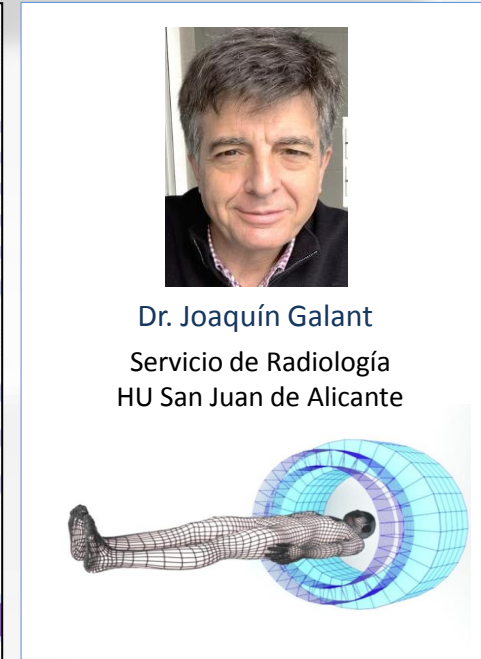
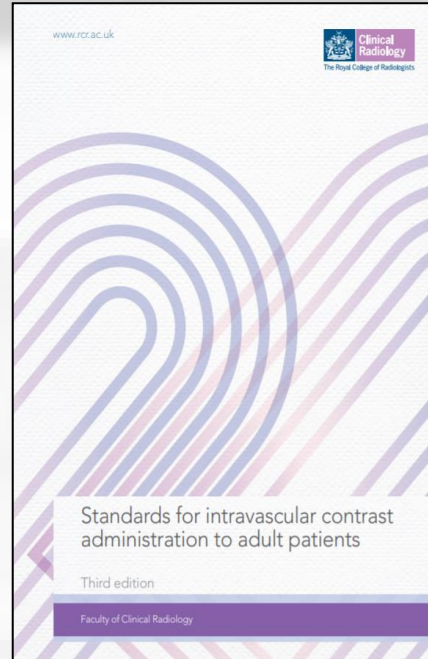
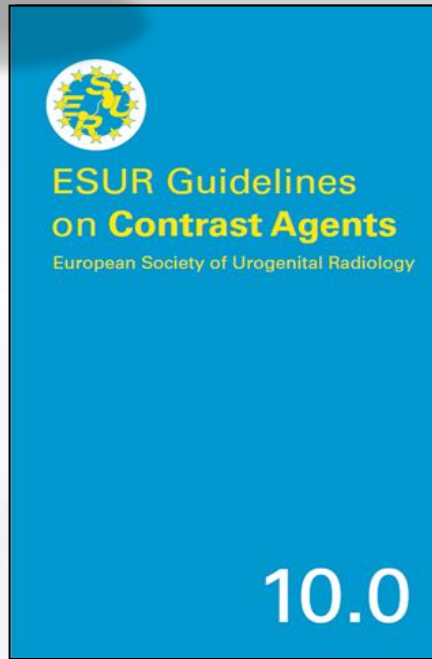
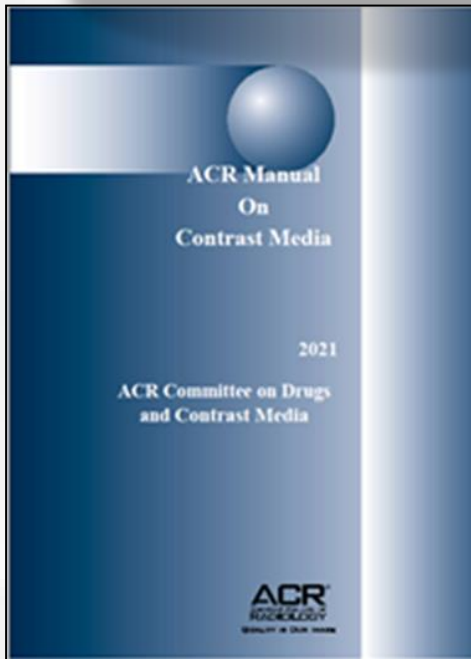
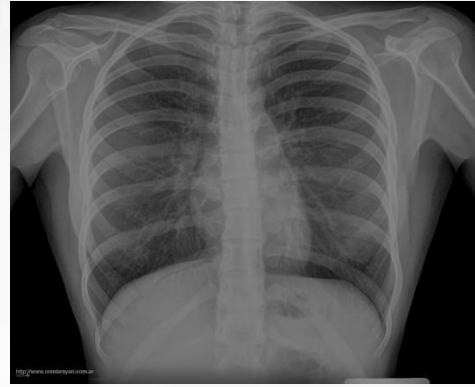
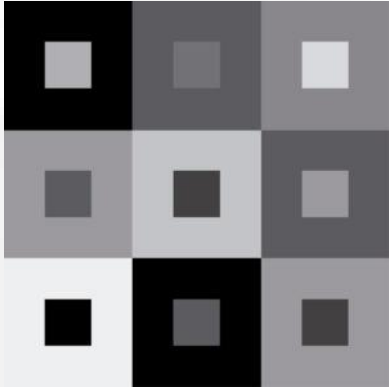


Medios de Contraste en Radiología





Sustancia que al ser administrada mejora la visualización de algunas estructuras.



Contraste en imagen es la diferencia relativa en intensidad que existe entre un punto de una imagen y sus vecinos.

1896 Dutto inyecta en cadáveres una sustancia denominada Yeso de París e identifica radiológicamente las arterias.

1929 Binz y Raths sintetizan una sustancia para uso intravascular relativamente segura, un único átomo de yodo unido a un núcleo de piridina que dio lugar a los monómeros iónicos. Moses Swick lo emplea en exploraciones urográficas.

1910 Bachem y Gunther utilizan sulfato de bario ($BaSO_4$) para estudios gastrointestinales.

1950 Aparición de los derivados triyodados del ácido benzoico. El anillo de benceno estaba unido a una sal sódica o meglumínica, compuestos iónicos.

1968 Primeros compuestos no iónicos: la metrizamida.

MEDIO DE CONTRASTE IDEAL

Los medios de contraste tienen la propiedad de aumentar la diferencia de atenuación entre los diferentes órganos y tejidos.



❖ **No deben ser tóxicos, ni acumularse ni degradarse ni metabolizarse.**

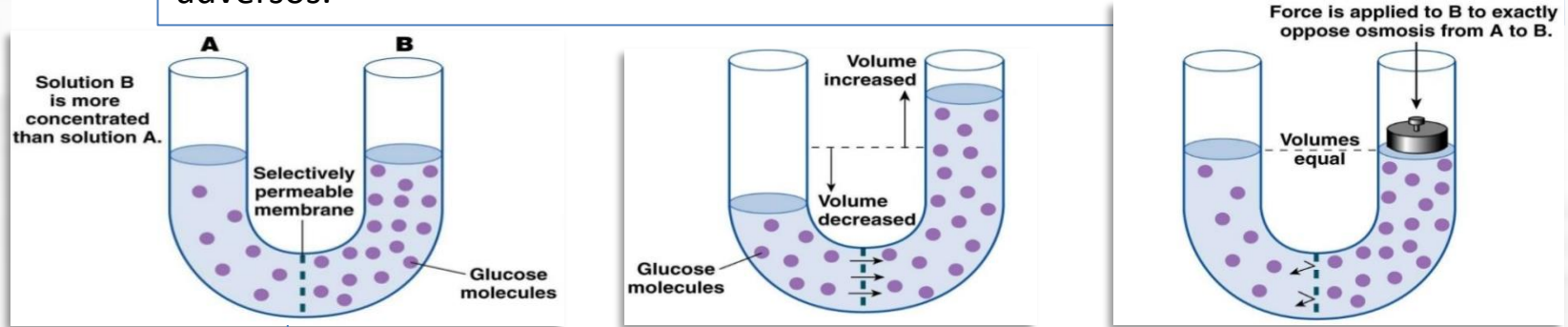
- Deben ser excretados en tiempos cortos con la mínima absorción.
- Farmacológicamente inerte.
- Osmolalidad similar a la de la sangre.
- Preferentemente no iónico.
- Hidrosoluble (evita la penetración celular y atraviesa menos la BHE).
- Estabilidad química.
- Buena tolerancia.

❖ **Deben ser de utilidad clínica.**

- Deben generar contraste entre estructuras, tejidos o fluidos.
- Deben permitir una ventana de tiempo suficiente para la adquisición de imágenes.



La **osmolalidad** es el número de moles de soluto por kilogramo de disolvente. Expresa el número de partículas en la solución. Está relacionada con efectos adversos. Preferible emplear contrastes con osmolalidad parecida a la sangre (275-300 mOsm/kg). El daño endotelial es causa de muchos de los efectos adversos.



Membrana semipermeable: permite el paso selectivo de disolvente pero tiene restringido el paso de solutos

La presión osmótica es la fuerza que debe aplicarse sobre la superficie de la una solución que contiene mayor cantidad de soluto para detener el paso del solvente hacia ella.

El equilibrio osmótico del compartimento sanguíneo se alterará más cuanto mayor sea la diferencia entre la osmolalidad del MC inyectado y la del plasma.

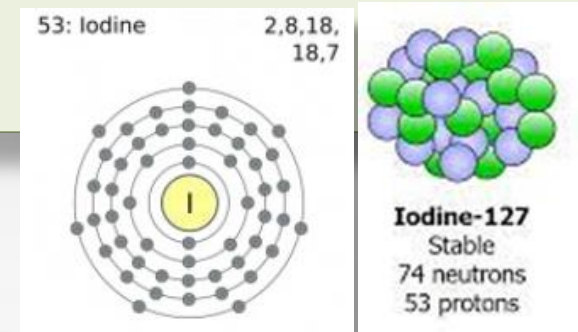


La **ionividad** viene dada por sus radicales en posiciones 1, 3 y 5 del anillo benzoico. Los enlaces iónicos se establecen por la atracción electrostática entre iones de distinto signo. Al disolverse en agua se rompen estos enlaces y las moléculas se disocian en iones aumentando el número de partículas libres. Al hacerlo aumentan la osmolalidad y aumentan su afinidad con proteínas.



CONCEPTOS

El yodo, por su elevado número atómico (53) aumenta el coeficiente de absorción de los rayos X de los tejidos, generando imágenes radioopacas. El peso atómico del mol de Iodo es de 126,9g.



Los MC yodados se distribuyen por todo el organismo extracelularmente entre el espacio vascular y el espacio intersticial, mediante difusión capilar, es decir se comportan como no órgano-específicos.

Los primeros MC empleados clínicamente eran iónicos con osmolaridad entre 1000 y 2000 mOsm/kg. Producían hasta un 15% de reacciones adversas.

Con MC no iónicos la osmolalidad descende. Iopromida 606 mOsm/kg
Iobitridol 915 mOsm/kg
Las reacciones adversas están en torno al 2%.

Hay que recordar que los MC iónicos se disocian en 2 partículas en solución.

$$\text{Osmolalidad} = \frac{\text{Número de partículas del soluto}}{\text{Peso en kg del disolvente}}$$

Los últimos contrastes yodados sintetizados son los dímeros, en los que se emplean 2 anillos de benceno que contienen en total 6 átomos de yodo. Los dímeros no iónicos consiguen mayor opacificación con menor alteración de la osmolalidad pero su viscosidad es mayor.



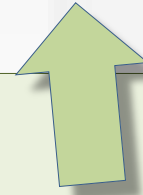
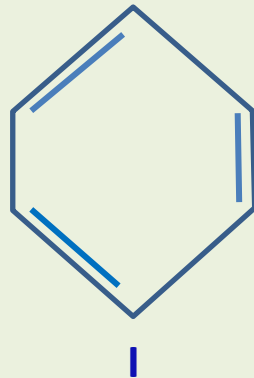
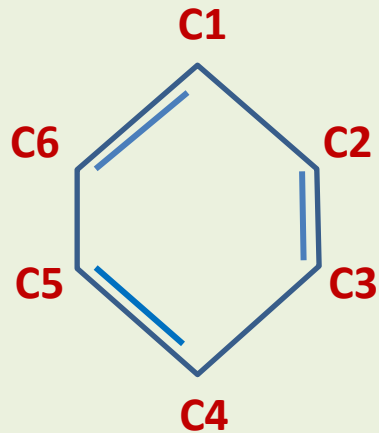
ÁTOMOS de YODO
Calidad de la imagen

GRUPO CARBOXILO

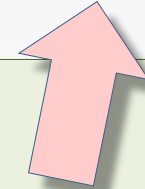
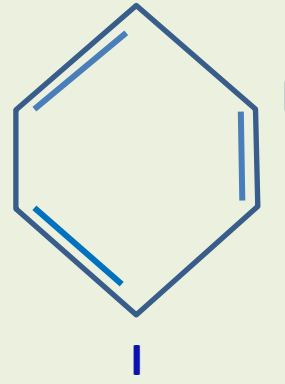
- Param. Electrof.
- Pres. Osmótica
- Hidrofilia

RADICALES R3 y R5

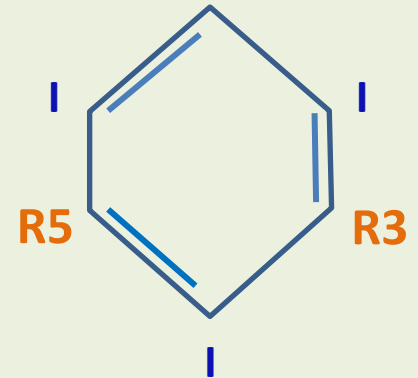
- Lipofilia/toxicidad
- Comp. Osmótico
- Tolerancia
- Eliminación (R5)



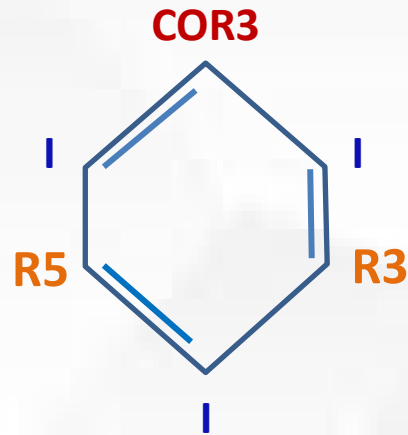
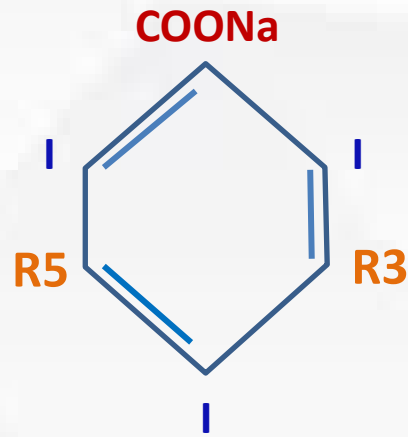
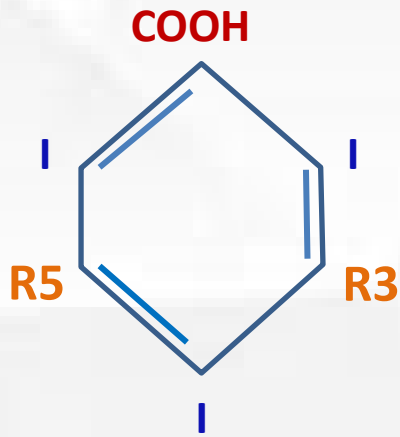
COOH



COOH



Ácido 2,4,6 triyodo benzoico



En los **compuestos iónicos** el radical carboxilo dissociable que ocupa la posición 1 se une a una sal o a una amida como la meglumina para conseguir la hidrosolubilidad.

En los **compuestos no iónicos** el grupo dissociable se reemplaza por un grupo no dissociable hidrofílico. También se introducen cadenas laterales de mayor longitud muy hidrofílicas.

Mayor hidrofilia



Mayor solubilidad.

Menor capacidad de atravesar la membrana celular.

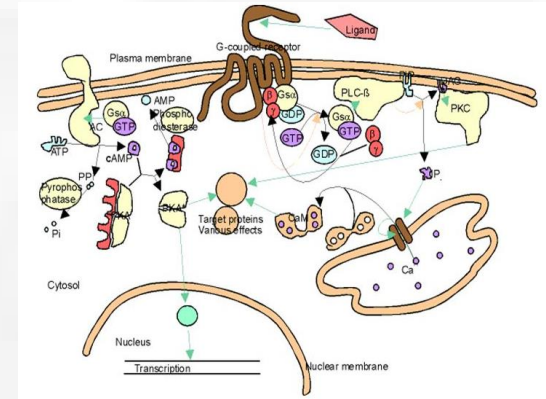
Menor unión a proteínas plasmáticas.

Menor riesgo de activación del Complemento.

Menor liberación de Histamina.



QUIMIOTOXICIDAD: Mecanismo responsable de los efectos tóxicos causados por los AC que no pueden ser explicados por otros motivos.



Tiene su origen en 2 propiedades: lipofilia/hidrofilia y la electronegatividad del anillo de Benceno. La lipofilia es la afinidad por la grasa.

Responsable de la capacidad para atravesar la membrana celular.
Relacionada con la unión a proteínas.



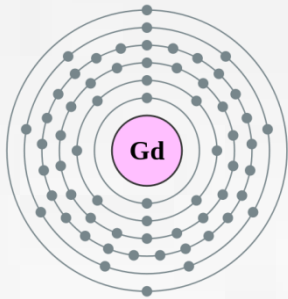
EXCIPIENTES: Para conseguir un pH neutro, similar al de la sangre, que evite las alteraciones del equilibrio ácido/base y la irritación del endotelio vascular, se emplean tampones como el edetato cálcico disódico, el trometamol y el hidróxido de sodio.



Medios de contraste basados en Gadolinio (MCBGd)

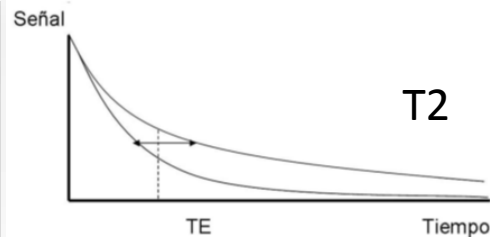
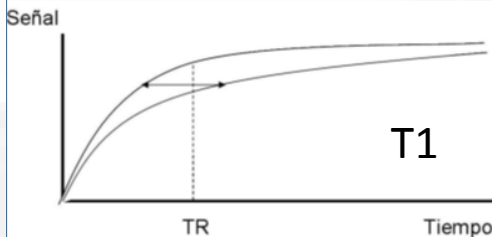
Tabla periódica de los elementos

Elemento de la tabla periódica del grupo de los lantánidos.



- Número atómico 64
- $[Xe] 4f^7 5d^1 6s^2$
- Masa atómica 157,24
- Valencia 3

Sus 7 electrones impares le proporcionan gran capacidad paramagnética al aumentar la intensidad del campo magnético alrededor de su molécula. Esto facilita la relajación longitudinal acortando los tiempos T1 y T2 causando aumento de la señal en potenciación T1 y descenso en T2.



El Gadolinio actúa por su efecto paramagnético, alterando sus tiempos de relajación de los protones de la vecindad. La RM es muy sensible a sus efectos.

Cuando la concentración del Gd es baja, predomina el efecto de acortamiento del tiempo de relajación longitudinal causando hiperseñal en imágenes T1. A concentraciones altas, como en el contraste excretado en vejiga, predomina el acortamiento del tiempo T2 causando pérdida de señal.



Medios de contraste basados en Gadolinio (MCGd)

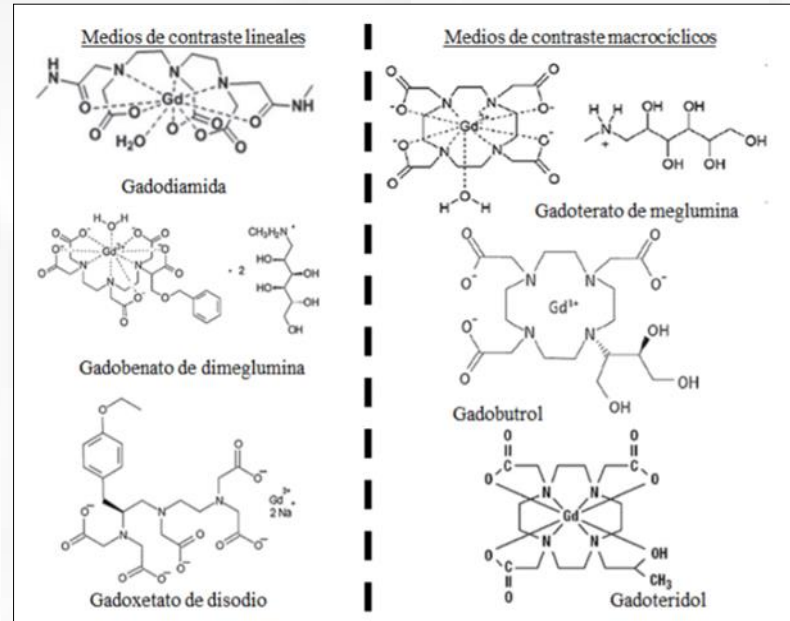
- Para evitar la alta toxicidad del gadolinio libre, los MCGd unen el Gd a quelantes orgánicos.
- Las diferencias entre los diferentes MCGd se basan en su estructura y su carga iónica.
 - Los quelatos pueden ser lineales o macrocíclicos. Los últimos ligan más fuertemente el Gd, resistiendo más la liberación como Gd libre.
 - Pueden ser iónicos o no iónicos. Los iónicos son más estables.

Están disponibles en concentración de 0,5 molar y 1 molar (Gadovist®)

Farmacocinética

La vida media en plasma es de 15-30 minutos, completándose su eliminación en 6 horas. Eliminación por excreción renal por filtrado glomerular pasivo (los MCGd extracelulares). Por heces se elimina menos del 0,1%. Unos pocos agentes presentan cierta excreción biliar (MCGd hepatobiliares).

MCGd hepatobiliares: Inicialmente actúan como MC extracelulares. Como son captados también por los hepatocitos, en fase tardía puede estudiarse su fase específica hepática (a partir de los 20 minutos). Por su excreción biliar permiten realizar estudios colangiográficos.



Los compuestos macrocíclicos abrazan al núcleo de Gd³⁺ envolviéndolo.

Los quelatos de los MCGd iónicos tienen 4-5 grupos carboxilo, mientras que en los no iónicos la unión se realiza con 3 grupos carboxilo y el resto de los grupos amida con uniones menos estables.



Medios de contraste basados en Gadolinio (MCGd)

FIBROSIS SISTÉMICA NEFROGÉNICA

- Descrita por 1ª vez en 1997. En 2006 se la asoció por primera vez con MCGd y su administración a pacientes con IRC.
- CLÍNICA: Se inicia días-meses después de administración de MCGd (excepcionalmente años después) como engrosamiento de la piel y prurito, disminución de la movilidad articular y contracturas. Un 5% progresa y afecta a órganos como corazón, pulmones, esófago, músculos e hígado y puede ser mortal.
- DIAGNÓSTICO: Biopsia de piel.
- TRATAMIENTO: No se dispone actualmente de tratamiento específico.

PATOGENIA (hipótesis)

El ión Gd^{3+} puede liberarse del quelato al ser reemplazado por un catión endógeno como Zn^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} y Ca^{2+} en un proceso denominado transmetalación. Este proceso se ve aumentado en pacientes con IR terminal o severa al alargar la vida media del MC. La acidosis de los pacientes con IR puede también favorecer la disociación.

Al quedar libre el Gd^{3+} puede unirse a aniones fosfato, citratos o carbonatos creando sales insolubles que precipitan en los tejidos.



Son fagocitadas por los macrófagos con liberación de citoquinas y causando proliferación de fibroblastos.

Las medidas de minimización del riesgo que se han implantado parecen ser eficaces a la vista de las revisiones anuales de las notificaciones espontáneas de casos.



Medios de contraste basados en Gadolinio (MCGd)

DEPÓSITO EN TEJIDOS (CEREBRO, HUESO)

- Estudios en animales y en personas que han demostrado una acumulación de gadolinio en tejidos como el hígado, el riñón, el músculo, la piel y el hueso tras la administración de MCGd.
- Existen datos acumulados en la bibliografía actual que demuestran que el gadolinio se deposita en el cerebro.
- Datos preclínicos demuestran que el gadolinio puede liberarse del ligando quelante en el cerebro con los MCGd lineales; no se ha observado esta posibilidad de liberación del ligando quelante con los MCGd macrocíclicos.
- Se han obtenido datos demuestran que los contrastes lineales se depositan en el cerebro, donde se retienen y persisten durante un año como mínimo. Los datos parecen indicar que los MCGd macrocíclicos también se depositan en el cerebro, aunque muestran solo un aumento transitorio del Gd y experimentan una depuración temprana.



EUROPEAN MEDICINES AGENCY
SCIENCE MEDICINES HEALTH

Actualmente se desconocen las consecuencias a largo plazo del depósito de gadolinio pero:

- ❖ Es verosímil la aparición de efectos perjudiciales y una posible interacción con procesos patológicos a la vista de los datos de estabilidad que indican una desquelación de los MCGd lineales in vivo y de la toxicidad conocida del gadolinio no quelado.
- ❖ Se ha observado un aumento en la señal del ND y del globo pálido (GP) en pruebas de imagen sin contraste tras el uso previo de MCGd lineales.
- ❖ Considerando la función de las regiones cerebrales afectadas (ND y GP), estos efectos pueden consistir en efectos sobre la motricidad fina o deterioro cognitivo, sobre todo en las personas con enfermedades neurológicas activas.
- ❖ Es preocupante el hecho de que el depósito de gadolinio pueda empeorar las enfermedades inflamatorias existentes aunque por ahora no ha sido demostrada.



Medios de contraste basados en Gadolinio (MCBGd)



EUROPEAN MEDICINES AGENCY
SCIENCE MEDICINES HEALTH

*PRAC: Pharmacovigilance Risk Assessment Committee

- Con los fundamentos indicados el PRAC* consideró que existían motivos de preocupación graves y razonables acerca del posible daño neurológico asociado a la acumulación de gadolinio en el cerebro.

7 July 2017
EMA/424715/2017

PRAC confirms restrictions on the use of linear gadolinium agents

Benefit-risk balance of certain linear gadolinium agents no longer favourable.

As a result of the review, the PRAC recommends that the intravenous linear agents gadoxetic acid and gadobenic acid should only be used for liver scans in the situations where they meet an important diagnostic need. In addition, gadopentetic acid should only be used for joint scans as the gadolinium concentration in the formulation used for joint injections is very low.

All other intravenous linear agents (gadodiamide, gadopentetic acid and gadoversetamide) should be suspended in line with the PRAC's March 2017 recommendation.

Another class of gadolinium agents known as **macrocyclic agents** (gadobutrol, gadoteric acid and gadoteridol) are more stable and have a lower propensity to release gadolinium than linear agents. These **can continue to be used in their current indications but in the lowest doses that enhance images sufficiently and only when unenhanced body scans are not suitable.**



Medios de contraste basados en Gadolinio (MCBGd)



EUROPEAN MEDICINES AGENCY
SCIENCE MEDICINES HEALTH

MCBGd Aprobados por la FDA

Nombre Comercial	Nombre Genérico	Estructura Química
Dotarem® (Guerbet)	Gadoterato de meglumina	Macro-cíclica
Gadovist® (Bayer)	Gadobutrol	Macro-cíclica
ProHance® (Bracco)	Gadoteridol	Macro-cíclica
Eovist® (Bracco)	Gadoxetato disódico (Primovist)	Lineal
MultiHance® (Bracco)	Gadobenato de Dimeglumina*	Lineal
Magnevist®	Gadopentato de Dimeglumina	Lineal
OptiMARK®	Gadoversetamida (Mallincrodt)	Lineal
Omniscan®	Gadodiamida (GE Healthcare)	Lineal

*El ácido gadoxético ha demostrado utilidad clínica en la obtención de imágenes hepáticas, a la vista de su importante captación hepática, su administración en dosis bajas (0,025 mmol/kg de peso corporal) y el breve tiempo transcurrido hasta la fase tardía (20 minutos), el PRAC consideró que aporta un beneficio añadido a la evaluación del paciente, con una exposición al gadolinio minimizada por la baja dosis administrada y el escaso tiempo transcurrido hasta la fase tardía. Por tanto, el beneficio del ácido gadobénico es mayor que sus riesgos.



FARMACOCINÉTICA

Elevada solubilidad en agua de los MC y su baja unión a proteínas plasmáticas



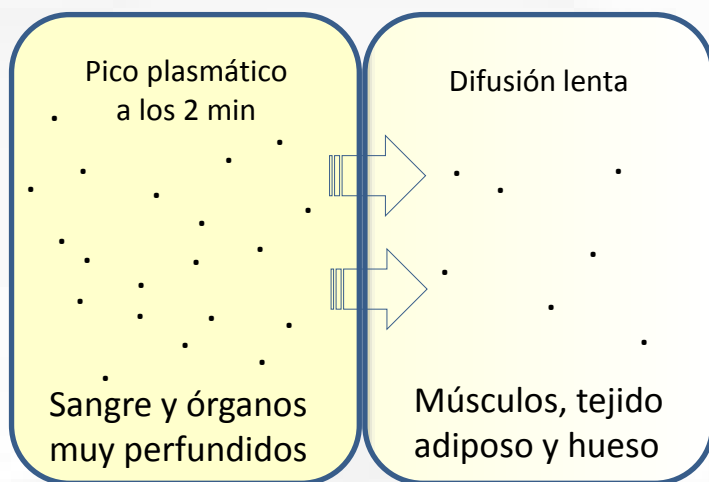
Difusión rápida por espacio extracelular



Espacio vascular

Espacio intersticial

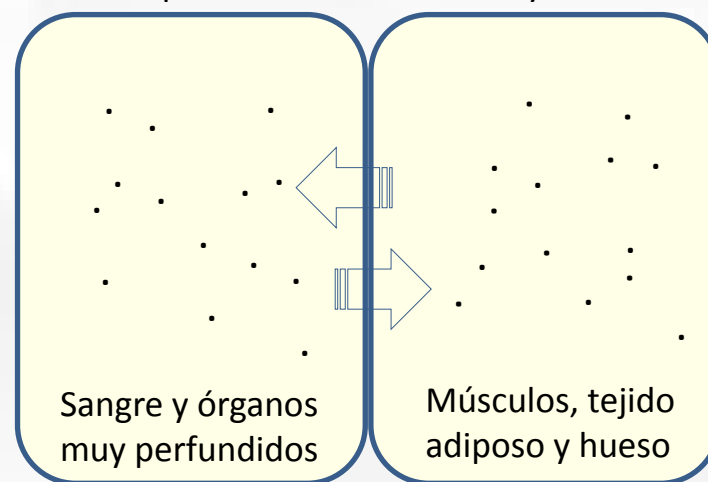
MEDIOS DE CONTRASTE EXTRACELULARES



Componente Central

Componente Periférico

Equilibrio a las 2 h de la inyección



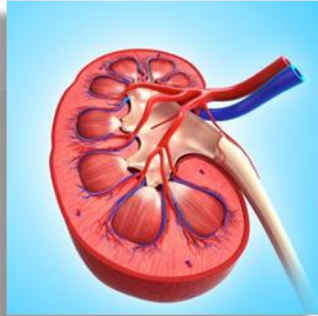
Componente Central

Componente Periférico



FARMACOCINÉTICA

NO SE EXCRETAN NI SE ABSORBEN



Eliminación renal
mediante filtrado
glomerular
prácticamente sin
metabolización



Vida media de
eliminación: 1,5-2 h.
90% de la dosis se
elimina en 24 h.

La eliminación de los MC está íntimamente relacionada con el Aclaramiento de Creatinina

DESDE INYECCIÓN	ELIMINACIÓN IOPROMIDA
30´	18% de la dosis
3 h	60% de la dosis
24 h	92% de la dosis

En individuos sanos la eliminación extra-renal < 4%.

En pacientes con insuficiencia renal la excreción biliar puede aumentar hasta el 20%.

Especialmente con los MC no iónicos, el grado de opacificación que se logra depende fundamentalmente de 2 factores: de la concentración utilizada y de la velocidad de inyección



PROTOCOLO DE INYECCIÓN





INYECCIÓN MANUAL: La utilizamos tan sólo en urografía intravenosa y en TC de cráneo estándar.

INYECCIÓN EN EMBOLADA: Los flujos rápidos (> 3ml/s) compactan el bolo de contraste y permiten estudiar con una inyección única las diferentes fases vasculares.



Los inyectores actuales mediante empuje con suero, logran mayor aprovechamiento del contraste y aumentan la compactabilidad del bolo.

TÉCNICA:

-  Empleo de cánulas/catéteres. No utilizar agujas ni palomillas.
-  Vías preferentes: venas basílica y cefálica en antebrazo, venas medianas en codo, vena cefálica accesoria y excepcionalmente venas del dorso de la mano (en este caso, no superar los 2ml/s).
-  Vía central: sólo si no es posible la vía periférica.
-  Elección adecuada del catéter: no superar los límites de flujo para cada catéter. Los catéteres de 4-5F (unos 20G) no son adecuados para flujos superiores a 2 ml/s.



EXTRAVASACIÓN DEL CONTRASTE

Incidencia: 0,1-0,9% de los pacientes con estudios de TC contrastada.

Factores de riesgo de extravasación

Asociados a la técnica de inyección:

- Mala técnica, accesos distales/venas pequeñas.
- Empleo catéter metálico (“palomillas”).

Pueden agravar la extravasación:

- Caudales altos, volúmenes grandes.
- Falta de supervisión durante inyección.
- Uso de inyector.

Dependientes del paciente:

- Vías dañadas, fragilidad vascular, edad avanzada, quimio/radioterapia.
- Dificultades de comunicación.
- Obesidad.

Mecanismos patogenia:

- Aumento local de la presión síndrome compartimental.
- Relación entre la osmolalidad del MC y necrosis tisular.
- Toxicidad intrínseca del MC (controversia).

Reducción del riesgo:

- Comunicación con paciente.
- Elección correcta de acceso.
- Calibre de catéter adecuado.
- Comprobar vía con suero.
- Vigilancia de inyección.
- Técnica inyección cuidadosa.
- Vías venosas multifenestradas.

Actuación ante la extravasación:

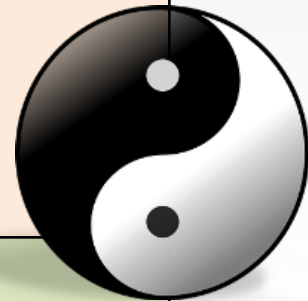
- Detener la inyección.
- Retirar la vía venosa aspirando suavemente.
- Documentar mediante radiografías o CT.

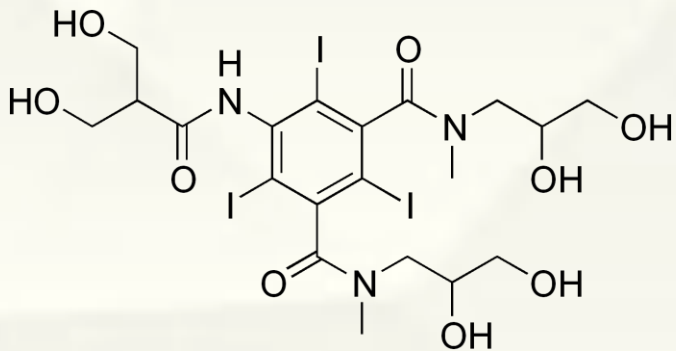


- Documentar en HC.
- Elevación del miembro.
- Aplicar frío local.
- Observación 2 horas. Seguimiento telefónico en 24 h.
- Si evolución desfavorable, contactar con cirugía.

CLASIFICACIÓN MEDIOS DE CONTRASTE YODADOS

MC NEGATIVOS	AIRE, CO2	
MC NEUTROS	AGUA, METILCEL., MANITOL	
MC LIPOSOLUBLES	LIPIODOL	
MC INSOLUBLES EN AGUA	DIYODOPIRIDINA	
DERIVADOS ACIDO TRIYODOBEZOICO	IÓNICOS MONÓMEROS	Diatrizoato
	IÓNICOS DÍMEROS	loxaglato
	NO IÓNICOS MONÓMEROS	lohexol lopamidol lobitridol loversol lopromida lomeprol
	NO IÓNICOS DÍMEROS	Iodixanol lotrolán





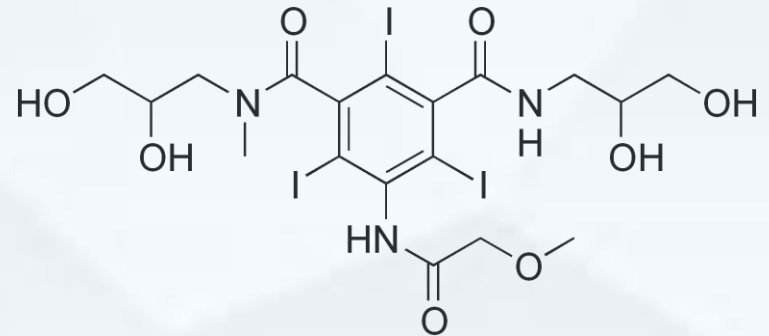
lobitridol

Xenetix 350

lobitridol
 350mg de I/ml
 Viscosidad a 37º: 10 centipoise
 Osmolaridad: 915 mOsm/Kg



Concentración de yodo
 en mg/ml de solución



Iopromida

Ultravist 370




Iopromida
 370mg de I/ml
 Viscosidad a 37º: 10 centipoise
 Osmolaridad: 774 mOsm/Kg







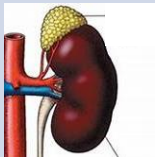
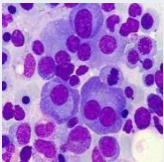
VALORACIÓN DE PACIENTES PREVIA A LA INYECCIÓN DEL MC

CONFIRMAR: Que la inyección de contraste es adecuada para el paciente y para la indicación.	→	Valoración de la solicitud de prueba y necesidad de contraste.
VALORAR: Riesgo de reacción adversa y beneficio de la prueba.	→	Revisión de factores de riesgo incluyendo interacciones medicamentosas.
DISPONER: Recursos para tratar cualquier reacción que pudiera ocurrir.	→	Disponer de profesionales entrenados, circuitos establecidos ante emergencia y material a emplear estratificado por severidad de reacción (incluye carro de paradas).




¿SON NECESARIAS LAS AYUNAS ANTES DE LA INYECCIÓN DE MC?

	A diferencia de los antiguos MC hiperosmolares empleados en el pasado, El riesgo de vómitos empleando los actuales MC iso-osmolares es muy bajo.
	No se han obtenido datos que indiquen que el ayuno previo a inyección de MC prevenga las náuseas, vómitos o aspiración pulmonar.
	Unido a los efectos adversos que pueden generar las ayunas como hipoglucemia y malestar... NO ES IMPRESCINDIBLE LA AYUNA PREVIA A INYECCIÓN RUTINARIA DE MC.

FACTORES DE RIESGO A REACCIÓN ADVERSA AL CONTRASTE

Povidona yodada, Pescados, Mariscos, Alergias alimentarias		No aumenta más el riesgo de reacción alérgica al mc yodado que otras alergias	El riesgo es bajo y no requieren evitar MC ni premedicación.
Cardiopatía		Puede complicar reacción de cualquier tipo al contraste.	El riesgo es bajo y no requieren evitar MC ni premedicación.
Pacientes con asma		Pueden desarrollar más fácilmente broncoespasmo	El riesgo es bajo y no requieren evitar MC ni premedicación.
Anemia de células falciformes		No hay evidencia de que los contrastes actuales aumenten el riesgo de crisis falciforme	No requieren evitar MC ni premedicación.
Feocromocitoma		No hay evidencia de que MC actuales aumenten riesgo de crisis hipertensiva	Se recomienda hidratar a los pacientes antes de la inyección de MC. En inyección intraarterial puede estar indicado el bloqueo α y β con fármacos v.o.
Mieloma Múltiple		Los pacientes con MM y función renal normal no tienen mayor riesgo de LRA-PC si están bien hidratados.	Emplear contrastes iso-osmolares y corregir hipercalcemia si existe.

FACTORES DE RIESGO A REACCIÓN ADVERSA AL CONTRASTE

<p>Hipertiroidismo</p>		<p>Pacientes con historia de hipertiroidismo pueden desarrollar tirotoxicosis tras MC yodado, pero la complicación es rara.</p>	<p>En general no es necesaria la profilaxis, salvo hipertiroidismo manifiesto. En pacientes de riesgo alto el endocrinólogo puede administrar tratamiento y controlar al paciente.</p>
<p>Inyección Yodo radiactivo</p>		<p>El MC puede interferir con la captación de I .</p>	<p>Se recomienda no inyectar MC yodado 2 semanas antes de inyección de yodo radiactivo.</p>
<p>Miastemia gravis</p>		<p>persiste cierta controversia entre estudios con conclusiones contradictorias</p>	<p>No se aconseja premedicación.</p>
<p>Fármacos nefrotóxicos</p>		<p>Ciclosporina Cisplatino Aminoglucósidos AINEs</p>	<p>No se recomienda interrumpir la medicación antes de la inyección de MC.</p>
<p>Tratamiento con Interleucina-2</p>		<p>Puede aumentar el riesgo de reacciones tardías al contraste, en general cutáneas.</p>	<p>No es necesario interrumpir tratamiento. No se aconseja premedicación.</p>
<p>Beta bloqueantes</p>		<p>Pueden aumentar riesgo y severidad de reacción</p>	<p>El riesgo es bajo y no requieren evitar MC ni premedicación.</p>



REACCIONES ADVERSAS AGUDAS AL CONTRASTE

- Las reacciones adversas disminuyeron con el cambio a MC no iónicos de baja osmolalidad.
- La gran mayoría ocurren en los primeros 20 minutos tras la inyección del MC.

REACCIONES SIMILARES A LA ALERGIA

CLÍNICA: Manifestaciones parecidas a reacciones alérgicas. Se denominan similares a la alergia porque puede no demostrarse respuesta antígeno-anticuerpo y suelen ser idiosincráticas.

Urticaria, prurito, edema cutáneo, congestión nasal, estornudos, conjuntivitis, rinorrea, picor de garganta, ronquera, sibilancias, disnea, hipotensión, shock anafiláctico (hipotensión + taquicardia).

PATOGENIA: Múltiples mecanismos. Pueden actuar a través de sustancias vasoactivas o mediadores (histamina, complemento, sistema quinina.-calicreina...). En muy pocos casos la liberación de histamina está mediada por IgE y es detectable por test epidérmicos o intradérmicos.

No dependen de la dosis ni concentración a partir de un umbral no conocido.

REACCIONES ADVERSAS FISIOLÓGICAS

CLÍNICA: Náuseas, vómitos, rubor, calor, escalofríos, cefalea, mareos, ansiedad, alteración del gusto, hipertensión, dolor pecho, reacción vasovagal, convulsiones.

PATOGENIA: Probablemente relacionadas con propiedades moleculares específicas. La hiperosmolalidad, la unión al calcio que produce hipocalcemia y la unión a ciertos activadores son los mecanismos principales.

Suelen depender de la dosis y de la concentración.

Pacientes con antecedente de reacción similar a la alergia a MC pueden necesitar premedicarse previamente a estudio con mismo MC mientras que los de reacción fisiológica no se beneficiarán con premedicación .




REACCIONES ADVERSAS AGUDAS AL CONTRASTE

Ocurren en la 1ª hora tras su administración

Las reacciones adversas a MC son poco frecuentes y la mayoría no son severas.

Frecuencia de reacciones adversas a MCI:	2-7/10 ³
Frecuencia de reacciones severas a MCI:	4/10 ⁴
Frecuencia de muertes tras MCI:	2,1-9 /10 ⁶
Frecuencia de reacciones adversas a MCGd:	1-2,1/10 ⁴
Frecuencia de reacciones severas a MCGd:	2,5-8/10 ⁵

FACTORES DE RIESGO de mayor importancia	<input type="checkbox"/> Reacción previa moderada o grave a MC <input type="checkbox"/> Asma que requiere tratamiento médico	
	<input type="checkbox"/> Alta osmolaridad <input type="checkbox"/> Isosmolares ~ Hiposmolares	YODADOS
	<input type="checkbox"/> Similar entre los contrastes extracelulares. <input type="checkbox"/> La osmolaridad no es factor en MC Gd	GADOLINIO

RECOMENDACIONES

Emplear contrastes No iónicos


Si antecedente, emplear agente de contraste diferente (previa consulta a alergología)

Mantener al paciente en entorno médico 30 minutos tras administración

Premedicación: no hay evidencia suficiente de su efectividad en reacciones agudas graves

Equipación para reanimación disponible y a mano.

GUÍA ESUR 10.0

	HIPERSENSIBILIDAD ALÉRGICAS	GRADO (Ring y Messmer)	QUIMIOTÓXICAS (FISIOLÓGICAS)
LEVES	Urticaria leve Picor leve Eritema	Grado 1 Grado 1 Grado 1	Náuseas/vómitos leves Calor/escalofríos Ansiedad Reacción vasovagal que se resuelve espontáneamente
MODERADAS	Urticaria marcada Broncoespasmo leve Edema facial/laríngeo	Grado 1 Grado 2 Grado 2	Reacción vasovagal
GRAVES	Shock hipotensivo Parada cardiaca Parada respiratoria	Grado 3 Grado 4 Grado 4	Arritmia Convulsión



ACTUACIÓN UNA VEZ RESUELTO EL EPISODIO DE REACCIÓN AGUDA MODERADA O GRAVE A UN AC

1

COMPROBAR
EVIDENCIA
DE ALERGIA

Muestras de sangre para determinar histamina y triptasa a la hora y a las 2 horas. Si permanece en el hospital, también a las 24 horas.

Valoración por **alergólogo** entre 1 y 6 meses tras reacción (realización de pruebas cutáneas).

Información a alergólogo debe indicar que el paciente ha sufrido una reacción de hipersensibilidad tras AC, tipo de agente (yodado, gadolinio o ecográfico), nombre del agente y dosis administrada, vía de administración, tiempo entre administración y síntomas y descripción de éstos.

2

REGISTRAR
LA
REACCIÓN

Registrar en HC el nombre y dosis del AC, detalles de la reacción y tratamiento.

Registrar como **evento adverso** (SINEA).

Si reacción grave o inusual reportar a farmacovigilancia nacional.



REACCIONES ADVERSAS TARDÍAS

Ocurren entre una hora y una semana tras su administración

REACCIONES

- Con mayor frecuencia cutáneas: rash máculopapular, eritema, edema y prurito. Suelen ser leves a moderadas y autolimitadas.
- Náuseas, vómitos, cefalea, algias musculares, fiebre.

FACTORES de RIESGO (Reacciones cutáneas)

- Antecedentes de reacción tardía al MC.
- Tratamiento con interleucina-2.
- Empleo de dímeros no iónicos.



RECOMENDACIONES

Emplear contrastes NO IÓNICOS

Emplear MC distinto al que causó la reacción (evitar agentes que muestren reactividad cruzada)

Mantener al paciente en entorno médico 30 minutos tras administración

En algunos casos pruebas epicutáneas e intradérmicas de confirmación si antecedente

Premedicación no recomendada de forma general



REACCIONES ADVERSAS MUY TARDÍAS

Ocurren pasada una semana de su administración

TIROTOXICOSIS (MC yodados)

- Son pacientes de riesgo:
- Enfermedad de Graves no tratada.
- Bocio multinodular con autonomía tiroidea (especialmente si ancianos y/o viven en zona de deficiencia dietética de yodo).



RECOMENDACIONES

- No administrar si hipertiroidismo manifiesto.
- En algún caso, en pacientes de riesgo alto y deficiencia dietética de yodo, el endocrinólogo puede prescribir tratamiento.
- Pacientes de riesgo deben ser controlados por endocrinólogo.



REACCIONES ADVERSAS MUY TARDÍAS

FIBROSIS SISTÉMICA NEFROGÉNICA (gadolinio)

- Suele debutar antes de los 3 meses de la administración.
- Comienza con dolor, prurito, hinchazón, edema de piel generalmente de inicio en las piernas.
- Más tardíamente, la piel y subcutáneo se engruesan, se desarrolla fibrosis de órganos internos como músculos, diafragma, corazón, hígado y pulmones. Si progresa puede causar la muerte.

FACTORES DE RIESGO



- Insuficiencia renal terminal con $FG < 15 \text{ ml/min/1,73m}^2$. Menor asociación en grupo de FG de $15\text{-}29 \text{ ml/min/1,73m}^2$.
- Pacientes en diálisis.
- La mayoría causados por gadodiamida, otros casos con gadopentato de dimeglumina y con gadoversetamida.
- El riesgo aumenta al aumentar la dosis y número de exposiciones.
- La acidosis, elevación de hierro, hiperfosfatemia, hipercalcemia...




REACCIONES ADVERSAS MUY TARDÍAS

FIBROSIS NEFROGÉNICA SISTÉMICA II

AGENTES DE RIESGO ALTO	Gadodiamida (Omniscan®) con quelato lineal no iónico DTPA-BMA Gadopentato de dimeglunina (Magnevist®) quelato iónico DTPA Gadoversetamida (Optimark®) quelato lineal no iónico DTPA-BMEA
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none">○ La AEM ha suspendido el uso intravenoso de Omniscan® y Magnevist® y ya no se comercializa en europa Optimark®○ La AEM permite el uso de Magnevist® para arteriografía.
AGENTES DE RIESGO INTERMEDIO	<ul style="list-style-type: none">○ Gadobenato de dimeglumina (Multihance®) con quelato lineal iónico BOPTA○ Gadoxetato de disodio (Primovist®) quelato lineal iónico EOB-DTPA
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none">○ Uso admitido por la AEM solo para estudios hepatobiliares.
AGENTES DE RIESGO BAJO	<ul style="list-style-type: none">○ Gadobutrol (Gadovist®) quelato cíclico no iónico BT-DO3A○ Gadoterato de meglumina (Dotarem® y genéricos) quelato cíclico iónico DOTA○ Gadoteridol (Prohance®) quelato cíclico no iónico HP-DO3A
RECOMENDACIONES	<ul style="list-style-type: none">○ Precaución si FG < 30ml/min.○ No denegar exploraciones bien indicadas. Menor dosis posible. Registrar nombre y dosis del contraste empleado.







LESIÓN RENAL AGUDA POST-CONTRASTE (LRA-PC)

Definición	Aumento en 0.3 mg/dl de la creatinina sérica o Aumento mayor de 1.5 veces el valor basal (48-72 h)
Tasa de Filtrado Glomerular Estimada (TFGe)	En ≥ 18 años emplear fórmula CKD-EPI para su cálculo (1) En niños emplear la fórmula revisada de Schwartz
Factores de riesgo 	<ul style="list-style-type: none">➤ Inyección intraarterial con exposición renal de primer pase (2) con TFGe < 45 ml/min/1.73m² o en pacientes de UCI.➤ TFGe < 30 ml/min/1.73m² en inyección intravenosa o intraarterial con exposición renal de segundo pase (3).➤ Fallo renal agudo (confirmado o sospecha).➤ MC hiperosmolar.➤ Múltiples inyecciones de MC en 58-72 horas.➤ Inyección intraarterial con exposición renal de primer pase y cantidades de MC altas.

- (1) Para el cálculo de TFGe podemos emplear las calculadoras de TFGe disponibles en internet que empleen CKD-EPI)
- (2) Definimos inyección intraarterial con exposición renal de primer pase a la introducción del MC en la que éste accede a las arterias renales poco diluido (inyección en cavidades cardiacas izquierdas, aorta suprarenal o en arterias renales).
- (3) La inyección intraarterial con exposición renal de segundo pase es aquella en que el MC llega a las arterias renales relativamente diluido como en inyección en corazón derecho, a. pulmonar, carótida, subclavia, coronarias, mesentéricas o infrarrenales).



LESIÓN RENAL AGUDA POST-CONTRASTE (LRA-PC) II

 Medir TFGe antes de inyectar un MC yodado. Pautas recomendadas admitidas: 1.- En todos los pacientes 2.- En pacientes de riesgo: Antecedentes de enfermedad renal (TFGe < 60ml/min/1,73m ² , cirugía renal, proteinuria, HTA, hiperuricemia, diabetes mellitus.	
 Analítica de < 7 días en enfermedad aguda, reagudizada o ingresados.	Analítica de < 3 meses en el resto.
Pacientes de riesgo (diapositiva anterior) hay que realizar alguna de las 2 pautas de hidratación Intentar método de imagen alternativo sin MC yodado.	
 Pauta hidratación con bicarbonato sódico i.v. en inyección i.v de MC yodado:	➤ Bicarbonato sódico i.v. 1,4% (154 mmol/l en dextrosa 5%) 3ml/kg/h 1 hora antes de inyección del MC
 Pauta hidratación con suero fisiológico i.v. en inyección i.v de MC yodado:	➤ Suero salino 0,9% i.v. 1 ml/kg/h 3-4 h antes de MC yodado y 4-6 h después de MC yodado

Paciente promedio: 250 ml de bicarbonato sódico 1/6 molar en perfusión la hora previa a la inyección del MC

La pauta con bicarbonato causa poca sobrecarga de volumen y consume menor tiempo.

En pacientes con ICC (grados 3-4 de NYHA) o insuficiencia renal terminal (TFGe < 15 ml/min/1,73m²) el médico responsable del paciente debería individualizar la pauta de hidratación.

Si la inyección del MC yodado es intra-arterial con exposición renal de 1er pase, la pauta de hidratación con bicarbonato se prolonga 4-6 h tras inyección. La pauta con suero salino se mantendría igual.



LESIÓN RENAL AGUDA POST-CONTRASTE (LRA-PC) II

EXPLORACIONES URGENTES

Determinar TFGe siempre que la urgencia lo permita

TFGe documentada, paciente de riesgo

Establecer pauta de hidratación como en exploración programada

TFGe no disponible pacientes de riesgo

Establecer pauta de hidratación como en exploración programada

Para inyección i.v. o i.a. con exposición renal de 2º pase

- NaHCO₃ i.v. 1,4% (154 mmol/l en dextrosa 5%)
3ml/kg/h 1 hora antes de inyección del MC

ó

- Suero salino 0,9% i.v. 1 ml/kg/h
3-4 h antes de MC yodado y 4-6 h después de MC

Para inyección i.a. con exposición renal de 1er pase

- NaHCO₃ i.v. 1,4% (154 mmol/l en dextrosa 5%)
3ml/kg/h 1 hora antes de inyección del MC seguida de
1ml/kg/h 4-6 horas tras inyección del MC

ó

- Suero salino 0,9% i.v. 1 ml/kg/h
3-4 h antes de MC yodado y 4-6 h después de MC



LESIÓN RENAL AGUDA POST-CONTRASTE (LRA-PC) II

RECOMENDACIONES

GENERALES	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Emplear MC hipo-isoosmolares<input type="checkbox"/> Utilización de mínima dosis de contraste diagnóstica
EN INYECCIÓN INTRAARTERIAL CON EXPOSICIÓN DE PRIMER PASE	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Mantener uno de los cocientes (para concentraciones de 350 mg/ml): Dosis de MC (g/l) / TFG_e (ml/min) < 1,1 Volumen MC (ml) / TFG_e (ml/min/1,73m²) < 3.0
TRAS EXPLORACIÓN EN PACIENTES RIESGO	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Mantener la hidratación en casos indicados anteriormente<input type="checkbox"/> Medir TFG_e 48 h tras inyección del MC<input type="checkbox"/> Si tras 48 h diagnóstico de LRA-PC, monitorizar con mediciones TFG_e a intervalos los siguientes días

ADVERTENCIAS

Las profilaxis farmacológicas no han demostrado ser eficaces en la prevención de la LRA-PC

No se recomienda la hidratación oral como único medio de hidratación preventiva

CUESTIÓN 1



Protocolo de actuación en pacientes diabéticos que toman **Metformina** a los que se va a inyectar MC yodado

La Metformina es un antidiabético oral cuyo riesgo más grave de su administración es la acidosis láctica. Su eliminación es enteramente renal sin metabolización. El 90% se elimina en 24 h y su vida media es de 6,2 h.

En pacientes con Insuficiencia Renal (IR), la inyección de MC yodados puede aumentar el riesgo de ocasionar acidosis láctica. Los MC yodados no son factor de riesgo para acidosis láctica en pacientes con Metformina si la función renal es normal.

Se realizará **control de la TFGe en las primeras 48 h** y se volverá a su pauta de administración si se mantiene la función renal.

Pacientes con **TFGe > 30ml/min/1,73m²** sin evidencia de daño renal agudo, **no es necesario interrumpir administración de Metformina** (inyección de MC yodado i.v o i.a. con exposición renal de 2º pase).

- Pacientes IRC con **TFGe < 30ml/min/1,73m²**
ó
 Inyección intra-arterial con exposición renal de **1er pase**
ó
 IRA



Se debe suspender 48 h la Metformina desde la inyección del MC.

CUESTIÓN 2



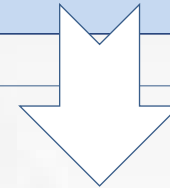
¿Qué cuidados o actuaciones hay que realizar en pacientes en diálisis ante inyección de MC?

Consideraciones:

- Todos los MC se pueden eliminar mediante hemodiálisis o diálisis peritoneal.
- No hay evidencia probada de beneficio con la realización de diálisis en pacientes con inyección de MC yodado.
- En pacientes anúricos con IR terminal sin trasplante funcional no hay riesgo de agravar el daño renal.

¿Cuál es la recomendación?

Considerar a los pacientes con diuresis mayor de 100-200ml/día como alto riesgo para LRA-PC como pacientes con $\text{TFGe} < 30\text{ml/min/1,73m}^2$.



Realizar pauta de hidratación intravenosa con solución de bicarbonato o con suero fisiológico.

No es necesario alterar la agenda de diálisis ni realizar sesión extra.

En el caso de Gadolinio la guía ESUR 10.0 recomienda adaptar la sesión de hemodiálisis y realizar sesión extra.

CUESTIÓN 3



Empleo de contrastes no radioactivos durante el embarazo

Consideraciones:

- ❑ Los MC (yodados y Gd) en cierta medida cruzan la barrera hemato-placentaria, se produce excreción urinaria fetal al líquido amniótico, son deglutidos e incluso se pueden absorber también vía intestinal.
- ❑ Con MC yodados no hay evidencia de efectos mutagénicos o teratogénicos en estudios in vivo en animales.
- ❑ No hay documentados hasta la fecha casos de hipotiroidismo neonatal tras inyección de MC yodados a mujeres gestantes.
- ❑ No se conocen efectos adversos sobre el feto causados por MC basados en gadolinio.
- ❑ No se conocen casos de FNS asociadas a MCGd durante embarazo) aunque existe riesgo potencial.

La información recibida por el paciente y el **consentimiento informado**, deben involucrar tanto al radiólogo como al médico solicitante.

Recomendaciones:

- ✓ Se pueden realizar estudios con contraste a mujeres embarazadas (si indicación es clara, MCY y MCGd).
- ✓ No es necesario hacer test de embarazo en casos de posible embarazo.
- ✓ Si se va a emplear Gd, utilizar agentes de bajo riesgo de FNS (macrocíclicos) con la menor dosis diagnóstica posible.
- ✓ En embarazadas con insuficiencia renal, no administrar MCGd.

En caso de antecedente de reacción similar a alergia puede realizarse pauta de premedicación con empleo de corticoides.

CUESTIÓN 3



¿Se pueden emplear contrastes no radioactivos durante el embarazo ?

Consideraciones:

- ❑ Los MC (yodados y Gd) en cierta medida cruzan la barrera hemato-placentaria, se produce excreción urinaria fetal al líquido amniótico, son deglutidos e incluso se pueden absorber también vía intestinal.
- ❑ Con MC yodados no hay evidencia de efectos mutagénicos o teratogénicos en estudios in vivo en animales.
- ❑ No hay documentados hasta la fecha casos de hipotiroidismo neonatal tras inyección de MC yodados a mujeres gestantes.
- ❑ No se conocen efectos adversos sobre el feto causados por MC basados en gadolinio.
- ❑ No se conocen casos de FNS asociadas a MCGd durante embarazo) aunque existe riesgo potencial.

La información recibida por el paciente y el **consentimiento informado**, deben involucrar tanto al radiólogo como al médico solicitante.

Recomendaciones:

- ✓ Se pueden realizar estudios con contraste a mujeres embarazadas (si indicación es clara, MCY y MCGd).
- ✓ No es necesario hacer test de embarazo en casos de posible embarazo.
- ✓ Si se va a emplear Gd, utilizar agentes de bajo riesgo de FNS (macrocíclicos) con la menor dosis diagnóstica posible.
- ✓ En embarazadas con insuficiencia renal, no administrar MCGd.

En caso de antecedente de reacción similar a alergia puede realizarse pauta de premedicación con empleo de corticoides.

CUESTIÓN 4

Empleo de contrastes no radioactivos durante la lactancia materna



Se puede considerar segura si la cantidad que llega al lactante es menor del 10 % de la dosis terapéutica.

- Alto peso molecular
- No solubles en grasa
- Baja adhesión a proteínas de la leche y del plasma.

A la leche materna oscila entre el 0,01 y 0,5% de la dosis intravenosa administrada

De esta cantidad solo una parte insignificante (menos del 1%) llegará al TGI del lactante para ser absorbida

La concentración máxima se alcanza a las 5 horas tras la inyección. La vida media es de 1-2 horas.

RECOMENDACIÓN

NO ES NECESARIA LA INTERRUPCIÓN DE LA LACTANCIA

CUESTIÓN 5

¿Qué precauciones hay que tener en **neonatos** y **niños pequeños**?



Consideraciones y Recomendaciones:

- El efecto de la osmolalidad del MC es especialmente importante en neonatos y niños pequeños. Dentro de los agentes no iónicos existe variación significativa en la osmolalidad con concentraciones de yodo equivalentes. En lo posible, es recomendable emplear los de menor osmolalidad (recomendación no generalizada).
- Se debe emplear un método adecuado en este grupo de edad para el cálculo de la TFGe. Se recomienda el empleo de la ecuación de Bedside Schwartz:
$$TFGe = (0,41 \times \text{altura en cm}) / \text{Creatinina sérica.}$$
- La dosis del MC se debe ajustar por edad y peso.

CUESTIÓN 6

Respuestas a 4 preguntas rápidas

A

Pregunta: ¿Es recomendable realizar test cutáneos para predecir la probabilidad de reacción adversa al MC?

Respuesta: **La realización de test intradérmicos no ha demostrado utilidad para minimizar el riesgo de reacción.**

B

Pregunta: ¿Podemos usar MC basados en Gadolinio en TAC como alternativa a contrastes yodados?

Respuesta: **No es recomendable ya que son más nefrotóxicos a dosis equivalentes de atenuación de rayos X.**

C

Pregunta: ¿Es útil el tratamiento con estatinas, vasodilatadores renales u otros fármacos como profilaxis del daño renal asociado al MC?

Respuesta: **Ningún tratamiento farmacológico ha demostrado protección consistente frente a la LRA-PC.**

D

Pregunta: ¿Son igual de eficaces los métodos de hidratación previa a inyección de MC?

Respuesta: **La hidratación intravenosa con solución de bicarbonato sódico es igual de eficaz que con suero fisiológico intravenoso. La hidratación oral puede ser un complemento pero no la única forma de hidratación.**

CUESTIÓN 7

¿Cuál es el **tiempo** mínimo que debemos espaciar las inyecciones de contraste en un paciente?



Recordatorio: La vida media de eliminación de tanto de los MCY como de los MCGd es de 2h, el 75% se excreta en las primeras 4 h y el 92% a las 24 h (promedio de MC).

Recomendaciones entre inyecciones de MC yodado:

- Función renal > 30 ml/min/ $1,73$ m²: Espaciar al menos 4 horas.
- Función renal < 30 ml/min/ $1,73$ m²: Espaciar al menos 48 horas.

Recomendaciones entre inyecciones de MC Gd:

- Función renal > 30 ml/min/ $1,73$ m²: Espaciar al menos 4 horas.
- Función renal < 30 ml/min/ $1,73$ m²: Espaciar al menos 48 horas.

Recomendaciones entre inyecciones de MC yodado y MC Gd:

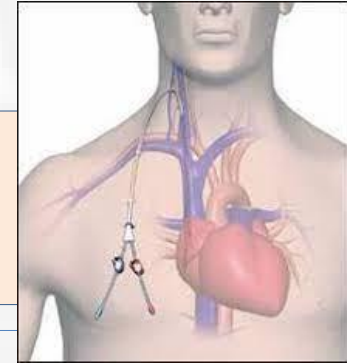
- Función renal > 30 ml/min/ $1,73$ m²: Espaciar al menos 4 horas.
- Función renal < 30 ml/min/ $1,73$ m²: Espaciar al menos 7 horas.

Las recomendaciones de la **ACR** no son tan concretas como las de la ESUR e indican tan sólo que la decisión de realizar inyecciones cercanas es clínica y subjetiva. Debe aumentarse la precaución en pacientes de riesgo.

Por la atenuación que crea el Gd, en estudios de abdomen, preferible 1º TAC y luego RM.

CUESTIÓN 8

¿Podemos utilizar con seguridad una vía central para inyectar contraste?



Consideraciones:

- Con frecuencia es necesaria la realización de estudio de TC en pacientes sin accesos venosos periféricos portadores de catéter vía venosa central (CVC). Actualmente en expansión los CVC de inserción periférica (PICC).
- Existe riesgo potencial de rotura de catéteres y extravasación y de movilización del catéter.
- Aunque persiste controversia, existe cierto consenso sobre el uso de CVC en pacientes sin accesos venosos.

Se puede realizar inyección de contraste a través de **reservorio (TIVAP)**. Las velocidades máximas de inyección y presión soportada vienen indicadas por cada fabricante y suelen ser reducidas (1,5-2ml/s).

Nuevos pasos:

- Probablemente es preferible emplear CVC, evitando nueva punción periférica en pacientes oncológicos o graves (utilización sistemática de CVC si disponible).
- Se han desarrollado nuevos PICC que resisten altas presiones de inyección (PI PICC).

Riesgos:

- Rotura del CVC: 0-0,18%
- Desplazamiento de catéter 2,2-15,4%
- Infección 0,6-2,1%

La tasa de infección era similar a la de otros usos. El desplazamiento puede favorecer trombosis pero no se dieron casos de ésta.

Precauciones:

Aspiración venosa e inyección de suero.
Localizar catéter antes y después de inyección (recolocar si bucles).
Técnica cuidadosa (asepsia).
Comprobar permeabilidad tras inyección.

CUESTIÓN 9

¿Es útil calentar el MC previo a su inyección?

VISCOSIDAD: Es la resistencia natural de un líquido a fluir y deformarse. Está en relación directa con la concentración de Iodo, con el tamaño de la molécula y con la *temperatura del MC* (disminuye cuando aumentamos su temperatura).



Potencialmente la disminución de la viscosidad puede mejorar la velocidad de flujo y puede disminuir la presión que aplica el inyector para lograr un flujo determinado.

¿Afecta a la frecuencia/severidad de efectos adversos?

La disminución de la viscosidad altera la cinética del bolo y la presión de inyección pero... ¿Cuál es su impacto sobre los efectos adversos?

¿Reduce efectos adversos generales?

¿Disminuye el riesgo de extravasación?

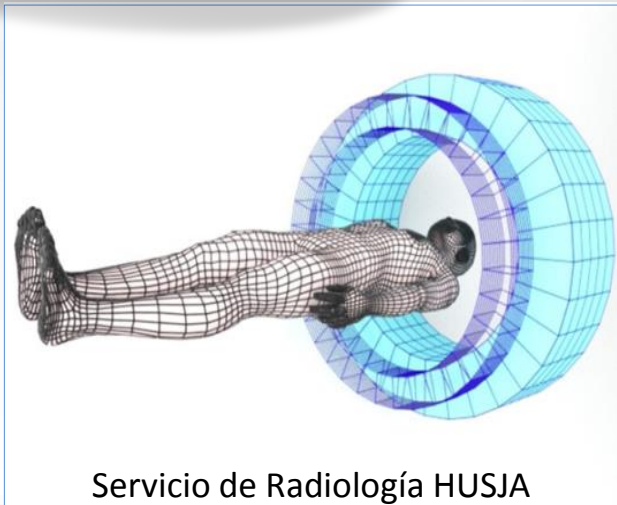
Los factores que influyen son varios y se considera que el calentamiento del MC a 37º puede ser utilidad cuando:

- Se van a realizar inyecciones con alto flujo (>5ml/s).
- El MC es especialmente viscoso (alta concentración de Iodo/dímeros no iónicos).
- Inyección intraarterial con catéteres de bajo calibre (<5F).
- Inyección intravenosa en la que el pico de realce es crítico.

Nosotros empleamos el calentador incorporado al inyector para calentar siempre el contraste. En USA los MC están regulados por la Joint Commission que exige el control diario de temperatura de forma que no se realiza el calentamiento en muchos centros.



Medios de Contraste en Radiología



Servicio de Radiología HUSJA

Fin de la 1ª parte