



GADOLINIO. MEDIO DE CONTRASTE EN RESONANCIA MAGNÉTICA

GADOLINIUM. CONTRAST MEDIUM IN MAGNETIC RESONANCE

Autor: José Ángel Martínez López*

*Especialista de Primer Grado en Medicina General Integral. Especialista de Primer Grado en Imagenología. Profesor Asistente. Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba. Correo electrónico: jlopez@hospclin.scu.sld.cu

RESUMEN

Los medios de contraste intravasculares utilizados en Imagenología son aquellas sustancias que producen una diferencia necesaria para el diagnóstico entre lo normal y lo patológico. El gadolinio por principio físico, produce una alteración en los tiempos de relajación de los protones, neutrones y electrones cargados eléctricamente, por poseer sustancias químicas con propiedades paramagnéticas en el interior de ellos, acortándose predominantemente el T₁ viéndose brillante y en altas concentraciones tisulares el T₂ más oscuro. Está demostrada su eficacia y seguridad en su uso por sus inapreciables efectos adversos, salvo excepciones y sus indicaciones más preciadas son el sistema nervioso central, por lo que se considera hasta el momento el contraste ideal para los estudios de resonancia magnética.

Palabras clave: medio de contraste, resonancia magnética, gadolinio.

ABSTRACT

The intravascular contrast media used in Imaging are those substances that produce a necessary difference for the diagnosis between normal and pathological. The gadolinium by physical principle, causes an alteration in the relaxation times of electrically charged protons, neutrons and electrons, by possessing chemical substances with paramagnetic properties inside them, with T₁ being predominantly shortened, and in high tissue concentrations T₂ darker. Its efficacy and safety in its use has been demonstrated by its invaluable adverse effects, with the exception of the exceptions and its most important indications are the central nervous system, which is why it is considered the ideal contrast for magnetic resonance studies.

Key words: contrast medium, magnetic resonance, gadolinium.

INTRODUCCIÓN

Los medios de contraste intravasculares utilizados en Imagenología son aquellas sustancias que con su administración permiten, eficazmente, mejorar la definición tisular, ampliar las desigualdades entre el tejido normal y patológico, así como proporcionar información funcional con grado de realce en función del tiempo transcurrido desde su administración. Resulta un tema de análisis y búsqueda constante de información, por las apariciones permanentes de nuevos y mejores compuestos para el uso médico y con farmacocinéticas diferentes, imprescindibles para nuestra actualización.



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se describe en 1919 el primer uso del contraste endovenoso donde, alcanzó su gran desarrollo en 1929 introduciéndose los contrastes yodados a los que se les aumentó su hidrosolubilidad en 1968. Los medios de contraste en base al gadolinio (**Gd**) fueron aprobados para su administración parenteral desde 1988 en Estados Unidos, con una eficacia similar para todos los compuestos. Son muy bien tolerados por la gran mayoría de los pacientes a los que se les administra, siendo las reacciones adversas excepcionales. ^[1] El nombre proviene de la gadolinita, un mineral nombrado en honor del químico finlandés Johan Gadolin; el metal se obtiene de este mineral. El óxido de gadolinio (gadolinia), fue conseguido por Marignac en 1880 y de forma independientemente por Lecoq de Boisbaudran en 1886. Se encuentra en otros minerales como la monacita, bastnäsita que son las dos fuentes comerciales importantes. ^[2-6]

El gadolinio en resonancia magnética, por principio físico, produce una alteración en los tiempos de relajación de los protones, neutrones y electrones cargados eléctricamente, por poseer sustancias químicas con propiedades paramagnéticas en el interior de ellos, acortando predominantemente el T₁ viéndose brillante y en altas concentraciones tisulares más oscuro en el T₂. El paramagnetismo lo poseen átomos con números impares de electrones que sometidos a un campo magnético forman un vector de magnetización. ^[1, 7]

Los quelatos de gadolinio son el contraste paramagnético por excelencia en el diagnóstico de entidades nosológicas importantes empleados fundamentalmente en resonancia magnética. La fundamentación de su uso y reacciones adversas resulta de imprescindible conocimiento por el especialista, las cuales deben ser reconocidas con prontitud para una rápida actuación, ^[8] por lo que consideramos acertada la revisión del tema para dar una explicación más detallada del uso del gadolinio en los momentos actuales, en los que disponemos de equipos de resonancia magnética en gran parte del país, analizando referencias de actualidad que es el objetivo de la revisión del tema, a través de la revisión de 49 artículos seleccionados en libros y publicaciones electrónicas indexadas en español que estuvieran actualizadas en el tema en los últimos dos años como criterio de selección.

DESARROLLO

Clasificación, indicaciones y seguridad del Gd

El gadolinio es un elemento blanco platinado, maleable y dúctil con brillo metálico; muy tóxico de forma libre debido a su tendencia a precipitar y a depositarse en hígado, linfáticos y médula ósea. Acotado con el número 64 en la tabla periódica de los elementos, es uno de los más poderosos *lantánidos* con propiedades paramagnéticas, por poseer 7 electrones impares. Su toxicidad disminuye al unirse fuertemente a ligandos resultando en quelatos altamente hidrofílicos, lo que hace que el efecto del gadolinio libre en sangre no tenga relevancia toxicológica. ^[9]

Los contrastes a base de gadolinio para resonancia magnética podemos clasificarlos atendiendo a diversas características: ^[10, 11]

- Morfología de la molécula
 - Lineal
 - Cíclico
- Susceptibilidad magnética
 - Paramagnético
 - Ferromagnético
 - Supe paramagnético
- Positivo
- Tejido diana
 - Extracelular inespecífico
 - Tejido específico
- Características fisicoquímicas
 - Iónico
 - Isoosmolar – hiposomolar.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El Gd es el responsable del efecto paramagnético y el quelante de las propiedades farmacocinéticas. Su eliminación es por vía renal con una vida media de 90 minutos y si no hay alteraciones en la filtración glomerular, se elimina completamente a las 24 horas y a pesar de que existan alteraciones en el filtrado esto no altera su seguridad.

Las principales indicaciones clínicas son: [1, 12-18]

- En el sistema nervioso central (SNC) por ser áreas de bajo artefacto por movimiento y flujo, así como la presencia de barrera hematoencefálica (BHE) que sólo permite su paso si hay disrupción. En las zonas donde no hay BHE se evidencia realce normal por gadolinio como sucede en el infundíbulo, adenohipófisis, glándula pineal, mucosa nasal, membrana coroidorretiniana y realce meníngeo discontinuo. Muy útil en la evaluación de tumores (delimitación del tamaño y diseminación meníngea), infecciones, alteraciones vasculares, enfermedades inflamatorias/desmielinizantes.
- Tumores y procesos inflamatorios musculo esqueléticos.
- Tumores abdominales y de mamas.
- Angiorresonancia estáticas y dinámicas arterial, venosa e intervencionista.
- Otros: Artroresonancia, CPRE y enterografía por resonancia magnética en pacientes con reacciones adversas a contrastes yodados.

Las imágenes que se muestran a continuación son la evidencia diagnóstica de la práctica usual con gadolinio en nuestro servicio de resonancia magnética, donde su frecuente uso permite la resolución clínica/imagenológica de casos difíciles. Figuras 1, 2, 3, 4 y 5

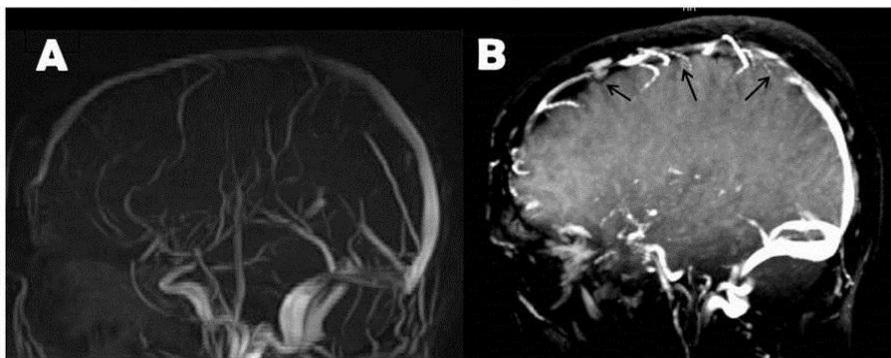


Figura 1. A. Angiorresonancia normal. B. Angiorresonancia venosa con gadolinio donde se observa trombosis del seno sagital superior (flechas).

Magneton C. SIEMENS 0.35 Tesla

Archivo de imágenes. Departamento de Resonancia Magnética del Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba.

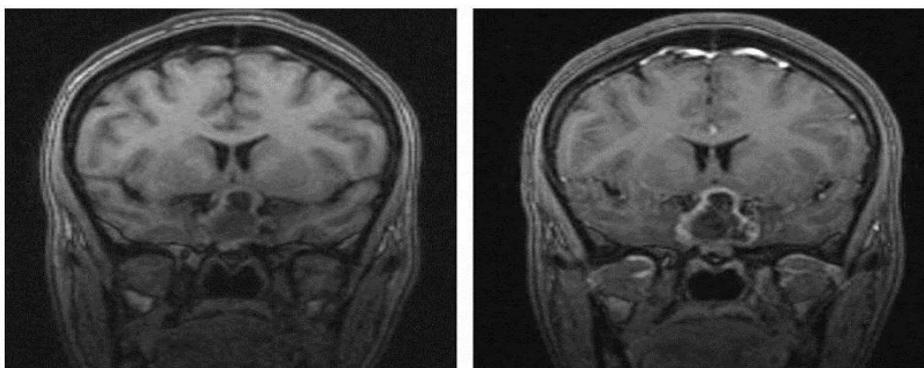


Figura 2. Secuencias T₁ coronales simple (izquierda) y contrastada (derecha), donde se observa captación anular del contraste en un macroadenoma quístico.

Magneton C. SIEMENS 0.35 Tesla

Archivo de imágenes. Departamento de Resonancia Magnética del Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba.



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

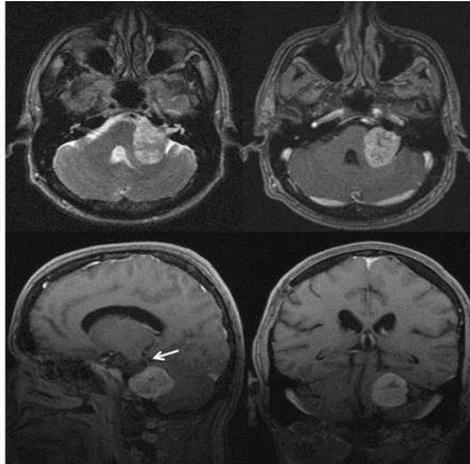


Figura 3. Resonancia magnética con gadolinio en secuencias T₁ axiales, sagital y coronal, demostrando un Schwannoma del acústico izquierdo con realce heterogéneo del contraste que permite identificar el engrosamiento tumoral del VIII par craneal, de contornos definidos y lobulado, ocupación de la cisterna pontocerebelosa ipsilateral, compresión del IV ventrículo y del puente con desplazamiento contralateral del mismo. Se observa cola dural (*flecha*) demostrable solo en estudios contrastados.

Magneton C. SIEMENS 0.35 Tesla

Archivo de imágenes. Departamento de Resonancia Magnética del Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba.

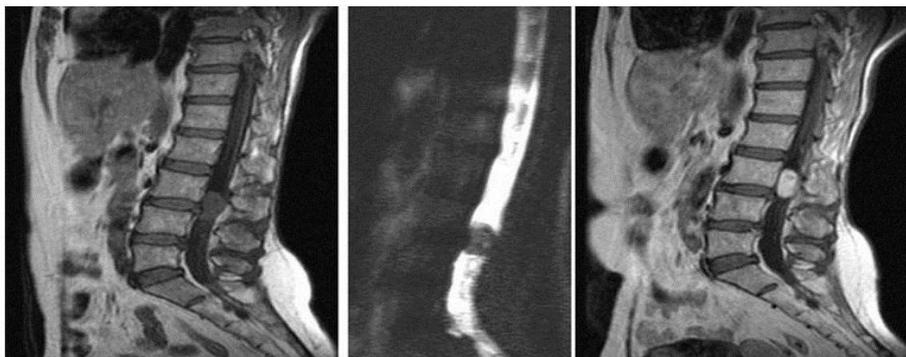


Figura 4. De izquierda a derecha: secuencias sagitales de columna lumbosacra T₁ simple, mielorrresonancia y T₁ poscontraste que evidencian el meningioma intra raquídeo hipercaptante responsable del cuadro clínico.

Magneton C. SIEMENS 0.35 Tesla

Archivo de imágenes. Departamento de Resonancia Magnética del Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba.

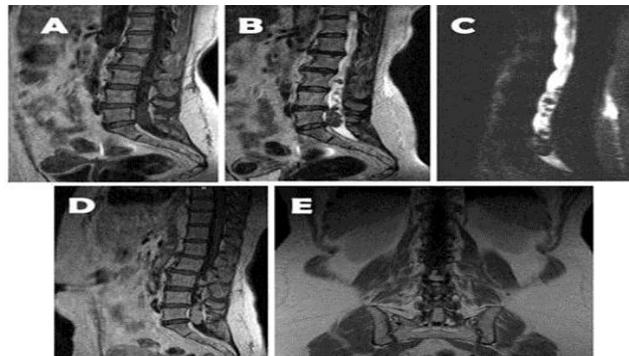


Figura 5. Signo del goteo o lagrimeoteccal en una paciente con metástasis de la cola de caballo. A y B: secuencias sagitales en el estudio simple que muestran masas múltiples en el saco dural distal que producen ausencias en la señal en secuencia de mielorrresonancia (C) las cuales captan contraste homogéneamente y se hacen más diagnósticas con la administración de gadolinio en dosis habituales (D y E).

Magneton C. SIEMENS 0.35 Tesla

Archivo de imágenes. Departamento de Resonancia Magnética del Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba.



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Muchos son los compuestos a base de gadolinio. Recientemente la FDA aprobó el Dotarem® (gadoterato de meglumina), hasta el momento primer y único medio de contraste **macrocíclico e iónico** basado en gadolinio de los Estados Unidos, que se comercializa ampliamente en todo el mundo desde 1989 y con más de 37 millones de dosis administradas a similares dosis y seguridad. ^[19] En nuestro medio el preparado más utilizado y con buenos resultados es el Gadopentetato de dimeglumina [Gd-DTPA] a una dosis aprobada de 0,2 mL (0,1 mol)/kg de peso corporal. En casos especiales, como en lesiones con escasa vascularización y/o poco espacio extracelular, puede ser necesario administrar 0,4 mL (0,2 mmol)/kg de peso corporal para obtener un contraste adecuado.

Es altamente seguro y biológicamente inerte y sus contraindicaciones específicas son la hipersensibilidad al principio activo o a alguno de los excipientes y en pacientes con insuficiencia renal grave (tasa TFG menor que 30 mL/min/1,73 m²). Las reacciones adversas carecen de gran relevancia ya que los porcentajes son bajos e incluyen dentro de los más frecuentes: náuseas, vómitos y cefalea. En menor grado parestesias, mareos, urticarias y convulsiones focales. Las reacciones anafilactoides son 6 veces menos frecuentes que las producidas por los contrastes yodados sin relación con la dosis y más frecuente en personas alérgicas. No se conocen interacciones con otros medicamentos. Se ha utilizado a cualquier edad, sin embargo, deben existir precauciones en niños menores de 2 años por la inmadurez renal a estas edades. Su uso en embarazadas solo está justificado bajo la evaluación riesgo/beneficio. ^[1, 20, 21]

Se han obtenido reportes recientes de casos aislados de fibrosis sistémica neurogénica (FSN) por gadolinio en pacientes con insuficiencia renal avanzada en muchas partes del mundo, especialmente reportados por España y Argentina, resultando en una enfermedad progresiva, invalidante y potencialmente letal. Esta asociación de gadolinio con FSN ha generado controversias en los últimos años, según expresó Hani Abujudeh en un estudio publicado. ^[21] Sin embargo, acota que es importante que los radiólogos y los pacientes sean conscientes de los riesgos asociados con el uso de agentes de contraste con gadolinio, en especial los relacionados con la FSN. Aun con función renal saludable, se debe tener especial atención a pacientes con problemas graves de alteraciones hepáticas. ^[22-24]

La decisión del uso del contraste paramagnético es decisión exclusiva del médico radiólogo a cargo del paciente que se va a realizar el estudio endovenoso. ^[25] El especialista debe revisar todos los datos consignados en la historia clínica, y de ser insuficientes, debe ejecutar un exhaustivo interrogatorio buscando historias de anafilaxias previas a algún alimento o medicamento, o condiciones que puedan contraindicar su uso. Si el paciente no está apto para responder esas inquietudes médicas, se procederá a la búsqueda de información por parte del familiar o acompañante y dejar constancia escrita del consentimiento para el estudio contrastado, según modelos diseñados a esos efectos en cada unidad asistencial.

No se consigue en la literatura el uso habitual de la pre-medicación a la administración del gadolinio, salvo en pacientes con historia de hipersensibilidad a los medios de contraste para favorecer su propia seguridad. En nuestra rutina acumulada con el uso constante de los quelatos de gadolinio a dosis habituales, no hemos tenido referencia de ninguna reacción adversa en seis años de trabajo; algunos casos contrastados se han realizado sin pre-medicación y sin haberse puesto en ayunas el paciente por la urgencia en el diagnóstico y por su propia aprobación, sin consecuencias.

CONCLUSIONES

Abordando este tema de revisión concluimos que con los procedimientos modernos de obtención de las imágenes médicas como las ofrecidas por la resonancia magnética, los diagnósticos han revolucionado en las determinaciones correctas y exactitud de las lesiones orgánicas, más aun con los favores del paramagnetismo entregados a la ciencia con el uso del gadolinio como medio de contraste eficaz y seguro frente a las disyuntivas diagnósticas en la práctica médica diaria, brindando un mayor cúmulo de información, en la cual se debe seguir investigando de forma permanente.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gutiérrez Cadavid JE, Restrepo González R, Soto Jiménez JA. Radiología e imágenes diagnósticas. Colombia. Editorial CIB, 2004: 13-28.
2. Gadolinio. [Artículo en línea]. [s. l.]. [s. n.]. 2015. [citado 10 feb 2016]. Disponible en: <https://www.uam.es/docencia/elementos/spV21/conmarcos/elementos/gd.html>
3. Gadolinio. Descripción general [Artículo en línea]. [citado 6 mar 2016]. Disponible en: <http://www.quimicaweb.net/tablapperiodica/paginas/gadolinio.htm>
4. Gadolinio. Propiedades químicas del Gadolinio. Efectos del Gadolinio sobre la salud. Efectos ambientales del Gadolinio. [Artículo en línea]. [citado 6 mar 2016]. Disponible en: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/gd.htm>
5. Gadolinio. [Artículo en línea]. [citado 6 mar 2016]. Disponible en: <http://elementos.org.es/gadolinio>
6. Rovira Bonilla S. El gadolinio. [Artículo en línea]. [citado 6 mar 2016]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/mamencintuicina/el-gadolinio>
7. Kieffer SA, Brace JR. Neoplasias intracraneales. España. ELSEVIER, 2011: 49-53.
8. Gadolinio. [Artículo en línea]. Lawconnect LLC. 2016. [citado 6 mar 2016]. Disponible en: <http://espanol.getlegal.com/legal-info-center/gadolinio/>
9. Jiménez A. Gadolinio. [Artículo en línea]. [citado 6 mar 2016]. Disponible en: <https://www.uam.es/docencia/elementos/spV21/conmarcos/elementos/gd.html>
10. Aprea P, Aletti S, Lopez Cepero V, Zaneck C, Parera R, Gelmi L, et al. Evaluación de los medios de contraste a base de gadolinio utilizado en diagnóstico por imágenes por resonancia magnética. [Artículo en línea]. [s. l.]. [s. n.]. 2015. [citado 10 feb 2016]. Disponible en: http://www.aaiba.org.ar/links/Trabajos_mencion_1.pdf
11. Arias Gonzales M, Iglesias Castañón A, Ruibal Villanueva MC, Fernández Alonso D, Mañas Uxó J. Medios de contraste en RM. Guía práctica para el radiólogo. Presentación Electrónica Educativa. Granada. [Artículo en línea]. [citado 10 feb 2016]. Disponible en: http://posterng.netkey.at/esr/viewing/index.php?module=viewing_poster&task=viewsection&ti=362699
12. Masaryk TJ, Perl II J, Dagirmanjian A, Tkach JA, Laub G. Angiografía con resonancia magnética. Aplicaciones neurorradiológicas. [España]. [s.n.] 1277-1310.
13. Ramírez Arias JA. Indicaciones de radiología e imágenes. México. [s.n.], 2000:29-31.
14. Delgado G, Bosch E, Sofía P. Artroresonancia: conceptos generales, indicaciones y rendimiento. [Artículo en línea]. Revista Chilena de Radiología. Vol. 11 N° 2, año 2005; 75-80. [citado 2 feb 2016]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-93082005000200006&script=sci_arttext
15. Zoltán BF, Latorre, R, Palavecino P. Colangiografía retrograda endoscópica (CPRE) con gadolinio en pacientes con alergia a medios de contraste yodado. Gastroenterol. latinoam;17(3):324-327, jul.-sept. 2006. [s. l.]. [s. n.]. [Artículo en línea]. [citado 3 feb 2016]. Disponible en: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=460444&indexSearch=ID>
16. Martí-Bonmatí L, Pallardó Calatayud Y. Medios de contraste en Radiología. [Monografía en línea]. Editorial médica Panamericana. 2008. [citado 15 feb 2016]. Disponible en: <http://www.cuidandote.net/2013/03/medios-de-contraste/>
17. Pons Porrata LM, De la Cruz Oña A, Álvarez Cobas I, Daudinot Gutiérrez I y Salomón López J. Caracterización del uso de gadolinio en pacientes con indicación de resonancia magnética. [Artículo en línea]. MEDISAN vol.16 no.4, abr. 2012. [citado 28 dic 2015]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192012000400002
18. Moon JC. ¿Qué significa la captación tardía de gadolinio en la miocardiopatía hipertrófica? [Artículo en línea]. Rev Esp Cardiol. 2007; 60:1-4. - Vol. 60 Núm.01 DOI: 10.1016/S0300-8932(07)74976-X. [citado 2 nov 2015]. Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/que-significa-captacion-tardia-gadolinio/articulo/13097917/>



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

19. La FDA aprobó el Dotarem® (gadoterato de meglumina), primer medio de contraste macrocíclico e iónico basado en gadolinio de los Estados Unidos. Francia 2013. [Artículo en línea]. [citado 10 feb 2016]. Disponible en: [http://www.scu.sld.cu/publicaciones_electronicas/\(\)articulos_cientificos.htm](http://www.scu.sld.cu/publicaciones_electronicas/()articulos_cientificos.htm)
20. Gadopentetato de dimeglumina (Gadolinio). Formulario nacional de medicamentos. INFOMED. 2011. [Artículo en línea]. [citado 10 feb 2016]. Disponible en: <http://fnmedicamentos.sld.cu/index.php?P=FullRecord&ID=762>
21. Las reacciones adversas agudas raro el uso de gadolinio agentes de contraste en resonancia magnética. Colegio Americano de Radiología. 2010. [Artículo en línea]. [citado 10 mar 2016]. Disponible en: <http://www.news-medical.net/news/20100122/12/Spanish.aspx>
22. Rodríguez Jornet A, Andreu Navarro FL, Orellana Fernández R, Ibeas J, Fortuño JR. Fibrosis sistémica por gadolinio en insuficiencia renal avanzada. Rev Nefrología Vol. 29, Nº. 4, 2009, págs. 358-363. España. Artículo en línea. [citado 3 feb 2016]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3331010>
23. Greloni G, Rosa Diez G, Hidalgo Parra I, Torre A, García Mónaco R, Algranati S. Riesgo del uso de gadolinio en pacientes con insuficiencia renal. [Artículo en línea]. Medicina (B. Aires) v.68 n.4, jul/ago 2008. [citado 12 feb 2016]. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0025-76802008000400016&script=sci_arttext
24. El gadolinio. Contraste. Efectos secundarios. [Artículo en línea]. 2013. [citado 12 feb 2016]. Disponible en: <http://www.ratser.com/el-gadolinio-contraste-efectos-secundarios/>
25. Gadolinio: Material de contraste en estudio de Resonancia Magnética (MRI). [Artículo en línea]. CT Radiology Complex. 2011. [citado 6 mar 2016]. Disponible en: <http://0332992.netsolhost.com/servicios/EstudiosRadiol%C3%B3gicos/Angiograf%C3%ADaporResonanciaMagn%C3%A9tica/Gadolinio/tabid/72/language/es-PR/Default.aspx>