

RADIOLOGÍA BASADA EN LA EVIDENCIA. DESMONTANDO MITOS DEL CONTRASTE YODADO.

Cristian Hernández Crespo¹, Marta María Cobos Siles¹, Nuria Andrés García¹,
Alejandra Vela Martín¹, Clara Rodrigo Pérez¹, Eva Merayo Yécora¹, María Dolores Urbietta
Ramos¹, María Rosa López Pedreira¹

¹Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid

OBJETIVOS

1. **Revisar de forma crítica la evidencia científica actual** sobre el uso de medios de contraste yodado en la práctica radiológica habitual.
 2. **Identificar prácticas clínicas ampliamente extendidas** que persisten por inercia o tradición, valorando si cuentan con respaldo científico sólido y actualizado.
 3. **Promover una utilización más racional, segura y basada en la evidencia** de los medios de contraste yodado, facilitando la actualización de protocolos y la toma de decisiones clínicas.
-

¿QUÉ ES UN MEDIO DE CONTRASTE?

- **Fármacos o sustancias** que, introducidas por una determinada vía de administración (gastrointestinal, intravascular...), permiten **mejorar la visibilidad de las estructuras/tejidos** internos del organismo mediante un cambio en sus propiedades (atenuación a los rayos X, intensidad de señal en RM, ecogenicidad).
 - También permiten estudio funcional, no solo morfológico.
 - Con rayos X → sustancias que atenúan más la radiación que los tejidos biológicos (**contrastes positivos**, elementos con número atómico “Z” alto como el yodo o el bario), o bien que la atenúan menos (**contrastes negativos**, elementos o moléculas con número atómico bajo, como el dióxido de carbono, el agua...).
-

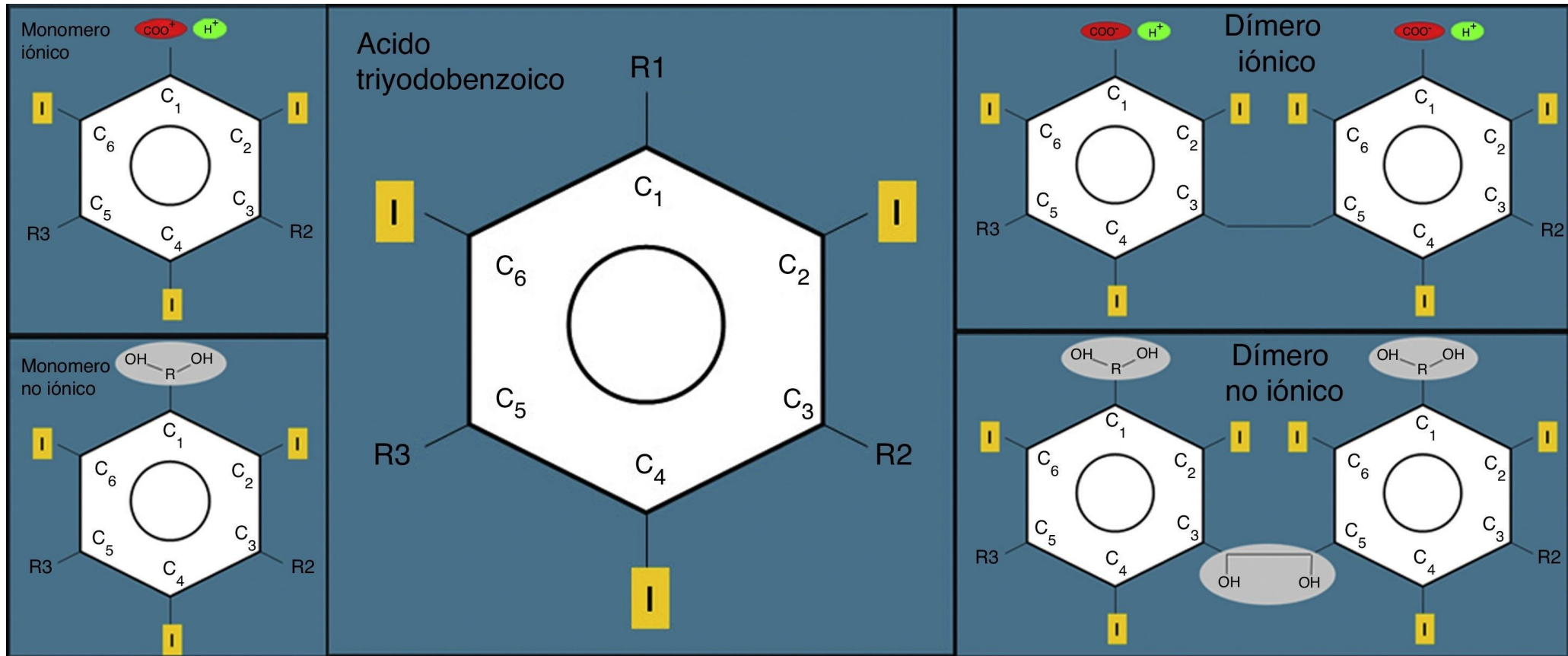
UN POCO DE HISTORIA

- El uso de los medios de contraste se inició por *Haschel et al* que obtuvieron la primera angiografía inyectado un medio basado en **mercurio, parafina y cal** a una mano amputada un mes después del descubrimiento de los rayos X.
 - Yodo: su uso como contraste radiológico surgió en la década de 1920 en estudios urográficos de forma directa y posteriormente vía intravenosa.
 - *Torsten Almén*, radiólogo sueco, debido al dolor que sufrían algunos pacientes con la administración del contraste yodado iónico, desarrolló en 1969 el primer contraste yodado no iónico hipoosmolar.
-

CONTRASTE YODADO

- Herramienta fundamental para el diagnóstico. Seguros y efectivos cuando se administran correctamente. Fundamento fisicoquímico: **ANILLO BENZOICO TRIYODADO**. Yodo (aporta contraste), benceno (toxicidad), excipientes (pH).
 - **IONICOS**: para la solubilidad, el benceno presenta un radical ácido con un catión (+). En exploraciones donde no pasa al torrente sanguíneo.
 - **NO IONICOS**: menor osmolalidad y menos efectos secundarios. **MÁS USADOS, MÁS CAROS**
 - **DIMERICOS**: aumenta la concentración de I sin aumentar osmolalidad (6 átomos de I por molécula en lugar de 3). Menor osmolalidad, más viscosos (disminuye al aumentar la temperatura)
-

CONTRASTE YODADO



Moléculas de medios de contraste yodados basados en el anillo de benceno con tres átomos de yodo en las posiciones C2, C4 y C6. Diferentes radicales, según el medio de contraste yodado en las posiciones C1, C3 y C5 que determinan solubilidad, unión a proteínas y vía de excreción. C: carbono. R1, R2, R3: radicales. I: yodo. Ramírez Ribelles C, Sánchez Fuster MA, Pamies Guilabert J. Contrastes yodados de utilización en Radiología. *Radiología*. 2014;56 Supl 1:12-20.

OSMOLALIDAD

- **HIPEROSMOLARES:** monómeros iónicos, más de 1000 mOsm/Kg
- **HIPOOSMOLARES:** monómeros no iónicos y dímeros iónicos, 600-800 mOsm/Kg
- **ISOOSMOLARES:** dímeros no iónicos, alrededor de 300 mOsm/Kg

NOMENCLATURA CONFUSA: los hipoosmolares siguen teniendo una osmolalidad superior al plasma, pero inferior a los hiperosmolares.

CARACTERÍSTICAS

- **Baja unión a proteínas**
 - Pasan al espacio extracelular/intersticial (no atraviesan barrera hematoencefálica)
 - No se metabolizan, **eliminación renal** sin transporte activo o manejo tubular (actúan como diuréticos osmóticos).
 - Se pueden emplear como contraste gastrointestinal, mediante catéter diagnóstico, en cavidades o conductos, intratecal, o lo más frecuente, vena periférica.
-

MODO DE ADMINISTRACION

- **Infusión:** administración lenta, muy restringido.
- **Inyección manual:** 0,6-0,8 mL/s, urografía IV y TC cráneo.
- **Embolada (inyectora):** mediante bomba. Flujos de más de 3 mL/s para el estudio de las diferentes fases vasculares. Después de administrarlo, SSF.

<i>Nombre genérico</i>	<i>Molécula</i>	<i>Carga</i>	<i>Nombre comercial</i>
Diatrizoato sódico y meglumínico	Monómero	Iónico	Plenigraf®
Amidotrizoato de meglumina	Monómero	Iónico	Radialar®
Ioxaglato	Dímero	Iónico	Hexabrix®
Iohexol	Monómero	No iónico	Omnipaque®
Iopromida	Monómero	No iónico	Ultravist®
Iodinaxol	Dímero	No iónico	Visipaque®



MITOS Y REALIDADES: CALENTAR EL CONTRASTE

¿Se tienen que calentar siempre los medios de contraste yodados antes de su administración (37°C)?

- **NO** se recomienda en los **estudios habituales**: fase portal, < 5 ml/segundo, > 6F.
- Reduce la viscosidad.
- Podría reducir el riesgo de extravasación.
- Datos limitados
- ACR recomienda calentar CIV:
 - Inyecciones > 5 ml/segundo.
 - Inyecciones arteriales directas y catéteres de pequeño calibre (< 5F)

METFORMINA

¿HAY QUE SUSPENDER LA METFORMINA ANTES DE UN TC CON CIV?

NO:

- Sin IRA y TFG > 30 ml/min/1.73 m²: no es necesario interrumpir la metformina.
- **Estadio IV o V (TFG < 30): valorar** suspenderla temporalmente en estudios que requieran una **cateterización arterial** en el momento o antes del procedimiento y en las siguientes 48 horas.
- Los medios de contraste no son un factor de riesgo independiente para los pacientes que toman metformina. El problema es que se desarrolle una lesión renal aguda post-contraste, ya que podría acumularse metformina, incrementando el riesgo de acidosis láctica.
- La metformina se excreta por los riñones (90% del fármaco en las primeras 24 horas). Su excreción produce un aumento de la producción de ácido láctico en el intestino.
- Riesgo de acidosis láctica 0-0.084 casos/1000 pacientes/año.

FARMACOS NEFROTOXICOS

¿HAY QUE SUSPENDER LOS FÁRMACOS NEFROTÓXICOS?

- Ciclosporina
- Cisplatino
- Aminoglucósidos
- AINES

Como regla general **NO** se recomienda detener la medicación nefrotóxica antes de la administración de agentes de contraste.

FEOCROMOCITOMA Y MIASTENIA GRAVIS

¿SE NECESITA PREMEDICACIÓN ANTES DE UN TC DE CONTROL EN UN PACIENTE CON FEOCROMOCITOMA?

- Antes de la administración intravenosa de un agente de contraste (yodado o basado en gadolinio) **NO** es necesaria ninguna preparación.
- Antes de la administración **intraarterial** de un medio de contraste yodado:
 - Se recomienda **bloqueo alfa y beta-adrenérgico** con fármacos orales bajo la supervisión del médico solicitante.

CT of Pheochromocytoma and Paraganglioma: Risk of Adverse Events with IV Administration of Nonionic Contrast Material

¿HAY QUE PREMEDICAR EN LA MIASTENIA GRAVIS?

- La premedicación **NO** se recomienda solo si hay historia de miastenia **muy grave**.
- Los pacientes no deben estar demasiado lejos de un hospital durante uno o dos días después de la TC con contraste.

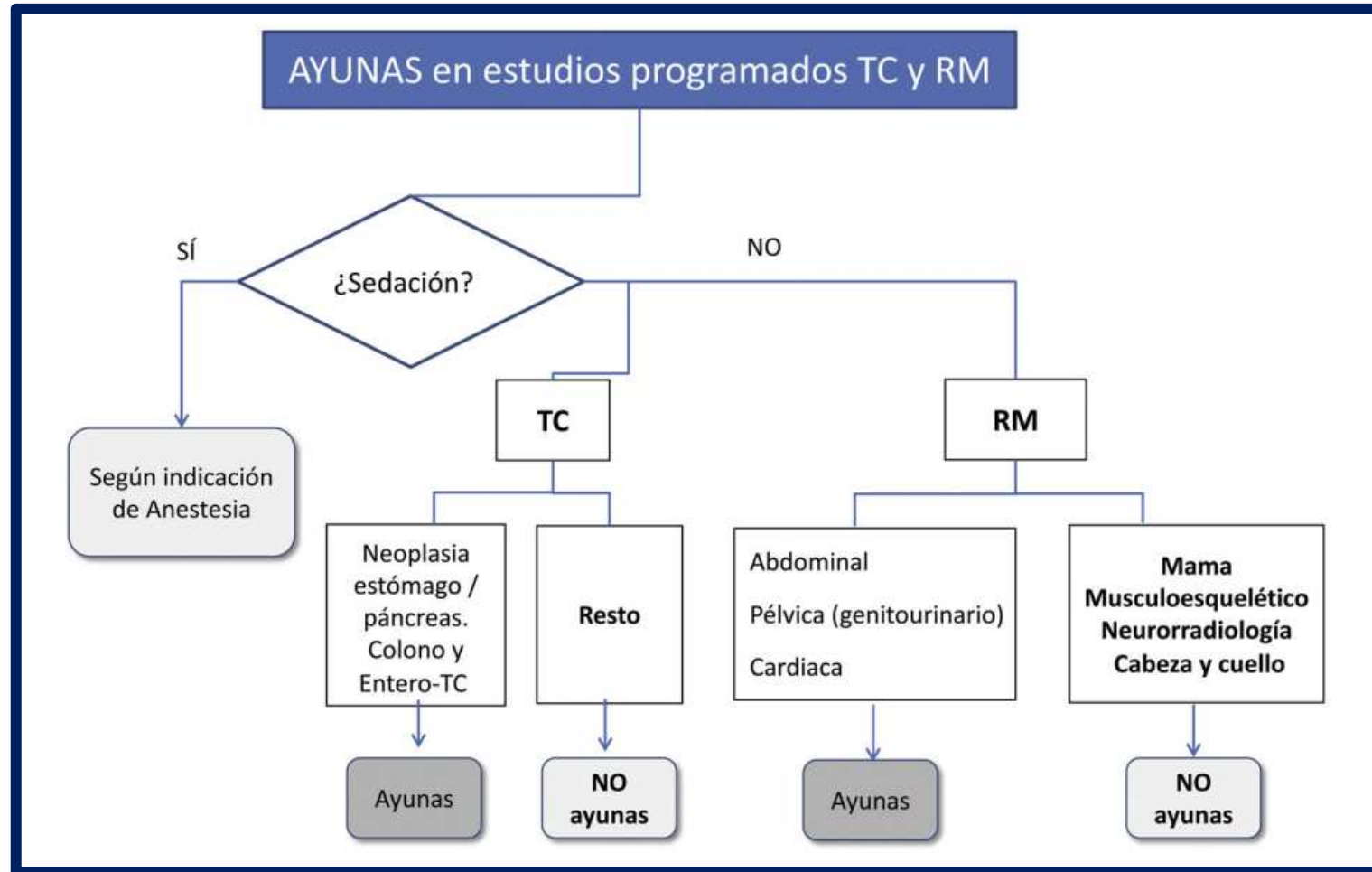
AYUNO

¿Por qué se prescriben ayunas? ¿Son realmente necesarias?

- La práctica se remonta al año **1946**, cuando *Mendelson*, obstetra americano, instauró el ayuno en mujeres embarazadas que precisaban anestesia general durante el parto vaginal, para evitar la neumonía por aspiración.
 - Podría ser apropiado en el pasado, cuando los contrastes yodados **hiperosmolares** producían efectos secundarios gastrointestinales.
 - Con los nuevos contrastes yodados no iónicos de **baja osmolaridad**, los efectos gastrointestinales son excepcionales (0.3%), y no se han descrito casos de neumonía por aspiración.
 - **Efectos negativos:** hipoglucemia en diabéticos, ansiedad, malestar general, limitaciones de programación,...
-

AYUNO

- En la actualidad, numerosos **estudios** ponen en evidencia la necesidad de reevaluar los protocolos de ayuno preparatorio:
 - **ESUR (2018)**: “El ayuno no se recomienda antes de la administración de contrastes iodados no iónicos hipo o isoosmolares, o de agentes de contraste basados en gadolinio”.
 - **ACR (2021 y 2023)**: no aconsejan realizar ayunas de forma rutinaria. En los pacientes que precisan sedación o anestesia, recomiendan consultar las guías clínicas de la ASA.
 - Las instrucciones de uso de los **fabricantes** de agentes de contraste declaran que no es necesaria ninguna preparación especial antes del estudio de imagen, excepto una adecuada hidratación.
 - **Casos específicos**, por motivos técnicos y/o del paciente, donde se recomienda realizar ayuno:
 - Estudios de TC **gastrointestinales** o que requieren la reconstrucción tridimensional y exploración virtual intraluminal (estudios de estómago y páncreas, enterografía por TC, gastroscopia o colonoscopia virtual por TC).
 - Estudios que requieren **anestesia o sedación** del paciente.
 - Determinados estudios de RM donde el ayuno es aconsejable para evitar artefactos que degraden la calidad de la imagen.
-



REACCIONES ADVERSAS A LOS CONTRASTES YODADOS

- No todos los síntomas que experimentan los pacientes en la primera hora tras la inyección de un agente de contraste son reacciones adversas al mismo.
 - Los radiólogos y el resto del personal sanitario debemos estar familiarizados con los protocolos de tratamiento.
 - Incidencia: **0.07 al 2.4%** de las exploraciones
 - El riesgo no está relacionado con la osmolaridad del contraste del agente de contraste.
 - NO HAY REACCIONES CRUZADAS.
 - Las reacciones graves son extremadamente infrecuentes 0.001-0.1%.
-

TIPOS DE RAM A LOS CONTRASTES YODADOS

- Clasificación: generales / renales / miscelánea
- Pueden ser: agudas / tardías / muy tardías

AGUDAS

- Ocurren inmediatamente o en la **primera hora** tras la administración del contraste.
 - Pueden iniciarse de forma leve, pero progresar a formas moderadas / graves → OBSERVACIÓN.
-

	HIPERSENSIBILIDAD / ALÉRGICAS	FISIOLÓGICAS
LEVES	Urticaria leve Picor leve Eritema Congestión nasal Estornudos Conjuntivitis	Náuseas/vómitos leves Calor, escalofríos Reacción vasovagal que se resuelve espontáneamente
MODERADAS	Urticaria marcada Broncoespasmo leve Edema facial / laríngeo	Reacción vasovagal
GRAVES	Shock hipotensivo Parada cardiorrespiratoria	Arritmia Convulsión Edema pulmonar

MANEJO

Es el **mismo** en cualquier tipo de contraste.

Fármacos de emergencia de primera línea y **equipamiento** que debería encontrarse en la sala de examen:

- Oxígeno
 - Adrenalina 1:1000
 - Antihistamínico H1 adecuado para inyección
 - Atropina
 - Inhalador dosificador B2-agonista
 - Fluidos IV: suero salino fisiológico o Ringer lactato
 - Fármacos anticonvulsivos (diazepam)
 - Esfigmomanómetro
 - Respirador bucal de una sola vía
 - Carro de paradas disponible
-

LEVES

- Monitorización y observación (> 30 min)
- Antihistamínicos si hay urticaria parcheada o prurito persistente: loratadina 10 mg vía oral / dexclorfeniramina (Polaramine) 5 mg intramuscular / intravenoso.
- Oxígeno en gafas nasales

MODERADAS
(requieren tratamiento pero no
son potencialmente mortales)
Valorar enviar al paciente a
Urgencias o llamar a Paradas/112

URTICARIA DIFUSA:

- Antihistamínicos iv (Polaramine 5 mg iv)
- Corticoides iv si es necesario (hidrocortisona 100 mg iv)

BRONCOESPASMO LEVE/MODERADO:

- Beta-agonistas inhalados (salbutamol 2-4 inhalaciones)
- Oxígeno suplementario (gafas/mascarilla 6-10 l/min)
- En casos severos, considerar adrenalina IM (0.5 mg IM = media ampolla y repetir 5 minutos si no hay respuesta. En cardiópatas/ancianos: 0.3 mg)

EDEMA FACIAL/LARÍNGEO SIN COMPROMISO RESPIRATORIO SEVERO:

- Antihistamínicos iv (Polaramine 5 mg iv)
- Corticoides iv (hidrocortisona 100 mg iv)

HIPOTENSIÓN MODERADA:

- Hidratación con suero salino fisiológico
- Elevar extremidades inferiores

REACCIÓN VASOVAGAL MANTENIDA:

- Atropina iv (1 mg=1 ampolla; repetir si es necesario cada 3-5 min hasta 3 ampollas)

GRAVES

(anafilaxia/paro cardiaco,
amenazan la vida del paciente)

**Avisar a paradas/112. Hasta que
lleguen:**

- **Monitorización**
- **O2**
- **Vía intravenosa con SSF y para
administrar adrenalinas**
- **Si PCR: iniciar maniobras de
resucitación**

- Adrenalina IM 0.3-0.5 mg (repetir cada 5-15 min si es necesario)
- Oxígeno al 100%
- Líquidos iv (suero salino fisiológico a pasar rápido)
- Broncoespasmo: salbutamol nebulizado
- Paro cardiorrespiratorio: RCP avanzada

PREMEDICACION

- **No** existen **protocolos** estandarizados.
- **Corticoides y antihistamínicos** han sido los más utilizados.
- La ESUR y la *European Academy of Allergy and Clinical Immunology* (EAACI) recomiendan evitar su uso. Otras sociedades científicas americanas lo apoyan.
- En pacientes con reacciones de hipersensibilidad previas que requieran la administración de un agente de contraste de forma electiva o urgente: utilización de un medio de **contraste alternativo**, cuya tolerancia haya sido confirmada mediante un estudio alérgico previo, debido evitarse el uso indiscriminado de la premedicación.

PACIENTE AMBULATORIO / DISPONIBILIDAD VÍA ORAL

13, 7 Y 1 HORA ANTES DE LA PRUEBA:

- Polaramine 2 mg: 1 comprimido
- +
- Urbason 16 mg: 2 comprimidos

Ayuno de 6 horas.

PACIENTE URGENCIAS / IMPOSIBILIDAD VÍA ORAL

13, 7 Y 1 HORA ANTES DE LA PRUEBA:

- Hidrocortisona 200 mg iv
- DE URGENCIA:**
- Metilprednisolona 40 mg iv o
 - Hidrocortisona 200 mg iv o
 - Dexametasona 7.5 mg iv antes del TC y a las 4 horas.

¿EXISTE LA NEFROPATÍA POR CONTRASTE?

Posición del Comité de ACR:

- Es una **entidad real**.
- Estudios publicados muy contaminados por sesgos e intereses comerciales.
- Son necesarias investigaciones, basadas en los recientes avances metodológicos para aclarar la incidencia y la importancia de esta entidad.

¿La Creatinina es un indicador de insuficiencia renal?

- Ni la creatinina sérica ni la creatinina en plasma son indicadores ideales de la función renal, y podrían no detectar insuficiencia renal (puede haber cifras de Cr normales con TFG < 50%).
 - La **Tasa de Filtrado Glomerular Estimada** calculada a partir de la Cr sérica es el método recomendado para estimar la función renal antes de la administración de un agente de contraste.
-

LESIÓN RENAL AGUDA POST-CONTRASTE (LRA-PC)

Diagnóstico de Lesión Renal Aguda (LRA) según KDIGO:

Uno de los siguientes eventos dentro de las **48-72 horas** posteriores a un evento potencialmente nefrotóxico:

1. Aumento absoluto de la **creatinina sérica** ≥ 0.3 mg/dl.
 2. Aumento porcentual de la **creatinina sérica** $\geq 50\%$ (> 1.5 veces el valor basal).
 3. Reducción del **gasto urinario** a ≤ 0.5 ml/kg/hora durante al menos 6 horas.
-

FACTORES DE RIESGO PARA (LRA-PC)

Relacionados con el PACIENTE	Relacionados con el PROCEDIMIENTO	OTROS factores de riesgo con menor evidencia
➤ TFGe < 45 ml/min/1.73 m2 antes de la inyección intraarterial con exposición renal de primer pase (inyección en aorta, coronarias o arterias renales) o en pacientes en UCI. ➤ TFGe < 30 ml/min/1.73 m2 antes de la inyección intravenosa o intraarterial con exposición renal de segundo pase. ➤ Fallo renal agudo conocido o sospechado.	➤ Inyección intraarterial con exposición renal de primer pase. ➤ Grandes dosis de medio de contraste intraarterial. ➤ Medio de contraste hiperosmolar. ➤ Múltiples inyecciones de medio de contraste en un periodo de 48-72 horas.	➤ DM ➤ Deshidratación ➤ Enfermedad cardiovascular ➤ Diuréticos ➤ Edad avanzada ➤ Hipertensión arterial ➤ Hiperuricemia

ANALÍTICA PREVIA

“La medición previa de los niveles de creatinina sérica para estimar la tasa de filtrado glomerular solo serían necesarios en una **subpoblación de alto riesgo**”:

- Medición de TFGe como máximo **7 días** antes en pacientes con:
 - Enfermedad aguda
 - Reagudización aguda de una enfermedad crónica
 - Pacientes ingresados
- Medición de TFGe como máximo **3 meses** antes en pacientes con:
 - Enfermedad renal crónica previa (TFGe < 60 ml/min/1.73 m²)
 - Cirugía renal previa
 - Hipertensión arterial que requiera tratamiento médico
 - Historia de diabetes mellitus
 - Hiperuricemia
 - Proteinuria

En el resto de casos **NO**
es necesario disponer
del TFGe

PACIENTES DE RIESGO

- En pacientes con insuficiencia renal con **TFGe < 30 ml/min/1.73 m2 sin diálisis de mantenimiento**, el uso de medios de contraste yodados intravenoso debe **evitarse cuando sea posible** (buscar medio diagnóstico alternativo o demorar la exploración hasta que mejore la función renal del paciente en el caso de estudios programados).
 - Si es necesario realizar un estudio con contraste en pacientes de riesgo, se puede realizar **hidratación intravenosa preventiva**.
-

HIDRATACION PREVENTIVA

- Efectos: expansión volumen, dilución medio contraste, mejoría de la perfusión renal...
- **No** hay evidencia de que la **hidratación oral** sea **menos efectiva** que la hidratación intravenosa, por lo que se recomienda como una buena opción para pacientes **ambulatorios**.
- Reservar la hidratación **intravenosa** para pacientes no cumplidores, ámbito hospitalario o imposibilidad para la vía oral.
- **Individualizar** en pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva (grado 3-4 de la NYHA) o en insuficiencia renal terminal sin diálisis (TFGe < 15 ml/min/1.73 m²).
- Se recomienda tras la exploración:
 - Medir la **TFGe 48 horas** tras la administración del medio de contraste.
 - Si tras 48 h existe el diagnóstico de LRA-PC, **monitorizar** clínicamente al paciente al menos durante 30 días, con mediciones de la TFGe a intervalos regulares.

INTRAVENOSA (ámbito hospitalario, no cumplidores, imposibilidad vía oral)	ORAL (paciente ambulatorio)
Suero fisiológico 0.9%: 1 ml/kg/h durante 3-4 horas antes y 4-6 horas después del CIV O Bicarbonato sódico iv 1.4%: 3 ml/kg/h durante 1 h antes +/- 1 ml/kg/h durante 4-6 horas después si administración intraarterial con exposición renal de primer pase	Agua: 500 ml 4 horas antes y 600 ml 4 horas después.

OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS LRA-PC

¿Hay alguna otra profilaxis farmacológica útil?

- **Ninguna profilaxis farmacológica** (con estatinas, vasodilatadores renales, antagonistas de receptores de mediadores endógenos o fármacos citoprotectores) ha demostrado ofrecer una protección consistente contra la LRA-PC.
 - N-acetilcisteína: no parece útil, sin evidencia.
 - Parece ser que las prostaglandinas pudieran tener un efecto beneficioso en la prevención del LRA-PC junto con la hidratación.
-

DIALISIS Y MEDIOS DE CONTRASTE YODADO

No hay evidencia de que la hemodiálisis proteja a los pacientes con insuficiencia renal de sufrir LRA-PC:

- Pacientes **ANÚRICOS** con **ERC en estadio terminal**: pueden recibir un medio de contraste yodado sin riesgo de daño adicional ya que sus riñones no están funcionando.
- Pacientes en **DIÁLISIS NO ANÚRICOS**: riesgo teórico de que pueda volverse anúrico tras la exposición al contraste, pero sin datos concluyentes. Los pacientes que producen más de 100 ml de orina al día deben considerarse como pacientes de alto riesgo, similares a los que tienen un $\text{TFGe} < 30 \text{ ml/min/1.73 m}^2$.

No es necesario programar la sesión de hemodiálisis en función del momento de administración del medio de contraste.

No se requiere una sesión extra de hemodiálisis para aclarar el medio de contraste.

TIEMPO ENTRE ADMINISTRACIONES

- **¿Cuánto tiempo debería transcurrir entre dos inyecciones de medio de contraste yodado?**

El 75% de los agentes de contraste yodados se excreta en las primeras 4 horas tras la administración.

FUNCIÓN RENAL	TIEMPO ENTRE DOS INYECCIONES DE MEDIO DE CONTRASTE
FR normal o IR leve (TFGe > 30):	≥ 4 h
IR grave (TFGe < 30)	≥ 48 h
Diálisis	Si existe función renal residual ≥ 48 h
	Anúricos: no importa

GADOLINIO Y CONTRASTES YODADOS

¿Se pueden emplear con seguridad agentes de contraste yodados y basados en gadolinio el mismo día para exploraciones rutinarias?

- Pacientes con función renal normal o insuficiencia renal leve ($\text{TFGe} > 30 \text{ ml/min/1.73 m}^2$) ≥ 4 horas.
- Pacientes con insuficiencia renal grave ($\text{TFGe} < 30 \text{ ml/min/1.73 m}^2$ o en diálisis): ≥ 7 horas.

Los agentes de contraste basados en gadolinio atenúan los rayos X y podrían dar lugar a error cuando se excretan por el sistema urinario. Para estudios **abdominales**, el **TC** debería realizarse **antes que la RM**.

CONCLUSIONES

- El conocimiento de los medios de contraste yodado es esencial en todos los profesionales sanitarios, ya que son esenciales en el diagnóstico por imagen, presentado perfil de seguridad elevado.
 - El **ayuno** rutinario antes de su administración, carece hoy de justificación en la mayoría de los pacientes, salvo en casos específicos.
 - **Metformina:** no es preciso suspenderla en pacientes con función renal conservada ($\text{TFGe} > 30 \text{ ml/min/1.73 m}^2$).
 - Es necesario conocer los protocolos frente a una **reacción adversa** a un contraste yodado.
 - La **Tasa de Filtrado Glomerular Estimada** calculada a partir de la Cr sérica es el método recomendado para estimar la función renal. Si **$\text{TFGe} < 30 \text{ ml/min/1.73 m}^2$** evitar el uso de medios de contraste yodados intravenoso cuando sea posible.
 - Actualizar protocolos en base a la evidencia científica nos permitirá mejorar la atención y seguridad de los pacientes y evitar prácticas innecesarias (romper con el “*siempre se ha hecho así*”).
-

BIBLIOGRAFIA

1. American College of Radiology. *Manual on Contrast Media*. Version 10.3. Reston (VA): American College of Radiology; 2024.
 2. European Society of Urogenital Radiology. *ESUR Guidelines on Contrast Agents*. Version 10.0. Vienna: ESUR; 2018.
 3. Moreno Pastor A, Girela Baena E. Rompiendo mitos en radiología: eliminación de las ayunas precontraste. *Radiología*. 2024;66(5):471-478.
 4. Vega F. Reacciones adversas al contraste: cómo prevenirlas y cómo tratarlas. *Radiología*. 2024;66 Supl 2:S98-S109.
 5. Álvarez-Hornia Pérez E, Carnelli C, Gutiérrez PA, González Sánchez R, Mesa Quesada J. Los retos futuros de los medios de contraste en radiología. *Radiología*. 2024;66 Supl 2:S132-S141.
 6. Del Cura Rodríguez JL, Gayete Cara Á, Rovira Cañellas À, Pedraza Gutiérrez S. *Radiología esencial*. 2.^a ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2019.
-