



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

**NEFROPATÍA INDUCIDA POR AGENTE DE CONTRASTE YODADO
EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**

**IODINATED CONTRAST-INDUCED NEPHROPATHY IN
COMPUTERIZED TOMOGRAPHY**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA**

AUTOR:

CHRYSTIAN FREDDY NINAHUANCA GONZALES

ASESOR:

WAYNNER SÁNCHEZ GARCÍA

LIMA – PERÚ

2024

ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO

MG. WAYNNER SÁNCHEZ GARCÍA

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-5300-7332

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta monografía a todas las personas que me han apoyado a lo largo de mi vida académica. En primer lugar, a mis padres, por su amor incondicional, su paciencia y su constante motivación para seguir adelante. También quiero agradecer a mis profesores, quienes me han brindado su sabiduría y experiencia, y han hecho posible que yo pueda tener una formación académica de calidad. Esta monografía no solo es un trabajo escrito, sino un reflejo de mi pasión y compromiso con mi carrera y con mi futuro.

AGRADECIMIENTO

Al. Mg. Waynner Sánchez García, por el valioso apoyo en la realización de mi trabajo académico, de igual manera a los docentes y a la Universidad Peruana Cayetano Heredia por habernos acogido todo el tiempo que duró el desarrollo de nuestra segunda especialidad profesional.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

La presente monografía es autofinanciada por el autor.

DECLARACIÓN DEL AUTOR

El presente trabajo académico titulado: “NEFROPATÍA INDUCIDA POR AGENTE DE CONTRASTE YODADO EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA” es original, se han seguido los lineamientos respectivos para respetar la ética en investigación y que el mismo será utilizado para obtener el Título de Segunda Especialidad Profesional de Tecnología Médica en Tomografía Computarizada.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

"NEFROPATÍA INDUCIDA POR AGENTE DE CONTRASTE YODADO EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA"

ORIGINALITY REPORT

10% SIMILARITY INDEX	8% INTERNET SOURCES	6% PUBLICATIONS	2% STUDENT PAPERS
--------------------------------	-------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	1%
2	idoc.pub Internet Source	1%
3	Maickol Jhoel Tirado Castro, Liliana Rocío Cataño Vargas, Franklyn Edwin Prieto Alvarado. "Factores asociados a la nefropatía inducida por contraste en pacientes hospitalizados a quienes se les realizó tomografía axial computarizada", Revista Colombiana de Nefrología, 2018 Publication	1%
4	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Student Paper	1%
5	asocolnef.com Internet Source	1%
6	pesquisa.bvsalud.org Internet Source	<1%

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria Agradecimientos

Declaración del autor

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Marco Teórico	2
1.2. Justificación	12
1.3. Antecedentes.....	14
1.4. Problemática	20
II. OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo General	21
2.2 Objetivos Específicos	21
III. CUERPO	22
3.1 Resultados.....	22
IV. CONCLUSIONES	24
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
VI. ANEXOS	30

RESUMEN

En la actualidad la tomografía es una herramienta fundamental para la ayuda diagnóstica médica. Sin embargo, el usar agentes de contraste yodados tienen efectos negativos como la posibilidad de inducir nefropatía, cuando no se tiene un buen manejo, esto sumado a una brecha significativa en la literatura. **Objetivo:** Determinar la probabilidad de desarrollar nefropatía por agentes de contraste yodado en tomografía computarizada. **Tipo de estudio:** Monografía **Metodología:** Se ha realizado una revisión y análisis bibliográfico en, Google Académico, Concytec, Elsevier, Scielo y Scopus, sobre la nefropatía inducida por agente de contraste yodado. **Resultados:** De la revisión de los 20 artículos, el 40% de las publicaciones refiere que hay probabilidades muy bajas en pacientes sin factores de riesgo, el 30% señalan que los contrastes son seguros con las correctas medidas profilácticas, mientras el 20% indican probabilidades bajas con y sin factores y el 15 % mencionan que hay probabilidades moderadas en pacientes con riesgo y pacientes hospitalizados. **Conclusión:** La probabilidad de desarrollar nefropatía inducida por contraste va a estar determinada por la condición del paciente. Siendo en la mayoría de los casos la administración del contraste segura y con pocas probabilidades de causar daño renal. En cambio, en pacientes con factores de riesgo y hospitalizados esta probabilidad aumenta. Por eso es crucial usar medidas profilácticas para minimizar daños.

Palabras claves: nefropatía, agente de contraste, nefrotóxico, creatinina.

I. INTRODUCCIÓN

Desde su descubrimiento, hasta el día de hoy, los medios de contraste se han usado para mejorar las imágenes radiológicas. Su gran valor ha sido reconocido, y como muestra, es su uso diario en las salas de radiodiagnóstico. Sin embargo, al ser este un producto farmacéutico, no está exento de algunos riesgos que podría acarrear en su uso, debido principalmente a su nefrotoxicidad. ⁽³⁾

El objetivo principal de esta monografía es evidenciar la probabilidad de desarrollar nefropatía inducida por agente de contraste yodado en tomografía computarizada, esto impulsado porque los estudios tomográficos contrastados cada año se llegan a realizar millones en todo el mundo, así mismo describir, como se puede prevenir y que factores de riesgo se deben tomar en cuenta, para minimizar lesiones no deseadas en el paciente en el momento de su aplicación o a futuro. ⁽¹⁾

1.1. MARCO TEÓRICO:

Desde el descubrimiento de los rayos x, este, ha sido capaz de visualizar estructuras anatómicas que eran imposibles, ⁽²⁾ sin métodos invasivos. Sin embargo, algunas estructuras aún eran invisibles en las imágenes clásicas producidas por los rayos X.

(1)

Después de 1895, año en que se hizo el descubrimiento de los rayos x, se hizo muy evidente que se necesitaban el uso de sustancias o agentes para mejorar el contraste entre tejidos y órganos, y fue cuando se originaron los primeros agentes de contraste, siendo estos: sales de plomo o el bismuto, siendo al poco tiempo descartado, debido a sus efectos muy nocivos para la salud de los pacientes. ⁽²⁾ Ya en la década 1920 se empezaron a usar los primeros agentes de contrastes con moléculas de yodo. En 1953, con la mejora de esta molécula se introdujo la molécula primigenia de los contrastes actuales que se basan en los derivados del ácido triyodobenzoico. En la década posterior 1960 se empezó a trabajar en los compuestos iónicos de baja osmolaridad y hasta el día de hoy que tenemos tres generaciones de contraste. ^(3,10)

Con la invención de la tomografía computada por parte del señor Hounsfield en 1972, este se convirtió en una herramienta diagnóstica con más prevalencia en cuanto a atención hospitalaria, y que a pesar de su desarrollo tecnológico no se ha podido dejar de lado el uso del agente de contraste, a diferencia de la resonancia magnética o ultrasonografía. Por ello, su aplicación de forma rutinaria es casi indispensable para visualizar o aumentar el contraste entre diferentes estructuras anatómicas de interés. ^(2, 3)

Los agentes de contraste se pueden definir con el término de sustancias radiopacas, que casi administrada de forma en forma endovenosa para los estudios de tomografía, esta se distribuye vascularmente, para luego ser eliminada vía renal, un 40 % durante la primera hora y poco a poco el resto durante alrededor de 1 día. ⁽⁴⁾

Sin embargo, durante la administración este, puede desencadenar reacciones adversas que pueden ir desde alergia y llegar hasta la muerte, un tema preocupante son las lesiones renales, como lo es la Insuficiencia Renal Aguda (IRA). ⁽⁵⁾ Ya en 1954 Bartels reporto en una publicación el caso de un paciente, que desarrollo anuria por la administración de contraste, siendo este el primer reporte sobre la nefrotoxicidad como consecuencia de una IRA. Desde entonces han salido publicaciones buscando explicar la fisiopatología de esta, lo que actualmente se le conoce como Nefropatía Inducida por Contraste (NIC) y que es la tercera causa más común de Lesión Renal Aguda (LRA). ⁽⁸⁾

Nefropatía Inducida por Contraste (NIC)

La NIC es una de las complicaciones que puede producir la administración del agente de contraste, ⁽⁴⁾ denominado como un deterioro agudo de la función renal después de la administración intravascular del agente de contraste. ⁽⁹⁾ Alrededor del 0.6 al 1% de los pacientes ambulatorios puede llegar a presentarlo y esta cifra se incrementa a 5% en cuanto a pacientes hospitalizados y pacientes oncológicos, ⁽⁵⁾ llegando a ser la tercera causa más frecuente de insuficiencia renal aguda. ^(8, 13) Pudiendo ser muy potencial hasta en un 50%, el riesgo de su aparición cuando existen factores de riesgo preexistentes en los pacientes. ⁽¹⁵⁾

Para definir la NIC, la mayoría de autores indican que va a ser el aumento de la creatinina, esta se va a identificar a través del biomarcador de laboratorio, creatinina sérica, que va a tener un aumento igual o mayor a 0,5 mg/dl o un aumento basal mayor o igual al 25% entre las próximas 24 a 72 horas, ^(6, 13) pudiendo llegar a su pico en ocasiones hasta el quinto día, de la exposición a esta; sin embargo esta llega a normalizarse entre los 7 a 10 días, por eso es considerada por la gran mayoría de autores como reversible o autolimitante, llegando raramente a causar complicaciones como la falla renal crónica. ^(6, 7)

Por parte del Colegio Americano de Radiología (ACR) definen a la LRA según los criterios de KDIGO (Kidney Disease Improving Global Outcomes) en 2012^(1, 11, 17) como el aumento basal en la creatinina sérica y la diuresis. ⁽⁸⁾ En términos numéricos va a haber un incremento mayor o igual a 0.3 mg/dl en la creatinina sérica en las próximas 48 horas o 1,5 en su valor basal en hasta los próximos 7 días, ⁽⁵⁾ la diuresis se va a alterar con un valor mayor a 0.5 ml/kg/h durante 6 horas. ^(1,9, 22, 24) Sin embargo, hay otros nuevos criterios que se van a basar en la Tasa de Filtración Glomerular (TFG) pero es hasta el momento la creatinina el indicador más usado en ensayos clínicos. ⁽¹¹⁾

En ciertas circunstancias, principalmente en pacientes con situaciones clínicas como: sepsis, hemorragia, uso excesivo de fármacos, entre otros, van a ser potencialmente expuestos a desarrollar una LRA, ⁽¹¹⁾ razón por lo cual el Colegio Americano De Radiología en el 2015 creó un nuevo término, ⁽²³⁾ Lesión Renal Aguda Asociada al Contraste abreviada por sus siglas en inglés (CA-AKI), esto para poder referirse a los casos en el que no se puede determinar si exactamente su la causa de la LRA es el contraste yodado en las próximas 48 horas. ^(11, 23) Por otro

lado, la lesión Renal Aguda Inducida por Contraste, en inglés (CI-AKI), que vendría a ser un subtipo del anterior termino mencionado, y que este si estuviese relacionado directamente con la administración del medio de contraste administrado, y que sí sería la causa de la NIC. ⁽²³⁾

Agentes de Contraste Yodado

Los agentes de contraste que se usan en la actualidad, son tomados de la década de 1950 como base, compuesta por un anillo de benceno tri-yodado, como molécula base y que con algunas variaciones pueden llegar a dar 4 clases: monómero iónicos y no iónicos, dímeros iónicos y no iónicos, ⁽⁸⁾ esto según la disociación y liberación de las partículas cargadas eléctricamente, también existe una clasificación de acuerdo por la osmolaridad que estos van a tener siendo estos: baja media y alta, ⁽¹⁰⁾ que han ido evolucionando por generaciones que van de la mano entre la osmolaridad siendo la primera generación hiperosmolar, segunda generación hipoosmolar ⁽⁷⁾ y actualmente se encuentra disponible la tercera generación isoosmolar para el plasma de la sangre es decir 290 mOsm/kg. ⁽¹⁰⁾ No está por demás decir que cada uno tiene diferentes propiedades, aplicaciones y sobre todo varían en la nefrotoxicidad. ⁽⁸⁾

Fisiopatología de la Nefropatía Inducida por Contraste

La forma de interactuar del cuerpo tras la administración del agente de contraste aún no está del todo clara, pero se cree que la vasoconstricción es la responsable de casi todo el proceso, causando isquemia renal y toxicidad tubular, haciendo que también en el proceso se genere necrosis aguda (diagrama 1). ⁽¹⁰⁾

Los agentes de contraste que actualmente que se usan no se tienen un metabolismo considerable en el cuerpo porque a estos se les dificulta atravesar membranas, salvo por las células tubulares proximales del riñón. ⁽⁸⁾ Estos se van a metabolizar a través de la filtración glomerular, con un tiempo de vida media de 90 a 120 minutos en personas sanas, ⁽¹⁰⁾ en la gran mayoría de casos y en pacientes sin factores de riesgo, es reversible porque solo es una forma de lesión renal aguda. ^(5, 16)

Ahondando en la fisiopatología la NIC, hasta la fecha se entiende que esto se va a deber por dos mecanismos: reducción del flujo sanguíneo por una vasoconstricción en el riñón y la toxicidad directa a las células epiteliales tubulares generando en el proceso apoptosis celular, ⁽²¹⁾ pero también algunos autores señalan como tercer factor de las precipitaciones de cristales en las células tubulares, pero este está incluido dentro de la toxicidad directa a las células epiteliales, como consecuencia de la viscosidad del contraste yodado ⁽¹³⁾

Reducción del flujo sanguíneo renal (hipoxia medular)

La vasoconstricción que se genera directamente por la administración del agente de contraste se va a manifestar a través de hipoxia medular en los riñones. ^(14, 16) Esto debido a que el lecho vascular de la medula tiene un flujo lento y con poco oxígeno, siendo más susceptible a ser dañada con el cambio del flujo de sangre. El contraste al tener una osmolaridad superior a la sangre va a perturbar este lecho vascular, reduciendo el flujo sanguíneo local, y además van a estimular la secreción local de angiotensina y endotelina, sustancias vasoconstrictoras, reduciendo la secreción de óxido nítrico y prostaglandinas que son los vasos dilatadores. ⁽¹¹⁾ Como consecuencia va a

llevar a una reducción de la tasa de filtración glomerular y en reducción del flujo sanguíneo a nivel local. ⁽¹⁰⁾

Citotoxicidad directa para las células epiteliales tubulares

Cuando el contraste ha llegado al lecho renal, este por sus propiedades características va a generar por la toxicidad de esta va a generar, radicales libres que van a recorrer el torrente sanguíneo por donde circula el contraste, haciendo que en el proceso se produzca necrosis aguda y apoptosis de las células tubulares. ⁽¹¹⁾

Factores De Riesgo

La incidencia de la NIC puede variar entre cada tipo de paciente que se somete a un examen contrastado de tomografía, pudiendo tener hasta un 50% más de riesgo los que tiene factores asociados a LRA. ⁽¹⁰⁾ Estos factores se van a clasificar en dos grandes segmentos: 1) los intrínsecos o propios del paciente y 2) y los factores dependientes. ⁽¹³⁾ Siendo los principales factores de riesgo intrínsecos: la diabetes mellitus, la edad, la insuficiencia renal preexistente, cardiopatías, trasplante renal, hipoalbuminemia y enfermedades hepáticas coexistentes. ^(8, 10) Y los dependientes o modificables como: el volumen de contraste, baja en la presión arterial, uso de diuréticos o AINES, la deshidratación, ⁽¹⁰⁾ y pacientes oncológicos con tratamiento e hipovolemia. ⁽¹⁶⁾

Sin embargo, otro autor, ⁽¹¹⁾ señala que existen dos factores de riesgo: 1) relacionados con el contraste yodado. Siendo estas: la lesión renal aguda o enfermedad renal crónica preexistente, diabetes mellitus, insuficiencia cardiaca y deshidratación y 2) relacionado con el paciente: contrastes hiperosmolares,

volumen del contraste mayor a 4 ml/kg de peso o mayores a 350 ml. Administración arterial del contraste y una nueva administración del agente de contraste menos a las 72 horas. ⁽¹⁷⁾

Mecanismos de prevención

En cuanto al manejo, es un tema complejo porque este se abordará según las complicaciones y según la evolución del paciente, esto debido a que en la mayoría de las veces su manifestación es asintomática, salvo por la oliguria, en cuanto a los tratamientos la diálisis es la última de las opciones, en aquellos pacientes que ya tienen deterioro de la función renal, ⁽²⁰⁾ es por ello que se prioriza la prevención para evitar la NIC. ⁽¹⁸⁾

Existen tres consideraciones que van a ayudar a bajar el riesgo de NIC: dosis reducida de contraste, un contraste de tercera generación y sobre todo la hidratación previa, ⁽¹⁷⁾ siendo la hidratación la más importante en cuanto a la prevención. ⁽²²⁾

Ensayos han demostrado que la administración de soluciones como bicarbonato, N-acetilcisteína, solución salina al 0.9%, ^(7, 10) y también el bicarbonato de sodio, los mecanismos de prevención más usados, ⁽¹³⁾ son útiles para la nefro-protección, pero aún es controversial mencionar cuál de ellos es el mejor. ⁽⁷⁾

Solución salina 0.9%

Es la manera más idónea, esto debido a su alta disponibilidad y bajo costo. ⁽¹³⁾ La administración de solución salina al 0,9% es de 12 a 6 horas antes y de 4 a 12 horas post administración de contraste, esta debe ser a 100 ml/h. ⁽¹⁰⁾. Sin embargo, el

colegio americano de radiología recomienda 500 ml 1 hora antes de la administración, y entre 3 a 12 horas post administración. ⁽¹³⁾

Bicarbonato de sodio

Fue puesto a prueba y comparado su efectividad en relación con la solución salina y no mostró ninguna superioridad, así que su uso rutinario no es recomendable, salvo que exista indicaciones para el tratamiento de acidosis metabólica. ⁽¹³⁾

N-acetilcisteína

Por sus propiedades antioxidantes, ha mostrado ayuda en cuanto a la prevención de NIC. También su bajo costo y administrado por vía oral, ⁽¹³⁾ el uso de solución salina al 0.9% como dilución de una dosis de 1 200 mg de N-acetilcisteína, 2 horas antes y entre 10 a 18 horas post administración de contraste. ⁽¹⁰⁾

Suspensión de la metformina

Según el Colegio Americano de Radiología, recomienda su suspensión solo en pacientes con TFG menor a 30 ml/min/1.73 m², esto debido a que sus efectos secundarios es la acidosis láctica y la disfunción renal aguda o crónica. ⁽¹³⁾

Hidratación oral

En cuanto a la hidratación oral, fisiológicamente el beber agua tiene un efecto diurético rápido, ya que inhibe la hormona diurética, lo cual puede llegar a ejercer un efecto nefroprotector, sin embargo, el efecto es muy poco duradero, caso contrario que pasa con una solución intravenosa, es por ello que se recomienda el uso de esta como elección primaria. ⁽¹⁸⁾

Recomendaciones

Los efectos nocivos que puede llegar a tener el medio de contraste son de poca frecuencia, ⁽¹⁹⁾ pero el tener nociones básicas basadas en algunas recomendaciones es importante al momento de administrar el agente de contraste. ⁽¹⁶⁾

Es obvio que, por la nefrotoxicidad del agente de contraste, mientras menor sea la cantidad de su uso, también será menor el riesgo a NIC, si bien no se definen la dosis máxima o un límite, cantidades de contraste, mayor a 350 ml o 4 ml/kg de peso, se asocian a un mayor riesgo. ^(13, 16) En cuanto al uso repetido del contraste, aún existe un vacío, pero el Colegio Americano de Radiología, que recomienda que se evite el uso nuevamente durante al menos 24 horas, sin embargo, estudios señalan que se debe esperar por lo menos 72 horas. ⁽¹³⁾ En cuanto a los valores de referencia de creatinina, este no debe de ser mayor a 1,5 mg/dl en varones y 1,3 mg/dl en mujeres. ⁽²⁰⁾

Por otro lado, también se recomienda, que los valores de creatinina, pueden dar valores normales de un paciente que, si presenta daño renal, así que se puede considerar la tasa de filtración glomerular (TFG) siendo los pacientes con valores menores a 30 ml/min/1.73 m² los que tienen más riesgo. ⁽²⁴⁾ mientras que, si la TFG sea inferior a 60 ml/min/1,72 m², es el factor definitivo para desarrollar NIC post administración de contraste. A su vez si el valor de la creatinina es superior a 3 mg/dl acompañado de diabetes es un factor que incrementa la insuficiencia renal aguda y que podría causar la muerte. ⁽¹³⁾

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

Agente de contraste yodado: Es una sustancia hecha basándose en una molécula de yodo que al ser administrada vía vascular va a mejorar la visualización de tejidos dentro del cuerpo en tomografía.

Nefropatía Inducida por Contraste (NIC): Va a ser una condición a nivel renal que se va a producción tras la administración de contraste yodado, manifestándose como una disminución de la función renal.

Insuficiencia renal Agudo (IRA): es la disminución de la función renal temprana y repentina, por diferentes causas como por el agente de contraste.

Enfermedad Renal Crónica (ERC): Es el daño renal que se ha producido, por un largo plazo, de manera progresiva. Por diferentes motivos

Creatinina sérica: Es una medida bioquímica que mide la función renal mediante un examen de sangre, se mide el desecho del metabolismo muscular que se elimina por vía filtración renal.

Tasa de Filtración Glomerular (TFG): Es una medida de la función renal que se calcula con los valores de creatinina sérica, edad, sexo y raza.

Hipertensión Arterial: Es la elevación persistente de la presión de las arterias y que pueden causar daños a varios órganos, como los riñones.

Diabetes Mellitus: Es una enfermedad crónica que afecta al cuerpo en función a la utilización de glucosa en la sangre.

1.2. JUSTIFICACIÓN:

Este presente trabajo se basa en la importancia de conocer distintos aspectos sobre la nefropatía inducida por contraste en pacientes a los que se les realiza una tomografía. A continuación, se mencionan algunas razones de la importancia de su estudio:

Al año se calculan millones de pacientes a los que se les realizan un examen tomográfico contrastado y esta cifra va a en aumento, proporcional a la población. Comprender efectos no deseados, que se pudieran desarrollar en el paciente como la nefropatía inducida por el contraste es muy importante. ⁽²⁴⁾

Conocer aspectos menos entendidos o controversiales, sobre la probabilidad de su aparición entre la población, como la existencia de un umbral exacto de función renal previo a la administración de contraste, que no le cause lesiones. Por otro lado, aunque ya se han identificado factores como la diabetes mellitus o la insuficiencia renal crónica su influencia en la aparición de la nefropatía aún no está del todo claro, y estos puntos son importantes ya, si hay un mal manejo, estos pueden acarrear consecuencias negativas para el paciente, afectando su calidad de vida pudiéndole ocasionar la muerte. ^(1,2,22)

La necesidad de generar estrategias para su manejo y prevención, puesto que falta un consenso protocolario universal, como manera de prevención. Aunque hay propuestas diversas sobre estrategias preventivas, ya sea con hidratación adecuada o con menores dosis de contraste o tal vez con contrastes isoosmolares, su eficacia en diferentes contextos clínicos es a hoy en día temas de debate ^(2,18,22)

Por último, en cuanto su justificación ética en cuanto a la integridad hacia los pacientes implica identificar comorbilidades del paciente y a desarrollar protocolos de atención y manejo sobre este que reduzcan el riesgo de una nefropatía cuidando de esta manera la integridad del paciente como el bienestar de este. ⁽²⁴⁾

1.3. ANTECEDENTES:

Un resumen breve de 20 estudios de investigación que serán utilizados como punto de partida para la elaboración del presente trabajo monográfico.

Mileni N. (4) el desarrollo de NIC es muy variable y va a depender de factores como la población y su comorbilidad, también factores como las características del agente de contraste. En el caso de factores de riesgo, identificar pacientes diabéticos con TFG entre 30-40 ml/min/1.73 m² ayudará, para suspender el uso de la metformina 48 horas antes de la misma manera el mieloma múltiple y suspender AINEs. Como medida de prevención, la hidratación previa del paciente con solución salina al 0.9% ayudara.

Arias M., Ramírez X., Madrigal S. (5), la administración de contraste no siempre genera LRA, pero pueden llegar a ser entre el 0.7 – 7% y en casos con comorbilidad hasta el 20% medidas preventivas: aumentar el volumen intravascular, evitar medicación nefrotóxica, contraste de baja osmolaridad, y administrar volumen de cantidad de contraste y como factores de riesgo, presencia de anemia, Cr. < 0.7 o >1.3 mg/dl, enfermedades renales previas, edad mayor a 60 años y diabetes mellitus.

Pongo O. (6), en su trabajo de investigación, no se encontró relación entre el contraste y la LRA, los valores de creatinina no tuvieron alza significativa tras la administración. Como estrategia de prevención se tiene la hidratación con solución salina, no recomienda el bicarbonato ni el N-acetilcisteína, los principales factores de riesgo fueron la hipertensión arterial y la diabetes mellitus.

Núñez, J. (7), en su tesis sobre el bicarbonato de sodio contra la solución salina, encontró que tienen similar efectividad en la prevención de NIC. En valores de creatinina mayor a 0.5, la hidratación con solución salina es más efectiva en pacientes con creatinina basal mayor al 25% y con diabetes mellitus. Encontró que los principales factores asociados son: IRA O ERC, DM, cardiopatías, anemia y mieloma múltiple.

De Miranda G. (8), en su investigación determino que el uso de contraste no induce nefropatía y no aumenta el riesgo de muerte en pacientes con TFG > a 60 ml/min/1,73 m², en cuanto a medias de prevención recomienda indiferentemente el uso de solución salina o bicarbonato de sodio, la comorbilidad seria: DM, HTA fármacos nefrotóxicos y disfunción renal previa.

Barrios A, et al. (9), la incidencia de NIC es baja 0.9 %, aun en pacientes con ERC o con TFG entre 30 – 60 ml/min/1,73 m². Como medidas de prevención recomienda la hidratación intravenosa, hidratación oral y N-acetilcisteína. Como factores asociados menciona dosis, DM, HTA creatinina sérica alta y TFG disminuida.

Moro A. et al. (10), encontraron que la incidencia de NIC fue del 11,29%, no se identificaron factores de riesgo importantes salvo enfermedad renal previa, pero también recomienda como prevención identificar factores como: diabetes, edad avanzada, cardiopatías y enfermedades hepáticas, el uso de medidas profilácticas es incierto, pero recomienda solución salina o lactato Ringer, y no exceder el 115 ml en contrastes.

De Sá A. et al. (11), menciona que los contrastes son seguros en individuos con TFG entre 30 a 44 ml/min/1,73 m², en pacientes con valores menores la

prescripción de suero salino pre y post, es primordial, no se debe restringir la prueba, el riesgo es mayor cuando la TFG es < 30 ml/min/173 m²., factor de riesgo: disfunción renal (LRA o ERC), diabetes mellitus tipo 2, insuficiencia cardiaca, deshidratación, no usar contraste de alta osmolaridad o cantidades superiores a los 4 ml/kg o 350 ml. Mejor forma de prevención es el uso de suero salino 0.9%.

Magalhães J. (12), la NIC es la causa más importante de LRA y ECR y que afecta principalmente a pacientes con DM. como medida profiláctica recomienda hidratación oral en pacientes con TFG 45-60 e hidratación con suero salino 0.9% en pacientes con valores menores, como factores de riesgo: valores alterados de creatinina y TFG, ancianos, enfermedad coronaria y pacientes hospitalizados.

Silvia D. et al. (13), en su caso clínico, menciona que la NIC es la tercera causa de LRA hospitalaria. Evitar su uso repetitivo entre las 72 horas, uso de AINES, contrastes no iónicos y de alta osmolaridad. Para prevenir sus efectos el uso de la solución salina 0.9% es primordial, el bicarbonato y N-acetilcisteína y furosemida se pueden emplear opcionalmente.

Calle C. et al. (14), en su trabajo de investigación, determino que el desarrollo de NIC, el paciente no se ve influenciado por pacientes oncológicos, HTA, edad o sexo, obteniendo 28% en oncológicos y 22% no oncológicos, pero sí se ve influenciado por la diabetes tipo 2. El valor de la creatinina se encontraba normal en todos los participantes y posterior a la administración de contraste hizo la medición de aclaramiento de creatinina con una disminución media de 74.35 ml/min en los que, si desarrollaron NIC, ves los que no desarrollaron 98.95 ml/min.

Gonzales F., et al. (15), la nefropatía por el contraste en la gran mayoría de casos es de manera reversible, el uso de mecanismos de protección es fundamental como: solución salina al 0.9% y en pacientes con valores normales se recomienda solo la hidratación oral, factores de riesgo: HTA, balón de contrapulsación intraaórtico, mayor a 75 años, anemia, DM volumen de contraste. $Cr > 1.5$, $TFG < 60$.

Ronquillo S. Limones M. Moncayo S. Rosero A. (16), el riesgo de generar IRA por contraste tiene como factor principal la enfermedad renal preexistente. Recomienda solución salina como medida de prevención, identificar estos factores de riesgo: deshidratación, volúmenes superiores a 120 ml de contraste, patología renal existente, DM, fármacos nefrotóxicos, para proteinuria, edad avanzada.

Rosales S. (17), en su trabajo recopilatorio, ha demostrado que hay muchos resultados heterogéneos, ya sea por el tipo de contraste o la población estudiada. La creatinina es un indicador que solo detecta la lesión de manera tardía, así que la mejor forma de evitar es identificar los factores de riesgo siendo el más importante $TFG < a 30 \text{ ml/min/1.73 m}^2$ y la cantidad de contraste. La solución salina es el mejor medio de nefro protección y ensayos clínicos refuerzan el uso de las estatinas como medida de prevención.

Nugra J. (18), menciona que la NIC es una lesión aguda que se puede presentar entre el 5% hasta el 50 %, como factores de riesgo están la edad avanzada, nefropatía previa, tipo y cantidad de contraste. determinar qué factores en relación con el agente de contraste son más resaltantes. Como estrategia de protección recomienda solución salina previa y post administración de contraste.

Masía S. (19), en su trabajo sobre el impacto la creatinina sérica después de la administración del contraste, como resultado se encontró que el 80% de ellos presento un aumento en el 80% de la creatinina sérica. Recomienda el uso de solución salina o bicarbonato, en pacientes con valores normales solo hidratación oral. Los factores de riesgo: Cr >1.5 mg/dl, DM, insuficiencia renal previa, deshidratación, hipovolemia, insuficiencia cardiaca, cirrosis hepática, medicación nefrotóxica, administración intraarterial, alta osmolaridad contraste, mayores a 70 años.

Coser T. et al. (20), en su trabajo, determinaron que la administración del agente de contraste no es un factor de riesgo para desarrollar IRA aun así tengan o no factores de riesgo buscaron determinar la incidencia de NIC solo se encontró una incidencia de 11,52%. Como factores de riesgo estuvo la edad avanzada, DM, ERC y fármacos nefrotóxicos. Recomienda el uso de suero fisiológico al 0.9% en pacientes con riesgo.

Lee H., et al. (21), han demostrado que la NIC inducida por contraste es extremadamente baja, incluso en pacientes con alto riesgo. Pero informes han indicado que volúmenes más grandes pueden asociarse con LRA la administración de hidratación profiláctica con solución salina, en pacientes que se les van a administrar menos de 100 ml de contraste no es necesaria.

Aeazazu A. et al. (22), determina que es la tercera causa de LRA hospitalaria, pero sin factores de riesgo directamente relacionados, sin embargo, identificar factores de riesgo como: ERC o IRA, HTA, altas dosis, medicación nefrotóxica, contraste

hiperosmolar DM, vía arterial, dosis repetida en las 72 horas. Recomiendan solución salina o N-acetilcisteína como medida de prevención.

Bastidas A. et al. (23), determinaron que los agentes de contraste hoy en día son más seguros y la aparición de nefropatía inducida en adultos y pediátricos es raro 2% y en pacientes con riesgo puede presentarse entre el 20 al 40 %. Detectar factores de riesgo como: valores CR y TFG alterados, mayor a 75 años, mujer, bajo IMC, enfermedad cardiovascular, ayudara a prevenir LRA. Como mecanismos de protección solución salina 1 ml/kg/h 4 horas previas Y de 4 a 6 horas posterior no necesita hidratación si esta normal TFG.

1.4 PROBLEMÁTICA:

La nefropatía inducida por contraste yodado, en la práctica clínica es de gran preocupación, especialmente en las salas de tomografía computada, debido a que se puede generar tras la administración del medio de contraste yodado, y cuyo uso es de alta prevalencia y esta va en aumento a nivel mundial. ⁽²⁴⁾

El problema que motiva este trabajo de investigación es la falta de entendimiento sobre las probabilidades de desarrollar de la nefropatía, factores asociados que pueden aumentar el riesgo de generar nefropatía y estrategias que se pueden usar para la prevención de la nefropatía. Si bien es cierto existen numerosas publicaciones que hablan sobre el tema, por parte de la comunidad científica, sin embargo, estos varían entre ellos. ⁽²⁴⁾

Ante ello, surge la pregunta fundamental de esta presente investigación:

- ¿Qué probabilidad de desarrollar nefropatía por agentes de contraste yodado en tomografía computarizada?

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la probabilidad de desarrollar nefropatía por agentes de contraste yodado en tomografía computarizada.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las estrategias de prevención de la nefropatía inducida por agente de contraste yodado en tomografía computarizada.
- Describir los factores asociados a la nefropatía inducida por agente de contraste yodado en tomografía computarizada.

III. CUERPO

3.1. RESULTADOS:

Después de la revisión de las 20 publicaciones científicas, la probabilidad de desarrollar la nefropatía inducida por contraste yodado es muy variable y no existe una cifra exacta, pero entre las publicaciones tenemos que: el 40% de las publicaciones, refieren que la probabilidad de desarrollar nefropatía es muy baja en paciente sin factores asociados, el 30% de las publicaciones refiere que los contrastes son seguros con las medidas profilácticas y sin factores de riesgo, el 20% de las publicaciones mencionan que las probabilidades de nefropatía son bajas con y sin factores asociados y con las medidas profilácticas adecuadas, 15% de las publicaciones refiere que la probabilidad es moderada con factores de riesgo y el 15 % de publicaciones que en pacientes hospitalizados las probabilidades son moderadas. (Gráfico 1)

Las estrategias de prevención encontradas en las revisiones de 18 publicaciones científica de las 20 citadas: el 100% de estas recomiendan la hidratación con solución salina al 0.9% pre y post administración del contraste como medida de prevención por excelencia, el 38.9 recomiendan usar contrastes con baja osmolaridad. El 33.3% concuerdan que se debe usar bajas cantidades de contraste, el 27.8% por ciento recomiendan el uso de bicarbonato de sodio como medida alternativa o complementaria a la solución salina, de igual manera el 27.8% recomiendan la hidratación oral en pacientes con valores normales y sin factores de riesgo, el 11.1% mencionan que se puede usar N-acetilcisteína como medida

complementaria al suero salino y el 5.6% menciona que el uso de estatina puede servir como ayuda complementaria. (Gráfico 2)

Para determinar factores asociados a la nefrotoxicidad del contraste yodado, se hizo la revisión de 18 publicaciones científicas de las 20 citadas: 77.78% mencionan a la diabetes mellitus tipo dos como el factor más resaltante, seguida por el 50% que refieren a la enfermedad renal previa ya sea como IRA o ERC, como factor determinante a desarrollar NIC, el 50% refiere a la edad avanzada, el 44.44% que mencionan que los marcadores de creatinina mayor a 1,5 o tasa de filtración por debajo de 60 como principal factor asociado, el 33.33% asocia a las cardiopatías o enfermedad vascular-cardíacas como factor de riesgo asociado, el 27.87% menciona a la hipertensión arterial o a enfermedades cardíacas, el 22,2% mencionan al consumo de medicación nefrotóxica como factor de riesgo, el 11.11% menciona al mieloma múltiple como un factor de cuidado, de igual manera el 11.11% refiere tener cuidado con las enfermedades hepáticas como la cirrosis o el hígado graso y el 5.56% menciona al IMC bajo con un factor a tener en cuenta (Gráfico 3)

IV. CONCLUSIONES

- La probabilidad de desarrollar nefropatía inducida por contraste yodado en tomografía va a estar determinado principalmente por la condición del paciente. En la mayoría de los casos, la administración de contraste va a ser seguro y va a tener muy pocas probabilidades de causar algún daño renal. Sin embargo, las probabilidades de desarrollar esta complicación aumentan en pacientes con algún factor de riesgo asociado, así como en los hospitalizados, pudiendo generar lesiones irreversibles y hasta mortales si es que no se tienen las medidas profilácticas necesarias para minimizar el daño.
- La estrategia de prevención más recomendada frente a la nefrotoxicidad por el contraste yodado es la solución salina al 0.9%, pre y post administración y procurar usar contrastes de baja osmolaridad. Además, se sugiere que se pueden usar como medidas complementarias el bicarbonato de sodio y usar pocas cantidades de contraste., en pacientes sin factores de riesgo la hidratación oral ayuda, en cuanto al uso de N-acetilcisteína y esta estatinas aún no están demostradas completamente su eficacia, así que se pueden usar como complemento. Estas estrategias se van a usar de manera individual y dependiendo de las características que pueda tener cada paciente.

- Entre los principales factores de riesgo y cuya identificación va a ser crucial para evitar lesiones irreversibles, tenemos las enfermedades renales previas como LRA o ERC y la diabetes mellitus, que va a ser es especial consideración por su alta predisposición a la falla renal. Sin embargo, no se deben dejar de lados otros factores como: edad avanzada, hipertensión arterial, patologías cardiovasculares, deshidratación, uso de Anti Inflamatorios No Esteroideos (AINES), pacientes hospitalizados y/o sepsis, y que estén recibiendo antibióticos de última línea, entre otros.
- Concluida esta monografía se recomienda que ante la administración de contraste se debe valorar individualmente al paciente y usar medidas acordes a este, para así evitar lesiones renales que podrían ser perjudiciales para el paciente.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wang C. et al. ACR Manual on Contrast Media [Internet]. 2023. Disponible en: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Contrast-Manual>
2. Boehm IB, Heverhagen JT. Physics of computed tomography. En: Handbook of Neuro-Oncology Neuroimaging. Elsevier; 2016. p. 151–5.
3. Lusic H, Grinstaff MW. X-ray-computed tomography contrast agents. Chem Rev [Internet]. 2013;113(3):1641–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/cr200358s>
4. Mileni N. Valoración de enfermería en pacientes con antecedentes de enfermedad renal previa a la administración de medios de contraste yodado [Internet]. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12866/13030>
5. Arias M., Ramirez X., Madrigal S., Lesión renal aguda inducida por medio de contraste. Revista Medica Sonergia. [Internet]. 1 de octubre de 2020 [consultado el 8 de abril de 2024];5(10):e586. Disponible en: <https://doi.org/10.31434/rms.v5i10.586>
6. Pongo OA. Falla renal aguda inducida por tomografía espiral multiforme post contraste en pacientes hospitalizados del hospital EsSalud [Internet]. [Piura]: Universidad Privada Antenor Orrego; 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6794>
7. Nuñez JC. Efectividad del bicarbonato de sodio versus solución salina isotónica en la prevención de la nefropatía inducida por contraste: revisión sistemática y metaanálisis [Internet]. [Trujillo]: Universidad Privada

- Antenor Orrego; 2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9876>
8. Miranda GM. Nefropatia induzida por contraste em pacientes internados em hospital quaternário e submetidos a tomografia computadorizada: estudo de coorte controlado e ajustado por escore de propensão [Internet]. [Botucatu]: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2021. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11449/214869>
 9. Barrios A, García F, Rodríguez JI, Montero-San-Martín B, Gómez R, Diez J, et al. Incidencia de nefropatía inducida por contraste tras una tomografía computarizada. Radiologia [Internet]. 2021;63(4):307–13. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2020.02.002>
 10. Moro AB, Strauch JGN, Groto AD, Toregeani JF. Avaliação dos níveis de creatinina em pacientes submetidos à tomografia contrastada: uma metanálise. J Vasc Bras [Internet]. 2021;20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.200161>
 11. Vieira AV, Oliveira FS, Almeida ME. Nefropatia Induzida por Contraste Iodado. Revista Científica Hospital Santa Izabel [Internet]. 2021;5(3):121–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35753/rchsi.v5i3.215>
 12. Magalhães JS. Assistência de enfermagem voltada para nefropatia induzida por contraste [Internet]. [Cuiabá]: FASIPE Mato Grosso; 2021. Disponible en: <http://104.207.146.252:8080/xmlui/handle/123456789/189>
 13. Silva DR, Salazar DE, Salazar JC, López MD. Nefropatía inducida por contraste. Un caso clínico. Polo del conocimiento. agosto de 2021;6:870–

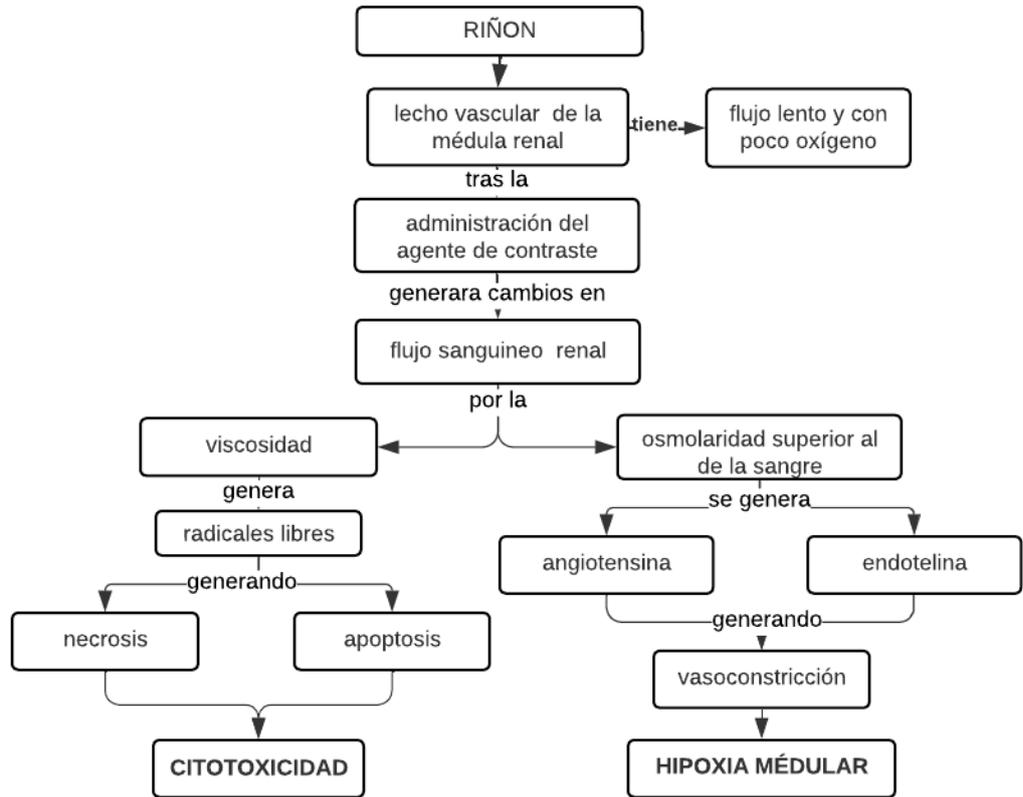
85. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094433>
14. Calle C, Tamayo P, Coloma E, Mera G. Nefropatía inducida por contraste en pacientes oncológicos: Un estudio de casos y controles. *Oncol (Guayaquil)* [Internet]. 2021;31(3):176–87. Disponible en:
<https://roe.solca.med.ec/index.php/johs/article/view/573>
15. Gonzales F., Russi J., Saenz O., Celemín C., Baquero G. Bocanegra D. Nefroprotección inmediata en nefropatía inducida por medios de contraste. *Medicina Interna Mexico* [Internet]. el 28 de noviembre de 2023;39(6):899–907. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24245/mim.v39i6.8177>
16. Ronquillo SE, Limones MS, Moncayo SP, Rosero AP. Contraste en tomografía axial computarizada. *RECIAMUC* [Internet]. 2023;7(2):487–96. Disponible en:
[http://dx.doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(2\).abril.2023.487-496](http://dx.doi.org/10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.487-496)
17. Rosales SP. Nefrotoxicidad por medio de contraste: Estado del arte y desarrollo de un lineamiento para su prevención basado en evidencia [Internet]. [Ciudad Universitaria Rodrigo Facio]: Universidad de Costa Rica; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10669/89304>
18. Nugra JL. Nefropatía inducida por el uso de contraste en adultos mayores del área de hemodinamia [Internet]. [Cuenca]: Universidad Católica de Cuenca; 2021. Disponible en:
<https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11236>
19. Masía S. Variaciones en la creatinina sérica luego de la administración intravenosa de medio de contraste yodado en estudios de tomografía

- computarizada en pacientes internados en el Sanatorio Delta [Internet]. [Rosario]: Universidad Abierta Interamericana; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uai.edu.ar/handle/123456789/1903>
20. Coser TA, Leitão JSV, Beltrame BM, Selistre LS, Tasso L. Intravenous contrast use and acute kidney injury: a retrospective study of 1,238 inpatients undergoing computed tomography. Radiol Bras [Internet]. 2021;54(2):77–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2020.0018>
21. Lee H-C, Chuang K-I, Lu C-F, Chiang Y, Wang H-J, Hsieh KL-C. Use of contrast medium volume to guide prophylactic hydration to prevent acute kidney injury after contrast administration: A meta-analysis. AJR Am J Roentgenol [Internet]. 2020;215(1):15–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.19.22325>
22. Aranzazu AD, Herrera V, Vanegas JJ, Velez C, Ochoa CL. Actualización en lesión renal aguda inducida por contraste en pediatría. Rev Colomb Nefrol [Internet]. 2022;9(3). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22265/acnef.9.3.584>
23. Bastidas et al. Realidades de la nefroprotección en las diferentes ayudas diagnósticas radiológicas en adultos y niños. S&EMJ. Año 2021; Vol. 2: 50-63.
24. Llaro M. Factores asociados a nefropatía por contraste en pacientes sometidos a cateterismo cardiaco Hospital Alberto Sabogal Sologuren [Internet]. [Lima]: Universidad Ricardo Palma; 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/530>

VI. ANEXOS

Diagrama 1:

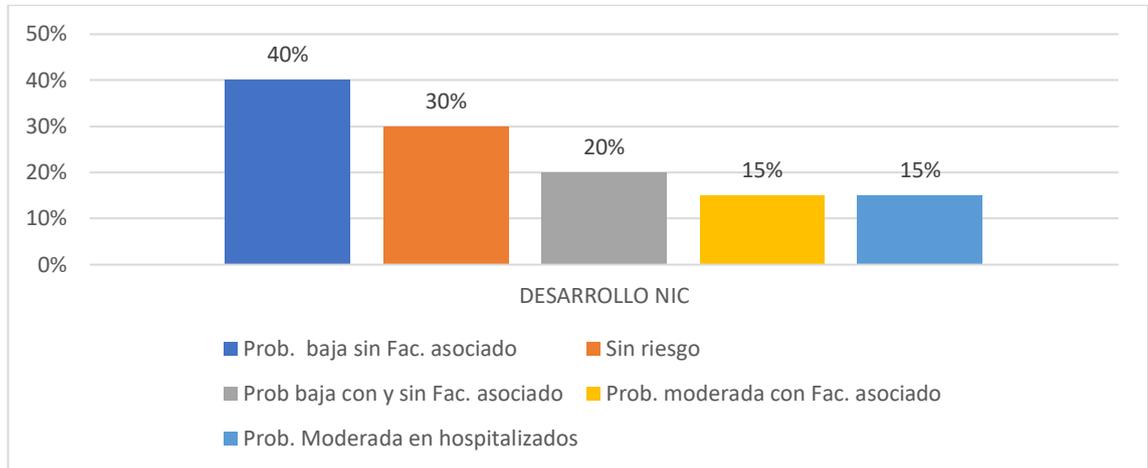
Fisiopatología de la nefropatía inducida por agente de contraste



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1:

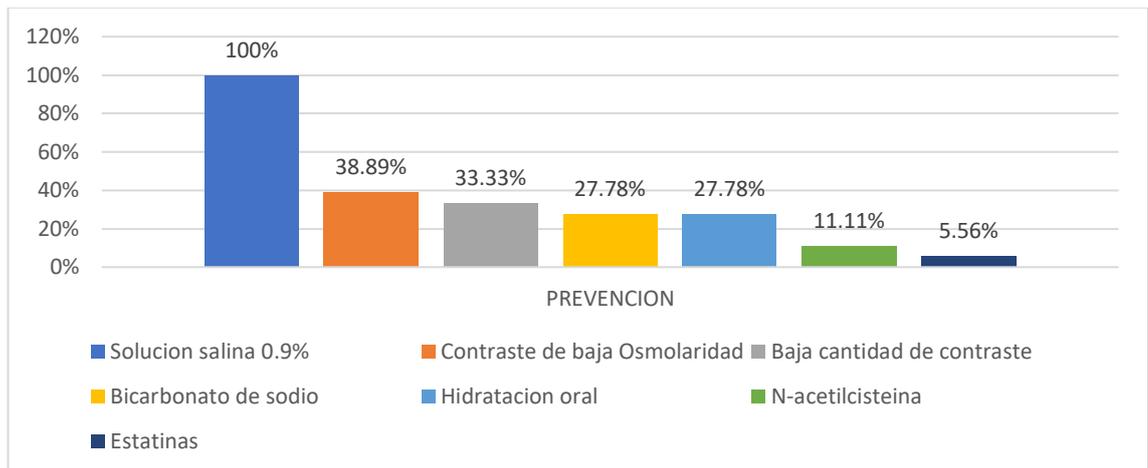
Descripción de la probabilidad de desarrollar nefropatía inducida por contraste



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2:

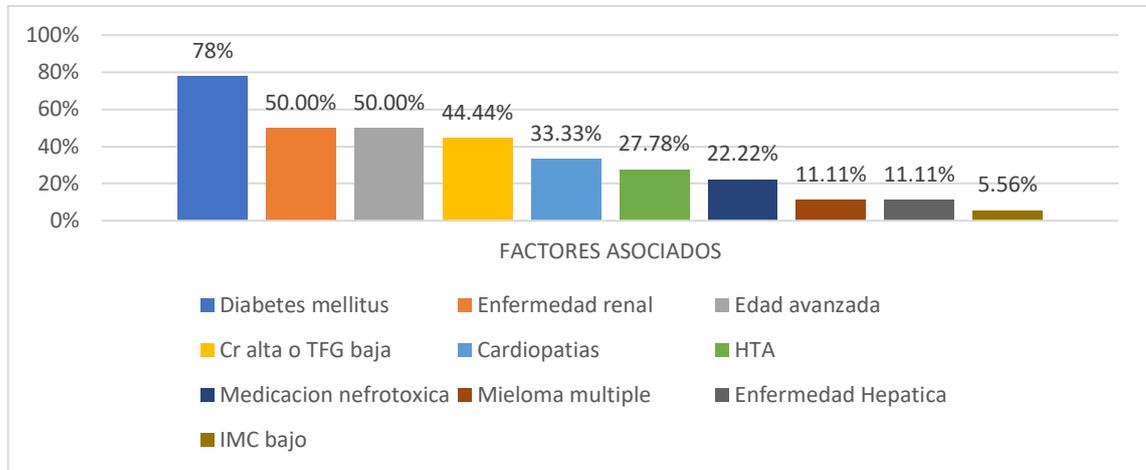
Descripción de las estrategias de prevención a la nefropatía inducida por contraste yodado



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3:

Descripción de factores asociados a la nefropatía inducida por contraste yodado



Fuente: Elaboración propia