

Nefropatía inducida por contraste en pacientes oncológicos: Un estudio de casos y controles.

*Correspondencia:

carloscalles@hotmail.com

Avda. Pedro Menéndez Gilbert, y Atahualpa Chávez. Servicio de Emergencias Instituto Oncológico Nacional "Dr. Juan Tanca Marengo". Código postal 090505. Teléfono: (593) 04 371 8300

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Recibido: 14 de Mayo 2021

Aceptado: 25 de Octubre, 2021

Publicado: 31 de Diciembre, 2021

Editor: Dr. Felipe Campoverde

Membrete bibliográfico:

Calle C, Tamayo P, Coloma E, Mera G. Nefropatía inducida por contraste en pacientes oncológicos: Un estudio de casos y controles. Rev. Oncol. Ecu 2021;31(3):176-187.

DOI: <https://doi.org/10.33821/573>

 Copyright Calle C, et al. Este artículo es distribuido bajo los términos de [Creative Commons Attribution License BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), el cual permite el uso y redistribución citando la fuente y al autor original.

Contrast-induced nephropathy in cancer patients: A case-control study.

Carlos Calle Caamaño*¹ , **Patricia Tamayo Aguilar**¹, **Ena Coloma Coloma**², **Geovanny Mera Rebutti**³

1. Servicio de Emergencia, Instituto Oncológico Nacional "Dr. Juan Tanca Marengo", Sociedad de Lucha contra el Cáncer, Guayaquil -Ecuador.
2. Servicio de Hematología, Instituto Oncológico Nacional "Dr. Juan Tanca Marengo", Sociedad de Lucha contra el Cáncer, Guayaquil -Ecuador.
3. Servicio de Nefrología, Hospital de Especialidades "Abel Gilbert Pontón", Ministerio de Salud Pública, Guayaquil -Ecuador.

Resumen

Introducción: La Nefropatía Inducida por Contraste (NIC) es una complicación causada por la administración intravenosa de medios de contrastes para estudios imagenológicos, lo cual incrementa la morbilidad y costos hospitalarios. La incidencia oscila el 2% en personas sin factores de riesgo, pudiendo llegar hasta el 25 a 50% cuando se asocian factores predisponentes. El objetivo de este estudio fue evaluar el desarrollo de NIC en pacientes oncológicos y no oncológicos hospitalizados, sus características clínicas, prevalencia, factores asociados y aplicación de una escala de riesgo pre exposición.

Metodología: Se realizó un estudio de casos y controles en los Hospitales "Abel Gilbert Pontón" y el Instituto Oncológico Nacional "Dr. Juan Tanca Marengo" - Guayaquil en el período Abril a Septiembre del 2020. La muestra fue no probabilística, de pacientes con y sin diagnóstico oncológico. En ambos grupos se requirió una tomografía contrastada. Se registró edad, sexo, tipo de cáncer, presencia de Diabetes Tipo 2 (DMT2), Hipertensión arterial, creatinina basal y a las 48 horas. Se usó una escala de preexposición para NIC. Se compara las prevalencias con Chi², y las asociaciones con Odds Ratio.

Resultados: Fueron 100 casos y 100 controles. La prevalencia de NIC fue 28% en no oncológicos y 22% en oncológicos ($P=0.33$), el factor de riesgo asociado fue la Diabetes Mellitus tipo 2 (OR 2.19 [IC95% 1.0007 – 4.808; $P=0.0498$]). El valor de creatinina previa no tuvo efecto sobre el desenlace de nefropatía. La distribución de categorías pre exposición no mostró diferencias significativas entre los pacientes que desarrollaron NIC en relación con los que no desarrollaron ($P=0.063$).

Conclusión: El desarrollo de NIC no se ve influenciado por edad, sexo, paciente e HTA, pero si se ve asociado a la presencia de DM2. La estratificación de riesgo pre exposición no fue de utilidad en este caso, su distribución fue similar en pacientes con o sin NIC.

Palabras claves:**DeCS:** Medios de contraste, Creatinina, Enfermedades renales, Tomografía, Factores de riesgo.

DOI: 10.33821/573

Abstract

Introduction: Contrast Induced Nephropathy (CIN) is a complication caused by intravenous administration of contrast media for imaging studies, which increases morbidity and mortality and hospital costs. The incidence ranges from 2% in people without risk factors, and can reach up to 25 to 50% when predisposing factors are associated. The objective of this study was to evaluate the development of CIN in hospitalized cancer and non-cancer patients, their clinical characteristics, prevalence, associated factors, and the application of a pre-exposure risk scale.

Methodology: A case-control study was carried out at the "Abel Gilbert Pontón" Hospitals and the "Dr. Juan Tanca Marengo" - Guayaquil in the period April to September 2020. The sample was non-probabilistic, of patients with and without oncological diagnosis. Contrast tomography was required in both groups. Age, sex, type of cancer, presence of Type 2 Diabetes (T2DM), arterial hypertension, creatinine at baseline and at 48 hours were recorded. A pre-exposure scale for CIN was used. The prevalences are compared with Chi², and the associations with Odds Ratio.

Results: There were 100 cases and 100 controls. The prevalence of CIN was 28% in non-cancer patients and 22% in oncological patients (P = 0.33). The associated risk factor was Type 2 Diabetes Mellitus (OR 2.19 [95% CI 1.0007 - 4.808; P = 0.0498]). The previous creatinine value had no effect on the outcome of nephropathy. The distribution of pre-exposure categories did not show significant differences between the patients who developed CIN in relation to those who did not develop (P = 0.063).

Conclusion: The development of CIN is not influenced by age, sex, patient and hypertension, but is associated with the presence of DM2. Pre-exposure risk stratification was not useful in this case, its distribution was similar in patients with or without CIN.

Keywords:**MESH:** Contrast media; Creatinine; Nephropathy; Tomography; Risk factors.

DOI: 10.33821/573

Introducción

La Nefropatía inducida por contraste (NIC) se la define como el deterioro agudo de la función renal, teniendo como antecedente previo la administración intravascular de medios de contraste, sin que haya alguna otra condición que explique ese cambio. Para su diagnóstico existen algunos criterios propuestos, como los de la KDIGO 2012 sugieren el diagnóstico de NIC cuando hay elevación de la creatinina sérica mayor o igual a 0.5 mg/dl por encima del valor inicial o un incremento de la creatinina sérica mayor del 25%, en las 48 horas siguientes a la administración del medio de contraste [1].

La incidencia varía entre el 1 y 2% en la población en general con función renal conservada y se eleva hasta el 50% cuando existen factores de riesgo que potencializan su aparición [2].

Los estudios tomográficos con medio de contraste se usan para una mejor visualización de estructuras siendo una herramienta fundamental como método diagnóstico complementario y en el caso de pacientes oncológicos para estadificación de su cáncer y seguimiento en su evolución. Los medios de contraste son sustancias con diferente ionicidad, osmolaridad y viscosidad; se excretan principalmente por el riñón, y es a este nivel en donde se generan los mecanismos de lesión como hipoxia medular y citotoxicidad que desencadenan la necrosis tubular aguda, parte crítica para el posible desarrollo de NIC. En la actualidad se prefieren los contrastes hipoosmolares e isoosmolares para disminuir el riesgo de nefropatía principalmente en paciente con riesgo inminente de desarrollarla. Se ha planteado que la administración de contraste yodado en pacientes con cáncer no se asocia con un aumento de los resultados renales, teniendo asociación con edad avanzada, sexo masculino y presencia de hipertensión arterial [3]. Se planteó el objetivo de evaluar el desarrollo de NIC en pacientes oncológicos y no oncológicos hospitalizados, sus características clínicas, prevalencia, factores asociados y usando una escala de riesgo pre exposición.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

El presente estudio es de casos y controles.

Área de estudio

El estudio se realizó en el servicio de hospitalización del Instituto Oncológico Nacional “Dr. Juan Tanca Marengo”, Hospital de Solca Guayaquil y el servicio de Medicina Interna del Hospital de Especialidades “Abel Gilbert Pontón” del Ministerio de Salud de Guayaquil-Ecuador. El período de estudio fue del 1ro de Abril del 2020 hasta el 30 de Septiembre del 2020.

Universo y muestra

El universo fue conformado por todos los pacientes registrados en la institución. El cálculo del tamaño muestral fue no probabilístico, tipo censo, en donde se incluyeron todos los casos incidentes en el período de estudio que cumplieron los criterios de ingreso.

Participantes

Se incluyeron casos de pacientes hospitalizados de edad mayor o igual a 18 años. En el grupo de casos se incluyeron pacientes con un diagnóstico oncológico establecido, el grupo control pacientes sin un diagnóstico oncológico. En ambos grupos los pacientes necesitaron realizarse una tomografía con contraste intravenoso contando previamente con valores de creatinina basal y se realizaron un control 48 horas posterior al procedimiento.

Se excluyeron del estudio pacientes con Enfermedad Renal Crónica o en diálisis, receptores de trasplante de riñón, patología obstructiva post-renal, con diagnóstico de sepsis, pacientes con uso de medicación nefrotóxica (AINE, metformina, aminoglucósidos, platino

como quimioterapia), o en quienes se les realizó procedimiento de cardiología intervencionista. Se excluyeron casos o controles con registros incompletos para el análisis.

Variables

Las variables fueron edad, sexo. Tipo de cáncer en el grupo de casos. Presencia de Diabetes Tipo 2, Hipertensión arterial. Se usó la escala de posibilidad preexposición, desarrollado por Maioli, et al [4]. (tabla 1). Se presenta la prevalencia de NIC en ambos grupos.

Tabla 1. 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

Crs creatinina sérica; MC: medio de contraste; NIC: nefropatía inducida por medios de contraste; TFGe: tasa de filtración glomerular estimada. Puntaje 0-3 riesgo bajo (1.1%), 4-6 riesgo moderado (7.5%), 7-8 riesgo alto (22.3%), >9 riesgo muy alto (52.1%).

Procedimientos, técnicas e instrumentos.

Los datos fueron recogidos de la historia clínica en un formulario diseñado exclusivamente para tal propósito. Se usó el sistema electrónico institucional para la pesquisa de casos y controles usando los pedidos de imagen en donde se requiera el uso de contraste intravenoso.

Evitación de sesgos

Para garantizar la confiabilidad de la información los investigadores fueron entrenados sobre la recolección de los datos. Se usó una lista de doble chequeo para incluir los casos, el registro interno del servicio de hospitalización del área de medicina interna, del área de oncología y del área de imagenología y su revisión en el expediente clínico electrónico institucional. Los datos fueron validados y curados por el investigador principal.

Análisis estadístico

Recopilada la información en una hoja electrónica Excel, se ingresó en una matriz de datos del software MedCalc® (MedCalc Software Ltd, Ostende, Bélgica). Se utilizó estadística descriptiva en base a frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y para las cuantitativas medidas de tendencia central. Los porcentajes se presentan con intervalo de confianza para una proporción. Se compara las prevalencias con Chi², y la asociación se presenta con Odds Ratio con intervalo de confianza del 95%.

Resultados

En el estudio se incluyeron 100 casos y 100 controles.

Caracterización demográfica

La edad media de los pacientes no oncológicos fue de 63 y 56 años para los oncológicos. En cuanto al sexo el 63% fueron hombres no oncológicos y 58% de mujeres con cáncer. En cuanto al valor de creatinina basal en los dos casos se encontraron dentro de rangos normales al igual que el clearance de creatinina mayor de 60ml/min. La HTA fue el APP con mayor porcentaje en ambos grupos estudiados. Las causas de ingreso a hospitalización en el grupo de pacientes no oncológicos fueron de causas digestivas con el 38% y la patología oncológica se trataron de neoplasias sólidas con el 66%. Finalmente, en cuanto a las áreas estudiadas con imágenes contrastadas en los pacientes no oncológicos con el 39% respectivamente fueron cabeza, cuello y tórax; mientras que en los oncológicos las imágenes fueron en más de una región con el 38%. Vea la tabla 2.

Tabla 2. Caracterización demográfica para la muestra estudiada.

	No oncológicos n=100	Oncológicos n=100	P
Edad en años (Me - IQR)	63 (55 - 69)	56 (43 - 63)	0.0001
Sexo (% n)	♀ 37% (37/100) ♂ 63% (63/100)	♀ 58% (58/100) ♂ 42% (42/100)	0.0030
Cr basal mg/dL (Me - IQR)	0.95 (0.76 - 1.10)	0.67 (0.55 - 0.85)	0.0001
ClCr ml/min	80 (60.95 - 105.85)	115.85 (86.25 - 146.05)	< 0.0001
APP	DM2 29% (29/100) HTA 70% (70/100)	DM2 9% (9/100) HTA 24% (24/100)	0.0003 < 0.0001
Patologías (% n)	Cardiovascular: 6% (6/100) Respiratoria: 9% (9/100) Metabólica: 17% (17/100) Neurológica: 30% (30/100) Digestiva: 38% (38/100)	Neo sólida: 66% (66/100) Hematológica: 34% (34/100)	-
Región imagen (% n)	Cabeza/cuello: 39% (39/100) Tórax: 39% (39/100) Abdomen/pelvis: 9% (9/100) Otras: 8% (8/100) >1 región: 5% (5/100)	Cabeza y cuello: 16% (16/100) Tórax: 19% (19/100) Abdomen/pelvis: 26% (26/100) Otras: 1% (1/100) >1 región: 38% (38/100)	0.0019 0.0086 0.0041 0.0196 < 0.0001

APP: Antecedentes patológicos personales. DM2: Diabetes Mellitus tipo 2. HTA: Hipertensión arterial. Cr: Creatinina. Me: Media, IQR: intercuartil

Prevalencia de nefropatía inducida por contraste

La prevalencia de nefropatía inducida por contraste fue igual en pacientes no oncológicos respecto a los oncológicos, la diferencia no llegó a ser significativa (28% vs 22%; $P=0.3284$). (Vea la figura 1). El clearance de creatinina (ClCr) a las 48 horas de la exposición al medio de contraste se encontró significativamente mayor en los pacientes que no desarrollaron NIC (98.95 vs 74.35 ml/min/1.73 m²SC; $P=0.0001$) (Vea la figura 2). El ClCr basal fue significativamente mayor en los pacientes que a posterior desarrolló NIC (111.55 vs 88.05 ml/min/1.73 m²SC; $P=0.0028$), mismo hallazgo que se encontró al examinar pacientes no oncológicos

(105.90 vs 71.60 ml/min/1.73 m²SC; $P < 0.0001$). No se encontró esta diferencia en los pacientes oncológicos (115.85 vs 116.5 ml/min/1.73 m²SC; $P = 0.2244$).

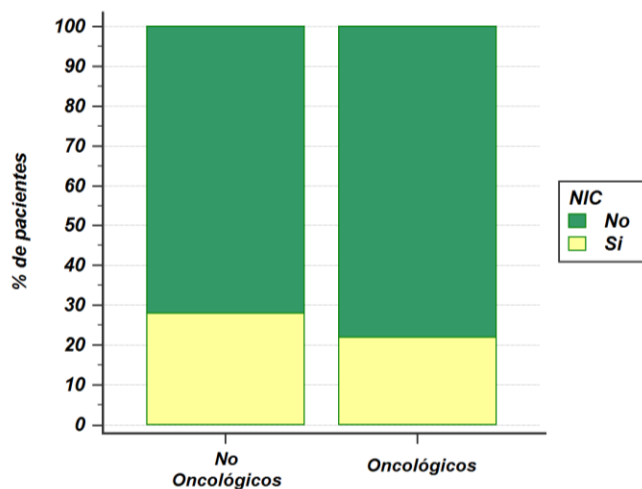


Figura 1 Prevalencia de NIC según el tipo de paciente.

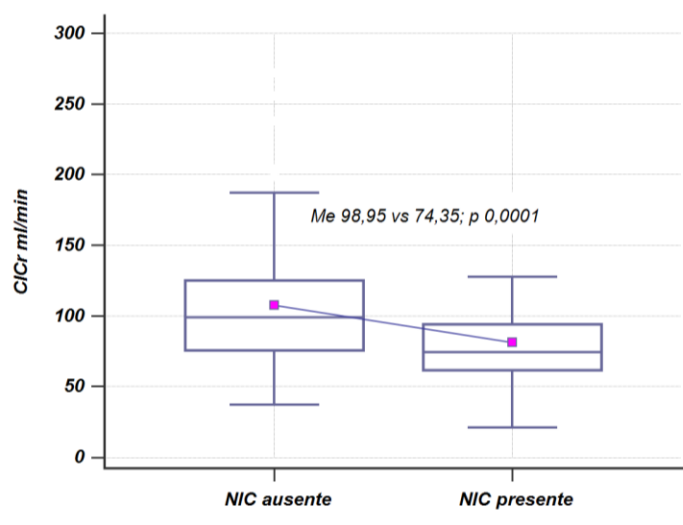
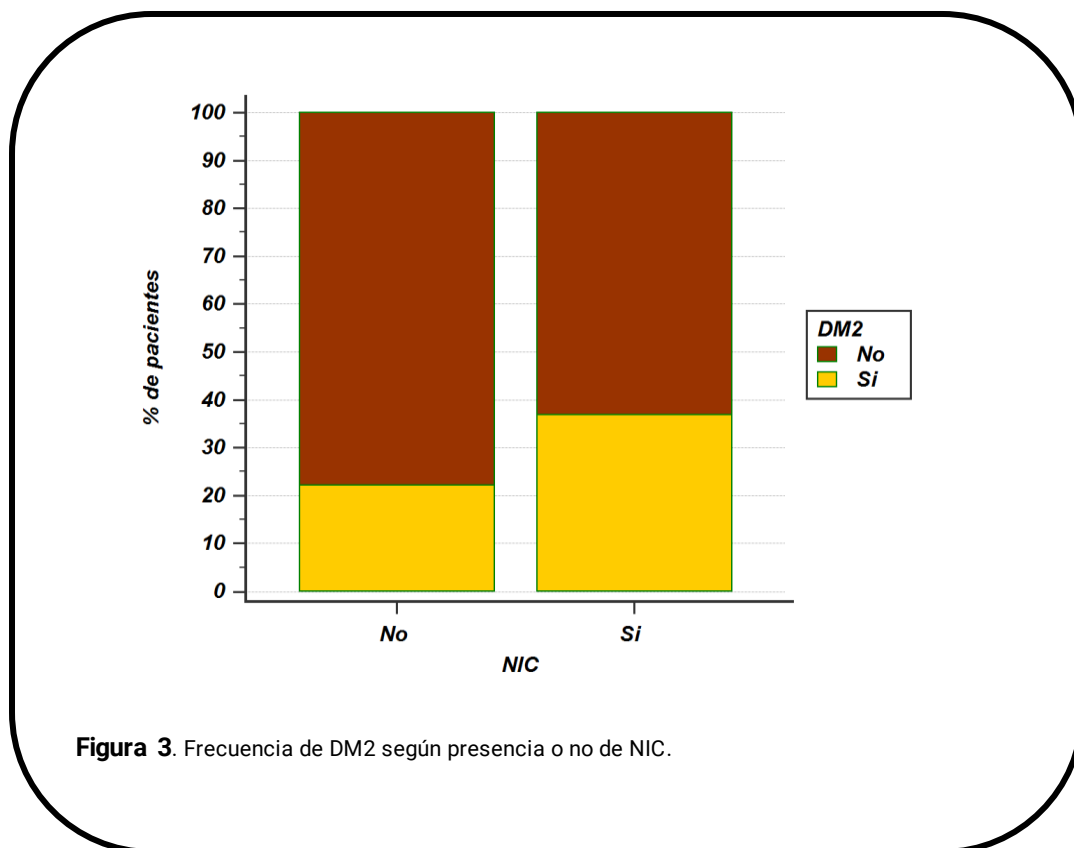


Figura 2. Clearance de Creatinina (ClCr) a las 48 horas según presencia o ausencia de NIC.

Prevalencia de enfermedades crónicas

La frecuencia de Diabetes Mellitus tipo 2 fue mayor en los pacientes que desarrollaron NIC respecto a los que no, sin embargo, la diferencia no llegó a ser significativa (36,8% vs 22,2%; $P=0.0617$) (Figura 3). Asimismo, HTA fue discretamente más frecuente en los pacientes que evolucionaron a NIC respecto a los que no, sin que esta diferencia sea significativa (50% vs 46%; $P=0.6244$).



Riesgo pre-exposición

En la Tabla 3 y Figura 4 se muestra la distribución de los pacientes en las categorías de riesgo pre exposición con la escala de Maioli, no mostró diferencias significativas entre los pacientes que desarrollaron NIC en relación los que no desarrollaron ($P=0.0631$).

Tabla 3. Riesgo pre exposición según presencia o ausencia de NIC

NIC	Riesgo pre exposición (Maioli)			
	Bajo	Moderado	Alto	
No	134 (89.3%)	15 (10.0%)	1 (0.7%)	150 (75.0%)
SI	43 (86.0%)	7 (14.0%)	0 (0%)	50 (25.0%)
Total	177 (88.5%)	22 (11.0%)	1 (0.5%)	200

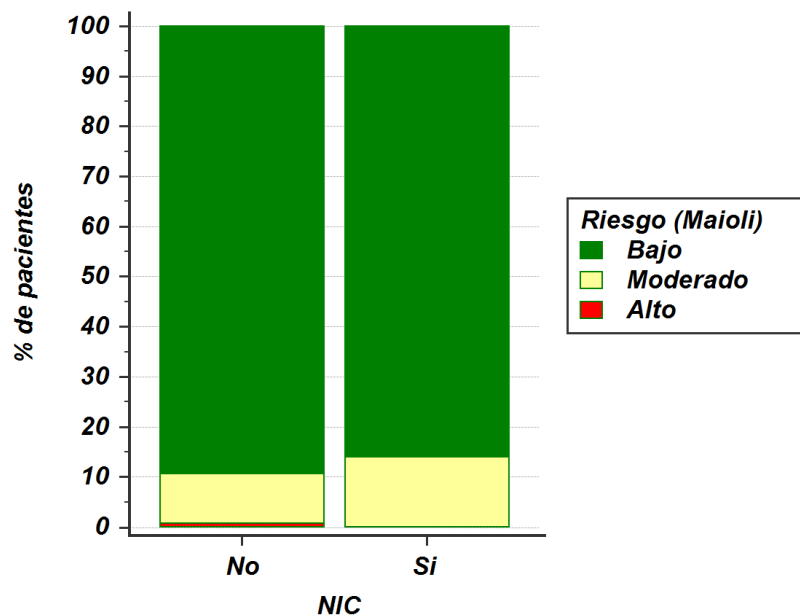


Figura 4. Distribución de riesgo pre exposición según presencia o no de NIC.

Análisis de asociación

Se analizó mediante regresión logística el efecto Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), HTA y el clearance de creatinina (ClCr), sobre la probabilidad de desarrollar NIC. El modelo de regresión fue estadísticamente significativo ($P=0.0010$), clasificando correctamente el 78% de los casos. ClCr basal tiene un casi nulo efecto sobre el desenlace NIC ($P=0.0016$; OR=1.0115; IC95% 1.0044 – 1.0188), mientras que la presencia de DM2 representa 2.19 más probabilidades de desarrollar NIC ($P=0.0498$; OR=2.19; IC95% 1.0007 – 4.8081). La HTA no aportó significancia al modelo y fue eliminada por el método de entrada de variables (stepwise).

Discusión

El presente estudio se realizó para evaluar el desarrollo de la Nefropatía Inducida por Contraste (NIC) en dos grupos poblacionales, en pacientes oncológicos y en pacientes no oncológicos del Hospital Solca y Hospital Guayaquil respectivamente en el periodo de abril a septiembre de 2020.

La nefropatía inducida por contraste (NIC) es una complicación asociada a procedimientos que usan los métodos radiológicos para diagnóstico y/o tratamiento, especialmente aquellos de cardiología intervencionista. El uso de los medios de contraste intravenoso en estudios

de imagen es de suma importancia convirtiéndose en el apoyo de métodos radiológicos como es el caso de la tomografía computarizada como método de evaluación y diagnóstico en el ámbito hospitalario; es de uso cada vez más frecuente y con ello está el riesgo inherente de complicaciones como la nefrotoxicidad por medios de contraste.

El presente trabajo demuestra que la prevalencia de NIC no es infrecuente, se presentó en el 28% de los pacientes no oncológicos y en el 22% de pacientes oncológicos; sin embargo en estudios como en el de Hinson et al. [5] de tipo retrospectivo, la probabilidad de desarrollar NIC fue del 6.8% en pacientes que se sometieron a tomografía con medio de contraste intravenoso. En una revisión sistemática y metanálisis sobre la frecuencia de lesión renal aguda luego de la administración de medios de contraste intravenosos realizada por Mc Donald et al. [6] describen una incidencia de NIC del 6.4% en el grupo que recibieron el medio de contraste.

Entre los factores de riesgo para el desarrollo de NIC encontrados en la investigación está el antecedente de diabetes mellitus e hipertensión arterial; es así que hasta el 36.8% de los que desarrollaron la nefropatía fueron diabéticos y el 50% hipertensos; determinándose que la presencia de DM2 representa 2.19 veces más probabilidades de desarrollar NIC ($P=0.0498$; OR 2.19; IC95% 1.0007-4.808). Datos que se correlacionan con el estudio de Mitchell et al. [7] de la población que llegó a desarrollar NIC el 41% fueron diabéticos. En el estudio de Hinson et al. [5] el 19% de la población eran diabéticos y el 42% hipertensos como antecedente clínico con 1.2 veces el riesgo de llegar a desarrollar NIC. En este contexto en el 2018 el Colegio Americano de Radiología [8] considera que la diabetes e hipertensión incrementan el riesgo de lesión renal aguda post-contraste, recomendando realizar una creatinina basal previa administración del medio de contraste.

La publicación reciente de Davenport et al. [8] menciona que el principal factor de riesgo encontrado en la NIC es la tasa de filtrado glomerular disminuida; así con TFG $<30\text{ml/min/1.73 m}^2$ la incidencia de nefropatía puede llegar hasta un 30%. A diferencia de esta aseveración en el presente estudio el clearance de creatinina fue superior a 60ml/min/1.73 m^2 en los dos grupos de población (oncológicos y no oncológicos), teniendo casi nulo efecto sobre el desenlace NIC ($P=0.0016$; OR 1.0115; IC95% 1.0044 – 1.0188), ya que en los servicios de Radiología la mayoría de los estudios de imagen se realizaron con un valor de creatinina sérica en parámetros normales o cercanos a la normalidad; por lo tanto no fue un factor de riesgo principal.

Sin embargo a las 48 horas de la administración del medio de contraste intravenoso en los pacientes que desarrollaron NIC hubo descenso del clearance de creatinina con una media de 74.35ml/min en comparación del grupo que no la desarrolló (Me 98.95ml/min , $P<0.0001$) a diferencia del estudio de Mitchell et al. [7] en donde el 9% de los pacientes desarrollaron una falla renal severa; mientras que en el estudio de Hinson [5] el medio de contraste intravenoso administrado no se asoció con una mayor frecuencia de nefropatía aguda.

Se analizó también el tipo de paciente (oncológico / no oncológico) sobre la probabilidad de desarrollar NIC, sin llegar a tener poder estadístico ($P=0.3975$); comparable con el estudio de Werner et al. [9] en donde se evaluó el efecto de factores de riesgo adicionales en el desarrollo de NIC en pacientes oncológicos sometidos a estudios tomográficos indicando que estos factores no tienen ningún efecto significativo sobre la aparición de la nefropatía y la incidencia de NIC en pacientes oncológicos sigue siendo muy baja. Al contrario Ng et al. [10] en su estudio retrospectivo determina un riesgo absoluto del 0.3 a 2.3% según el tipo de cáncer, concluyendo que los pacientes oncológicos hospitalizados tienen una mayor probabilidad de

desarrollar eventos agudos renales después de una tomografía con medio de contraste yodado en comparación con aquellos que no tienen cáncer.

Como escala para determinar el riesgo de NIC previa a la administración del medio de contraste se usó la propuesta por Maioli et al. [11, 12] no mostró diferencias significativas entre los pacientes que a la final llegaron a desarrollar o no la NIC, hasta el momento no se ha desarrollado un sistema de puntuación específico para predicción de riesgo de NIC cuando se va a realizar una tomografía con contraste intravenoso.

Conclusiones

El desarrollo de NIC no se ve influenciado por patología oncológica, edad, sexo y antecedente de Hipertensión Arterial, pero si se ve asociado a la presencia de Diabetes Mellitus Tipo 2. La estratificación de riesgo pre exposición no fue de utilidad en el presente estudio, su distribución fue similar en pacientes con y sin NIC.

Nota del Editor

La Revista Oncología Ecu permanece neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Abreviaturas

DMT2: diabetes mellitus tipo 2. **HTA:** Hipertensión arterial. **NIC** Nefropatía inducida por contraste.

Información administrativa

Archivos Adicionales

Ninguno declarado por los autores.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todas las personas de las Instituciones que colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

Contribuciones de los autores

Carlos Calle Caamaño: conceptualización, validación, visualización, metodología, administración de proyecto, escritura: revisión y edición.

Patricia Tamayo Aguilar: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, recursos, software, redacción - borrador original.

Ena Coloma Coloma: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, recursos, software.

Geovanny Mera Rebutti: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, recursos, software.

Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

Fondos

Los autores no recibieron ningún tipo de reconocimiento económico por este trabajo de investigación.

Disponibilidad de datos y materiales

Existe la disponibilidad de datos bajo solicitud al autor de correspondencia. No se reportan otros materiales.

Declaraciones

Aprobación del comité de ética

No aplica a estudios observacionales con revisión de bases de datos o historias clínicas.

Consentimiento para publicación

No aplica para estudios que no publican imágenes explícitas como tomografías, resonancias, imágenes de exámenes físicos.

Conflictos de interés

Los autores declaran que ellos no tienen ningún conflicto de competencia o interés.

Referencias

1. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). Section 4: Contrast-induced AKI. *Kidney Int Suppl* (2011). 2012 Mar;2(1):69-88. doi: 10.1038/kisup.2011.34. PMID: 25018920; PMCID: [PMC4089629](#).
2. Selistre Lda S, Souza VC, Dubourg L, Wagner MB, Hoefel Filho JR, Saitovitch D. Contrast-induced nephropathy after computed tomography. *J Bras Nefrol*. 2015 Jan-Mar;37(1):27-31. English, Portuguese. doi: 10.5935/0101-2800.20150005. PMID: [25923747](#).
3. González Cervantes JJ, Mascarós Martínez JM, Arana E. Administration of iodinated contrast: What is the risk in cancer patients? *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2021 Jan;30(1):e13351. doi: 10.1111/ecc.13351. Epub 2020 Nov 2. PMID: [33135211](#).

4. Maioli M, Toso A, Gallopin M, Leoncini M, Tedeschi D, Micheletti C, Bellandi F. Preprocedural score for risk of contrast-induced nephropathy in elective coronary angiography and intervention. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2010 Jun;11(6):444-9. doi: 10.2459/JCM.0b013e328335227c. PMID: [20164783](#).
5. Hinson JS, Ehmann MR, Fine DM, Fishman EK, Toerper MF, Rothman RE, Klein EY. Risk of Acute Kidney Injury After Intravenous Contrast Media Administration. *Ann Emerg Med*. 2017 May;69(5):577-586.e4. doi: 10.1016/j.annemergmed.2016.11.021. Epub 2017 Jan 25. PMID: [28131489](#).
6. McDonald JS, McDonald RJ, Comin J, Williamson EE, Katzberg RW, Murad MH, Kallmes DF. Frequency of acute kidney injury following intravenous contrast medium administration: a systematic review and meta-analysis. *Radiology*. 2013 Apr;267(1):119-28. doi: 10.1148/radiol.12121460. Epub 2013 Jan 14. PMID: [23319662](#).
7. Mitchell AM, Jones AE, Tumlin JA, Kline JA. Incidence of contrast-induced nephropathy after contrast-enhanced computed tomography in the outpatient setting. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010 Jan;5(1):4-9. doi: 10.2215/CJN.05200709. Epub 2009 Dec 3. PMID: 19965528; PMCID: [PMC2801649](#).
8. Davenport MS, Perazella MA, Yee J, Dillman JR, Fine D, McDonald RJ, et al. Use of Intravenous Iodinated Contrast Media in Patients with Kidney Disease: Consensus Statements from the American College of Radiology and the National Kidney Foundation. *Radiology*. 2020 Mar;294(3):660-668. doi: 10.1148/radiol.2019192094. Epub 2020 Jan 21. PMID: [31961246](#).
9. Werner S, Bez C, Hinterleitner C, Horger M. Incidence of contrast-induced acute kidney injury (CI-AKI) in high-risk oncology patients undergoing contrast-enhanced CT with a reduced dose of the iso-osmolar iodinated contrast medium iodixanol. *PLoS One*. 2020 May 21;15(5):e0233433. doi: 10.1371/journal.pone.0233433. PMID: 32437415; PMCID: [PMC7241755](#).
10. Ng TM, Shurmur SW, Silver M, Nissen LR, O'Leary EL, Rigmaiden RS, Cieciora M, Porter LL, Ineck BA, Kline ME, Puumala SE. Comparison of N-acetylcysteine and fenoldopam for preventing contrast-induced nephropathy (CAFCIN). *Int J Cardiol*. 2006 May 24;109(3):322-8. doi: 10.1016/j.ijcard.2005.06.038. Epub 2005 Jul 22. PMID: [16039733](#).
11. Maioli M, Toso A, Leoncini M, Gallopin M, Musilli N, Bellandi F. Persistent renal damage after contrast-induced acute kidney injury: incidence, evolution, risk factors, and prognosis. *Circulation*. 2012 Jun 26;125(25):3099-107. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.085290. Epub 2012 May 16. PMID: [22592896](#).
12. Maioli M, Toso A, Leoncini M, Micheletti C, Bellandi F. Effects of hydration in contrast-induced acute kidney injury after primary angioplasty: a randomized, controlled trial. *Circ Cardiovasc Interv*. 2011 Oct 1;4(5):456-62. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.961391. Epub 2011 Oct 4. PMID: [21972403](#).