

# TESIS

**“Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en Bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética”**

## **Autor**

Ramón Ariel, Cavia

## **Directora**

Dra. Eliana Paola Dagnino

## **Co-director**

Lic. Pedro Sosa

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo recibido para terminar la carrera. A mi madre por su ayuda económica y poder finalizar mis estudios. A mi esposa por siempre darme aliento para superarme profesionalmente. A mi compañero de estudios y motivo de superación, mi hijo Juan Manuel.

En segundo lugar a mi Directora de Tesis y Co-director, por estar siempre para aclarar mis dudas, orientarme en el desarrollo de las partes de la tesis, darme las herramientas para poder hacer mi trabajo de investigación y facilitarme el acceso a los profesionales de los centros de salud bajo estudio y realizar las encuestas.

En tercer lugar, a los profesionales a los cuales se les realizó la encuesta, por su buena predisposición para completar las mismas, y sus enseñanzas sobre el tema elegido en este trabajo de investigación.

En cuarto lugar a mis profesores del Taller de Tesis, que me ayudaron a encaminar mi trabajo de investigación, y solucionando cada problema que se me presentaba durante el desarrollo del mismo.

Por último, al Secretario de Salud de la Municipalidad de Corrientes, por permitirme realizar mis prácticas hospitalarias, como así también tomarme los días necesarios en caso de rendir exámenes finales.

	<b>Páginas</b>
<b>RESUMEN</b>	4
<b>INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>DESARROLLO</b>	6
CAPITULO 1: Planteamiento del Problema	6
1.1. Enunciado Del Problema	6
1.2. Formulación Del Problema	7
1.3. Hipótesis	7
1.4. Objetivo General	7
1.5. Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO 2: Antecedentes	8
CAPÍTULO 3: Marco Teórico	9
3.1. Introducción A La Resonancia Magnética	9
3.1.1. Principios Básicos De La Resonancia Magnética	11
3.2. Medios De Contraste Basados Gadolinio	12
3.2.1 Estructura Química Y Estabilidad	12
3.2.2. Farmacocinética	13
3.2.3. Clasificación De Los Medios De Contraste Basados En Gadolinio	15
3.2.4. Indicaciones Clínicas	18
3.2.4.1. Aplicaciones Clínicas De Los Medios De Contraste Basados En Gadolinio	
De Distribución Extracelular	18
3.2.4.2. Aplicaciones Clínicas De Los Medios De Contraste Basados En Gadolinio	
De Distribución Mixta	32
3.2.4.3. Aplicaciones Clínicas De Los Medios De Contraste Basados En Gadolinio	
De Distribución Intravascular	36
3.2.5. Administración De Medios De Contraste Basados En Gadolinio En Pediatría	40
3.2.6. Efectos No Deseados Por El Uso De Contrastes	41
3.2.7. Situaciones Particulares	48
3.2.8. Limitaciones Clínicas En El Uso De Los Medios De Contraste Basados En El	
Gadolinio	50
3.2.9. Uso De Gadolinio Como Contraste En CPRE En Pacientes Con	
Reacciones Adversas A Contrastes Yodados	52
3.2.10. Enterorresonancia Magnética Y La Enfermedad De Crohn	55

3.2.11. Vías De Administración E Indicaciones De Uso	59
3.2.12. ¿Cuánto Tiempo Debería Transcurrir Entre Dos Inyecciones De Agente De Contraste Basado En Gadolinio En Exploraciones Rutinarias?	59
3.2.13. ¿Se Pueden Emplear Con Seguridad Agentes De Contraste Yodados Y Basados En Gadolinio El Mismo Día Para Exploraciones Rutinarias?	60
3.2.14. Reglamentaciones	60
<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>	62
<b>RESULTADOS</b>	62
<b>ANÁLISIS DE DATOS</b>	64
<b>CONCLUSIÓN</b>	70
<b>REFERENCIAS</b>	71
<b>ANEXO</b>	75

## **RESUMEN**

El proyecto de investigación estuvo centrado en conocer el nivel de información que manejan los profesionales en Bioimágenes sobre los Medios de Contraste Basados en Gadolinio usados en Resonancia magnética, acerca de sus propiedades, indicaciones y contraindicaciones.

La investigación presentó un diseño Exploratorio, de enfoque Cuantitativo y se realizó una encuesta, en la que participaron profesionales del área de Bioimágenes de los Centros de Salud de la ciudad de Corrientes Capital, con el fin de comprobar la falta o escases de información de los antes mencionados y la posibilidad de producir daños en los pacientes si no realizan los cuidados pertinentes en el manejo de los Medios de Contraste basados en Gadolinio. Los resultados obtenidos demostraron que un gran porcentaje de los profesionales bajo estudio manejan información sobre los cuidados durante la administración de medios de contraste sobre una cierta población de riesgo, llegando a la conclusión que los daños ocasionados durante la práctica médica son escasos.

*Palabras clave:* gadolinio, resonancia magnética, cuantitativo, bioimágenes.

## **ABSTRACT**

The research project was focused on knowing the level of information handled by Bioimaging professionals about Gadolinium-Based Contrast Media used in Magnetic Resonance, about their properties, indications and contraindications.

The research presented an Exploratory design, with a Quantitative approach and a survey was carried out, in which professionals from the Bioimaging area of the Health Centers of the city of Corrientes Capital participated, in order to verify the lack or scarcity of information of the mentioned above and the possibility of causing damage to patients if they do not perform the pertinent care in the management of Gadolinium-based Contrast Media. The results obtained showed that a large percentage of the professionals under study handle information about care during the administration of contrast media on a certain population at risk, reaching the conclusion that the damage caused during medical practice is scarce.

*Keywords:* gadolinium, magnetic resonance imaging, quantitative, bioimaging

# INTRODUCCIÓN

En el marco en el que se realizó la investigación se refirió al nivel de información que manejan los profesionales en Bioimágenes sobre los Medios de Contraste Basados en Gadolinio usados en Resonancia Magnética, en cuanto a sus indicaciones y contraindicaciones. Para analizar esta problemática fue necesario describir las propiedades que reducen la toxicidad de los mismos para su posterior administración en pacientes, explicando además que por seguridad no se administra en pacientes con enfermedad renal grave debido al prolongado tiempo de eliminación de estos medios pudiendo desencadenar nefropatías inducidas por medios de contraste, y en el peor de los casos una enfermedad fibrosante nefrogénica. En el caso de pacientes embarazadas el medio de contraste puede atravesar la placenta y llegar al feto, razón por la cual algunos autores recomiendan la suspensión de la administración del medio de contraste mientras que otros evalúan el riesgo/ beneficio de su realización, en el caso de aquellas pacientes que se encuentran amamantando se recomienda la suspensión de la lactancia en un cierto periodo luego de la administración del medio de contraste para seguridad del bebé.

La investigación se realizó con el objeto de analizar la información que poseen profesionales acerca de la administración segura de Medios de Contraste Basados en Gadolinio, las recomendaciones de entes reguladores de medicamentos en cuanto al motivo de la suspensión de su administración para seguridad del paciente. Otra finalidad del proyecto fue generar un documento con información competente a futuras generaciones de profesionales que puedan aplicar en el ámbito laboral sobre todo en estudios donde se emplee medios de contraste basados en gadolinio.

El diseño de investigación empleado fue de tipo exploratorio, ya que no existen trabajos donde se analizaron el nivel de información que poseen los profesionales en Bioimágenes en cuanto a las indicaciones y contraindicación de medios de contraste basados en gadolinio.

Todos los datos se obtuvieron a través de la realización de una encuesta, utilizando un enfoque de tipo cuantitativo, donde los datos obtenidos se analizaron a través de gráficos y/o tablas, y de esta manera se comprobó si la hipótesis planteada en la investigación fue aceptada o rechazada.

Los resultados obtenidos fueron comparados con la bibliografía utilizada, y de esta manera se llegó a la conclusión que la mayoría de los profesionales que administran Medios de Contraste Basados en Gadolinio se regían con los reglamentos y protocolos de estudio

propuestos por los entes reguladores de medicamentos, evitando dañar a los pacientes de riesgo, otros utilizaban los implementados por el médico solicitante del centro de salud a los que pertenecen, como así también que la gran mayoría conocía el motivo de preferencia de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio en lugar de los Medios de Contraste Yodados, siendo el de producir menores reacciones adversas durante y después del estudio.

## **DESARROLLO**

### **CAPITULO 1: Planteamiento del Problema**

#### **1.1 Enunciado del Problema**

Durante muchas décadas, la administración segura de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio ha sido avalada a través de muchos estudios realizados ya sea a través de Tesis o Artículos Científicos de Profesionales y/o entes reguladores de medicamentos. La incidencia de efectos adversos es del 0,07-2,4%, resulta muy inferior a la descrita para los efectos secundarios de los contrastes yodados (Soler Fernández et ál., 2008). El beneficio de todos los Medios de Contraste Basados en Gadolinio (MCBG) aprobados continúa, superando cualquier riesgo potencial.

Existen normas de advertencia y otras medidas de seguridad para todos los MCBG para las Imágenes por Resonancia Magnética (IRM) que deben tener en cuenta los Profesionales de la Salud. Como ejemplo, los profesionales de la salud deben considerar las características de retención de cada medio de contraste al elegir un MCBG para los pacientes que pueden tener un mayor riesgo de retención de gadolinio, estos incluyen los que requieren dosis múltiples de por vida, mujeres embarazadas, niños y pacientes con trastornos inflamatorios. Minimizar los estudios de imágenes con reiterados MCBG cuando sea posible, en particular los estudios de IRM muy cercanos en el tiempo entre sí. Sin embargo, no evitar ni diferir los exámenes de IRM con MCBG cuando sean necesarios (U.S. Food and Drug Administration, 2017)

Hasta la actualidad ya sea a nivel país o local no existe ningún estudio que revele el nivel de información que poseen los profesionales en Bioimágenes sobre el manejo de los MCBG usados en Resonancia Magnética, siendo este tema el objetivo de la presente investigación, y a través de ella generar un documento con información competente a colegas de las indicaciones y las contraindicaciones de los MCBG, y por consiguiente seguir cumpliendo con las medidas de seguridad en la administración de los mismos.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es la información que manejan los profesionales en Bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética, en los Centros de Salud de la ciudad de Corrientes Capital, durante el año 2023?

## **1.3. Hipótesis**

Los Centros de Salud cuentan con profesionales que manejan información insuficiente o desactualizada acerca de las indicaciones y contraindicaciones del uso de MCBG, como así también de las propiedades que deben reunir los mismos para una administración segura en el paciente, lo que conlleva a un aumento significativo de pacientes que pueden sufrir daños si no se realizan los protocolos de seguridad adecuados en la administración de los medios de contraste.

## **1.4. Objetivo General**

Analizar la información que manejan los profesionales en Bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética, en los Centros de Salud de la ciudad de Corrientes Capital, durante el año 2023, a través de ella generar un documento con información competente a colegas para cumplir con las medidas de seguridad en la administración de los mismos.

## **1.5. Objetivos Específicos**

Identificar el nivel de información que los profesionales en Bioimágenes poseen sobre las contraindicaciones y complicaciones más frecuentes del uso de MCBG, para mejorar la seguridad en la administración de los mismos.

Identificar el nivel de información que los profesionales poseen en cuanto a las propiedades que deben reunir los MCBG para que la administración en pacientes no provoque daños en los mismos.

Desarrollar un documento con información actualizada con los conceptos básicos requeridos para la correcta administración de los MCBG en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes, para proporcionar información competente a colegas para cumplir con las medidas de seguridad en la administración de los mismos.



## **CAPITULO 2: Antecedentes**

Garrido Francisco et ál. (2020), publicaron un artículo en la Revista de ciencias médicas “Medios de contraste intravascular en tomografía computada y resonancia magnética: lo que el clínico necesita saber”, cuyo objetivo fue presentar una revisión actualizada sobre los medios de contraste intravascular en radiología, con énfasis en los conceptos que el médico clínico no radiólogo debe tener presente al momento de su indicación. La metodología se basó en una revisión bibliográfica de literatura radiológica relevante sobre medios de contraste intravascular, esto es, clasificación, indicaciones, contraindicaciones y precauciones que debe adoptar el médico clínico. La investigación mostró que, aunque los medios de contraste en radiología tienen un excelente perfil de seguridad, su uso no está exento de riesgos y debe basarse en criterios apropiados después de una evaluación clínica exhaustiva, ponderando riesgos y beneficios para cada paciente individual. Además, indicaron que la toxicidad del gadolinio se evita al unirse con un quelante, y en qué población de riesgo está contraindicado el uso de medios de contraste basados en gadolinio y sus precauciones.

Fernández Sara Madrid (2019), en su Trabajo de Grado titulado: Seguridad de Medios de Contraste en la Resonancia Magnética Nuclear, tuvo como objetivo realizar una aproximación sobre el perfil de seguridad de los medios de contraste utilizados en Resonancia Magnética Nuclear como técnica de diagnóstico por imagen de elección en patologías graves como procesos neoplásicos, etc. Utilizó como metodología bases de datos bibliográficos como Pubmed, Scopus, Elsevier, Dialnet o Cochrane así como libros y artículos de la biblioteca virtual de la Universidad Complutense de Madrid o Google académico, otros criterios de inclusión fueron revisiones sistemáticas, meta-análisis, ensayos experimentales in vitro, ensayos clínicos e informes de sociedades científicas y organizaciones oficiales. Obtuvo como resultado que los MCBG son considerados generalmente compuestos seguros, depende mayoritariamente de la estabilidad metabólica in vivo para evitar que el ion gadolinio se libere del quelato; tienen una incidencia muy baja de efectos adversos, tras la administración en dosis de este de 0.1-0.2 mmol/kg el riesgo global de padecer una reacción adversa aguda es de 0.07-4%, menor que en el caso de los medios de contraste yodado. Este trabajo indicó las propiedades fisicoquímicas de los MCBG que lo hacen seguros, sus usos e indicaciones, y especial cuidado en pacientes con problemas renales, niños y embarazadas.

López Ainhoa Martín (2018), en su trabajo de fin de grado “Medios de Contraste Basados en Gadolinio”, tuvo como objetivos estudiar los medios de contraste basados en gadolinio utilizados actualmente y los efectos adversos más graves que conlleva el uso de

éstos, la organización de la sala de resonancia y el trato con el paciente previo al examen diagnóstico y, las nuevas investigaciones sobre el diagnóstico de imagen mediante contraste junto con el tratamiento antineoplásico. La metodología empleada fue la búsqueda en base de datos de PubMed, se usaron las siguientes webs: Food and Drugs Administration (FDA), European Medicines Agency (EMA) y Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios (AEMPS). Este autor concluyo que es importante que el paciente informe al radiólogo la existencia de antecedentes de trasplante, insuficiencia o enfermedad renal y/o hepática ya que con estos pacientes existe mayor riesgo de reacciones no deseadas debido a la administración de un contraste. También hay que tener precaución con mujeres embarazadas y lactantes. En caso de necesidad y valorando el beneficio/riesgo, se podrá llevar a cabo una resonancia magnética en una embarazada. En diversos ensayos clínicos se ha demostrado que una resonancia magnética sin contraste es más segura que rayos X o tomografía computarizada. El trabajo está relacionado con la investigación en curso porque indicó las propiedades fisicoquímicas de los MCBG que lo hacen seguros, efectos no deseados por el uso de contraste, y responsabilidad del radiólogo en la valoración del riesgo/beneficio del estudio.

## **CAPITULO 3: Marco Teórico**

### **3.1. Introducción A La Resonancia Magnética**

Raudales Díaz mencionó en su artículo que la Resonancia Magnética (RM) es una técnica de diagnóstico surgida en 1946, sus creadores fueron, los físicos Edward Purcell de la Universidad de Harvard y Félix Bloch de la Universidad de Stanford, quienes obtuvieron el Premio Nobel en 1952. En un principio, el método fue aplicado a objetos sólidos en estudios de espectroscopia, en 1967 J. Jackson comenzó a aplicar los descubrimientos logrados hasta entonces, en organismos vivos, y en 1972 P. Laterbur en Nueva York, se dio cuenta que era posible utilizar esta técnica para producir imágenes, llegando por fin a probarlo con seres humanos (2014, p. 40).

En 1974 Raymond V. Damadian construyó el primer tomógrafo de RM de cuerpo entero que llamó “el indomable”, obteniendo la imagen de un tumor de una rata, publicada en la revista Science en 1976. Desde la aparición del primer equipo de uso clínico, en el año 1981, la técnica se ha extendido por los hospitales de todo el mundo y, según datos, en el año 2010, más de 25.000 equipos estaban en funcionamiento por todo el planeta. La RM de hoy se nutre de los descubrimientos logrados por todos estos grandes investigadores: matemáticos, físicos,

químicos, ingenieros y médicos, y probablemente lo seguirá haciendo, incorporando estos avances en las nuevas técnicas que se están desarrollando (Raudales Díaz, 2014, p. 40).

La RM es una técnica que consiste en la obtención de imágenes detalladas de órganos y tejidos internos a través del uso de campos magnéticos utilizando grandes imanes, ondas de radiofrecuencia y una computadora para la producción de imágenes. Su aplicación condujo al desarrollo de una nueva modalidad conocida como resonancia magnética funcional, la cual provee una herramienta sensitiva, no invasiva para el mapeo de activación de la función del cerebro humano, a través de la medición de cambios locales en el flujo sanguíneo. El elevado detalle de sus imágenes y el contraste entre los diferentes tejidos han convertido a la RM en una técnica esencial para diagnosticar muchas enfermedades y para evaluar la eficacia de diferentes estrategias terapéuticas. Además, es la base de un gran número de investigaciones científicas centradas en el estudio de los mecanismos biológicos y fisiológicos subyacentes a la enfermedad. Como técnica en continua expansión tecnológica, sus aplicaciones son crecientes y están en constante evolución. Entre ellas son de especial relevancia la guía y control en técnicas de intervencionismo. Los estudios funcionales y cognitivos cerebrales, la combinación de la RM con la Tomografía por Emisión de Positrones (PET) para localizar y caracterizar diversos tumores, y para extraer biomarcadores de imagen mediante métodos computacionales de procesado de imágenes (Raudales Díaz, 2014, p. 40-41).

Los componentes fundamentales del equipo de RM son: imán creador del campo electromagnético, sistema de radiofrecuencia, sistema de adquisición de datos, ordenador para analizar las ondas y representar la imagen y el equipo de impresión para imprimir la placa (Raudales Díaz, 2014, p.41).

La RM se aplica para el estudio prácticamente de todo el cuerpo humano en general. Puede ser utilizada para visualizar estructuras como cerebro, corazón, pulmones, glándulas mamarias, hígado, vías biliares, bazo, páncreas, riñones, útero, ovarios, próstata, hueso, músculo, y otros. Las ventajas que la RM presenta en cuanto a su uso es que no utiliza radiación ionizante, reduciendo riesgos de mutaciones celulares o cáncer; permite cortes muy finos (1/2 mm o 1mm) e imágenes detalladas logrando observar estructuras anatómicas no apreciables con otro tipo de estudio; permite la adquisición de imágenes multiplanares (axial, sagital, coronal) sin necesidad de cambiar de postura al paciente; detecta muy rápidamente los cambios en el contenido tisular de agua, no causa dolor y el paciente tiene en todo momento comunicación con el médico. La calidad de las imágenes obtenidas se puede mejorar utilizando medios de contraste paramagnéticos por vía intravenosa (se suministran previo al estudio,

inyecciones de un fluido llamado gadolinio). Esto hace que las áreas anormales se iluminen en la RM y sean más fáciles de distinguir. Dentro de las contraindicaciones absolutas para realizar RM están: pacientes con dispositivos cardíacos, implantes cocleares, prótesis valvulares cardíacas no-RM compatibles y cuerpos extraños metálicos en lugares con riesgo vital (ojo, cerebro, hígado, grandes vasos); las contraindicaciones relativas son: embarazo, claustrofobia severa, obesidad mórbida y presencia de tatuajes extensos por el riesgo de producir quemaduras al aumentar la temperatura local (Raudales Díaz, 2014, p.41).

Por otro lado, la utilidad de la RM se ve limitada por: a) larga duración del examen (la mayor parte de las RM llevan entre 30 y 60 minutos), b) mayor costo económico que otros estudios de imagen, c) sensación de claustrofobia cuando se está adentro del túnel. Se puede decir que el examen de Resonancia Magnética es una herramienta importante en medicina. Es un método moderno, que presenta muchas ventajas y pocas desventajas y es cada vez más utilizado. Se puede prever que la resonancia magnética sustituirá poco a poco otras técnicas de imagenología. La principal razón de esto es que cada vez están siendo dejados a un lado los métodos que utilizan radiaciones ionizantes. (Raudales Díaz, 2014, p.41)

En la actualidad, la RM tiene un papel fundamental en el tratamiento de numerosas enfermedades con importante impacto social y económico como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, neurológicas y las del sistema musculoesquelético. Como técnica que continúa en expansión tecnológica, sus aplicaciones son cada vez más crecientes y se encuentran en constante evolución. (Raudales Díaz, 2014, p.41)

### **3.1.1. Principios Básicos De La Resonancia Magnética**

Fernández señaló en su trabajo fin de grado que la resonancia magnética nuclear (RMN) es una técnica de diagnóstico por imagen por la cual obtenemos estudios anatómicos y funcionales con gran resolución espacial y de contraste lo que permite una gran precisión para detectar y caracterizar tejidos y patologías. En este se utilizan medios de contraste para mejorar la capacidad diagnóstica (2019, p. 2).

Es un fenómeno por el cual partículas como electrones, protones y los núcleos atómicos de ciertos elementos con número impar de neutrones y protones, absorberán de manera selectiva energía de radiofrecuencia y la emitirán en forma de señal al ser sometidos a un campo magnético y estimulados con ondas de radiofrecuencia (Fernández, 2019, p. 2).

En el cuerpo humano nuestras moléculas de hidrógeno se encuentran orientadas de una manera al azar y los protones de estas moléculas describirán diferentes movimientos sobre su

eje, generando su campo magnético individual. Al introducir al paciente dentro del campo magnético del imán, lo que se consigue es que estas moléculas mediante un movimiento cambien su orientación que dependerá de la intensidad del campo magnético al que se le someta, neutralizando así el campo magnético individual de estos (denominado una magnetización longitudinal). Si posteriormente se aplica ondas de radiofrecuencia que serán perpendiculares al campo magnético tendrá lugar el movimiento de los protones en la dirección del nuevo campo magnético (magnetización transversal) y a este fenómeno se le denomina resonancia. Cuando estas ondas finalizan los protones vuelven a su lugar inicial (relajación) emitiendo una energía la cual se recoge en los ordenadores (Fernández, 2019, p. 2).

Hay dos tipos de tiempos de relajación el T1 y el T2. Donde el T1 es el tiempo necesario para que la magnitud longitudinal recupere el 63 % de su valor inicial, es decir, que los protones vuelvan a su posición inicial liberando el exceso de energía. En cambio, el T2 es el tiempo necesario para que la magnitud transversal pierda el 37% su valor inicial, el desfase de los protones (Fernández, 2019, p. 2).

### **3.2. Medios De Contraste Basados Gadolinio**

Canga et ál. indicaron que los MCBG se utilizan en los estudios de RM por su capacidad magnética para modificar la posición de los protones de las moléculas de agua en los tejidos, un cambio que mejora la capacidad diagnóstica del estudio. Dichos medios de contraste actúan acortando el tiempo de relajación T1 y T2 de los tejidos donde se distribuyen, lo que conlleva fundamentalmente un aumento de señal en secuencias potenciadas en T1. Sin embargo, si la concentración del MCG es alta, predomina el acortamiento T2, produciendo una disminución de la señal (2014, p.429).

#### **3.2.1 Estructura Química Y Estabilidad**

Carrasco Muñoz et ál. mencionaron en su artículo que todos los MCBG, metal del grupo de los lantánidos, se componen de Gadolinio (Gd) en forma iónica ( $Gd^{3+}$ ), elemento que en forma libre resulta tóxico para el organismo, y un quelante. Los quelantes son grandes moléculas orgánicas que forman un complejo con el  $Gd^{3+}$ , convirtiéndolo en inerte y no tóxico. Los MCBG se clasifican en cuatro categorías atendiendo a su estructura bioquímica (lineal o macrocíclica) y a su carga (iónico o no iónico), como se muestra en la tabla 1:

**Tabla 1. MCBG clasificados según su estructura química y estabilidad. Extraído de Carrasco Muñoz et ál., 2014, p. 23**

Compuestos de alta estabilidad		Compuestos de estabilidad intermedia	Compuestos de baja estabilidad
Macrocíclicos Iónicos	Macrocíclicos no iónicos	Lineales iónicos	Lineales no iónicos
Gadoterato de meglumina (Dotarem@)	Gadobutrol (Gadovist@)	Gadopentetato de dimeglumina (Magnevist@)	Gadodiamida (Omniscan@)
	Gadoteridol (ProHance@)	Gadobenoato de dimeglumina (MultiHance@)	Gadoversetamida (OptiMark@)
		Gadoxetato de disodio (Primovist@)	
		Gadofosveset (Vasovist@)	

Se ha demostrado en numerosos estudios que los complejos macrocíclicos iónicos son los más estables y, por tanto, los menos propensos a liberar  $Gd^{3+}$  en el organismo, mientras que los menos estables son los lineales no iónicos (2014, p. 22).

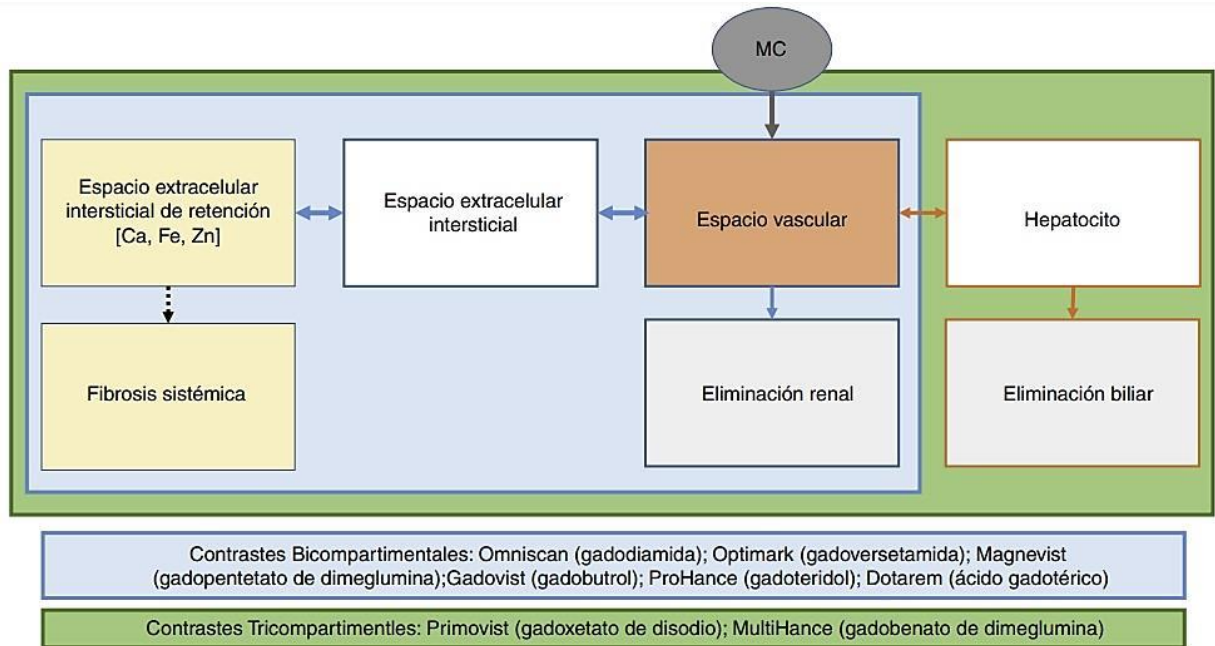
El  $Gd^{3+}$  se libera mediante un proceso denominado transmetalación, que consiste en la sustitución del  $Gd^{3+}$  por un catión endógeno, principalmente, el zinc ( $Zn^{2+}$ ). De este modo, se produce el paso del  $Gd^{3+}$  al torrente circulatorio, donde puede unirse a aniones como fosfatos, citratos, hidróxidos o carbonatos y depositarse en los tejidos. Existen otros cationes como el hierro ( $Fe^{2+}$ ), cobre ( $Cu^{2+}$ ) y calcio ( $Ca^{2+}$ ) que, teóricamente, compiten también para desplazar el  $Gd^{3+}$ , si bien *in vivo* la transmetalación se produce fundamentalmente entre el  $Gd^{3+}$  y  $Zn^{2+}$ . Ello se debe a que el cobre se encuentra a baja concentración, el calcio presenta baja afinidad por ligandos orgánicos y el hierro se encuentra fuertemente unido a sus proteínas transportadoras o de reserva (Carrasco Muñoz et ál., 2014, p. 22).

Mientras que en los estudios radiográficos y de tomografía computarizada (TC) lo que se ve y se analiza es directamente la molécula de yodo, en la RM lo que se analiza al administrar quelatos de Gd es el efecto paramagnético del Gd sobre los protones adyacentes, de manera que un solo átomo de Gd modifica los tiempos de relajación de muchos protones adyacentes (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

### **3.2.2. Farmacocinética**

Martí-Bonmatí Luis y Martí-Bonmatí Ezequiel (2017), mencionaron en su artículo que los MCBG son solubles en agua. Administrados por vía intravenosa se distribuyen

rápidamente en el compartimento vascular e intersticial, y se eliminan rápido por la orina. Estos primeros contrastes desarrollados, de distribución bicompartimental, muestran una eliminación exclusivamente renal (Figura 1, cuadro azul). Los contrastes más lipófilos comercializados posteriormente, con un radical benceno, presentan una distribución tricompartmental con una doble eliminación, renal y hepática (Figura 1, cuadro verde).



**Figura 1. Modelo compartimental de distribución de los MCBG en RM. Extraído de Martí-Bonmatí Luis y Martí-Bonmatí Ezequiel (2017).**

Esta doble excreción se debe a su incorporación al citoplasma de los hepatocitos y su posterior eliminación por la bilis en unos porcentajes comprendidos entre el 4% y el 50% de la dosis administrada (MultiHance® y Primovist®, respectivamente). Los contrastes convencionales no se unen prácticamente a las proteínas plasmáticas, mientras que los contrastes de excreción doble presentan una unión a proteínas ( $\pm 10\%$ ). Esta unión induce un aumento significativo en su relajatividad magnética y una mejora sustancial de su eficacia como contraste en las imágenes de RM. Esta mayor relajatividad implica una mayor detección de lesiones y la mejor observación de anomalías (p.471-472).

Independientemente de la vía de eliminación, todos los contrastes con Gd se excretan íntegros sin metabolizar, aunque pueden experimentar reacciones de intercambio iónico y retenciones tisulares residuales. La eliminación de estos contrastes se ajusta a una fase rápida central, en torno al 95% en 24 horas, y una eliminación más lenta de cantidades residuales, nanomolares o traza, de distribución tisular desigual. Así, se ha demostrado la presencia de Gd

residual en diversos órganos y tejidos, lo que sugiere que hay un compartimento intersticial extracelular en el cual el contraste se retendría durante mucho tiempo. Este compartimento de retención ya se había propuesto en algunos estudios que señalaban que la recuperación del quelato de Gd en la orina no alcanzaba el 100% de la dosis administrada, debiendo quedar un remanente residual en el organismo. Esta retención de intercambio lento está ubicada principalmente en el hueso, el hígado y el encéfalo. Los compuestos de Gd atraviesan la barrera hematoencefálica intacta. El paso de contraste se realiza desde los vasos subaracnoideos al líquido cefalorraquídeo (LCR), y de ahí al intersticio encefálico. Se ha demostrado, en modelos animales, que a las 24 horas de su administración intravenosa ya existen, con todos los medios de contraste, complejos de Gd en el intersticio del cerebelo y la protuberancia, con una concentración superior a la observada en el LCR y la sangre. Se desconoce la cinética de eliminación a largo plazo de estos complejos de Gd situados en el sistema linfático, utilizado para eliminar los residuos proteicos y metabólicos del sistema nervioso central (SNC) (Martí-Bonmatí Luis y Martí-Bonmatí Ezequiel, 2017, p. 472).

Todos los MCBG pueden presentar un fenómeno de transmetalación por la cercanía de iones metálicos en solución. En la transmetalación, el Gd del contraste se intercambia con estos iones, principalmente el calcio, el hierro y el zinc, y puede así aparecer unido a otros ligandos endógenos en los tejidos, como el fosfato y el carbonato. Es en las estructuras corporales ricas en estos iones de transmetalación, principalmente el hueso con calcio y los núcleos dentados y globos pálidos con hierro, donde se localizarán las mayores trazas de Gd (Martí-Bonmatí Luis y Martí-Bonmatí Ezequiel, 2017, p. 472).

### **3.2.3. Clasificación De Los Medios De Contraste Basados En Gadolinio**

Los MCBG pueden ser clasificados según su distribución corporal como:

➤ Agentes extracelulares: el contraste universalmente más extendido por su mayor accesibilidad y facilidad de uso, además de por su buena tolerancia, ha sido y continúa siendo actualmente, el que está basado en gadolinio de distribución extracelular. Los medios de contraste basados en gadolinio de distribución extracelular se llaman así porque son hidrófilos, no se unen a proteínas ni a receptores, se eliminan por la orina sin metabolizar y se consideran marcadores del líquido extracelular. Estos quelatos de gadolinio tienen un peso molecular bajo y desde el espacio intravascular pasan rápidamente, a través de los capilares, al espacio intersticial; no atraviesan la barrera hematoencefálica ni las membranas celulares intactas y se eliminan por filtración glomerular pasiva, con una vida media en el plasma de 15 a 30 minutos.



Menos de 0,1% de la dosis administrada se elimina a través de las heces, y la eliminación completa del organismo se produce en las seis primeras horas desde su administración (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 69).

Estos se utilizan sobre todo para obtener imágenes de tumores, inflamación y también para realizar angiografía por resonancia magnética nuclear y como agentes intraarticulares en angiografía por resonancia magnética, esta última se encuentra como no indicado en Estados Unidos. En pacientes con insuficiencia renal estos contrastes podrán usarse siempre que se sigan las especificaciones del producto (Fernández, 2019, p.5).

➤ Agentes sanguíneos: Un medio se considera de distribución intravascular cuando permanece en la sangre durante un periodo de tiempo considerablemente más largo que el de los medios de contraste inespecíficos extravasculares, ya que su difusión al espacio intersticial está reducida. El resultado en la imagen es un aumento de la señal de la sangre durante un tiempo prolongado. Existen diversos mecanismos responsables de la lenta eliminación de estos medios de contraste de la sangre. El primer mecanismo es la unión reversible del agente de contraste de gadolinio con la albúmina, que evita la difusión inmediata al espacio intersticial. El segundo mecanismo está basado en el aumento de tamaño de la molécula del agente de contraste, que difunde manera muy lenta a través del endotelio capilar (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 70).

El gadofosveset trisódico es el primer medio de contraste intravascular basado en gadolinio que se utiliza para Angio-RM (no comercializado en España). Después de la administración intravenosa del contraste gadofosvest, aproximadamente un 85% se une a la albúmina sérica humana. La unión con la albúmina sérica aumenta la vida media del gadofosveset permitiendo así incrementar el tiempo para la adquisición de imágenes para estudio vascular. El gadofosveset no se metaboliza en humanos y se elimina principalmente por la orina, con detección mínima en las heces (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 71).

➤ Agentes hepatobiliares: La aplicación de estos agentes es para la mejora del diagnóstico y discriminación de lesiones hepáticas focales tanto de estirpe hepatocitaria como no hepatocitaria. Estos son: Gadobenato Dimeglumina (GdBOPTA-Multihance) y ácido gadoxético o también denominado Gadoxetato de Disódico (Primovist) (Fernández, 2019, p.5).

El Gadobenato de Dimeglumina (Gd-BOPTA) o Acido Gadobénico (Multihance), fue el primer medio de contraste mixto de uso clínico basado en gadolinio. Así pues, el gadobenato de dimeglumina, es un agente de contraste mixto basado en un quelato de gadolinio que presenta una distribución fundamentalmente extracelular con las propiedades de otros quelatos

de gadolinio en términos de cinética plasmática y biodistribución. Sin embargo, mientras que su distribución en los primeros minutos es similar a los contrastes extracelulares, un 2-4% del contraste es captado por los hepatocitos y excretado por la bilis, y es responsable de la señal del hígado en las imágenes tardías (fase celular), como las obtenidas a los 40-120 minutos. El resto del contraste se elimina por la orina. (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 69-70)

El Gadoxetato Disódico (Gd-EOB-DTPA) Primovist, es un medio de contraste mixto de distribución extracelular y también específico hepatobiliar para uso en la RM con secuencias potenciadas en T1. Tras su administración intravenosa, se distribuye primero en espacio extracelular y luego es captado por hepatocitos mediante un polipéptido orgánico transportador de aniones. El contraste se excreta sin metabolizar por dos vías de eliminación. Hasta un 50% se elimina por los riñones y el otro 50% por la vía biliar. La eliminación renal se puede sustituir por la hepatobiliar, y viceversa. Así, en casos de insuficiencia hepática con aumento de niveles de bilirrubina en la sangre se observa un aumento de excreción renal. Los contrastes mixtos no se metabolizan ni se modifican en el hepatocito (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 70).

Según su estructura química, podemos clasificarlos en lineales o macrocíclicos (Figura 2), y en neutros o con carga. Sus diferencias residen fundamentalmente en el complejo que se usa como quelante del átomo de  $Gd^{3+}$ . Se ha demostrado, con diversos estudios, que los medios de contraste más estables son los macrocíclicos iónicos, y los más inestables y más propensos a liberar el  $Gd^{3+}$  son los lineales no iónicos, ya que su constante de disociación es más rápida. El  $Gd^{3+}$  se coordina con 8 o 9 átomos de nitrógeno y oxígeno. Los MCBG iónicos están formados por un quelato que posee cuatro o cinco grupos carboxilos: tres de ellos neutralizarán las tres cargas del átomo de  $Gd^{3+}$ , las otras cargas restantes son neutralizadas por átomos de  $Na^+$  o cationes de meglumina. En el caso de los MCBG no iónicos se coordinan con tres grupos carboxilos y el resto son grupos amidas. La coordinación de estos grupos amida son más débiles que a los grupos carboxilos. Es por eso, que los MCBG iónicos son más estables que los no iónicos (López, 2018, p. 9).

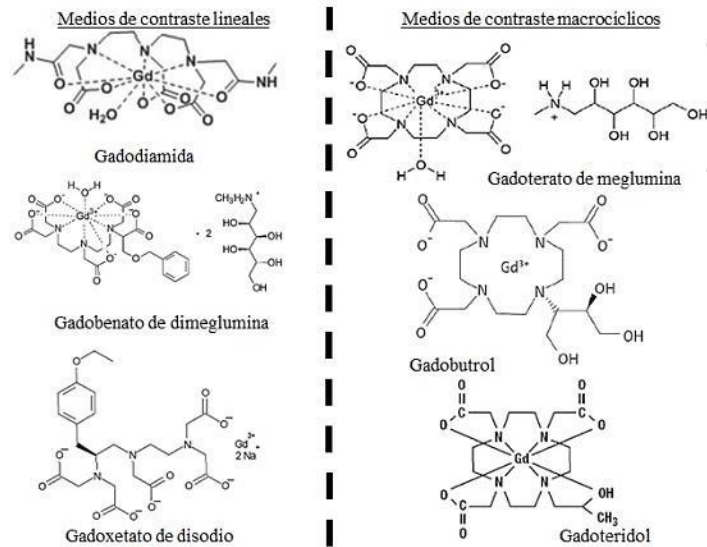


Figura 2. Medios de Contraste Basados en Gadolinio Lineales y Macrocíclicos

### 3.2.4. Indicaciones Clínicas

#### 3.2.4.1. MCBG De Distribución Extracelular

Soler Fernández et ál. (2008), mencionaron en su publicación indicaciones clínicas en diferentes partes del cuerpo, que se detallan a continuación:

##### *Tórax*

Con los equipos disponibles en la actualidad y la utilización generalizada de medios de contraste basados en quelatos de Gd extracelular, la RM puede proporcionar la información diagnóstica necesaria en pacientes con sospecha de enfermedades cardiovasculares, masas mediastínicas y lesiones de la pleura y de la pared torácica (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

Aunque la RM con contraste no se utiliza de forma rutinaria en el estudio del parénquima pulmonar, el análisis de las características del realce junto con las curvas de captación puede utilizarse para diferenciar entre un tuberculoma no calcificado y un carcinoma. La ausencia de realce significativo o la presencia de realce periférico liso son sugestivas de un nódulo benigno (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

La utilización de Gd intravenoso permite diferenciar entre lesiones sólidas y quísticas acortando el diagnóstico diferencial de las masas mediastínicas, paravertebrales o de origen en la pared torácica (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

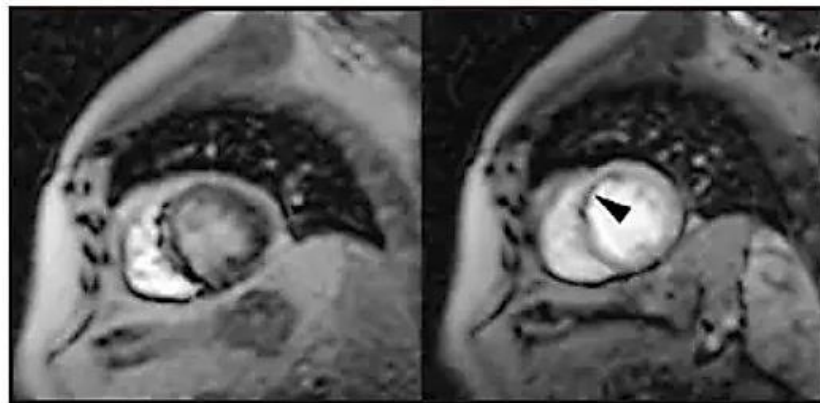
En el protocolo de estudio de la hipertensión arterial pulmonar la inyección de quelatos de Gd permite definir la presencia de trombos, detectar áreas de infarto y analizar la perfusión del parénquima pulmonar (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

### **Corazón**

La introducción de los quelatos de Gd extracelular ha aumentado las aplicaciones de la RM en el estudio de la patología cardiovascular. El uso de quelatos de Gd intravenoso permite cuantificar la perfusión del miocardio y detectar las áreas de miocardio viable, mejorar la caracterización de las enfermedades inflamatorias que afectan al miocardio y al pericardio, diferenciar las masas intracavitarias de los trombos y obtener imágenes angiográficas de alta calidad en cualquier plano del espacio, capaces de analizar las anomalías vasculares cardíacas y extracardíacas (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

En el estudio de la enfermedad isquémica, la RM es una alternativa razonable a la tomografía por emisión de fotón único (SPECT) porque su sensibilidad (64-92%) y especificidad (71-100%) es igual e incluso superior a ésta, con la ventaja de que analiza mejor la motilidad miocárdica, la morfología cardíaca y la viabilidad del miocardio (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

Las áreas de hipoperfusión por isquemia en reposo presentarán un realce menor y más tardío que el miocardio normal en las secuencias de perfusión de primer paso (Figura 3).



**Figura 3.** Las imágenes de perfusión de primer paso en el plano eje corto en los segmentos apicales, muestran la llegada del contraste al ventrículo derecho y la perfusión normal del miocardio del ventrículo izquierdo en la fase de equilibrio con el defecto de perfusión subendocárdico (punta de flecha) en los segmentos anterior y septal por isquemia en reposo.

La inyección de dobutamina (estrés farmacológico) estimula la contracción miocárdica y provoca un aumento del consumo de oxígeno que puede poner de manifiesto áreas de isquemia

normal en reposo. El empeoramiento de la contracción miocárdica en las fases sucesivas del estudio tras el estrés farmacológico confirma la presencia de enfermedad arterial coronaria hemodinámicamente significativa (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

En la actualidad la RM podría ser la técnica de elección para analizar la viabilidad del miocardio porque es superior a la SPECT, la PET (tomografía por emisión de positrones) y la ecocardiografía de estrés para detectar áreas de isquemia y necrosis subendocárdica (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

El realce tardío de la miocardiopatía isquémica implica necrosis irreversible. En un infarto el realce tardío está siempre bien definido, es de localización subendocárdica o transmural y de distribución segmentaria y refleja el territorio irrigado por las arterias coronarias (Figura 4).

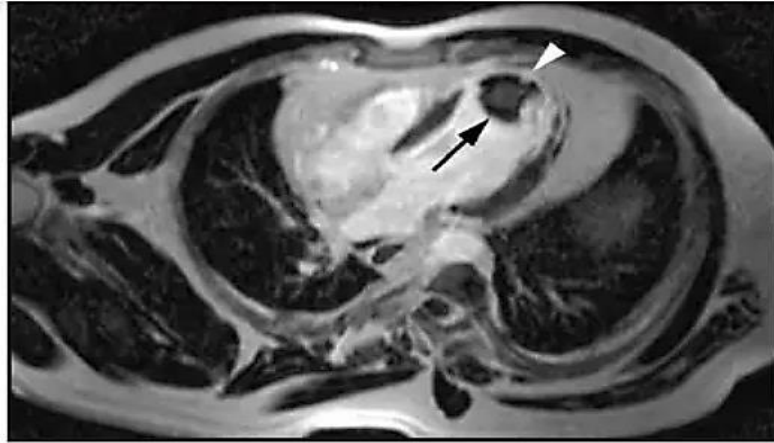


**Figura 4. Hombre de 56 años con infarto agudo de miocardio. En la imagen de miocardio negro en el plano eje corto del ventrículo izquierdo a la altura de los músculos papilares, se ve el realce transmural del músculo papilar posterior (punta de flecha) y de los segmentos inferiores e inferolateral (flechas) por necrosis.**

Si el realce tardío no es subendocárdico, el diagnóstico diferencial debe incluir otras alteraciones miocárdicas no isquémicas (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

La cuantificación de la extensión de la cicatriz necrótica ayuda a predecir qué pacientes mejorarán funcionalmente si se repermeabiliza la arteria coronaria causante de la isquemia (Soler Fernández et ál., 2008, p. 26).

El realce de las cámaras cardíacas que normalmente se ve en las imágenes tardías tras la administración intravenosa de Gd es útil para demostrar las complicaciones del infarto, como los aneurismas y los trombos intracavitarios (Figura 5), y para diferenciar los trombos del flujo lento o de las neoplasias (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27).



**Figura 5. Hombre de 46 años con antecedentes de dolor torácico. En la imagen tardía de <<miocardio negro>> en el plano eje largo horizontal se ve un trombo intracavitario hipointenso (flecha) rodeado de contraste intracavitario y realce transmural del ápex (punta de flecha) por infarto.**

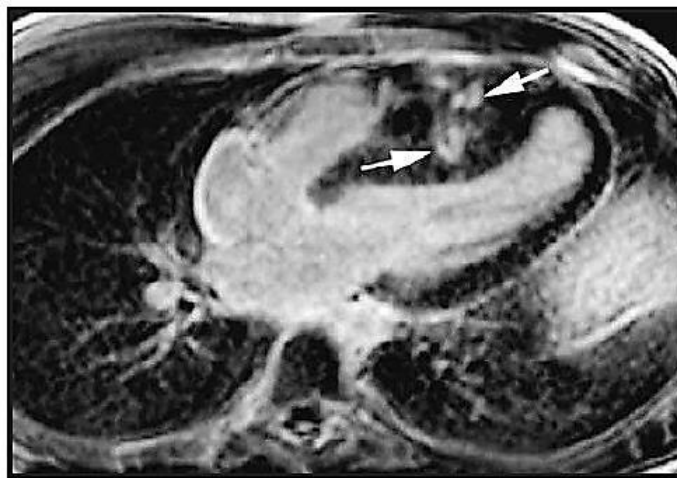
El diagnóstico clínico de la miocarditis y la miocardiopatía inflamatoria es con frecuencia difícil. La administración de quelatos de Gd intravenoso ayuda a establecer el diagnóstico diferencial entre la miocardiopatía isquémica y la miocarditis. A diferencia del realce subendocárdico de la miocardiopatía isquémica, las miocarditis y miocardiopatías inflamatorias se caracterizan por presentar áreas de realce tardío parcheadas y mal definidas, que pueden asociarse a alteraciones de la contractilidad segmentaria por degeneración miocárdica y edema (Figura 6). En las miocardiopatías infiltrativas el realce tardío puede ser transmural y afectar al miocardio del ventrículo derecho (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27).



**Figura 6. Hombre de 56 años con dolor torácico, elevación transitoria del segmento ST en el electrocardiograma y arterias coronarias normales en el cateterismo. La imagen tardía de <<miocardio negro>> en el plano eje corto muestra áreas parcheadas de realce tardío intramiocárdico (flechas) por miocarditis.**

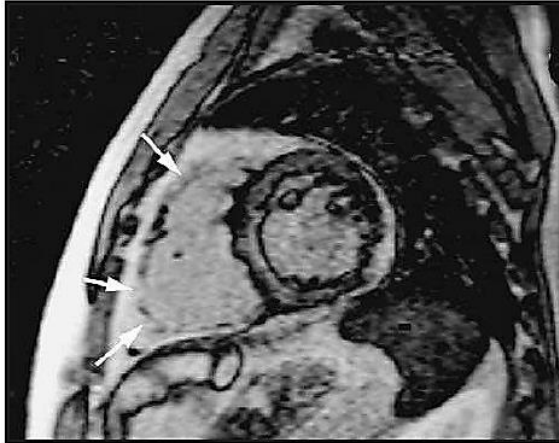
El realce tardío del miocardio también ayuda a caracterizar las miocardiopatías primarias que se asocian con reemplazamiento fibroso del miocardio. En la miocardiopatía

hipertrófica las áreas de realce tardío son confluentes o presentan pequeños focos intramiocárdicos hiperintensos y mal definidos en los segmentos con mayor hipertrofia (Figura 7). Con menor frecuencia el realce tardío es subendocárdico o subepicárdico o se asocia con defectos de perfusión intramiocárdicos debidos a alteraciones en la microvascularización sin lesiones en las arterias coronarias. La cuantificación de la extensión del realce tardío en la miocardiopatía hipertrófica puede tener implicaciones pronósticas porque se asocia a una mayor probabilidad de dilatación ventricular progresiva y muerte súbita (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27).



**Figura 7. Imagen tardía de <<miocardio negro>> en el plano eje largo horizontal de un paciente con miocardiopatía hipertrófica septal. Se aprecian pequeños focos de realce tardío (flechas) en el tercio medio del septo hipertrófico.**

La administración de quelatos de Gd intravenoso no suele utilizarse de forma rutinaria en la práctica clínica en el estudio de las arritmias de origen en el ventrículo derecho. Sin embargo artículos recientes sugieren que el uso de quelatos de Gd intravenoso puede demostrar áreas de realce tardío en el miocardio del ventrículo derecho que se correlacionan con la presencia de fibrosis en la biopsia y que podrían utilizarse como un criterio diagnóstico más en el diagnóstico de esta entidad. Las áreas de realce tardío son transmurales, pueden afectar a ambos ventrículos (Figura 8) y se asocian a movimientos discinéticos del miocardio (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27).



**Figura 8.** Hombre de 47 años diagnosticado de miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho basándose en criterios clínicos estandarizados. En la imagen tardía de <<miocardio negro>> se ven áreas de realce transmural (flechas) en la pared libre e inferior del ventrículo derecho.

La identificación de áreas de realce subendocárdico o transmural también ayuda a diferenciar la miocardiopatía dilatada secundaria a isquemia de la idiopática. Se considera característico de la miocardiopatía dilatada idiopática el realce tardío intramiocárdico lineal y bien definido por fibrosis segmentaria que aparece en fases más avanzadas de la enfermedad (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27).

La miocardiopatía no compactada es una enfermedad congénita rara, asociada a disfunción cardíaca global y arritmias atribuidas a isquemia, en la que pueden existir áreas de hipoperfusión y de realce tardío en las trabeculaciones prominentes por fibrosis (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27).

El análisis de los distintos patrones de realce tras la administración intravenosa de quelatos de Gd en las imágenes de perfusión de primer paso y en las de realce tardío, es también muy útil para la caracterización tisular de los tumores cardíacos primarios o metastásicos y para definir mejor sus límites. El realce moderado o intenso es más sugestivo de un proceso maligno, aunque también puede verse en algunos tumores benignos (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27).

El principal diagnóstico diferencial de un tumor cardíaco es la trombosis intracavitaria. Los trombos son más frecuentes en la aurícula izquierda y habitualmente se asocian con fibrilación auricular o disfunción grave del ventrículo izquierdo. Aunque el análisis de las características de señal del trombo suele ser suficiente para el diagnóstico, la ausencia de realce tras la administración de quelatos de Gd confirma su naturaleza en la mayoría de los casos, ya que sólo los trombos organizados podrían mostrar algún realce periférico (Soler Fernández et ál., 2008, p. 27-28).

***Mama***



La mamografía y la ecografía, junto con la exploración física y la biopsia percutánea, continúan siendo de elección en la detección y caracterización de las lesiones de la mama (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

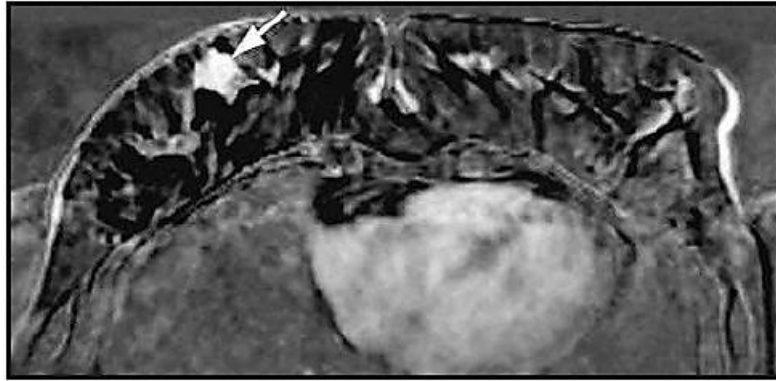
La RM ofrece información adicional, diferente al resto de los métodos diagnósticos, y mejora la precisión diagnóstica en la patología de la mama cuando se realiza en los casos indicados con una técnica de estudio óptima en el momento adecuado del ciclo menstrual y se interpreta teniendo en cuenta la terminología estandarizada (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

El empleo de secuencias dinámicas sin y tras la administración de medios de contraste basados en Gd extracelular ha mejorado enormemente la sensibilidad y la especificidad de la RM en la detección y caracterización del carcinoma de mama, en la detección de las recidivas y en el seguimiento de la respuesta al tratamiento (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

En la actualidad la RM de mama dinámica con Gd intravenoso está indicada para detectar multifocalidad y multicentricidad en el carcinoma, diferenciar entre tejido cicatrizal y recidiva tumoral tras el tratamiento, analizar la eficacia de la quimioterapia neoadyuvante al finalizar el tratamiento, detectar el carcinoma de mama en pacientes de alto riesgo por presentar el gen BRCA1 positivo, detectar carcinomas ocultos en pacientes con metástasis de carcinoma de mama demostrado histológicamente y en el estudio de pacientes con carcinoma demostrado en una mama para detectar carcinoma oculto en la mama contralateral (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

En los estudios dinámicos de RM de la mama los hallazgos más útiles para la caracterización de las lesiones son el análisis morfológico del realce de la lesión junto con la valoración cualitativa de las variaciones en la intensidad del realce en los dos primeros minutos tras la inyección del Gd y el análisis de las curvas cinéticas de captación del contraste (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

La ausencia de realce de una lesión palpable o sospechosa en la mamografía tiene un alto valor predictivo para benignidad (88-96%), aunque no excluye la posibilidad de un carcinoma *in situ* o invasivo<sup>38</sup>. Los hallazgos morfológicos de una lesión nodular con mayor valor predictivo positivo para malignidad son el realce periférico espiculado (Figura 9) (84-91%) y el realce periférico en anillo (84%). Otros hallazgos sugestivos de malignidad son el realce heterogéneo y el realce de septos internos (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).



**Figura 9.** Mujer de 48 años con carcinoma ductal infiltrante de la mama derecha. La imagen de sustracción del estudio dinámico con quelatos de gadolinio muestra un nódulo central inferior en la mama derecha de morfología espiculada con captación homogénea (flecha).

Los carcinomas de mama también pueden manifestarse como áreas de realce puntiforme, lineal y ductal. Las áreas de realce que siguen una distribución segmentaria y que corresponden a una unidad ductal con el vértice en el pezón y el realce puntiforme agrupado o en racimos tienen también un alto valor predictivo de malignidad (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

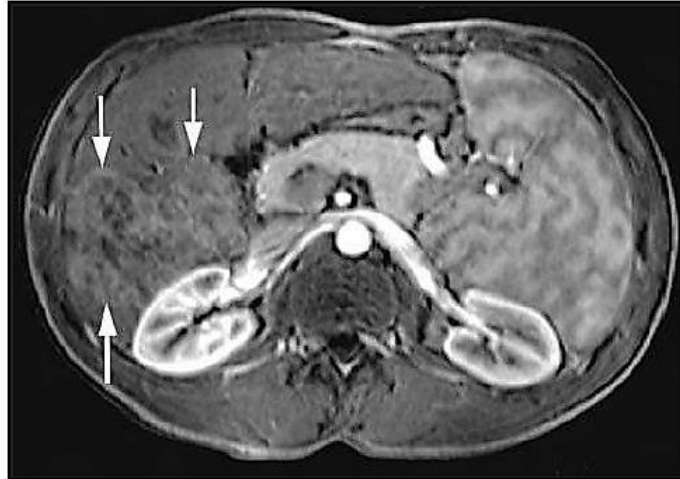
Las curvas cinéticas de captación del contraste se utilizan para analizar la intensidad de señal del realce de una lesión durante el tiempo de inyección del Gd. Se han descrito tres tipos de curvas de captación en las que el realce inicial puede ser lento, medio o rápido; y el realce tardío persistente (tipo I), en meseta (tipo II) o con lavado (tipo III). La probabilidad de malignidad de una lesión con una curva de captación tipo I es del 6%, con la de tipo II es del 64% y con la de tipo III es del 87% (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

### ***Hígado***

La utilidad de los medios de contraste basados en Gd extracelular en los estudios de RM del hígado es incuestionable y en la actualidad se utilizan de forma rutinaria para detectar y caracterizar lesiones focales y analizar la vascularización hepática. Incluso algunos autores sugieren que la adquisición de una secuencia dinámica en las fases arterial, portal y de equilibrio es suficiente por sí sola para detectar y caracterizar la mayoría de las lesiones hepáticas focales que tienen algún significado clínico (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).

En la fase arterial del estudio dinámico con Gd algunas lesiones hepáticas presentan un realce característico. Los quistes no muestran realce, los hemangiomas pueden presentar realce globular periférico, los adenomas y la hiperplasia nodular focal muestran un realce homogéneo e intenso, el hepatocarcinoma y las metástasis hipervascularizadas presentan un realce intenso

heterogéneo (Figura 10) y las metástasis hipovasculares muestran un realce mal definido adyacente a la lesión. El parénquima hepático también puede mostrar diferentes patrones de realce en la fase arterial. Uno de los más frecuentes es el aumento de señal segmentario y transitorio por el mayor aporte arterial secundario a una compresión o trombosis del flujo venoso portal (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28).



**Figura 10. Mujer de 47 años con hepatocarcinoma. La imagen en la fase arterial del estudio dinámico con quelatos de gadolinio muestra un mínimo realce del parénquima hepático normal y una masa hiperintensa heterogénea (flechas) en el lóbulo hepático derecho.**

Con la fase venosa portal se consigue el mayor realce del parénquima hepático. Esta fase es útil para demostrar la permeabilidad o la trombosis vascular (Figura 11) y es la fase en la que las lesiones no vascularizadas, como los quistes, o las lesiones hipovasculares, como algunas metástasis o el tejido cicatrizal, son más fáciles de demostrar. Las metástasis hipervascularizadas y algunos tumores hepáticos primarios, como el hepatocarcinoma, pueden ser isointensos al parénquima en la fase venosa portal del estudio dinámico con Gd (Soler Fernández et ál., 2008, p. 28-29).



**Figura 11.** Mujer de 67 años trasplantada hepática con recidiva de hepatitis por virus C y trombosis portal y mesentérica que requiere derivación venosa. La reconstrucción coronal del estudio dinámico 3D con administración de gadolinio en la fase venosa portal demuestra, además de la cirrosis y la esplenomegalia, la permeabilidad del eje esplenoportal (punta de flecha) y la derivación entre la vena porta y la gástrica izquierda (flecha).

En la fase intersticial (parenquimatosa o tardía) el contraste es especialmente intenso en los tejidos edematosos, como los tumores y las áreas de inflamación. El tejido fibroso realza especialmente en esta fase porque se caracteriza por tener un espacio intersticial extracelular amplio y una alta afinidad por el Gd. Esta fase ayuda además a caracterizar las lesiones hepáticas focales. Los quistes mantienen su ausencia de realce, los hemangiomas presentan una progresión centrípeta de su realce globular, los adenomas y la hiperplasia nodular se hacen isointensos al resto del parénquima y la hiperplasia nodular focal puede presentar además un realce de su cicatriz central; las metástasis pueden mostrar un lavado periférico o heterogéneo y algunas metástasis pequeñas y el hepatocarcinoma pueden hacerse isointensos al resto del parénquima, mientras que el hepatocarcinoma presenta un realce de su cápsula periférica. La fase intersticial o de equilibrio también es útil para demostrar metástasis peritoneales, procesos inflamatorios y la extensión de los colangiocarcinomas. El realce tardío homogéneo en la fase intersticial o de equilibrio es útil para diferenciar el colangiocarcinoma periférico de otros tumores, como el hepatocarcinoma esclerosante, la hiperplasia nodular focal o las metástasis del adenocarcinoma, en los que el realce tardío suele ser heterogéneo. Otros tumores con abundante estroma fibroso, como el hemangioendotelioma epitelioides también pueden mostrar realce tardío homogéneo. La localización periférica de un tumor con realce tardío ayuda al diagnóstico del hemangioendotelioma epitelioides (Soler Fernández et ál., 2008, p. 29).

### ***Páncreas***

La fase arterial también es la más importante en los estudios dinámicos del páncreas con quelatos de Gd extracelular. En esta fase el adenocarcinoma ductal realza escasamente comparado con el realce intenso y transitorio del páncreas (Figura 12). Este tumor es prácticamente isointenso al resto de la glándula en la fase portal y totalmente irreconocible en

la fase venosa. La sustracción de las imágenes con contraste de las imágenes obtenidas antes de la inyección del Gd facilita la detección de los tumores escasamente vascularizados, como el adenocarcinoma ductal (Soler Fernández et ál., 2008, p. 29).



**Figura 12.** La imagen axial del estudio dinámico con quelatos de gadolinio obtenida en la fase arterial demuestra una lesión hipointensa en el proceso uncinado del páncreas (flecha) en un paciente con adenocarcinoma pancreático.

El problema de las masas inflamatorias en pacientes con pancreatitis crónica y su diferenciación de un adenocarcinoma es difícil de resolver con las técnicas de imagen actuales. Ambos pueden mostrar un comportamiento similar en los estudios dinámicos con Gd y, aunque algunos autores sugieren que la presencia de una masa pancreática con bordes bien definidos es más característica del adenocarcinoma, este hallazgo también se ha descrito en las masas inflamatorias con abundante fibrosis (Soler Fernández et ál., 2008, p. 29).

La mayoría de los tumores neuroendocrinos del páncreas realzan intensamente en la fase arterial del estudio dinámico con Gd. Este hallazgo, unido a la característica hiperintensidad de señal en las secuencias potenciadas en T2, permite diferenciarlos del adenocarcinoma ductal, que típicamente es hipointenso en T2 e hipovasascular (Soler Fernández et ál., 2008, p. 29).

La mayor ventaja de los estudios dinámicos con Gd en la RM radica en su excelente resolución de contraste, lo que facilita la detección del tumor en el páncreas, así como su caracterización, especialmente en los casos de lesiones quísticas y tumores neuroendocrinos (Soler Fernández et ál., 2008, p. 29).

### ***Riñón y vías urinarias***

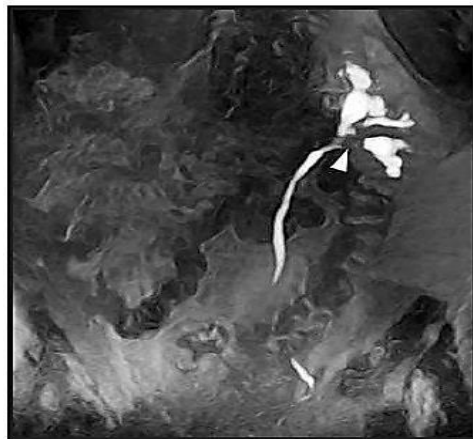
En los estudios renales la RM es una buena alternativa a la TC en pacientes con alguna contraindicación a la administración de contrastes yodados. La fase arterial del estudio dinámico con quelatos de Gd es útil para analizar la vascularización de los tumores renales, mientras que las fases obtenidas a los 2-4 minutos del comienzo de la inyección del Gd, en las

que se produce un realce intenso del tejido medular, son las más útiles para demostrar y caracterizar un tumor renal. En esta fase es también en la que se demuestran con más facilidad los defectos de perfusión producidos por infartos tanto en el riñón nativo como en el trasplantado (Figura 13) (Soler Fernández et ál., 2008, p. 29-30).



**Figura 13.** Hombre de 51 años trasplantado renal con elevación de la LDH. La imagen coronal SE-T1 obtenida en apnea espiratoria a los 4 minutos de la administración de quelatos de gadolinio, muestra múltiples áreas de perfusión disminuida (flechas) e el polo inferior y en la porción medial del injerto por infartos.

La urografía mediante RM (Figura 14) es también una buena alternativa a la urografía convencional en pacientes con alergia a los contrastes yodados o con deterioro de la función renal y en pacientes pediátricos para evitar la exposición a radiaciones ionizantes y como parte del protocolo de estudio del donante renal vivo. Su mayor limitación es la baja sensibilidad para detectar litiasis (Soler Fernández et ál., 2008, p. 30).

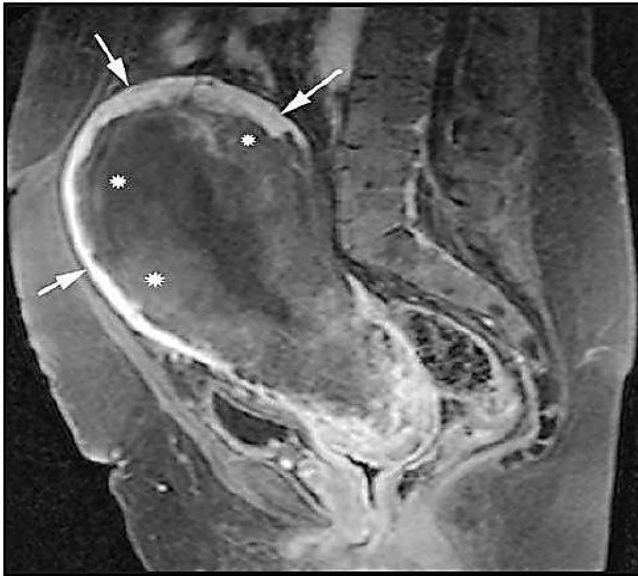


**Figura 14.** Hombre de 51 años con dolor en la fase renal izquierda y ausencia postquirúrgica del riñón derecho. La imagen de proyección de máxima intensidad de señal en el plano coronal obtenida de la fase excretora de la urografía mediante resonancia magnética demuestra una uropatía obstructiva izquierda secundaria a un cálculo enclavado en la unión pieloureteral (punta de flecha).

### *Pelvis*

En la pelvis la inclusión en los protocolos de estudio de secuencias dinámicas con la administración de Gd ha mejorado la precisión de la RM en la caracterización y estadificación de los tumores ginecológicos. El Gd es útil para demostrar proyecciones papilares, nódulos y realce de septos en los tumores ováricos y sobre todo para analizar la profundidad de la

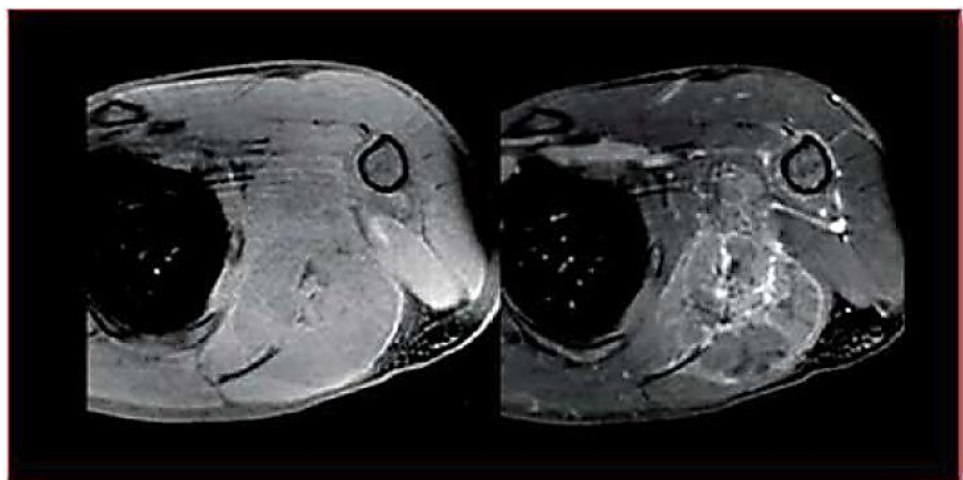
invasión del miometrio por el carcinoma de endometrio (Figura 15) (Soler Fernández et ál., 2008, p. 30).



**Figura 15.** Mujer de 54 años con tumoración uterina. La imagen sagital EG-T1 con supresión grasa obtenida en la fase de equilibrio tras la administración de gadolinio muestra una gran masa endometrial hipointensa (asteriscos) infiltrando prácticamente todo el miometrio subyacente (flechas).

### ***Musculoesquelético***

Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, mencionaron que la utilidad de la RM en el estudio postoperatorio de la patología musculoesquelética es incuestionable. Asimismo, la utilidad de la RM en la detección, el diagnóstico y la estadificación de los tumores de partes blandas de las lesiones seudotumorales es indiscutible. Sin embargo, la utilidad de la administración intravenosa de quelatos de Gd de forma rutinaria e los protocolos de estudio es controvertida y muy dependiente de los protocolos de cada centro. En general, la administración intravenosa de Gd se utiliza para definir el grado de necrosis intratumoral tras la quimioterapia y puede ser útil para diferenciar un hematoma o un seroma de un absceso o de una recidiva tumoral (Figura 16) (2014, p. 77).



**Figura 16.** Sarcoma de Ewing. En la imagen axial T1 obtenida después de la administración de quelatos de gadolinio se ve el realce heterogéneo de una tumoración en el hombro izquierdo.

El uso de quelatos de Gd intravenoso tiene un papel importante en el estudio con RM de las artropatías infecciosas e inflamatorias (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 77).

La introducción de artrografía mediante RM ha mejorado el diagnóstico de la inestabilidad glenohumeral, la caracterización de las lesiones del complejo fibroarticular triangular de la muñeca, las lesiones del labrum acetabular, las lesiones del menisco operado de la rodilla, las causantes del síndrome de atrapamiento del tobillo y la precisión en la localización de cuerpos libres intraarticulares (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 77-78).

### ***Angiografía tridimensional por resonancia magnética con gadolinio intravenoso***

Numerosas publicaciones han demostrado la utilidad de los quelatos de Gd extracelulares en los estudios de angiografía mediante RM. En la actualidad la ARM 3D con Gd intravenoso se utiliza de forma rutinaria en la práctica clínica (Figuras 17 Y 18). En los estudios de ARM con Gd intravenoso la mayoría de los autores utilizan dosis de 0,2-0,3 mmol/kg administrada en embolada con inyector a una velocidad de al menos 2 ml/s seguida de la inyección en bolo de unos 20 ml de suero salino. El empleo de dosis más altas (30-40 ml) a una velocidad de 2 ml/s o la administración de la dosis en dos fases consecutivas (la mitad de la dosis a una velocidad de 2 ml/s y el resto de la dosis a 1 o 1,5 ml/s) son útiles para obtener una adecuada valoración del sistema venoso, así como en el estudio del donante renal vivo. El empleo de quelatos de Gd extracelulares 1 molar, como el gadobutrol (Gadovist®), permite utilizar cantidades menores de las que habitualmente se utilizan con los quelatos de Gd 0,5 molar y proporcionan además un bolo más compacto y por tanto un mayor realce arterial con menor contaminación venosa (Soler Fernández et ál., 2008, p. 31-32).



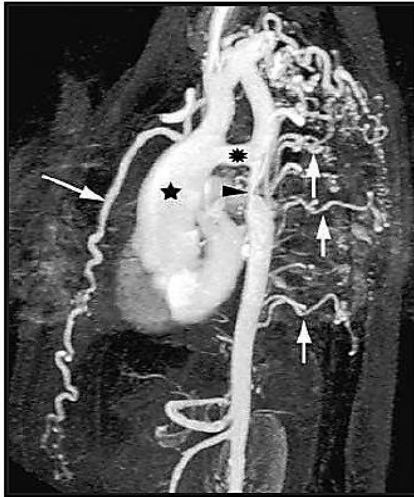


Figura 17. Coartación de la aorta en un paciente de 27 años con hipertensión arterial y asimetría de los pulsos periféricos. La reconstrucción de proyección de máxima intensidad de señal obtenida de la ARM 3D con quelatos de gadolinio intravenoso muestra la estenosis en el istmo aórtico (punta de flecha) asociada a hipoplasia del arco aórtico (asterisco), dilatación de la aorta ascendente (estrella) y múltiples colaterales a través de la arteria mamaria interna y de las arterias bronquiales (flechas).



Figura 18. Úlcera penetrante aórtica en un hombre de 73 años con dolor torácico. La reconstrucción de superficie sombreada de la ARM 3D con quelatos de gadolinio intravenoso, previa a la colocación de endoprótesis aórtica percutánea, demuestra la relación entre la úlcera penetrante arterioesclerótica (flecha) y la arteria subclavia izquierda.

Las indicaciones actuales de la ARM 3D con Gd intravenoso incluyen el análisis de la anatomía, el tamaño y la posición tanto del origen como de los segmentos más distales de la arteria pulmonar, la valoración de la anatomía compleja de las cardiopatías congénitas, el análisis del número, la localización y el tamaño de las venas pulmonares y de sus ramas para la planificación de la ablación percutánea de focos arritmogénicos, el estudio preoperatorio y el seguimiento postquirúrgico de los aneurismas de aorta, la valoración de la disección aórtica, el diagnóstico y seguimiento de las vasculitis y el diagnóstico de estenosis de arterias renales (Soler Fernández et ál., 2008, p. 32).

### 3.2.4.2. MCBG De Distribución Mixta

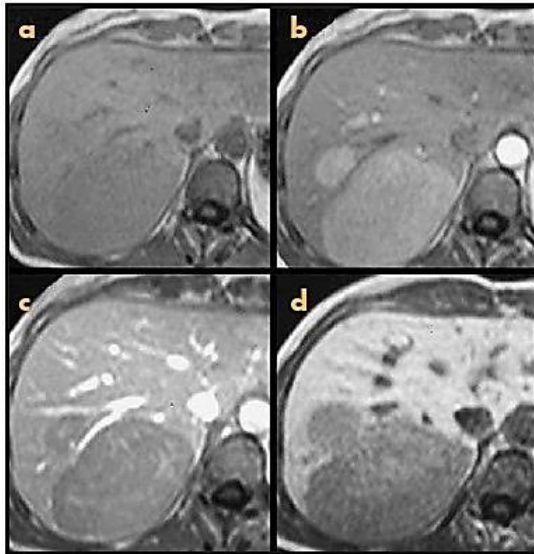
#### *Gadobenato de dimeglumina*

Además de la utilización del Gd-BOPTA como agente de contraste inespecífico para el estudio de lesiones hepáticas focales, el pequeño porcentaje (2-4%) que se elimina por la vía

hepatobiliar hace que pueda ser aprovechado tardíamente al cabo de 1 hora de la inyección para obtener imágenes en la fase de captación celular hepática y también para los exámenes de la vía biliar. Las imágenes específicas de captación hepática se añaden así a las imágenes dinámicas que se obtienen previamente en virtud de la distribución primordialmente extracelular que tiene el contraste (Martínez y Martín, 2008, p. 40).

Diversas publicaciones han demostrado que la utilización de Gd-BOPTA tanto en estudios dinámicos como tardíos aumenta la detectabilidad de las lesiones focales hepáticas y ayuda a la caracterización de las mismas. En el estudio clínico multicéntrico en fase III publicado por Petersein y cols. se concluye que el Gd-BOPTA puede usarse no sólo como contraste inespecífico extracelular, sino también como medio de contraste hepatoespecífico si se adquieren imágenes tardíamente al cabo de al menos 1 hora. Se debe tener en cuenta, sin embargo, la limitación que puede tener el uso de este contraste al ser necesaria al menos 1 hora de espera para la obtención de las imágenes en la fase celular (Martínez, Martín, 2008, p. 40).

Diversas publicaciones han resaltado la utilidad del Gd-BOPTA en el diagnóstico de la Hiperplasia Nodular Focal (HNF). Como el Gd-BOPTA es un contraste paramagnético análogo a otros quelatos de gadolinio extracelulares que además añade información de la funcionalidad de los hepatocitos, en la HNF hay una acumulación excesiva y prolongada del contraste debido a que, aparte de la existencia de hepatocitos normales y en mayor número por unidad de volumen, existe una anomalía en el correcto desarrollo de los canalículos biliares, lo que hace que también haya una alteración y dificultad en la excreción de bilis. Estas características son las responsables de que en la HNF haya una hipercaptación en las imágenes tardías. La utilización de Gd-BOPTA en la RM ante la sospecha de HNF revela que la combinación de los estudios dinámicos y las imágenes tardías proporciona los signos morfológicos y funcionales que permiten su diagnóstico definitivo. Grazioli y cols. destacan la utilidad del Gd-BOPTA en el diagnóstico de la HNF y su diferenciación con el adenoma hepático basándose en la captación de las lesiones en la fase tardía celular. Mientras que el 97% de las HNF mostraban una captación en la fase celular, siendo iso o hiperintensas, el 100% de los adenomas no presentaron captación y todos eran hipointensos (Figura 19) (Martínez, Martín, 2008, p. 40).



**Figura 19. Adenoma hepático. a)** Imagen en T1 en la que se observa una lesión de gran tamaño hipointensa que afecta al área del segmento VII. **b)** Imagen en la fase arterial en la que se observa una lesión moderadamente hipervascular. **c)** En la fase portal se observa el lavado de la lesión. **d)** Fase celular tras la administración de Gd-BOPTA en la que se observa una ausencia total de captación del contraste.

La eliminación parcial por la vía biliar hace que el Gd-BOPTA pueda aprovecharse en los estudios hepáticos para la obtención de imágenes del tracto biliar utilizando secuencias 3D potenciadas en T1 al cabo de al menos 1 hora de su inyección (Martínez, Martín, 2008, p. 40-41).

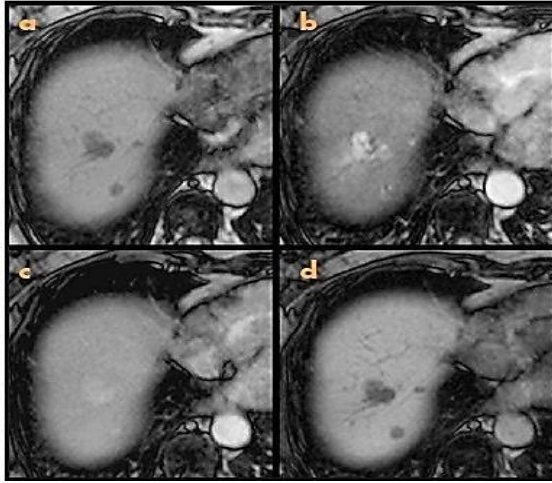
### ***Gadoxetato disódico***

Algunas de las primeras publicaciones del uso clínico del Gd-EOB-DTPA resaltan un buen grado de tolerancia y perfil de seguridad del contraste, así como la utilidad clínica en el diagnóstico de las lesiones focales hepáticas. Estudios comparativos iniciales entre contrastes extracelulares y Gd-EOB-DTPA en el estudio de los tumores hepáticos con RM confirman la utilidad clínica del Gd-EOB-DTPA (Martínez y Martín, 2008, p. 41).

El Gd-EOB-DTPA tiene la ventaja sobre otros contrastes de disponer de una doble capacidad de acción en una misma exploración. Puede usarse para realizar estudios dinámicos al administrarse en forma de bolo y tener una distribución inespecífica extracelular similar a otros contrastes extracelulares; además permite obtener imágenes en las fases celular y de eliminación biliar, de forma similar a los contrastes específicos intracelulares, como el Mn-DPDP (Teslascan®) a los 20 minutos del inicio de la administración del contraste (Martínez y Martín, 2008, p. 41).

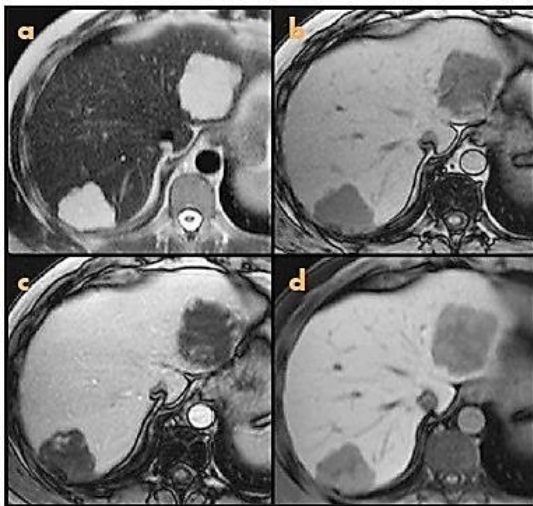
En cuanto a la detección de las lesiones focales hepáticas, el Gd-EOB-DTPA permite la visualización de las lesiones tanto en las secuencias dinámicas (arterial, portal y venosa) obtenidas aprovechando su propiedad extracelular como posteriormente en las secuencias de captación celular y de eliminación biliar. En las imágenes obtenidas en la fase de captación hepatocitaria el contraste entre el hígado y la lesión se incrementa si las lesiones carecen de

hepatocitos. En lesiones como quistes, abscesos, hemangiomas y metástasis que carecen de hepatocitos el contraste entre el hígado y la lesión aumentará, permitiendo así su mejor detectabilidad (Figura 20) (Martínez y Martín, 2008, p. 41).

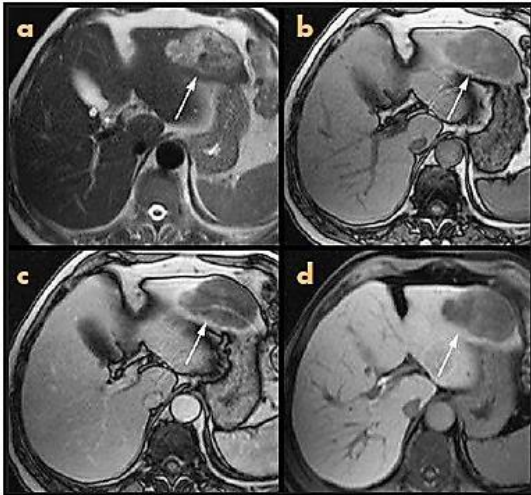


**Figura 20.** Aumento del contraste hígado/lesión en los hemangiomas tras la administración de Gd-EOB-DTPA. a) Imagen en T1 de dos pequeños hemangiomas en la cúpula hepática. b-c) Captación típica de los hemangiomas en las fases arterial y venosa, similar a como se ve tras administrar contraste extracelular. d) Fase específica celular hepática donde se observa un notable incremento del contraste entre el hígado y las lesiones que mejora la detectabilidad de las mismas.

La ausencia de captación de una lesión en la fase específica celular ayudará, pues, a la caracterización de la misma, lo que indica que es una lesión que carece de hepatocitos, mientras que la captación del contraste en la fase específica celular indicará la naturaleza hepatocitaria de la misma (Figuras 21 Y 22) (Martínez y Martín, 2008, p. 41).



**Figura 21. Hemangiomas hepáticos.** a-b) Lesiones hepáticas notablemente hiperintensas en T2 e hipointensas en T1. c) En la fase portal tras la administración de Gd-EOB-DTPA se observan las lesiones con una captación periférica en forma globular discontinua muy característica de los hemangiomas. d) En la fase celular las lesiones son marcadamente hipointensas respecto al parénquima hepático, lo que indica ausencia de hepatocitos.



**Figura 22. Metástasis hepática en un paciente con neoplasia de colon (flechas en a-d). a-b) Imágenes en T2 y en T1 que muestran una lesión en el segmento lateral del lóbulo izquierdo hepático moderadamente hiperintensa en T2 e hipointensa en T1. c) Imagen en la fase portal tras la administración de Gd-EOB-DTPA que muestra una lesión hipovascular. d) En la fase específica celular se observa una lesión hipocaptante que indica que no contiene hepatocitos.**

Por otra parte, la morfología de la vía biliar puede estudiarse con Gd-EOB-DTPA de la misma forma que con Gd-BOPTA, con la gran ventaja del tiempo requerido para la obtención de las imágenes, ya que éstas se pueden adquirir a tan sólo 15 minutos de la administración del contraste (Figura 22) (Martínez, Martín, 2008, p. 43).



**Figura 22. Anatomía de la vía biliar. Imagen de reconstrucción MIP de secuencia 3D VIBE obtenida a los 15 minutos de la administración de Gd-EOB-DTP. Se observa una variante anatómica consistente en la desembocadura del conducto hepático derecho posterior al conducto hepático izquierdo (flecha).**

### **3.2.4.3. MCBG De Distribución Intravascular**

Las principales aplicaciones clínicas del gadofosveset, valoradas en los ensayos clínicos y aprobadas para angio-RM, han sido en territorio vascular supraaórtico, arterias renales, vasos aortoiliacos y extremidades inferiores en pacientes adultos con vasculopatía abdominal o de las extremidades, conocida o sospechada. Las aplicaciones potenciales del gadofosveset pueden ser para estudios de fleboangio-RM, intervencionismo en angio-RM y en la angio-RM de cuerpo entero (Vilanova Busquets y Barceló Obregón, 2008, p. 51).

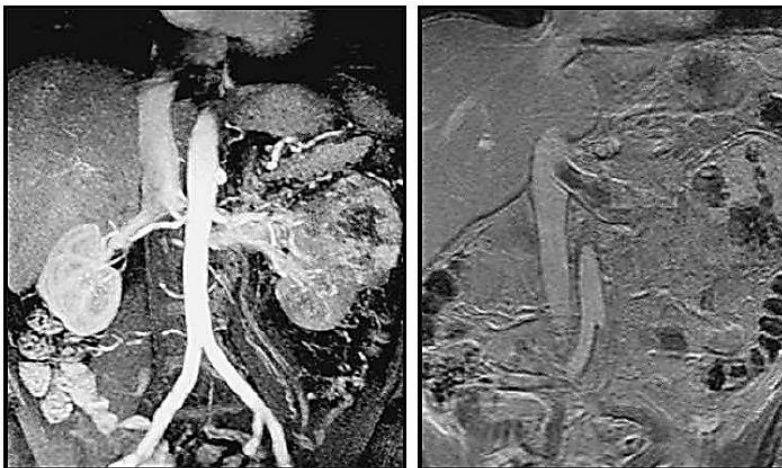
### ***Vascularización supraaórtica***

En el territorio de las arterias carótidas extracraneales es preciso obtener estudios de angio-RM con la máxima resolución espacial para determinar con precisión la morfología y el grado de estenosis de los vasos. El criterio de la NASCET establece poder definir con precisión el límite de estenosis del 70% para indicar el tratamiento (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 51).

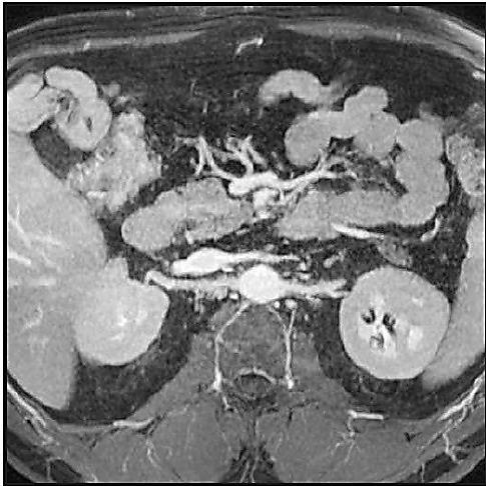
Los ensayos clínicos realizados han mostrado la posibilidad de obtener adquisiciones de alta resolución de los troncos supraaórticos utilizando el gadofosveset con técnica de angio-RM 3D con resoluciones espaciales isotrópicas de 1 mm en las arterias carótidas con tiempo de adquisición de 12 s. Los ensayos clínicos en fase II han demostrado suficiente resolución espacial en la práctica clínica con un tamaño del vóxel de ~0,5 mm (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 51).

### ***Arterias renales***

En la mayoría de las aplicaciones clínicas de la angio-RM periférica el tiempo de adquisición para la fase de equilibrio está limitado por el período de tiempo que el paciente puede permanecer quieto, que en el caso de las arterias renales depende del tiempo de apnea. Los estudios realizados permiten obtener adquisiciones en apnea tanto en la fase de primer paso como de equilibrio (Figura 24) y la posibilidad de obtener adquisiciones en la fase de equilibrio en el plano axial en 2D (Figura 25) (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 51).



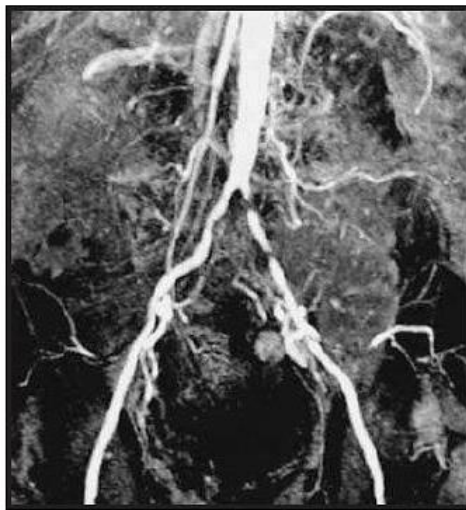
**Figura 24. RM de primer paso y en la fase de equilibrio renal. a) Imagen MIP coronal de primer paso en la técnica dinámica que muestra la fase arterial en un paciente con hipernefroma izquierdo. b) Imagen MIP coronal en la fase de equilibrio en técnica de alta resolución 2D en supresión grasa delimitando el trombo en extensión desde la vena renal izquierda hasta la vena cava inferior.**



**Figura 25. RM en la fase de equilibrio. Imagen axial 2D de alta resolución en supresión grasa adquirida a los 5 minutos después de la inyección de contraste. Se observa persistencia de contraste en el sistema venoso y arterial al mismo tiempo.**

### ***Vasos aortoiliacos***

La región pélvica ha sido de las más estudiadas en los ensayos clínicos. La adquisición de primer paso se realiza con la técnica estándar de angio-RM con contraste extracelular, que permite obtener imágenes suficientemente diagnósticas (Figura 26) (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 51).



**Figura 26. RM de primer paso en la fase dinámica con gadofosveset. Imagen MIP del sector aortoiliaco en la fase precoz arterial después de la sustracción en un paciente con trasplante renal izquierdo. El estudio demuestra la estenosis significativa en la arteria ilíaca común izquierda.**

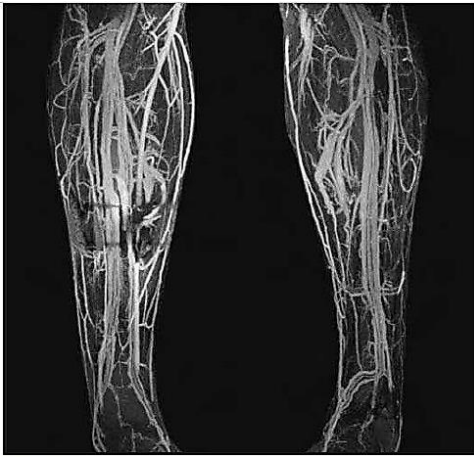
La adquisición en la fase de equilibrio se debe realizar con TE mínimo para evitar el desfase intravóxel que se manifiesta como ausencia de señal debido al flujo sanguíneo elevado en esta región (100-140 ml/s) (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 51).

### ***Extremidades inferiores***

Se ha valorado la angio-RM con gadofosveset en las extremidades inferiores en un único estudio. Para el estudio arterial se realiza la adquisición de primer paso similar a la de los estudios de ARM con contraste extracelular convencional. Aunque en los estudios de alta resolución de angio-RM en la fase de equilibrio utilizando el gadofosveset se observan las

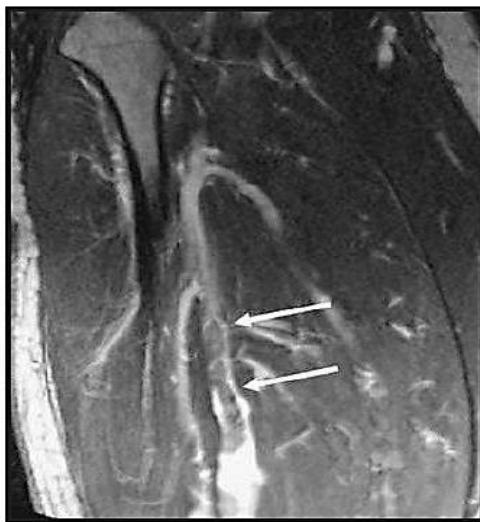
arterias y las venas muy próximas, esta alta resolución permite diferenciarlas y hacer una correcta interpretación (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 51).

Sin embargo, la ausencia de movimiento en las piernas permite obtener imágenes de alta calidad y, de esta forma, separar las arterias y las venas (Figura 27). Para ello se requiere utilizar reconstrucciones con MIP (proyección de máxima intensidad) focalizadas (subvolumen) y evitar la reconstrucción de MIP completas. Además, se están desarrollando métodos semiautomáticos para separar los vasos arteriales de los venosos (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 51-52).



**Figura 27. RM de alta resolución de las piernas. Imagen angio-RM MIP del sector de las piernas en la fase de equilibrio después de la sustracción. Se observa realce del sistema arterial y venoso. Existe artefacto metálico en la pierna derecha con distorsión focal de la imagen.**

El valor añadido de las imágenes de alta resolución en la fase de equilibrio permite combinar en un único estudio la información de adquisición en la fase de primer paso conjuntamente con la valoración focalizada en la zona de interés del vaso con las imágenes de alta resolución posterior (Figura 28) (Vilanova Busquets, Barceló Obregón, 2008, p. 52).



**Figura 28. RM venosa de las piernas. Imagen coronal de alta resolución en la fase de equilibrio que demuestra la trombosis venosa profunda (flechas).**



### 3.2.5. Administración De MCBG En Pediatría

Domínguez García, en su trabajo de fin de grado mencionó que los MCBG se utilizan en aproximadamente el 40 % del número total de exámenes de RM realizados anualmente en niños en los EE. UU. Ocho MCBG están aprobados por la FDA para su uso en pacientes de dos a 18 años, pero solo tres están aprobados para su uso en niños menores de dos años: gadobutrol, gadoterato de meglumina y gadoxetato disódico. La dosis recomendada para los MCBG es de 0,1 mmol/kg, con la excepción de gadoxetato, que está aprobado para su administración a una dosis de 0,025 mmol/kg (2022, p. 6).

Los MCBG macrocíclicos son muy estables, se ha observado que dan como resultado una menor retención de Gd que los agentes lineales y, por lo tanto, se prefieren a los agentes lineales. Una excepción es el agente hepatobiliar lineal gadoxetato disódico, que se prefiere para evaluar la patología. En una encuesta realizada por Blumfield et al se especificó es un agente iónico lineal de riesgo medio. En la encuesta realizada se determinó que es el MCBG más utilizado a la hora de realizar imágenes hepatobiliares, aprovechando el hecho de que el 50% se excreta a través del sistema biliar. Los resultados de las encuestas se encuentran en la tabla 2.

**Tabla 2. Marcas de MCBG administradas en la población pediátrica general y en recién nacidos y lactantes <1 año, por respondedores de los EE.UU y por respondedores de hospitales académicos para niños. Extraído de Domínguez García Natalia, 2022, p. 6**

Marca	Nombre genérico	GBCA usado		GBCA usado <1 año		GBCA usado en los Estados Unidos		GBCA usados en niños hospitalizados	
		(n=163)		(n=158)		(n=133)		(n=84)	
Eovist	Gadoxetato disodio	99	60,7%	28	17,7%	93	69,9%	61	72,6%
Ablavar	Gadofosveset trisodio	74	45,4%	34	21,5%	70	52,6%	55	65,5%
Gadovist	Gadobutrol	63	37,7%	59	37,3%	53	39,9%	31	36,9%
Magnevist	Gadopentetato de dimeglumina	56	34,4%	32	20,3%	39	29,35%	25	29,8%
Multihance	Gadobenato de dimeglumina	54	33,1%	41	26,0%	47	35,3%	31	36,9%
Dotarem	Gadoterato de meglumina	53	35,5%	45	28,5%	42	31,6%	31	36,9%
Prohance	Gadoteridol	12	7,4%	7	4,4%	11	8,3%	10	11,9%
Omniscan	Gadodiamida	10	6,1%	6	3,8%	3	2,3%	2	2,4%
Optimark	Gadoversetamida	3	1,8%	2	1,3%	1	0,8%	1	1,2%

Sin embargo, el gadoteridol y la gadodiamida solo están aprobados para su uso en niños de dos años o más (Domínguez García, 2022, p. 6).

El Comité de Calidad y Seguridad al Paciente (COCASEP) sugiere las siguientes medidas para reducir la exposición innecesaria de los niños al Gd. Estas recomendaciones son las opiniones de consenso de los miembros del comité basadas en los resultados de la encuesta que muestran patrones de práctica y cómo estos patrones se comparan con las pautas de la ACR (Colegio Americano de Radiología).

- Siempre que sea posible, los estudios pediátricos deben ser protocolizados por radiólogos pediátricos con el conocimiento necesario de las indicaciones y los riesgos potenciales del uso de Gd en niños.
- Para muchas indicaciones clínicas, junto con los estudios realizados con anestesia, se deben revisar las imágenes previas al contraste mientras el paciente está la RM para evaluar la necesidad de Gd.
- Si hay preguntas o inquietudes sobre el protocolo, el radiólogo debe comunicarse directamente con los médicos que solicitan el tratamiento para aclarar la necesidad de Gd, en lugar de cumplir estrictamente con las solicitudes de administración de contraste.
- En niños que han recibido múltiples administraciones de Gd para exámenes de RM de seguimiento, el radiólogo debe evaluar el valor agregado del contraste y explorar la factibilidad de un estudio sin contraste.
- Los agentes macrocíclicos generalmente presentan perfiles de seguridad superiores a los de los agentes lineales y son los preferidos. Si el costo o la disponibilidad impiden su uso, entonces se prefieren los agentes iónicos lineales a los no iónicos lineales.
- Tenga mucho cuidado con los recién nacidos (RN) y los lactantes, ya que aún no se han dilucidado los efectos a largo plazo del depósito de Gd en los tejidos (Domínguez García, 2022, p. 8).

### **3.2.6. Efectos No Deseados Por El Uso De Contrastes**

#### ***Efectos tóxicos y anafilaxia***

La mayoría de los efectos tóxicos del Gd quelado son leves e incluyen cefalea (3,6%); dolor, frialdad y quemazón en el sitio de la inyección (3,6%); náuseas (1,5%); vómitos (0,6%); y erupción cutánea (0,3%). La incidencia de reacciones anafilácticas graves resulta excepcional (0,001-0,1%) (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

### ***Extravasación***

La probabilidad de una lesión grave por la extravasación del contraste en el sitio de la inyección es mucho más baja que para una dosis equivalente de contraste yodado ya que el Gd quelado es mucho menos tóxico para la piel y el tejido celular subcutáneo que el contraste yodado (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, (2014), indicaron como factores de riesgo

- Relacionados con la técnica:
  - Uso de un inyector automático.
  - Inyección en sitios menos óptimos, incluyendo miembros inferiores y pequeñas venas distales.
  - Grandes volúmenes de contraste.
  - Contraste de alta osmolaridad.
- Relacionados con el paciente:
  - Incapacidad para comunicarse.
  - Venas frágiles o dañadas.
  - Insuficiencia arterial.
  - Dificultad para el drenaje venoso o linfático.
  - Obesidad.
- Para reducir el riesgo:
  - La canalización venosa debe ser meticulosa, utilizando cánulas plásticas de tamaño adecuado en una vena apropiada para soportar el flujo requerido durante la inyección.
  - Realizar una prueba con suero salino (p. 89).

### ***Nefropatía inducida por medios de contraste con gadolinio***

El gadolinio, medio de contraste habitualmente utilizado en resonancia magnética (RM), ha sido propuesto como una alternativa a los contrastes yodados, incluso para estudios angiográficos (Prof. Dr. García Mónaco et ál., 2011, p. 35).

En nuestra práctica en el Hospital Italiano de Buenos Aires utilizamos gadolinio asociado a CO<sub>2</sub> en sustitución de medios yodados para estudios angiográficos y en tomografía computarizada (TC); constatamos que se obtienen imágenes adecuadas para diagnóstico y no se observan efectos adversos, al menos en el corto plazo (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 35).

En razón de su toxicidad tisular al gadolinio de uso médico se le adiciona un quelante, lo que aumenta su seguridad. La vida media del gadolinio unido a dicho elemento estará determinada, entonces, por el volumen de distribución y la tasa de filtración glomerular (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 35)

En RM se usa gadolinio en dosis de 0,1 mmol/kg, que es considerada adecuada para la obtención de imágenes y segura respecto de su eventual toxicidad. Estudios de resonancia magnética efectuados hace más de una década con la intención de determinar si podría ser responsable de insuficiencia renal aguda (IRA), en forma similar a los medios de contraste yodados, revelaron un comportamiento más benigno para el gadolinio (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 35-36).

Los primeros casos reportados de IRA por gadolinio eran escasos y referidos fundamentalmente en estudios angiográficos de pacientes con enfermedad renal grave previa, con comorbilidades vinculadas a un daño vascular grave, como diabetes, o en situaciones de bloqueo del sistema renina angiotensina asociadas a diuréticos (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 36).

Sin embargo, trabajos posteriores evidenciaron que pacientes en estadios 3 y 4 de enfermedad renal crónica exhibían falla renal en una proporción similar a lo observado con contrastes yodados cuando eran estudiados con gadolinio endovenoso o intraarterial (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 36).

Respecto de la utilización en reemplazo de contrastes yodados para estudios angiográficos la dosis de gadolinio utilizada fue superior a la usada en resonancia magnética. La FDA nunca aprobó su uso como medio de contraste en reemplazo del yodo en angiografías, ya que estudios experimentales han sugerido que dosis superiores a 0,3 mmol/kg podrían ser responsables de lesión renal aguda (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 36).

### ***Fibrosis sistémica nefrogénica (FSN)***

Fernández, (2019), mencionó que es un síndrome raro caracterizándose por la aparición de fibrosis cutánea y del tejido celular subcutáneo, contractura muscular y reducción de la movilidad de las articulaciones. (p. 14)

Es un proceso sistémico lo que puede conllevar a que se encuentre afectado cualquier órgano y tejido. Actualmente, se sabe que esta sucede exclusivamente en pacientes con insuficiencia renal aguda y en etapas avanzadas de enfermedades crónicas de riñón. No se considera que esta sea una toxicidad a nivel de riñón debido a que el riñón no es el principal

afectado. Sin embargo, cabe destacar que una reducción o ausencia del filtrado glomerular renal tiene diversas consecuencias, las cuales pueden ser severas: aumento de mortalidad cardiovascular y global, inflamación, etc (Fernández, 2019, p. 14).

La asociación con GBCA (Gadolinium-Based Contrast Agent) permitió la categorización de las manifestaciones clínicas como tempranas y tardías. El inicio de los síntomas es variable, pero suelen producirse entre las 2 primeras semanas hasta 2 meses después. Pero se ha observado que es posible un inicio tardío pocos años después, posiblemente por un segundo fenómeno (Fernández, 2019, p. 14).

Según cuando se inicien los síntomas se dividirá en dos grupos:

- Los **síntomas iniciales** (dentro de los 2 meses) suelen ser decoloración de la piel, hinchazón y dolor en las extremidades inferiores hasta los tobillos de manera simétrica, pero pueden tener cualquier localización en el cuerpo, aunque suelen respetar la cara.
- Los **síntomas tardíos** a partir de los 6 meses suelen ser esclerosis cutánea, subcutánea, inflexibilidad, pérdida de cabello...Las lesiones primarias son de color de la piel y pueden tener forma de placas en un 58% con bordes irregulares y pápulas 32%, nódulos en un 17 % y máculas, vesículas, ampollas y úlceras. Estas lesiones suelen avanzar a una piel leñosa rodeada de arrugas denominada “piel de naranja”. (p.14)

La mayoría de los casos de FSN, han sido pacientes que han sido expuestos a gadolinio con un fallo renal previamente y el otro 20% en pacientes con enfermedades crónicas renales y lesión renal aguda (Fernández, 2019, p. 14).

No hay datos de que el papel de la hemodiálisis disminuya el riesgo de desarrollar FSN tras la administración GBCA, este se recibe dentro de las 2 horas tras la administración del medio de contraste (Fernández, 2019, p. 14).

Se realiza un diagnóstico histológico en el paciente, el cual se basa en una biopsia cutánea donde se observará una fibrosis dérmica, con haces de colágeno engrosados y fibras elásticas y mucina. La gran mayoría de veces no se observarán en esta muestra células inflamatorias, y algunas veces se ha observado infiltrado mononuclear perivascular (Fernández, 2019, p. 15).

Hay diversos factores que parecen predisponer a los pacientes en riesgo a desarrollar FSN. Estos se encuentran relacionados:

- **Con el MCBG:** Se ha demostrado que los contrastes lineales no iónicos (Gadodiamida y Gadoversetamida) son los que se asocian con la aparición de FSN en pacientes que tienen insuficiencia renal.

• **Relacionados con el paciente:**

❖ **Insuficiencia renal:** No existe riesgo en aquellos pacientes que tienen una IR leve, y el número de casos en IR moderada es casi inexistente. En cambio, en pacientes con una IR grave, habrá que tener cuidado ya que el riesgo de padecer FSN es mayor. La gran mayoría de casos demostrados de FSN son de pacientes que sufren IR grave (TFGe < 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>).

❖ **Trasplante hepático:** Se consideraba hasta hace poco que este era un factor de riesgo, pero en una revisión de 700 pacientes con trasplante hepático, los cuales han sido expuestos a MCBG, únicamente ha habido 1 caso en el cual se ha producido FSN. Por tanto, se concluye que no parece que este sea un factor de riesgo.

❖ **Otros factores:**

➤ Estado inflamatorio, el cual ha sido difícil evaluar, pero cabe destacar que hay un caso reciente en el que un paciente después de 2 años de exposición a GBCA tras desarrollar una semana antes una peritonitis fúngica grave, donde la respuesta inflamatoria se encuentra aumentada, desarrollo FSN.

➤ Acidosis metabólica.

➤ Niveles altos de fósforo y calcio: Los niveles de fósforo puede ser un factor subestimado y debido a la prevalencia de hiperfosfatemia en estos pacientes, la retención de este en diferentes compartimentos este puede dar lugar al proceso de transmetalación, liberando así el Gd<sup>3+</sup>, por ello se considera un factor de riesgo.

➤ Uso de agentes estimulantes eritropoyéticos (ESA).

➤ Hierro (Fernández, 2019, p. 15).

Para prevenir que esta tenga lugar:

• Habrá que identificar aquellos pacientes que sufran una enfermedad renal crónica. Se tendrá en cuenta en qué etapa de esta se encuentran y con ello se establecerá el tipo de manejo de pacientes en riesgo tras la administración de los medios de contraste basados en gadolinio.

• Se tendrá en cuenta en función del riesgo de aparición de FSN según el tipo de MCBG:

Clasificación de los medios de contraste basados en gadolinio en función del riesgo de aparición de fibrosis sistémica nefrogénica:

- Bajo riesgo de aparición de FSN: Gadoterato de meglumina, Gadoteridol, Gadobutrol.
- Riesgo intermedio de aparición de FSN: Gadobenato de dimeglumina, Gadoxetato de disodio, Gadofosveset.

- Alto riesgo de aparición de FSN: Gadodiamida, Gadoversetamida, Gadopentetato de dimeglumina (Fernández, 2019, p. 16).

Recomendaciones de las guías actualizadas en 2012 por *Contrast Media Safety Committee de la European Society of Urogenital Radiology*:

- Recomendaciones para los MCBG de alto riesgo para el desarrollo de FSN:
  1. Contraindicado en pacientes con IRC 4 y 5, con diálisis y con insuficiencia renal aguda
  2. En neonatos y mujeres embarazadas
  3. Precaución en pacientes con IRC 3, al menos tendrá que haber 7 días de intervalo entre administraciones
  4. Precaución en niños menores de 1 año.
  5. Mujeres lactantes suspender lactancia 24 h tras la administración, desechar la leche.
  6. Nunca administrar más de 0.1 mmol/kg
  7. Determinar obligatoriamente los niveles de creatinina y TFG<sub>e</sub> y valorar al paciente antes de la administración
- Recomendaciones para los MCBG de riesgo intermedio y riesgo bajo para el desarrollo de FSN:
  1. Precaución en pacientes con IRC 4 y 5, incluidos pacientes con diálisis. Al menos 7 días de intervalo entre administraciones.
  2. Pueden administrarse en pacientes embarazadas, solo cuando sea imprescindible, tras considerar el riesgo individual y preferente a otra prueba diagnóstica.
  3. No es preciso suspender la lactancia.
  4. Determinar niveles de creatinina sérica y de la TFG<sub>e</sub> antes de la administración, pero no es obligatorio (Fernández, 2019, p. 16).

### ***Acumulación en el cerebro***

López (2018), mencionó en su trabajo de fin de grado que la acumulación de Gd en el cerebro fue un descubrimiento inesperado, ya que desde hacía años, los medios de contraste basados en gadolinio se utilizaban para valorar la permeabilidad de la barrera hematoencefálica (BHE). Asimismo, se han realizado estudios en animales a los que se les administraba cloruro de gadolinio y no se hallaron depósitos de Gd cerebrales. Viendo esto, cabe pensar que el Gd<sup>3+</sup> libre en el organismo no es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica (p. 14).

Existen estudios donde se encontraron depósitos de fosfato de gadolinio en tumores cerebrales. Es comprensible pensar que esto procede de una fibrosis sistémica nefrogénica,

pero estos depósitos en el cerebro se encontraron en pacientes con la función renal normal, por lo que descartaríamos la fibrosis sistémica nefrogénica (López, 2018, p. 15).

Esta acumulación de Gd en el cerebro, fue descubierta tras realizar RM sin contraste a pacientes que anteriormente si se les había administrado un medio de contraste basados en gadolinio. Lo que se reflejó en un aumento en la intensidad de señal de algunas regiones cerebrales, concretamente en el núcleo dentado, el globo pardo y el tálamo (López, 2018, p. 15).

No se conoce con certeza el mecanismo de acción por el cual los medios de contraste basados en gadolinio lineales provocan mayor acumulación de Gd en el cerebro, pero se han realizado estudios en los que se compara la intensidad de señal del núcleo dentado y globo pálido en pacientes que hayan recibido MCBG lineales y MCBG macrocíclicos. Se observó que la intensidad de señal es mayor en los pacientes que recibieron medios de contraste basados en gadolinio lineales. En consecuencia, y conociendo los datos de estabilidad química de los medios de contraste basados en gadolinio lineales, se llegó a la conclusión de que la acumulación de Gd cerebral está relacionado con la inestabilidad química del quelato (López, 2018, p. 15).

Hoy en día no se conocen los efectos que pueden producir la acumulación de Gd en el cerebro; en los diversos estudios realizados en animales de experimentación hasta la fecha, no se han hallado efectos de toxicidad neurológica. Se han realizado también estudios retrospectivos en humanos, pero la presencia de sesgos los hace poco concluyentes. Lo ideal sería que los estudios realizados sobre este tema, se realizaran a largo plazo y en pacientes controlados (López, 2018, p. 15).

Actualmente, no se conoce el mecanismo por el cual los átomos de Gd entran en el cerebro. Existen algunas hipótesis que exponen la posibilidad de que el  $Gd^{3+}$  en forma libre pase la barrera hematoencefálica por medio de canales iónicos. Estos canales son muy específicos, por lo que se considera poco probable que pueda producirse. Además, la barrera hematoencefálica posee distintos transportadores para la expulsión de moléculas del sistema nervioso central (SNC), haciendo poco probable la acumulación de  $Gd^{3+}$ . Visto esto, parece imposible que se acumule Gd en el cerebro, pero se han encontrado sales insolubles de fosfato de gadolinio en muestras cerebrales. Hay que tener en cuenta, que estas muestras procedían de pacientes con tumores o metástasis cerebral, por lo que podríamos considerar que la barrera hematoencefálica se modifica y se hace más permeable a las moléculas. De esta manera



podrían traspasarla los quelatos de los medios de contraste basados en gadolinio y producirse el proceso de transmetalación en el interior del cerebro (López, 2018, p. 15-16).

En 2017 la European Medicines Agency publicó “El dictamen final de la EMA confirma las restricciones de uso de medios de contraste con gadolinio de estructura lineal en estudios de imagen corporal” donde se recomendó suspender el Omniscan® (gadodiamida), Magnevist® (ácido gadopentético) y Optimark® (gadoversetamida). Este documento se realizó tras revisar estudios sobre la acumulación de Gd en el cerebro (López, 2018, p. 16).

Las recomendaciones realizadas por el Comité de Medicamentos de Uso Humano (CHMP) de la EMA son:

- Restringir el uso de MultiHance® (lineal) a exploraciones hepáticas.
- Suspender el uso de Magnevist®, Omniscan® y Optimark®. Todos ellos lineales.
- Mantener el uso del Magnevist® (macrocíclico) para uso intraarticular.
- Mantener el uso de medios de contraste basados en gadolinio macrocíclicos.

Aunque actualmente no existe evidencia de que el Gd depositado en el cerebro resulte peligroso para el paciente, la EMA ha publicado estas recomendaciones para poder evitar posibles efectos neurotóxicos (López, 2018, p. 16).

La FDA publicó una nota de seguridad en 2017 en la que habían realizado una revisión sobre el uso de MCBG y sus consecuencias, concretamente en la deposición de Gd en el cerebro. A diferencia de la EMA, la FDA no ha publicado ninguna recomendación sobre las restricciones en el uso de MCBG, pues no hay evidencia científica que apoye una toxicidad del Gd en el cerebro (López, 2018, p. 16).

### **3.2.7. Situaciones Particulares**

#### ***Pacientes en diálisis***

Prof. Dr. García Mónaco, et ál. (2009), mencionaron en su Guía de Recomendaciones que en pacientes que están en diálisis y requieran el uso de gadolinio se sugiere efectuar el procedimiento contrastado el día posterior a la segunda diálisis semanal y dializar inmediatamente luego (en menos de 2 horas de efectuado el estudio).Efectuar si es posible, diálisis prolongada con filtros de alto flujo. No obstante, no hay evidencia suficiente que avale la utilización de diálisis posterior para la prevención de la FSN (p.37).

### ***Embarazo y lactancia***

Soler Fernández et ál. (2008) en su monografía señalaron que los quelatos de Gd atraviesan con facilidad la placenta. Si se administran a una mujer embarazada, puede verse el contraste en la vejiga del feto a los pocos minutos de su inyección; desde la vejiga fetal el contraste pasa al líquido amniótico, el feto lo deglute con el contraste, que pasa inalterado a su tubo digestivo, de ahí a la circulación fetal y de nuevo tras filtrado glomerular (FG) a la vejiga (p.23).

Muchos autores recomiendan evitar la administración de quelatos de Gd en mujeres embarazadas y sólo utilizarlos en casos en los que el beneficio potencial de su administración justifique el riesgo y siempre tras obtener el consentimiento informado (Soler Fernández et ál., 2008, p. 23).

Los niveles de quelatos de Gd detectados en la leche materna de mujeres a las que se les ha administrado contraste de Gd son muy bajos. Cuando el contraste de Gd es deglutido con la leche materna por el bebé, sólo una pequeña cantidad del contraste es absorbida desde el intestino (Soler Fernández et ál., 2008, p. 23).

### ***Exámenes y determinaciones de laboratorio***

Está demostrada la alteración de resultados en ciertas determinaciones de laboratorio como por ejemplo: coagulación, proteinuria, calcio, bilirrubina, albúmina, hierro, fósforo, magnesio, cinc e inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, entre otros (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 56).

Por esta razón, es recomendable evitar la realización de análisis de sangre u orina durante 24 horas luego de aplicada la inyección del contraste, ya sea yodado o un compuesto de gadolinio. Es aconsejable prolongar este lapso por más de 48 horas en pacientes con insuficiencia renal (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 56).

### ***Estudios con radioisótopos***

La administración de medios de contraste, tanto por vía endovascular como oral, puede interferir en los procedimientos diagnósticos y terapéuticos con yodo radioactivo ( $^{131}\text{I}$ ). En caso de haber recibido contraste yodado endovenoso, se sugiere evitar el análisis o el tratamiento tiroideo con radioisótopos por un lapso de 2 meses (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 56).

La inyección de contraste también interfiere con la distribución del radioisótopo  $^{99m}\text{Tc}$ , ya que aumenta su eliminación renal por efecto diurético y la captación hepática por un mecanismo poco conocido; disminuye, además, la captación ósea. El mecanismo de interferencia con los glóbulos rojos marcados con  $^{99m}\text{Tc}$  no está totalmente explicado (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 56).

Por lo anteriormente descrito, deberá evitarse la inyección de medios de contraste al menos 24 horas antes de realizar un estudio centellográfico (Prof. Dr. García Mónaco, et ál., 2011, p. 56).

### **3.2.8. Limitaciones Clínicas En El Uso De Los Medios De Contraste Basados En El Gadolinio**

Canga et ál. (2014) señalaron que la principal limitación respecto al empleo de MCG en la RM deriva de la dificultad de conocer el FG de los pacientes, especialmente de los ambulatorios. En este sentido, es importante la colaboración entre el servicio de radiología, que de forma rutinaria y obligatoria tendría que recoger factores de riesgo de insuficiencia renal (Tabla 3) previamente a la realización del estudio con MCG, y por otro lado el médico solicitante de la prueba, que debería informar de forma obligatoria de la función renal del paciente y valorar el riesgo/beneficio de la prueba solicitada para el paciente. En caso de que se confirme alguno de los factores de riesgo de insuficiencia renal o no se pueda descartar ni valorar el FG del paciente, sería preferible posponer su realización hasta determinar el MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) o CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) en un nuevo control. (p. 435)

**Tabla 3. Clasificación de la enfermedad renal crónica. Extraído de Canga et ál., 2014, p. 433**

Grado	Descripción	FG (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )
1	Daño renal con FG normal o elevado	> 90
2	Daño renal con FG ligeramente disminuido	60-89
3	Moderado descenso del FG	
	3a	59-30
	3b	29-16
4	Severa disminución del FG	15-29
5	Fallo renal	< 15 (o diálisis)

FG: filtrado glomerular.

Desde que el gadolinio es considerado un agente potencialmente causante de FSN, se han diseñado guías restrictivas para su administración (Tabla 4), siendo los aspectos más

importantes el disponer de datos recientes del FG y la adecuación de las dosis empleadas en relación con este (Tabla 5) (Canga et ál., 2014, p. 435).

**Tabla 4. Medidas para evitar el desarrollo de fibrosis sistémica nefrogénica. Extraído de Canga et ál., 2014, p. 435**

- 
- Conocer la posibilidad de esta reacción adversa tardía para identificarla y notificarla
  - Evitar la administración de gadolinio en pacientes con un filtrado glomerular < 30 ml/min (1 % de la población)<sup>82</sup>
  - Utilizar la dosis mínima diagnóstica, respetando un intervalo de una semana para la repetición de una resonancia con contraste. El riesgo aumenta en pacientes con insuficiencia renal terminal desde el 1,5 % con dosis simple a un 12,1 % con dosis doble (usadas con frecuencia en estudios angiográficos y oncológicos)
  - Informar al paciente de riesgo de la posibilidad de esta reacción adversa y considerar la posibilidad de introducir esta información en el consentimiento informado
- 

**Tabla 5. Administración de gadolinio ajustada a la función renal. Extraído de Canga et ál., 2014, p. 435**

---

**FG > 60 ml/min**

No existe limitación para la administración de Gd, pero hay que intentar respetar siempre las medidas sobre dosis y tiempos de administración

**FG 30-60 ml/min**

Podrá administrarse siempre que se contemplen las máximas medidas de seguridad en las dosis administradas y a intervalos de una semana entre resonancias

**FG < 30 ml/min**

No administrar Gd. Buscar alternativas diagnósticas

---

FG: filtrado glomerular; Gd: gadolinio.

---

En el año 2010, la Administración de Alimentos y Medicamentos norteamericana (FDA) estableció precauciones generales de uso de los MCG y limitó el uso de MCG tipo Magnevist<sup>®</sup>, Omniscan<sup>®</sup> y Optimark<sup>®</sup> en pacientes con fracaso renal agudo e IRC severa de alto riesgo. Dos años más tarde tras las recomendaciones realizadas por la FDA, se observó una disminución del 71 % de las realizaciones de RM en pacientes con MDRD 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> y un aumento del 99 % de las solicitudes de CrS (creatinina sérica) un mes antes de realizar la RM. Un año antes también la Agencia Europea de Medicamentos

contraindicó el uso de dichos MCG en pacientes con insuficiencia renal severa, neonatos y en aquellos pendientes de trasplante hepático (Canga et ál., 2014, p. 435).

La posibilidad de que se produzca esta reacción adversa no debe limitar la actuación clínica. Es imprescindible encontrar un equilibrio entre la garantía de seguridad del paciente y la realización de pruebas necesarias para el correcto manejo clínico. Para ello, se discutirá clínicamente la necesidad y el rendimiento de la prueba y se tendrán en cuenta otras opciones diagnósticas, así como contrastes alternativos. En definitiva, se valorará el riesgo/beneficio (Canga et ál., 2014, p. 435).

### **3.2.9. Uso De Gadolinio Como Contraste En CPRE En Pacientes Con Reacciones Adversas A Contrastes Yodados**

Arranz et ál. (2011), mencionaron en su artículo que la utilización de contrastes radiológicos es necesaria para la visualización del árbol biliar y/o pancreático durante la realización de una colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE), siendo los compuestos yodados los utilizados habitualmente. Actualmente no existe un consenso acerca de la utilización de estos contrastes en pacientes con alergia al yodo, una situación cada vez más frecuente debido a la difusión de técnicas radiológicas e intervencionistas que los utilizan (p. 673).

La absorción sistémica de contraste y su detección en la corriente sanguínea tras la realización de CPRE está bien documentada, pudiendo detectarse incluso su excreción renal durante el mismo procedimiento. Este paso del contraste al torrente sanguíneo justifica la presencia de reacciones adversas sistémicas al medio de contraste, si bien su incidencia exacta es difícil de estimar por la naturaleza retrospectiva de la mayoría de las comunicaciones (Arranz et ál., 2011, p. 673).

A pesar de la falta de evidencia de su eficacia, la profilaxis con corticoides y antihistamínicos es ampliamente utilizada en la práctica clínica habitual en los pacientes con antecedentes de reacciones a contrastes yodados, ya la hayan sufrido durante CPRE previas o más comúnmente en uso intravenoso. Estas pautas se utilizan en radiología para la administración intravenosa de estos contrastes en este subgrupo de pacientes (Arranz et ál., 2011, p. 673).

Los contrastes paramagnéticos basados en gadolinio se utilizan habitualmente en resonancia magnética, sin embargo, dado que también se visualizan en radiología convencional

han sido propuestos como alternativos al yodo en algunas comunicaciones. Presentamos nuestra experiencia en 13 CPRE en pacientes con antecedentes de reacciones adversas a contrastes yodados utilizando gadobutrol, un contraste basado en gadolinio utilizado habitualmente en resonancia magnética nuclear (Arranz et ál., 2011, p. 673).

Arranz et ál. (2011), señalaron que desde abril de 2009 a junio de 2011 se realizaron 13 CPRE en 11 pacientes consecutivos con alergia confirmada a contrastes yodados por estudio de alergia o que habían sufrido reacciones severas tras la administración de estos compuestos documentadas en su historia clínica y que precisaban la realización de una CPRE. De los 11 pacientes, 6 eran varones y 5 mujeres. El procedimiento fue realizado bajo sedación, controlada por un anestesista, utilizando las técnicas estándar de CPRE según el criterio del endoscopista, salvo por el empleo del contraste alternativo, obteniendo el consentimiento informado previamente. No se utilizó ningún tipo de profilaxis en ninguno de los paciente (p. 673).

Todos los procedimientos fueron realizados utilizando jeringas precargadas que contienen 7,5 ml de gadobutrol, 1 mmol/ml (Gadovist, Bayer Schering Pharma AG, Berlin, Germany), sin diluir (Arranz et ál., 2011, p. 673).

El gadobutrol es un contraste paramagnético utilizado habitualmente en Resonancia Magnética ya que acortan el tiempo de relajación de los protones del agua tisular, tanto en secuencias T1 como T2. Es un compuesto hidrosoluble no iónico formado por gadolinio trivalente Gd (III) y un ligando macrocíclico. Contiene 157,25 mg de gadolinio por ml de solución. Utilizado por vía intravenosa se distribuye por el espacio extracelular sin penetrar en la barrera hematoencefálica, con una unión a proteínas plasmáticas despreciable. Su eliminación es renal, sin detectarse meta-bolitos en sangre ni en orina (Arranz et ál., 2011, p. 673).

Durante el procedimiento y el tiempo de recuperación anestésica, los pacientes fueron monitorizados por el anestesista, posteriormente fueron observados en planta durante al menos 24 h y hasta el alta hospitalaria para la existencia de reacciones adversas, como hipotensión, fiebre, urticaria y otras reacciones cutáneas, reacciones anafilácticas, etc. También se registró la presencia de complicaciones post-CRPE como pancreatitis, hemorragia, etc. (Arranz et ál., 2011, p. 673-674).

Arranz et ál. (2011), indicaron que las indicaciones, hallazgos y terapéutica de las CPRE están resumidos en tabla 6:

**Tabla 6. Indicaciones y hallazgos en los procedimientos. Extraído de Arranz Eduardo et ál., 2011, p. 675**

Caso	Edad	Sexo	Indicación	Hallazgos	Terapéutica	Pancreatografía	Prótesis
1	76	M	Coledocolitiasis	Coledocolitiasis	Esfinterotomía Dilatación con balón	No	No
2	77	M	Colangitis	Coledocolitiasis	Dilatación con balón	No	No
3	86	V	Coledocolitiasis	Coledocolitiasis	Esfinterotomía	No	No
4	86	V	Coledocolitiasis	Coledocolitiasis	Dilatación con balón	No	No
5	89	M	Dilatación de vía biliar	Colangiocarcinoma	Esfinterotomía	No	No
6	40	V	Síndrome de sumidero	Barro biliar	Extracción con Fogarty	Sí	No
7	66	V	Dilatación de vía biliar	Fibrosis de papila	Esfinterotomía de precorte	No	No
8	90	M	Colangitis	Colangiocarcinoma	Prótesis	No	Sí (metálica)
9	87	V	Fístula biliar posquirúrgica	Fuga biliar	Prótesis	No	Sí (plástica)
10	86	V	Colangitis	Coledocolitiasis	Esfinterotomía Dilatación con balón	No	Sí (plástica)
11	84	V	Colangitis	Fístula coledoco-duodenal	Esfinterotomía	No	No
12	88	M	Coledocolitiasis	Coledocolitiasis	Dilatación con balón	No	No
13	61	M	Coledocolitiasis	Coledocolitiasis	Esfinterotomía	No	Sí (plástica)

A pesar del bajo número de pacientes, las características demográficas son representativas de la práctica clínica en nuestro entorno, con una edad media elevada (78 años), siendo la coledocolitiasis la causa más frecuente de realización de CPRE (Figuras 29 Y 30) (Arranz et ál., 2011, p. 674)



**Figura 29.** Coledocolitiasis con ictericia obstructiva, la extracción se consiguió tras esfinterotomía.



**Figura 30.** Coledocolitiasis en un paciente con colangitis aguda, resuelta tras esfinterotomía y extracción de la piedra.

El procedimiento fue terapéutico en todos los casos, con el diagnóstico realizado por otras técnicas como ecografía, ecoendoscopia o colangiorresonancia magnética (Arranz et ál., 2011, p. 674).

Una vez canulada la papila, el colangiograma se realizó en todos los casos, con una cantidad de gadolinio que osciló entre los 10 y los 30 ml, consiguiendo un buen relleno y visualización del árbol biliar tanto de los conductos intrahepáticos como de los extrahepáticos. La visualización del árbol biliar intrahepático puede ser considerada un criterio de calidad de imagen (Arranz et ál., 2011, p. 674).

La calidad de imagen obtenida fue muy buena, comparable con la obtenida con el contraste estándar, permitiendo la realización de las técnicas terapéuticas habituales, incluyendo esfinterotomía, precorte, dilatación con balón de la papila, y la colocación de prótesis, tanto plásticas como metálicas (Arranz et ál., 2011, p. 674).

En uno de los casos se realizó pancreatografía, en un paciente al que se le había realizado una pancreatometomía parcial. En este caso el pancreatograma se visualizó correctamente (Arranz et ál., 2011, p. 674).

No se observó ninguna reacción adversa al gadolinio como medio de contraste, ni tampoco se encontraron complicaciones post-CPRE (Arranz et ál., 2011, p. 674).

### **3.2.10. Enterorresonancia Magnética Y La Enfermedad De Crohn**

#### **Introducción**

Cienfuegos Alvear et ál. (2019), mencionaron en su artículo que la enfermedad de Crohn (EC) es una enfermedad inflamatoria granulomatosa crónica idiopática que afecta el tracto gastrointestinal. Se caracteriza por tener periodos de remisión y recaída que afectan a múltiples sitios, y es transmural y segmentaria. Es común en el norte y oeste de Europa, en Norte América y en Japón. No presenta una predisposición de género y afecta a todos los grupos de edad, aunque tiene un pico de presentación entre los 15 y 25 años. El intestino delgado se ve afectado en el 80% de los casos, el íleon terminal es el sitio más común, y el colon en el 50% de las ocasiones. Sus manifestaciones clínicas son variables y dependen de la extensión y localización de la inflamación en el tracto gastrointestinal. Cuando afectan el intestino delgado se suele presentar fiebre, fatiga y pérdida de peso, en cambio, cuando afectan el colon, suele manifestarse como diarrea y hematoquesia, y el síntoma más frecuente es la diarrea crónica. Los principales hallazgos en las pruebas de laboratorio son la elevación de la proteína C reactiva y la velocidad de sedimentación globular, leucocitosis, glucoproteína ácida, trombocitosis, anemia e hipoalbuminemia, pero estos son inespecíficos, y pueden ser normales. Entre sus complicaciones extraluminales se encuentran perforación, fístula o trayecto sinusoidal y abscesos abdominopélvicos (p. 279).



El tránsito gastrointestinal (TGI) es el método diagnóstico utilizado clásicamente para evaluar la afectación del intestino delgado. Se ha demostrado que el TGI tiene menor precisión que otras técnicas radiológicas para detectar la presencia de EC activa. Los progresos tecnológicos han hecho que la ecografía con contraste, la tomografía computarizada (TC) y la enterografía por resonancia magnética (enteroRM) se utilicen cada vez más en el estudio del intestino delgado en la EC. En el último consenso de la European Crohn's and Colitis Organisation (ECCO), la enterografía por RM y por TC son las técnicas de imagen recomendadas para determinar la extensión de la EC en el intestino delgado por ser las técnicas que presentan la mayor precisión para detectar la afectación intestinal y extraintestinal. La ausencia de radiación sitúa actualmente a la enteroRM como la exploración de elección, sobre todo en los pacientes jóvenes que requerirán exploraciones repetidas (Mendoza et ál., 2012, p. 579).

### **Protocolos de estudio**

Para una adecuada valoración de la anatomía y los cambios morfológicos del tracto gastrointestinal, este debe estar vacío, limpio y adecuadamente distendido con contraste intraluminal. Se debe usar contraste intravenoso para una mejor visualización de la pared intestinal, ayudar a identificar lesiones, así como para valorar la actividad inflamatoria y estructuras extraintestinales. Es importante el ayuno previo al procedimiento, durante al menos 6 horas, así se disminuye la cantidad de residuo alimentario en la luz intestinal, lo que evita la confusión con masas o pólipos. A menos que esté contraindicado, el paciente debe llevar una dieta baja en residuo los 5 días previos al estudio para promover la reducción de la materia fecal en el colon. Para evitar artificios por movimientos peristálticos se pueden usar fármacos antiperistálticos, como el glucagón (0.2 - 1 mg, puede ser intramuscular o intravenosa), N-butilescopolamina (10 - 40 mg) o butilbromuro de hioscina (40 mg) (Cienfuegos Alvear et ál., 2019, p. 279).

### **Enterorresonancia Magnética**

La sensibilidad y especificidad de la resonancia magnética (RM) para la detección de la EC van del 83 - 100% y del 78 - 100%, respectivamente. Se coloca al paciente en decúbito supino, con una antena *phased array* abdominal de 8 a 16 canales, con el mismo campo de exploración que en la tomografía computarizada (TC). El medio de contraste es a base de gadolinio, a una dosis de 100 - 150 ml, a un caudal de 2.5 - 4 ml/s con adquisición a los 40 - 70 s. El contraste intraluminal consiste en la ingestión de 1,200 - 1,300 ml de solución, dividido en dos alícuotas de 600 - 650 ml cada una, y el paciente las bebe cada 25 a 30

minutos. Antes del estudio se deben beber otros 200 ml para una correcta opacificación y distensión del estómago y el duodeno. Hay tres grupos de contraste intraluminales: contrastes negativos (baja intensidad de señal tanto en secuencias T1 como en T2), contrastes positivos (alta intensidad de señal en T1 y en T2) y contrastes bifásicos (alta intensidad de señal en secuencias T2 y baja en secuencias T1 WI). Los bifásicos incluyen agentes osmóticos como el manitol y agentes no osmóticos como polietilenglicol (PEG) y preparados con metilcelulosa. Tienen la ventaja de mayor accesibilidad, mejor definición de imagen y bajo costo, y son los más utilizados. El negativo (agua) es un agente barato, seguro, y de alta disponibilidad, sin embargo, su rápida absorción limita su papel en lograr una adecuada distensión del intestino. En ocasiones puede llegar a ser necesario administrar de 1,000 a 1,500 ml de solución templada por vía rectal, de acuerdo a la tolerancia para una adecuada distensión del colon y el íleon distal. Los pacientes aceptan más el uso de técnicas enterográficas que de enteroclis, debido a que toma menos tiempo y es más fácil, aunado a que la administración de solución a través de un catéter nasoyeyunal causa incomodidad. Por ello, tomando en cuenta que no hay diferencia significativa en la sensibilidad diagnóstica, se prefiere el uso de enterografía sobre la enteroclis (Cienfuegos Alvear et ál., 2019, p. 280).

Después de completar la fase oral, se toma una imagen usando una secuencia FIESTA de cortes gruesos (50 mm) que nos dará una imagen del intestino opacificado, para ayudar a determinar si el contraste oral ha alcanzado la válvula ileocecal. Las imágenes suelen adquirirse en el plano coronal, con un grosor de 4 - 7 mm. Con una matriz de 128 - 256 x 256 y un campo de visión de 350 x 350 o más para cubrir todas las asas intestinales (Cienfuegos Alvear et ál., 2019, p. 280-281).

Las secuencias de la exploración incluyen T1 WI, T2 WI y axial y coronal de SSFSE (*single-shot fast spin echo*) y SSFP (*sequences and balanced steady state free precession*) potenciadas en T2. SSFSE es excelente para la visualización de edema, engrosamiento mural, fluido en la pared intestinal y mesenterio. Las secuencias basadas en precesión libre en estado estable son utilizadas debido a su relativa insensibilidad a los artefactos de movimiento (Cienfuegos Alvear et ál., 2019, p. 281).

El estudio de RM fluoroscópico o multifase SSFSE (modo cine) permite demostrar la actividad peristáltica de las asas, evaluar los segmentos intestinales no distendidos y diferenciar entre estenosis en segmentos fibróticos vs. inflamatorios, lo que reduce el porcentaje de segmentos no valorables y falsos positivos (Cienfuegos Alvear et ál., 2019, p. 281).

Después de la administración de gadolinio intravenoso, se adquirirán secuencias coronales dinámicas 3D T1-GRE (gradiente echo) con supresión grasa, obtenidas en intervalos de 45-55 s, 70 y 180 s. Secuencias coronales poscontraste 2D y 3D potenciadas a T1 WI con supresión grasa son adquiridas siguiendo las imágenes dinámicas. Aunque el tránsito rápido hacia el colon derecho se ve en algunos pacientes, la mayoría requiere un retraso de al menos 40 - 60 min después de la ingestión del material de contraste (Cienfuegos Alvear et ál., 2019, p. 281).

Secuencias de difusión (DWI) en cortes axiales. Una alta señal en las secuencias de DWI en la pared intestinal se ha relacionado con inflamación aguda. Es un signo inespecífico, pero cuando hay otros hallazgos típicos de inflamación mural con la aplicación de medio de contraste o en la secuencia T2 WI, la restricción a la difusión es un dato complementario, que respalda y que se ha correlacionado con un proceso inflamatorio grave. El diagnóstico de EC activa no debe hacerse solo con base en la restricción a la difusión. La difusión puede proveer medidas cuantitativas de la inflamación de la pared intestinal que pueden diferenciar segmentos inflamados de segmentos de intestino normal, y mostrar mejor sensibilidad comparado con resonancia dinámica contrastada (DCE, *dynamic contrast enhanced*). Habrá restricción a la difusión cuando hay hiperintensidad intramural con valores de b altos ( $> 800 - 1000 \text{ s/mm}^2$ ) (Cienfuegos Alvear et ál., 2019, p. 281).

### **Enterografía por tomografía computada o por resonancia magnética, ¿cuál escoger?**

Guarnizo et ál. (2016), mencionaron en su artículo que existen múltiples reportes que comparan la ETC con la ERM. Entre las ventajas reportadas, la primera es un método rápido, de bajo costo y con alta resolución espacial, pero debido a su exposición a la radiación, no se considera el método de elección en pacientes jóvenes o en aquellos con enfermedad crónica que requieren seguimiento seriado con imágenes. Por el contrario, en casos de enfermedad aguda la enterografía por tomografía computada es útil para identificar complicaciones, como la perforación o la obstrucción intestinal (p. 189-190).

En cuanto a la enterografía por resonancia magnética, es el estudio de elección en pacientes con alergia al medio de contraste yodado. Además, se ha determinado especialmente que puede llegar a ser útil para identificar fístulas entéricas y determinar el grado de actividad inflamatoria de la enfermedad (Guarnizo et ál., 2016, p. 190).

### **3.2.11. Vías De Administración E Indicaciones De Uso**

Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, (2014), mencionaron que los medios de contraste usados en RM pueden administrarse por vía venosa, arterial, intratecal, oral y articular. Es conveniente valorar las vías aprobadas para cada producto (p. 72).

La administración endovascular, concretamente la vía intravenosa, es la forma más frecuente de administración de contrastes. Puede realizarse de tres formas:

- Infusión: administración lenta de una cantidad de contraste de forma similar a la administración de un suero fisiológico. Este método apenas se utiliza hoy en día y queda restringido a ciertas exploraciones.
- Inyección manual: administración mediante una jeringa. Es aconsejable que la velocidad de administración sea lenta.
- En embolada: administración, con preferencia mediante una bomba de inyección, de una cantidad de contraste que puede variar en volumen y flujo, relativamente rápido, que mantiene compacto y homogéneo el bolo de contraste intravenoso y permite estudiar las diferentes fases en una sola inyección. Para esta modalidad tanto las jeringas precargadas como la botella multiuso. Con los modernos inyectores de dos cabezales se pueden administrar inmediatamente después del contraste cierta cantidad de suero. Esta inyección de empuje permite aprovechar el máximo el volumen administrado, evitando así que quede contraste en las conexiones y aumentando la compatibilidad del bolo (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 72).

Los medios de MCBG de distribución extracelular, medios de contraste de distribución intracelular y mixto se administran por vía intravenosa (Moeinvaziri; Pastrana Ledesma, 2014, p. 72).

### **3.2.12. ¿Cuánto Tiempo Debería Transcurrir Entre Dos Inyecciones De Agentes De Contraste Basado En Gadolinio En Exploraciones Rutinarias?**

1. Pacientes con función renal normal o insuficiencia renal leve (TFGe > 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>). El 75 % de los agentes de contraste basados en gadolinio se excreta en las primeras 4 horas tras la administración. Deberían transcurrir al menos 4 horas entre dos inyecciones de agentes de contraste basados en gadolinio (Sociedad Europea de Radiología Urogenital, 2018, p. 27).

2. Pacientes con insuficiencia renal grave (TFGe < 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> o en diálisis). Deberían transcurrir al menos 7 horas entre dos inyecciones de agente de contraste basado en gadolinio (Sociedad Europea de Radiología Urogenital, 2018, p. 27).

### **3.2.13. ¿Se Pueden Emplear Con Seguridad Agentes De Contraste Yodados Y Basados En Gadolinio El Mismo Día Para Exploraciones Rutinarias?**

La Sociedad Europea de Radiología Urogenital (2018), menciona que una práctica clínica eficiente puede conllevar la administración de agentes de contraste yodados y basados en gadolinio para estudios de TC y RM con contraste el mismo día. Para reducir el riesgo de nefrotoxicidad se recomienda:

1. Pacientes con función renal normal o insuficiencia renal leve (TFGe > 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>). El 75 % de los agentes de contraste tanto yodados como basados en gadolinio se excreta en las primeras 4 horas tras la administración. Deberían transcurrir al menos 4 horas entre la inyección de agentes de contraste yodados y basados en gadolinio
2. Pacientes con insuficiencia renal grave (TFGe < 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> o en diálisis). Deberían transcurrir al menos 7 horas entre la inyección de agentes de contraste yodados y basados en gadolinio.

*Nota: Los agentes de contraste basados en gadolinio atenúan los rayos X, y podrían dar lugar a error cuando se excretan por el sistema urinario. Para estudios abdominales, el TC debería realizarse antes de la RM. Para estudios torácicos o cerebrales, cualquiera de los dos estudios se puede realizar en primer lugar (p. 26).*

### **3.2.14. Reglamentaciones**

Cejas; Acuña (2012), mencionaron en su artículo que dada la asociación descrita entre el Gd y el desarrollo de FSN, la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA), en diciembre de 2006, emitió las primeras recomendaciones sobre la utilización de agentes de contraste, basados en gadolinio, en pacientes con IR aguda o crónica, con un VFG < 30mL/min /1,73 m<sup>2</sup>, con falla renal aguda causada por síndrome hepatorenal o en aquellos en período perioperatorio de trasplante hepático. Si bien la FDA no hizo distinciones sobre qué tipo de Gd debía ser evitado, reconoció que el agente más reportado era el gadodiamide (Omniscan) (p. 146).

Por otra parte, en el 2007 la Sociedad Europea de Radiología Urogenital (ESUR) publicó las guías para el uso de gadolinio. En éstas, se discutían especialmente los diferentes tipos de medios de contraste con Gd que debían evitarse en pacientes con estadios 4 ó 5 de enfermedad renal crónica o en aquellos con trasplante hepático y función renal disminuida. A su vez, recomendaban tomar precauciones tanto en el estadio 3 de una IR crónica como en mujeres embarazadas y niños menores de un año (Cejas; Acuña, 2012, p. 146).

En septiembre de 2010, la FDA publicó las nuevas guías restrictivas para el empleo de gadolinio. A partir del análisis de Wang et al., elaborado con un total de 52.954 RM con inyección endovenosa de Gd, se determinó la solicitud de creatinina sérica para todo paciente de 60 años (o más) y/o con riesgo de enfermedad renal. También se decidió restringir al máximo la dosis administrada de Gd en los pacientes con VFG < 60 mL/min/1,73 m<sup>2</sup> y, exceptuando las situaciones de emergencia que justifiquen su uso, se planteó la obligación de evitar la utilización del gadolinio en pacientes con VFG < 30mL/min/1,73 m<sup>2</sup> o con IRC en tratamiento de diálisis (Cejas; Acuña, 2012, p. 147).

A su vez, la ESUR en las recomendaciones de la última versión (7.0) contraindica la inyección de gadolinio en los casos de alto riesgo. Estos son: trasplantados hepáticos y pacientes en diálisis o que tienen un VFG < 30ml/min/1,73 m<sup>2</sup>. Además, advierte la necesidad de tomar precauciones en los pacientes con VFG 30-60ml/min/1,73 m<sup>2</sup> y en los niños menores de un año. Sobre estos últimos, recomienda medir la creatinina sérica antes de la administración del contraste (Cejas; Acuña, 2012, p. 147).

En la Argentina, la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) -órgano oficial con competencia en el control y fiscalización de la sanidad y calidad de las drogas, medicamentos, productos médicos, reactivos de diagnóstico, cosméticos, suplementos dietarios y productos de uso doméstico- emitió, en el 2007, la Disposición N° 5555/07-Gadolinio. Allí, se establece que no deben usarse contrastes con gadolinio o derivados (tales como la gadodiamida u otros quelatos diferentes de gadodiamida) en pacientes con insuficiencia renal severa y en aquellos que han recibido -o van a recibir- un trasplante hepático. En este sentido, el documento estipula: “Contrastes para RM con gadodiamida: su uso está contraindicado en pacientes con insuficiencia renal severa (tasa de filtración glomerular < 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) y en pacientes sometidos, o que van a someterse, a trasplante hepático. En neonatos y en niños de hasta un año de edad sólo debe administrarse tras una cuidadosa valoración, debido a la inmadurez de su función renal (Cejas; Acuña, 2012, p. 147).

Tanto la ANMAT (a través de Farmacovigilancia) como la FDA instan a los profesionales de la salud y a los pacientes a comunicar, en casos de insuficiencia renal, cualquier evento adverso ocurrido con agentes de contraste que contengan gadolinio (Cejas; Acuña, 2012, p. 147).

## **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

- Diseño de la Investigación: la investigación presentó un diseño Exploratorio.
- Enfoque de la Investigación: el enfoque utilizado en el proyecto fue Cuantitativo.
- Población: la población de estudio fue los Profesionales en Bioimágenes
- Muestra: la muestra que se tomó durante el estudio fueron los Técnicos en Radiología, Técnicos en Diagnóstico por Imágenes, Licenciados en Radiología y Licenciados en Bioimágenes.
- Variables: Indicaciones y Contraindicaciones de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio usados en Resonancia Magnética. Dimensiones: Seguridad para su administración. Pacientes con Insuficiencia Renal. Embarazo. Lactancia. Años de Experiencia Laboral. Edad del Profesional.
- Técnica de Investigación: la investigación se efectuó a través de una Encuesta, cuyo esquema está disponible en el Anexo 1.
- Instrumentos de recolección de datos: Se utilizó Cuestionarios con preguntas de tipo cerradas y de elección múltiple.

## **RESULTADOS**

Durante la investigación se realizaron 12 encuestas (ANEXO 2) a los profesionales que se desempeñan en el Área de Resonancia Magnética en el Instituto de Cardiología de Corrientes “Juana Francisca Cabral”, en TC 2000 – Diagnóstico por Imágenes y en el Hospital Pediátrico Juan Pablo II, obteniéndose los siguientes datos:

### ❖ Experiencia Laboral (Años)

- 0 – 5 años: 2
- 6 – 10 años: 6
- 11 – 15 años: 2
- 16 – 20 años: 2
- 21 – 25 años: 1

- 26 – 30 años: 1
- ❖ Señale ¿Por qué el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?
  - Se une a un quelante: 9
  - Se une a una enzima: 0
  - Se une a un anticuerpo: 0
  - No sabe No contesta: 5
- ❖ ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?
  - 0,2 ml/kg: 12
  - 0,5 ml/kg: 0
  - 1 ml/kg: 1
  - No sabe No contesta: 1
- ❖ Indique ¿Por qué es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?
  - Mayor especificidad: 1
  - Mayor sensibilidad: 0
  - Menor reacciones adversas: 13
  - No sabe No contesta: 0
- ❖ ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas?
  - SI: 4
  - NO: 10
  - No sabe No contesta: 0
- ❖ ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?
  - 12 hs: 4
  - 24 hs: 8
  - 48 hs: 1
  - No sabe No contesta: 1
- ❖ ¿Qué Medio de Contraste Basados en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?
  - OMNISCAN: 0
  - MAGNEVIST: 0
  - GADOVIST: 0

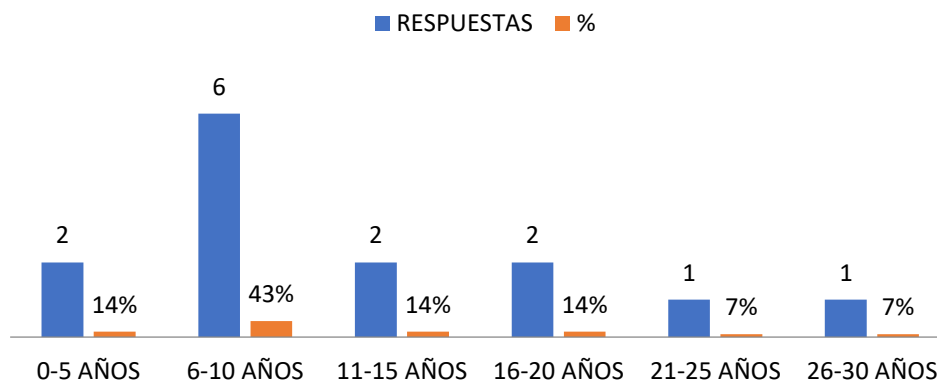


- DOTAREM: 2
- No se administra MC: 11
- No sabe No contesta: 1
- ❖ ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?
  - Institución de Formación Académica: 9
  - Experiencia laboral: 8
  - No manejo dicha información: 0
  - Otra: 0

## ANÁLISIS DE DATOS

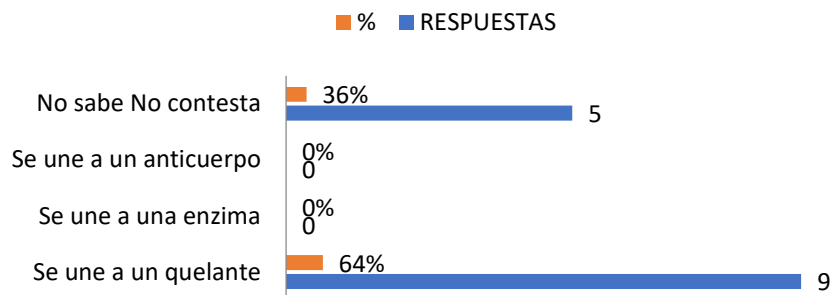
Mediante el uso de técnicas de análisis de datos como ser la utilización de gráficos (circular, barra, columna), se pudieron obtener los siguientes datos:

- En cuanto a la Experiencia Laboral, se obtuvo que



Como puede observarse en el gráfico hay mayor preponderancia en la experiencia laboral de 6 a 10 años y pequeña influencia de los de mayores de 21 años. Lo que podría significar mayor conocimiento respecto al manejo de sustancias de contraste y, en particular el gadolinio.

- En cuanto a la pregunta; Señale ¿Por qué el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?, se obtuvo que



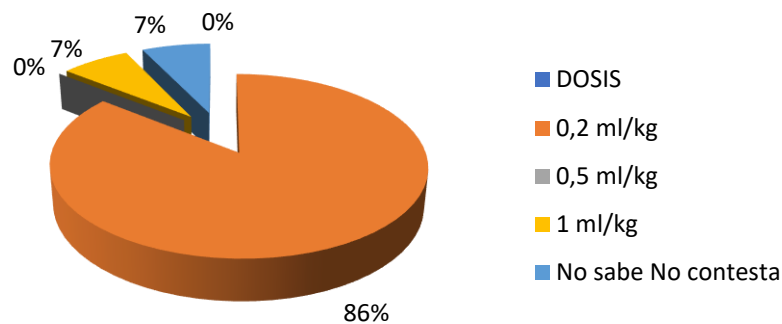
A través de este gráfico se puede observar que un porcentaje significativo desconoce la razón por el cual es seguro la administración de gadolinio, lo que sugiere que lo administra sin conocer las propiedades por las cuales no es nocivo para el paciente.

El quelante se trata de moléculas orgánicas que “abrazan” al  $Gd^{3+}$  evitando que esté libre en el organismo y produzca toxicidad (López, 2018, p.9).

Los quelatos de Gd tienen un peso molecular bajo y desde el espacio intravascular pasan rápidamente, a través de los capilares, al espacio intersticial; no atraviesan la barrera hematoencefálica ni las membranas celulares intactas y se eliminan por filtración glomerular pasiva, con una vida media en el plasma de 15 a 30 minutos. Menos del 0,1% de la dosis administrada se elimina a través de las heces y la eliminación completa del organismo se produce en las seis primeras horas desde su administración (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

Además, la elevada sensibilidad de la RM a los efectos del Gd permite utilizar menores dosis de contraste (comparando con las que se suelen utilizar con los contrastes yodados en la TC) y detectar pequeñas áreas de realce en los estudios de RM (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22). El Gd tiene siete electrones impares, lo que le confiere un alto poder paramagnético para aumentar la intensidad del campo magnético en la vecindad de su molécula. Esta propiedad del Gd facilita la relajación longitudinal de los protones próximos a la molécula y acorta los tiempos de relajación T1 y T2. El acortamiento de los tiempos de relajación produce un aumento de la señal en las secuencias potenciadas en T1 y una pérdida de señal en las potenciadas en T2 (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

- En cuanto a la pregunta; ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?, se obtuvo que



Por medio de este gráfico se puede conocer que un gran porcentaje usa la dosis recomendada para la administración de MCBG, y un pequeño porcentaje usa otra dosis que depende del servicio donde trabaja.

Los preparados comerciales más habituales tienen una concentración de 0,5 molar (0,5 M), por lo que la dosis de administración estándar es de 0,1 mmol/kg de peso, equivalente a 0,2 ml/kg de contraste (Canga et ál., 2014, p. 429-430).

Soler Fernández et ál. (2008) mencionaron que la forma de administración es en embolada, manual o mediante un inyector compatible con el equipo de RM, a una velocidad de inyección media de 2-3 ml/s, seguida de la inyección intravenosa de al menos 20 ml de suero salino (p. 22).

En los estudios dinámicos de RM el contraste debe administrarse mediante inyector para asegurar la homogeneidad de la embolada durante todo el tiempo de la inyección. Esto es especialmente importante en los estudios en los que se realizará un análisis de las curvas de captación y del comportamiento cinético del Gd, como ocurre en la detección y caracterización de las neoplasias de mama (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

En los estudios cardíacos no existe consenso sobre cuáles son las mejores dosis de contraste o las pautas de inyección óptimas. La mayoría de los autores utilizan para la perfusión miocárdica una dosis baja de 0,05 mmol/kg (0,1 ml/kg) administrada en embolada con inyector a una velocidad de 3-5 ml/s seguida de la inyección en bolo de 10-20 ml de suero salino (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

En los estudios de angiografía por RM las dosis de contraste suelen ser mayores (0,2-0,3 mmol/kg) para prolongar el tiempo de realce arterial sin realce venoso, aunque este aumento es sólo leve. La administración del contraste en los estudios de angio-RM debe realizarse a través de una vena antecubital derecha para reducir la tendencia a la pérdida de

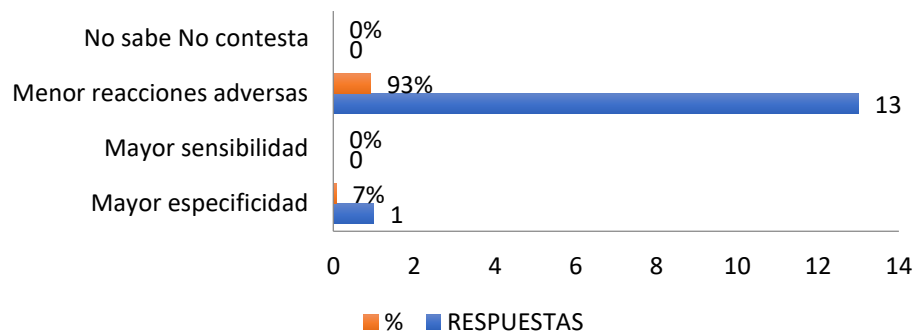
señal en el origen de los grandes vasos que ocurre a veces por el acúmulo del Gd en la vena braquiocefálica izquierda (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

Además de la vía intravenosa, el Gd puede administrarse por vía arterial, intratecal, oral o articular. Es conveniente valorar las vías aprobadas para cada producto (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22)

La artrografía mediante RM puede obtenerse de forma indirecta o directa. En la artro-RM indirecta la administración de quelatos de Gd es intravenosa, seguida de 10 minutos de ejercicio de la articulación en estudio, lo que produce un realce homogéneo del líquido articular. El efecto artrográfico se consigue a los 15 minutos de la administración del contraste (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

En la artrografía por RM directa se administra el quelato de Gd intraarticular a una dosis de 1 ml de Gd mezclado con 5 ml de lidocaína al 1%, 5 ml de contraste yodado para visualización por radioscopia y 10 ml de suero salino (Soler Fernández et ál., 2008, p. 22).

- En cuanto a la pregunta; Indique ¿Por qué es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?, se obtuvo que



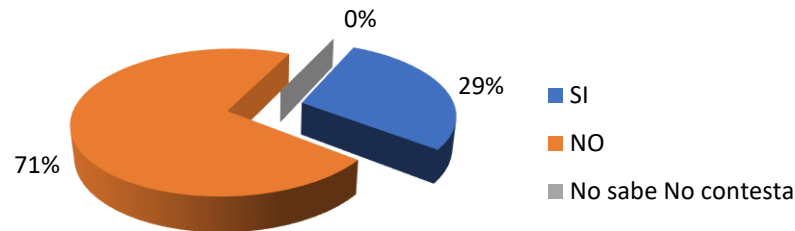
Mediante este gráfico se puede observar que la mayoría conoce porque es preferible el uso de MCBG antes que los Medios de Contraste Yodados, sobre todo a la hora de seguir las normas de seguridad del paciente.

El gadolinio libre ( $Gd^{3+}$ ) es muy tóxico debido a su tendencia a precipitar y a depositarse en hígado, linfáticos y médula ósea. El Gd quelado se tolera muy bien tanto a dosis bajas como altas; la incidencia de efectos adversos (0,07-2,4%) resulta muy inferior a la descrita para los efectos secundarios de los contrastes yodados (Soler Fernández et ál., 2008, p.22).

El mecanismo de las reacciones adversas sistémicas a contrastes yodados no está totalmente aclarado, invocándose tanto factores de hipersensibilidad y propiamente alérgicos como relacionados con la dosis, el tipo y la osmolaridad del compuesto utilizado, por lo que

recientemente se engloban dentro de las reacciones anafilactoides (Arranz et ál., 2011, p. 673). Además, tras experimentar una reacción a un contraste yodado existe un riesgo aumentado de sufrir una segunda reacción ante una nueva exposición a un contraste yodado, este riesgo oscila entre un 8 y un 30% (Arranz et ál., 2011, p. 673).

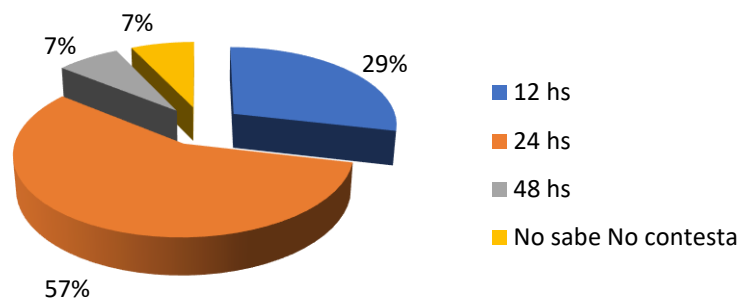
- En cuanto a la pregunta; ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?, se obtuvo que



Por medio de este gráfico se puede conocer que a pesar de que está contraindicado la administración de MCBG en embarazadas, un porcentaje significativo lo realiza, ya que evalúan: Costo/Beneficio - Tumores, infecciones, etc. - En caso de suma necesidad.

Los MCBG no deben ser administrados de forma rutinaria en embarazadas, ya que atraviesan las barrera placentaria y llegan a la circulación fetal, donde es filtrado por los riñones del feto y excretado al líquido amniótico, hasta que finalmente es reabsorbido y eliminado. Durante el periodo que permanece en el líquido amniótico es cuando existe mayor riesgo de disociación de la molécula y liberación de ion potencialmente tóxico del gadolinio. No se conoce el impacto de estos iones sobre el desarrollo del feto (Ruiz Peralbo; Alfageme Zubillaga, 2014, p. 25).

- En cuanto a la pregunta; ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?, se obtuvo que

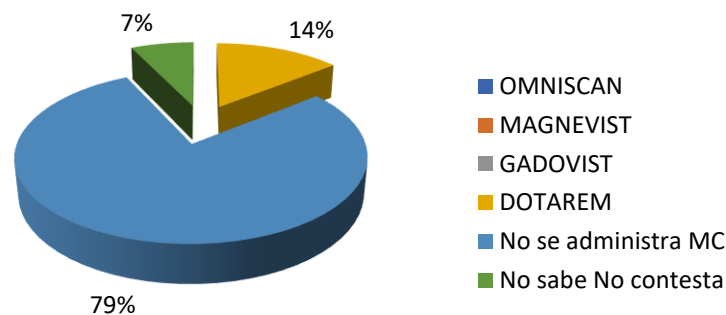


A través del gráfico se puede conocer que un gran porcentaje siguen las recomendaciones de entes reguladores de medicamentos en cuanto a la cantidad de horas para volver a amamantar luego de un estudio con MCBG, y un pequeño porcentaje sigue otra recomendación dependiendo del servicio donde trabajan.

La cantidad de quelatos de Gd en el intestino del bebé con lactancia materna es menor de un 1% de la dosis de contraste intravenoso recomendada para los niños. Algunos autores recomiendan, no obstante, suprimir la lactancia 24 horas antes de la administración del contraste de Gd a la madre (Soler Fernández et ál., 2008, p. 23).

Los prospectos de los preparados comerciales de MCBG recomiendan suprimir la lactancia 24 horas posteriores a la administración del contraste, emplearlo sólo tras una cuidadosa valoración del riesgo/beneficio en neonatos y niños menores de un año por presentar este grupo de pacientes una función renal inmadura (Soler Fernández et ál., 2008, p. 23).

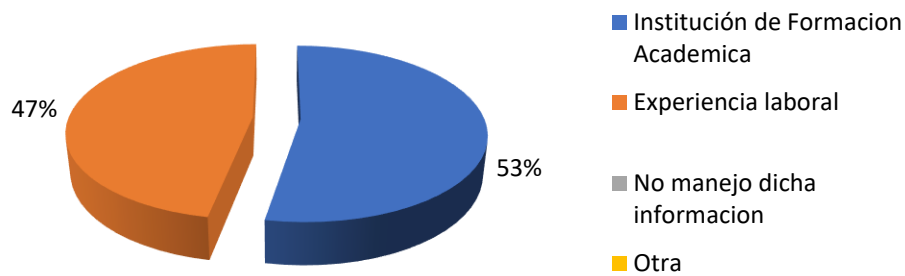
- En cuanto a la pregunta; ¿Qué Medio de Contraste Basados en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?, se obtuvo que



Por medio de este gráfico se puede conocer que un 79 % no administra MCBG en este tipo de pacientes, mientras que un 14% administra DOTOREM siguiendo protocolos de seguridad del servicio donde trabajan.

La vida media de los MCBG en pacientes sanos es de unos 90 minutos y habitualmente se elimina más del 95% en menos de 24 horas. En el caso de insuficiencia renal moderada, la vida media puede llegar a rondar las 6 horas, mientras que en la insuficiencia renal severa, supera las 9 horas. En casos de tasa de filtrado glomerular estimada (TFGe) <5 ml/min (fallo renal establecido o diálisis) llega a alcanzar 30 horas. Se ha de tener en cuenta la función renal, eligiendo siempre que sea posible un MCBG de los considerados más estables (macrocíclicos) para minimizar el riesgo de toxicidad, ya que la estabilidad química del MCBG es directamente proporcional a su seguridad (Carrasco Muñoz et ál., 2014, p. 22).

- En cuanto a la pregunta; ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?, se obtuvo que



Mediante este gráfico se puede conocer que un porcentaje significativo adquirió información sobre el manejo de MCBG durante su experiencia laboral, lo que sugiere que la formación académica en algunas Instituciones no es la adecuada. Es por ello que, se realizó una descripción detallada, desde una introducción a la Resonancia Magnética, los MCBG, sus diferentes aplicaciones clínicas, la administración de medios de contraste basados en gadolinio en pediatría, los efectos no deseados por el uso de contrastes, algunas situaciones particulares y limitaciones clínicas en su uso, el uso de gadolinio como contraste en CPRE en pacientes con reacciones adversas a contrastes yodados. También se hizo mención a la enterorresonancia magnética y la enfermedad de Crohn, las vías de administración e indicaciones de uso, dosis y rango de administración, entre otras cuestiones relevantes relacionadas al gadolinio como medio de contraste en resonancia magnética.

## CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los datos obtenidos durante el trabajo de investigación, se llegó a la conclusión que los profesionales de la salud que se desempeñan en el Área de Resonancia Magnética de los Centros de Salud bajo estudio, de la ciudad de Corrientes, manejan información necesaria para evitar dañar al paciente, sobre todo en mujeres embarazadas y lactantes y pacientes con enfermedad renal crónica, como la dosis recomendada para administrar medios de contraste basados en gadolinio, los efectos adversos que pueden presentarse durante y después de la práctica médica.

También se conoció que no toda la población estudiada maneja información sobre las propiedades por las cuales es segura la administración de medios de contraste basados en gadolinio.

Cabe destacar además que cada Centro de Salud tenidos en cuenta en este trabajo de investigación tienen su propio protocolo de estudio, como ser el hecho de que en casos de pacientes con enfermedad renal crónica prefieren la no realización del mismo, mientras que otros si administran medios de contraste basados en gadolinio. También ante el hecho de que es aconsejable no administrar medios de contraste en mujeres embarazadas, algunos centros de salud si lo hacen, siempre y cuando el beneficio sea mayor que el riesgo.

Finalmente, se desarrolló esta Tesis que sirve de documento con información actualizada con los conceptos básicos requeridos para la correcta administración de los MCBG en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes, para proporcionar información competente a colegas para cumplir con las medidas de seguridad en la administración de los mismos.

## REFERENCIAS

- Arranz Eduardo Martín, et al. (2011). *Uso de gadolinio como contraste en CPRE en pacientes con reacciones adversas a contrastes yodados*. Elsevier España, S.L., 34, (10), 672-677. <https://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-articulo-uso-gadolinio-como-contraste-cpre-S0210570511003037>
- Canga Ana, Kislikova María, Martínez Gálvez María, Arias Mercedes, Fraga Rivas Patricia, Poyatos Cecilio, De Francisco Ángel. (2014). *Función renal, fibrosis sistémica nefrogénica y otras reacciones adversas asociadas a los medios de contraste basados en el gadolinio*. Revista Nefrología, 34 (4), 428-438. <https://www.revistanefrologia.com/es-funcion-renal-fibrosis-sistemica-nefrogenerica-otras-reacciones-adversas-asociadas-los-articulo-X0211699514054393>
- Carrasco Muñoz S., et al. (2014). *Contrastes basados en gadolinio utilizados en resonancia magnética*. SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U, 56, (1), 21-28. <https://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-contrast-es-basados-gadolinio-utilizados-resonancia-S0033833814000988>
- Cejas Claudia, Cecilia Acuña Cecilia. (2012). *Gadolinio y fibrosis sistémica nefrogénica*. Revista Argentina de Radiología, 76 (2), 145-149. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-99922012000200008](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-99922012000200008)



- Cienfuegos Alvear José et al. (2019). *Crohn-ología: enfermedad de Crohn por tomografía computarizada y resonancia magnética*. Anales de Radiología México, 18, 278-287  
[https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/2021/3\\_marzo/mex/chron.pdf](https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/2021/3_marzo/mex/chron.pdf)
- Domínguez García Natalia. (2022). *Efectos Adversos De Uso Del Gadolinio En Resonancia Magnética En Pacientes Pediátricos*. [Trabajo Fin de Grado, Universidad Europea de Madrid].  
[https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/4736/TFG\\_Natalia%20Dominguez%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/4736/TFG_Natalia%20Dominguez%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fernández Sara Madrid. (2019). *Seguridad de Medios de Contraste en la Resonancia Magnética Nuclear*. [Trabajo Fin de Grado, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense].  
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/SARA%20MADRID%20FERNANDEZ.pdf>
- Garrido Francisco, Rivera Sofía, Pesenti José Patricio, Riquelme Carlos, Huete Álvaro. (2020). *Medios de contraste intravascular en tomografía computada y resonancia magnética: lo que el clínico necesita saber*. ARS MÉDICA Revista de Ciencias Médica, 45 (1), 57-66. <https://www.arsmedica.cl/index.php/MED/article/download/1625/1457/6636>
- Guarnizo, A et al. (2016). *Modalidades de imagen en la evaluación de enfermedad inflamatoria intestinal*. Revista Argentina de Radiología, 80(3), 183-191.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382547504006>
- López Ainhoa Martín. (2018). *Medios de Contraste Basados en Gadolinio*. [Trabajo Fin de Grado, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense].  
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/AINHOA%20MARTIN%20LOPEZ.pdf>
- Martí-Bonmatí, Luis y Martí-Bonmatí, Ezequiel. (2017). *Retención de compuestos de gadolinio usados en resonancia magnética: revisión crítica y recomendaciones de las agencias regulatorias*. SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U, 59, (6), 469-477. <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=S0033833817301522&r=12>
- Martínez Julio, Martín. (2008). Medios de contraste de distribución intracelular y mixta. En Anna Martí-Bonmatí Luis, Pallardo Calatayud Yolanda (Ed). *Medios de Contraste en*

*Radiología* (vol. VIII, p. 35-46). [Monografía SERAM]. Editorial Médica Panamericana, S. A.

[https://www.academia.edu/36448046/Monograf%C3%ADa\\_SERAM\\_Medios\\_de\\_contraste\\_en\\_Radiolog%C3%ADa](https://www.academia.edu/36448046/Monograf%C3%ADa_SERAM_Medios_de_contraste_en_Radiolog%C3%ADa)

Martínez López José Ángel. (2017). *Gadolinio, Medio de Contraste en Resonancia Magnética*. Revista Cubana de Tecnología de la Salud, 8 (1), 71-77.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubtecsal/cts-2017/cts1711.pdf>

Mendoza Juan L. et al. (2012). Uso de la enterografía por resonancia magnética en el manejo de la enfermedad de Crohn de intestino delgado: primer año de experiencia. Revista Española de Enfermedades Digestivas, 104 (11), 578-583.

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-01082012001100005](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-01082012001100005)

Moeinvaziri Mojdeh; Pastrana Ledesma Miguel. (2014). Aplicación De Técnicas De Administración De Los Medios De Contraste. En Pastrana Ledesma Miguel, González Hernando Concepción (Ed). *Técnicas De Imagen Por Resonancia Magnética* (p. 65-98). Arán Ediciones, S.L.

[https://ediciones.grupoaran.com/index.php?controller=attachment&id\\_attachment=29](https://ediciones.grupoaran.com/index.php?controller=attachment&id_attachment=29)

Prof. Dr. García Mónaco Ricardo, et al. (2009). *Guía de recomendaciones para la utilización de Medios de Contraste Radiológicos*. Hospital Italiano de Buenos Aires. Pag. 1-58.

[https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias\\_attachs/1/documentos/8373\\_Guia%20de%20contastes.pdf](https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachs/1/documentos/8373_Guia%20de%20contastes.pdf)

Prof. Dr. García Mónaco Ricardo, et al. (2011). *Medios de Contraste Radiológicos, lo que un médico no puede dejar de conocer*. Hospital Italiano de Buenos Aires. Pag. 1-104.

<https://medicina.uas.edu.mx/wp-content/uploads/2020/03/lo-que-el-medico-debe-saber-de-mc.pdf>

Raudales Díaz Ilse Raquel. (2014). *Imágenes Diagnósticas: Conceptos Y Generalidades*.

Revista Facultad De Ciencias Médicas, 11(1), 35-43.

<http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2014/pdf/RFCMVol11-1-2014-6.pdf>

Romero Rivera María José, Rodríguez Cabillas María E., Gracia Villar Cristina. (25-28 de Mayo de 2022). *Manifestaciones patológicas y efectos adversos postcontraste*. 36°

Congreso Nacional, Málaga, España. <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/8567/7033>

Ruiz Peralbo, Rosa; Alfageme Zubillaga Marta. (2014). Preparación de la exploración. En Pastrana Ledesma Miguel, González Hernando Concepción (Ed). *Técnicas De Imagen Por Resonancia Magnética* (p. 17-63). Arán Ediciones, S.L.  
[https://ediciones.grupoaran.com/index.php?controller=attachment&id\\_attachment=29](https://ediciones.grupoaran.com/index.php?controller=attachment&id_attachment=29)

Sociedad Europea de Radiología Urogenital. (2018). *Guías de la ESUR sobre Agentes de Contraste*. Versión 10.0, pág. 1-49. [http://www.sedia.es/wp-content/uploads/ESUR\\_Guidelines\\_10.0\\_Final\\_Version\\_SPANISH.pdf](http://www.sedia.es/wp-content/uploads/ESUR_Guidelines_10.0_Final_Version_SPANISH.pdf)

Soler Fernández Rafaela et ál. (2008). Medios de contraste basados en gadolinio de distribución extracelular. En Martí-Bonmatí Luis, Pallardo Calatayud Yolanda. (Ed). *Medios de Contraste en Radiología* (vol. VIII, p. 21-34). [Monografía SERAM]. Editorial Médica Panamericana, S. A.  
[https://www.academia.edu/36448046/Monograf%C3%ADa\\_SERAM\\_Medios\\_de\\_contraste\\_en\\_Radiolog%C3%ADa](https://www.academia.edu/36448046/Monograf%C3%ADa_SERAM_Medios_de_contraste_en_Radiolog%C3%ADa)

U.S. Food and Drug Administration. (2017). *La FDA advierte que los medios de contraste basados en gadolinio (MCBG) se depositan en el cuerpo y exige una nueva clase de advertencias*. <https://www.fda.gov/drugs/drug-safety-and-availability/la-fda-advierte-que-los-medios-de-contraste-basados-en-gadolinio-mcbg-se-depositan-en-el-cuerpo-y>

Vilanova Busquets Joan, Barceló Obregón Joaquim. (2008). Medios de contraste basados en gadolinio de distribución intravascular. En Martí-Bonmatí Luis, Pallardo Calatayud Yolanda (Ed) *Medios de Contraste en Radiología* (vol. VIII, p. 47-54). [Monografía SERAM]. Editorial Médica Panamericana, S. A.  
[https://www.academia.edu/36448046/Monograf%C3%ADa\\_SERAM\\_Medios\\_de\\_contraste\\_en\\_Radiolog%C3%ADa](https://www.academia.edu/36448046/Monograf%C3%ADa_SERAM_Medios_de_contraste_en_Radiolog%C3%ADa)

# ANEXO 1

**Apellido y Nombre:** ..... **Edad:**..... **Experiencia Laboral (años):**.....

**Institucion donde trabaja:** .....

**Turno:** ..... **Fecha realizacion de la encuesta:** .....

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Se une a un quelante | <input type="checkbox"/> Se une a un anticuerpo |
| <input type="checkbox"/> Se une a una enzima  | <input type="checkbox"/> No sabe No contesta    |

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 0,2 ml/kg | <input type="checkbox"/> 1 ml/kg             |
| <input type="checkbox"/> 0,5 ml/kg | <input type="checkbox"/> No sabe No contesta |

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Mayor especificidad | <input type="checkbox"/> Menor reacciones adversas |
| <input type="checkbox"/> Mayor sensibilidad  | <input type="checkbox"/> No sabe No contesta       |

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalua?

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> SI ..... |  |
| <input type="checkbox"/> NO       | <input type="checkbox"/> No sabe No contesta |

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 12 hs | <input type="checkbox"/> 48 hs               |
| <input type="checkbox"/> 24 hs | <input type="checkbox"/> No sabe No contesta |

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> OMNISCAN (Gadodiamida)                   | <input type="checkbox"/> DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)   |
| <input type="checkbox"/> MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina) | <input type="checkbox"/> No se administra Medio de Contraste |
| <input type="checkbox"/> GADOVIST (Gadobutrol)                    | <input type="checkbox"/> No sabe No contesta                 |

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Institucion de Formacion Academica | <input type="checkbox"/> No manejo dicha informacion |
| <input type="checkbox"/> Experiencia Laboral                | <input type="checkbox"/> Otra.....                   |

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética

**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes



## ANEXO 2

Apellido y Nombre: PEREZINI LOPEZ Edad: 51 Experiencia Laboral (años): 25  
 Institucion donde trabaja: INSTITUTO Oncologico CTS  
 Turno: MAÑANA Fecha realizacion de la encuesta: 08-02-2023

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Apellido y Nombre: Carlos A. Lozano Edad: 54 Experiencia Laboral (años): 30  
 Institucion donde trabaja: INSALTIRO CARDIOVASCULAR Y CTEG  
 Turno: M Fecha realizacion de la encuesta: 20/5/2023

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en biomágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Biomagenes

Apellido y Nombre: Duette Eubs Edad: 34 a Experiencia Laboral (años): 10 años  
 Institucion donde trabaja: Instituto de Otorrinolaringología y Otol  
 Turno: tarde Fecha realizacion de la encuesta: 08 02 23

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI Segun la urgencia que existen Medios  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Apellido y Nombre: ZDANOWICZ MARINO Edad: 38 Experiencia Laboral (años): 16 AÑOS  
 Institucion donde trabaja: INST. RADIOLOGIA CRES  
 Turno: TARDE Fecha realizacion de la encuesta: 08/02/23

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes



Apellido y Nombre: Sosa Angel Edad: 62 Experiencia Laboral (años): 20 años  
 Institucion donde trabaja: ICC  
 Turno: Tarde Fecha realizacion de la encuesta: 08-02-2023

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalua?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes

Apellido y Nombre: Montes Angel D. Edad: 38 Experiencia Laboral (años): 15  
 Institucion donde trabaja: I.C. 2800  
 Turno: Mañana Fecha realizacion de la encuesta: 12/09/2023

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalua?

- SI En caso de suma necesidad (patología oncológica)  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Apellido y Nombre: Agustina Ivona Edad: 36 Experiencia Laboral (años): 5  
 Institucion donde trabaja: T.C. 2000  
 Turno: M Fecha realizacion de la encuesta: 12/5/2023

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes



Apellido y Nombre: Gh. H. Celis Edad: 45 Experiencia Laboral (años): 9  
 Institucion donde trabaja: TC 2000  
 Turno: T.D. Fecha realizacion de la encuesta: 12/15/23

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha información  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes

Apellido y Nombre: HOLLO KARINA Edad: 32 Experiencia Laboral (años): 9  
 Institucion donde trabaja: TC 2000  
 Turno: TRABAJA Fecha realizacion de la encuesta: .....

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes

Apellido y Nombre: Juan A. ... Edad: 40 Experiencia Laboral (años): 5 Años  
 Institución donde trabaja: SC 2000  
 Turno: Noche Fecha realización de la encuesta: 12-05-2023

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Apellido y Nombre: GONZALEZ Luis A. Edad: 34 A. Experiencia Laboral (años): 12 A.  
 Institucion donde trabaja: IC 2000  
 Turno: NOCHE Fecha realizacion de la encuesta: 12/05/2023

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI Tumores, Infecciones, etc.  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes



Apellido y Nombre: Britez Jara Edad: 39 Experiencia Laboral (años): 10 años  
 Institucion donde trabaja: Inst. de Cardiología de Caracas  
 Turno: Noche Fecha realización de la encuesta: 08-02-23

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalúa?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Producción de Bioimágenes



Apellido y Nombre: ..... Edad: 45 Experiencia Laboral (años): 10  
 Institucion donde trabaja: Hosp. Pedestruco Juan Pablo II  
 Turno: Mañana Fecha realizacion de la encuesta: 22/8/23

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  
 Se une a una enzima  
 Se une a un anticuerpo  
 No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  
 0,5 ml/kg  
 1 ml/kg  
 No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  
 Mayor sensibilidad  
 Menor reacciones adversas  
 No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalua?

- SI .....  
 NO  
 No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  
 24 hs  
 48 hs  
 No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  
 GADOVIST (Gadobutrol)  
 DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 No se administra Medio de Contraste  
 No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  
 Experiencia Laboral  
 No manejo dicha informacion  
 Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética  
**CARRERA:** Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Apellido y Nombre: ..... Edad: 32 ..... Experiencia Laboral (años): 8 .....  
 Institucion donde trabaja: Hospital Pediatrico Juan Pablo I .....  
 Turno: Tarde ..... Fecha realizacion de la encuesta: 22-01-23 .....

1) Señale ¿Por que el Gadolinio es seguro administrarlo al paciente?

- Se une a un quelante  Se une a un anticuerpo  
 Se une a una enzima  No sabe No contesta

2) ¿Cuál es la dosis recomendada para la administración de Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- 0,2 ml/kg  1 ml/kg  
 0,5 ml/kg  No sabe No contesta

3) Indique ¿Por que es preferible el uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio antes que los Medios de Contraste Yodados?

- Mayor especificidad  Menor reacciones adversas  
 Mayor sensibilidad  No sabe No contesta

4) ¿Se administra Medios de Contraste en pacientes embarazadas? En caso de responder por SI ¿Qué se evalua?

- SI .....  
 NO  No sabe No contesta

5) ¿Cuánto es el tiempo que debe esperar una paciente para poder volver a amamantar luego de la administración del medio de contraste?

- 12 hs  48 hs  
 24 hs  No sabe No contesta

6) ¿Qué Medio de Contraste Basado en Gadolinio administra a un paciente con Enfermedad Renal Crónica?

- OMNISCAN (Gadodiamida)  DOTAREM (Gadoterato de Meglumina)  
 MAGNEVIST (Gadopentetato de Dimeglumina)  No se administra Medio de Contraste  
 GADOVIST (Gadobutrol)  No sabe No contesta

7) ¿Dónde adquirió la información sobre el manejo de los Medios de Contraste Basados en Gadolinio?

- Institucion de Formacion Academica  No manejo dicha informacion  
 Experiencia Laboral  Otra.....

**TESIS:** Investigación exploratoria de la información que manejan los profesionales en bioimágenes, sobre las indicaciones y contraindicaciones del uso de Medios de Contraste Basados en Gadolinio utilizados en Resonancia Magnética

**CARRERA:** Licenciatura en Produccion de Bioimágenes

