



BUAP

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

**Dirección de Estudios de Posgrado del Área de la Salud
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

Facultad de Medicina

**ASOCIACIÓN DE FACTORES DE RIESGO CON LESIÓN RENAL AGUDA EN
PACIENTES EXPUESTOS A MEDIOS DE CONTRASTE EN PROCEDIMIENTOS
REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINAMIA DEL HOSPITAL REGIONAL
ISSSTE PUEBLA, DURANTE 2023.**

Para obtener el diploma en la especialidad de Nefrología.

Presenta

MARIA DEL CARMEN PINEDA PÁEZ

Asesor Experto: Dra. Kriscia Mariela Hernández Arteaga, Dr. Manuel Valentín Cruz.

Asesor Metodológico: MD., PhD. José Luis Gálvez Romero.

Número de registro: 455.2021



Puebla de Zaragoza a 28 de noviembre de 2023

AGRADECIMIENTOS

**Leo, Aurea, José Luis y Bobby.
Gracias.**

Dra. Kriscia Hernández Arteaga, Dra. María José González Farris y Dra. Gabriela Salas Pérez, gracias por todo el apoyo incondicional brindado durante este tiempo, no solo en el aspecto profesional, sino también en el ámbito personal.

Autorización

<hr/> <p>Dr. Arsenio Torres Delgado Director Médico</p>	<hr/> <p>Mtro. Mario Alberto Sorcia Aguilar Coordinación de enseñanza e investigación</p>
<hr/> <p>M.D., Ph.D. José Luis Gálvez Romero Jefatura de Investigación</p>	<hr/> <p>Dra. Kriscia Hernández Arteaga Asesor Experto</p>
<hr/> <p>Dr. Manuel Valentín Cruz Asesor Experto</p>	<hr/> <p>Dra. María del Carmen Pineda Páez. Tesisista</p>

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
POBLACIÓN DE ESTUDIO	19
CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	19
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	20
TIPO DE MUESTREO.....	20
METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	20
DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.....	21
TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS	22
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
ASPECTOS ÉTICOS.....	22
RESULTADOS.....	23
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES.....	28
CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	28
CONCLUSIÓN GENERAL	28
PROPUESTA DE MEJORA (ALGORITMO).....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30

RESUMEN

Antecedentes. Con el avance de la ciencia han aumentado los eventos adversos asociados a algunos procedimientos. En estudios observacionales no controlados se ha notado un aumento en la frecuencia de lesiones renales agudas (LRA) como resultado de la administración intravenosa o intraarterial de agentes de contraste. Sin embargo, estudios posteriores sugieren que su incidencia puede no ser tan elevada como se pensaba inicialmente, lo que ha llevado a un cambio en el paradigma y a una reconsideración de los temores previos. Sin embargo, de acuerdo con investigaciones previas la LRA asociada al medio de contraste es una de las causas principales en pacientes hospitalizados, lo cual implica elevados costos, hospitalizaciones prolongadas e incremento de la morbimortalidad.

Objetivo. Identificar los principales factores de riesgo asociados a lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia.

Material y métodos. Estudio descriptivo, observacional, longitudinal, prospectivo y homodémico realizado en el Hospital Regional Puebla ISSSTE en 116 pacientes que fueron sometidos a procedimientos en el servicio de hemodinamia con uso de medio de contraste durante los 3 primeros meses de 2023, selección aleatoria simple. Se evaluó la creatinina sérica previo al procedimiento, a las 24 y 48 hrs posteriores, se analizaron los resultados con SPSS 24.0, la relación entre las variables se evaluó mediante la razón de prevalencia, con IC_{95%} y valor de p .

Resultados. Se evaluaron 116 expedientes, la prevalencia de LRA asociada al uso de medio de contraste en pacientes sometidos a procedimientos en hemodinamia fue de 7.8%, con edad promedio de 63.9 años y predominio del sexo masculino 61.2%. 49.1% tenían diabetes tipo 2, 84.5% hipertensión arterial y 36.2% presentaban ambas patologías de manera concomitante. La hemoglobina tuvo un descenso promedio de 2 gramos 48 hrs posteriores a su ingreso, p 0.001. La escala Mehran tuvo una sensibilidad y especificidad

de 90%, p 0.001, siendo un adecuado instrumento para predecir lesión renal aguda post exposición al medio de contraste.

Conclusión. La anemia fue el principal factor de riesgo asociado al desarrollo de lesión renal aguda posterior a al uso de medio de contraste en el área de hemodinamia, $p < 0.001$. La escala Mehran es una buena herramienta para predecir LRA post exposición al medio de contraste en el área de hemodinamia, con un punto de corte de 9.5 con una sensibilidad y especificidad de 90%.

INTRODUCCIÓN

Es común en la práctica clínica llevar a cabo estudios diagnósticos mediante imágenes. Con el progreso de la ciencia, los servicios de imágenes diagnósticas y los recursos terapéuticos han visto un aumento en los eventos adversos asociados a ciertos procedimientos, como arteriografías, resonancias contrastadas, coronariografías, entre otros. Entre estos efectos adversos se incluyen eventos cardiovasculares, la necesidad de terapia sustitutiva renal, mortalidad, nefropatía inducida por contraste (NIC), entre otros.

En investigaciones no controladas, se ha observado un incremento en la ocurrencia de lesión renal aguda (LRA) como consecuencia de la administración intravenosa o intraarterial de medios de contraste yodados, que son fármacos nefrotóxicos, explicando así el surgimiento de la NIC. Sin embargo, estudios posteriores, al introducir un grupo control para comparar, sugieren que la incidencia de la NIC puede no ser tan elevada como se pensaba inicialmente, lo que ha llevado a un cambio en el paradigma y a una reducción del temor asociado.

A pesar de estos hallazgos, la literatura establece que la NIC sigue siendo uno de los factores etiológicos más importantes de la LRA en entornos intrahospitalarios. Constituye una causa de altos costos, estancias más prolongadas en hospitales y un aumento en la morbimortalidad. En los últimos años, se han logrado avances en el conocimiento de la fisiopatología, los factores de riesgo asociados, así como en las estrategias de prevención y tratamiento adecuadas.¹

El propósito de nuestro estudio fue determinar los factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de lesión renal aguda en aquellos pacientes en quienes se utilizó medio de contraste en los procedimientos realizados en hemodinamia.

ANTECEDENTES

El medio de contraste yodado (MCI) es ampliamente utilizado en el campo de la medicina, siendo uno de los fármacos más frecuentemente administrados. Se estima que en el año 2006 se aplicaron alrededor de 80 millones de dosis en todo el mundo. Además de su uso en tomografías, este agente de contraste se emplea en procedimientos como angiografías y otros métodos intervencionistas en radiología y cardiología. A lo largo de la historia, se ha reconocido que existe el riesgo de desarrollar lesión renal aguda (LRA) tras la administración de MCI, una complicación que suele ser considerada como iatrogénica. Para hacer frente a este problema, se han implementado estrategias de detección de pacientes, enfoques preventivos y evaluación continua de la función renal.¹

A pesar de que la lesión renal aguda (LRA) que se produce tras la administración de MCI puede revertirse, volviendo los niveles de creatinina a su estado basal en un período de 1 a 3 semanas, esta condición se relaciona con un mayor riesgo de mortalidad tanto a corto como a largo plazo.¹

El término "lesión renal aguda asociada al medio de contraste" (LRA-AMC) se utiliza para describir la disminución repentina de la función renal que ocurre en las primeras 48 horas después de la administración intravascular de medio de contraste yodado. La LRA-AMC puede presentarse independientemente de si el medio de contraste es la causa directa del deterioro renal. Por otro lado, la "lesión renal aguda inducida por contraste" (LRA-IMC), antes conocida como nefropatía inducida por contraste (NIC), es un término más específico que se utiliza para referirse a la LRA causada específicamente por la administración de MCI. En resumen, la LRA-IMC se considera un subgrupo dentro de la categoría más amplia de la LRA-AMC.¹

La definición tradicional expuesta por Barret y Parfrey, la cual se ha empleado en diversos estudios, se puede comprender como el incremento de la creatinina sérica ($\geq 0,5$ mg/dl) o relativo ($\geq 25\%$) en comparación con la creatinina basal en las 24-48 h o incluso hasta 72 horas después de administración de un MC en ausencia de otra causa alternativa.² Sin embargo, existen diversas definiciones que se han propuesto dentro de las investigaciones

y la literatura mundial. Es importante mencionar que según las guías *Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO)*, el término establecido recientemente es un aumento $\geq 50\%$ de Crs o $\geq 0,3$ mg/dl que comunmente se presenta a las 48 h.³ Asimismo, las guías americanas, *The Acute Kidney Injury Network (AKIN)*, sugieren la definición como un aumento de $\geq 0,3$ mg/dl en Crs con oliguria.⁴

Debido al diverso número de definiciones, es complicado definir un solo concepto aceptado por la comunidad médica; sin embargo, la definición de elevación $> 0,5$ mg/dl es la más aceptada. Aunque no haya un consenso en la comunidad mundial médica sobre la definición, la más utilizada de acuerdo con la literatura es la propuesta por el grupo *KDIGO*, siendo esta la más práctica, contando con solo 2 criterios, fácil de recordar y útil para estadificar a los pacientes. Algunos factores son clave para el incremento de la creatinina, tales como la edad, el sexo, la masa muscular; estas son responsables de la variación en el tiempo y el grado de la elevación. Finalmente, es necesario hacer mención que por su curso autolimitado y reversible, después de administrar un MC durante un procedimiento, puede presentar elevación transitoria de la creatinina sin que pueda detectarse clínicamente. Se sugiere medir los niveles de creatinina sérica entre las 24 y 72 h postexposición al MC.⁵

Factores de riesgo. En las últimas cuatro décadas, ha habido una evolución en la percepción de la lesión renal aguda inducida por contraste (LRA-IMC). Lo que solía considerarse una complicación común y generalizada ha sido cuestionado como un "mito" médico.¹ Algunos estudios han planteado interrogantes sobre si es realmente el medio de contraste lo que causa la LRA inducida por este, argumentando que la LRA se debe a factores de riesgo preexistentes y que ocurre coincidentemente con la administración del medio de contraste. No obstante, debido a la falta de estudios que aclaren este tema, se sugiere continuar considerando la NIC como una situación real que ocurre al menos en una determinada población. Los factores de riesgo se pueden clasificar en dos categorías: factores propios del paciente y factores propios del procedimiento.⁶

Propios del paciente. La incidencia de LRA inducida por contraste después de una intervención coronaria percutánea (ICP) varía entre el 2% y el 30%, dependiendo de si los pacientes presentan o no factores de riesgo, como enfermedad renal preexistente. Algunos de los factores de riesgo asociados son los siguientes:

Función renal basal. El factor de riesgo más importante previo al procedimiento para el desarrollo de LRA post contraste es la enfermedad renal crónica (ERC) previa con una tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) $< 60 \text{ ml/min/1,73 m}^2$.⁷

Comorbilidades y otros. Falla cardíaca NYHA III o IV, diabetes y anemia, con incidencias del 20%, 3,7% - 10% y 6.2% - 26.2%, respectivamente. Aunado a ello: edad > 75 años, episodios de hipotensión (presión arterial sistólica $< 80 \text{ mmHg}$ por $< 1 \text{ h}$ o que necesite vasopresores), hipoalbuminemia, trasplantes renales, cirrosis hepática y fármacos nefrotóxicos.⁸

Además de los factores de riesgo mencionados anteriormente, se ha observado que los ancianos, los pacientes diabéticos y aquellos con enfermedad renal crónica (ERC) suelen presentar disfunción endotelial. Esto los hace más susceptibles a la citotoxicidad y a una respuesta vasoconstrictora exagerada inducida por el medio de contraste. En el caso de las personas con bajo volumen circulante o con estenosis de la arteria renal, también se incrementa el riesgo de desarrollar LRA inducida por contraste, ya que la respuesta vasoconstrictora desencadenada por el medio de contraste podría empeorar su condición subyacente. Es importante considerar estos factores adicionales, ya que contribuyen al aumento del riesgo de LRA en ciertos grupos de pacientes.⁹

Factores propios del procedimiento (medios de contraste). Es importante establecer inicialmente que, en el contexto médico, la palabra "contraste" se refiere a la variación en la escala de grises en una imagen radiológica, lo cual permite distinguir diferentes estructuras y mejorar la visualización de los vasos sanguíneos. Los medios de contraste (MC) son sustancias utilizadas con el propósito de mejorar la visibilidad en los estudios de diagnóstico por imágenes. Estos MC son mayormente eliminados por el riñón, teniendo

una vida media de aproximadamente 2 horas. Alrededor del 75% de ellos es excretado a las 4 horas y la totalidad a las 24 horas. La estructura básica de estas sustancias es un anillo bencénico con tres átomos de yodo, los cuales les otorgan la capacidad de opacificación en las imágenes radiológicas. Los principales atributos de los MC son su poder iónico, la osmolaridad (que está relacionada con la cantidad de partículas disueltas en la solución) y la viscosidad del agente utilizado. Todos los medios de contraste poseen cierto grado de citotoxicidad, aunque varía entre ellos, y esto está relacionado con las propiedades mencionadas previamente.¹⁰

Los MC se clasifican en hipoosmolares (no iónicos) o de baja osmolaridad (MCBO), hiperosmolares (iónicos) o de alta osmolaridad (MCAO) e isoosmolares (MCIO). Según Azzalini et al.: “los MCAO definidos como una osmolaridad de 1.500-800 mOsmol/kg incluyen el metrizoato, diatrizoato y el iothalamato; los MCBO 600-850 mOsmol/kg incluyen el iopamidol, iopentol, ioversol, ioxaglate y el iohexol, y los MCIO 290 mOsmol/kg incluyen el iotrolan, el iosimenol y, por último, el iodixanol”.¹¹

Los MCAO son altamente nefrotóxicos y, por ende, en la práctica clínica, no suelen utilizarse en la actualidad. De hecho, han sido retirados del mercado en la mayoría de los países debido a sus efectos adversos. Por otro lado, los medios de contraste de baja osmolaridad (MCBO) y los medios de contraste isoosmolares (MCIO) se consideran más seguros en comparación. Sin embargo, es sustancial tener en cuenta que la osmolaridad y la viscosidad están inversamente relacionadas, lo que implica que los MCBO y MCIO tienden a ser más viscosos en comparación con los MCAO.¹²

Un beneficio adicional de los MCBO es su mayor capacidad de absorber los rayos X, lo que resulta en una mejor visualización de los vasos sanguíneos durante los procedimientos radiológicos. Debido a esto, así como a la reducción de los eventos adversos y de la incidencia de LRA inducida por contraste en comparación con los MCAO, se prefieren los agentes de medio de contraste de baja osmolaridad o isoosmolares. Esta preferencia se refleja en las guías clínicas de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC).

No hay que olvidar que la clasificación de los medios de contraste en MCAO, MCBO y MCIO se realizó de manera cronológica. Inicialmente se describieron los MCAO, después los MCBO y, finalmente, los MCIO.¹²

El factor de riesgo primordial es la alta osmolaridad, junto con el volumen total administrado, la viscosidad, la inyección intraarterial y la realización de múltiples inyecciones en un período inferior a 72 horas.

Volumen. El riesgo de LRA aumenta conforme aumenta el volumen de MC utilizado en las intervenciones, estableciéndose que por cada 20 ml de medio de contraste que se suministra por arriba de 4 ml/kg se duplica el riesgo de LRA. Bartholomew et al. en un estudio hallaron un riesgo relativo (RR) de 1,8 si se administra > 240 ml de MC con relación a pacientes que se les agregue menos de este valor. De acuerdo con otros estudios, el riesgo incrementa cuando el volumen de MC es > 350 ml o >4 ml/kg.¹³

Dosis máxima de contraste. Este debería ser 5 ml de contraste por kilogramo de peso del paciente (máximo 300 ml) dividido entre la creatinina sérica preexposición al MC.¹⁴

Como se mencionó previamente, los MCAO tienden a ser más nefrotóxicos, lo cual aminoró con el uso de MCIO y MCBO. McCullough et al. realizaron un metaanálisis que dio como resultado una menor incidencia de NIC con MCIO como iodixanol comparado con MCBO, especialmente en personas con diabetes o enfermedad renal crónica. Debido a esto, puede afirmarse que los MCBO y los MCIO tienden a reducir la incidencia de NIC en pacientes considerados de alto riesgo. Sin embargo, en pacientes con una función renal normal, estos medios de contraste muestran una ventaja limitada o nula.¹²

En los estudios actuales, no se ha registrado de manera concluyente cuál de los medios de contraste, ya sea hiposmolar o isoosmolar, es superior. En consecuencia, no hay evidencia clara que respalde el uso preferencial de uno sobre el otro en la actualidad. Se hace referencia a un metaanálisis reciente que sugiere un posible efecto beneficioso del

iodixanol (MCIO) en comparación a los MCBO; sin embargo, la diferencia encontrada no alcanzó significancia clínica.

Escalas de riesgo

Se han desarrollado sistemas de puntuación para determinar el riesgo probable de desarrollar LRA y comparar el riesgo de exposición al MC. Mehran et al. diseñaron un sistema de predicción del riesgo de NIC posprocedimiento de 0-16 puntos, en donde < 5 puntos (bajo riesgo) tiene un 7,5% de posibilidad de NIC, 0,04% riesgo de diálisis; mientras que puntajes > 16 (muy alto riesgo) tienen probabilidad de NIC del 57,3% con un 12,6% de necesidad de diálisis. Además, para cada categoría de puntaje se determinó un porcentaje de mortalidad asociado.¹⁵

Factor de riesgo	Puntuación		
Hipertensión arterial	5		
Presión sistólica < 80 mmHg más de 1 h			
Soporte inotrópico			
Uso de balón de contrapulsación	5		
Insuficiencia cardíaca	5		
Clase funcional NYHA avanzada			
Historia previa de edema pulmonar agudo			
Edad > 75 años	4		
Diabetes mellitus	3		
Hematocrito < 39% para hombres, < 36% para mujeres	3		
Volumen medio de contraste utilizado	1 por cada 100 ml		
Tasa de filtración glomerular (ml/min/1,73 m ²)			
Entre 40-60	2		
Entre 20-40	4		
< 20	6		
Puntuación			
Puntos totales	Riesgo de incremento de creatinina sérica mayor de 0,5 mg/dl o del 25%	Riesgo de diálisis	Mortalidad al año (%)
Menos de 5	7,5	0,04	2
6-10	14	0,12	5,7
11-16	26,1	1,09	13,5
Más de 16	57,3	12,6	33,3

NIC: nefropatía inducida por medios de contraste; PCI: procedimiento de cardiología intervencionista.
Tomado de Fernández-Cimadevilla et al.²³.

Figura 1. Escala de Mehran.

Aunque este sistema ha sido desarrollado para evaluar la posibilidad postexposición, se diseñó otro sistema para detectar la posibilidad preexposición, según lo desarrollado por Maioli et al.¹⁶

Tabla 2 – Probabilidad de NIC preexposición a MC				
Factores de riesgo preprocedimiento				Puntaje
Exposición previa a MC en últimas 72 h				3
Fracción de eyección ventricular < 45%				2
CrS pre-procedimiento > CrS de base				2
CrS de base > 1,5 mg/dl				2
Diabetes mellitus				2
Aclaramiento de creatinina (TFGe) < 44 ml 7 min				2
Edad > 73 años				1
Puntaje	0-3	4-6	7-8	> 9
Riesgo de NIC	Bajo 1,1%	Moderado 7,5%	Alto 22,3%	Muy alto 52,1%

CrS creatinina sérica; MC: medio de contraste; NIC: nefropatía inducida por medios de contraste; TFGe: tasa de filtración glomerular estimada. Adaptado de Rear et al.¹⁹.

Figura 2. Escala de Maioli.

Curso clínico

La LRA inducida por contraste generalmente es una condición autolimitada y se caracteriza por una disminución transitoria de la función renal. En la mayoría de los casos, se presenta como una lesión renal aguda no oligúrica en personas con niveles normales de creatinina sérica. Por lo general, ocurre en el contexto de procedimientos ambulatorios, sin necesidad de hospitalización. Sin embargo, en pacientes con un compromiso leve o moderado de la función renal, la NIC puede manifestarse con oliguria. La duración típica de la NIC es de 3 a 5 días, y se espera una potencial recuperación de la función renal normal alrededor del séptimo día. Hay que destacar que solo un pequeño porcentaje de casos de NIC requieren diálisis. Por lo tanto, la LRA inducida por medio de contraste suele ser una condición autolimitada con una disminución transitoria de la función renal. En la mayoría de los casos, no requiere hospitalización y se resuelve en unos pocos días, pero en casos más graves, puede ser necesario el uso de diálisis y una hospitalización más prolongada.¹⁷

Prevención de nefropatía inducida por contraste.

Después de que se establece la NIC, no existe un tratamiento definitivo. Por lo tanto, los esfuerzos deben centrarse en un enfoque orientado a la prevención del evento, especialmente en aquellos pacientes que presentan un alto riesgo de LRA.¹⁸

Medidas no farmacológicas.

Medio de contraste. Es cierto que los medios de contraste de baja osmolaridad suelen ser más costosos que los medios de contraste de alta osmolaridad, pero han demostrado ser efectivos en la reducción de la incidencia de LRA inducida por contraste. En pacientes con función renal normal, no se observa una diferencia significativa entre los medios de contraste hipoosmolares e hiperosmolares. Los estudios que han comparado los MCBO no han encontrado diferencias en el riesgo de LRA entre ellos. Un metaanálisis ha establecido que no existe una diferencia importante en términos de eficacia y seguridad entre los MCBO y MCIO. Por lo tanto, se recomienda el uso de cualquiera de estos dos tipos de medios de contraste, haciendo énfasis en la importancia de utilizar la menor cantidad de medio de contraste posible.¹⁹

El *volumen del MC* debe limitarse a < 4 ml/kg o la relación volumen de MC/depuración de creatinina sérica ($V/CrCl < 3,7:1$)¹⁹. McCullough et al. han observado que el riesgo es muy bajo si se utiliza menos de 100 ml de Medio de Contraste en personas con función renal normal. Sin embargo, en presencia de alteraciones en la función renal, incluso cantidades menores representan un riesgo. En casos donde se requiera realizar otro procedimiento, se recomienda esperar de 3 días a 2 semanas, o hasta que sea clínicamente aceptable, para permitir la recuperación de posibles lesiones y facilitar la eliminación del Medio de Contraste. No obstante, en situaciones de urgencia para llevar a cabo estudios, por ejemplo, en pacientes con comorbilidades cardiovasculares, no se debe retrasar el procedimiento a menos que el riesgo sea excesivo.²⁰

Hemodiálisis y hemofiltración. Estos 2 métodos han sido propuestos para eliminar el medio de contraste de la circulación inmediatamente después del procedimiento. Sin embargo, los estudios han mostrado resultados contradictorios en cuanto a su efectividad en la prevención de la LRA inducida por contraste. Algunas investigaciones han evidenciado que la hemodiálisis profiláctica, no proporciona ningún beneficio en la reducción de la incidencia de LRA. Por el contrario, se ha observado que la hemofiltración realizada durante 24 horas después del procedimiento puede reducir la incidencia de LRA. A pesar

de estos hallazgos, las guías KDIGO no recomiendan rutinariamente el uso de la hemodiálisis ni la hemofiltración en la práctica clínica para prevenir LRA. Esto se debe a la falta de evidencia suficiente y a la variabilidad en los resultados de los estudios.²⁰

Suspender fármacos nefrotóxicos no esenciales. Es cierto que varios medicamentos utilizados de forma rutinaria tienen excreción renal y potencial nefrotoxicidad, lo que puede aumentar el riesgo de LRA inducida por contraste cuando se administran junto con medios de contraste yodados. Algunos de estos medicamentos incluyen los aminoglucósidos, antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), diuréticos de asa, inhibidores de la ciclooxigenasa 2, antivirales como el aciclovir, antagonistas del receptor de angiotensina II (ARA-II) e inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA). Estos fármacos se excretan principalmente por vía renal y pueden tener un impacto adicional cuando se combinan con medio de contraste. Por lo tanto, se recomienda suspender su uso desde 24 horas antes hasta 24 horas después de la administración del medio de contraste, con el fin de reducir el riesgo de agravar la función renal.²⁰ En el caso específico de la metformina, se debe suspender su uso dos días antes y reiniciar dos días después de utilizar el medio de contraste; esto para minimizar el riesgo de acidosis láctica asociada a la metformina.

Manejo farmacológico.

Expansión de volumen. La estrategia más efectiva para prevenir la LRA inducida por contraste es la hidratación adecuada antes y después de la administración de medios de contraste yodados. Aunque no se comprende completamente el mecanismo preciso por el cual la hidratación reduce el riesgo de LRA, se postulan varias explicaciones. Una de las teorías es que con el aporte de líquidos se diluye el MC, lo que disminuye la nefrotoxicidad, además que con la expansión de volumen se inhibe el sistema renina angiotensina aldosterona y se mantiene el flujo sanguíneo renal por lo que se disminuyen los efectos vasoconstrictores y la hipoxia.²¹

La administración de líquidos expansores de volumen por vía oral o intravenosa es similar en pacientes de bajo riesgo de LRA. No obstante, en pacientes con un riesgo moderado o alto, se ha demostrado que la vía intravenosa es superior. En contraste con lo descrito por Trivedi et al., estudios posteriores han cuestionado la superioridad de la vía intravenosa. Un metaanálisis reciente ha revelado que la hidratación por vía oral es al menos tan efectiva como la hidratación intravenosa en pacientes, tanto con o sin enfermedad renal preexistente. Es importante destacar que esta conclusión no se aplica a personas con enfermedad renal crónica en estadios 4 o 5 ni con disfunción ventricular sistólica, ya que estos grupos no fueron incluidos en los estudios examinados.

Comúnmente, se utilizan cristaloides intravenosos como la solución salina isotónica (SSN), ya que se ha observado que reduce el riesgo de LRA en comparación con la solución salina hipotónica (0,45%). No obstante, se ha planteado el bicarbonato de sodio (BS) como una alternativa, considerando el beneficio teórico de la alcalinización de la luz tubular, lo que podría disminuir la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS). A pesar de esta teoría, los resultados de varios estudios que comparan el uso de bicarbonato de sodio con solución salina isotónica son muy variados, generando controversia en su aplicación clínica.²¹

Según un estudio llevado a cabo en pacientes de unidades de cuidados intensivos que evaluó el uso de bicarbonato de sodio (BS), no se observó una disminución en la incidencia de LRA. Dos metaanálisis más recientes también indican que el uso de bicarbonato de sodio no mostró superioridad en comparación con la solución salina isotónica. Un estudio adicional realizado en Colombia respalda estos hallazgos al afirmar que el bicarbonato de sodio no demostró ser superior en la reducción del requerimiento de reemplazo renal ni en la disminución de la mortalidad.²¹

Ante la falta de evidencia concluyente y recomendaciones a favor de un enfoque específico, las guías de la Sociedad Europea de Cardiología sugieren la hidratación antes, durante y después del procedimiento como una medida general. Esto refleja la cautela en

la elección de estrategias específicas debido a la variabilidad en los estudios y resultados disponibles.²¹

Se han propuesto diversos agentes profilácticos para la prevención de NIC. Algunos de estos incluyen la N-acetilcisteína (NAC), el ácido ascórbico, la teofilina y las estatinas, entre otros. Estos agentes han sido objeto de estudio en la búsqueda de estrategias efectivas para reducir el riesgo de NIC, aunque la evidencia y las conclusiones sobre su eficacia varían en la literatura científica.²¹

N-acetilcisteína: posee propiedades antioxidantes al neutralizar los radicales libres y vasodilatadoras a través de vías tanto dependientes del óxido nítrico como de una mejora en la función vasodilatadora endotelial. La dosis típica utilizada es de 1.200 mg por vía oral durante 24 horas antes y después del procedimiento. Se ha observado beneficio en varios estudios, incluyendo uno prospectivo que concluyó que la adición de NAC a la SSN era superior a la combinación de NAC y ácido ascórbico en la prevención de LRA. No obstante, existen otros estudios y metaanálisis que no respaldan un beneficio claro al agregar NAC a la SSN. A pesar de estas controversias, las guías de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) y las directrices actualizadas por European Renal Best Practice en las guías KDIGO sugieren que, si bien no se recomienda el uso de NAC como único método de prevención, se puede considerar su uso como una adición al régimen de hidratación en situaciones específicas.²²

Estatinas: han sido objeto de estudios debido a sus potenciales efectos nefroprotectores, incluso en pacientes con ERC. Estos medicamentos poseen efectos pleiotrópicos que incluyen la eliminación de ROS, propiedades antiinflamatorias y antitrombóticas. También estimulan la producción de óxido nítrico y han demostrado efectos antiapoptóticos en las células tubulares renales. Además, las estatinas inducen la disminución en el número de receptores de angiotensina y reducen la síntesis de endotelina 1, modulando así la hipoperfusión renal. Recientemente, un metaanálisis demostró una reducción significativa del 51% en el riesgo de LRA en el grupo de pacientes tratados con rosuvastatina en comparación con los grupos de control. Otro metaanálisis que comparó estatinas con SSN

y NAC frente a SSN o BS y NAC mostró una disminución significativa con un riesgo relativo de 0,52 a favor del grupo de estatinas en la reducción de NIC. Con base en esta evidencia, las guías de la Sociedad Europea de Cardiología recomiendan el uso de altas dosis de estatinas (atorvastatina 80 mg, rosuvastatina 40/20 mg o simvastatina 80 mg) como terapia preventiva de LRA.²³

¿La lesión renal aguda inducida por medio de contraste es un “mito”?

Durante las últimas 4 décadas, la percepción de lesión renal aguda inducida por medio de contraste ha evolucionado de ser vista como una complicación común y generalizada a ser cuestionada como un "mito" médico.²⁴

El papel del contraste como causa de LRA aún no se ha probado y el riesgo del contraste como causa de LRA es probablemente muy bajo. Sin embargo, actualmente no hay pruebas suficientes para afirmar que el riesgo es cero. El riesgo, si lo hay, solo es importante en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) subyacente grave con una TFG ≤ 30 ml/min/1,73 m², aquellos con LRA, y/o aquellos que reciben un alto volumen de contraste, especialmente por vía arterial.²⁵ Además, la discusión anterior sobre LRA después del contraste se relaciona con la aparición de LRA definida por un pequeño aumento en la creatinina. El riesgo de LRA grave, incluida la necesidad de terapia de reemplazo renal (TRR), es mucho menor.²⁶

Planteamiento del Problema

Históricamente, la evaluación de la nefropatía inducida por contraste yodado y los factores de riesgo asociados al desarrollo de lesión renal aguda ha enfrentado desafíos éticos en términos de diseño de ensayos clínicos de distribución aleatoria. Se ha considerado poco ético llevar a cabo tales ensayos, ya que se presumía que la administración del contraste podría ser una causa directa de daño renal. En consecuencia, la mayoría de los estudios realizados han sido de naturaleza observacional.

Estos estudios observacionales presentan limitaciones inherentes debido a sesgos de selección asociados con las decisiones clínicas sobre la administración del contraste. Esta limitación ha resultado en un número relativamente escaso de publicaciones en comparación con la amplia utilización de medios de contraste en entornos hospitalarios. Además, en algunos centros hospitalarios, como el mencionado, la falta de registros específicos de este tipo de eventos agrega una capa adicional de complejidad a la recopilación de datos y la evaluación de la incidencia real de la nefropatía inducida por contraste. Derivado de lo anterior, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los principales factores de riesgo que influyen en el desarrollo de nefropatía en los pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia del Hospital Regional Puebla ISSSTE?

Objetivos

Objetivo general

Identificar los principales factores de riesgo asociados a lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia.

Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.
- Asociar Diabetes tipo 2 con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.
- Asociar Hipertensión Arterial Sistémica con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.
- Asociar enfermedad renal crónica preexistente con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.
- Asociar inestabilidad hemodinámica, con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.
- Asociar la cantidad de medio de contraste empleado con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos

realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.

- Asociar la edad y sexo con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.
- Asociar la anemia con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia, a través de la medición de azoados y uresis antes y después del procedimiento.
- Validar la escala de Mehran como predictor, de acuerdo con el puntaje obtenido, para desarrollo de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste por procedimientos realizados en hemodinamia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de incidencia

Objetivo: descriptivo

Intervención del investigador: observacional

Temporalidad: longitudinal

Direccionalidad: prospectivo

Conformación de grupos: homodémico

Se realizó un estudio descriptivo, observacional, longitudinal, prospectivo y homodémico con pacientes mayores de 16 años sometidos a procedimientos que usan medio de contraste en el servicio de hemodinamia del Hospital Regional ISSSTE Puebla de 2023.

La población de estudio se tomó del servicio de hemodinamia del Hospital Regional Puebla ISSSTE durante el periodo enero a marzo de 2023.

Se revisaron expedientes de todos los pacientes a quienes se les realizó algún procedimiento con uso de medio de contraste en el área de hemodinamia, se recolectaron las variables requeridas previo al procedimiento, a las 24 y 48 horas posteriores al mismo y se asentaron en una base de datos digital diseñada para el estudio. Los datos se resguardan bajo los lineamientos éticos de secreto profesional.

Criterios de inclusión

- Mayores de 16 años.
- Uso de medio de contraste.
- Sometidos a procedimientos en hemodinamia.
- Pacientes con o sin enfermedades crónicas degenerativas.

Criterios de exclusión.

- Pacientes que refieran alergia al medio de contraste.
- Pacientes con injerto renal.
- Pacientes que ingresan por urgencias a hemodinamia.
- Pacientes a quienes se les realizaron procedimientos de hemodinamia y no requirieron contraste.

Criterios de eliminación

- Pacientes que deseen alta voluntaria.
- Pacientes que deseen salir del estudio de investigación
- Pacientes con datos incompletos de las variables necesarias para el análisis.

Tipo de muestreo.

Muestreo no probabilístico, por conveniencia de casos sucesivos.

Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra y tamaño de la muestra

Estamos planeando un estudio de incidencia. Los datos anteriores (referencia) indican que la tasa de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste sin comorbilidades es del 3%, mientras que en los pacientes con comorbilidades puede ser hasta del 20%. Si el verdadero riesgo relativo de lesión renal aguda por exposición al medio de contraste de los sujetos experimentales es de 2,5, necesitaremos 116 sujetos de control para poder rechazar la hipótesis nula de que este riesgo relativo es igual a 1 con potencia de 0,2. La probabilidad de error de Tipo I asociada con esta prueba de esta hipótesis nula es 0.05. Usaremos un estadístico chi-cuadrada sin corregir para evaluar esta hipótesis nula.

Descripción operacional de las variables.

Tabla 1. Definición de las variables y escala de medición.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Valor	Instrumento de medición
Lesión renal aguda por exposición a medio de contraste	Aumento de la creatinina sérica >0.5 mg/dl o >25% en las 24-48 hrs o incluso hasta 72 hrs luego de la administración de un medio de contraste en ausencia de otra causa.	Toma de laboratorios previo a la exposición al contraste; 24 y 48 hrs después de la administración de medio de contraste.	Nominal dicotómica	0= sin lesión renal agua por exposición a MC	Lesión renal aguda por exposición a medio de contraste
Diabetes tipo 2	Pérdida progresiva de la secreción de insulina, acompañada de resistencia a la insulina.	Revisión de antecedentes en expediente clínico.	Nominal dicotómica	0= sin DM 1= con DM	Expediente clínico
Hipertensión arterial sistémica	TA sistólica >130 mm Hg o TAD > 80 mm Hg.	Revisión de antecedentes en expediente clínico.	Nominal dicotómica	0= sin HAS 1= con HAS	Expediente clínico
Inestabilidad hemodinámica	Presencia de signos clínicos sugestivos de hipoperfusión, principalmente hipotensión arterial.	Revisión de antecedentes en expediente clínico.	Nominal dicotómica	0= sin inestabilidad hemodinámica 1= con inestabilidad hemodinámica	Toma de presión arterial.
Enfermedad renal crónica	Disminución de la TFG menor a 60 ml/min acompañado de alteraciones estructurales o funcionales presentes por más de tres meses.	Revisión de antecedentes en expediente clínico.	Nominal ordinal	1: KDIGO 1 2: KDIGO 2 3: KDIGO 3 4: KDIGO 4 5: KDIGO 5	Expediente clínico
Edad	Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento.	Revisión de antecedentes.	Numérica continua	Edad en años	Expediente clínico
Sexo	Conjunto de peculiaridades que caracterizan a los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos.	Revisión de antecedentes.	Nominal dicotómica	0= hombre 1= mujer	Expediente clínico.
Medio de contraste	Sustancias opacas a los Rayos X, solubles en agua, utilizados para el diagnóstico radiológico de diversas patologías.	Revisión de antecedentes en expediente clínico.	Cualitativa nominal	1: hipoosmolar 2: isoosmolar	Expediente clínico.
Cantidad de medio de contraste	Cantidad de sustancia utilizada para el diagnóstico radiológico de diversas patologías.	Revisión de antecedentes en expediente clínico.	Cuantitativa discreta	Cantidad en mililitros.	Expediente clínico.
Procedimientos en hemodinamia	Estudios y procedimientos como cateterismos que se realizan en las salas hemodinamia para examinar el estado de las arterias coronarias, pulmonares, y válvulas cardíacas.	Revisión de antecedentes en expediente clínico.	Cualitativa nominal	Procedimiento realizado en la sala de hemodinamia	Expediente clínico.

Técnicas y procedimientos empleados

Flujograma:

1. Invitación y consentimiento informado.
2. Toma de laboratorios antes de la exposición al medio de contraste.
3. Toma de laboratorios 24 horas después de la exposición al medio de contraste.
4. Toma de laboratorios 48 horas después de la exposición al medio de contraste.
5. Recolección datos.
6. Análisis de datos.
7. Elaboración de Tesis.
8. Redacción de artículo.

Procesamiento y análisis estadístico.

Realizaremos un análisis descriptivo, para el cual las variables numéricas serán expresadas en medidas de tendencia central y de dispersión; mientras que las variables cualitativas serán expresadas en frecuencias, proporciones y rangos.

Realizaremos un análisis exploratorio para determinar la distribución normal o no normal de las variables numéricas.

Realizaremos cálculo de RR (riesgo relativo) entre los casos y controles a través de Chi cuadrada y consideraremos como significativo un valor de $p < 0.05$ e IC95% para el RR.

ASPECTOS ÉTICOS.

Sin conflictos de interés.

RESULTADOS

Se evaluó un total de 116 expedientes que fueron sometidos a procedimientos en el servicio de hemodinamia con uso de medio de contraste, pertenecientes a la población de asegurados en el Hospital Regional ISSSTE Puebla, de los cuales 71 (61.2%) eran hombres y 45 (38.8%) eran mujeres.

La edad fue de 63.9 ± 16.3 años, con rangos que iban desde 16 años hasta 95 años. El grueso de la población se encuentra entre los 60 a 79 años, lo cual coincide con lo que describe la literatura sobre el incremento de eventos cardiovasculares a esas edades. Tabla 2.

Aquellos que tenían antecedente solamente de diabetes fueron 57 pacientes (49.1%), mientras que los que no presentaban dicha patología fueron 59 (50.9%). Tabla 3.

Los pacientes que solo presentaban hipertensión arterial sistémica como antecedente de enfermedad crónica degenerativa fueron 98 (84.5%) a diferencia de los que no la padecían, los cuales fueron solamente 18 (15.5%). Tabla 3.

En muchos casos, la diabetes e hipertensión arterial se presentan de manera concomitante en los pacientes. En este estudio, aquellos que presentaron ambas patologías fueron 42 (36.2%), mientras que aquellos que solo presentaban una de estas o ninguna fueron 74 (63.8%). Tabla 3.

En cuanto a los estudios de laboratorio hay algunas variables para analizar. Cabe destacar que lo que se evalúa es la media obtenida. Tabla 2.

La creatinina promedio previo al procedimiento fue de 1.42 mg/dl, a las 24 hrs de 1.58 mg/dl y a las 48 hrs 1.68 mg/dl. Tabla 2.

La urea y el nitrógeno uréico fueron otros de los parámetros que se midieron; también se observó un incremento en ambos, pero en ningún caso fue significativo. Tabla 2.

Con relación a los electrolitos séricos, tampoco hubo una variación significativa en los valores previos, a las 24 y 48 hrs del procedimiento. Tabla 2.

Respecto a la hemoglobina, hubo un descenso promedio de 2 gramos del ingreso a las 48 hrs. Tabla 2.

Tabla 2. Variables y significancia estadística.

Variable	n=116 Valor inicial $\bar{X} \pm DE$	n= 116 Valor a las 24 h $\bar{X} \pm DE$	n=116 Valor a las 48 h $\bar{X} \pm DE$	* p
Creatinina mg/dl	1.4 \bar{X} 2.2	1.6 \bar{X} 2.8	1.7 \bar{X} 2.9	0.8
Urea mg/dl	54.2 \bar{X} 51.3	58.7 \bar{X} 54.8	63.5 \bar{X} 49.4	0.7
BUN mg/dl	25.2 \bar{X} 23.6	27.7 \bar{X} 26.4	29.7 \bar{X} 23.1	0.6
Na+ Meq/L	135.6 \bar{X} 5.1	135.9 \bar{X} 5.2	134.5 \bar{X} 7	0.5
K+ Meq/L	4.2 \bar{X} 0.6	4.2 \bar{X} 0.6	---	0.6
Cl- Meq/L	101.8 \bar{X} 5.4	101.7 \bar{X} 6.2	101.7 \bar{X} 6.2	0.6
Hbg g/dl	13.4 \bar{X} 2.2	12.9 \bar{X} 2.2	11.5 \bar{X} 2	0.001.

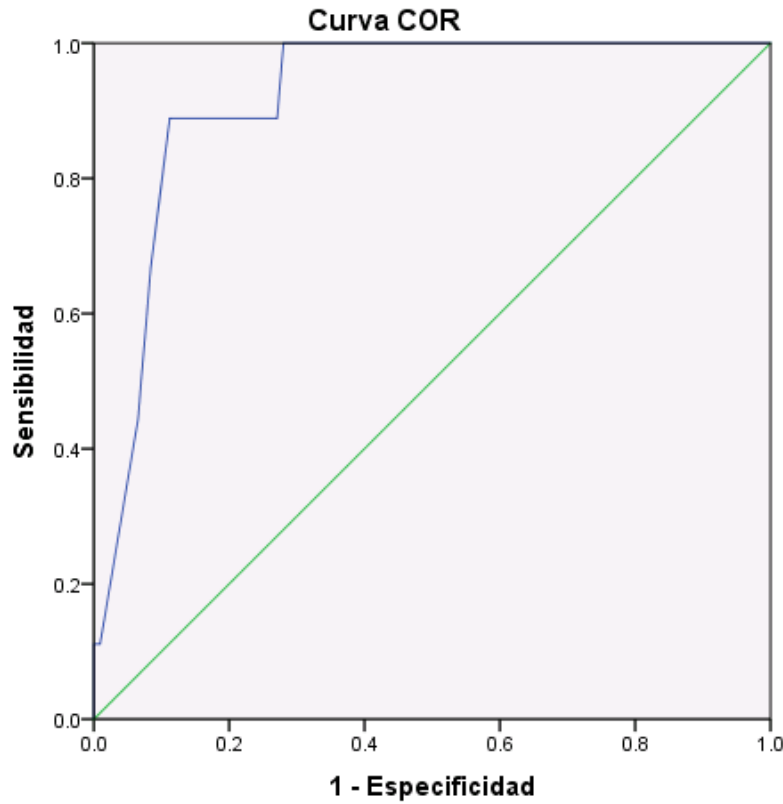
* Los datos fueron analizados con T de student y se consideró valor de $p < 0.05$.

Tabla 3. Relación de comorbilidades con daño renal ocasionado por medio de contraste.

Comorbilidad	Frecuencia (%)	OR (IC _{95%})	* p
Diabetes	6/57 (10)	2.2 (0.5-9.2)	0.3
Hipertensión	8/98 (8)	1.5 (0.2 a 12.9)	0.7
Binomio Diabetes con Hipertensión	4/42 (9)	1 (0.9 a 1.2)	0.4

*La diferencia de proporciones se analizó con chi cuadrada y se consideró significancia estadística un valor de $p < 0.05$.

Figura 3. Curva ROC para predecir lesión renal aguda posterior a la administración de medio de contraste endovenoso de acuerdo con la escala MEHRAN.



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

La prevalencia de lesión renal aguda después de la exposición a medio de contraste fue del 7.8% (9/116), con adecuada sensibilidad y especificidad, como se muestra en tabla 4 a continuación.

Tabla 4. Sensibilidad y especificidad escala Mehran.

Variable	AUC (IC _{95%})	Punto de corte	* <i>p</i>	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	* <i>p</i>
MEHRAN 24 h	0.92 (0.86 a 0.98)	9.5	0.001	89%	89%	40%	99%	0.001

DISCUSIÓN

En este estudio de cohorte observacional prospectivo de 116 pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia, el factor de riesgo asociado al desarrollo de lesión renal aguda que tuvo significancia estadística fue la anemia. Si bien se evaluaron otros factores como diabetes, hipertensión, edad, enfermedad renal preexistente, volumen de medio de contraste, entre otros, estos no fueron estadísticamente significativos.

La escala de Mehran se calculó en estos pacientes, obteniéndose un área bajo la curva ROC 0.92, con valor de p 0.001, con una sensibilidad 89% y especificidad también del 89%, con un valor predictivo negativo de 99%. Lo cual la hace una herramienta confiable y aplicable para predecir el riesgo de desarrollo de lesión renal posterior a la exposición al medio de contraste en hemodinamia.

De acuerdo con lo publicado en la literatura, nuestros resultados varían un poco en comparación con aquellos. En el estudio PRESERVE de 4418 pacientes, Weisbord et al (24), se mencionan la edad, albuminuria, diabetes e infarto agudo al miocardio como los principales factores de riesgo. En otro estudio hecho en Taiwán, Hung et al (25), como principales factores de riesgo asociados a lesión renal aguda en pacientes sometidos a angiografía coronaria, se mencionan la edad (>75 años), diabetes, insuficiencia cardíaca, anemia, volumen de contraste, hipotensión y balón intraaórtico; aquí si hay algunas coincidencias en comparación con nuestros resultados.

Respecto a la escala de Mehran hay un estudio en población asiática, Guo et al (26), en el que se describe a esta escala con un alto valor predictivo, con un área bajo la curva ROC 0.83, $p < 0.0001$; aunado a ello, en pacientes hospitalizados para angiografía coronaria parece ser una práctica beneficiosa. Estos resultados comparados con los que se obtuvieron en nuestro estudio son similares, ya que también evaluamos dicha escala y se obtuvo un área bajo la curva ROC 0.92 y $p < 0.001$.

Limitaciones del estudio. En primer lugar, la falta de algunos datos de laboratorio debido a que la mayoría de los pacientes son de estancia hospitalaria corta y no todos tienen

estudios a las 48 hrs, lo cual limita el cálculo de lesión renal aguda asociada al uso de medio de contraste de acuerdo con las definiciones. La falta de seguimiento en muchos de los casos también fue una limitación importante. Otra de las limitaciones tiene que ver con el tiempo de evaluación el cual fue breve, solamente 3 meses.

Fortalezas del estudio: La cantidad de pacientes que forman el grupo de estudio es una muestra estadísticamente representativa. La facilidad para acceder a los expedientes clínicos y obtener otros antecedentes de los pacientes, así como registros de enfermería que aportan datos valiosos para el estudio.

Propuestas para futuras investigaciones.

Proponer vigilar a los pacientes durante 3 días para la toma de laboratorios previo al procedimiento, a las 24 y 48 horas y de esta manera obtener mejores resultados.

Al ser el descenso de hemoglobina el factor de riesgo estadísticamente significativo para desarrollar lesión renal aguda en los pacientes en quienes se utilizó medio de contraste en el servicio de hemodinamia, se deberá vigilar y corregir de manera oportuna.

Se propone un algoritmo basado en guías canadienses de radiología y artículos recientes, para distribución intrahospitalaria y aplicación de este. (Figura 4).

CONCLUSIONES

Conclusiones específicas

En este estudio en el que se evaluaron pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia, se pudo determinar la incidencia de lesión renal aguda (7.8%), aunque no fue estadísticamente significativa (p 0.8).

No se asoció diabetes tipo 2 con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

No se asoció hipertensión arterial sistémica con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

No se asoció enfermedad renal crónica preexistente con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

No se asoció inestabilidad hemodinámica con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

No se asoció el volumen de medio de contraste empleado con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

No se asociaron la edad y sexo con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

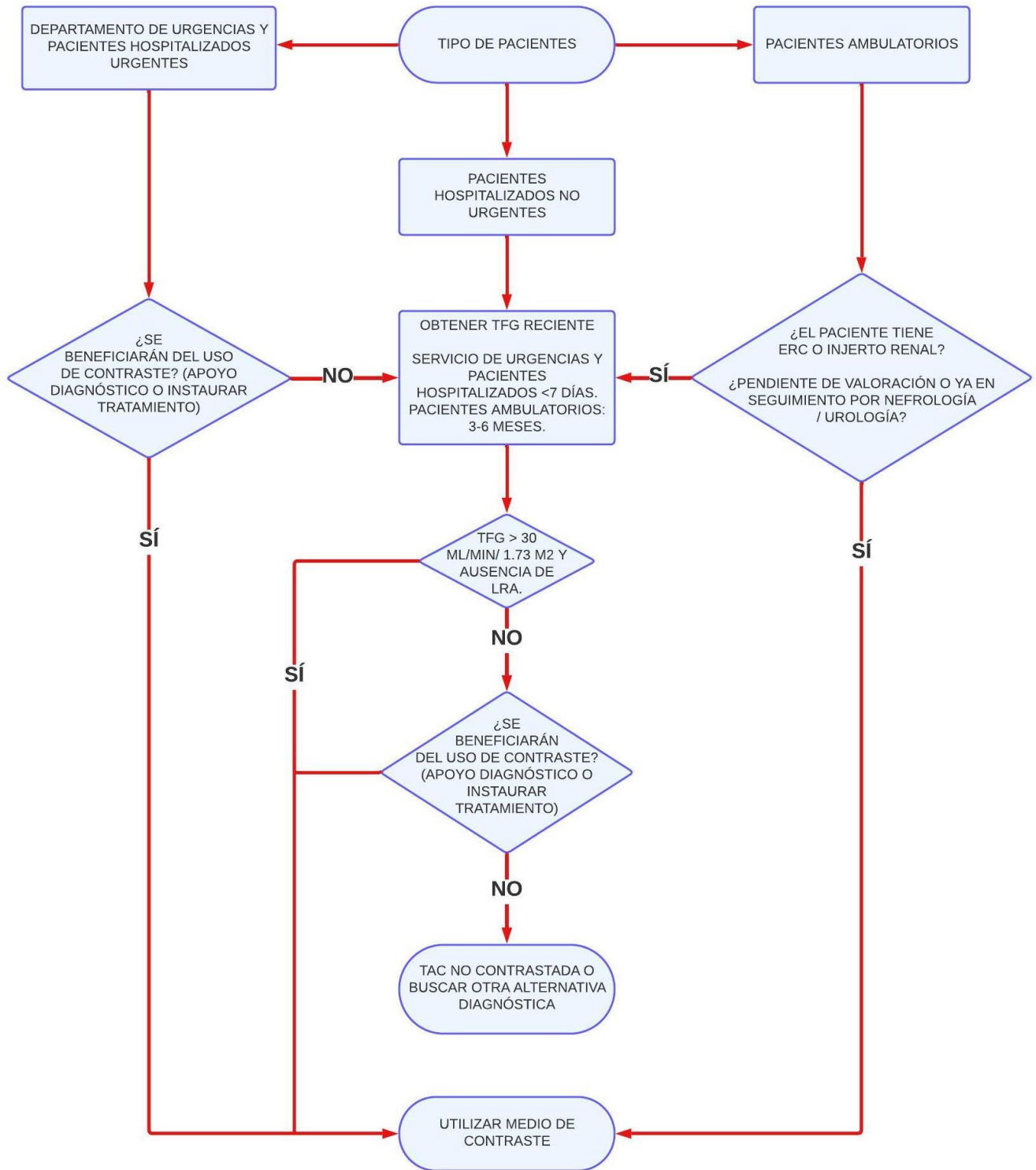
La anemia si se asoció con la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

La escala Mehran se validó como predictor de la incidencia de lesión renal aguda en pacientes expuestos a medio de contraste en el servicio de hemodinamia.

Conclusión general

La escala Mehran, con un punto de corte de 9.5, presenta una sensibilidad y especificidad del 90%, para predecir lesión renal aguda posterior a la exposición de medio de contraste en el área de hemodinamia. La anemia fue el principal factor de riesgo asociado.

Figura 4. Algoritmo: ¿Está bien administrar contraste a mi paciente?



Bibliografía

1. Aguirre Caicedo, M. (2007). *Nefropatía por medios de contraste*. Acta Medica Colombiana, 32(2), 68-79.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-24482007000200005&lng=es&tlng=es
2. Arana, E., & Catalá-López, F. (2010). *Nefropatía inducida por contraste en pacientes de riesgo con insuficiencia renal explorados con tomografía computarizada: Revisión sistemática y metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados*. Medicina Clínica, 135(8), 343-350. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.035>
3. Balparda Arias, J. K., & Gaviria Barrera, M. E. (2008). *Nefropatía inducida por medios de contraste radiológico yodados*. Iatreia, 21(2), 166-176. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/4478>
4. Barrett, B. J., & Parfrey, P. S. (1994). *Prevention of Nephrotoxicity Induced by Radiocontrast Agents*. New England Journal of Medicine, 331(21), 1449-1450. <https://doi.org/10.1056/NEJM199411243312111>
5. Bruce, R. J., Djamali, A., Shinki, K., Michel, S. J., Fine, J. P., & Pozniak, M. A. (2009). *Background Fluctuation of Kidney Function Versus Contrast-Induced Nephrotoxicity*. American Journal of Roentgenology, 192(3), 711-718. <https://doi.org/10.2214/AJR.08.1413>
6. Caixeta, A., & Mehran, R. (2010). *Evidence-based management of patients undergoing PCI: Contrast-induced acute kidney injury*. Catheterization and Cardiovascular Interventions, 75(S1), S15-S20. <https://doi.org/10.1002/ccd.22376>
7. Cesarik, M., Paulus, P., Kölblinger, C., Beyer, L. P., Jonczyk, M., Dendl, L. M., Michalik, K., Banas, B., Stroszczynski, C., & Schreyer, A. G. (2018). *Contrast media induced nephropathy in computed tomography: Part 1—The role of iodine, risk factors, and prevention*. RöFo - Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgebenden Verfahren, 190(7), 610-619. <https://doi.org/10.1055/a-0628-4363>
8. Chalikias, G., Drosos, I., & Tziakas, D. N. (2016). *Contrast-Induced Acute Kidney Injury: An Update*. Cardiovascular Drugs and Therapy, 30(2), 215-228. <https://doi.org/10.1007/s10557-015-6635-0>

9. Cicin, I., Erdogan, B., Gulsen, E., Uzunoglu, S., Sut, N., Turkmen, E., Kodaz, H., & Ustundag, S. (2014). *Incidence of contrast-induced nephropathy in hospitalised patients with cancer*. *European Radiology*, 24(1), 184-190. <https://doi.org/10.1007/s00330-013-2996-6>.
10. Cigarroa, R. G., Lange, R. A., Williams, R. H., & Hillis, D. (1989). *Dosing of contrast material to prevent contrast nephropathy in patients with renal disease*. *The American Journal of Medicine*, 86(6), 649-652. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(89\)90437-3](https://doi.org/10.1016/0002-9343(89)90437-3)
11. Eng, J., Wilson, R. F., Subramaniam, R. M., Zhang, A., Suarez-Cuervo, C., Turban, S., Choi, M. J., Sherrod, C., Hutfless, S., Iyoha, E. E., & Bass, E. B. (2016). *Comparative Effect of Contrast Media Type on the Incidence of Contrast-Induced Nephropathy: A Systematic Review and Meta-analysis*. *Annals of Internal Medicine*, 164(6), 417. <https://doi.org/10.7326/M15-1402>
12. Fernández, J. (2008). *Nefropatía por medios de contraste*. *Nefrología Argentina*, 6(2), 68-79.
http://www.nefrologiaargentina.org.ar/numeros/2008/2008_2/6_actualizacion.pdf
13. Fernández-Cimadevilla, O. C., Barriales-Alvarez, V., & Lozano-Martínez Luengas, I. (2011). *Nefropatía inducida por contraste*. *Medicina Clínica*, 137(2), 84-90. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.04.008>
14. Fliser, D., Laville, M., Covic, A., Fouque, D., Vanholder, R., Juillard, L., & Van Biesen, W. (2012). *A European Renal Best Practice (ERBP) position statement on the Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) Clinical Practice Guidelines on Acute Kidney Injury: Part 1: definitions, conservative management and contrast-induced nephropathy*. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 27(12), 4263-4272. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfs375>
15. James, M. T., Samuel, S. M., Manning, M. A., Tonelli, M., Ghali, W. A., Faris, P., Knudtson, M. L., Pannu, N., & Hemmelgarn, B. R. (2013). *Contrast-Induced Acute Kidney Injury and Risk of Adverse Clinical Outcomes After Coronary Angiography: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Circulation: Cardiovascular Interventions*, 6(1), 37-43. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.112.974493>
16. Karlsberg, R. P., Dohad, S. Y., Sheng, R., & Iodixanol Peripheral CTA Study Investigator Panel. (2010). *Contrast-induced acute kidney injury (CI-AKI) following*

- intra-arterial administration of iodinated contrast media*. *Journal of Nephrology*, 23(6), 658-666.
17. Macdonald, P. S., Morton, R. L., Clayton, P. A., & Pilmore, H. L. (2022). *Canadian Association of Radiologists Guidance on Contrast Associated Acute Kidney Injury*. *Canadian Association of Radiologists 'Journal*, 73(3), 499–514. <https://doi.org/10.1177/08465371221083970>
 18. McCullough, P. A. (2008). *Contrast-Induced Acute Kidney Injury*. *Journal of the American College of Cardiology*, 51(15), 1419-1428. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.12.035>
 19. Mohammed, NazarM. A., Rafie, I., Mahfouz, A., Achkar, K., & Hajar, R. (2013). *Contrast-induced nephropathy*. *Heart Views*, 14(3), 106. <https://doi.org/10.4103/1995-705X.125926>
 20. Maioli, M., Toso, A., Gallopin, M., Leoncini, M., Tedeschi, D., Micheletti, C., & Bellandi, F. (2010). *Preprocedural score for risk of contrast-induced nephropathy in elective coronary angiography and intervention*. *Journal of Cardiovascular Medicine*, 11(6), 444-449. <https://doi.org/10.2459/JCM.0b013e328335227c>
 21. Mueller, C. (2006). *Prevention of contrast-induced nephropathy with volume supplementation*. *Kidney International*, 69, S16-S19. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5000369>
 22. Rao, Q. A., & Newhouse, J. H. (2006). *Risk of Nephropathy after Intravenous Administration of Contrast Material: A Critical Literature Analysis*. *Radiology*, 239(2), 392-397. <https://doi.org/10.1148/radiol.2392050413>
 23. Rear, R., Bell, R. M., & Hausenloy, D. J. (2016). *Contrast-induced nephropathy following angiography and cardiac interventions*. *Heart*, 102(8), 638-648. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2014-306962>
 24. Solomon, R., & Deray, G. (2006). *How to prevent contrast-induced nephropathy and manage risk patients: Practical recommendations*. *Kidney International*, 69, S51-S53. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5000375>
 25. Steven D. Weisbord, Paul M. Palevsky, James S. Kaufman, Hongsheng Wu, Maria Androsenko, Ryan E. Ferguson, Chirag R. Parikh, Deepak L. Bhatt, & Martin Gallagher. (2020) *Contrast-Associated Acute Kidney Injury and Serious Adverse Outcomes*

Following Angiography. JACC Vol. 75, NO. 11, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.01.023>

26. Ying Guo, Xue Xu, Yunjing Xue, Chunling Zhao, Xiaohong Zhang, Hongfu Cai. *Mehran 2 Contrast-Associated Acute Kidney Injury Risk Score: Is it Applicable to the Asian Percutaneous Coronary Intervention Population?* *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*. Volume 28: 1-8. DOI: 10.1177/10760296221116353