

UTILIZACIÓN SEGURA DE RM. CONSEJOS PRÁCTICOS PARA RADIÓLOGOS Y TÉCNICOS

Cecilia Santos Montón¹, Ignacio Martín García¹, Marta Villanueva Delgado²,

Pedro J. Hernández Palomino³, Rodrigo Blanco Hernández¹, José Martín Marín Balbín¹.

1. Complejo Asistencial de Zamora, Zamora.

2. Complejo Asistencial de Ávila, Ávila.

3. Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid.

Objetivos

- Conocer los riesgos potenciales específicos que conlleva trabajar en el entorno de la RM tanto para los pacientes como para el personal (efecto proyectil, quemaduras, fenómeno de quench...).
- Clasificar los dispositivos que porte el paciente como seguros o incompatibles con la RM.
- Conocer los posibles riesgos de la administración de contraste (reacciones adversas, extravasaciones, fibrosis sistémica nefrogénica...) para poder prevenirlas y saber actuar ante ellas.

seram 34

Sociedad Española de Radiología Médica

Congreso Nacional

PAMPLONA 24 MAYO
27 2018

Palacio de Congresos Salazar

23 mayo Cursos Precongreso

Revisión del tema

ABC SOCIEDAD

Buscar en ABC



Acceso / Registro

ESPAÑA INTERNACIONAL ECONOMÍA OPINIÓN DEPORTES CONOCER FAMILIA MOTOR GENTE SUMMUM CULTURA & OCIO MADRID EDICIONES SERVICIOS ABCSEVILLA

Publicidad

Un hombre muere al ser atraído por una máquina de resonancia magnética en el hospital

El joven Rajeshu Maru murió al ir a someterse a una resonancia magnética en un hospital de Mumbai, en la India

WORLD U.S. NY. / REGION ESPAÑA DEPORTES CONOCER FAMILIA MOTOR GENTE SUMMUM CULTURA & OCIO MADRID EDICIONES SERVICIOS ABCSEVILLA

ABC

REPORTAJES

Rajeshu

LA SEGURIDAD
EN LA RM: TEMA
DE INTERÉS EN
NOTICIAS
MUNDIALES

Al entrar en la sala, la máquina ejerció su poder magnético, atrayendo a Maru hacia ella y dejándole un brazo atrapado con la botella de oxígeno. La bombona de oxígeno reventó y el hombre terminó muriendo por la fuerte presión que ejerció la máquina y el oxígeno líquido que inhaló.

Revisión del tema

COMPATIBILIDAD CON LA RM

NUEVA TERMINOLOGÍA:

RM seguro: Un dispositivo que no presenta ningún tipo de riesgo para la realización de una RM. Usando la nueva terminología, los dispositivos “RM seguro” incluyen material no conductor, no metálico, no ferromagnético como una placa de Petri de plástico [1].



RM condicional: Un objeto que ha sido demostrado que no entraña riesgos en un ambiente específico de RM con unas condiciones específicas de uso. Las condiciones que definen lo condicional incluyen la fuerza del campo magnético, el gradiente magnético, dB/dt, campos de RF y el SAR. Condiciones adicionales, incluyendo configuraciones específicas del dispositivo pueden ser requeridas [1].



RM inseguro: Un dispositivo que no puede ser sometido a RM en ninguna circunstancia clínica. Los dispositivos “RM inseguro” incluyen objetos magnéticos como un par de tijeras ferromagnéticas [1].



Revisión del tema

COMPATIBILIDAD CON LA RM

Un dispositivo será considerado compatible con la RM sólo si:

- Su presencia en la sala de imagen no implica un aumento de los riesgos de seguridad para el paciente o el personal (Seguridad con RM).
- Realiza la función para la cual fue diseñado cuando se utiliza junto con la RM de manera segura y efectiva (Seguridad y efectividad de dispositivo).
- Su uso junto con la RM no afecta desfavorablemente la función de la RM (Compatibilidad con la RM).

Revisión del tema

COMPATIBILIDAD CON LA RM

- **Seguridad con la RM**
 - Fuerzas magnética: efecto proyectil
 - Calentamiento: el dispositivo no debe aumentar la temperatura para producir lesiones
- **Seguridad y efectividad del dispositivo:** Debe realizar su función original con efectividad y de manera que no suponga riesgo
 - Grandes campos magnético estáticos
 - Campos magnético que varían rápidamente
- **Compatibilidad con la RM:** Afectación de la calidad de imagen
 - Homogeneidad del campo magnético estático
 - RF Interference: no distorsionar el patrón de transmisión de la energía de RF ni generar energía de RF

Revisión del tema

- Existen muchos dispositivos, especialmente los más antiguos, que son incompatibles con la RM como pueden ser válvulas cardíacas anteriores a 1969, implantes cocleares, neuroestimuladores o marcapasos permanentes y DAIs.
- Afortunadamente existe una base de datos extensa que categoriza y da recomendaciones sobre los dispositivos médicos y su uso en el entorno de la RM que está disponible en www.mrisafety.com. Esta web está frecuentemente actualizada. Además muchos fabricantes también proporcionan información sobre uso y seguridad de sus dispositivos en la RM en sus páginas webs [2].

Revisión del tema

Existen implantes cocleares en el mercado actual que son compatibles con la RM. En el caso de pacientes que necesiten realizarse una RM se aconsejan los siguientes pasos:

- Retirar componentes externos
- Venda en la cabeza alrededor del implante
- Mantener la cabeza recta



Revisión del tema

CUERPOS EXTRAÑOS INTRAORBITARIOS

- Interrogar al paciente sobre la posibilidad de cuerpos extraños [3].
- El riesgo de daño ocular es bajo pero existe [3].
- Se recomienda realizar radiografía previo a RM si existe sospecha de posibilidad [3].



TC cerebral sin CIV en la que se señala cuerpo extraño metálico en la porción anterior de globo ocular derecho

Revisión del tema

EFECTO PROYECTIL

La alta intensidad de campo magnético inherente a la unidad de RM plantea un riesgo de efecto proyectil si un objeto ferromagnético se acerca demasiado cerca al imán y es atraído hacia el aparato. Generalmente este tipo de incidente típicamente involucra objetos externos al paciente como son [4-5]:

- Camillas
- Sillas de ruedas
- Bombonas de oxígeno
- Tijeras
- Palos de gotero
- Llaves
- Horquillas...



Revisión del tema

Specific Absorption Rate (SAR): Tasa de absorción de energía electromagnética en el cuerpo (watio/kg)

| Lugar | Dosis | Tiempo (min) | SAR (W/kg) |
|----------------|---------------------|--------------|------------|
| Todo el cuerpo | Media | 15 | 4 |
| Cabeza | Media | 10 | 3,2 |
| Cabeza y tórax | Por gramo de tejido | 5 | 8 |
| Extremidades | Por gramo de tejido | 5 | 12 |

La FDA limita a 4 w/kg para exposición de todo el cuerpo en pacientes con función termorreguladora normal y de 1,5 W/kg para todos los pacientes [4].

Revisión del tema

TATUAJES Y MAQUILLAJE

- Los **tatuajes**: Advertir al paciente del riesgo que existe para que avise si nota aumento de temperatura. Se pueden colocar compresas frías/bolsa de suero encima para absorber la eventual formación de calor [5].
- **Maquillaje**: Es conveniente quitar el maquillaje lavable. Existe riesgo de irritación de ojos y piel en maquillaje con astillas metálicas.

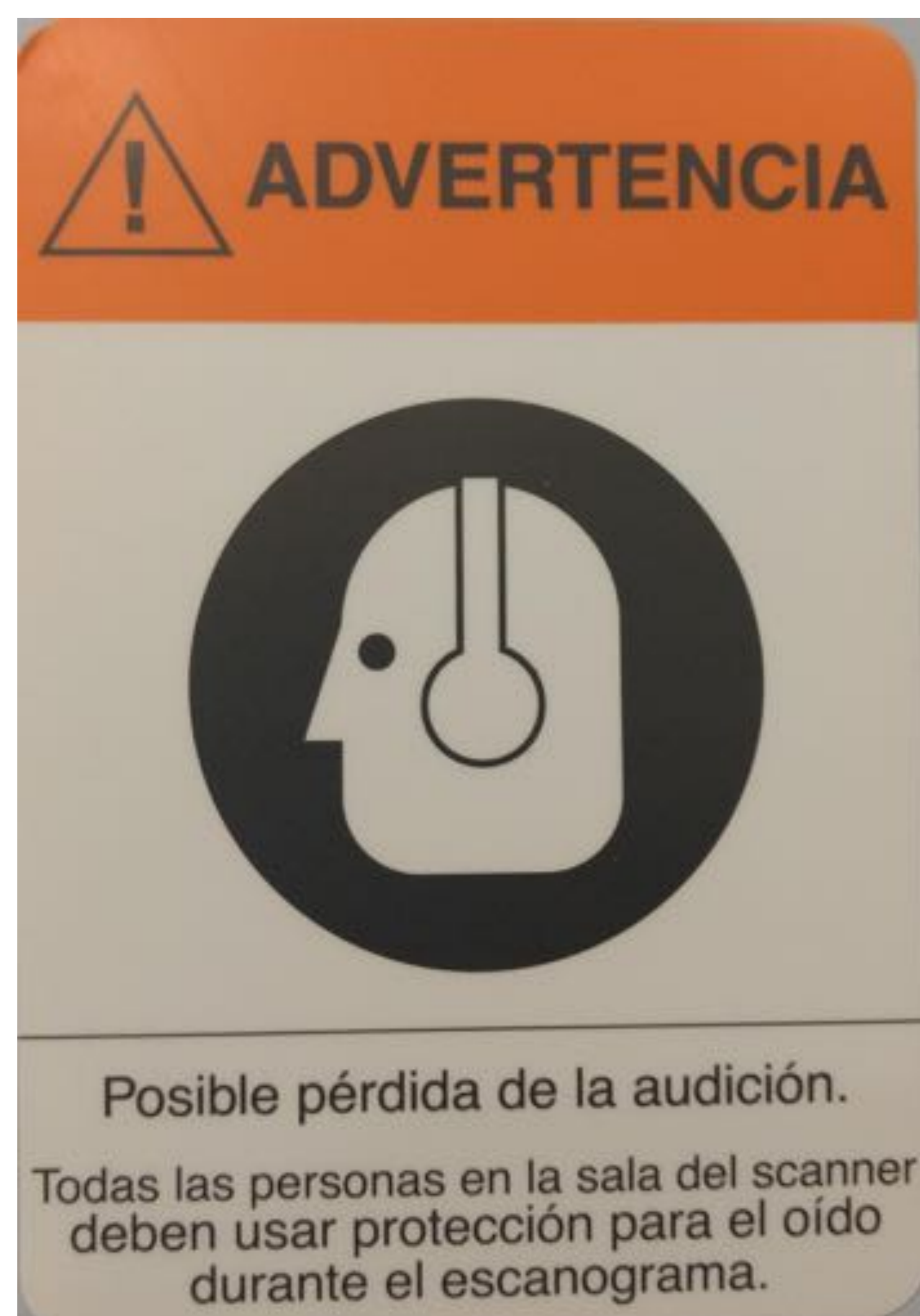
LUZ LÁSER

Solicitar al paciente que cierre los ojos cuando se está estableciendo el punto de referencia y la luz del láser está encendida.

Revisión del tema

RUIDO ACÚSTICO

- Todos los pacientes están obligados a utilizar protección auditiva en la sala de exploración para evitar problemas auditivos. Los niveles acústicos pueden superar los 99 dB. Para reducir el nivel de ruido por debajo de los 99 dB el paciente debe usar protección auditiva con una clasificación de reducción de ruido de 28 dB o más [6].
- Los tapones de espuma reducen el ruido en 29-32 dB.
- Legislación España: Si $>85\text{dB}$ en el lugar de trabajo es obligatorio mecanismo de protección acústica.



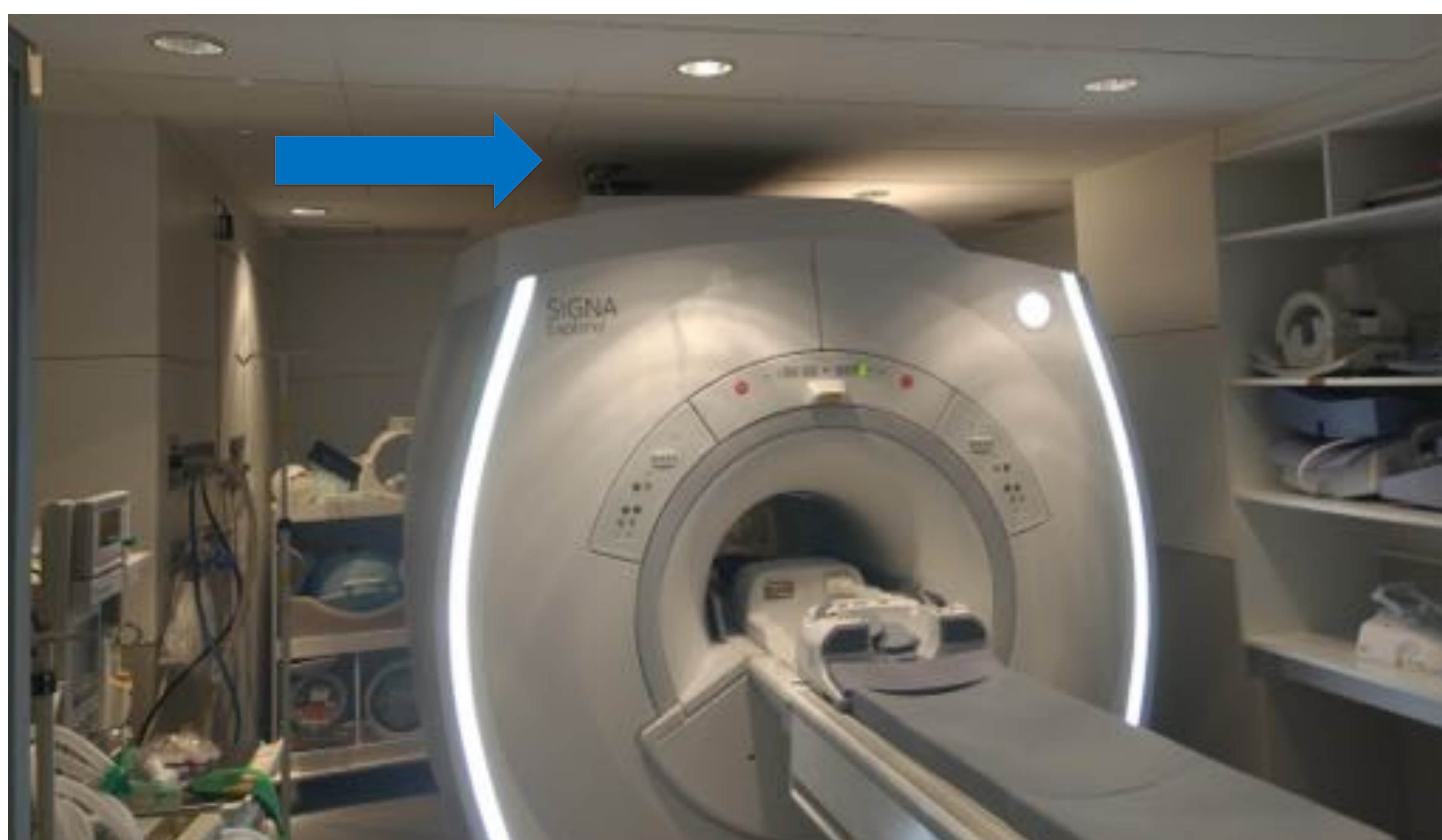
Revisión del tema

QUENCH

- Fuga del helio existente en el interior de los equipos de RM de alto campo con imanes superconductores, utilizado para su refrigeración [5].
- Los imanes superconductivos utilizan helio líquido como refrigerante. El helio realiza esta función a temperatura de 0°K (-273°C) y a dicha temperatura permanece en estado líquido.
- El punto de ebullición del helio líquido es a 4,14°K (-269°C), por encima de esta temperatura pasaría a helio gas, aumentando su volumen unas 760 veces [5].

Revisión del tema

- Si ocurre, la presión del gas es tan alta que es necesario liberar gas hasta descomprimir el recipiente. La salida del helio gas se realizaría a través de una válvula de seguridad [5].
- Cuando tiene lugar una evaporación brusca del helio y su evacuación al exterior, a través de una válvula de seguridad, se dice que se ha producido un QUENCH.
- Todos los equipos de RM tiene una chimenea acoplada al equipo que dirige el gas al exterior y al punto más alto del edificio.



Revisión del tema

QUENCH ACCIDENTAL

- Se produce por un descenso del nivel de helio.
- El conductor comienza a calentarse, pierde la superconductividad y aumenta la temperatura del helio hasta su punto de ebullición.



Revisión del tema

QUENCH PROVOCADO

- Se puede provocar cuando existe un riesgo para las personas (como posible objeto pegado al imán).
- Se causa al pulsar la “seta” para apagar el campo magnético.



Revisión del tema

EVACUAR LA SALA



El helio desplaza el oxígeno del aire (riesgo de **asfixia**), puede producir **quemaduras por congelación** y hay riesgo de **incendio** por condensación del oxígeno del aire [5].

Revisión del tema

REACCIONES SECUNDARIAS AL GADOLINIO

- **Reacciones adversas:** 0,07% a 2,4%.

La mayoría de las reacciones son leves y fisiológica:

- Frío/calor/dolor en el sitio de la inyección
 - Náuseas con o sin vómitos
 - Cefalea
 - Parestesia
 - Mareo
-
- **Reacción alérgica:** 0.004 –0.7% (exantema, urticaria, broncoespasmo...)

Se producen reacciones anafilácticas graves que amenazan la vida (0,001% a 0,01%) [7].

Revisión del tema

- No existe reacción cruzada de contrastes de gadolinio con yodados.
- Antecedente de reacción alérgica a gadolinio: premedicación con corticoides y usar otro gadolinio [7].

Revisión del tema

PAUTA PREMEDICACIÓN

Prednisona 50 mg vo 13, 7 y 1 hora antes del contraste.

+

Difenhidramina (Dimedrol®) 50 mg iv o im o vo 1 horas antes del contraste

o

Metilprednisolona 32 mg vo 12 y 2 horas antes del contraste

+

Difenhidramina (Dimedrol®) 50 mg iv o im o vo 1 horas antes del contraste

Nota: El uso de difenhidramina es histórico y no ha mostrado evidencia significativa por lo que se puede considerar opcional. En España suele ser más frecuente el uso de Dexclorfeniramina (Polaramine®) [7].

Revisión del tema

| TIPO REACCIÓN | TRATAMIENTO |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anafilaxia | Adrenalina 0,3-0,5 ml/IM (ampolla 1/1000) Niños: dosis 0,01 mg/kg/dosis hasta máximo 0,5 mg Difenhidramina (Benadryl) 25-50 mg VO, IM o IV Niños: 1 mg/kg cada 6 horas Hidrocortisona 100-500 mg |
| Broncoespasmo | 5 mg Salbutamol nebulizado Hidrocortisona 100-500 mg IV o prednisona 40 mg vo |
| Urticaria y angioedema | Difenhidramina + hidrocortisona / prednisona |

Revisión del tema

FACTORES RELACIONADOS CON LA EXTRAVASACIÓN DEL CONTRASTE

RELACIONADOS CON LA TÉCNICA

Uso de inyectores a presión

Sitios no óptimos para inyección (incluyen miembros inferiores y venas muy distales)

Medios de contraste con alta osmolaridad

Grandes volúmenes

RELACIONADOS CON EL PACIENTE:

Incapacidad para la comunicación (por ejemplo niños)

con
Ven
Alte

- El gadolinio no causa reacciones inflamatorias significativas.

- Volumen menor que contrastes yodados

- Osmolaridad más baja que contrastes yodados.

Dre

Cier

tobin

Pacientes con enfermedad grave o debilitados

pie,

Revisión del tema

DEPÓSITOS DE GADOLINIO EN EL CEREBRO

- Recientemente se han descubierto depósitos de gadolinio en tejido cerebral de pacientes con múltiples dosis de gadolinio a lo largo de su vida. La FDA publicó una alerta sanitaria en Julio de 2015 indicando que se está investigando el riesgo y el significado clínico de estos depósitos. Hasta la fecha no hay efectos adversos descritos sobre este hecho [7].
- El depósito parece ser dosis dependiente y ocurre en pacientes sin evidencia clínica de enfermedad hepática o renal. No existen datos que sugieran que hay cambios histológicos que impliquen neurotoxicidad [7].
- Dado que el contraste de gadolinio puede proveer información crucial, se recomienda que cada RM sea considerada de forma individual, considerando el riesgo/beneficio de la información que aporta el contraste frente a los desconocidos riesgos potenciales del gadolinio en el cerebro. Particular atención para los pacientes pediátricos o pacientes que se vean sometidos a múltiples RM con contraste a lo largo de su vida [7].

Revisión del tema

FIBROSIS SISTÉMICA NEFROGÉNICA

- Placas cutáneas induradas, edematosas, pruriginosas que posteriormente calcifican y afectan principalmente a los miembros y el tronco, pero respetan la cara. Puede progresar en semanas y producir contracturas articulares y limitación grave del movimiento. Pueden afectar también a pulmones, hígado, corazón y músculos.
- No existe tratamiento. La mejoría de la función renal mitiga la progresión. El diagnóstico se establece con biopsia cutánea
- Casi todos los casos se han observado en pacientes con enfermedad renal crónica estadio 4 (TFG: 15–29 mL/min/1.73 m²) y estadio 5 (TFG < 15 mL/min/1.73 m²) o insuficiencia renal aguda.
- El mecanismo fisiopatológico no está claro: Aclaramiento retrasado del contraste y alteraciones en el ambiente metabólico (acidosis metabólica) permiten liberar gadolinio del quelante y se unen a aniones disponibles. Se fagocita por los macrófagos y se activaría una cascada de citoquinas profibróticas que inicia fibrosis sistémica nefrogénica [7].

Revisión del tema

Pacientes con riesgo de fibrosis sistémica nefrogénica:

- Pacientes en diálisis
- Enfermedad renal crónica estadio 4 o 5 sin diálisis
- Enfermedad renal crónica TFG: 30-40 ml/min/1,73 m²
- Insuficiencia renal aguda [7]

Pacientes con riesgo de probable insuficiencia renal:

- Edad > 60
- Hipertensión arterial que requiera tratamiento médico
- Historia de Diabetes Mellitus
- Historia de enfermedad renal
 - Diálisis
 - Trasplante renal
 - Riñón único
 - Cirugía renal
 - Cáncer conocido que afecte a los riñones [7]

Revisión del tema

Se recomienda el uso de agentes de gadolinio del grupo II en pacientes con riesgo de fibrosis sistémica nefrogénica:

- Gadobenato de Dimeglumina (MultiHance[®] – Bracco Diagnostics)
- Gadobutrol (Gadovist[®] – Bayer HealthCare Pharmaceuticals)
- Gadoterato de meglumina (Dotarem[®] – Guerbet)
- Gadoteridol (ProHance[®] – Bracco Diagnostics) [7]

Revisión del tema

GADOLINIO EN NIÑOS

- En neonatos y niños **menores de 1 año** no debería administrarse gadolinio excepto que el beneficio supere ampliamente el riesgo debido a la inmadurez de su función renal.
- Ninguna marca comercial de gadolinio recomiendan su uso en menores de 2 años [7].



Revisión del tema

GADOLINIO EN EMBARAZADAS

- No se ha demostrado efecto mutagénico ni casos de fibrosis sistémica nefrogénica.
- No se recomienda su uso excepto situación crítica o si es mayor el beneficio potencial que el riesgo [7].

GADOLINIO EN LACTANCIA

- Al ser hidrosoluble $<0,04\%$ de la dosis administrada se excreta a través de la leche materna. Menos del 1% del contraste ingerido por el lactante se absorberá en el tubo digestivo, por lo que se cree que es seguro continuar con la lactancia.
- No obstante se recomienda explicar a la madre este hecho y si muestra preocupación por posibles efectos adversos se recomienda interrumpir la lactancia 12-24 horas. No hay ninguna razón para interrumpirla más allá de 24 horas [7].

Revisión del tema

RM EN EMBARAZADAS

- No existen datos evidentes sobre posibles efectos adversos en los fetos en pacientes que se han sometido a una RM. No obstante como en todas las intervenciones en mujeres embarazadas se deben valorar los riesgos versus los beneficios de la prueba para esperar o no al fin del embarazo [6].

PERSONAL SANITARIO: RM Y EMBARAZO

- Se permite trabajar en el entorno de la RM durante todas las etapas del embarazo [6].
- Se permite entrar en la sala para colocar pacientes, inyectar contraste, colocar antenas y en caso de emergencia. Se recomienda que no permanezca en el interior durante la adquisición de la imagen [4,6].

Revisión del tema

ANÁLISIS SANGUÍNEO TRAS GADOLINIO

- Se recomienda evitar la realización de análisis de sangre u orina durante **24 horas** desde la inyección de contraste, ya sea yodado o gadolinio. Prolongar hasta 48 horas en paciente con insuficiencia renal.
- Altera resultados en ciertas determinaciones: coagulación, proteinuria, calcio, bilirrubina, albúmina, hierro, fósforo...



Conclusiones

- Es necesario conocer las medidas de seguridad que se deben tomar en la sala de resonancia magnética para reducir los posibles efectos adversos e incidentes.
- Se deberá evitar introducir material ferromagnético en el interior de la sala, evaluaremos los dispositivos que porte el paciente y advertiremos al paciente del riesgo del maquillaje o la presencia de piercings.
- Es imprescindible conocer los riesgos que supone la administración de gadolinio así como las medidas de precaución a tomar en la RM en pacientes con situaciones especiales (niños, mujeres embarazadas, mujeres lactantes...).

Bibliografía

1. Shellock FG, Spinazzi A. MRI safety update 2008: part 2, screening patients for MRI. *Ajr AM J Roentgenol.* 2008;191(4):1140-9.
2. Your information resource for MRI safety, bioeffects & patient management. Acceso 7 de marzo 2018. Disponible en: <http://www.mrisafety.com/Default.asp>
3. Lawrence DA, Lipman AT, Gupta SK, Nacey NC. Undetected intraocular metallic foreign body causing hyphema in a patient undergoing MRI: a rare occurrence demonstrating the limitations of pre-MRI safety screening. *Magn Reson Imaging.* 2015;33(3):358-61.
4. Tsai LL, Grant AK, Morteale KJ, Kung JW, Smith MP. A practical guide to MR Imaging safety: What radiologists need to know. *Radiographics.* 2015;35(6):1722-37
5. Capelastegui A, Fernández-Cantón G, Fernández-Ruanova B. The safety of magnetic resonance imaging: an analysis based on a review of incidents at the Osatek Center. *Radiologia.* 2006;48:225-34.
6. Kanal E et als. ACR Guidance document on MR safe practices:2013. *J Magn Reson Imaging.* 2013;37(3):501-30.
7. ACR Manual on Contrast Media. ACR comitee on drugs and contrast media – Version 10.3 / May 31, 2017