



GOBIERNO DE
MÉXICO



NUEVO
ISSSTE
INSTITUTO DE SEGURIDAD
Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE
HIDALGO**
FACULTAD DE CIENCIA MÉDICAS Y BIOLÓGICAS DR.
DR. IGNACIO CHAVEZ



HOSPITAL REGIONAL MORELIA I S S S T E
TESIS

**Identificación de la lesión renal aguda por medio del índice resistivo renal en lo
pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Regional
ISSSTE Morelia de Julio a Octubre 2022**

Que presenta:

Evelyn Martha Guerrero Santamaría

Para obtener el grado de:
Médico Especialista en

Medicina crítica

Asesores de Tesis:

Dra. Magdalena Bravo Veléz

Dra. Miriam Nichte Camacho Carrasco

Dr. Iván Aguirre Martínez

Dra. Lindsay Zarahí Plata López

Morelia, Michoacán

México

mayo del 2024



AUTORIZACIÓN DE TESIS

DRA. ELISEA TORRES VAZQUEZ
DIRECTOR HOSPITAL REGIONAL MORELIA ISSSTE

D. EN C.E. MARTHA SÁNCHEZ PEREZ
COORDINADORA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN HRM

DR. JORGE ELLIOT RODRIGUEZ SANCHEZ
JEFE DEL SERVICIO DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS
HRM

DR. CARLOS IVAN ROMERO VARGAS
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE LA ESPECIALIDAD MEDICINA
CRÍTICA

EVELYN MARTHA GUERRERO SANTAMARIA
NOMBRE DEL TESISISTA

AGRADECIMIENTOS

A la vida que me dio la oportunidad de elegir mi camino profesional. Así encontrándome en este momento para hacer un agradecimiento a mis asesores de Tesis Dra. Magdalena Bravo Vélez, Dra. Miriam Nichte Camacho Carrasco, Iván Aguirre Martínez, Lindsay Zarahí Plata López, Dra. Martha Sánchez por sus invaluable aportaciones académicas, por su loable experiencia y consejos. Porque a pesar de las horas de trabajo agotador siempre se encontraron con una actitud amable inspiradora, acompañándome en todo el proceso de investigación. A mi profesor Titular el Dr. Carlos Iván Romero Vargas y mi adjunta Dra. Ana María Luna Lobio por adquirir este compromiso más con mis compañeros y conmigo que suena fácil pero es difícil.

A todos mis adscritos de la Unidad de Cuidados Intensivos por el tiempo y esfuerzo dedicado inmensamente agradecida. Sin embargo con un cariño especial a mis maestras Dra. Hilda Romero, Dra. Nichte Camacho, Ana Maria Luna Lobio y Magdalena Bravo Vélez Luna al área de enfermería ya que formaron parte de mi enseñanza y crecimiento. Así como a mis compañeros que formaron parte de mi segunda casa el Dr. Luis Medina y el Dr. Luis Barrera.

Mil gracias a la Institución ISSSTE Morelia y directivos por brindarme una oportunidad y espacio para mi crecimiento como subespecialista así como a todos mis pacientes que depositaron su confianza para mejorar su salud de igual manera y no menos importante a nuestra Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo que nos cobijó en el momento adecuado y oportuno. Llevando así una vez más el corazón Nicolaita con orgullo y respeto.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis hijos Alondra y Matias a mis padres Martín y María, hermanos Saraid y Nestor por que sin ellos no lo hubiese logrado. Gracias por todos sus esfuerzos sin importar hora, día y sacrificios personales, por ese apoyo a diario y sobre todo la espera incondicional a lo largo de toda mi vida.

Por ello les entrego este trabajo como fruto de su paciencia, amor y apoyo incondicional.

Muchas gracias Familia, los amo.

RESUMEN

Identificación de la lesión renal aguda por medio del índice resistivo renal en los pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Regional ISSSTE Morelia de Julio a Octubre 2022

Introducción: La lesión renal aguda es un problema de salud pública en las unidades de cuidados intensivos es un gran reto en el enfermo grave ya que se encuentra relacionado a morbimortalidad. La evaluación de la lesión renal aguda se realiza de manera convencional por medio de variables estáticas como RIFLE y AKIN, las cuales se basan en marcadores tardíos de lesión renal como el volumen urinario, nivel de creatinina y filtrado glomerular. El índice resistivo renal es un marcador de evaluación temprana de lesión renal aguda que se caracteriza por ser accesible, reproducible, cuantificable, dinámico y con una elevada sensibilidad, especificidad y capacidad pronostica.

Objetivo: Identificación oportuna de la lesión renal por medio del índice resistivo renal en los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos en el Hospital Regional ISSSTE Morelia.

Materiales y métodos: Estudio prospectivo, observacional, longitudinal y descriptivo. Evaluando pacientes ingresados de la unidad de cuidados intensivos del Hospital Regional ISSSTE Morelia de Julio a Octubre del año 2022. Donde se realizara rastreo ultrasonografico midiendo del índice resistivo renal. Se evaluará la normalidad de los datos a través de la prueba Shapiro Wilk. Las variables cuantitativas se expresarán como media y desviación estándar, las variables cualitativas se expresarán como frecuencia y porcentaje. Se buscara diferencias entre los grupos a través de la prueba T de student o U de mann whitney dependiendo de su normalidad. También a través de la prueba chi cuadrada para las variables cualitativas. Se calculará la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del índice resistivo en comparación con el score AKIN para detección de lesión renal aguda. Se considerará estadísticamente significativo cuando la p sea menor de 0.05. Se buscara correlación entre las variables cuantitativas a través de la correlación de spearman.

Resultados: Se estudió 44 pacientes cumplieron los criterios de inclusión del estudio, 20 tuvieron que ser eliminados del estudio, por lo que se analizaron los datos de veinticuatro personas. Presentaron una media de edad de 59.62 ± 17.17 años con un rango de 18 a 87 años, la mayoría correspondió al sexo masculino con 16 (66.7%) pacientes. La mayoría de los pacientes se encontraban bajo tratamiento por parte de servicios quirúrgicos con 14 (58.3%) pacientes. Se calculó la presencia de LRA de acuerdo al índice resistivo tomando como Gold estándar AKIN, el IR presento sensibilidad de 0.89 (IC 95% 0.68-0.98), especificidad de 0.4 (IC 95% 0.07-0.76), VPP de 0.85 (IC 95% 0.63-0.94) y VPN de 0.5 (IC 95% 0.08-0.91) para la detección de LRA.

Abreviaturas: IRR índice resistivo renal, AKIN acute kidney injury network, VPS velocidad máxima del flujo sanguíneo, EDV velocidad telediastólica. IR índice resistivo, VFD velocidad del flujo sanguíneo, ETE ecografía transesofagica, HAS hipertensión arterial sistémica DM diabetes Mellitus, ERC enfermedad renal crónica, Scr creatinina sérica, MAPA medición ambulatoria de la presión arterial, eGFR filtrado glomerular estimado.

Palabras clave: AKIN , RIFLE , Lesión renal aguda, índice resistivo , creatinina.

ABSTRACT

Identification of acute kidney injury through the renal resistive index in patients admitted to the intensive care unit of the ISSSTE Morelia Regional Hospital from July to October 2022

Introduction: Acute kidney injury is a public health problem in intensive care units, it is a great challenge in seriously ill patients since it is related to morbidity and mortality. The evaluation of acute kidney injury is carried out in a conventional manner by means of static variables such as RIFLE and AKIN, which are based on late markers of kidney injury such as urine volume, creatinine level, and glomerular filtration rate. The renal resistive index is a marker for early evaluation of acute kidney injury that is characterized by being accessible, reproducible, quantifiable, dynamic, and with high sensitivity, specificity, and prognostic capacity.

Objective: Timely identification of renal injury through the renal resistive index in patients admitted to the intensive care unit at the ISSSTE Morelia Regional Hospital.

Materials and methods: Prospective, observational, longitudinal and descriptive study. Evaluating patients admitted to the intensive care unit of the ISSSTE Morelia Regional Hospital from July to October of the year 2022. Where ultrasonographic scanning will be carried out, measuring the renal resistive index. The normality of the data will be evaluated through the Shapiro Wilk test. Quantitative variables will be expressed as mean and standard deviation, qualitative variables will be expressed as frequency and percentage. Differences between the groups will be sought through the student's T test or mann whitney's U test depending on their normality. Also through the chi square test for the qualitative variables. The sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value of the resistive index will be calculated in comparison with the AKINscore for detection of acute kidney injury. It will be considered statistically significant when p is less than 0.05. Correlation between quantitative variables will be sought through Spearman's correlation

Results: 44 patients were studied who met the inclusion criteria of the study, 20 had to be eliminated from the study, so the data of twenty-four people were analyzed. They presented a mean age of 59.62 ± 17.17 years with a range of 18 to 87 years, the majority corresponded to the male sex with 16 (66.7%) patients. Most of the patients were under treatment by surgical services with 14 (58.3%) patients. The presence of AKI was calculated according to the resistive index taking AKIN as the Gold standard, the IR presented sensitivity of 0.89 (95% CI 0.68-0.98), specificity of 0.4 (95% CI 0.07-0.76), PPV of 0.85 (95% CI 0.63-0.94) and NPV of 0.5 (95% CI 0.08-0.91) for the detection of AKI.

Abbreviations: IRR renal resistive index, AKIN acute kidney injury network, VPS maximum velocity of blood flow, EDV end-diastolic velocity. IR resistance index, VFD blood flow velocity, TEE transesophageal ultrasound, SAH systemic arterial hypertension DM diabetes Mellitus, CKD chronic kidney disease, Scr serum creatinine, ABPM ambulatory blood pressure measurement, eGFR estimated glomerular filtration rate.

Key words: AKIN, RIFLE, Acute kidney injury, resistive index, creatinine.

ÍNDICE

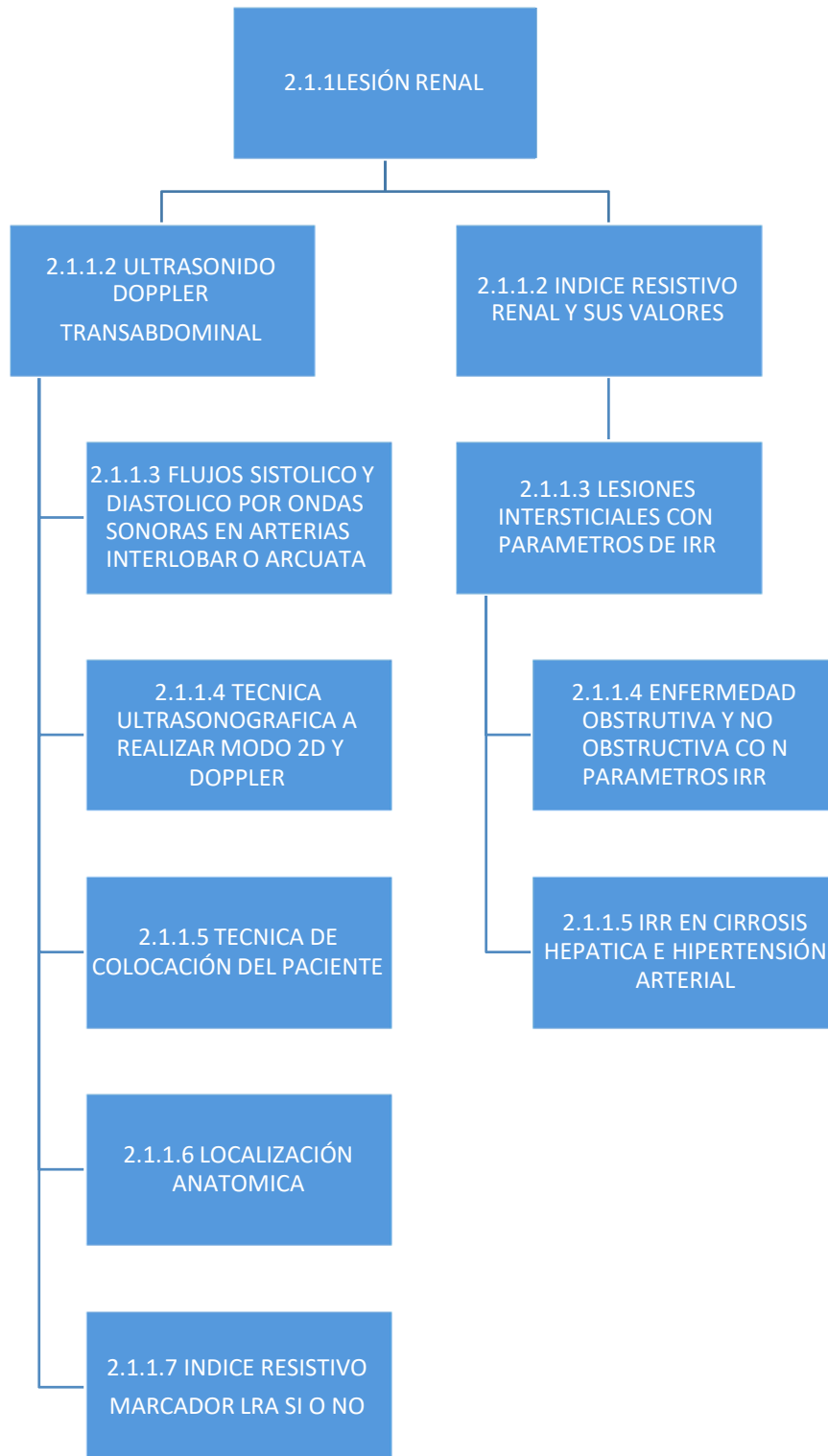
	Página
1.1. Introducción	1
2. Marco teórico	
2.1. Marco conceptual	2
2.2. Antecedentes investigativos.....	15
3. Planteamiento del estudio	
3.1. Justificación	23
4. Hipótesis.....	24
5. Objetivos	
5.1. Objetivo específico	24
5.2. Objetivos operacionales.....	24
6. Metodología de la investigación	
6.1. Unidad o Población de estudio.....	25
6.2. Tipo de estudio.....	25
6.3. Criterios de inclusión	25
6.4. Criterios de exclusión.....	25
6.5. Criterios de eliminación	25
6.6. Cuadro de Variables	26
6.7. Técnica para la recolección de los datos.....	26
6.8. Material y métodos a utilizar	27
6.9. Procesamiento y análisis estadísticos.....	27
6.10. Aspectos éticos.....	28
6.11. Cronograma de actividades.....	29
7. Resultados	30
8. Conclusiones.....	38
9. Referencias bibliográficas.....	40
10. Autorizaciones.....	42
11. Anexos.....	43

1. Introducción

La lesión renal aguda es un problema de salud pública en las unidades de cuidados intensivos es un gran reto en el enfermo grave ya que se encuentra relacionado a morbilidad y mortalidad. La evaluación de la lesión renal aguda se realiza de manera convencional por medio de variables estáticas como RIFLE y AKIN, las cuales se basan en marcadores tardíos de lesión renal como el volumen urinario, nivel de creatinina y filtrado glomerular. El índice resistivo renal es un marcador de evaluación temprana de lesión renal aguda que se caracteriza por ser accesible, reproducible, cuantificable, dinámico y con una elevada sensibilidad, especificidad y capacidad pronóstica. Por lo que el índice resistivo se realizara a los pacientes que ingresan a la terapia buscando determinar su resultado y dar manejo temprano. Por lo que se dará a conocer los principios del índice resistivo renal y su aplicación en la evaluación cotidiana del enfermo grave de forma oportuna.

2. Marco Teórico.

2.1. Marco conceptual.



2.1.1. LESIÓN RENAL

Es el síndrome caracterizado por una disminución brusca, sostenida y potencialmente reversible de la velocidad de filtración glomerular y de las funciones tubulares, afectando de forma global la función renal, con la presencia de factores de riesgo que conducen hacia las fases de progresión de la insuficiencia renal aguda (estrés, lesión e insuficiencia renal), que culmina con la necesidad de terapias de reemplazo renal o muerte. Actualmente, el uso de biomarcadores que diferencien entre un daño funcional temprano o daño estructural de inicio tardío del riñón, le permite al médico realizar un diagnóstico y manejo oportuno antes de que se establezcan las fases previas a la insuficiencia renal, mejorando así la sobrevida de estos pacientes. La historia natural de la insuficiencia renal aguda (AKI, del inglés *Acute Kidney Injury*) se define por un continuo de eventos que inician con la presencia de factores de riesgo y continúa con las fases de estrés, lesión renal e insuficiencia renal. Esta última se caracteriza por una disminución brusca, sostenida y potencialmente reversible de la velocidad de filtración glomerular y de las funciones tubulares en menos de 30 días, afectando de forma global la función renal. De este modo, puede causar alteraciones en la homeostasis de la presión arterial, función plaquetaria, volemia, equilibrio hidroelectrolítico, equilibrio ácido-base, vida media de fármacos, entre otros. A continuación se muestra los criterios para lesión renal aguda.¹

RIFLE	AKIN	Cr sérica (RIFLE)	Volúmenes urinarios (RIFLE y AKIN)
Riesgo (Risk)	1 Incremento de la Cr sérica > 0.3 mg/dL o 150 a 200% de la basal	Incremento en la creatinina x 1.5, disminución del IFG > 25%	< 0.5 mL x kg x h en 6 h
Lesión (Injury)	2 Incremento de la creatinina sérica 200 a 300% del valor basal	Incremento en la creatinina x 2.0 o disminución del IFG > 50%	< 0.5 mL x kg x h en 12 h
Lesión (Failure)	3 Incremento de la creatinina sérica > 300% del valor basal, con Cr sérica > 4 mg/dL o con reemplazo renal	Incremento en la creatinina x 3 o disminución de IFG > 75% o Cr > 4 mg/dL	< 0.3 mL x kg x h en 24 h y/o anuria x 12 h
Pérdida de la función (Loss of function)	Falla renal persistente, pérdida completa de la función por cuatro semanas		
Enfermedad renal terminal (End stage renal disease)	Enfermedad renal terminal por más de tres meses		

Criterios de la lesión renal. Artículo de revisión índice resistivo renal. Fundamentos e implementación en el enfermo grave. .Rev Invest Med Sur Mex, Abril-Junio 2014; 21 (2): 68-7

2.1.1.1. ULTRASONIDO DOPPLER TRANSABDOMINAL

El índice de resistencia renal con ultrasonido Doppler se ha utilizado durante años en una variedad de entornos clínicos, como evaluación de rechazo crónico de aloinjertos renales y manejo de la estenosis de la arteria renal, evaluación de riesgos de progresión en la enfermedad renal crónica, diagnóstico diferencial en enfermedad renal y global en el paciente críticamente enfermo. Más recientemente, se ha encontrado pruebas demostrando el aumento de índice de resistencia renal no solo refleja cambios en la perfusión renal sino que también intrarenal.²

Dentro del estudio imagenológico, la ecografía renal destaca por su fácil accesibilidad, bajo costo, ausencia de efectos adversos y nula exposición a radiación o medios de contraste. Debido a que la insuficiencia renal de inicio reciente es potencialmente reversible, el propósito de la ecografía es identificar un mayor deterioro en la velocidad de filtración glomerular¹

2.1.1.2. FLUJOS DIASTOLICO Y SISTOLICO

El índice de resistencia renal (IRR) se mide por ecografía Doppler en una arteria intrarrenal considerándose un parámetro fisiológico que de manera indirecta refleja el grado de resistencia, siendo útil para manifestar enfermedades renales asociadas al incremento o disminución del mismo el cual se expresa como la diferencia entre el pico sistólico y telediastólico de velocidades sanguíneas divididas por la velocidad sistólica máxima. Siendo resultado una relación de la resistencia vascular renal (distensibilidad vascular, presión intersticial y venosa), extrarrenal (frecuencia cardíaca, rigidez aórtica, pulso de presión) los cuales se combinan para determinar un índice resistivo. El índice resistivo (IR) es medido por ecografía Doppler en la arteria interlobar intrarrenal y es la diferencia entre el pico sistólica (PSV) y telediastólica (EDV) velocidades sanguíneas divididas por la velocidad sistólica pico (PSV). El flujo a través de la arteria renal se Produce a lo largo de la sístole y la diástole. Sin embargo, se puede alterar durante una variedad de condiciones como el rechazo de trasplantes, inflamación, estenosis de la arteria renal, obstrucción ureteral, estado de choque, acumulación de líquido perirrenal ⁴

2.1.1.3. TECNICA ULTRASONOGRAFICA A REALIZAR MODO 2D Y DOPPLER

La ultrasonografía en la unidad de terapia intensiva es un procedimiento utilizado cotidianamente en el diagnóstico de enfermedades, seguimiento y toma de decisiones y para realizar procedimientos invasivos. El ultrasonido renal con Doppler-color está indicado para el monitoreo de la perfusión renal y las imágenes obtenidas representan un método adecuado para observar la vasculatura renal. La patología renal se asocia frecuentemente con cambios en la perfusión del parénquima, lo cual se evalúa mediante el análisis de las variaciones de la morfología del flujo arterial a nivel de las principales arterias renales (ramas segmentarias, interlobulares y arqueadas). El primer paso para calcular el índice resistivo renal, es por medio de una técnica ultrasonografía modo 2D para localizar el riñón y una técnica doppler color para visualizar la irrigación renal. Se localizan las arterias de la unión cortico medular renal. En el segundo paso se utiliza el doppler pulsado, generando una curva la cual tiene un pico sistólico, seguido de una meseta y un pico diastólico. El cual genera una curva característica. Se realiza la medición de esta curva logrando obtener una medida indexada de la forma de la onda generada ultrasonograficamente, este índice refleja la resistencia del flujo arterial generado por el lecho microvascular distal al sitio de la medición. La medición es en las arterias arqueadas (unión córtico-medular) o las arterias interlobulares (junto a las pirámides medulares) mediante la medición de la forma de onda arterial durante todo el ciclo cardíaco el valor normal del IRR es de 0.58 ± 0.10 con límite de 0.70, un IRR mayor se considera elevado. El tiempo de aceleración no debe exceder de 100 milisegundos. Valores superiores pueden deberse a enfermedades de la válvula aórtica, aneurismas aórticos, estenosis de arteria renal o esclerosis de las arterias intrarrenales. La necesidad de técnicas meticulosas y estandarizadas para obtener señales Doppler se ha enfatizado repetidamente. Se recomienda una sonda de alta frecuencia junto con el uso de Doppler color o potencia para ayudar a la localización de los vasos como la resistencia al flujo sanguíneo. Segunda recomendación que el muestreo para IRR

se realice a nivel de las arterias arciformes o interlobulares, adyacentes a las pirámides de la medular. Las mediciones deben repetirse preferentemente en diferentes partes de ambos órganos (superior, medio e inferior) cuando se hayan obtenido al menos tres formas de onda reproducibles. Un IRR (índice resistivo renal) se calcula con la siguiente fórmula: $(\text{velocidad sistólica pico} - \text{velocidad diastólica final}) / \text{velocidad sistólica pico}$, y generalmente se considera el valor medio de tres mediciones en cada riñón, generalmente se toma como normal con un valor de 0.70 considerado el superior umbral normal por la mayoría de los autores. Para maximizar el tamaño de la forma de onda, se debe tener cuidado al usar la frecuencia de repetición de pulso más baja, la ganancia más alta posible sin ruido y el filtro de pared más bajo. Un IRR aumentado a menudo se ha considerado únicamente como un indicador de la resistencia vascular renal. Existe un acuerdo general de que 0,70 debe considerarse el límite superior de la normalidad en adultos.³

Parámetros Doppler a evaluar:

A. VPS: es la determinación de la velocidad máxima del flujo sanguíneo durante la sístole. Esta es importante para diagnóstico de estenosis la cual se considerada estenosis grave > 200 cm/s. La sensibilidad varía del 75% al 97% y especificidad del 72% al 92%, respectivamente.

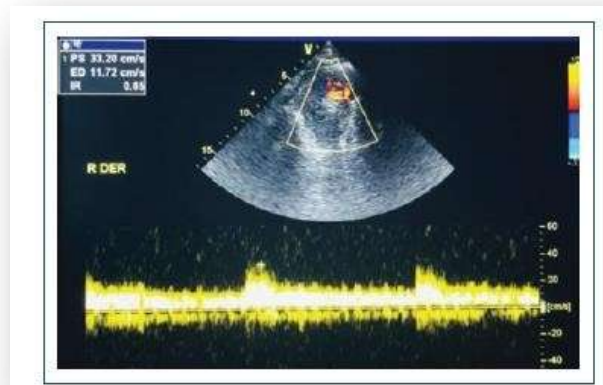
B. VFD: es la determinación de la velocidad del flujo sanguíneo sobre el final de la diástole.

C. IR: equivale a la velocidad del pico sistólico menos la velocidad de fin de diástole sobre la velocidad del pico sistólico.

D. TA: es el tiempo transcurrido desde el fin de la diástole hasta el primer pico sistólico.

Habitualmente se puede obtener un espectro de onda para el análisis de la VPS en el 92% de los casos. En el 8% restante, la arteria renal se visualiza parcialmente. Consideramos que el Doppler color es útil para determinar el grado de evolución de la enfermedad renovascular, es decir, si la estenosis es moderada o severa, con el objetivo de instituir las medidas terapéuticas necesarias para preservar la función renal. La historia natural de estos pacientes muestra que la estenosis de la arteria

renal tiende a progresar en el 20-40 % de los casos y frecuentemente lleva a la oclusión del vaso comprometido. La presencia de flujo turbulento a nivel de la estenosis aumenta la agregación plaquetaria favoreciendo la trombosis y por ende la progresión de la lesión estenótica. En nuestras manos el Doppler color demuestra tener una sensibilidad del 88%, una especificidad del 94% para el diagnóstico de estenosis de la arteria renal > al 60%. Los valores hallados coinciden con los de otros autores quienes encontraron una sensibilidad del 91 al 93% y una especificidad del 95%. Avances tecnológicos, como el Power Doppler (independiente del ángulo), agentes de contraste ecográfico con técnica de segunda armónica (que disminuye el artefacto en el color inducido por el movimiento) o el Doppler endoluminal permitirán mejorar aún más su sensibilidad y especificidad en un futuro próximo. El Doppler endoluminal es un método seguro y eficaz para determinar velocidades y puede ser útil durante procedimientos de revascularización percutánea de arteria renal.⁶



Como se muestra en la siguiente figura la curva obtenida por ultrasonografía doppler del flujo sanguíneo. Flujo de arterias interlobares y arcuatas, obtenida del artículo de revisión protocolo ultrasonografico enfocado a cirugía cardiaca CCROSS DOI: 10.24875/ACM.M19000026

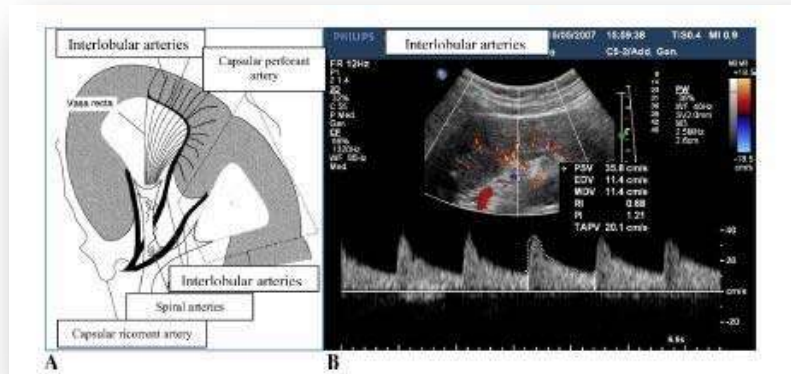


Figura A) Esquema anatómico topografía de las arterias interlobulares en la corteza renal. B) Índice resistivo (RRI) medido por Doppler ecografía en un intrarrenal arteria interlobar, y es la diferencia entre el pico sistólica (PSV) y telediastólica (EDV) velocidades sanguíneas divididas por la velocidad sistólica pico (PSV). Obtenida Artículo de revisión. El internista y el índice de resistencia renal: verdades y dudas. DOI 10.1007/s11739-015-1289-2

2.1.1.4. TÉCNICA DE COLOCACIÓN DEL PACIENTE

El paciente al que se le va a realizar la ecografía no es necesario que esté en ayunas si se trata de una ecografía bidimensional. En el caso del Doppler de renal sí conviene que el paciente esté en ayunas, dado que la actividad intestinal y los gases impiden la adecuada visualización de la arteria renal. El paciente que mejor colabora es aquél que está informado y confiado. Por ello nos debemos identificar y contarle brevemente en qué consiste la exploración, cuánto dura y qué le vamos a ver. Le avisaremos de que el gel está un poco frío y le indicaremos cómo debe colaborar en la realización de las apneas.

2.1.1.5. LOCALIZACIÓN ANATOMICA

La técnica del estudio intrarrenal consiste en determinar el IR (índice resistivo) en las arterias segmentarias o interlobares sobre los polos superior, medio e inferior del riñón, teniendo siempre en cuenta que el ángulo respete el trayecto de la arteria.⁶

Utilizar un transductor convexo en modo abdominal:

1. Colocar el transductor a las 6 horas en la línea axilar posterior a la altura del borde inferior de la parrilla costal derecha.
2. Realizar la búsqueda con deslizamientos caudales para ubicar la altura del riñón y movimientos rostrales para el grosor del riñón, con el objetivo de obtener la mejor ventana.
3. Una vez que se ha localizado el riñón, localizar los vasos interlobares por medio del Doppler color. Una vez ubicado el flujo vascular, medir su velocidad con Doppler pulsado con el transductor a las 12 horas contra 3 horas, con base en la mejor ventana.
4. Obtener la siguiente imagen sobre la cual se procederá a realizar mediciones (parte superior arteria renal (índice de resistencias renales), parte inferior (Doppler venoso renal)).

2.1.1.6. INDICE RESISTIVO MARCADOR LRA (LESIÓN RENAL AGUDA) SI O NO

La relación entre la presión arterial diastólica y sistólica es una función inversa de la presión del pulso. Entonces, para cualquier resistencia vascular intrarrenal dada, un aumento en la presión arterial sistólica aumenta y promueve una mayor velocidad renal máxima o una disminución de la presión arterial diastólica presión que da como resultado una velocidad telediastólica más baja. El cual tiene repercusión en el índice resistivo dando apoyo a diagnostico si existe o no lesión renal aguda. ⁴

2.1.1.7. INDICE RESISTIVO RENAL Y SUS VALORES

La estenosis grave de la arteria renal (80 %) se asocia con una disminución de la presión del pulso en el árbol vascular distal al estenosis, y disminuye los valores de RRI (0.60) debido a la baja velocidad pico sistólica. El flujo amortiguado se revela por el peculiar patrón de forma de onda Doppler caracterizado por “tardus”, lento y “parvus”, pulsos débiles. La reducción gradual hasta un 40 % de la presión de perfusión no cambia sustancialmente el flujo sanguíneo renal y la tasa de filtración

glomerular, gracias a los mecanismos de autorregulación de circulación intrarrenal. Este mecanismo de autocontrol se vuelve ineficaz cuando la presión de perfusión cae el 40 % y la presión sistólica es 70-80 mmHg. Existe evidencia experimental de que una caída del 40 % en la presión de perfusión renal se realiza cuando morfológica la estenosis de la arteria renal es del 75 % y se define desde el punto de vista hemodinámico porque se activa el sistema renal sistema renina angiotensina. En estas condiciones el hallazgo del IRR bajo y asimétrico distal a la estenosis proporciona evidencia indirecta pero confiable de la hemodinámica e impacto de esa estenosis de la arteria renal en el riñón. Sin embargo, cuando la enfermedad vascular distal es concurrente debido a riñón isquémico o nefropatías, esto aumenta la IRR y oculta los efectos hemodinámicos de la estenosis de la arteria renal. En estos pacientes el IRR es simétricamente alto y el efecto hemodinámico de la estenosis arterial sobre el parénquima renal no puede evaluarse mediante ecografía Doppler. Según el mismo mecanismo hemodinámico, disminución de la presión del pulso distal a la estenosis, la estenosis de la válvula aortica severa, estenosis aortica abdominal o suprarrenal disminuye el IRR. En estos pacientes, la RRI es baja (0.60), pero simétrica, y no se considera estenosis de la arteria renal.⁴

Realizaremos en base a la formula siguiente:

$$IRR = \frac{\left(\text{velocidad sistólica máxima} - \text{velocidad diastólica final} \right)}{\text{velocidad sistólica máxima}}$$

Figura 1. Formula de Índice de resistencia renal. Tomada Artículo de revisión índice resistivo renal. Rev Invest Med Sur Mex, Abril-Junio 2014; 21 (2): 68-72

Enseguida se muestran determinantes renales y extrarenales:

Determinantes renales

- Estenosis de la arteria renal (70%)
- Vasoconstricción
- Aterioesclerosis
- Patología intersticial



Determinantes extrarenales

- Estenosis de válvula aortica
- Estenosis aortica suprarrenal
- Taquicardia
- Hipervolemia

- Hiperactividad adrenérgica
- Bradicardia
- Incremento sistémico de la presión de pulso

Imagen que muestra determinantes renales y los determinantes extrarenales concurren para determinar el IRR (índice resistivo renal). Obtenida Artículo de revisión. El internista y el índice de resistencia renal: verdades y dudas. DOI 10.1007/s11739-015-1289-2

2.1.1.8. LESIONES INTERSTICIALES CON PARAMETROS DE INDICE RESISTIVO RENAL (IRR)

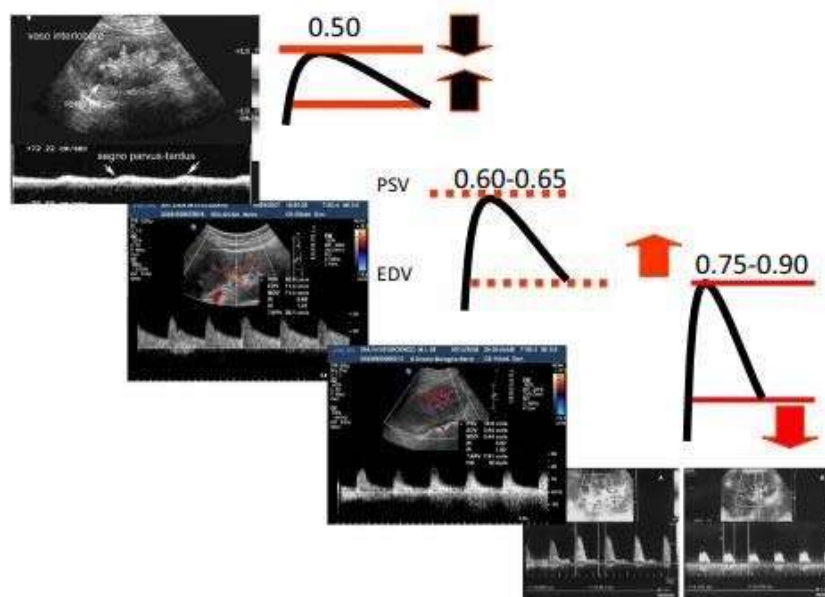
Todas las lesiones se asocian con un aumento agudo de la presión intersticial y venosa que determina los valores de IRR. En todas estas condiciones, IRR es un marcador confiable de la severidad de daño renal. El impacto hemodinámico de la arteria renal la estenosis se puede ensayar por la disminución de IRR en el riñón homolateral en virtud de la disminución de la presión del pulso. Sin embargo, las enfermedades renales que a menudo coexisten, aumentan la rigidez vascular y ocultar el efecto hemodinámico de la insuficiencia renal estenosis. En riñón trasplantado y en enfermedad renal crónica, valores altos de RRI ([0,80) pueden predecir de forma independiente resultados renales y clínicos, pero sistémicos (presión de pulso) más que los determinantes hemodinámicos renales sostienen la

papel predictivo de la IRR. El IRR más alto detecta el objetivo renal daño de órganos en hipertensión y diabetes cuando renal función aún se conserva, como un marcador de sistémico carga aterosclerótica. Además, en 202 pacientes con enfermedad renal crónica que se sometió a biopsia renal, Hanamura et al. encontraron una asociación de IRR con glomeruloesclerosis, arteriolosclerosis y daño túbulo-intersticial. De lo contrario, otros autores informan que los valores altos de RRI están relacionados con puntajes de daños túbulo-intersticial más severos y una asociación entre los valores de IRR y la extensión, se muestra fibrosis intersticial, probablemente debido a la elevación de la presión ejercida por la fibrosis intersticial sobre los vasos adyacentes. Sorprendentemente, la fibrosis intersticial se correlaciona estrechamente con la función renal y el pronóstico a largo plazo, y puede ser la base del papel de IRR como un marcador independiente de renal y resultado clínico en enfermedades renales crónicas. En un reciente estudio que involucró a 952 pacientes el IRR se correlaciona con una serie de parámetros histológicos, incluido la puntuación de glomeruloesclerosis, incluso si la más evidente es observada con la puntuación túbulo-intersticial. El posible uso de IRR como marcador de túbulo-intersticial nefropatía se apoya en los hallazgos de que la detección de altos valores de IRR permite la identificación temprana de ambos pacientes normotensos e hipertensos con enfermedades crónica nefropatía túbulo-intersticial diagnosticada por ^{99m}Tc Gammagrafía con DMSA y signos de disfunción tubular, cuando la función renal aún se conserva. Además, en pacientes hipertensos con aclaramiento de creatinina normal y sin albuminuria, los valores altos de IRR se asocian con bajo grado inflamación (Proteína C reactiva 2 mg/dl) e hiperuricemia (6,5 mg/dl). Ambos padecen una nefropatía túbulo-intersticial. Nefropatías túbulo-intersticiales afectan el IRR.⁴

2.1.1.9. ENFERMEDAD OBSTRUTIVA Y NO OBSTRUCTIVA CON IRR

La representación de los cambios RRI. De izquierda a derecha: 1) valores bajos de RRI (0,50) debido a una velocidad sistólica máxima (PSV) baja con un patrón de

onda Doppler peculiar de flujo postestenótico caracterizado por un pulso "tardus" y "parvus"; Patrón de onda Doppler en el riñón homolateral a [estenosis de la arteria renal del 60 %. 2) patrón de onda Doppler normal y PSV/EDV en las arterias interlobulares en sujetos de control sanos; 3) IRR elevado (0,75-0,90) debido a una presión sistólica máxima (PSV) elevada y una velocidad telediastólica (EDV) disminuida patrón de onda Doppler en enfermedad renal crónica o lesión renal aguda. ⁴



En la siguiente figura se presenta unas imágenes de representación de los cambios de índice resistivo renal. Obtenida Artículo de revisión. El internista y el índice de resistencia renal: verdades y dudas. DOI 10.1007/s11739-015-1289-2

Enfermedad renal obstructiva el ultrasonido Doppler se utiliza para la evaluación de la obstrucción ureteral e hidronefrosis. En la evaluación de la patología obstructiva un valor de corte > 0.70 tiene una sensibilidad y especificidad de 92% para el diagnóstico. La enfermedad renal no obstructiva y la evaluación de las enfermedades renales intrínsecas se pueden realizar por medio de la ultrasonografía. Con base en los valores del IRR se puede realizar el diagnóstico diferencial entre varias enfermedades renales, en pacientes con

glomerulonefritis la media del IRR es de 0.58, en pacientes con enfermedades intersticiales el IRR es de 0.75 y en enfermedades vasculares es de 0.87. Existe una pequeña correlación entre el grado de disfunción renal y el IRR (disfunción renal medida por el nivel de creatinina sérica). Pacientes con nefritis lúpica tienen un incremento en el IRR y se considera un predictor pronóstico de alto riesgo en pacientes con función renal basal normal. El ultrasonido Doppler se considera como una herramienta para evaluar la lesión renal aguda no obstructiva, se considera que una elevación de 0.07 de IRR sobre el nivel basal de IRR es un factor discriminante de LRA secundaria a necrosis tubular renal o lesión prerrenal. Otra de las entidades donde el IRR se utiliza como un marcador de lesión renal es en pacientes con nefropatía diabética con un valor de 0.65 que se asocia de manera directa con fibrosis intersticial, arterioesclerosis severa y disminución de la función renal. ⁵

2.1.1.10. IRR EN CIRROSIS HEPATICA E HIPERTENSIÓN ARTERIAL

Como consecuencia directa, el aumento de la rigidez arterial provoca un aumento de la presión del pulso y es asociado con altos valores de IRR tanto en fisiológicos (envejecimiento) y condiciones patológicas (hipertensión). Los riesgos de daño microvascular asociado y la rigidez aórtica es sistémica. Sorprendentemente, IRR es relacionado con la presión del pulso central y la rigidez aórtica. Refleja principalmente las propiedades de la vasculatura sistémica en lugar de los efectos de la intrínseca daño renal.⁴

Hipertensión arterial sistémica en pacientes con hipertensión arterial sistémica (HAS) se confirma que el incremento en el índice resistivo renal es un predictor independiente de daño cardiovascular y de disfunción renal. El IRR (índice resistivo renal) elevado está asociado a la diferencia entre la velocidad del pico sistólico y del pico diastólico, lo que está en relación directa con el grado de nefroesclerosis o glomeruloesclerosis que reducen el área de superficie vascular intrarrenal e incrementa la resistencia vascular. En pacientes con HAS el IRR es significativamente más elevado que en pacientes sanos. En esta condición, la

alteración de la resistencia vascular renal es probablemente funcional y reversible, causada en parte por los cambios vasculares tales como vasoconstricción mediada por angiotensina II circulante y otros agentes neuroendocrinos. En los pacientes con Cirrosis el índice resistivo renal en pacientes cirróticos con ascitis fue relativamente mayor con un valor de 0.68 en comparación con pacientes cirróticos compensados con IRR 0.65, estos valores se correlacionan de manera directa con los niveles de creatinina, la excreción urinaria de sodio, los niveles plasmáticos de la renina y de la aldosterona. El uso de USG Doppler y de IRR (índice resistivo renal) en estos pacientes se considera un predictor de progresión de la enfermedad y del deterioro de la función renal. ⁵

2.2. Antecedentes investigativos

Hace veinte años, Platt et al. mostró que el IRR es significativamente mayor en las nefropatías con túbulo-intersticial o lesión vascular que en las glomerulopatías aisladas. Nefropatías caracterizadas por glomerular prevalente la participación solo afecta levemente a IRR; resistencia arterial glomerular que representa alrededor del 20 % de la resistencia renal total. La resistencia vascular tiene un papel menor pero aún importante, en la determinación de la IRR. De acuerdo a Ikee et al sólo la arteriosclerosis de todas las formas histológicas se correlaciona de forma independiente con los parámetros IRR, mientras que en los trasplantes renales investigados en 3, 12 y 24 meses después del trasplante, el IRR no se asocia con características histológicas del aloinjerto renal. En otro estudio realizado en pacientes con enfermedad del parénquima renal, IRR se correlaciona en orden de importancia con el grado de arteriosclerosis, esclerosis glomerular, arteriosclerosis, edema y fibrosis intersticial focal. La enfermedad renal crónica (ERC) es causada por varios factores de riesgo de la enfermedad cardiovascular (ECV) como la diabetes mellitus (DM), la hipertensión, la nefritis glomerular crónica y el envejecimiento. Se cree que el filtrado glomerular estimado (eGFR) es útil para la detección de la función renal; sin embargo, generalmente es difícil evaluar la

patogénesis de la ERC y predecir el pronóstico renal con precisión utilizando solo el eGFR. Por lo tanto, para tratar a los pacientes con ERC de acuerdo con su patogénesis individual y prevenir el agravamiento de la función renal se utiliza un índice más útil que puede evaluar tanto la función renal como la gravedad de la aterosclerosis y reflejar el pronóstico del riñón y la ECV mejor que el eGFR. El índice de resistencia vascular (IRV) a nivel de las arterias segmentarias renales, medido por ecografía doppler renal, se cree que es un buen indicador de la resistencia vascular renal causada por la aterosclerosis. Se encuentra elevado en situaciones de arterioesclerosis importante, así como en pacientes con poliquistosis renal. Clásicamente se ha empleado como predictor de deterioro de la función renal en la población no trasplantada. Informes anteriores han demostrado que está asociado con el pronóstico renal.¹²

Anne D. Cherry "et al" realizó un estudio retrospectivo en Estados Unidos de America Duke University Medical Center, Department of Anesthesiology, 2301 Erwin Road, Durham, NC 27710, MetroHealth Hospital, Dept. of Internal Medicine, 2500 MetroHealth Drive, Cleveland, OH 44109 (en julio 2013 a julio 2014). El umbral de resistencia del índice renal intraoperatorio en la lesión renal aguda como biomarcador. El retraso en el diagnóstico de la lesión renal aguda (IRA) asociada a la cirugía cardíaca mediado por la creatinina puede estar impidiendo el desarrollo de terapias de renoprotección. El índice de resistencia renal (IRR) postoperatorio medido por ecografía Doppler transabdominal es un biomarcador temprano prometedora de LRA. El IRR medido intraoperatoriamente por ecocardiografía transesofágica (TEE) está disponible incluso antes, pero se evalúa menos. Por lo tanto, llevamos a cabo una evaluación de la IRR intraoperatorio como un biomarcador AKI. Se realiza en 180 pacientes adultos de cirugía cardíaca entre julio de 2013 y julio de 2014. Medición Umbral de IRR antes y después de la derivación cardiopulmonar (CPB) resultados superiores a 0,74 o 0,79 se utilizaron para evaluar una asociación con el riesgo de LRA KDIGO mediante la prueba de chi-cuadrado. Los análisis examinaron la relación de pre y post (delta) CPB con AKI. IRR post-CPB para 99 pacientes incluidos 36 y 23 con valores superiores a 0,74 y 0,79,

respectivamente. Los análisis confirmaron asociaciones de ambos umbrales de RRI con todas las definiciones de LRA consensuadas el IRR obtenido intraoperatoriamente en pacientes de cirugía cardíaca está altamente asociado con AKI y justifica una evaluación adicional como un biomarcador prometedor.⁶

Zhou K et al realizó un estudio piloto, observacional prospectivo en el centro Journal of Clinical Anesthesia (febrero de 2019 a noviembre de 2019). La correlación entre el índice de resistencia renal intraoperatorio y cirugía cardíaca asociado a lesión renal: un estudio piloto, prospectivo, observacional y de un solo centro Journal of Clinical Anesthesia. La lesión renal aguda asociada a cirugía cardíaca (CSA-AKI) es la complicación más frecuente en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Un metanálisis encontró que la incidencia de CSA-AKI es del 26,0 al 28,5%. Según los informes, CSA-AKI prolonga la duración de la estadía aumenta las readmisiones; también se asocia con mayores costos de atención médica, sepsis y mortalidad. Sin embargo, el diagnóstico de AKI depende de los cambios en la creatinina sérica (Scr) posoperatoria y el volumen de orina hasta el momento. No hay biomarcadores válidos para predecir la aparición de CSA-AKI por adelantado. El estudio de Cherry et al. demostraron que había cierta correlación entre el índice de resistencia renal (IRR) medido por ecocardiografía transesofágica (ETE) durante la operación y CSA-AKI. En este estudio, exploraron la relación entre el IRR y CSA-AKI medidos en diferentes momentos durante la cirugía. En este estudio observacional prospectivo de un solo centro, que fue realizado en el Hospital Afiliado de la Universidad Médica de Xuzhou, Jiangsu, China, de febrero de 2019 a noviembre de 2019 en pacientes mayores de 18 años 74 pacientes se inscribieron en este estudio hubo 20 pacientes con LRA (27,0%) y 54 pacientes sin LRA (73,0%). El estudio es el primer estudio prospectivo que explora la correlación entre IRR (índice resistivo renal) medido por TEE (ecografía transesofagica) en diferentes puntos de tiempo y CSA-AKI (lesión renal aguda en cirugía cardíaca). Nuestros resultados muestran que el IRR tiene un cierto valor predictivo en la CSA-AKI. IRR como uno de los primeros conocidos biomarcadores está estrechamente relacionado con CSA-AKI.⁷

Jessica Garduño-López et al realizaron Artículo de revisión Protocolo ultrasonografico enfocado en cirugía cardiaca posquirúrgica CCROSS (Cardiac, Cerebral, Renal, Optic nerve, lung ultraSound Study). Realizado 2019. En este estudio se realiza un rastreo ultrasonografico de los pacientes que se someten a cirugía cardiaca dentro de las misma las complicaciones más frecuentes es la lesión renal aguda secundaria a la extracción hepatoesplenica y renal de oxigeno se incrementan hasta en un 50% en el posquirúrgico inmediato de cirugía cardiaca. La lesión renal aguda es una de las complicaciones más frecuentes en el enfermo grave, ocurre en un 30% de los pacientes posquirúrgicos cardiacos, que se asocia a una elevada morbimortalidad. La evaluación de la lesión renal aguda se realiza de manera convencional por medio de variables estáticas, las cuales se basan en marcadores tardíos de lesión renal como el volumen urinario, el filtrado glomerular y aún más tardío, el nivel de creatinina. El índice resistivo renal (IRR) es un marcador de evaluación ultrasonografica temprana de lesión renal aguda que se caracteriza por ser accesible, reproducible, cuantificable, dinámico y con una elevada sensibilidad, especificidad y capacidad pronóstica.⁹

Jean-Baptiste de Freminville et al realiza un análisis retrospectivo (1985 y 2017). Impacto en el índice de resistencia renal de la diabetes en trasplante renal donantes y receptores. En 1827 receptores. El objetivo del estudio fue analizar el impacto de la diabetes del donante y del receptor en la IR para comprender el impacto respectivo del riñón y el entorno vascular. Los autores realizaron un estudio retrospectivo en 1827 receptores de trasplante renal que recibieron un riñón entre 1985 y 2017, y se les realizaron mediciones Doppler 3 meses después del trasplante. Se revisaron las características del donante y del receptor en el momento del trasplante ya los 3 meses. Tanto la diabetes del donante como la del receptor la diabetes se asoció con IR en el análisis univariado. Estos hallazgos se confirmaron cuando IR se expresó como una variable binaria utilizando un punto de corte de 0,75. Los resultados muestran que el aumento de IR está asociado con la diabetes del receptor, pero no con diabetes del donante o cualquier característica del

donante. Esto confirma el hecho de que la IR refleja cambios vasculares sistémicos en lugar de cambios intrarrenales (IR con daño vascular extrarrenal).¹⁰

Maria Bodd et al realiza un análisis de regresión logística multivariable (2010-2013). Índice resistivo renal y mortalidad en pacientes críticos con insuficiencia renal aguda con un total 1512 pacientes ingresados desde enero de 2010 hasta marzo de 2013 que desarrollaron LRA durante su estancia en la UCI. La función renal se evaluó diariamente de acuerdo con los criterios de riesgo, lesión, falla, pérdida y etapa terminal. En el diagnóstico de AKI se midió IRR realizando asociación entre RRI en AKI. En el momento del diagnóstico de LRA, el IRR fue de 0,77 en los supervivientes y de 0,85 en los no supervivientes. Los valores de IRR se asociaron significativamente con la muerte en la UCI. Se identificó un valor de corte de IRR de 0,77 en este análisis multivariable seleccionaron la RRI y la hipertensión abdominal como predictores más fuertes de mortalidad por LRA. Como conclusiones del estudio se comenta que los valores elevados de IRR en el momento del diagnóstico de LRA se asocian estricta e independientemente con la mortalidad en la UCI.⁴

Marty P. realizó un estudio prospectivo observacional. Unicentro en un hospital universitario (2015). Índice de resistencia renal Doppler para la detección temprana de lesión renal después de una cirugía ortopédica mayor. La lesión renal aguda (IRA) posoperatoria es una causa de morbilidad y mortalidad. Su diagnóstico requiere un mejor marcador que las variaciones en la diuresis o creatinina sérica. El objetivo de este estudio fue evaluar la precisión del índice de resistencia renal doppler para la detección temprana de AKI después de una artroplastia de cadera o rodilla. Cincuenta hombres y mujeres mayores de 65 años que requieren reemplazo de cadera o rodilla con al menos dos factores de riesgo para desarrollar AKI (enfermedades crónicas). La intervención fue medir el índice de resistencia renal antes de la operación y en la unidad de cuidados postanestésicos. Evaluando 16 pacientes en el preoperatorio y postoperatorio llegando a la conclusión que el índice de resistencia postoperatorio parece ser eficaz para la detección temprana de LRA después de cirugía ortopédica mayor.¹²

Sebastien Ninet et al realiza una revisión sistemática y metaanálisis (1985 a 2013). Índice de resistencia renal basado en Doppler para la predicción de la disfunción renal reversible. La justificación y objetivos de este estudio es si el índice de resistencia renal basado en el Doppler podría ayudar a distinguir la lesión renal aguda transitoria o persistente. Esta revisión sistemática y metaanálisis investigaron el rendimiento diagnóstico del RRI en la predicción de la reversibilidad a corto plazo de AKI. Se identificaron estudios relevantes en Pubmed y bases de datos Cochrane que cubren los años 1985 a 2013 revisadas de forma independiente por 3 autores. Entre los 154 artículos únicos identificados, se incluyeron 9 estudios con un total de 176 pacientes con índice resistivo o índice de pulsatilidad encontrándose 146 pacientes con IR elevado (83%) versus 44 pacientes (16%) con IR persistente. El IR elevado o el índice de pulsatilidad se asociaron con un mayor riesgo de LRA persistente con intervalo de confianza del 95%. Como conclusión estos resultados sugieren que un IR elevado puede ser un predictor de LRA persistente en pacientes críticos.¹⁶

Jordi Calabia et al realiza un estudio transversal. El índice resistencia renal de pacientes hipertensos y sanos. La relación entre el índice de resistencia renal, la rigidez arterial y carga aterosclerótica: el vínculo entre la macrocirculación y microcirculación. Pacientes hipertensos (n=202) y un grupo control sano (n=16) parámetros de rigidez, carga aterosclerótica y determinación del IRR en ambos riñones. El IRR promedio fue 0.69 0.08 y fue significativamente mayor en pacientes con diabetes y riñón crónico enfermedad. El índice de resistencia renal se correlacionó positivamente con la edad, creatinina y albuminuria. Se encontraron correlaciones positivas con parámetros de rigidez arterial (velocidad de onda de pulso, índice de rigidez arterial ambulatoria y presión pulso de 24 horas). Los autores concluyeron que existe una asociación independiente entre hemodinámicarenal y rigidez arterial, junto con la carga aterosclerótica y la disfunción endotelial sugiere que existe una relación fisiopatológica entre el deterioro macrovascular y microvascular.¹⁴

Elibieta Florczak et al realiza un estudio de Relación entre el índice de resistencia renal y el órgano diana como daño precoz en pacientes con hipertensión esencial nunca tratada (2009). El objetivo de nuestro estudio fue evaluar el valor del índice de resistencia renal (IR) en pacientes hipertensos nunca tratados en relación con valores de medición ambulatoria de la presión arterial (MAPA) y daño temprano de órganos diana. El estudio incluyó a 318 sujetos: 223 pacientes con hipertensión esencial nunca tratada (edad media 37,1 años) y 95 sujetos sanos normotensos (edad media edad 37,9 años). Se realizó MAPA, ecocardiografía y eco-Doppler color de arterias carótidas y renales. Los valores de IR en pacientes con hipertensión esencial nunca tratada no fueron diferentes del control normotenso grupo (0,59 0,05 frente a 0,59 0,05; NS). En los pacientes no tratados, el RI se correlacionó significativamente con la presión del pulso de 24 h. (r 0,234; p 0,01) y valores del índice de rigidez arterial ambulatoria (AASI) (r 0,274; p 0,001), espesor íntima-media (IMT) (r 0.249; p 0.001), E'/A' (rho 0.279; p 0.001) y espesor de pared relativo (RWT; r 0.185; p 0.01). En el análisis paso a paso multivariado, los valores de RI se correlacionaron de forma independiente con el GIM carotídeo (β 0,272; p 0,020) y AASI de 24 h valores (β 0.305; p 0.009).¹⁷

Culafic et al realizaron un estudio de casos y controles. (2014) Papel de la cistatina C y el índice de resistencia renal en la evaluación de función renal en pacientes con cirrosis hepática. Evaluar la importancia clínica de la cistatina C e índice de resistencia renal para la determinación de la funcional en pacientes con cirrosis hepática. MÉTODOS: Realizamos un estudio de 63 pacientes con cirrosis hepática. Un grupo de control compuesto por 30 personas de edad y personas sanas del mismo género. Cistatina C sérica se determinó en todos los sujetos del estudio y Doppler renal se realizó ultrasonografía. Tasa de filtración glomerular estimada a partir de creatinina sérica (GFRCr) y cistatina C (GFRCys) fue calculado. RESULTADOS: Confirmamos diferencias significativas en los valores de cistatina C entre pacientes con diferentes estadios de cirrosis hepática según Child-Pugh (P =

0,01), y una correlación significativa con el modelo de etapa final puntuación de enfermedad hepática (MELD) ($r_s = 0,527$, $P < 0,001$). Más pacientes con disminución de la tasa de filtración glomerular fueron identificados basados en GFR_{Cys} que en GFR_{Cr} ($P < 0.001$). Se observó un índice de resistencia renal significativamente mayor en Child-Pugh C que en A ($P < 0.001$) y etapa B ($P = 0,001$). Además, se observó una correlación significativa entre el índice de resistencia renal y la puntuación MELD ($r_s = 0,607$, $p < 0,001$). El índice de resistencia renal se correlacionó significativamente con cistatina C ($r_s = 0,283$, $P = 0,028$) y mostró una correlación negativa con GFR_{Cys} ($r_s = -0.31$, $P = 0.016$).

CONCLUSIÓN: La cistatina C puede ser un método más confiable marcador para la evaluación de la insuficiencia hepática. Además, la cistatina C y el índice de resistencia renal representan indicadores sensibles de disfunción renal en pacientes con insuficiencia hepática. ¹⁸

3. Planteamiento del estudio

3.1. Justificación

Magnitud: Esta es reportada por instituto mexicano del seguro social a mortalidad asociada a LRA (lesión renal aguda), reportada en diferentes estudios internacionales varía del 20 al 60% en pacientes hospitalizados en la UCI. Los cuales reportan una tasa de mortalidad de 36.7% en la población por lo que es importante dar seguimiento a todos los pacientes ingresados en las unidades de terapia intensiva. El ultrasonido doppler con la medición del índice resistivo es un método no invasivo y aplicable en las unidades.¹⁵

Transcendencia: La presente investigación se realizará teniendo en cuenta el índice resistivo renal con el uso del ultrasonido doppler renal en una patología frecuente como lo es la lesión renal aguda en la unidad de cuidados intensivos con impacto en la morbimortalidad de nuestros pacientes, teniendo resultados a pie de cama y siendo mínimamente invasivo dándonos herramientas para la toma de decisiones y como resultado impacto en la sobrevida de nuestros pacientes.

Vulnerabilidad: En nuestros pacientes la falla renal es uno de los principales problemas secundarios desarrollados en las terapias del país los cuales en su mayoría cuenta con pruebas serológicas de lesión renal tardía por lo que es de vital importancia introducir el manejo del índice resistivo como herramienta precoz de detección. Esto es importante para un manejo oportuno.

Factibilidad: Esta investigación cumple con factibilidad ya que nuestros pacientes de la unidad de cuidados intensivos tienen alto riesgo de falla a órgano blanco además contamos con el equipo ultrasonografico y personal capacitado para realizar este estudio. Los cuales nos darán resultados adecuados y validados por un experto.

Contribución: Mostrar que el uso del ultrasonido doppler y realizar el índice resistivo en los pacientes ingresados a la uci nos ayudara a identificar casos nuevos con lesión renal.

4. Hipótesis:

¿El índice resistivo es útil en los pacientes que ingresan a la terapia intensiva por que disminuye en un 30% la morbimortalidad?

5. Objetivos.

5.1. Objetivo específico.

Identificación oportuna de la lesión renal por medio del índice resistivo renal en los pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos del hospital regional ISSSTE Morelia de julio a octubre de 2022

5.2. Objetivos operacionales.

Determinar por medio del uso del ultrasonido el flujo y la velocidad, sistólico y diastólico de la arteria arcuata o interlobar.

Interpretar la medición del índice resistivo cada 24 horas y durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos.

Caracterizar a los pacientes por edad y sexo.

6. Metodología de la investigación.

6.1. Unidad o población de estudio.

Pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos de la unidad de terapia intensiva ISSSTE Morelia de a partir de 14 de Junio del 2022.

6.2. Tipo de estudio:

Prospectivo, observacional, longitudinal y descriptivo.

6.3. Criterios de inclusión

-Pacientes de edad y género indistinto que ingresen a la unidad de cuidados intensivos.

6.4. Criterios de exclusión

- Pacientes con mala ecogenicidad abdominal
- Pacientes con malformación renal
- Pacientes con arritmias cardiacas
- Pacientes con estenosis de la arteria renal

6.5. Criterios de Eliminación.

- Pacientes que fallezcan dentro de las primeras 24 horas
- Paciente que decide retirarse del estudio (indicar si se retiran con datos iniciales)

6.6. Cuadro de variables.

VARIABLES	INDICADOR	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE	DEFINICION
EDAD	Tiempo	Años	Numérica	Tiempo vivido por una persona, expresado en años.
INDICE RESISTIVO RENAL	Velocidades Flujos	0.7 - 0.8	Cuantitativa	Medida de la velocidad de flujo de sístole y diástole de laarteria renal.
GENERO	Sexo	Masculino/ femenino	Cualitativa, nominal, dicotómica.	Conjunto de características diferenciadas que cada sociedad asigna a hombres y mujeres
LESION RENAL	Ultrasonido Doppler	Con lesión sin lesión	cualitativa Dicotomica Nominal	Condición clínica seria, multicausal, de importancia mundialmente reconocida en salud pública.

6.7. Técnica para la recolección de datos

Se realiza con un transductor de alta frecuencia junto con el uso de Doppler color o potencia para ayudar a la localización de los vasos como la resistencia al flujo sanguíneo. Segunda recomendación que el muestreo para RRI se realice a nivel de las arterias arciformes o interlobulares, adyacentes a las pirámides de la medular. Las mediciones deben repetirse preferentemente en diferentes partes de ambos órganos (superior, medio e inferior) cuando se hayan obtenido al menos tres formas de onda reproducibles. Un RRI se calcula con la siguiente fórmula: $(\text{velocidad sistólica pico} - \text{velocidad diastólica final}) / \text{velocidad sistólica pico}$, y generalmente se considera el valor medio de tres mediciones en cada riñón, generalmente se toma como normal con un valor de 0.70.

6.8. Material y métodos a utilizar.

Instrumentos de medición	1.- Lista de Cotejo diseñada por la investigadora y asesor. 2.- Equipo de ultrasonido modalidad doppler espectral con transductor convexo multifrecuencial 2-5MHz. (Siemens Acuson NX3 Elite).
Recursos para completar el estudio	1-Computadora, impresora y hojas de papel que corren a cargo del investigador principal.

El índice resistivo renal se medirá con un equipo de ultrasonido modalidad doppler espectral con transductor convexo multifrecuencial 2-5MHz. (Siemens Acuson NX3 Elite) colocando gel a temperatura ambiente a nuestro paciente en posición supino

o prono (de acuerdo al estado del paciente crítico). Las mediciones iniciales serán evaluadas por un especialista en Radiología diagnóstica en un promedio de tres mediciones en riñón derecho e izquierdo en cada paciente.

6.9. Procesamiento y análisis estadísticos

Se evaluará la normalidad de los datos a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Las variables cuantitativas se expresarán como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartilico dependiendo de su normalidad. La diferencia entre los grupos se evaluará a través de la prueba T de student o U de mann whitney, según su distribución.

Se considerará estadísticamente significativo cuanto la p sea menor a 0.0

6.10. Aspectos éticos:

Se cumplieron los aspectos de confidencialidad y anonimato de la base de datos de los pacientes utilizando una codificación numérica; los datos generados de este estudio serán mantenidos en la computadora personal de la investigadora principal por un lapso de tiempo de 5 años posterior al término del estudio, de acuerdo a normativa internacional y Buenas Prácticas Clínicas (ICH-E6-R1); dado que la investigación también pudiera tener fines asistenciales, es importante que la custodia de los datos pueda compartirse con los dos médicos cardiólogos asesores del proyecto de investigación para favorecer el cumplimiento de este fin.

El riesgo del estudio es mayor que el mínimo motivo por el cual se requiere verificación de existencia de consentimiento informado completamente requisitado y firmado antes de captura de datos. Este estudio está apegado a los principios bioéticos establecidos de acuerdo a la declaración de Helsinki, Código de Núremberg así como normas nacionales e internacionales vigentes, incluyendo La Ley General de Salud, título quinto “Investigación para la Salud”, capítulo único, que

establecen los lineamientos y principios a los cuales debe someterse la investigación en materia de salud que involucre seres humanos, así como el artículo 100 de la Ley General de Salud que establece que la investigación en seres humanos deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifiquen la investigación médica, así como las pautas CIOMS. El cumplimiento de estas guías asegura la protección de la dignidad, derechos humanos, seguridad y bienestar de los participantes en este estudio clínico.

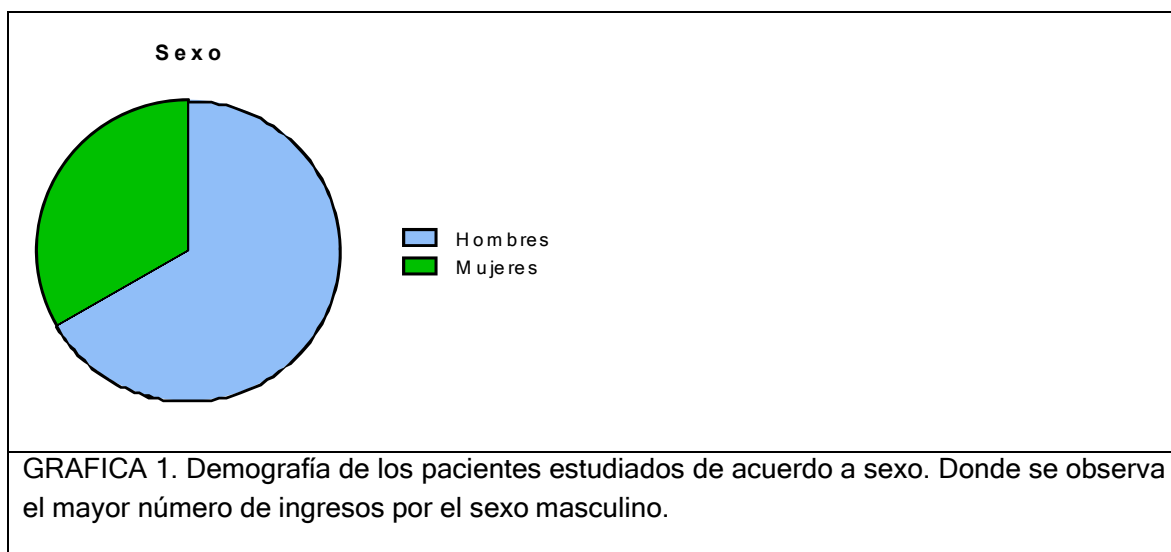
6.11. Cronograma de actividades.

	Abril 2022	Mayo 2022	Junio 2022	Julio 2022	Agosto 2022	Sept 2022	Oct 2022	Nov 2022	Dic 2022	Ene 2023
Diseño protocolo de investigación.	X	X								
Revisión de protocolo por la comisión de investigación.		X	X							
Autorización del protocolo por la comisión de ética e investigación.			X							
Ejecución.			X	X	X	X				
Análisis de resultados							X			
Informes de avances.							X			
Presentación de tesis para titulación.										X
Presentación en Jornadas de residentes local									X	

7. Resultados:

Se evaluará la normalidad de los datos a través de la prueba Shapiro Wilk. Las variables cuantitativas se expresarán como media y desviación estándar, las variables cualitativas se expresarán como frecuencia y porcentaje. Se buscará diferencias entre los grupos a través de la prueba T de student o U de mann whitney dependiendo de su normalidad. También a través de la prueba chi cuadrada para las variables cualitativas. Se calculará la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del índice resistivo en comparación con el score AKIN para detección de lesión renal aguda. Se considerará estadísticamente significativo cuando la p sea menor de 0.05. Se buscará correlación entre las variables cuantitativas a través de la correlación de spearman.

44 pacientes cumplieron los criterios de inclusión del estudio, 20 tuvieron que ser eliminados del estudio, por lo que se analizaron los datos de veinticuatro personas. Presentaron una media de edad de 59.62 ± 17.17 años con un rango de 18 a 87 años, la mayoría correspondió al sexo masculino con 16 (66.7%) pacientes.



La mayoría de los pacientes se encontraban bajo tratamiento por parte de servicios quirúrgicos con 14 (58.3%) pacientes, no se observó que las especialidades

quirúrgicas presentaran mayor número de pacientes que las especialidades no quirúrgicas ($p=0.358$), el desglose de especialidades se describe a detalle en la tabla.

Tabla 1. Especialidades que previamente trataron a los pacientes	
Especialidades quirúrgicas (n=14)	
Cardiocirugía	2 (8.3)
Neurocirugía	3 (12.5)
Cirugía general	4 (16.7)
Urología	1 (4.2)
Especialidades no quirúrgicas (n=10)	
Cardiología	2 (8.3)
Cardiología intervencionista	2 (8.3)
Neumología	2 (8.3)
Medicina interna	2 (8.3)
Psiquiatría	1 (4.2)
Datos expresados en frecuencia y porcentaje	
Fuente: Base de datos	

La mayoría de pacientes, 17 (70.8%) presentaba al menos una comorbilidad, de los cuales presentaron una mediana de 2 comorbilidades con un mínimo de 1 y un máximo de 3. Las comorbilidades presentadas fueron; 14 (58.3%) pacientes con hipertensión arterial sistémica; 9 (37.5%) con diabetes mellitus; 4 (16.7%) con cardiopatía y 2 (8.3%) con tabaquismo.

Los pacientes presentaron una media de 1.37 ($DE\pm 0.68$) mg/dl de creatinina al ingreso y un índice resistivo 0.80 ($DE\pm 0.10$), el resto de valores se presenta en la tabla 2. Se calculó la Δ de concentración de creatinina (Δ Creatinina ingreso -

Creatinina día 4), presentando una media de -0.12 ± 0.42 mg/dL, observando que en 10 (41.7%) pacientes aumento la creatinina en comparación con la de ingreso a UTI. Esto se realizó de la misma forma con el índice resistivo, con una media de -0.05 ± 0.09 , en el cual solo en 4 (16.7%) pacientes aumento durante la estancia en unidad de terapia intensiva (UTI).

Tabla 2. Concentración de creatinina y del índice resistivo durante la estancia en UTI				
	Ingreso	Día 2	Día 3	Día 4
Creatinina (mg/dL)	1.37 ± 0.68	1.35 ± 0.57	1.35 ± 0.52	1.24 ± 0.45
Índice resistivo	0.80 ± 0.10	0.80 ± 0.13	0.76 ± 0.10	0.73 ± 0.10
Datos expresados en media y desviación estándar				
Fuente base de datos				

Se reportó que 8 (33.3%) de los pacientes presentaron elevación de azoados sin reportarse la concentración de las mismas.

La media de días de estancia en la UTI fue de 8.22 ± 4.84 días, con un mínimo de 4 y un máximo de 21, al finalizar el tiempo de recolección de datos, dos pacientes aún se encontraban en la UTI.

Al separar a los pacientes por sexo no se observó diferencia significativa en la edad (hombres 58.37 ± 18.84 , mujeres 62.12 ± 14.05 , $p=0.625$) ni en concentración de creatinina durante los días de evaluación, tabla 3, sin embargo, las pacientes mujeres presentaron un índice resistivo mayor en comparación con los hombres al ingreso a UTI ($p=0.005$), día 3 ($p=0.015$) y día 4 ($p=0.033$)

Tabla 3. Concentración de creatinina y del índice resistivo por sexo			
	Hombres (n=16)	Mujeres (n=8)	P
Cr Ingreso*	1.36±0.62	1.37±0.82	0.854
Cr día 2	1.28±0.53	1.48±0.66	0.433
Cr día 3*	1.25±0.52	1.56±0.49	0.173
Cr día 4	1.17±0.46	1.37±0.43	0.318
Δ Ingreso – día 4	-0.19±0.35	0.00±0.55	0.307
IR Ingreso	0.76±0.07	0.88±0.10	0.005
IR día 2	0.76±0.11	0.87±0.12	0.052
IR día 3	0.73±0.08	0.83±0.10	0.015
IR día 4*	0.70±0.09	0.80±0.10	0.033
Δ Ingreso – día 4	-0.04±0.09	-0.08±0.08	0.326

Cr= creatinina; IR = índice resistivo
 Datos expresados en media y desviación estándar, prueba T de student
 *Prueba U de mann whitney

Fuente: Base de datos

Al separar a los pacientes de acuerdo a si la especialidad que estaba tratando su trastorno de base en quirúrgica y no quirúrgica no se observó diferencia en la edad de los pacientes (59.28±18.98, 60.10±15.24 respectivamente, p=0.912) ni tampoco en la concentración de creatinina o el índice resistivo, tabla 4.

Tabla 4. Concentración de creatinina y del índice resistivo por tipo de especialidad			
	Quirúrgicos (n=14)	No quirúrgicos (n=10)	P
Cr Ingreso*	1.40±0.80	1.33±0.49	0.837
Cr día 2	1.36±0.67	1.34±0.41	0.921
Cr día 3*	1.32±0.61	1.40±0.40	0.574
Cr día 4	1.20±0.52	1.29±0.35	0.669
Δ Ingreso – día 4	-0.19±0.35	-0.40±0.51	0.401
IR Ingreso	0.78±0.10	0.82±0.09	0.363

IR día 2	0.79±0.13	0.81±0.12	0.758
IR día 3	0.75±0.11	0.78±0.07	0.414
IR día 4*	0.72±0.12	0.75±0.08	0.371
Δ Ingreso – día 4	-0.04±0.10	-0.07±0.07	0.463
Cr= creatinina; IR = índice resistivo			
Datos expresados en media y desviación estándar, prueba T de student			
*Prueba U de mann whitney			
			Fuente: Base de datos

De acuerdo a la clasificación AKIN, 19 (79.2%) pacientes presentaron lesión renal aguda (LRA) durante su estancia en la UTI, figura 1. De los pacientes que presentaron LRA, 11 (57.9%) presentaron marcadores sugerentes de que estuvo la lesión presente durante los 4 días que se evaluó en el estudio. Y en relación al índice resistivo, 20 (83.3%) de los pacientes presentaron LRA, de estos 9 (45%) la LRA se mantuvo durante los 4 días de estudio.

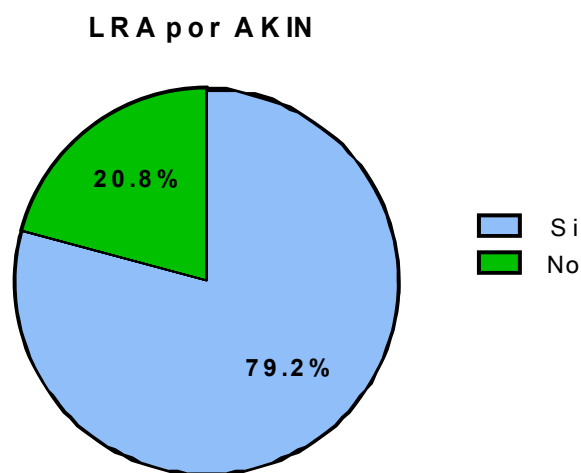


Figura 1. Lesión renal aguda por clasificación AKIN

Se comparó la concentración de creatinina y el índice resistivo de los pacientes de acuerdo si presentaron o no lesión en algún día de su estancia en la UTI de acuerdo a la clasificación AKIN, los pacientes con LRA presentaron una mayor concentración

de creatinina en comparación con los pacientes sin LRA durante el día 2 ($p=0.003$), día 3 ($p=0.004$) y día 4 ($p=0.000$), de su estancia en UTI. También se observó que los pacientes con LRA presentaron un mayor índice resistivo que los pacientes que no durante el día de ingreso ($p=0.026$), día 2 (0.016), día 3 ($p=0.019$) y día 4 ($p=0.015$), esto se detalla en la tabla 5. Tampoco se observó diferencia en la edad de los pacientes (LRA= 59.26 ± 17.48 , Sin LRA 61.00 ± 17.79 , $p=0.846$).

Tabla 5. Concentración de creatinina y del índice resistivo por presencia de LRA (AKIN)			
	Con LRA (AKIN) n=19	Sin LRA (AKIN) n=5	P
Cr Ingreso*	1.50±0.70	0.86±0.15	0.108
Cr día 2	1.47±0.58	0.90±0.23	0.003
Cr día 3*	1.50±0.49	0.80±0.00	0.004
Cr día 4	1.36±0.42	0.76±0.11	0.000
Δ Cr Ingreso – día 4	-0.13±0.47	-0.10±0.24	0.869
IR Ingreso	0.82±0.08	0.71±0.10	0.026
IR día 2	0.83±0.12	0.68±0.08	0.016
IR día 3	0.79±0.09	0.67±0.06	0.019
IR día 4*	0.76±0.10	0.64±0.05	0.015
Δ IR Ingreso – día 4	-0.04±0.09	-0.07±0.07	0.567
Cr= creatinina; IR = índice resistivo			
Datos expresado en media y desviación estándar, prueba T de student			
*Prueba U de mann whitney			Fuente: Base de datos

Se comparó la concentración de creatinina y el índice resistivo de los pacientes de acuerdo a la presencia de LRA de acuerdo al índice resistivo, los pacientes con LRA presentaron mayor edad, 62.90 ± 15.48 años, en comparación con lo que no presentaban LRA 43.25 ± 17.68 años, $p=0.033$. También se observó que los pacientes con LRA presentaron una mayor concentración de creatinina y un mayor índice resistivo en comparación con los que no presentaron la lesión, tabla 6.

Tabla 6. Concentración de creatinina y del índice resistivo por presencia de LRA (índice resistivo)			
	Con LRA (IR) n=20	Sin LRA (IR) n=4	p
Cr Ingreso*	1.50±0.66	0.70±0.14	0.003
Cr día 2	1.49±0.53	0.67±0.09	0.000
Cr día 3*	1.47±0.49	0.77±0.05	0.002
Cr día 4	1.33±0.44	0.80±0.14	0.000
Δ Cr Ingreso – día 4	-0.17±0.44	0.10±0.24	0.250
IR Ingreso	0.82±0.08	0.67±0.05	0.003
IR día 2	0.84±0.10	0.62±0.05	0.001
IR día 3	0.79±0.09	0.64±0.04	0.183
IR día 4*	0.76±0.09	0.60±0.00	0.001
Δ IR Ingreso – día 4	-0.49±0.10	-0.07±0.05	0.634

Cr= creatinina; IR = índice resistivo
 Datos expresados en media y desviación estándar, prueba T de student
 *Prueba U de mann whitney

Fuente: Base de datos

Se calculó la correlación de spearman para las diversas mediciones de la creatinina con el índice resistivo observando correlación positiva entre ambas mediciones, debido a la cantidad de datos se mencionan algunas solamente. Se presentó una correlación positiva entre la creatinina de ingreso y el índice resistivo al ingreso de 0.429 (p=0.036), con el índice resistivo de egreso de 0.574 (p=0.004), también se observó una correlación positiva entre el índice resistivo al egreso con la creatinina del día 2 de 0.669 (p=0.000) y con la creatinina al egreso de 0.760 (p=0.000), estas se pueden consultar a mayor detalle en el anexo.

Se calculó la presencia de LRA de acuerdo al índice resistivo tomando como gold estándar la clasificación AKIN, el índice resistivo presento una sensibilidad de 0.89 (IC 95% 0.68-0.98), especificidad de 0.4 (IC 95% 0.07-0.76), valor predictivo positivo de 0.85 (IC 95% 0.63-0.94) y un valor predictivo negativo de 0.5 (IC 95% 0.08-0.91) para la detección de LRA, tabla 7.

Tabla 7. Pacientes de acuerdo a la presencia de LRA según AKIN e IR		
	LRA por AKIN	Sin LRA por AKIN
LRA por IR	17	3
Sin LRA por IR	2	2
Datos expresados en frecuencia		
Fuente: Base de datos		

Tabla. 8 Correlaciones sperman de la creatinina e índice resistivo													
			Cr Ingreso	Cr día 2	Cr día 3	Cr día 4	Δ (Cr ingreso - Cr día 4)	IR ingreso	IR día 2	IR día 3	IR día 4	Δ (IR ingreso - IR día 4)	
Rho de Spearman	Cr Ingreso	Coeficiente de correlación	1.000	.907**	.809**	.694**	-.762**	.429*	.564**	.528**	.574**	0.047	
		Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.004	0.008	0.004	0.827	
		N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
	Cr día 2	Coeficiente de correlación	.907**	1.000	.886**	.689**	-.676**	.532**	.636**	.602**	.669**		0.112
		Sig. (bilateral)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.007	0.001	0.002	0.000		0.603
		N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
	Cr día 3	Coeficiente de correlación	.809**	.886**	1.000	.853**	-.390	.614**	.685**	.690**	.714**		0.025
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000		0.000	0.060	0.001	0.000	0.000	0.000		0.906
		N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
	Cr día 4	Coeficiente de correlación	.694**	.689**	.853**	1.000	-0.158	.445*	.594**	.711**	.760**		0.233
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000		0.460	0.029	0.002	0.000	0.000		0.274
		N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
	Δ (Cr ingreso - Cr día 4)	Coeficiente de correlación	-.762**	-.676**	0.390	0.158	1.000	-0.150		0.284	0.199	0.215	-0.098
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.060	0.460		0.483	0.179	0.350	0.326		0.649
		N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
	IR ingreso	Coeficiente de correlación	.429*	.532**	.614**	.445*	-0.150	1.000		.715**	.637**	.711**	-0.263
		Sig. (bilateral)	0.036	0.007	0.001	0.029	0.483		0.000	0.001	0.000		0.214
		N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
IR día 2	Coeficiente de correlación	.564**	.636**	.685**	.594**	-0.284	.715**	1.000		.821**	.763**	-0.117	
	Sig. (bilateral)	0.004	0.001	0.000	0.002	0.179	0.000		0.000	0.000		0.586	
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24	

IR día 3	Coeficiente de correlación	.528**	.602**	.690**	.711**	-0.199	.637**	.821**	1.000	.952**	0.201
	Sig. (bilateral)	0.008	0.002	0.000	0.000	0.350	0.001	0.000		0.000	0.346
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
IR día 4	Coeficiente de correlación	.574**	.669**	.714**	.760**	-0.215	.711**	.763**	.952**	1.000	0.404
	Sig. (bilateral)	0.004	0.000	0.000	0.000	0.326	0.000	0.000	0.000		0.056
	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Δ (IR ingreso - IR día 4)	Coeficiente de correlación	0.047	0.112	0.025	0.233	-0.098	-0.263	-0.117	0.201	0.404	1.000
	Sig. (bilateral)	0.827	0.603	0.906	0.274	0.649	0.214	0.586	0.346	0.056	
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	23	24
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).											
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).											

8. Conclusiones:

El índice resistivo renal se encuentra en el límite superior 0.7 o por arriba del mismo previo a la elevación de creatinina en nuestros pacientes hospitalizados indicativos de falla renal y con control de nuestro marcador sérico tardío (creatinina) inicial y consecutivo e indicativo de falla renal de manera tardía, se observa que durante la disminución de niveles de creatinina en el paciente crítico se mantiene aún elevado el índice resistivo renal lo que puede estar asociado a valores de creatinina no reales y disminuidos por factores secundarios como lo es la desnutrición del paciente crítico por lo que es otro factor importante de este marcador ultrasonográfico ayunado a identificar la lesión renal aguda transitoria y persistente. Así tomando en cuenta que somos un Hospital donde se realiza cirugía cardíaca el 50% de estos pacientes presenta lesión renal aguda en el postquirúrgico inmediato.

Por lo que se demuestra que el uso del ultrasonido al ingreso de los pacientes de cuidados intensivos es de uso indispensable para realizar intervenciones de manera temprana y durante la hospitalización guiando tratamiento farmacológico, reanimación disminuyendo factores que deterioren aún más la falla renal teniendo impacto así en la mortalidad ya conocida por investigaciones previas en el paciente

crítico recordando que la falla renal aguda aumenta el 60% de la morbimortalidad de nuestros pacientes.

Este método se justifica para la evaluación integral como biomarcador prometedor y así asociarse a disminución también en costos de la atención.

Miscelanea: En pacientes con insuficiencia renal crónica los cuales se llevó acabo el protocolo de manera inicial y continua durante hospitalización se encuentra con dificultad para realizar medición en la mayoría de los pacientes el cual está relacionado con el grado arteriosclerosis, esclerosis glomerular, fibrosis intersticial y edema. También se observó que este tipo de pacientes posterior a tratamiento sustitutivo renal se observa un mayor flujo en parénquima renal de acuerdo al rastreo previo pero este flujo al colocar efecto doppler el índice resistivo no podía ser medido de manera adecuada ya que no se encuentra con presencia de onda sistólica y diastólica posiblemente la captación de flujo doppler podría estar relacionado a edema intersticial.

Los pacientes post operados de cirugía cardiovascular se nos permitió medir índice resistivo renal a pesar de presentar en su mayoría fibrilación auricular sin grandes modificaciones respecto a mediciones previas. En presencia de extrasístoles ventriculares y supraventriculares se observa complicación para medir el índice resistivo debido a modificación de la onda sistólica y diastólica.

En pacientes con delirium hiperactivo se realizó más de tres mediciones ya que en este tipo de pacientes se dificulta realizar el rastreo tomando el promedio al final de las tres mediciones más cercanas.

Discusión: De acuerdo al autor Zhou K et al los cuales realizaron un estudio piloto, observacional prospectivo en el centro Journal of Clinical Anesthesia donde correlación entre el índice de resistencia renal intraoperatorio y cirugía cardiaca asociadoa lesión renal y el estudio retrospectivo de Anne D. Cherry "et al" sobre el índice de resistencia renal postoperatorio en pacientes de cirugía cardiaca medido por ecografía Doppler transabdominal es un biomarcador temprano prometedor de LRA. En nuestro estudio se encuentra el índice resistivo con sensibilidad de 0.89 (IC 95%


0.68-0.98), especificidad de 0.4 (IC 95% 0.07-0.76) en el cual se incluyeron pacientes de mismas etiologías por lo tanto es altamente asociado con AKI y justifica una evaluación adicional como un biomarcador prometedor en nuestros pacientes. Es así de acuerdo al protocolo CCROS de la autora Jessica Garduño-López el índice resistivo renal resulto ser un marcador de evaluación ultrasonografica temprana de lesión renal aguda que se caracteriza por ser accesible, reproducible, cuantificable, dinámico y con una elevada sensibilidad, especificidad y capacidad pronostica lo cual coincide durante la evaluación de nuestro estudio. Maria Bodd et al realizan un análisis de regresión logística multivariable (2010-2013) índice resistivo renal y mortalidad en pacientes críticos con insuficiencia renal aguda durante su estancia en la UCI el diagnóstico de AKI se midió IRR realizando asociación entre IRR en AKI donde en el momento del diagnóstico de LRA el IRR fue de 0,77 en los supervivientes, resultados en nuestros pacientes de la UCI ISSSTE Morelia con un IRR 0.73-0.80. En el estudio de Marty P. realizo un estudio prospectivo observacional detección temprana de lesión renal después de una cirugía ortopédica llegando a la conclusión que el índice de resistencia postoperatorio parece ser eficaz para la detección temprana de igual manera en nuestro estudio donde se incluyeron pacientes quirúrgicos y no quirúrgicos el índice resistivo renal es de apoyo para AKI. Sebastien Ninet et al realiza una revisión sistemática y metaanálisis para la predicción de la disfunción renal reversible para ayudar a distinguir la lesión renal aguda transitoria o persistente manteniendo IR elevado o persistente con intervalo de confianza del 95% el cual puede ser un predictor en pacientes críticos en nuestro seguimiento encontramos pacientes con persistencia de índice resistivo renal elevado a pesar de disminución de creatinina por lo que puede asociarse a lo que el autor estudio en estos pacientes. Por lo tanto este estudio tiene asociación a estudios ya realizados por lo que se concluye que es na herramienta útil y reproducible en nuestros pacientes.

9. Referencias bibliográficas


1. Abarca Rozas B, Mestas Rodríguez M, Widerström Isea J, Lobos Pareja B, Vargas Urrea J. A current view on the early diagnosis and treatment of acute kidney failure. 2020;20(5):e7928. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5867/medwave.2020.05.7928>
2. Sr. Director Vascular renal resistance index is not related with prognosis in kidney transplantation. *Revista de la Sociedad Española de Nefrología* 2021
3. Viazzi F, Leoncini G, Derchi LE, Pontremoli R. Ultrasound Doppler renal resistive index: a useful tool for the management of the hypertensive patient. *JHypertens*2014; <http://dx.doi.org/10.1097/HJH.0b013e328365b29c>
4. Boddi M, Natucci F, Ciani E. The internist and the renal resistive index: truths and doubts. *Intern Emerg Med.* 2015;10(8):893-905. <http://dx.doi.org/10.1007/s11739-015-1289-2>
5. Carrillo-Esper R, De La Torre-León T, Rosales-Gutiérrez ** Agustín Omar, Carrillo-Córdova*** Índice ** Luis Daniel. Fundamentos e implementación en el enfermo grave. Artículo de revisión. *Rev Invest Med Sur Mex*, Abril-Junio. 2014;21(2):68-72.
6. Cherry AD. Umbral de resistencia del índice renal intraoperatorio en la lesión renal aguda como biomarcador. *Dept of Internal Medicine.* 2500;
7. Zhou K, Ren A, Zhu H, Zhang H, Li Q, Liu J. The correlation between intraoperative renal resistive index and cardiac surgery-associated acute kidney injury - A pilot, prospective, observational, single center study. *J ClinAnesth*[Internet].2020;67(110066):110066. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.1106>
8. Garduño-López J, García-Cruz E, Baranda-Tovar FM. Protocolo ultrasonográfico enfocado en cirugía cardíaca posquirúrgica CCROSS (Cardiac, Cerebral, Renal, Optic nerve, lung ultraSound Study). *Arch CardiolMex*[Internet].2019;89(2):138-49. <http://dx.doi.org/10.24875/ACM.M19000026>
9. De Freminville J-B, Vernier L-M, Roumy J, Patat F, Gatault P, Sautenet B, et al. Impact on renal resistive index of diabetes in renal transplant donors and recipients: A retrospective analysis of 1827 kidney transplant recipients. *J Clin Hypertens (Greenwich)* [Internet]. 2019;21(3):382-9. <http://dx.doi.org/10.1111/jch.13492>
10. Boddi M, Bonizzoli M, Chiostrì M, Begliomini D, Molinaro A, Tadini Buoninsegni L, et al. Renal Resistive Index and mortality in critical patients with acute kidney injury. *Eur J Clin Invest* [Internet]. 2016;46(3):242-51. <http://dx.doi.org/10.1111/eci.12590>
11. Marty P, Szatjnic S, Ferre F, Conil J-M, Mayeur N, Fourcade O, et al. Doppler renal resistive index for early detection of acute kidney injury after major orthopaedic surgery: a prospective observational study: A

- prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol.*2015;32(1):37-43.
<http://dx.doi.org/10.1097/EJA.000000000000120>
12. Ninet S, Schnell D, Dewitte A, Zeni F, Meziani F, Darmon M. Doppler-based renal resistive index for prediction of renal dysfunction reversibility: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care*2015;30(3):629-35.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.02.008>
 13. Calabia J, Torguet P, Garcia I, Martin N, Mate G, Marin A, et al. The relationship between renal resistive index, arterial stiffness, and atherosclerotic burden: the link between macrocirculation and microcirculation. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2014;16(3):186-91.
<http://dx.doi.org/10.1111/jch.12248>
 14. Nisula S, Kaukonen KM, Vaara ST, Korhonen AM, Poukkanen M, Karlsson S. FINNAKI Study Group. Incidence, risk factors and 90-day mortality of patients with acute kidney injury.
 15. Ninet S, Schnell D, Dewitte A, Zeni F, Meziani F, Darmon M. Doppler-based renal resistive index for prediction of renal dysfunction reversibility: A systematic review and meta-analysis. *J Crit Care* 2015;30(3):629-35.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.02.008>
 16. Florczak E, Januszewicz M, Januszewicz A, Prejbisz A, Kaczmarska M, Michałowska I, et al. Relationship between renal resistive index and early target organ damage in patients with never-treated essential hypertension. *BloodPress.*2009;18(1-2):55-61.
<http://dx.doi.org/10.1080/08037050902864078>
 17. Čulafić D, Štulić M, Obrenović R, Miletić D, Mijač D, Stojković M, et al. Role of cystatin C and renal resistive index in assessment of renal function in patients with liver cirrhosis. *World J Gastroenterol.*2014;20(21):6573-9.
<http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v20.i21.6573>
 18. Merino García E, Borrego Utiel FJ, Polaina Rusillo M, García Cortés MJ. El índice de resistencia vascular renal no tiene implicaciones pronósticas en el renal. *Nefrol(EnglEd)*.2021;41(1):69-71.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.nefro.2019.12.003>


10. Autorizaciones



GOBIERNO DE MÉXICO



ISSSTE
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO



CONBIOÉTICA

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
Morelia, Mich. A 14 de junio de 2022
ASUNTO: Autorización Protocolo de Investigación

DRA. EVELYN MARTHA GUERRERO SANTAMARÍA
MÉDICO RESIDENTE DE MEDICINA CRÍTICA
PRESENTE:

At'n: DRA. MAGDALENA BRAVO VÉLEZ
ASESORA TITULAR DE TESIS

Le notifico que el protocolo de investigación que usted presentó ante este Comité de Ética en Investigación; A mi cargo, y cuyo título es "*Detección oportuna de la lesión renal por medio del índice resistivo renal en los pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Regional ISSSTE Morelia*" y que fue sometido a la evaluación del Comité de Ética en Investigación de esta institución, quienes de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores consideraron que cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación vigentes, por lo que el protocolo fue **AUTORIZADO**, habiéndose asignado el número de registro de la institución siguiente:

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN	ÁREA	No. DE REGISTRO
HOSPITAL REGIONAL ISSSTE MORELIA	ESPECIALIDAD MEDICINA CRÍTICA	Nº.2.11.15.4.2 /CEI/003/2022

Se le solicita informar el grado de avance del mismo acorde al cronograma de actividades; en caso de que el mismo contemple la graduación del médico residente, indicar fecha y grado académico obtenido. Si la finalidad es publicar, informar el título de la revista, volumen, año y paginas una vez que el mismo sea publicado.

I. S. S. S. T. E.
Hospital Regional Morelia
Morelia, Michoacán

22 JUN. 2022

COORDINACIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

ATENTAMENTE

DRA. MARTHA SÁNCHEZ PÉREZ

PRESIDENTA DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

I. S. S. S. T. E.
Hospital Regional Morelia
Morelia, Michoacán

22 JUN. 2022


RECEBIDO

COORDINACIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

Recibí Evelyn Martha Guerrero Santamaría 22/06/22

C.c.p. Dra. Elísea Torres Vázquez, Coordinadora

Salida a Charo km 4, Atapueco Mpio de Morelia, Michoacán, C.P. 58300 TEL. 443323013 Ext. 10257 y 10258
TEL. Directo 4433144271. Email: elisea.torres@issste.gob.mx 716.anaizmariza@issste.gob.mx





GOBIERNO DE MÉXICO



ISSSTE
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

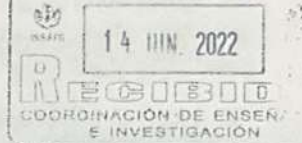


2022 Flores de Magón

Acuse

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
Morelia, Mich. A 14 de junio de 2022

I. S. S. S. T. E.
Hospital Regional Morelia
Morelia, Michoacán



DRA. EVELYN MARTHA GUERRERO SANTAMARÍA
INVESTIGADOR PRINCIPAL

ASUNTO: Dictamen del Comité de Investigación.
APROBACIÓN.

Título del Proyecto: "Detección oportuna de la lesión renal aguda por medio del índice resistivo renal en los pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Regional ISSSTE Morelia de julio a octubre de 2022"

Código asignado por el Comité de investigación: **No.2.11.15.4.2/CI/03/2022**

Le informamos que su proyecto de referencia ha sido evaluado por el Comité de Investigación y las opiniones acerca de los documentos presentados se encuentran a continuación:

	Nº y/o Fecha Versión	Decisión
PROTOCOLO	Junio-2022, Versión: CI-03-03-2022	Aprobado
CONSENTIMIENTO INFORMADO	CI-20-05-2022	Aprobado

Este protocolo tiene vigencia de junio de 2022 a junio de 2023.

En caso de requerir una ampliación, le rogamos tenga en cuenta que deberá enviar al Comité de Investigación un reporte de progreso al menos 30 días antes de la fecha de término de su vigencia. El Comité dispone de un formato estándar que podrá usarse al efecto. Lo anterior forma parte de las obligaciones del Investigador las cuales vienen descritas al reverso de esta hoja.

Atentamente



Dr. Fabián Gutiérrez Hernández
Presidente del Comité de Investigación



I. S. S. S. T. E.
Hospital Regional Morelia
Morelia, Michoacán.
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

C.c.p. Dirección. Para su conocimiento
Coordinación de Enseñanza e Investigación. Para su conocimiento

Salida a Charo km 5, Atapaneo Mpio de Morelia, Michoacán, C.P. 58300. TEL 4433123013. Ext 10257 y 10259
2718.enseñanza@issste.gob.mx

11. Anexos.

11.1 Consentimiento informado.

HOSPITAL DE ALTA ESPECIALIDAD ISSSTE, MORELIA

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN CLINICA

Morelia, Mich., a _____ del mes de _____ del año _____.

Yo, _____ autorizo mi participación en el protocolo de investigación.

Realizado en el Hospital de Alta Especialidad ISSSTE de Morelia.

Sin tener presiones de ninguna índole por parte de persona alguna o institución, otorgo mi consentimiento para la recolección, análisis y almacenamiento de material, así como de los datos que resulten.

Estoy enterado de que obtendré los siguientes beneficios: realización de estudio de ultrasonido doppler renal. Entre los riesgos adicionales que acepto: sin riesgos adicionales. Así mismo, se me ha explicado que la participación en este estudio no pone en riesgo mi salud, ni condiciona la atención dentro del Hospital, tampoco recibiré alguna remuneración económica por mi participación.

El investigador principal se ha comprometido a darme la información pertinente sobre cualquier duda que me surja acerca del estudio durante el mismo. También se me ha informado que me puedo retirar del protocolo en cualquier momento que considere conveniente sin que ello afecte la atención recibida en este centro. Cualquier complicación se atenderá y resolverá institucionalmente.

Se me notifico que no se me identificará de ninguna forma en los resultados, ni en la forma de presentación de los mismos, todos los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

Firmo la presente carta de consentimiento bajo información de forma voluntaria y estando enterado ampliamente de los beneficios y riesgos del acto autorizado.

Cualquier duda que presente o datos de urgencia puede comunicarse con la investigadora principal Dra. Evelyn Martha Guerrero Santamaría TEL. . Hospital Regional Morelia, KM 6 Salida a Charo, Atapaneco Morelia. Tel. 3126515

Nombre y firma del paciente

Nombre y firma del testigo

Nombre y firma del testigo

UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL REGIONAL MORELIA

Hoja de recolección de datos


NOMBRE DEL PACIENTE: _____

EDAD: _____

FECHA DE INGRESO: _____

FÓRMULA DEL INDICE RESISTIVO RENAL

$$IRR = \frac{\left(\begin{matrix} \text{velocidad} & - & \text{velocidad} \\ \text{sistólica máxima} & & \text{diastólica final} \end{matrix} \right)}{\text{velocidad sistólica máxima}}$$

RESIDENTE	ADSCRITO DE RADIOLOGIA	RESULTADO RESIDENTE	RESULTADO ADSCRITO
Dra. Evelyn Martha Guerrero Santamaría	 <p>Distensibilidad vascular renal</p> <p>Presión intersticial renal</p> <p>$IR = (Vs - Vd) / Vs$</p>	<p>Características del paciente: edad, enfermedad renal, enfermedad arterial</p> <p>Índice derecho:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- 2.- 3.- <p>Índice izquierdo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- 2.- 3.- <p>Presión intraabdominal</p>	<p>Cambios hemodinámicos: presión arterial, FC</p> <p>Índice derecho:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- 2.- 3.- <p>Índice izquierdo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- 2.- 3.-

Evaluador: _____

Médico adscrito al departamento de Radiología e Imagen