

Contraste yodado y gadolinio: mitos, evidencia y decisiones clínicas. Manejo 2025

Leona María Manzano Kubandt¹,

Jesús Antonio Portillo González¹, Javier Fernández Luque¹

¹Hospital Universitario Costa del Sol (HUCS), Marbella

IMPORTANCIA DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE RADIOLÓGICOS (MCR) EN CUALQUIER SERVICIO DE RADIOLOGÍA

Los medios de contraste yodado (MCI) aumentan la atenuación de estructuras vasculares y viscerales, mejorando su caracterización en estudios radiológicos. Se utilizan ampliamente por su buena tolerancia, administración simple y excreción rápida¹

Los medios de contraste basados en gadolinio (MCBG) potencian la RM al modificar las propiedades de relajación del tejido, lo que se traduce en un aumento del contraste y del rendimiento diagnóstico. Su aportación es especialmente relevante en la identificación y tipificación de lesiones neoplásicas, inflamatorias e infecciosas, además de permitir una evaluación más fiable de la actividad y la respuesta terapéutica²

ÍNDICE

1	TIPOS DE CONTRASTE RADIOLÓGICOS
2	RESPONSABILIDAD DEL RADIÓLOGO. CONSENTIMIENTO INFORMADO
3	RECOMENDACIONES SOBRE EL AYUNO PRECONTRASTE
4	METFORMINA Y MCR
5	MCI DURANTE EL EMBARAZO Y LA LACTANCIA
6	MCBG DURANTE EL EMBARAZO Y LA LACTANCIA
7	MCR DURANTE LA EDAD PEDIÁTRICA
8	EXTRAVASACIÓN DEL MCR
9	LA TEMPERATURA DEL MCR
10	REACCIONES ADVERSAS AL MCR
11	CONCLUSIONES
12	BIBLIOGRAFÍA

1 TIPOS DE CONTRASTE RADIOLÓGICOS

**Este póster no revisa los medios de contraste gastrointestinales ni los medios de contraste ecográficos, y se centra exclusivamente en los MCI y en MCBG*

1.1 CONTRASTES YODADOS^{1,3}

su clasificación:

combinaciones principales *las 4 familias:*

Monómero iónico

Típicamente HOCM, por lo que su uso intravascular ha ↓
Se reserva para uso enteral/intracavitario

Monómero no iónico

Típicamente LOCM
Grupo más usado intravascularmente en la práctica habitual

Dímero iónico

Típicamente LOCM, pero puede tener viscosidad relevante

Dímero no iónico

Típicamente IOCM

estructura química → monómero
→ dímero

ionidad → iónico
→ no iónico

osmolalidad → alta osmolalidad, HOCM
→ baja osmolalidad, LOCM
→ iso-osmolalidad, IOCM

Principales MCI intravasculares usados en la práctica habitual^{3,6}

ESTRUCTURA	MOLÉCULA	NOMBRES COMERCIALES
MONÓMERO NO IÓNICO (LOCM)	Iobitridol	Xenetix®
	Iohexol	Omnipaque/Omnitrac®
	Iomeprol	Iomeron®
	Iopamidol	Iopamiron/Scanlux®
	Iopromida	Ultravist/Clarograf®
	Ioversol	Optiray®
DÍMERO NO IÓNICO (IOCM)	Ioxilan	Oxilan®
	Iodixanol	Visipaque®
DÍMERO IÓNICO (LOCM)	Ioxagato	Hexabrix®

Los monómeros iónicos (hiperosmolares) han sido desplazados del uso IV por los no iónicos de baja osmolaridad: Amidotrizoato (Urografin/Gastrografin®); Diatrizoato (Hypaque®), etc.

Vía de administración y recorrido hemodinámico iv¹

la vía más habitual es la **intravenosa**

Tras la inyección: venas sistémicas → cavidades cardíacas derechas → circulación pulmonar → cavidades cardíacas izquierdas → circulación arterial → vísceras → retorno venoso

Esto explica las fases en TC
civ: arterial, corticomedular,
hepática, nefrogénica y tardía

Distribución y metabolismo¹

sustancias **hidrosolubles extracelulares**

distribución principal en
compartimentos
vasculares e intersticial

NO se metabolizan

SNC^{1,3}

NO atraviesan la BHE
pueden difundir al LCR

Placenta^{1,3}

los MCI cruzan la placenta y llegan al feto

Leche materna^{1,3}

el MCI se aclara casi por completo
de la sangre materna en 24h si
función renal normal

por su baja liposolubilidad, <1% del
MCI se excreta en la leche materna
en las primeras 24 horas

*BHE: barrera hematoencefálica

Eliminación renal¹

en sujetos sanos la eliminación del MCI es principalmente **renal** por filtración glomerular, sin reabsorción tubular relevante

Vida media plasmática del MCI^{1,3}

La vida media plasmática ($t_{1/2}$) es el tiempo que tarda la concentración de la sustancia en el plasma sanguíneo en reducirse al 50% respecto a su valor inicial

la vida media plasmática de los MCI es de aproximadamente **2 horas**. Existe un **aclaramiento** prácticamente completo del torrente sanguíneo en **<24h** en pacientes con función renal normal (aplica también a mujeres lactantes)

se sugiere evitar intervalos <24h entre dosis de MCI salvo urgencia y decisión clínica. NO hay un umbral rígido

Excreción extrarrenal o vicariante¹

cuando falla el riñón

en **insuficiencia renal** puede aumentar la **eliminación extrarrenal** del MCI, principalmente por vía biliar/intestinal/transmucosa

podrá verse contraste en vesícula biliar o en asas intestinales

Lesión renal aguda postcontraste y nefropatía inducida por MCI en adultos³

Es excepcionalmente raro que los MCBG causen lesión renal aguda inducida por contraste

La **lesión renal aguda (LRA, AKI en inglés) asociada a contraste, CA-AKI**, antes denominada lesión renal aguda postcontraste, PC-AKI, es un término general que describe un deterioro agudo de la función renal que aparece dentro de las 48 horas posteriores a la administración intravascular de un MCI (**asociación temporal**)

La **lesión renal aguda (LRA, AKI) inducida por contraste, CI-AKI**, antes denominada nefropatía inducida por contraste, CIN, es un término específico que describe un deterioro agudo de la función renal **causado** por la administración intravascular de contraste yodado; por tanto, es un **subgrupo** de la lesión renal aguda asociada al contraste (LRA)

Para el diagnóstico de la LRA emplearemos los **criterios KDIGO 2012**. Para ello debe aparecer uno de los siguientes parámetros dentro de las 48 horas posteriores al evento nefrotóxico (exposición al MCI intravascular):

- aumento absoluto de creatinina sérica $\geq 0,3$ mg/dL.
- aumento porcentual de creatinina sérica $\geq 50\%$ ($\geq 1,5$ veces sobre el basal).
- Diuresis reducida a $\leq 0,5$ mL/kg/h durante **al menos 6 horas**.

Estos criterios detectan LRA/AKI pero no distinguen CA-AKI de CI-AKI

Sin embargo, la creatinina se ve influida por factores como el sexo, la masa muscular, el estado nutricional y la edad. De hecho, puede existir disfunción renal con creatinina "normal". Por ello la TFG estimada (**eGFR**) calculada es más precisa que la creatinina sérica para predecir la TFG real y de hecho la eGFR está ganando interés como mejor marcador de riesgo de LRA. **TFG: Tasa de Filtración Glomerular*

El factor más importante para desarrollar LRA tras el uso de un MCI intravascular es la insuficiencia renal severa preexistente. Si se utiliza un umbral, **30 mL/min/1,73 m²** es el que tiene mayor respaldo.

Ante un valor de eGFR basal estable ≥ 45 mL/min/1,73 m², el contraste yodado iv no se considera un factor nefrotóxico independiente.

Ante un valor de eGFR 30-44, el riesgo sería muy bajo y difícil de demostrar su verdadera asociación con una LRA postcontraste.

Ante un valor de eGFR < 30 , estaremos ante un paciente de alto riesgo para desarrollar una eventual LRA postcontraste.

La principal medida preventiva para reducir el riesgo de LRA postcontraste es la **expansión de volumen IV** antes de administrar el contraste. Se prefiere **fluido isotónico** (suero salino 0,9%). Dosis típicas: volumen fijo (p. ej., 500 mL antes y después) o ajustado a peso (1–3 mL/kg/h) y regímenes típicos: empezar 1 hora antes y continuar 3–12 horas después. La hidratación oral no está bien estudiada en eGFR <30 o en LRA. No está indicada la profilaxis en la población general con eGFR estable ≥ 30 ni en diálisis crónica, aunque puede considerarse individualmente en eGFR 30–44 con alto riesgo.

Además, **no se recomienda reducir dosis** para “proteger al riñón” si esto compromete calidad diagnóstica.

Por tanto, ante un paciente con **eGFR <30 mL/min/1,73 m²**, no estará prohibido usar un MCI sino que éste deberá ser tratado como paciente de alto riesgo para desarrollar una LRA postcontraste y se realizará una valoración individual riesgo-beneficio y se valorarán otras alternativas diagnósticas (eco, RM sin contraste, TC sin contraste).

Si finalmente se decide administrar en estos pacientes un MCI intravascular, será necesaria la profilaxis con hidratación IV (siempre que no exista contraindicación por sobrecarga de volumen).

Los pacientes con ERC terminal anúrica sin trasplante funcional pueden recibir contraste yodado intravascular sin riesgo de daño renal adicional.

Existe un riesgo teórico (no demostrado) de convertir a un paciente oligúrico en diálisis en anúrico tras contraste. Por ello, los pacientes en diálisis que orinan >1–2 vasos/día (100 mL) deben considerarse no anúricos y tratarse como pacientes de alto riesgo (similar a LRA o eGFR <30 sin hemodiálisis).

No debe iniciarse diálisis aguda ni terapia renal sustitutiva continua ni modificarse el calendario de diálisis solo por haber administrado contraste, independientemente de la función renal, por riesgos, costes y falta de beneficio demostrado.

1.2 CONTRASTES BASADOS EN

GADOLINIO^{2,3}

su clasificación:

estructura química

→ *lineales*
→ *macrocíclicos*

menor estabilidad cinética con mayor tendencia a disociación

mayor estabilidad, estructura en "anillo"

Restringidos en la UE salvo excepciones

ionidad

→ *iónico*
→ *no iónico*

riesgo de fibrosis sistémica nefrogénica, FSN

→ *grupo I*
→ *grupo II*

más casos asociados a FSN. Evitar en ERA y en ERC avanzada

pocos o ningún caso de FSN. Priorizar en pacientes de riesgo

Comportamiento farmacocinético y distribución

→ *contrastes extracelulares*
→ *contrastes hepatoespecíficos*

*ERA: enfermedad renal aguda

*ERC: enfermedad renal crónica

Principales MCBG usados en la práctica habitual^{3,6}

		ESTRUCTURA	MOLÉCULA	NOMBRES COMERCIALES
GRUPO II	MACROCÍCLICO NO IÓNICO		Gadobutrol	Gadovist®
			Gadopictlenol*	Elucirem/Vueway®*
			Gadoteridol	ProHance®
	MACROCÍCLICO IÓNICO		Gadoterato de meglumina	Dotarem/Clariscan®
	LINEAL IÓNICO (hepatoespecíficos)		Gadoxetato disódico	Primovist/Eovist®
			Gadobenato de dimeglumina	MultiHance®
GRUPO I	No se emplean habitualmente por restricciones regulatorias en la UE para uso IV rutinario: Gadodiamida (Omniscan®); Gadopentetato iv (Magnevist iv®) y Gadoversetamida (OptiMARK®)			

*reciente incorporación / disponibilidad según centro

*reciente incorporación / disponibilidad según centro

Vía de administración y recorrido hemodinámico iv³

la vía más habitual es la intravenosa

el gadolinio es un **ion metálico** que en la práctica clínica actúa como un **quelato**, es decir, al gadolinio se le **asocia** un **ligando orgánico** para mejorar su estabilidad, solubilidad y su seguridad

por esto los contrastes macrocíclicos se consideran más estables ya que tienen menor probabilidad de liberación del ion

Eliminación renal^{3,4}

tras administración IV, la mayoría de los MCBG se comportan como agentes **hidrosolubles extracelulares** con distribución en el espacio intravascular y en el intersticio. Posteriormente son eliminados por **vía renal**

Eliminación biliar^{3,4}

son MCBG que, además de la distribución **extracelular inicial**, presentan transporte parcial a hepatocitos y posterior **excreción por vía biliar**, por lo que combinan eliminación **renal + biliar**

esto permite:

- valorar el parénquima hepático y caracterizar lesiones focales
- estudiar el árbol biliar (fugas biliares y otras complicaciones postquirúrgicas)

Vida media plasmática del MCBG³

la vida media plasmática de los MCBG es de aproximadamente **2 horas**. Existe un **aclaramiento** prácticamente completo del torrente sanguíneo en **<24h** en pacientes con función renal normal (**aplica también a mujeres lactantes**)

Insuficiencia renal y FSN³

desde 2006 se ha estudiado una asociación entre algunos MCBG y la fibrosis sistémica nefrogénica en pacientes con ERA o ERC avanzada (TFGe <30 mL/min/1,73m²), motivo por el que se restringe el uso de ciertos agentes en estos pacientes

en estos pacientes evitar los MCBG del grupo I. Si se necesita un MCBG priorizar del grupo II

SNC^{3,5-6}

se ha detectado gadolinio residual en tejido cerebral tras múltiples administraciones, incluso con la BHE intacta, por lo que el depósito parece ser dependiente de la dosis

hasta la fecha, la ACR señala que no se han demostrado efectos clínicos adversos, pero se recomienda prudencia

Placenta^{3,5-6}

se ha demostrado paso transplacentario en modelos animales. Por incertidumbre sobre el riesgo fetal, la ACR recomienda **evitar la administración rutinaria de MCBG durante el embarazo**. Sólo considerar si hay beneficio clínico significativo que supere el riesgo desconocido, idealmente utilizar el agente de menor riesgo de FSN y dosis mínima

no se han demostrado efectos dañinos sobre la mujer gestante ni sobre el feto, al realizar una RM sin contraste IV en equipos de 1,5T. Los estudios sobre los riesgos son muy reducidos en equipos de 3,0T aunque en estudios recientes no se evidencia un incremento del riesgo sobre el feto en equipos de 3,0T frente 1,5T. La realización de la prueba en el **primer trimestre del embarazo no ha demostrado un riesgo mayor que en los otros trimestres**. Tampoco hay evidencia de efectos teratogénicos ni daños acústicos al feto.

Leche materna^{3,5-6}

<0,04% de la dosis IV materna pasa a la leche en 24h

Fibrosis Sistémica Nefrogénica (FSN)³

La **FSN** es una enfermedad fibrosante, fuertemente asociada a exposición a un MCBG en pacientes con función renal muy deteriorada.

Presenta afectación principalmente cutánea/subcutánea, aunque también puede afectar al pulmón, esófago, corazón y músculo.

Típicamente comienza con engrosamiento cutáneo y/o prurito, pudiendo progresar rápidamente a retracciones, contracturas e inmovilidad articular. En algunos casos puede ser fatal.

Están en **riesgo**:

- pacientes con ERC avanzada ($\text{eGFR} < 30 \text{ mL/min/1,73 m}^2$) e inyección de un MCBG del grupo I;
- pacientes con LRA;
- pacientes con ERC terminal + diálisis;
- pacientes en los que se administran dosis altas o existen exposiciones múltiples aunque, poco frecuente, también puede ocurrir tras una sola dosis estándar.

En los pacientes en riesgo, existe una **depuración renal muy reducida** por lo que el MCBG permanece mucho más tiempo en el organismo. Ese aumento del "tiempo de exposición" favorece que, en un entorno metabólico propio de la insuficiencia renal, pueda producirse **liberación parcial de gadolinio del quelato**. El gadolinio libre podría unirse a aniones como por ejemplo al fosfato formando depósitos tisulares que desencadenan una respuesta profibrótica causando fibrosis cutánea y sistémica

En pacientes de riesgo, priorizar utilizar MCBG grupo II y la dosis mínima diagnóstica

Los MCBG del grupo I están contraindicados en pacientes de riesgo

En pacientes con $\text{eGFR} > 30$ la FSN es excepcionalmente rara y no hay que tomar precauciones especiales

2

RESPONSABILIDAD DEL RADIOLOGO

CONSENTIMIENTO INFORMADO⁷

la *legislación española* indica que debe ser un **médico (adjunto/residente)** el encargado de la **obtención del consentimiento informado**, NO el personal técnico ni enfermería



el personal técnico y de enfermería sí que pueden y deben colaborar en el proceso del consentimiento informado, asegurando que el paciente quiere hacerse la prueba, repasando la lista de verificación de factores de riesgo para la administración de contraste, colaborando en explicar la prueba y resolver dudas al paciente dentro de sus conocimientos y competencias

el uso de medios de contraste y el abordaje de sus posibles complicaciones implican una responsabilidad compartida entre el radiólogo, el médico peticionario y el resto de profesionales implicados. En la toma de decisiones sobre la realización de una prueba con contraste deben considerarse de forma sistemática la información y el consentimiento del paciente, las posibles contraindicaciones y, sobre todo, la valoración individual del balance beneficio-riesgo



según la *legislación española*, el médico especialista en radiodiagnóstico es el último profesional responsable de las pruebas radiológicas, lo que incluye las pruebas con contraste. Por ello, **la decisión profesional última dependerá del radiólogo**

dado que los MCR son medicamentos muy seguros y no considerados de riesgo alto, puede bastar con un consentimiento informado (CI) oral, no es necesario un documento escrito específico de consentimiento informado

la obtención del CI siempre debe quedar reflejada en el informe radiológico

3 RECOMENDACIONES SOBRE EL AYUNO PRECONTRASTE^{3,8}

La **tradición** del ayuno
precontraste

reducir las náuseas y los vómitos y por tanto el riesgo de **broncoaspiración**. Esto tenía más lógica con los antiguos contrastes yodados iónicos hiperosmolares que producían más síntomas gastrointestinales.

Sin embargo, **los MCI actuales no iónicos de baja/iso-osmolalidad y los MCBG tienen mucho menor riesgo de producir vómitos que los antiguos HOCM.**

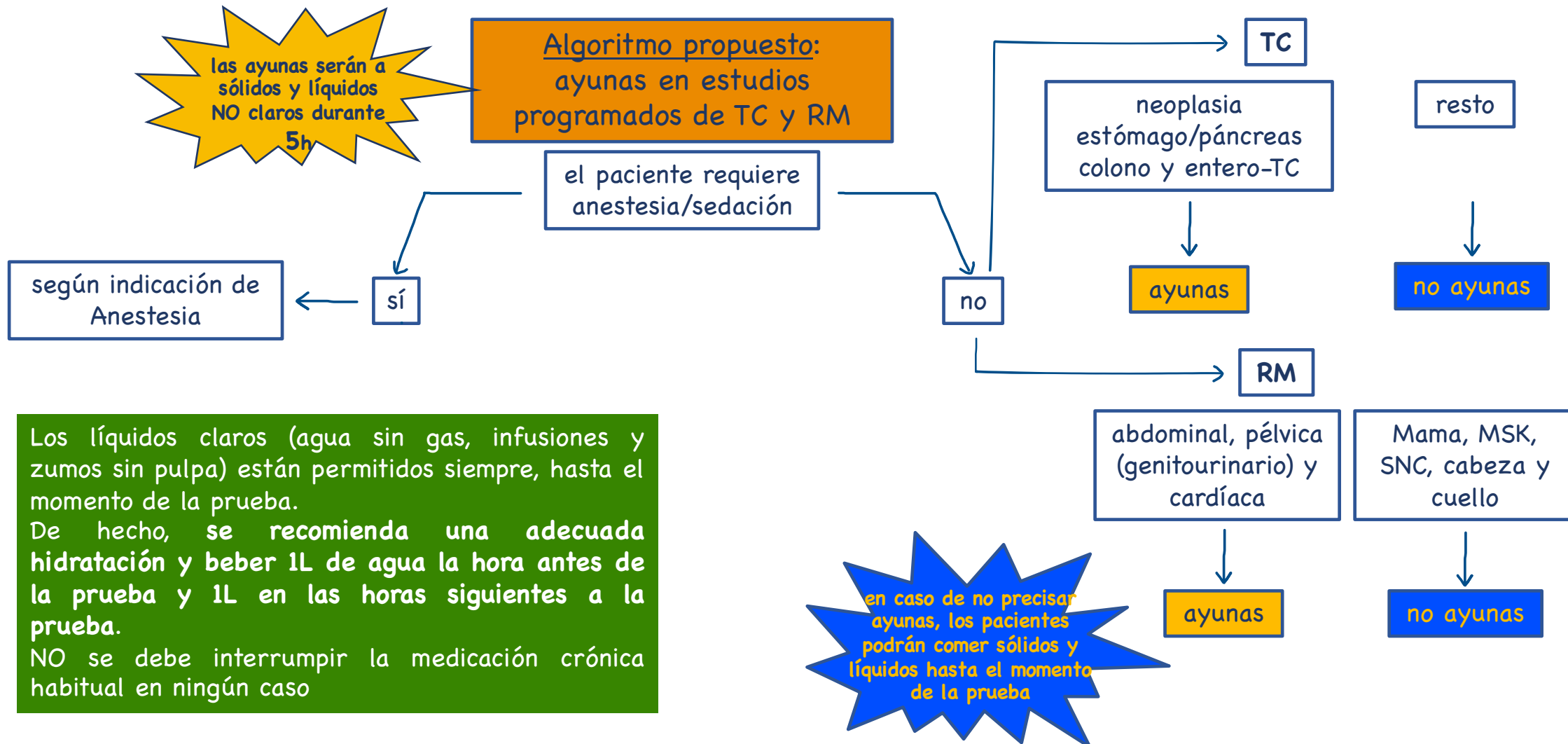
además, se conocen efectos negativos del ayuno: riesgo de hipoglucemia en diabéticos, deshidratación (lo que puede propiciar la lesión renal aguda postcontraste), interrupción de medicación crónica, malestar general, más ansiedad y peor colaboración.

¿cuándo sí?

- el paciente requiere sedación o anestesia
- estudios en los que sea importante una calidad óptima y se pretenda reducir el contenido, el peristaltismo y el gas intestinal

por tanto: no hay efecto preventivo del ayuno previo a la administración del MCR intravascular moderno sobre náuseas, vómitos o aspiración.

No se suele requerir ayuno antes de la administración rutinaria de contraste intravascular



Los líquidos claros (agua sin gas, infusiones y zumos sin pulpa) están permitidos siempre, hasta el momento de la prueba.

De hecho, se recomienda una adecuada hidratación y beber 1L de agua la hora antes de la prueba y 1L en las horas siguientes a la prueba.

NO se debe interrumpir la medicación crónica habitual en ningún caso

4

METFORMINA Y MCl_3

**La metformina es un antidiabético oral del grupo de las biguanidas, utilizado principalmente para tratar a pacientes con diabetes mellitus no insulino dependiente*

El efecto adverso más relevante de la metformina es la posibilidad de desarrollar **acidosis láctica asociada a metformina** en pacientes susceptibles

Por tanto: el MCI no causa acidosis láctica por sí mismo. En el escenario en el que el paciente desarrolla una lesión renal aguda postcontraste, al reducirse la excreción renal de metformina, ésta se acumula aumentando el riesgo de acidosis láctica asociada a metformina

4.1 METFORMINA Y MCBG_3

**No es necesario suspender la metformina si la cantidad del MCBG_3 se encuentra dentro del rango de dosis habitual de 0,1 a 0,3 mmol/kg de peso corporal*

La metformina parece **aumentar la producción de ácido láctico** por parte del intestino.

La metformina **se excreta** sin cambios **por el riñón**, probablemente tanto por filtración glomerular como por excreción tubular. La vía renal elimina aproximadamente el 90% del fármaco absorbido durante las primeras 24 horas. Cualquier factor que disminuya la excreción de metformina o aumente los niveles de lactato en sangre constituye un factor de riesgo importante para acidosis láctica

Los pacientes que toman metformina serán clasificados en dos categorías según su eGFR

Categoría I

Categoría II

pacientes sin LRA y con $\text{eGFR} > 30 \text{ mL/min/1,73m}^2$: no hay que hacer nada más

pacientes con LRA o ERC con $\text{eGFR} < 30$ o que se someten a cateterismos arteriales (riesgo de émbolos hacia las a. renales) debe suspenderse temporalmente antes del procedimiento y hasta 48h después y sólo reiniciarse tras comprobar la normalidad de la función renal

5

MCI DURANTE EL EMBARAZO Y LA LACTANCIA^{1,3,5,7}

La evidencia es limitada, pero los MCI **atraviesan la placenta y llegan al feto en cantidades medibles**.

Una vez en sangre fetal, el contraste **se excreta por orina al líquido amniótico**, se deglute y puede haber **absorción intestinal fetal mínima**

En animales, **los MCI de baja osmolalidad (LOCM) no han mostrado efectos mutagénicos ni teratogénicos**; en embarazadas no hay ensayos bien controlados

La administración materna del MCI **no altera la TSH neonatal** a corto plazo (los efectos a largo plazo son inciertos) **ni hay documentados casos de hipotiroidismo neonatal**.

Dado que todos los recién nacidos son sometidos al cribado de hipotiroidismo congénito al nacimiento, no se considera necesario prestar atención adicional.

En países sin cribado neonatal rutinario, sí tendría sentido comprobar la función tiroidea neonatal si hubo exposición intraútero

La FDA, Food and Drug Administration, **categorizaba antiguamente a la mayoría de los contrastes yodados como fármacos de categoría B*

Se excreta **<1%** de la dosis materna del MCI en la leche durante las primeras 24h. Del contraste ingerido por el lactante, el intestino absorbe **<1%**, por lo que la dosis sistémica del lactante es **<0,01%** de la dosis materna.

Detalle útil: el MCI puede condicionar cambio transitorio del sabor de la leche materna

Por tanto, el embarazo **no es contraindicación absoluta** para la utilización de MCI, que podrán usarse si es necesario.

No será necesario suspender la lactancia materna tras exposición al MCI, pues la dosis que recibe el lactante es mínima. No obstante, si la madre está preocupada, puede optar por interrumpir la lactancia 12-24h (extrayendo y desechando la leche), pero esta medida no es obligatoria

6

MCBG DURANTE EL EMBARAZO Y LA LACTANCIA^{1,3,5,7}

La evidencia es limitada, pero los MCBG **atraviesan la placenta y llegan al feto en cantidades medibles**.

Una vez en sangre fetal, el contraste **se excreta por orina al líquido amniótico**, se deglute y puede haber absorción intestinal fetal mínima

No se han descrito efectos adversos conocidos en fetos humanos con dosis clínicas habituales, pero faltan estudios bien controlados

No hay casos conocidos de FSN en embarazadas, pero **los quelatos pueden acumularse en líquido amniótico** existiendo así riesgo de liberación de gadolinio libre

El radiólogo deberá consensuar con el médico peticionario el uso del MCBG y dejar **constancia en el informe radiológico**:

- la información no se obtiene sin civ u otras técnicas
- el MCBG cambia el manejo durante el embarazo
- no es prudente esperar al posparto

**La FDA, Food and Drug Administration, categorizaba antiguamente a la mayoría de los contrastes basados en gadolinio como fármacos de categoría C*

Se excreta **<0,04%** de la dosis materna del MCBG en la leche durante las primeras 24h. Del contraste ingerido por el lactante, el intestino absorbe **<1%**, por lo que la dosis sistémica del lactante es **<0,0004%** de la dosis materna.

Detalle útil: el MCBG puede condicionar cambio transitorio del sabor de la leche materna

Durante el embarazo **se evitará el uso rutinario de los MCBG** y sólo se usarán si es necesario y el beneficio supera el riesgo potencial desconocido.

Si se requiere usar un MCBG, se empleará un agente de bajo riesgo de FSN y la dosis mínima con calidad diagnóstica.

En mujeres embarazadas con función renal deteriorada se usarán las mismas precauciones que en mujeres no embarazadas

No será necesario suspender la lactancia materna tras exposición al MCBG, pues la dosis que recibe el lactante es mínima. No obstante, si la madre está preocupada, puede optar por interrumpir la lactancia 12-24h (extrayendo y desechando la leche), pero esta medida no es obligatoria

7

MCR DURANTE LA EDAD PEDIÁTRICA^{3,9}

Varios **aspectos complican** la administración de contraste intravascular en neonatos y niños, incluyendo el uso de **pequeños volúmenes** de contraste, **angiocáteteres de pequeño calibre** y **lugares de acceso vascular poco habituales**:

- típicamente a los neonatos y a los lactantes se les administran volúmenes muy pequeños de contraste (habitualmente 1,5–2 mL/kg);
- con frecuencia se utilizan angiocatéteres de pequeño calibre (24G);
- habitualmente se sitúan en venas periféricas muy pequeñas (mano o pie)

Los **efectos fisiológicos** (calor local, náuseas, etc) en niños **pueden tener “más impacto”** al poder provocar **llanto/movimientos** y **artefactuar** el estudio

En ausencia de enfermedad renal conocida, el MCI puede considerarse generalmente seguro en neonatos y lactantes.

Para determinar la función renal, mejor usar la **eGFR pediátrica**. Durante las 3 primeras semanas de vida, la creatinina refleja en parte la materna por lo que no es considerado buen marcador.

Si existe disfunción renal/LRA hay que individualizar y aplicar estrategias preventivas extrapoladas a adultos.

No hay evidencia de nefrotoxicidad renal a dosis aprobadas de MCBG.

La FSN pediátrica es excepcional, por lo que se recomienda seguir las precauciones de los pacientes adultos y priorizar agentes de bajo riesgo cuando haya riesgo renal.

Por otro lado, se ha observado retención de gadolinio cuando se usan MCBG (incluidos los agentes macrocíclicos) pero sin efectos clínicos confirmados por lo que hay que evitar su sobreutilización y justificar cada RM con contraste, sobre todo en niños con enfermedades crónicas y previsión de requerir múltiples RM

8 EXTRAVASACIÓN DEL MCR₃

**Salida del MCR de la vena quedando en el intersticio (tejido subcutáneo, fascias)*

Las lesiones por extravasación con MCBG son mucho menos frecuentes que con MCI (probable por menor toxicidad y volúmenes menores)

De acuerdo con los requisitos de la legislación estatal, **el contraste puede ser administrado por un radiólogo, un técnico de radiología o por el personal de enfermería.**

En primer lugar, es imprescindible disponer de un **acceso intravenoso estable**. En segundo lugar, **el flujo debe ser acorde al calibre del catéter**, de modo que, aunque un catéter 22G pueda tolerar hasta 5 mL/s, se prefiere un 20G o mayor para flujos ≥ 3 mL/s. El acceso venoso preferido para inyección automática es la vena antecubital o una vena de antebrazo de buen calibre. Si debe emplearse un acceso más periférico (mano o muñeca), se recomienda reducir el flujo si es posible (1-2 mL/s).

La **preparación cuidadosa del sistema de inyección** es esencial para reducir el riesgo de extravasación o embolia aérea y además se debe realizar un lavado con suero salino. Si puede inyectarse suero sin resistencia anómala, el contraste puede administrarse con seguridad. Si aparece resistencia anómala o molestias, debe buscarse un acceso alternativo.

Para minimizar complicaciones, debe obtenerse la **colaboración del paciente** siempre que sea posible. La **comunicación antes** de la exploración y **durante la inyección** puede reducir el riesgo de extravasación. Si el paciente refiere dolor o sensación de hinchazón en el punto de punción, debe interrumpirse la inyección.

Se estima una **incidencia** aproximada de **extravasación del MCR** en estudios de TC de aproximadamente el **0,1-1,2%** de todas las inyecciones. **La mayoría de las extravasaciones se resuelven sin complicaciones.** Lesiones graves (síndrome compartimental, necrosis/ulceración) son muy raras (<1% de las extravasaciones).

Los factores de riesgo asociados a extravasación y a extravasación grave son paciente no comunicativo, circulación alterada en la extremidad, radioterapia previa en la zona, punción en mano/pie/tobillo y empleo de contrastes más viscosos

Si ocurre una extravasación del MCI, un profesional deberá **evaluar inmediatamente**: dolor/tensión, edema, eritema, parestesias, movilidad activa y pasiva (dedos), perfusión



Criterios de alarma (evaluación quirúrgica):
dolor intenso, edema progresivo, relleno capilar disminuido, cambios sensitivos, empeoramiento de la movilidad (codo/muñeca/dedos), ampollas o ulceración cutánea

La lesión grave puede aparecer horas después por lo que hay que explicar criterios de alarma

No existe tratamiento antídoto.

Se deben **instaurar medidas iniciales**: elevación de la extremidad + compresas frías/hielo.

No se recomienda de rutina el uso de maniobras invasivas (hialuronidasa, infiltraciones, aspiración) por falta de beneficio probado y riesgo potencial

La frecuencia de extravasación del MCR en niños es probablemente similar a la observada en adultos.

La mayoría de las extravasaciones en población pediátrica se resuelven sin complicaciones.

Debe prestarse especial atención a los sitios de inyección en neonatos, lactantes, niños pequeños y pacientes con retraso del desarrollo, ya que pueden no ser capaces de verbalizar síntomas de una complicación en el punto de inyección.

El tratamiento de una extravasación es similar al manejo en adultos

9 LA TEMPERATURA DEL MCR₃

A medida que aumenta la temperatura de un medio de contraste determinado, se produce una disminución concomitante de su viscosidad dinámica. Por tanto, **los contrastes calentados son menos viscosos que los contrastes a temperatura ambiente**. Cuando un medio de contraste calentado se inyecta manualmente o con inyector automático, habrá **menos resistencia** que si el contraste no se hubiera calentado. Por ello, muchas instituciones calientan sus MCI a **temperatura corporal (37°C)** antes de la administración intravascular rutinaria. Habitualmente esto se realiza mediante una incubadora externa donde se colocan los frascos de contraste

Los contrastes basados en gadolinio se administran a **temperatura ambiente** (15-30°C) y, según los prospectos, no deben calentarse externamente para aplicaciones clínicas rutinarias.

será **útil** calentamiento externo del MCI a 37°C:

- inyecciones automáticas de LOCM a alta velocidad (>5 mL/s)
- inyecciones de contraste yodado viscoso
- inyecciones arteriales directas a través de catéteres de pequeño calibre (5 French o menores)
- estudios arteriales con inyección IV en los que el sincronismo y el realce máximo sean críticos

no será **útil** calentamiento externo del MCI:

- inyecciones automáticas de LOCM a baja velocidad (<5 mL/s) o inyecciones manuales
- inyecciones de contraste yodado con viscosidad baja
- inyecciones arteriales directas a través de catéteres de mayor calibre (6 French o mayores)
- inyecciones IV en las que el pico de opacificación y el tiempo no sean críticos

Los prospectos de los MCI incluyen información sobre las temperaturas recomendadas de almacenamiento

REACCIONES ADVERSAS A LOS MCR^{3,6}

Los medios de contraste radiológicos (MCR), tanto los MCI como los MCG, **pueden asociar eventos adversos tras su administración**

Se considera reacción adversa a un medicamento (**RAM**) cualquier respuesta nociva o no deseada que aparece después de administrar un fármaco en dosis habituales empleadas para prevención, diagnóstico, tratamiento o para modificar una función biológica.

Para ordenar estas RAM, **Rawlins y Thompson** propusieron la clasificación **tipo A / tipo B**, basada en el mecanismo y el comportamiento clínico:

- **RAM tipo A (*augmented*)**: las más frecuentes. Derivan de efectos previsibles por el mecanismo farmacológico del fármaco y suelen ser **dependientes de la dosis**. En general, implican baja mortalidad pero pueden generar morbilidad relevante.

Las RAM tipo A más habituales con los **MCI** son fisiológicas y leves (calor, náuseas, etc.) y entre las complicaciones clínicamente relevantes destaca la **lesión renal aguda postcontraste** que se reduce asegurado la hidratación adecuada del paciente por vía oral o parenteral y evitando periodos de ayuno a líquidos prolongados.

Las RAM a los MCBG suelen ser **raras y leves** (cefalea/náuseas, etc).

- **RAM tipo B (*bizarre*)**: son **menos predecibles**, no guardan relación directa con el efecto farmacológico esperado y, por lo general, **no dependen de la dosis**. En este grupo se incluyen las **reacciones de hipersensibilidad** (RHS), cuya aparición depende en gran medida de **factores individuales del paciente**. Clínicamente pueden presentarse desde un cuadro cutáneo leve hasta una anafilaxia

Por otro lado, el *Manual on Contrast Media* de la ACR propone clasificar las reacciones adversas agudas al MCR por **tipo**: *alérgica-like* y *fisiológicas* así como por **gravedad**: *leve, moderada y grave*

TIPO DE REACCIÓN ADVERSA A
MCRclasificación según *Rawlins y Thompson*RAM A (predecibles, dosis-
dependientes)

Efecto colateral

Acción farmacológica no
deseable

Efecto secundario

Consecuencia de la acción del
medicamento

Efecto tóxico

Producido por una concentración
excesiva del fármacoRAM B (impredecibles,
hipersensibilidad)Momento de aparición de los
síntomasRHSI, reacciones de
hipersensibilidad tipo inmediato

<1h

RHST, reacciones de
hipersensibilidad tipo tardío

>1h

Mecanismo patogénico

RHS tipo alérgico (interviene la
inmunidad adaptativa)RHS tipo no alérgico (interviene
la inmunidad innata)

clasificación según la
ACR de los eventos
adversos agudos a MCI

Alérgico-like

GRAVEDAD

Leve

urticaria/prurito autoimitados, edema cutáneo, congestión nasal, estornudos, conjuntivitis, rinorrea, irritación de garganta

Moderada

urticaria difusa, prurito, eritema, edema facial sin disnea, opresión faríngea/ronquera sin disnea, sibilancias, broncoespasmo leve

Grave

edema difuso o edema facial con disnea, eritema difuso con hipotensión, edema laríngeo con estridor y/o hipoxia, sibilancias y broncoespasmo con hipoxia significativa, shock anafiláctico (hipotensión + taquicardia)

Fisiológicas

Leve

náuseas/vómitos leves, rubor/calor, escalofríos, sabor metálico, cefalea/mareo/ansiedad, hipertensión leve, reacción vasovagal que se resuelve espontáneamente

Moderada

náuseas/vómitos persistentes, urgencia hipertensiva, dolor torácico aislado, reacción vasovagal que requiere tratamiento

Grave

arritmia, convulsiones/ crisis, emergencia hipertensiva, reacción vasovagal refractaria a tratamiento

**Es importante diferenciar entre las reacciones alérgico-like y las fisiológicas ya que el manejo de los pacientes difiere (por ejemplo, los pacientes con reacciones alérgico-like pueden requerir premedicación en futuros estudios con MCI, mientras que los que presentan reacciones fisiológicas no)*

La frecuencia de **eventos adversos agudos alérgico-like y fisiológicos** relacionados con la administración intravascular de **MCI** es **baja** y ha disminuido de forma considerable con el cambio en su uso desde contrastes iónicos de alta osmolalidad (HOCM) a contrastes no iónicos de baja osmolalidad (LOCM)

La **mayoría** de los efectos adversos agudos con LOCM **son leves**, no amenazan la vida y suelen requerir solo observación, tranquilidad/reaseguramiento y/o medidas de soporte. Por otro lado, la mayoría de las reacciones que amenazan la vida ocurren dentro de los primeros 20 minutos tras la inyección del contraste IV

La patogénesis de la mayoría de reacciones alérgico-like no está clara. Existen múltiples mecanismos posibles que conducen a la activación de efectores inmunológicos

Las reacciones fisiológicas probablemente se relacionan con atributos moleculares específicos que llevan a quimiotoxicidad directa, osmototoxicidad (efectos adversos por hiperosmolalidad), o a unión molecular a determinados activadores. **Con frecuencia, las reacciones fisiológicas dependen de la dosis y la concentración del MCI**

El **antecedente de una reacción previa alérgico-like** al MCI **es el factor de riesgo más importante para una nueva reacción alérgico-like**. Aunque este antecedente no predice de forma absoluta una recurrencia. Quienes han tenido una reacción previa alérgico-like a contrastes basados en gadolinio (GBCM) no tienen mayor riesgo de reacción alérgico-like a MCI y a la inversa. La **profilaxis con corticoide ± antihistamínico** se plantea para reducir reacciones agudas en pacientes de alto riesgo, pero **no sirve para las reacciones fisiológicas**.

En **reacciones previas moderadas/graves**, además de **valorar premedicación** si es imprescindible utilizar un MCI, se **recomienda utilizar uno alternativo** y evitar repetir el mismo agente cuando sea posible.

NO se recomienda premedicar de "rutina" solo por asma, rinitis estacional, alergias alimentarias (incluida la alergia al marisco)/medicamentosas

No elimina el riesgo, pueden ocurrir reacciones "de escape"

PROFILAXIS a reacciones alérgico-like agudas/inmediatas

corticoide ± antihistamínico

para pacientes de alto riesgo

antecedente de reacción alérgico-like previa a MCI (moderada/severa) y necesidad de reexposición

NO para reacciones fisiológicas y NO para reacciones tardías

La primera opción es cambiar a otro MCI cuando sea posible; premedicar es complementario si no se puede cambiar o si el riesgo sigue siendo alto

pauta oral
comienza 12-13h antes a la inyección del CIV

Prednisona 50 mg a las 13h, 7h y 1h antes de la inyección
±
Difenhidramina 50 mg 1h antes

o

Metilprednisolona 32 mg a las 12h y 2h antes de la inyección

pauta IV acelerada
comienza 4-5h antes a la inyección del CIV

Metilprednisolona IV 40 mg
o **hidrocortisona 200 mg**
Cada 4h hasta la inyección del CIV
±
Difenhidramina 50 mg 1h antes

regímenes <4-5h no han demostrado eficacia

Por otro lado, también existen **eventos adversos tardíos** al MCI, que pueden aparecer desde **30-60 minutos hasta una semana** tras su administración, aunque la mayoría ocurre entre las 3 horas y los 2 días. Pueden ser reacciones alérgico-like y no alérgico-like, siendo los alérgico-like y los cutáneos (urticaria y/o rash persistente, exantema maculopapular de tamaño y distribución variables, pustulosis exantemática generalizada, urticaria y/o angioedema, generalmente con prurito) los más frecuentes

También se han reportado síntomas tardíos no cutáneos como son náuseas, vómitos, fiebre, somnolencia y cefalea. Reacciones no cutáneas graves, aunque extremadamente raras, incluyen la hipotensión severa y la parada cardiorrespiratoria

Como las reacciones tardías suelen ser autolimitadas, la mayoría no requieren tratamiento. El manejo suele ser de **soporte**: antihistamínicos y/o corticoides para síntomas cutáneos, antipiréticos para fiebre, antieméticos para náuseas y reposición de fluidos para hipotensión. Si la clínica es progresiva, extensa o con síntomas relevantes, puede ser útil consultar con alergología y/o dermatología

No se recomienda específicamente la premedicación antes de futuros estudios con contraste en pacientes con antecedente únicamente de reacción cutánea tardía leve

Es necesario contar con **equipamiento básico de emergencia** y con los **fármacos necesarios para tratar una posible reacción adversa** al MCI. En cuanto al material básico, se precisan: *fonendoscopio, monitor de presión arterial, pulsioxímetro, acceso a oxígeno, desfibrilador/DEA*. En cuanto a medicación básica, se precisan: **adrenalina 1 mg/1 mL** para administración intramuscular, **Beta-agonista inhalado de acción corta** (inhalador o nebulizador), **antihistamínico y corticoide**

Todo el personal que inyecta contraste intravascular debe estar preparado para reconocer la variedad de eventos adversos que pueden aparecer tras la administración del MCI e instaurar medidas adecuadas para manejar la reacción (avisar al radiólogo responsable, monitorizar al paciente, administrar determinados fármacos y/o solicitar ayuda adicional)

Los medios de contraste basados en gadolinio (MCBG) presentan, en general, una excelente tolerancia clínica y las reacciones adversas agudas son menos frecuentes que con los contrastes yodados

A las dosis habituales (0,1–0,2 mmol/kg en la mayoría de MCBG), la incidencia global de eventos adversos se sitúa aproximadamente entre el **0,07%** y el **2,4%**.

La mayor parte de las reacciones son leves y de tipo fisiológico, destacando la sensación de frío o calor y el dolor en el punto de inyección, las náuseas con o sin vómitos, la cefalea, las parestesias y el mareo.

Las reacciones “tipo alérgico” son poco comunes (0,004–0,7%) y su presentación clínica es similar a la observada con contraste yodados.

Las anafilaxias graves potencialmente mortales están descritas, pero son excepcionales (0,001–0,01%).

Un **antecedente de reacción previa a MCBG incrementa de forma notable el riesgo de una nueva reacción** (alrededor de ocho veces), por lo que en muchos centros se considera motivo para instaurar profilaxis con corticoides antes de reexposiciones.

En pacientes con reacciones previas moderadas o graves a un GBCM específico, puede plantearse cambiar a otro agente y asociar premedicación en exploraciones posteriores, si bien no existen estudios que demuestren de forma concluyente que esta medida reduzca la recurrencia.

El manejo terapéutico de las reacciones agudas a MCBG sigue los mismos principios que el aplicado a las reacciones agudas por contraste yodado

10.1 TC CIV, INFORMACIÓN Y CHECKLIST DE SEGURIDAD⁷

¿En qué consiste la prueba?

Tomografía Computarizada que utiliza radiación ionizante a dosis bajas, **rayos X**, que, de existir riesgo a largo plazo, este sería muy bajo. La prueba tardará entorno a **5-15 minutos**

Se usará contraste yodado para la mejor visualización de las estructuras internas. Su administración es habitualmente intravenosa (en venas del antebrazo). Puede experimentar **sensación transitoria de calor o sabor metálico**.

En caso de extravasación, experimentará hinchazón local generalmente leve.

¿Riesgo-beneficio?

Riesgos globales bajos frente a un **beneficio diagnóstico** potencial **alto**.

Evitar la prueba puede suponer retraso diagnóstico/terapéutico

Las reacciones leves al MCI ocurren entorno al 3% de los pacientes: cefalea, náuseas/vómitos, prurito, eritema/urticaria.

Las **reacciones graves** son **muy infrecuentes**: hipotensión, disnea, arritmias, síncope, afectación renal; y algunas pueden ser tardías. Los eventos extremos, PCR o fallecimiento, son excepcionales.

Checklist preprocedimiento

✓ ¿Antecedente de reacción a un MCI?

✓ ¿Enfermedad renal (monorreno, insuficiencia renal, transplante)?

✓ ¿Diabetes o hipertensión arterial?

✓ ¿Hipertiroidismo?

✓ ¿Próximamente se realizará estudio con radioyodo o gammagrafías?

✓ ¿Posibilidad de embarazo?

Favorecer **hidratación**: beber en torno a **0,5 L** antes y **2 L** después (si no hay contraindicación clínica)

*PCR: parada cardiorrespiratoria

10.2 RM CIV, INFORMACIÓN Y CHECKLIST DE SEGURIDAD⁷

¿En qué consiste la prueba?

Resonancia Magnética que utiliza un **campo magnético y radiofrecuencia** sin emplear radiación ionizante (rayos X). La prueba tardará entorno a **20-60 minutos**

No se realizará la prueba si existen **implantes o materiales metálicos** que **no sean compatibles**. Existirá **ruido** durante la adquisición de las imágenes, por lo que se le facilitarán **taponos/auriculares**. Además, la prueba es **muy sensible al movimiento**, por lo que es importante que permanezca **inmóvil**

¿Riesgo-beneficio?

Riesgos globales muy bajos frente a **beneficio diagnóstico**.

Evitar la prueba puede suponer retraso diagnóstico/terapéutico

Las reacciones leves al MCBG son ocasionales y leves: cefalea, mareo, náuseas/vómitos, hormigueo.

Las **reacciones graves** son **muy raras**: alérgicas/anafilactoides, hipotensión, disnea, arritmias, síncope, afectación renal; y algunas pueden ser tardías.

Los eventos extremos, PCR o fallecimiento, son excepcionales.

Checklist preprocedimiento

- ✓ ¿Antecedente de reacción a MCBG?
- ✓ ¿Enfermedad renal (monorreno, insuficiencia renal, transplante)?
- ✓ ¿Diabetes o hipertensión arterial?
- ✓ ¿Porta dispositivos cardíacos, material intravascular, neuroestimuladores, prótesis, otros cuerpos metálicos, piercings/tatuajes o DIU?
- ✓ ¿Posibilidad de embarazo?

Favorecer **hidratación**: beber en torno a 0,5 L antes y 2 L después (si no hay contraindicación clínica)

Acudir **sin objetos metálicos** y preferentemente **sin maquillaje**

CONCLUSIONES

1. *Seguridad global*: los medios de contraste radiológicos (MCI y MCBG) son fármacos **muy seguros**; la indicación debe basarse en **balance beneficio-riesgo** y **quedar reflejado el consentimiento en el informe**

2. *Riñones y MCI*: la LRA asociada a contraste es un concepto temporal y no siempre implica causalidad. El **principal factor de riesgo** es la **ERC severa**. Con eGFR estable ≥ 45 el MCI IV no se considera un factor nefrotóxico independiente; con eGFR 30-44 el riesgo es muy bajo; con **eGFR < 30 o LRA el paciente es alto riesgo y hay que individualizar**

En la prevención de la LRA postcontraste, si se decide administrar MCI en alto riesgo, la medida con mayor respaldo es **hidratación IV con suero isotónico**

3. *Metformina*: no suele requerir cambios si eGFR > 30 sin LRA. Suspender temporalmente en **LRA, eGFR < 30 o procedimientos con cateterismo arterial**, y reiniciar tras 48 h cuando la función renal sea estable

4. *MCBG y FSN*: la FSN se asocia sobre todo a función renal muy deteriorada, por **mayor "tiempo de exposición"** y posible **liberación parcial de gadolinio**. En **eGFR < 30 o LRA: evitar Grupo I** y priorizar Grupo II a dosis mínima diagnóstica; con eGFR > 30 es excepcional y no requiere precauciones especiales.

5. *Lactancia*: tanto con el MCI como con el MCBG la **excreción en leche y la absorción intestinal** del lactante son mínimas por lo que **no es obligatorio suspender la lactancia**

6. *Embarazo*: los **MCR atraviesan la placenta**. El **MCI puede utilizarse** si es necesario para diagnóstico. Los **MCBG se deben evitar** en uso rutinario; usar solo si es crítico y el beneficio supera el riesgo, preferiblemente un agente de menor riesgo (Grupo II) y a la dosis más baja

7. *Reacciones adversas*: diferenciar entre reacciones alérgico-like vs fisiológicas ya que el manejo y la prevención cambian. La primera opción ante reacción alérgico-like previa es **usar un MCI alternativo**; si la reexposición es inevitable en paciente de alto riesgo, **premedicación corticoide $\pm$ antihistamínico (pauta oral 12-13 h o IV acelerada 4-5 h)**. No elimina el riesgo (pueden existir reacciones "de escape") y no se indica para reacciones fisiológicas ni tardías

BIBLIOGRAFÍA

- ¹Cobos Alonso J, Fontenla-Martínez C, Concepción Aramendía L, Bernabé García JM, Arenas-Jiménez JJ. Introducción a los contrastes yodados: propiedades, administración intravascular y distribución en el organismo. Radiología. 2024;66(Supl 2):S3-S14. doi:10.1016/j.rx.2024.03.007
- ²Rovira À, Ramos A, Asenjo B, Cabrera A, Drake-Pérez M, Ocete RF. Recomendaciones para el uso de medios de contraste basados en gadolinio en estudios con resonancia magnética del sistema nervioso central. Radiología. 2025 Aug 25. doi:10.1016/j.rx.2025.501746
- ³American College of Radiology (ACR) Committee on Drugs and Contrast Media. ACR Manual on Contrast Media. Version 2025 [Internet]. American College of Radiology; 2025 [cited 2026 Jan 25]. Available from: ACR website (Contrast Manual)
- ⁴Perez-Girbes A, Lee JM, Martí-Bonmatí L. Medios de contraste específicos para el estudio del hígado en resonancia magnética. Radiología. 2024 Oct;66(Supl2):S75-S88. doi:10.1016/j.rx.2024.05.004
- ⁵Fraga Rivas P, de Miguel Criado J, García del Salto Lorente L, Gutiérrez Velasco L, Quintana Valcarcel P. Seguridad del paciente en Resonancia Magnética. Radiología. 2023;65(5):447-457. doi:10.1016/j.rx.2023.01.013
- ⁶Vega F. Reacciones adversas al contraste: cómo prevenirlas y cómo tratarlas. Radiología. 2024 Oct;66(Supl 2):S98-S109. doi:10.1016/j.rx.2024.03.011
- ⁷Rodríguez Carnero P, Sebastià Cerqueda C, Oleaga Zufiria L. Responsabilidad del radiólogo en el manejo de los medios de contraste. Consentimiento informado y otras controversias. Radiología. 2024 Oct;66(Supl 2):S124-S131. doi:10.1016/j.rx.2024.04.009
- ⁸Moreno Pastor A, Girela Baena E. Rompiendo mitos en radiología: eliminación de las ayunas precontraste. Radiología. 2024;66(5):471-8. doi:10.1016/j.rx.2023.11.006
- ⁹Lancharro Zapata ÁM, Marín Rodríguez C. Radioprotección y uso de contrastes en pediatría: qué, cómo y cuándo. Radiología. 2016 May;58(Supl 2):92-103. doi:10.1016/j.rx.2016.02.002