

# UroImAgen

## Tratado de **Urología** en Imágenes

Reservados todos los derechos de los propietarios del copyright.

Prohibida la reproducción total o parcial de cualquiera de los contenidos de la obra.

© **Editores: Ángel Villar-Martín, Jesús Moreno Sierra, Jesús Salinas Casado**

© Los autores

© Editorial: LOKI & DIMAS

El contenido de esta publicación se presenta como un servicio a la profesión médica, reflejando las opiniones, conclusiones o hallazgos de los autores. Dichas opiniones, conclusiones o hallazgos no son necesariamente los de Almirall, por lo que no asume ninguna responsabilidad sobre la inclusión de los mismos en esta publicación.

**ISBN:** 978-84-940671-7-4

**Depósito legal:** M-24989-2013

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti

# MEDIOS DE CONTRASTE HABITUALES EN LAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN UTILIAZADAS EN UROLOGÍA

INTRODUCCIÓN.....	3
ORIGEN Y DESARROLLO DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE.....	4
TIPOS DE CONTRASTE .....	5
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE YODADOS .....	5
COMPOSICIÓN DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE YODADOS .....	8
TIPOS DE CONTRASTES HIDROSOLUBLES.....	8
MEDIOS DE CONTRASTES IÓNICOS DE ALTA OSMOLARIDAD. MONÓMEROS .....	9

<b>MEDIOS DE CONTRASTES IÓNICOS DE BAJA OSMOLARIDAD. DÍMEROS.....</b>	<b>10</b>
<b>MEDIOS DE CONTRASTES YODADOS NO IÓNICOS.....</b>	<b>11</b>
<b>MEDIOS DE CONTRASTES YODADOS IÓNICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>VÍAS DE ADMINISTRACIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS CON CONTRASTE .....</b>	<b>13</b>
<b>UROGRAFÍAS POR RESONANCIA MAGNÉTICA (RM).....</b>	<b>14</b>
<b>GADOLINIO .....</b>	<b>15</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.....</b>	<b>16</b>

# MEDIOS DE CONTRASTE HABITUALES EN LAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN UTILIZADAS EN UROLOGÍA

*M<sup>a</sup> Carmen Benito Serrano<sup>(1)</sup>, M<sup>a</sup> de los Reyes Benito Serrano<sup>(2)</sup>.*

*(1) Técnico Especialista en Radiología. Fundación Hospital Fuenlabrada. Madrid.*

*(2) Técnico Especialista en Radiología. Centro de Especialidades de Illescas. Toledo.*

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los medios de contraste comienza cuando aparece la necesidad de explorar el interior del cuerpo sin necesidad de cirugías.

Su antecedente directo es el descubrimiento de los Rayos X (Rx) por Wilhelm Roentgen en 1895.

A partir de ese hallazgo, se trataron de encontrar sustancias capaces de variar las densidades de las estructuras anatómicas y hacerlas visibles con Rx, tal y como se consigue, actualmente, con los medios de contraste.

De ahí la importancia de conocer las propiedades y administración de los medios de contraste, que se tratarán en este artículo.

## ORIGEN Y DESARROLLO DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE

Los primeros contrastes que se utilizaron fueron:

- Yoduro de potasio: con el que se realizó la primera pielografía en 1919.
- Hacia la década de 1930: aparecieron el dióxido de tario, el yoduro de sodio y el nitrato de bismuto.
- Piridina: es un compuesto que incorpora un átomo de yodo, que absorbe los Rx por su masa atómica elevada y cambia la radiodensidad de los tejidos.
- Entre 1930 y 1950: aparecieron compuestos con dos átomos de yodo por cada dos partículas de solución.
- A partir de la década de 1950: aparecieron los contrastes con un anillo de benceno como portador del yodo. El anillo de benceno es un compuesto de seis átomos de carbono y sobre el que se sitúan tres átomos de yodo. Esta es la fórmula en la que se basan actualmente los contrastes, los cuales, son mejor tolerados.
- Entre las décadas de 1950 y 1970: aparecieron los monómeros iónicos de alta osmolaridad (amidotrizoato de sodio y meglumina, Urografin®).

Monómero: la fijación es de tres átomos de yodo, concentración mínima para una opacidad radiológica.

- A partir de la década 1980: se les unieron los siguientes, que eran contrastes mejor tolerados:
  - Monómeros no iónicos. Baja osmolaridad.
  - Dímeros iónicos de baja osmolaridad.
  - Dímeros no iónicos de baja osmolaridad.

## TIPOS DE CONTRASTE

Los medios de contraste pueden ser **positivos o negativos** en función de su coeficiente de atenuación, es decir, de su capacidad para absorber Rx.

Así, los negativos absorben poco la radiación (radiotransparentes) y los positivos, mucho (radiopacos).

Estos últimos son los más utilizados en el estudio del aparato digestivo, urinario y en resonancias magnéticas.

Entre los positivos, encontramos las sales de Bario, Gadolinio, Manganeso, y compuestos yodados, que se tratarán a continuación.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE YODADOS

Las propiedades más importantes de los medios de contraste yodados son la **concentración de yodo, ionización en solución, osmolaridad, viscosidad, la hidrofilia y lipofilia**.

### Concentración

La concentración es la cantidad de yodo que lleva un medio de contraste y determina su nivel de radiopacidad, que puede ser alta, moderada o baja.

A mayor concentración, menor volumen administrado al paciente y viceversa.

### Ionización en solución

La ionización es un fenómeno eléctrico decidido por el número de partículas. Si lo componen dos partículas, son moléculas iónicas, pero si hay una sola, son moléculas no iónicas.

La sal es el componente químico asociado al yodo y con ella se distingue la naturaleza iónica o no de un medio de contraste.

Las sales iónicas tienen cargas eléctricas. Dos iones se disocian y forman metabolitos, que se unen a las proteínas plasmáticas para poder ser transportadas, con riesgo de alteraciones para el organismo.

Las sales no iónicas no tienen cargas eléctricas. Se basan en la cantidad de grupos OH (hidroxilos) afines al agua, con la que se unen para ser transportadas por el organismo, sin riesgo de alteración para este, pues no forman metabolitos.

### **Osmolaridad**

Es una de las características más importantes para distinguir a los compuestos iónicos de los no iónicos.

La osmolaridad es la fuerza que hace la molécula al intentar traspasar una membrana y viene marcada por el número de partículas en solución (mOsm/kg agua).

Cuanta mayor sea la osmolaridad, aumentará la probabilidad de reacciones adversas.

Es importante utilizar medios cuya osmolaridad sea cercana a la sangre y otros fluidos corporales.

*Ejemplo:*

- *Plasma de la sangre: 300 mOsm/kg agua.*
- *Monómeros iónicos de alta osmolaridad: 1500 mOsm/kg agua.*
- *Monómeros no iónicos de baja osmolaridad: 570 mOsm/kg agua.*
- *Dímeros no iónicos de baja osmolaridad: 290 mOsm/kg agua.*

## Viscosidad

Es la resistencia que ofrecen los fluidos a la circulación.

Es otro de los factores determinantes de la toxicidad de los contrastes, ya que afectan al tiempo de exposición de un órgano o vaso al medio de contraste.

La viscosidad depende de varios factores:

- Temperatura del contraste en el momento de administrarlo.
- Tamaño de la molécula.
- Los dímeros tienen una mayor viscosidad que los monómeros, ya que su molécula es de mayor tamaño.

La viscosidad produce una ralentización en la circulación capilar, irritando más el endotelio vascular que las moléculas de menor tamaño.

## Hidrofilia y lipofilia

La hidrofilia es la afinidad de las moléculas orgánicas al agua y la lipofilia es la afinidad de esas moléculas por la grasa.

Las sustancias lipófilas tienden a adherirse a las membranas celulares, penetrándolas y atravesándolas. Por ello, tienen mayor influencia sobre el organismo que las hidrófilas, que se mantienen fuera de la cubierta lipídica.

De hecho, si la sustancia se introduce en la membrana celular o en la propia célula puede causar molestias, por eso, los contrastes suelen ser hidrosolubles.

Los contrastes liposolubles no pueden aplicarse por vía intravenosa y son comunes para sialografías, linfografías, broncografía y mielografía (estos últimos están en desuso).

Los hidrosolubles son, como indica el mismo término, solubles al agua y, además, son los más utilizados, ya que pueden administrarse por varias vías.

Ambas propiedades son decisivas en la administración, circulación y excreción del contraste por el organismo.

## COMPOSICIÓN DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE YODADOS

Los medios de contrastes se derivan de un anillo de benceno que es portador de:

1. Un grupo ácido (COOH).
2. Tres átomos de YODO.
3. Dos radicales.

Los medios de contraste iónicos son portadores de un grupo ácido, tres átomos de yodo y dos sustituyentes o radicales.

Los medios de contraste no iónicos son portadores de tres átomos de yodo pero tienen tres sustituyentes, uno de los cuales reemplaza al grupo ácido y que es el origen de la sal, dándole suficiente hidrosolubilidad al compuesto.

## TIPOS DE CONTRASTES HIDROSOLUBLES

Monómeros: formados por un anillo de benceno y tres átomos de YODO.

Dímeros: formados por dos anillos de benceno y seis átomos de YODO.

A su vez, éstos pueden ser iónicos, que son portadores de:

1. Un grupo ácido.
2. Tres átomos de YODO.
3. Dos radicales.

Los contrastes **iónicos** tienen el grupo ácido que contiene sales de sodio (NA) y meglumina, que se disocian en dos partículas: una positiva (Na<sup>+</sup> y MGL<sup>+</sup>) y otra negativa, que es el resto de anillo de benceno (por esto, son iónicos), produciéndose cargas eléctricas y alta osmolaridad.

**No iónicos:** son portadores de 1º tres átomos de YODO, pero el grupo ácido se sustituye por una amida o molécula glucosídica que hace que no se produzcan cargas eléctricas, disminuyendo su osmolaridad. Estos contrastes son menos irritativos.

Por lo tanto, los medios de contrastes actuales pueden ser:

- Monómeros iónicos de alta osmolaridad.
- Dímeros iónicos de baja osmolaridad (ioxaglato).
- Monómeros no iónicos de baja osmolaridad.
- Dímeros no iónicos de baja osmolaridad.

## MEDIOS DE CONTRASTES IÓNICOS DE ALTA OSMOLARIDAD. MONÓMEROS

Fueron los primeros utilizados en la práctica clínica, pero su uso ha ido disminuyendo, pues aparecían nuevas moléculas con menores efectos adversos.

Por su alta osmolaridad, producen un aumento del volumen sanguíneo y disminución del hematocrito. Producen cambios morfológicos en los hematíes.

En la actualidad, estos medios de contraste se utilizan para la realización de cistografías, cistouretrografías retrógradas por su bajo coste y menor toxicidad cuando se administra por vía uretral.

Esta administración se realiza por infusión 250 a 500 ml de contraste con control fluoroscópico del llenado de vejiga.

Por vía oral, se utiliza amidotrizoato de sodio y meglumina (Gastrografín®) para las exploraciones del aparato digestivo en TC (Tomografía Computadorizada), o cuando hay sospecha de perforaciones digestivas. También se puede utilizar por vía rectal en TC.

## MEDIOS DE CONTRASTES IÓNICOS DE BAJA OSMOLARIDAD. DÍMEROS

Este compuesto está formado por la unión de dos anillos de benceno triyodado, con un grupo carboxilo, reemplazado por un radical no iónico, y el otro grupo carboxilo unido a un catión de sodio (NA) y meglumina (ácido ioxáglico o ioxaglato).

Por lo tanto, para el mismo número de átomos de yodo, necesitamos la mitad de partículas en solución, lo que hace que se disminuya la osmolaridad de este contraste.

Este contraste se puede administrar por vía intravenosa, arterial e intracavitaria.

En la actualidad, su principal indicación es la angiografía, (flebografía, coronariografía, ventriculografía) pero también es válido para TC, urografías, histerosalpingografías, etc. Está contraindicado por vía intratecal, ya que puede alterar los mecanismos nerviosos, pudiendo producir convulsiones, incluso la muerte.

Este tipo de contrastes es menos lesivo para el endotelio vascular y, aunque tienen una propiedad anticoagulante y antiplaquetaria, hace que tenga una menor incidencia en formación de trombos, por eso, son los más utilizados en estudios vasculares cardiacos.

Los efectos adversos producidos por los medios de contrastes iónicos son más frecuentes y graves.

Los medios de contrastes iónicos tienen mayores propiedades anticoagulantes, por lo que la probabilidad de formación de un coágulo en catéter o jeringa es menor; un hecho importante para las técnicas angiográficas en campo de diagnóstico vascular cardiacos.

## MEDIOS DE CONTRASTES YODADOS NO IÓNICOS

Estos aparecen a raíz de que se comprueba que los contrastes iónicos tienen muchas probabilidades de producir reacciones alérgicas, o que se comienzan a obtener otras sustancias más eficaces y con menos probabilidades de reacciones alérgicas. Por lo que aparecen:

- Monómeros no iónicos de baja osmolaridad.
- Dímeros no iónicos de baja osmolaridad.

### **Monómeros no iónicos de baja osmolaridad**

Son la primera generación de los no iónicos. Su primer compuesto es la metrizamida. Lo que hace es sustituir el grupo carboxilo (ácido) del anillo de benceno por una amida, que no se disocia en iones positivos y negativos, disminuyendo su osmolaridad.

### **Dímeros no iónicos de baja osmolaridad**

Éstos tienen dos anillos de benceno con seis átomos de yodo. La ventaja sobre los monómeros es que se duplica el índice de eficacia y tiene mayor tolerancia renal, pero es más viscoso, por ser el tamaño de la molécula mayor. Esto hace que la circulación capilar sea más lenta, pudiendo producir reacciones tardías cutáneas.

Para evitar esta viscosidad el contraste se puede calentar a la temperatura corporal antes de administrarlo, haciendo que esta viscosidad sea como la de un monómero.

Estos contrastes son isoosmolares, es decir, su osmolaridad es cercana a la de la sangre, disminuyendo así la posibilidad de reacciones alérgicas.

## **MEDIOS DE CONTRASTES YODADOS IÓNICOS**

Estos medios de contrastes son extracelulares, es decir, son solubles en el agua y con baja unión a las proteínas plasmáticas, produciendo una rápida distribución por los espacios vasculares e intersticiales.

Éstos se eliminan por vía renal, ya que se comportan como un diurético osmótico, por eso, es importante que el paciente después de la prueba beba mucho líquido para evitar su deshidratación. También se elimina una pequeña cantidad por el sudor, saliva, lágrimas y bilis.

Estos contrastes no pasan a la leche materna ni atraviesan la barrera hematoencefálica.

## **VÍAS DE ADMINISTRACIÓN**

Los medios de contrastes se pueden diferenciar por la forma de ser administrados. Las vías más comunes son:

- Vía oral.
- Vía rectal.
- Vía intravascular. Dentro de ésta, su administración puede ser:
  - Infusión.
  - Inyección manual.
  - Embolada.

## ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS CON CONTRASTE

### Aparato digestivo

Para visualizar el aparato digestivo se utilizan dos tipos de contraste:

- Sulfato de bario.
- Contraste iónico de alta osmolaridad (amidotriozato de sodio y meglumina).

Ambos contrastes se introducen por vía oral.

### Aparato urinario

- **Urografía.** Es una técnica radiológica para la visualización del parénquima renal y sistema excretor después de la inyección de un contraste yodado hidrosoluble por vía intravenosa. Estos contrastes presentan un menor arrastre de agua y, por tanto, una mayor concentración tubular, y producen menos reacciones alérgicas.
- **Pielografía retrógrada.** Es una técnica por la que se obtienen imágenes radiográficas de las vías urinarias a través de la canalización de los uréteres mediante cistoscopia, introduciendo por el uréter el contraste. Se suele introducir un contraste yodado hidrosoluble. Esta técnica se le puede realizar, incluso, a pacientes alérgicos al contraste ya que éste no es absorbido por los uréteres.

- **Cistografía.** Este es un examen radiológico que tiene como finalidad la repleción de vejiga mediante un medio de contraste. Su introducción puede ser de dos formas:
  - Excretora: es decir, el contraste se inyecta por vía intravenosa y se espera cierto tiempo a que los riñones vayan eliminando el contraste y la vejiga se llene, haciendo, en ese momento, la radiografías oportunas.
  - Retrógrada: el contraste se introduce a través de una sonda por la uretra hasta la vejiga.

Para las pruebas urográficas se utilizan contrastes yodados hidrosolubles que son tanto los iónicos como los no iónicos, teniendo en cuenta siempre que los contrastes iónicos son más quimiotóxicos y tienen mayores efectos secundarios que los no iónicos.

## UROGRAFÍAS POR RESONANCIA MAGNÉTICA (RM)

La resonancia magnética es una exploración radiológica que permite obtener imágenes del organismo de forma no invasiva, ni dolorosa, y sin emitir radiaciones ionizantes. Con ella, podemos estudiar la fisiología y patología de los tejidos y órganos, proporcionando una información valiosa al radiólogo para emitir un diagnóstico.

En la resonancia magnética también podemos utilizar medios de contraste, los cuales, proporcionan una mayor diferenciación de señal entre los tejidos sanos y patológicos.

Los contrastes se pueden clasificar:

- Por su biodistribución (cómo se distribuyen en el cuerpo).
- Por su imagen en RM (positiva o negativa).
- Por su ionicidad.
- Por el quelato al que están unidos (lineal o macrocíclicos).

En este caso, estudiaremos el contraste mas utilizado en RM y con el que se realizan la uroresonancias, siendo éste el gadolinio.

## GADOLINIO

Es un elemento de tierra rara, cuyo símbolo es el GD, con número atómico de 64. Es un ion metálico con propiedades paramagnéticas, que tiene una elevada toxicidad para el organismo, por lo que se le une a un quelato para que, a la vez que lo transporta, no produzca daños en los tejidos.

La uroresonancia es una técnica de alta sensibilidad en el estudio del aparato urinario y se usa como alternativa a la urografía convencional y la TC. Permite un estudio completo de la morfología y funcionamiento del aparato urinario. Está indicado para pacientes con alergias al contraste yodado.

Para realizar esta prueba, primero se le inyecta al paciente una pequeña cantidad de furosemida, que es un diurético, y se administra 20 minutos antes de la prueba. Éste provoca una dilución homogénea del contraste en las vías urinarias y, cinco minutos más tarde, se administra el gadolinio.

El gadolinio solo se utiliza en aquellos casos en los que es preciso valorar la función renal, o para mejorar la calidad de las imágenes, y siempre que el paciente no tenga una afectación de la función renal.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

*American College of Radiology. Full Manual on Contrast Media. Versión 8 (2012). Ultimo acceso 06/03/2013. Disponible en: <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PDF/QualitySafety/Resources/Contrast%20Manual/FullManual.pdf>*

*Bhayani SB, Siegel CL. Urinary tract imaging: basic principles. En Campbell's Urology. 9ªEd. Volumen 1. Capítulo 4. pp111-143. Saunders-Elsevier 2007. ISBN 13:978-0-7216-0798-6.*

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti