



Mi Universidad

Resumen

Javier Jiménez Ruiz

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 (LRAIC) es una complicación asociada al uso de medios de contraste iodados, caracterizada por un deterioro agudo de la función renal dentro de las primeras 48-72 horas tras la exposición, especialmente en pacientes con factores de riesgo como enfermedad renal crónica, diabetes, deshidratación y uso concomitante de nefrotóxicos. Su fisiopatología incluye vasoconstricción renal, estrés oxidativo y toxicidad tubular directa. La prevención se basa en la identificación de pacientes en riesgo, hidratación adecuada, uso de contrastes de baja osmolaridad o isoosmolares, minimización de dosis, suspensión de nefrotóxicos y, en algunos casos, uso de N-acetilcisteína. El diagnóstico implica monitorio de creatinina sérica y exclusión de otras causas, mientras que el tratamiento es principalmente de soporte, con manejo de líquidos y electrolitos. Aunque generalmente es reversible, en algunos casos puede acelerar la progresión hacia la enfermedad renal crónica.

Los agentes de contraste iodados (ICM) son esenciales en el diagnóstico clínico moderno, especialmente mediante tomografía computarizada (TC). Estos compuestos, administrados a través de los vasos sanguíneos, alteran el contraste de las imágenes al resaltar tejidos específicos, lo que mejora la precisión del diagnóstico y guía el tratamiento de diversas enfermedades. En los últimos años, su uso se ha incrementado significativamente debido a la creciente dependencia de la TC en la práctica médica, consolidando a los ICM como herramientas clave en la evaluación clínica.

El medio de contraste yodado (ICM) empleado en la práctica clínica tiene como base un anillo de triyodobenceno, en el que los iones de yodo están sustituidos en las posiciones 1, 3 y 5 del anillo bencénico, mientras que las posiciones 2, 4 y 6 pueden unirse a tres cadenas laterales, formando derivados específicos.

Según su estado de ionización en solución, los ICM se dividen en -

iónicos y no iónicos. Los agentes no iónicos presentan grupos hidrófilos alrededor del anillo de benceno, que aumentan la solubilidad en agua y reducen la toxicidad, protegiendo al grupo yodofenilo hidrófobo.

En función de su osmolalidad respecto al plasma, los ICM se clasifican en:

1. Alta osmolalidad: Más de cinco veces la osmolalidad plasmática.
2. Baja osmolalidad: Dos a tres veces la osmolalidad plasmática (600-800 mmol/L).
3. Isoosmolalidad: Similar a la osmolalidad plasmática (-290 mmol/L).

Por su estructura química, los ICM pueden ser:

- Haplotipos: Con un único anillo de triyodobenceno y tres iones de yodo.
- Dímeros: Formados por dos anillos de triyodobenceno conectados. Con el mismo contenido de yodo, los dímeros tienen un menor número de moléculas, una menor concentración osmótica y una mayor viscosidad que los haplotipos.

Estas características estructurales y funcionales son fundamentales para determinar su uso clínico, eficacia y perfil de seguridad.

Impacto Global y Relevancia Clínica de la Lesión Renal Aguda Inducida por Contraste (IRA-IC)

Cada año, aproximadamente 13,3 millones de personas en el mundo son diagnosticadas con lesión renal aguda (TRA), de las cuales el 85% provienen de países en desarrollo, y alrededor de 1,7 millones de muertes están asociadas a esta condición. La IRA inducida por contraste (IRA-IC) es la tercera causa principal de IRA adquirida en hospitales, después de la lesión renal isquémica y la inducida por fármacos.

El riesgo de IRA-IC es mayor en pacientes de edad avanzada, con insuficiencia renal previa, diabetes y otros factores de riesgo. En pacientes con enfermedad renal crónica, su incidencia puede alcanzar

el 40%. Esta condición también se relaciona con insuficiencia renal a largo plazo, dependencia de diálisis hospitalaria y una mortalidad general de 7-31%. De quienes superan la IRA, un tercio desarrollará enfermedad renal crónica (ERC) en un plazo de 2 a 5 años, y entre el 25% y el 30% de los casos de IRA-IC progresarán a ERC.

Aunque solo el 0,06% de los pacientes con IRA-IC requiere terapia de reemplazo renal, esta complicación incrementa significativamente la estancia hospitalaria (entre 5 y 10 veces) y los costos asociados, convirtiéndose en una carga clínica y económica considerable. Además, la IRA-IC está vinculada a eventos cardiovasculares adversos y una mayor morbilidad, consolidándola como un problema de salud importante que impacta negativamente en la calidad de vida de los pacientes y en los sistemas de salud.

La patogenia de la IRA-IC es compleja y multifactorial, involucrando mecanismos directos, indirectos y mediados por especies reactivas de oxígeno (ROS)

1. Efectos directos:

- Los agentes de contraste iodados tienen un efecto citotóxico directo sobre las nefronas, afectando células epiteliales tubulares y endoteliales renales.
- Esto conduce a disfunción mitocondrial, apoptosis, piroptosis, necrosis e inflamación intersticial.

2. Efectos indirectos:

- Los medios de contraste alteran la hemodinámica renal, provocando vasoconstricción en los vasos sanguíneos renales, lo que resulta en isquemia e hipoxia intramedular.

3. Producción de ROS y estrés oxidativo:

- Los agentes de contraste inducen una producción excesiva de ROS y reducen la actividad de las enzimas antioxidantes, aumentando el estrés oxidativo.
- Este desequilibrio provoca daño a las células renales, exacerbado por la hipoxia medular, que amplifica la generación de ROS, causando disfunción mitocondrial y -

más daño renal.

En conjunto, estos mecanismos crean un ciclo de daño renal que incluye estrés oxidativo, inflamación, y alteración de la homeostasis celular y vascular, contribuyendo al desarrollo de la IRA-IC.

Mecanismo de los Efectos Tóxicos del Medio de Contraste Yodado y las ROS

La producción excesiva de especies reactivas de oxígeno (ROS) inducida por el medio de contraste yodado juega un papel central en el deterioro de la función renal. Este estrés oxidativo reduce la actividad de las enzimas antioxidantes, desequilibrando los sistemas de defensa celular y contribuyendo al daño renal.

Diversos procesos celulares están implicados en estos efectos tóxicos:

1. Apoptosis: La acumulación de ROS desencadena la muerte celular programada en las células renales, afectando principalmente a las células epiteliales tubulares.
2. Piroptosis: Un tipo inflamatorio de muerte celular, exacerbado por el daño oxidativo y la inflamación intersticial.
3. Autofagia: Aunque generalmente es un mecanismo protector, pueden alternarse bajo estrés oxidativo severo, contribuyendo al daño celular.

Además, los reguladores epigenéticos como los microARN (miARN) desempeñan un papel clave en la modulación de estos procesos. Los miARN influyen en la expresión génica relacionada con la inflamación, el estrés oxidativo y la supervivencia celular, amplificando los efectos de citotoxicidad del medio de contraste y las ROS!

Estos mecanismos integrados contribuyen al daño renal progresivo y resaltan la importancia de estrategias antioxidantes y moduladoras epigenéticas para prevenir la lesión renal aguda inducida por contraste.

La lesión renal aguda inducida por contraste (IRA-IC) está asociada a varios factores de riesgo que predisponen a los pacientes a sufrir

un daño renal durante la administración de medios de contraste iodados. Estos factores se dividen principalmente en condiciones preexistentes, características del paciente y características del procedimiento.

1. Factores relacionados con el paciente:

- **Enfermedad renal crónica (ERC):** Los pacientes con insuficiencia renal preexistente tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar IRA-IC. En estos pacientes, la función renal ya está comprometida, lo que hace que su capacidad para manejar el medio de contraste sea limitada.
- **Diabetes mellitus:** La diabetes, especialmente cuando está mal controlada, aumenta la probabilidad de IRA-IC debido a la afectación microvascular renal y a una mayor susceptibilidad a la toxicidad por contrastes.
- **Edad avanzada:** Los pacientes mayores tienen una menor función renal basal y una mayor probabilidad de comorbilidades que aumentan el riesgo de IRA-IC!
- **Deshidratación o hipovolemia:** La deshidratación, común en pacientes que han sido sometidos a procedimientos invasivos o que tienen diarrea, vómitos o fiebre, reduce el volumen sanguíneo y favorece la isquemia renal, lo que aumenta el riesgo de IRA-IC!
- **Insuficiencia cardíaca congestiva:** La insuficiencia cardíaca, especialmente en su fase avanzada, puede comprometer el flujo sanguíneo renal, aumentando la susceptibilidad a la isquemia renal inducida por el contraste.
- **Hipotensión:** La presión arterial baja durante el procedimiento, que puede ser el resultado de una cirugía mayor a la administración de ciertos medicamentos, favorece la hipoperfusión renal, lo que aumenta el riesgo de IRA-IC.

2. Factores relacionados con el medio de contraste:

- **Tipo de contrastaste iodado:** Los medios de contraste iodados se

dividen en tres categorías según su osmolalidad: alta, baja e isoosmolar. Los contrastes de alta osmolalidad presentan un mayor riesgo de IRA-IC debido a su capacidad para inducir más estrés en los riñones. Los contrastes de baja osmolalidad y los isoosmolares son generalmente más seguros, pero no están exentos de riesgo.

- Dosis del medio de Contraste: Dosis más altas de medio de contraste, particularmente en estudios complejos como la tomografía computarizada (TC), aumentan el riesgo de daño renal. La cantidad de contraste utilizada en relación con el volumen corporal del paciente también es crucial.

3. Factores relacionados con el procedimiento:

- Procedimientos invasivos: Los procedimientos que requieren la inyección de grandes volúmenes de medio de contraste, como la angiografía, la tomografía computarizada o la coronariografía, están asociados con un mayor riesgo de IRA-IC.
- Cirugía mayor: La cirugía, especialmente la cardíaca o la vascular, puede alterar la perfusión renal y aumentar la probabilidad de IRA-IC debido a la hipoperfusión o el uso concomitante de medicamentos nefrotóxicos.
- Uso concomitante de otros medicamentos: El uso de fármacos nefrotóxicos, como los antiinflamatorios no esteroideos (AINES), los antibióticos aminoglucósidos y los diuréticos, aumenta el riesgo de IRA-IC cuando se combina con el contraste yodado.

4. Otros factores:

- Hiperuricemia: Los niveles elevados de ácido úrico pueden estar asociados con un mayor riesgo de IRA-IC, posiblemente debido a la alteración de la función renal preexistente.
- Estado de salud general y comorbilidades: Otros trastornos como la hipertensión, el síndrome metabólico y enfermedades hepáticas también contribuyen al riesgo de IRA-IC debido a la mayor carga sobre los riñones y la disminución de la función renal.

Prevención en pacientes con factores de riesgo:

- **Hidratación:** Mantener un buen estado de hidratación antes y después del procedimiento, preferiblemente con solución salina isotónica, puede reducir significativamente el riesgo de IRA-TC.
- **Uso de contrastes de baja osmolalidad o isoosmolales:** Seleccionar contrastes con menor riesgo para los riñones es una estrategia clave en pacientes de alto riesgo.
- **Monitoreo renal:** Realizar un seguimiento estrecho de la función renal después del procedimiento para detectar signos tempranos de daño renal.
- **Suspensión de medicamentos nefrotóxicos:** Suspender fármacos nefrotóxicos previos a la administración de contraste es esencial para reducir el riesgo de IRA-TC.

El tratamiento de la IRA-TC se centra en la prevención, el diagnóstico temprano y la gestión de las complicaciones. Aunque no existe un tratamiento específico para la IRA-TC, el enfoque terapéutico incluye medidas para mejorar la función renal, reducir el daño y prevenir la progresión hacia insuficiencia renal crónica. A continuación, se describen las principales estrategias de manejo:

1. Prevención y manejo precoz

• Hidratación adecuada:

La hidratación es uno de los pilares más importantes en la prevención y tratamiento de la IRA-TC. Mantener un adecuado volumen de líquidos reduce la concentración de contraste en los riñones y mejora la perfusión renal, reduciendo el riesgo de daño. Se recomienda administrar soluciones salinas isotónicas antes, durante y después de la exposición al medio de contraste, especialmente en pacientes con alto riesgo.

- **Dosis y volumen de hidratación:** Dependiendo del riesgo del paciente, se administra fluidoterapia intravenosa, generalmente durante 6 a 12 horas antes y después de la

administración del contraste.

- Hidratación oral e intravenosa: En pacientes con riesgo moderado, la hidratación oral puede ser suficiente. Sin embargo, en pacientes de alto riesgo, la hidratación intravenosa es preferible para asegurar una perfusión renal adecuada.

- Uso de contrastes de baja osmolalidad o isoosmolales: Los medios de contraste iodados con baja osmolalidad o isoosmolales son menos tóxicos para los riñones en comparación con los de alta osmolalidad. Siempre que sea posible, deben elegirse los contrastes más seguros para reducir el riesgo de IRA-TC.
- Minimizar la dosis de medio de contraste: Reducir la cantidad de medio de contraste administrando puede disminuir el riesgo de daño renal, especialmente en pacientes con factores de riesgo. Esto se puede lograr utilizando técnicas de imagen más eficientes que requieran menos contraste, como la tomografía computarizada (TC) de baja dosis.

2. Manejo de los factores de riesgo modificables:

- Suspensión de fármacos nefrotóxicos: Los fármacos que dañan los riñones, como los antiinflamatorios no esteroideos (AINES), los antibióticos aminoglucósidos y los diuréticos, deben suspenderse antes del procedimiento con contraste, cuando sea posible. Estos medicamentos, combinados con el medio de contraste, pueden aumentar el riesgo de IRA-TC.
- Control de comorbilidades: El manejo adecuado de enfermedades subyacentes, como la diabetes y la hipertensión, es esencial. Mantener los niveles de glucosa en sangre controlados y optimizar el tratamiento antihipertensivo puede ayudar a reducir el riesgo de daño renal.

3. Tratamiento farmacológico:

- N-acetilcisteína (NAC): La N-acetilcisteína, un agente antioxidante, ha sido ampliamente investigada en la prevención de -

IRA-IC debido a sus propiedades para reducir el estrés oxidativo y la producción de ROS. Sin embargo, los estudios han mostrado resultados mistos sobre su eficacia. En general, se considera útil en pacientes con riesgo de IRA-IC, pero su uso no está universalmente recomendado en todos los casos.

- Bicarbonato de sodio intravenoso: Algunos estudios sugieren que la administración intravenosa de bicarbonato de sodio, especialmente en combinación con hidratación adecuada, puede reducir el riesgo de IRA-IC al neutralizar los efectos del ácido generado por el contraste y disminuir el estrés oxidativo.

4. Monitoreo de la función renal: El monitoreo cercano de la función renal es esencial para detectar signos tempranos de lesión y gestionar adecuadamente la IRA-IC! Esto incluye:

- Medición de creatinina sérica: La creatinina sérica debe monitorearse antes y después de la administración del medio de contraste para detectar cambios en la función renal. Un aumento de más de 25% en los niveles de creatinina dentro de las primeras 48 horas puede indicar IRA-IC.
- Monitoreo de otros parámetros renales: La urea, el volumen urinario y el análisis de electrolitos también deben ser evaluados durante la hospitalización para detectar posibles complicaciones y ajustar el tratamiento según sea necesario.

5. Tratamiento de la insuficiencia renal aguda grave:

En casos graves de IRA-IC, donde la función renal se deteriora rápidamente y no se resuelve con las estrategias anteriores, se puede requerir tratamiento de remplazo renal, como:

- Diálisis:

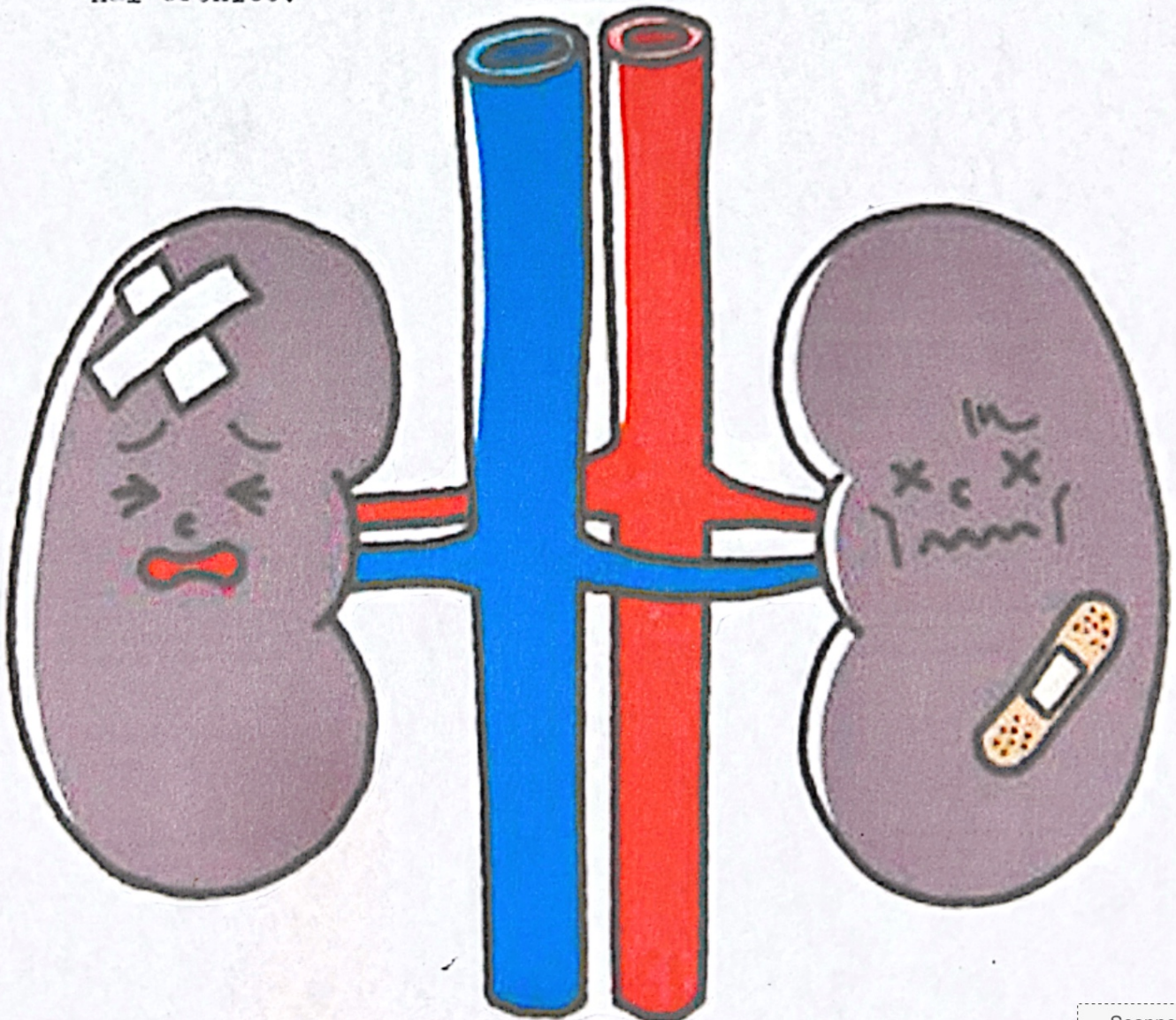
En pacientes que desarrollan insuficiencia renal grave y no responden a la terapia conservadora, la diálisis puede ser necesaria para eliminar el medio de contraste y corregir el desequilibrio de líquidos y electrolitos.

La diálisis generalmente se utiliza en casos donde la función renal no se recupera por sí sola o cuando hay complicaciones como acidosis o hiperkalemia.

6. Seguimiento a largo plazo

La IRA-IC puede predisponer a los pacientes a desarrollar enfermedad renal crónica (ERC), por lo que se recomienda un seguimiento continuo de la función renal después del evento. Un tercio de los pacientes que se recuperan de una IRA desarrollarán ERC en los siguientes 2-5 años. El seguimiento incluye:

- Evaluación periódica de creatinina y tasa de filtrado glomerular (TFG).
- Control de factores de riesgo como la hipertensión y la diabetes.
- Monitorización para detectar signos tempranos de deterioro renal crónico.



Bibliografía

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