



TÁC DỤNG KHÔNG MONG MUỐN TRONG CHỤP CỘNG HƯỞNG TỪ (MRI)

Bùi Văn Lệnh, Lê Tuấn Linh**

Từ 1895 khi tia X được phát minh, chẩn đoán hình ảnh không ngừng phát triển và ngày càng đem lại lợi ích to lớn trong chẩn đoán, điều trị bệnh, tuy nhiên bất kỳ một kĩ thuật chẩn đoán nào cũng có tính ưu việt và những mặt hạn chế. Chúng tôi muốn nói đến trong khuôn khổ bài báo này về một số tác dụng không mong muốn trong các thăm dò hình ảnh bằng cộng hưởng từ.

Chụp cộng hưởng từ (Magnetic Resonance Imaging - MRI) là một kĩ thuật chẩn đoán hình ảnh không dùng tia X được áp dụng từ những năm 80 của thế kỷ 20. Tạo ảnh MRI dựa trên cơ sở cấu tạo của cơ thể sống chứa nhiều nước (H₂O), khi đưa cơ thể vào một môi trường có từ lực cao, nguyên tử hydro (H) trong phân tử nước ở các cơ quan sẽ quay theo một chiều của từ trường. Khi đưa thêm một xung sóng điện từ vào sẽ làm lệch trục các nguyên tử H, khi ngừng phát xung điện từ các nguyên tử H sẽ quay lại vị trí cũ và giải phóng năng lượng (tín hiệu). Mức tín hiệu, thời gian phát tín hiệu này khác nhau tùy thuộc mô cấu tạo khác nhau, sẽ được mã hóa tạo ảnh các cơ quan qua hệ thống máy tính.

Giá trị chẩn đoán bệnh của MRI là không thể bàn cãi nhưng các nghiên cứu về tác dụng không mong muốn của nó thì còn ít được công bố.

I. TÁC DỤNG KHÔNG MONG MUỐN LIÊN QUAN ĐẾN TỪ TRƯỜNG

Tác giả Kanal từ 1990 đã công bố về tác dụng không mong muốn của MRI liên quan đến từ trường, bao gồm tác dụng sớm ngay lập tức và tác dụng muộn lâu dài [1].

1. Tác dụng không mong muốn sớm

1.1. Các tai biến nguy hiểm liên quan đến từ trường B₀

MRI là kĩ thuật có thể gây nên tử vong ngay lập tức cho nhiều bệnh nhân do các lỗi không tôn trọng quy tắc an toàn, tuy nhiên tai biến này có thể tránh được hoàn toàn nếu tuân thủ đúng quy trình kĩ thuật. Tại Mỹ, theo một công bố của Pohost và cộng sự năm 1992 có 3 trường hợp bệnh nhân tử vong trong đó 2 bệnh nhân có mang điện cực kích thích tim và 1 bệnh nhân mang clip

can thiệp phình mạch cũ [2]. Tại Pháp có 4 bệnh nhân tử vong trong đó có 3 mang điện cực tim và 1 mang clip can thiệp mạch ở não.

Tất cả những vật lạ có tính nhiễm từ có trong cơ thể là nguyên nhân nguy hiểm tiềm tàng có thể gây tử vong khi chụp cộng hưởng từ. Những vật lạ nhất là có chứa sắt (Fe) như mảnh đạn, bom mìn... kể cả những dụng cụ thay thế nhân tạo trong cơ thể ở hốc mắt cần được hỏi chi tiết trước khi làm MRI (ở Việt Nam có rất nhiều người mang mảnh bom mìn trong cơ thể). Các vật kim loại tự do khác ở trong phòng MRI cũng rất nguy hiểm, vì hiệu ứng “viên đạn” các vật này sẽ bị hút với tốc độ cao về phía nam châm [3].

Các nguy hiểm liên quan đến kim loại nhiễm từ trong cơ thể người bệnh sẽ bị loại trừ hoàn toàn khi chúng ta tuân thủ tuyệt đối nguyên tắc chuẩn bị bệnh nhân bằng hỏi bệnh, dùng máy dò kim loại và chụp kiểm tra bằng Xquang thường quy (ngực, sọ...) nhất là những trường hợp nghi ngờ - có sẹo sau bị thương. Các phiếu kiểm tra này phải có xác nhận của bác sĩ, kĩ

* Đại học Y Hà Nội

thuật viên chụp MRI. Sự cảnh giác trước khi làm xét nghiệm cho người bệnh, theo dõi của nhân viên phòng chụp, đào tạo bác sĩ kĩ thuật viên làm MRI là những vấn đề chính đảm bảo an toàn cho xét nghiệm.

1.2. Những nguy hiểm liên quan đến từ trường B1

Sự tập trung của trường điện từ B1 quanh cáp của antenne bề mặt, của các điện cực, các máy móc đi theo bệnh nhân (monitor) có thể gây nóng khu trú. Đã có 75 trường hợp tai biến bỏng độ 3 theo công bố của hiệp hội quản lý thực phẩm và thuốc của Mỹ - FDA (Food and Drug Administration). Cần lưu ý chụp MRI cho bệnh nhân mang monitor, phải kiểm tra cẩn thận tất cả các chất liệu của phụ kiện gần cơ thể người bệnh (tốt nhất là monitor có chất liệu phù hợp)[4].

2. Tác dụng không mong muốn muộn

2.1. Các nguy hiểm liên quan đến từ trường B0

Đã có nhiều nghiên cứu trên người và động vật với mục đích tìm hiểu những thay đổi sinh học, sinh lý của từ trường tĩnh với từ lực cao. Những thay đổi về tần số tim, điện tim (ECG) đã được công bố. Ở từ lực 3-4 Tesla, những thay đổi cảm giác như (cảm thấy kim loại trong miệng, chóng mặt...) được mô tả giống như dòng điện gây ra thay đổi tư thế của sọ não về phía môi trường không đồng nhất khi đặt vào trường nam châm. Tuy nhiên, những thay đổi này hoàn toàn không đáng lo ngại [5].

2.2. Những nguy hiểm liên quan đến từ trường B1

Việc sử dụng các xung điện từ kiểu con lắc có tần số từ 4MHz - 170MHz dẫn đến tăng nhiệt trong tổ chức. Mức độ có thể từ 100W đến 10kW trong khoảng thời gian vài mili giây – vài giây (30ms -3s).

Độ nóng trung bình phụ thuộc vào phần năng lượng được hấp thụ có thể tính toán được. Tiêu chuẩn an toàn với bất kỳ một tổ chức cơ quan nào là không vượt quá 1°C.

FDA đặt vấn đề là trong sản xuất công nghiệp cần hạn chế sự hấp thụ (SAR) ở mức dưới 0,4W/kg hoặc hiển thị mức tăng nhiệt không quá tiêu chuẩn cho phép [6]. Kiểm soát hiện tượng này nhờ cấu tạo phần cứng (hardware) của máy MRI căn cứ vào kết quả ứng dụng trên trọng lượng cơ thể bệnh nhân. Giới hạn cao của SAR là 2W/kg (giới hạn bệnh nhân chịu ảnh hưởng đối

với năng lượng hấp thụ). Ủy ban an toàn phóng xạ quốc gia Mỹ đưa ra giới hạn với 2 mức. Đối với người có khả năng điều nhiệt bình thường, có các ngưỡng sau:

- Khả năng tự điều chỉnh trung bình với tất cả các cơ quan tổ chức là 4W/kg và 2W/kg tương ứng trong thời gian <15 phút và >30 phút.

- Khả năng tự điều chỉnh trung bình với khối lượng tính 1kg theo từng vùng cơ thể:

- o Đầu 4W/kg 2W/kg
- o Thân 8W/kg 4W/kg
- o Chi 12W/kg 6W/kg

Cho một thời gian thăm khám tương đương là:
<15 phút >30 phút

Với những bệnh nhân khả năng điều nhiệt kém, các ngưỡng trên giảm đi 1/2. Tuy nhiên trong điều kiện bình thường (không có sự cố gì lân cận antenne, bệnh nhân không kèm monitor...) thì không có nguy hiểm gì về nhiệt ở máy chụp cộng hưởng từ trên lâm sàng. Mặc dù vậy vẫn còn nhiều bàn cãi trái ngược nhau về trường điện từ tần số thấp có gây nên những nguy hiểm sinh học hay không [7].

2.3. Hậu quả do sự thay đổi tạm thời của trường điện từ tĩnh

Sự thay đổi nhanh mức chênh từ có thể kích hoạt gây nguy hiểm rung cơ tim. Nguy hiểm này có thể gặp trong kĩ thuật thực hiện ảnh siêu nhanh, đặc trưng là kĩ thuật Echo-planar. Hậu quả này đã gặp ở người, tuy nhiên chưa có tai biến nghiêm trọng nào được đề cập và đang được nghiên cứu thêm. FDA khuyến cáo là không nên vượt quá ngưỡng 20T/s [11].

2.4. Tiếng ồn

Tiếng ồn là một phiền phức (MRI có thể vượt quá 100dB) tuy nhiên có thể hạn chế bằng nút tai hoặc mũ chống ồn.

3. Cộng hưởng từ và phụ nữ có thai

Cho đến nay chưa có nghiên cứu nào khẳng định MRI có ảnh hưởng đến thai nhi. Hai nghiên cứu mới đây về kĩ thuật Echo-planar tử cung và các nhân viên y tế trong thời kỳ thai nghén cho thấy có một số hạn chế,

tuy nhiên người ta cho rằng nên chọn MRI hơn là cắt lớp vi tính trong các thăm dò cho phụ nữ có thai và nên tránh làm xét nghiệm trong hai tháng đầu có thai.

Cộng hưởng từ là một xét nghiệm không can thiệp nhưng cần tôn trọng nguyên tắc an toàn nhất là đối với thầy thuốc, kĩ thuật viên chuyên khoa.

II. TÁC DỤNG KHÔNG MONG MUỐN LIÊN QUAN ĐẾN THUỐC CẬN TỪ

Thuốc cận từ có cấu trúc ion hóa và không ion hóa, cấu trúc phân tử mạnh thẳng hoặc mạch vòng. Hiện nay, người ta còn chia thuốc cận từ làm hai loại là không đặc hiệu và đặc hiệu.

Loại không đặc hiệu thường dùng rộng rãi cho nhiều cơ quan. Loại này chính là các chế phẩm chứa Gadolinium (Gd). Khi tiêm vào mạch máu thuốc phân bố trong tổ chức kẽ, thuốc thường dùng nhằm mục đích nghiên cứu sự tưới máu vi mạch. Loại này đã được dùng phổ biến trên thế giới từ 1988-1989 (Mỹ, Pháp...). Các tác dụng không mong muốn của nó đã được tìm hiểu ngày một rõ hơn.

Loại đặc hiệu dùng cho một cơ quan nào đó, ví dụ là Endorem dùng cho gan [8].

1. Thuốc cận từ không đặc hiệu

Các thuốc loại không đặc hiệu phân bố trong tổ chức kẽ và được thải trừ qua thận. Người ta phân chia 4 loại Gd:

- DTPA – Gado còn có tên là Gadopentetate dimeglumine (Magnevist).

- DOTA – Gado còn có tên là Gadoterate meglumine (Dotarem).

- DTPA – BMA Gado còn có tên là Gadodiamide (Omniscan).

- HP-DO3A- Gado còn có tên là Gadoteridol (Prohance) – loại này đang thử nghiệm [9].

Về mức độ đối quang các loại này tương tự nhau. Sự khác nhau của chúng do cấu trúc cấu tạo mạch vòng lớn hay mạch thẳng của phân tử thuốc và số điện tích của phức hợp thuốc. VD với DTPA-Gado và DOTA-Gado có số điện tích là -2 và -1, các điện tích này có vai trò kết nối với meglumine tạo dung dịch thuốc. DTPA-BMA-

Gado và HP-DO3A-Gado không có số điện tích nên nó còn được gọi là thuốc không ion hóa. Sự phân chia ion hóa hay không tương tự như thuốc cản quang có chứa iod (PCI). Các nhiễm độc của thuốc cận từ có thể do:

- Sự khuếch tán của Gado tự do.
- Sự chuyển hóa tự do của một kim loại nội tại khác trong máu.
- Tính tăng thẩm thấu của thuốc.
- Có chất lạ trong dung dịch.

1.1. Về sự khuếch tán của ion Gd tự do [10]

Trong cơ thể Gd tự do tham gia vào quá trình cạnh tranh với hệ thống điều chỉnh canxi, làm cản trở hệ thống lưới nội mạc, cạnh tranh với canxi điều hòa co bóp cơ tim, sự tập trung các enzym điều chỉnh canxi, trao đổi ở ty thể và dẫn truyền thần kinh. Sự khuếch tán Gd tự do về lý thuyết phụ thuộc vào ái lực của chủng loại thuốc Gd (chelate).

Sự khuếch tán này có thể tính toán được với chỉ số chọn lọc cũng như chỉ số nhiệt động học. Chỉ số chọn lọc phụ thuộc vào pH, chỉ số nhiệt động học và loại kim loại.

Các thuốc cận từ hiện nay có chỉ số ổn định tốt với liều từ 0,1 đến 0,3 mmolGd/kg. Cho đến nay chưa thấy báo cáo đề cập đến tác dụng phụ gây nên do khuếch tán Gd tự do trừ một trường hợp nhược cơ tăng lên sau tiêm Gadopentetate dimeglumine có thể do cản trở dẫn truyền thần kinh – cơ do ion Gd tự do. Tuy nhiên tác dụng phụ này có thể xảy ra khi dùng liều cao, liều nhắc lại, bệnh nhi, bệnh nhân suy tim, suy thận...

1.2. Về sự chuyển hóa kim loại nội tại [11]

Bình thường canxi, kẽm nội tại có đậm độ trong huyết thanh cân bằng, có thể làm thay đổi thuốc cận từ bằng cách làm tăng Gd tự do hoặc thay thế Gd trong cấu trúc thuốc. Nói chung chỉ số ái lực của canxi trong các cấu trúc phân tử khác nhau thường yếu so với Gadolinium nên sự nguy hiểm dạng chuyển hóa kim loại thường không đáng kể.

Với kẽm nguy hiểm có thể lớn hơn. Thí nghiệm trên động vật người ta thấy có sự tăng chuyển hóa tạm thời rất rõ. Trong các nghiên cứu về nhiễm độc, những biểu hiện thiếu kẽm có thể thấy rõ khi dùng Gadodiamide,

tuy nhiên với liều cao gấp 50 lần liều thường dùng trong thực tế lâm sàng.

Các nghiên cứu tiền lâm sàng trên động vật có thể thấy rõ biểu hiện tăng khuếch tán Gd tự do hoặc rối loạn chuyển hóa kim loại trong những điều kiện đặc biệt nhưng chưa có nghiên cứu nào đề cập đến nhiễm độc ở người.

1.3. Về tính tăng thẩm thấu [12,13]

Gadodiamide và Gadoteridol có cùng ngưỡng tăng thẩm thấu hoạt động là 1. Gadoterate de Meglumine là 2 và Gadopentetate diglumine là 3. Cùng một liều như nhau nhưng các thuốc gây nên tăng thẩm thấu khác nhau.

Trên động vật, hậu quả giảm trương lực cơ tim, giảm huyết áp tạm thời với liều cao của Gadopentetate dimeglumine 0.5 mmol/kg.

Trên người khi tiêm tĩnh mạch kể cả tiêm tốc độ cao người ta không thấy bất kỳ dấu hiệu nào ở tim mạch. Chính vì vậy ngày nay người ta đã áp dụng tiêm các thuốc cận từ với tốc độ cao và tăng liều. Tuy nhiên cần tiếp tục nghiên cứu để hiểu biết thực sự về hậu quả huyết động học của các thuốc cận từ.

1.4. Về ảnh hưởng với phụ nữ có thai

Nguy hiểm gây quái thai không rõ ràng, tuy nhiên nên hạn chế dùng Gd trong thời kỳ thai nghén, cần cân nhắc lợi ích của xét nghiệm và nguy hiểm với thai nhi để quyết định. Với phụ nữ cho con bú người ta thấy thuốc trong sữa tới 24 giờ sau tiêm [14,20].

1.5. Về ảnh hưởng với thận [8,15,16]

Tất cả các thuốc cận từ đều được lọc qua cầu thận và thải trừ qua thận. Suy thận sẽ làm chậm thải trừ thuốc. Theo Haustein nghiên cứu trên 21 bệnh nhân suy thận thì không thấy những thay đổi điển hình về chỉ số creatinine máu với liều tiêm 0,1 mmol/kg Gadopentetate dimeglumine ngay cả những bệnh nhân có độ thanh thải dưới 20ml/phút. Chính vì thế việc tiêm Gd trong chụp MRI đã được đặt ra trong một nghiên cứu về u thận ở những bệnh nhân suy thận do có chống chỉ định chụp cắt lớp vi tính tiêm cản quang. Cũng cần hiểu rằng thời gian bán thải trừ thuốc thường kéo dài nên nguy hiểm tiềm tàng của thuốc cận từ rất cao. Ở những bệnh nhân lọc máu với chu trình 3 lần/3 giờ cho phép thải trừ 97% thuốc cận từ.

1.6. Tác dụng phụ [17]

Thể nhẹ

Các dấu hiệu mờ nhạt không đáng kể, có tính thoáng qua như nhức đầu, cảm giác lạnh ở điểm tiêm, nôn, có vị giác kim loại. Thông thường người ta không tính đến cảm giác nóng hay lạnh tại vùng tiêm là tác dụng phụ. Nhìn chung trong thực tế lâm sàng, tác dụng phụ thể nhẹ vào khoảng 1-2%.

Có những thay tạm thời chỉ số Fe và bilirubine huyết thanh với Gadopentetate dimeglumine do hậu quả của tan máu tạm thời. Chính vì vậy người ta thay đổi một chút về thành phần của thuốc (tăng hàm lượng meglumine và tăng DTPA). Từ đó không thấy tăng hàm lượng Fe và bilirubine trong máu liên quan đến thuốc này.

Thể nặng

Theo Niendorf, với 1234 phản ứng phụ khi dùng Gadopentetate dimeglumine/5 triệu liều thì tỉ lệ phản ứng nặng chỉ <0,03%. Bao gồm các triệu chứng chủ quan 416, mề đay 278, phản ứng niêm mạc 235, nôn 207, phản ứng tim mạch 131, phản ứng tại chỗ tiêm 87, phát ban 70, co giật 16, phù thanh quản 15, sốc dị ứng 13, tử vong không liên quan đến thuốc 15, tử vong có thể do thuốc 1 trường hợp.

Sốc dị ứng nặng thường hiếm gặp và chỉ thấy công bố liên quan đến thuốc loại Gadopentetate dimeglumine và Gadoteridol. Các biểu hiện tương tự như sốc dị ứng của thuốc cản quang chứa iod và chỉ điều trị triệu chứng. Với Gadopentetate dimeglumine, tỉ lệ gặp 1/350 000 đến 1/400 000, như vậy là rất thấp nếu so với PCI. Vấn đề dự phòng những nguy hiểm cho các bệnh nhân dị ứng thực sự không cần thiết.

2. Thuốc cận từ đặc hiệu [18,19]

Hiện nay chủ yếu dùng Endorem trong thăm dò gan mật. Thuốc này có cấu tạo gồm một nhân cristallin của oxit sắt được bao quanh bởi một vòng dextrans. Sau tiêm tĩnh mạch các phân tử thuốc được gắn vào các tế bào của hệ thống lưới- nội mô (tế bào Kuffer ở gan, lách, hạch, tủy xương, đại thực bào ở phổi). Thuốc gây nên giảm tín hiệu của các tổ chức này nhờ đó phát hiện rõ các u gan. Năm 1985 thử nghiệm lâm sàng ban đầu cho thấy có ảnh hưởng đến huyết áp, người ta đã thay đổi thành phần hóa học của Endorem bằng cách gắn thêm citrate và tiến hành một thử nghiệm lâm sàng mới

bằng cách truyền tĩnh mạch chậm trong 30 phút cả liều trong huyết thanh ngọt. Các báo cáo cho thấy không có vấn đề gì về huyết áp nhưng có khoảng 4% bệnh nhân có đau thất lưng thoáng qua. Các đau này có thể liên quan hiện tượng biến đổi các phần tử thuốc do các đại thực bào và đường như hay gặp ở những người có xơ gan. Khi ngừng truyền không phát hiện nguy hiểm đến tính mạng. Hiện nay một số thuốc mới loại này đang tiếp tục thử nghiệm trên lâm sàng.

3. Thuốc cận tử với suy thận và xơ hóa hệ thống (fibrose néphrogénique systémique – FNS) [15, 16]

Xơ hóa hệ thống nguyên nhân từ thận – FNS còn gọi là Bệnh xơ cứng da do thận là một bệnh lý xảy ra sau tiêm thuốc cận tử trong chụp MRI. Ca FNS đầu tiên mô tả từ 1997. Đến nay đã có hàng ngàn báo cáo đề cập đến căn bệnh này với hàng ngàn trường hợp (theo hiệp hội thầy thuốc châu Âu - EMA đến 2010 đã có 850 trường hợp FNS).

3.1. Lâm sàng

Biểu hiện ở da: ngứa 36%, mảng cứng 30%, sưng nề 25%. Các dấu hiệu chức năng: đau 52%, cứng khớp 34%, rối loạn cảm giác da 24%, mụn phỏng 16%. Phân bố tổn thương: chi dưới 85%, chi trên 66%, bàn tay 34%, bàn chân 24%, thân mình 23%, móng 9%, mặt 3%. Hình thái tổn thương: nốt nhú nhỏ 32%, mảng 58%, nốt 17%, ban đỏ 39%, chai sần 78%, tăng sắc tố da 41%, co kéo 50%, phù nề 32%, nốt phỏng nước-loét 2%, rụng tóc 2%. Ban đầu là những nốt sần, mảng đỏ dần dần thành mảng cứng, sần, da xơ hóa, giảm tổ chức dưới da rất rõ chủ yếu ở các chi nhất là chi dưới, có tính đối xứng. Có thể có các mảng xơ cứng màu vàng ở mắt. Rất hiếm biểu hiện ở đầu, cổ, mặt.

Biểu hiện xơ hóa ở nhiều cơ quan khác như phổi, môi, tim, thận, xương, mắt...

Cần chẩn đoán phân biệt với một số bệnh của da.

Trong một nghiên cứu của Pháp đã công bố 500 trường hợp FNS nhưng đôi khi chưa chứng minh được do Gd. Một nghiên cứu khác năm 2008 với 186 trường hợp người ta thấy rằng có 134 trường hợp liên quan đến Omniscan, 18 trường hợp với Magnevist, 2 trường hợp với Optimark, 1 trường hợp với Prohance.

3.2. Sinh lý bệnh học

Như chúng ta biết các loại Gd hầu như được thải trừ chủ yếu qua thận tương tự như thuốc cản quang có chứa iod. Thời gian bán thải của Gd ở người bình thường vào khoảng 2 giờ. Suy thận sẽ làm thời gian bán thải kéo dài thậm chí 30 - 120 giờ. Sau tiêm Gd nếu lọc máu sẽ làm tăng thanh thải thuốc.

Có nhiều bệnh nhân có nguy cơ nhưng không thấy FNS sau khi tiêm Gd. Tuy nhiên chức năng thận càng giảm nhiều thì nguy cơ FNS càng cao. Hầu như chưa có báo cáo nào đề cập đến FNS ở người có chức năng thận bình thường hoặc chức năng giảm mức độ nhẹ. Người ta thường gặp FNS ở người tiêm Gd liều cao ở 1 lần chụp nhưng hay gặp hơn cả là tiêm nhiều lần.

Liều DL50 của Gd vào khoảng 0.4 mmol/kg (có thể tăng lên ở pH sinh lý). Gd có thể bị cô lập bởi các đại thực bào. Kích thước phân tử của Gd tương đương Ca^{2+} nên có sự cạnh tranh với canxi trong sự co bóp cơ tim, sự tập trung ion, dẫn truyền thần kinh và hô hấp tế bào.

Trong sinh thiết da người ta tìm thấy Gd tự do trong da.

Không thấy có sự liên quan nào giữa liều dùng và mức độ nặng của FNS.

Thời gian xuất hiện FNS từ vài tuần đến 6 tháng.

Người ta đưa ra giả thiết về các yếu tố thuận lợi của FNS:

- Dùng Gd nhiều lần hoặc liều cao.
- Tăng độ tập trung ion canxi và phosphat.
- Giảm albumine huyết.
- Suy chức năng tế bào gan đặc biệt là trước ghép gan.
- Có cơ địa viêm nhiễm.
- Rối loạn chuyển hóa acid.
- Điều trị erythropoietine liều cao.
- Lọc máu, thẩm phân phúc mạc, điều trị một số loại thuốc...

Điều trị FNS không đặc hiệu và chủ yếu điều trị triệu chứng và tăng cường chức năng thận. Người ta khuyến cáo rằng với suy thận có độ thanh thải <30 ml/phút không nên sử dụng Omniscan và Magnevist. Bắt buộc kiểm tra Creatinine máu với những người có nghi ngờ suy thận trước khi tiêm thuốc cận tử.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. KANALE. *Safety considerations in MR Imaging. Radiology* 1990, 176: 593-606.
2. POHOST GM, BLACKWELL GG, SHEUOCK FG. *Safety of patients with medical devices during application of magnetic resonance methods. Ann N Y Acad Sci* 1992, 649: 302-312.
3. KANAL E. *An overview of electromagnetic safety considerations associated with magnetic resonance imaging. Ann N Y Acad Sci* 1992, 649: 204-224.
4. MENONDK, PEDENCJ, HAUAS, SARGENTONI J, WHITWAM JG. *Magnetic resonance for the anaesthetist. Part 1: Physical principles, applications, safety aspects. Anaesthesia* 1992, 47: 240-255.
5. BUDINGER TF. *Emerging nuclear magnetic resonance technologies. Health and safety. Ann N Y Acad Sci* 1992, 649.
6. ATHEY TW. *Current FDA guidance for MR patient exposure and considerations for the future. Ann N Y Acad Sci* 1992, 649.
7. GUÉNEL P, LELLOUCH J. *Effets des champs électriques et magnétiques de très basse fréquence sur la santé. Éditions INSERM, Paris, 1992.*
8. CARR JJ. *Magnetic resonance contrast agents for neuroimaging. Safety issues. Neuroimaging Clin N Am* 1994, 4: 43-54.
9. RUNGE VM, GELBLUM DY, PACETTI ML, CAROLAN F, HEARD G. *Gd-HP-DO3A in clinical MR imaging of the brain. Radiology* 1990, 177: 393-400.
10. BARNHART JL, KUHNERT N, BAKAN DA, BERK RN. *Biodistribution of GdC13 and Gd- DTPA and their influence on proton magnetic relaxation in rat tissues. Magn Reson Imag* 1987,5: 221-231.