSIÓN

La lesión renal aguda asociada a cirugía cardíaca cuenta con un problema de infraestimación. Fuhrman y Kellum reportan una incidencia de aparición de esta de 2-50%. Presentando una variabilidad evidente, ésta debido a la diferencia entre poblaciones que componen los estudios realizados, así como a las distintas definiciones con las que se realiza el diagnóstico de LRA (1).

El objetivo del presente estudio fue comparar el rendimiento diagnóstico de dos escalas para la predicción de la aparición de lesión renal aguda, en las primeras 48 horas del posoperatorio de una cirugía cardíaca donde se haya utilizado apoyo de circulación extracorpórea.

Mithiran en su estudio realizado en 2016, donde se crea la escala SAKI, estudia una cohorte de 954 pacientes, de los cuales 224 (29.34%) desarrollaron LRA diagnosticada con AKIN. Nuestra investigación se rigió por la misma definición proporcionada por el Acute Kidney Injury Network, arrojando una incidencia de 16.8% lo cual es consistente con otros estudios, como Liotta et al., que reportan LRA entre 12-17% (3, 4)

Se encontró que entre la escala SAKI y CRATE hay diferencias en sensibilidad de 36% y 4% y en especificidad de 83% y 94% respectivamente, dejando a la escala CRATE con mejor rendimiento diagnóstico. Así mismo, obtuvimos diferencias al realizar el cálculo del área bajo la curva (AUC). Mithiran, reporta en su artículo donde crea la escala SAKI un AUC de 0.74 con un intervalo de confianza (IC) de 0.675-0.805, en nuestro estudio se encontró de 0.62 con IC de 0.476-0.729. En el artículo de origen de la escala CRATE, obtienen un AUC de 0.887 con IC 0.852-0.921 vs nuestra investigación que la encuentra en 0.625 con IC de 0.502-0.747.

También se analizaron las variables basales individualmente, identificando una diferencia estadísticamente significativa en la presencia de: edad avanzada, filtrado glomerular preoperatorio disminuido y pacientes diabéticos quienes tienen insulina como tratamiento, encontrando similitud con otros modelos de predicción. Otra variable que se ha descrito como significativa es la creatinina (Cr), tanto en su medición preoperatoria tanto como posoperatoria. Liotta et al, se dieron a la tarea de interceptar la instauración de la LRA, interpretando cambios mínimos en Cr posoperatoria (<0.3mg/dL) argumentando la presencia de daño tubular renal sin presentar disminución de la función renal, LRA subclínica (3). Nuestro estudio

encontró que los pacientes que cuentan con una Cr preoperatoria >0.93 mg/dL están en mayor riesgo de desarrollar LRA en el posoperatorio.

La fortaleza principal de nuestro estudio es que es el primero realizado en población mexicana. Tomando en cuenta la variabilidad entre poblaciones, se pudo aplicar un modelo de predicción de lesión renal aguda en uno de los países con los ambientes más diabetogénicos descritos. Basto-Abreu et al., reporta que 1 de cada 6 mexicanos son diabéticos. 12,8 millones de mexicanos viven con diabetes en la actualidad de los cuales únicamente 39% cuenta con un control adecuado y 42% utilizan insulina en su tratamiento. Los factores de riesgo dietéticos, la obesidad y el sobrepeso siguen siendo ampliamente prevalentes. Sumando a esto la insuficiencia de hábitos protectores como el consumo de frutas, verduras, legumbres y realizar actividad física intensa, tenemos una población necesitada de criterios enfocados al contexto de su realidad socioeconómica (20). Inohara et al., realizó un estudio donde incluyeron 15,588 pacientes. Se realizó una comparación entre etnias, dividieron a la población estadounidense en: caucásicos, afro-americanos, hispanos, asiático-americanos y fueron comparados con población japonesa, todos sometidos a procedimientos de revascularización coronaria tanto mediante derivación cardiopulmonar, así como percutánea. Describieron que los pacientes pertenecientes a la etnia japonesa presentaban mejores perfiles en escalas de riesgo, contaban con mayor esperanza de vida, una menor prevalencia de enfermedad pulmonar obstructiva crónica a pesar de tener altos índices de tabaquismo y que la diabetes tiene un menor impacto en desenlaces de morbi-mortalidad a largo plazo, además de presentar menor calcificación en las placas

ateromatosas coronarias y por último, las claras diferencias en dieta y estilo de vida. Con esto, describieron que encontraron resultados a largo plazo significativamente mejores en este grupo étnico (5). Dejándonos cimientos para investigar más detenidamente a la población que nos rodea, ya que la información genética, estatus socio-económico y hábitos higiénico-dietéticos, se han identificado como factores de riesgo individuales en cada región del país y del mundo.

La segunda fortaleza del estudio es que se utilizaron tanto creatinina como volumen urinario para realizar el diagnóstico de LRA mediante AKIN, en algunos estudios reportaron poca disponibilidad del volumen urinario o poca fiabilidad debido a diferentes vías de reportar el misma (4,7)

Dentro de las debilidades del estudio podemos mencionar que se trata de un estudio retrospectivo, el cual necesita de validación mediante estudios prospectivos.

La siguiente desventaja es que todos los pacientes provienen del mismo hospital, un estudio multicéntrico en México nos hablaría de una muestra con menos oportunidad de sesgos.

Por último, el tamaño de la muestra. Encontrando un área de oportunidad, despertando el interés para realizar en el futuro estudios prospectivos, aleatorizados, que validen los hallazgos que el presente estudio retrospectivo nos proporcionó. El Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío tiene el volumen de pacientes, el recurso informático y el humano para formar parte de investigaciones multicéntricas que brinden mejora en la calidad de los procedimientos anestésico-quirúrgicos que diariamente brindamos a la población mexicana.

CONCLUSIONES

La lesión renal aguda (LRA) se ha identificado como el factor de riesgo más importante para mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. La derivación (bypass) cardiopulmonar durante cirugía cardíaca generalmente se asocia a una incidencia hasta del 30%. Nuestro estudio encontró una incidencia del 16% en la población del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío.

La escala CRATE comparada con SAKI tuvo mejor rendimiento diagnóstico para identificación de LRA en las primeras 48 horas posquirúrgicas.

Se realizó el modelo de regresión lineal generalizado teniendo una mayor área bajo la curva y un intervalo de confianza que no incluía al 0.5 lo que le da mejor rendimiento diagnóstico que SAKI y CRATE.

Las diferencias poblacionales son variables importantes para los resultados a largo plazo en las intervenciones cardiovasculares.

Se necesitan realizar más estudios prospectivos, multicéntricos, para fabricar modelos y escalas predictivas validadas, adecuadas a la población en la que serán aplicadas, para obtener pronósticos cada vez más acertados y desarrollar protocolos de protección renal en cirugía cardíaca.

ANEXOS

ANEXO 1. CRITERIOS DIAGNÓSTICO AKIN

GRADO	CREATININA SÉRICA	VOLUMEN URINARIO
1	Aumento mayor a 0.3 mg/dl o mayor 1.5-2 veces al valor basal en 48 horas	Menor a 0.5 ml/kg/hr por más de 6 horas
2	Aumento 2-3 veces al valor basal	Menor a 0.5 ml/kg/hr por más de 12 horas
3	Aumento 3 veces al valor basal, creatinina mayor a 4 mg/dl, aumento agudo mayor 0.5 mg/dl o necesidad de terapia sustitutiva renal	Menor a 0.5 ml/kg/hr por más de 24horas o anuria por 12 horas

Tomado de: Moore, Peter K.. *Management of Acute Kidney Injury: Core Curriculum 2018. American Journal of Kidney Diseases, Volume 72, Issue 1, 136 – 148*

ANEXO 2: ESCALA SAKI (Singapore Acute Kidney Injury Scoring System)

FACTOR DE RIESGO	PUNTOS
Tasa de filtrado glomerular menor a 60 ml/min/1.73 m ²	5
Tiempo de pinzamiento aórtico mayor a 100 minutos	2.5
Edad mayor a 60 años	2
Fracción de eyección menor a 40%	1.5
Tiempo de bomba de circulación extracorpórea mayor a 140 minutos	1.5
Diabetes que requiera insulina	1.5

INTERPRETACIÓN: RIESGO DE LRA USANDO LA ESCALA SAKI

PUNTUACIÓN	RIESGO DE LRA	RIESGO DE HEMODIALISIS CONTINUA VENO-VENOSA O DIALISIS
0-5	0.17	0.01
5.5-9	0.44	0.07
9.5-14	0.73	0.15

Tomada de: Mithiran H, Kunnath Bonney G, Bose S, Subramanian S, Zhe Yan ZN, Zong En SY, Papadimas E, Chauhan I, MacLaren G, Kofidis T. *A Score for Predicting Acute Kidney Injury After Coronary Artery Bypass Graft Surgery in an Asian Population. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2016 Oct;30(5):1296-301*

ANEXO 3: ESCALA CRATE

CREATININA mg/dl	PUNTOS CREATININA
<0.96	18
0.97- 1.26	25
1.27- 1.49	30
>1.50	39

LACTATO mg/dl	PUNTOS LACTATO
<17.9 (1.99mmol/L)	5
18- 23.9 (2-2.65 mmol/L)	6
24- 36.8 (2.66-4.08 mmol/L)	9
36.9- 51 (4.1- 5.66 mmol/L)	13
>51.1 (5.67 mmol/L)	21

TIEMPO DE BOMBA (MIN)	PUNTOS TIEMPO DE BOMBA
<81	7
82-104	9
105-138	12
139-181	15
>182	20

EUROSCORE II	PUNTOS EUROSCORE
<2.9	7
3-4	10
5-7	20
8-10	30
>11	40

INTERPRETACIÓN: RIESGO DE LRA USANDO LA ESCALA CRATE

PUNTAJE	%LRA	CATEGORÍA
<50	3.6	Muy bajo riesgo
51-70	27	Bajo riesgo
70-80	46.7	Moderado riesgo
80-90	63.5	Alto riesgo
>90	100	Muy alto riesgo

Tomado de: Jorge-Monjas P, Bustamante-Munguira J, Lorenzo M, et al. Predicting cardiac surgery-associated acute kidney injury: The CRATE score. Journal of Critical Care. 2016 Feb;31(1):130-138.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fuhrman DY, Kellum JA. Epidemiology and pathophysiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury. *Curr Opin Anaesthesiol* 2017; 30: 60-5
2. Machado MN, Nakazone MA, Maia LN. Prognostic value of acute kidney injury after cardiac surgery according to kidney disease: improving global outcomes definition and staging (KDIGO) criteria. *PLoS One* 2014; 9:e98028
3. Liotta M, Olsson D, Sartipy U, Holzmann MJ (2014) Minimal Changes in Postoperative Creatinine Values and Early and Late Mortality and Cardiovascular Events After Coronary Artery Bypass Grafting. *Am J Cardiol* 113(1): 70–5
4. Mithiran H, Kunnath Bonney G, Bose S, Subramanian S, Zhe Yan ZN, Zong En SY, Papadimas E, Chauhan I, MacLaren G, Kofidis T. A Score for Predicting Acute Kidney Injury After Coronary Artery Bypass Graft Surgery in an Asian Population. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2016 Oct;30(5):1296-301
5. Inohara T, Kohsaka S, Goto M, Furukawa Y, Fukushima M, Sakata R, et al. (2015) Hypothesis of Long-Term Outcome after Coronary Revascularization in Japanese Patients Compared to Multiethnic Groups in the US. *PLoS ONE* 10(5): e0128252
6. Moore, Peter K.. Management of Acute Kidney Injury: Core Curriculum 2018. *American Journal of Kidney Diseases*, Volume 72, Issue 1, 136 - 148
7. Palomba H, de Castro I, Neto AL, et al: Acute kidney injury prediction following elective cardiac surgery: AKICS Score. *Kidney Int* 72:624-631, 2007

8. Chertow GM, Levy EM, Hammermeister KE et al. Independent association between acute renal failure and mortality following cardiac surgery. *Am J Med* 1998; 104: 343–348
9. Loef BG, Epema AH, Smilde TD et al. Immediate postoperative renal function deterioration in cardiac surgical patients predicts in-hospital mortality and long-term survival. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16: 195–200
10. Sirvinskas E, Andrejaitiene J, Raliene L, Nasvytis L, Karbonskiene A, Pilvinis V, Sakalauskas J. Cardiopulmonary bypass management and acute renal failure: risk factors and prognosis. *Perfusion*. 2008 Nov;23(6):323-7
11. Oshita T, Hiraoka A, Nakajima K, Muraki R, Arimichi M, Chikazawa G, Yoshitaka H, Sakaguchi T. A Better Predictor of Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery: The Largest Area Under the Curve Below the Oxygen Delivery Threshold During Cardiopulmonary Bypass. *J Am Heart Assoc*. 2020 Aug 4;9(15):e015566
12. Hendrix RHJ, Ganushchak YM, Weerwind PW. Oxygen delivery, oxygen consumption and decreased kidney function after cardiopulmonary bypass. *PLoS One*. 2019 Nov 22;14(11):e0225541
13. Kandler K, Nilsson JC, Oturai P, Jensen ME, Møller CH, Clemmesen JO, Arendrup HC, Steinbrüchel DA. Higher arterial pressure during cardiopulmonary bypass may not reduce the risk of acute kidney injury. *J Cardiothorac Surg*. 2019 Jun 13;14(1):107
14. Kanakis M, Martens T, Muthialu N. Postoperative saline administration following cardiac surgery: impact of high versus low-volume administration on acute kidney injury. *J Thorac Dis*. 2019 May;11(Suppl 9):S1150-S1152.

15. Schetz M, Schortgen F. Ten shortcomings of the current definition of AKI. *Intensive Care Med.* 2017 Jun;43(6):911-913
16. Karkouti K, Rao V, Chan CT, Wijeyesundera DN; TACS Investigators. Early rise in postoperative creatinine for identification of acute kidney injury after cardiac surgery. *Can J Anesth* 2017
17. Meersch M, Schmidt C, Hoffmeier A, et al. Prevention of cardiac surgery-associated AKI by implementing the KDIGO guidelines in high risk patients identified by biomarkers: the PrevAKI randomized controlled trial. *Intensive Care Med* 2017.
18. Zarbock A, Schmidt C, Van Aken H, et al. Effect of remote ischemic preconditioning on kidney injury among high-risk patients undergoing cardiac surgery: a randomized clinical trial. *JAMA* 2015; 313: 2133-41
19. Jorge-Monjas P, Bustamante-Munguira J, Lorenzo M, et al. Predicting cardiac surgery-associated acute kidney injury: The CRATE score. *Journal of Critical Care.* 2016 Feb;31(1):130-138.
20. Basto-Abreu AC, López-Olmedo N, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, De la Cruz-Góngora VV, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Romero-Martínez M, Barquera S, Villalpando S, Barrientos-Gutiérrez T. Prevalence of diabetes and glycemic control in Mexico: national results from 2018 and 2020. *Salud Publica Mex [Internet].* 5 de noviembre de 2021

A mi familia,
la de sangre y la que me ha ido adoptando en el camino.

Gracias.