



Mi Universidad

Resumen

Briseida Gpe. Torres Zamorano

Cuarto Parcial

Imagenología

Dra. Lizbeth Anahí Ruiz Córdoba

Licenciatura en Medicina Humana

4° "A"

Comitán de Domínguez, Chiapas; a 13 de diciembre de 2024

Lesión renal aguda inducida por contraste

La lesión renal aguda inducida por contraste (LRA-CI), también conocida como nefropatía inducida por contraste (NIC), es una condición en la que el uso de medios de contraste durante procedimientos médicos, como estudios de imagen (tomografía computarizada, angiografía, entre otros, pueden provocar daño agudo en los riñones. Estos medios de contraste, que contienen yodo, pueden alterar la función renal, especialmente en pacientes con factores de riesgo ya indicados, como enfermedad renal crónica, diabetes, o deshidratación, algunos de los síntomas de LRA pueden incluir:

- . Aumento repentino de los niveles de creatinina en sangre.
- . Disminución de la producción de orina.
- . Acumulación de toxinas en el cuerpo debido a la reducción de la función renal.

Existen varios factores que aumentan el riesgo de desarrollar LRA-CI - Preexistencia de enfermedades renales: Pacientes con insuficiencia renal crónica o diabetes mellitus son más vulnerables.

- Deshidratación: El bajo volumen de líquidos en el cuerpo puede aumentar el riesgo de daño renal tras la administración del contraste

- Uso de dosis altas de medio de contraste: Procedimientos que requieren grandes cantidades de contraste pueden elevar el riesgo de daño renal.

- Edad avanzada: Los pacientes mayores tienen una función renal más susceptible al daño.

- Uso concomitante de medicamentos nefrotóxicos: Medicamentos como los antiinflamatorios no esteroides (AINEs) o los inhibidores de la angiotensina pueden aumentar el riesgo de LRA-CI.

El medio de contraste de yodo se ha utilizado ampliamente en diversas técnicas de diagnóstico clínico. Este tipo de contraste es comúnmente empleado en procedimientos como la tomografía computarizada (TC), especialmente en técnicas como la angiografía por TC y la perfusión por TC, que permiten evaluar el flujo sanguíneo y la circulación en

el cuerpo. Además, el medio de contraste de yodo también se utiliza en imágenes de cavidades corporales, articulaciones y médula espinal debido a su capacidad para mejorar la visibilidad de estructuras internas, facilitando un diagnóstico más preciso y detallado. El medio de contraste yodado utilizado en la práctica clínica actual tiene una estructura basada en un anillo bencénico (un anillo de seis átomos de carbono) que está modificado con tres iones de yodo. Estos iones de yodo se sustituyen en las posiciones 1, 3 y 5 del anillo bencénico. Además, en las posiciones 2, 4 y 6 del anillo se pueden unir tres cadenas laterales, formando un derivado del triyodobenceno.

Los medios de contraste yodados se clasifican en dos tipos según su estado de ionización en solución:

- Agentes de contraste iónicos: Estos se disocian en iones en solución, lo que puede aumentar su osmolaridad y potencialmente su toxicidad.

• Agentes de contraste no iónicos: Estos tienen un grupo hidroxilo hidrófilo que se distribuye alrededor del anillo bencénico, lo cual protege el grupo yodofenilo hidrófobo. Esta disposición aumenta la solubilidad en agua del compuesto y reduce su toxicidad en comparación con los agentes iónicos, lo que los hace más seguros para su uso en pacientes.

Este diseño molecular mejora la eficacia y seguridad de los medios de contraste yodados utilizados en diversas técnicas de imagenología como la tomografía computarizada y la angiografía.

Patogenia

La patogenia de la lesión renal aguda inducida por contraste (IRA-CI) es compleja y no completamente comprendida, pero se han identificado varios mecanismos que contribuyen a su desarrollo. Estos incluyen efectos directos, efectos indirectos, y la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), todos los cuales juegan un papel importante en la lesión renal asociada con el uso de medios de con-

traste yodados.

Efectos directos del Medio de Contraste

El medio de contraste yodado puede inducir directamente citotoxicidad en las nefronas, especialmente en las células epiteliales tubulares renales y las células endoteliales de los vasos sanguíneos. Este daño celular directo lleva a varios eventos celulares, como:

- . **Disfunción Mitocondrial:** El daño a las mitocondrias interfiere con la producción de energía celular, lo que afecta la función renal.
- . **Apoptosis:** Muerte celular programada.
- . **Piroptosis:** Un tipo de muerte celular inflamatoria.
- . **Necrosis:** Muerte celular no programada que desencadena inflamación.
- . **Inflamación intersticial:** Respuesta inflamatoria en los tejidos intersticiales de los riñones.

Efecto Indirectos: El medio de contraste también afecta la hemodinámica renal, lo que provoca varios cambios en la circulación sanguínea renal:

- . **Contracción de los vasos sanguíneos renales:** Este fenómeno reduce el flujo sanguíneo a los riñones.
- . **Isquemia intramedular e hipoxia:** La reducción del flujo sanguíneo provoca una falta de oxígeno (hipoxia) en el interior de los riñones, lo que contribuye al daño celular.

Estrés Oxidativo y Producción de ROS

El medio de contraste yodado puede generar una producción excesiva de ROS (especies reactivas de oxígeno) o disminuir la actividad de las enzimas antioxidantes de los riñones. Esto da lugar a un aumento del estrés oxidativo, que daña las células renales y activa una respuesta inflamatoria, contribuyendo a la disfunción renal.

Además, la hipoxia medular renal empeora la producción de ROS, lo que genera un ciclo de estrés oxidativo mitocondrial que perpetúa el daño celular y la disfunción mitocondrial, exacerbando aún más

la lesión renal.

Cuando los agentes de contraste atraviesan los túbulos renales, el agua se reabsorbe y los agentes de contraste se concentran en el líquido tubular. Esto aumenta la presión osmótica y la viscosidad del fluido dentro de los túbulos renales. El aumento de la viscosidad es un factor clave en el daño renal, ya que:

- Resistencia vascular: La mayor viscosidad del fluido tubular provoca un aumento de la resistencia vascular, lo que reduce el flujo sanguíneo en los vasos renales y aumenta la presión local en los tejidos.
- Estasis en los túbulos renales: Debido a la viscosidad elevada, el contraste se retiene en el líquido de los túbulos renales durante más tiempo, lo que intensifica el efecto citotóxico directo sobre las células renales.

Efectos Citotóxicos: El aumento de la viscosidad y la concentración de los agentes de contraste en el líquido tubular desencadenan varios mecanismos que dañan las células renales:

- Afectación de la actividad enzimática mitocondrial: El contraste yodado interfiere con las enzimas mitocondriales, lo que genera un metabolismo energético anormal en las células.
- Reducción del calcio celular: Los agentes de contraste alteran los niveles de calcio dentro de las células, lo que puede interrumpir varios procesos celulares esenciales.
- Rotura del ADN: La citotoxicidad inducida por el contraste también puede dañar el ADN celular, lo que promueve mutaciones y apoptosis.
- Disfunción mitocondrial: El daño mitocondrial limita la capacidad de las células para generar energía, lo que exacerba la disfunción celular y contribuye a la apoptosis.

El riesgo de desarrollar la lesión renal aguda inducida por contraste (IRA-IC) depende de varios factores, entre los que se incluyen las condiciones del paciente, el tipo de medio de contraste utili-

zado, la dosis administrada, la vía de administración y las medicaciones concomitantes. A continuación, se detallan algunos factores específicos relacionados con los pacientes que pueden influir en el riesgo de desarrollar IRA-IC:

Factores de Riesgos Relacionados con el Paciente:

- **Edad:** La relación entre edad y riesgo de IRA-IC sigue siendo objeto de debate. Las directrices del ACR (American College of Radiology) de 2019 indicaron que los pacientes mayores de 60 años deben someterse a una evaluación de la función renal antes de recibir un medio de contraste. Esto se debe a que los pacientes mayores de 60 años tienen más probabilidades de presentar disfunción renal o comorbilidades que aumentan el riesgo de lesión renal al recibir un contraste.

La discrepancia entre estas directrices podría sugerir que, si bien la edad avanzada puede estar asociada con un mayor riesgo, esto podría estar relacionado más con la presencia de otras comorbilidades y el deterioro renal en lugar de la edad por sí sola.

Comorbilidades: Los pacientes que padecen ciertas enfermedades crónicas, como la diabetes, la hipertensión o la enfermedad renal crónica (ERC), tienen un mayor riesgo de desarrollar IRA-IC. La combinación de estas enfermedades con el uso de medios de contraste puede agravar la función renal y aumentar la probabilidad de que se presente una lesión renal aguda.

Función renal preexistente: Los pacientes con función renal comprometida (como aquellos con insuficiencia renal crónica) tienen un mayor riesgo de desarrollar IRA-IC, ya que sus riñones son más vulnerables a los efectos tóxicos de los medios de contraste.

En cuanto al riesgo de desarrollar lesión renal aguda inducida por contraste (IRA-IC), la edad avanzada no se puede considerar un factor influyente independiente. Aunque algunas pautas, como las del ACR en 2019, sugieren evaluar la función renal en pacientes mayores de 60 años antes de administrar los medios de contraste, las directri

trices del ESUR de 2018 no consideran la edad como un factor de riesgo independiente, sugiriendo que otros factores como las comorbilidades podrían ser más determinantes en el riesgo de IRA-IC.

Factores de Riesgo Relacionados con el Paciente:

Enfermedad Renal Crónica (ERC): Los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar IRA-IC en comparación con aquellos con función renal normal. Las pautas del ESUR de 2018 proponen que los pacientes con una tasa de filtración glomerular estimada (eGFR) ≥ 45 ml min⁻¹ 1,73 m² antes de una inyección arterial de medio de contraste, o eGFR ≥ 30 ml-min⁻¹ 1,73 m² antes de una inyección intravenosa, son más propensos a desarrollar IRA-IC. Estos valores son factores de riesgo independientes según la vía de administración del medio de contraste.

La diabetes es un factor de riesgo común para IRA-IC, especialmente en pacientes que someten a procedimientos como la angiografía coronaria o la intervención coronaria. Se ha observado que la incidencia de IRA-IC es más alta en pacientes diabéticos. Sin embargo, la diabetes suele ir acompañada de otras comorbilidades, lo que hace difícil determinar si es un factor de riesgo independiente para IRA-IC, o si el riesgo se debe a la combinación de la diabetes con otras infecciones, como la hipertensión o la enfermedad renal crónica.

Ácido úrico elevado: Recientemente, algunos estudios han encontrado que niveles elevados de ácido úrico sérico podrían estar asociados con un mayor riesgo de desarrollar IRA-IC. Un estudio de cohorte que incluyó a 1,440 pacientes mostró que los pacientes con niveles séricos de ácido úrico $\geq 8,0$ mg/dl tienen un mayor riesgo de desarrollar IRA-IC. Este hallazgo sugiere que el ácido úrico elevado podría ser un nuevo factor de riesgo para la IRA-IC, aunque se necesita más investigación para confirmar esta relación.

Las estrategias preventivas efectivas siguen siendo limitadas. Sin embargo, la terapia de hidratación se reconoce como la única intervención preventiva de eficacia demostrada para prevenir la IRA-IC,

a diferencia de otras intervenciones farmacológicas, ninguna de las cuales ha mostrado resultados concluyentes en la reducción del riesgo.

La hidratación puede reducir el riesgo de IRA-IC mediante varios mecanismos:

- Mejora del flujo sanguíneo renal: La hidratación adecuada ayuda a mantener un flujo sanguíneo renal adecuado, lo que es crucial para prevenir la isquemia renal asociada con la administración de medios de contraste.

Dilución del medio de contraste en los túbulos renales: la hidratación contribuye a la dilución del medio de contraste en los túbulos renales, lo que puede reducir su concentración tóxica en las células renales.

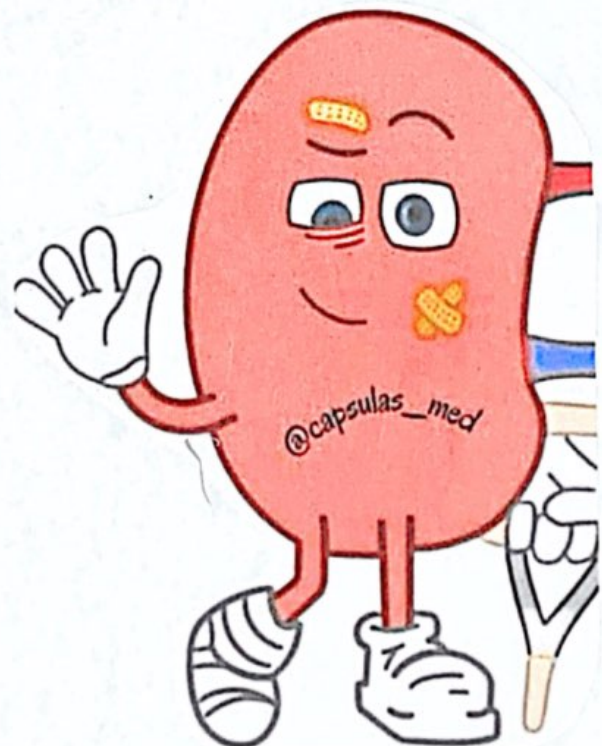
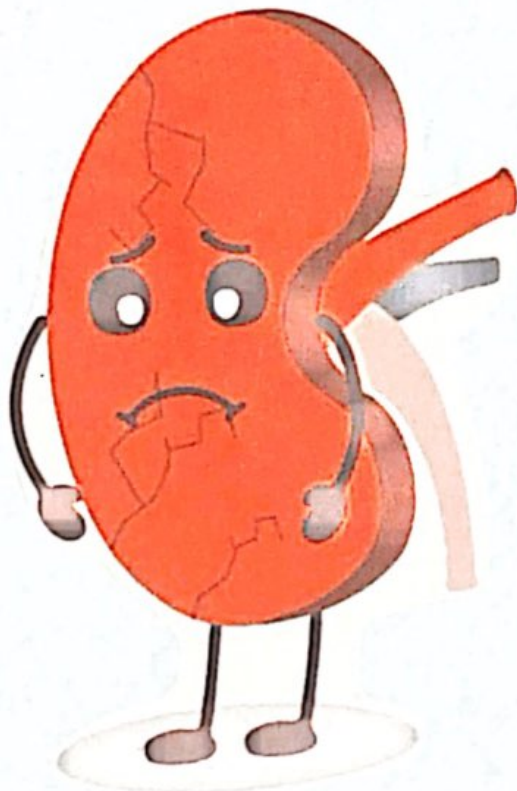
Reducción de la activación del sistema renina-angiotensina: La hidratación disminuye la activación del sistema renina-angiotensina, que está involucrado en la regulación de la presión arterial y el flujo sanguíneo renal.

Disminución de la secreción de hormona antidiurética: La hidratación también reduce la secreción de hormona antidiurética, lo que contribuye a evitar la retención de agua y la sobrecarga renal.

No existen tratamientos farmacológicos que hayan demostrado una eficacia consistente para prevenir la IRA-IC de manera rutinaria. La hidratación intravenosa sigue siendo la única estrategia preventiva ampliamente aceptada y con evidencia sólida. Aunque algunos fármacos, como N-acetilcisteína, estatinas, y SGLT2i, han sido investigados, no han mostrado resultados concluyentes. A pesar de que vitamina C y bicarbonato de sodio tienen un potencial teórico, también se necesita más investigación para determinar su efectividad y seguridad. En general, la terapia farmacológica sigue siendo un área activa de investigación, pero hasta que haya evidencia más fuerte, la prevención de IRA-IC sigue dependiendo principalmente de la hidratación.

Aunque su incidencia es relativamente baja en la población general, es significativamente más alta en pacientes con factores de riesgo preexistentes, como enfermedad renal crónica, diabetes y otras comorbilidades. Los mecanismos subyacentes de la IRA-IC involucran la nefrotoxicidad del medio de contraste, que provoca alteraciones hemodinámicas, aumento de la viscosidad y la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que lleva a estrés oxidativo, apoptosis y otros procesos celulares dañinos como la piroptosis y la mitofagia.

La identificación temprana de pacientes de alto riesgo y el control de los factores predisponentes son fundamentales para prevenir la aparición de IRA-IC. La hidratación adecuada sigue siendo la intervención preventiva más eficaz, aunque los nuevos tratamientos farmacológicos y terapéuticos aún requieren más investigación para confirmar su efectividad. A medida que avanzan la tecnología médica y la comprensión de la patogénesis de la IRA-IC, se abren nuevas posibilidades para diseñar estrategias de prevención y tratamiento más efectivas, mejorando así el manejo de esta complicación en pacientes vulnerables.



Bibliografía

Yanyan Li, Junda Wang (2024) Contrast-induced acute kidney injury: a review of definition, pathogenesis, risk factors, prevention and treatment. *BMC Nephrology*