



# e-Book Educação em Radiologia na Graduação

| **CAPÍTULO:** Meios de Contraste



### **Título original**

*The eBook for Undergraduate Education in Radiology  
Chapter: Contrast Agents*

### **Tradução**

Precise Editing Tradução e Edição de Textos Ltda

### **Revisão da tradução**

Dr. Tiago Morita

Coordenador e Radiologista Abdominal da Rede Primavera; Organizador do Programa de Atualização do CBR (PRORAD);  
Membro da Comissão de Titulação do CBR.

### **Coordenação Geral**

Dr. Ronaldo Hueb Baroni

Professor da Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein; Gerente Médico do Departamento de Imagem do  
Hospital Israelita Albert Einstein; Diretor de Relações Internacionais do CBR

### **Realização**

Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste  
Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na  
Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste  
Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Prefácio

O ensino de graduação em radiologia na Europa é ministrado de acordo com esquemas nacionais e pode variar consideravelmente de uma instituição acadêmica para outra. Às vezes, o campo da radiologia é considerado uma “disciplina transversal” ou ensinado no contexto de outras disciplinas clínicas, por exemplo, medicina interna ou cirurgia.

Este e-book foi criado para auxiliar estudantes de medicina e professores universitários em toda a Europa, respectivamente, na compreensão e no ensino da radiologia como uma disciplina coerente por si só. O seu conteúdo baseia-se no Currículo Europeu da ESR de Formação em Radiologia em Nível de Graduação e resume os chamados **elementos essenciais** que podem ser considerados os princípios básicos com os quais todo estudante de medicina deve estar familiarizado. Embora as habilidades específicas do diagnóstico radiológico para interpretação de imagens não possam ser adquiridas por todos os estudantes e pertençam mais aos objetivos de aprendizagem dos Currículos de Formação da ESR em Níveis de Pós-Graduação, o presente e-book também contém alguns **insights adicionais** relacionados aos exames de imagem modernos na forma de exemplos das principais patologias, conforme sua visualização nas diferentes modalidades de imagem. O objetivo é dar ao estudante de graduação interessado uma compreensão da radiologia moderna, refletindo seu caráter multidisciplinar como especialidade baseada em órgãos.

Gostaríamos de estender nossos agradecimentos especiais aos autores e membros do Comitê de Educação da ESR que contribuíram para este e-book, a Carlo Catalano, Andrea Laghi e Andrés Palkó, que iniciaram este projeto, e ao Escritório da ESR, em particular a Bettina Leimberger e Danijel Lepir, por todo o apoio na realização deste projeto.

Esperamos que este e-book possa cumprir seu propósito como uma ferramenta útil para o ensino acadêmico de radiologia na graduação.

Minerva Becker  
ESR Education Committee Chair

Vicky Goh  
ESR Undergraduate Education Subcommittee Chair

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Copyright e Termos de Uso

Este trabalho está licenciado sob [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

É permitido:

- **Compartilhar** – copiar e redistribuir o material em qualquer meio ou formato

Nos seguintes termos:

- **Atribuição** – Você deve dar o [devido crédito](#), fornecer um link para a licença e indicar se foram feitas alterações. Você pode fazê-lo de qualquer maneira razoável, mas não de forma que sugira que o licenciante endossa tais alterações ou seu uso.
- **Não Comercial** – Você não pode utilizar o material para [fins comerciais](#).
- **Sem derivações** – Se você [reescrever, transformar, ou recriar](#) o material, você não poderá distribuir o material modificado.

Como citar este trabalho:

European Society of Radiology, Johannes Fröhlich, Gabriella Hänggi (2022) eBook for Undergraduate Education in Radiology: Contrast Agents. DOI 10.26044/esr-undergraduate-ebook-07

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Hyperlinks



Conhecimentos  
Essenciais



Conhecimentos  
Adicionais



Atenção



Compare



Perguntas



Referências

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste  
Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na  
Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste  
Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



# e-Book Educação em Radiologia na Graduação

## Baseado no ESR Curriculum for Undergraduate Radiological Education

Capítulo: **Meios de Contraste**

### **Autores**

Johannes Fröhlich

Gabriella Hänggi

### **Afiliação**

KlusLab, Consultant for various pharma companies

[john.froehlich@akroswiss.ch](mailto:john.froehlich@akroswiss.ch)



## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Conteúdo (1)

- **Meios de Contraste**

- **Meios de Contraste Radiográficos (MCR)**

- **Classificação**

- MCR positivos
- MCR negativos

- **MCR iodados**

- MCR iodados lipofílicos, oleosos
- MCR hidrossolúveis, hidrofílicos
- MCR específico para vesicular biliar

- **Propriedades físico-químicas dos MCR iodados**

- Concentração de iodo
- Osmolalidade
- Viscosidade
- Hidrofilicidade

- **Farmacocinética dos MCR iodados**

- Modelo de dois compartimentos
- Farmacocinética e imagem

- **Modos de opacificação dos MCR**

- Preenchimento direto do lúmen
- Imagem funcional de órgãos
- Realce parenquimatoso
- Angiografia

- **Indicações de uso dos MCR**

- Injeção intravenosa de MCR
- Injeção intra-arterial de MCR
- Aplicações de MCR oral e retal

- **Reações adversas dos MCR**

- Reações adversas agudas
- Reações adversas tardias
- Tirotoxicose
- Reações adversas renais
- Extravasamento

### Conteúdo

- [Meios de Contraste](#)

- [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

- [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

- [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

- [Mensagens Finais](#)

- [Referências](#)

- [Teste Seu Conhecimento](#)



### Conteúdo (2)

- **Meios de Contraste na RM**

- **Meios de contraste paramagnéticos**

- **Meios de contraste à base de gadolínio**

- Estrutura dos complexos de Gd
- Estabilidade dos complexos de Gd
- Transmetalção
- Biodistribuição

- **Meios de contraste superparamagnéticos**

- **Indicações**

- Meios de contraste extracelulares específicos
- Agentes de pool sanguíneo
- Meios de contraste à base de Gd órgão-específicos
- MC específicos para tecidos do sistema reticuloendotelial e linfonodos
- Artrografia direta por RM

- **Reações adversas**

- Fibrose sistêmica nefrogênica (FSN)
- Retenção de gadolínio no cérebro

- **Recomendação de segurança**

- **Meios de Contraste no US**

- - Microbolhas
- - Realce do eco por microbolhas no ultrassom
- - Biodistribuição e eliminação
- - Administração de meios de contraste ultrassonográficos

- **Indicações**

- Imagens cardiovasculares
- Imagens vasculares
- Lesões hepáticas
- Outras indicações

- **Reações adversas**

- **Mensagens Finais**

- **Referências**

- **Teste Seu Conhecimento**

### Conteúdo

- Meios de Contraste**

- Meios de Contraste Radiográficos (MCR)**

- Meios de Contraste na Ressonância Magnética**

- Meios de Contraste Ultrassonográficos**

- Mensagens Finais**

- Referências**

- Teste Seu Conhecimento**



## Meios de Contraste

Meios de contraste são usados para melhorar a visualização de um órgão, tecido ou condição patológica em imagens de diagnóstico, alterando a atenuação dos raios X ou alterando a resposta à energia eletromagnética ou ultrassônica aplicada. São substâncias utilizadas apenas para fins diagnósticos, sem qualquer atividade farmacodinâmica e geralmente são eliminadas rapidamente sem metabolização.

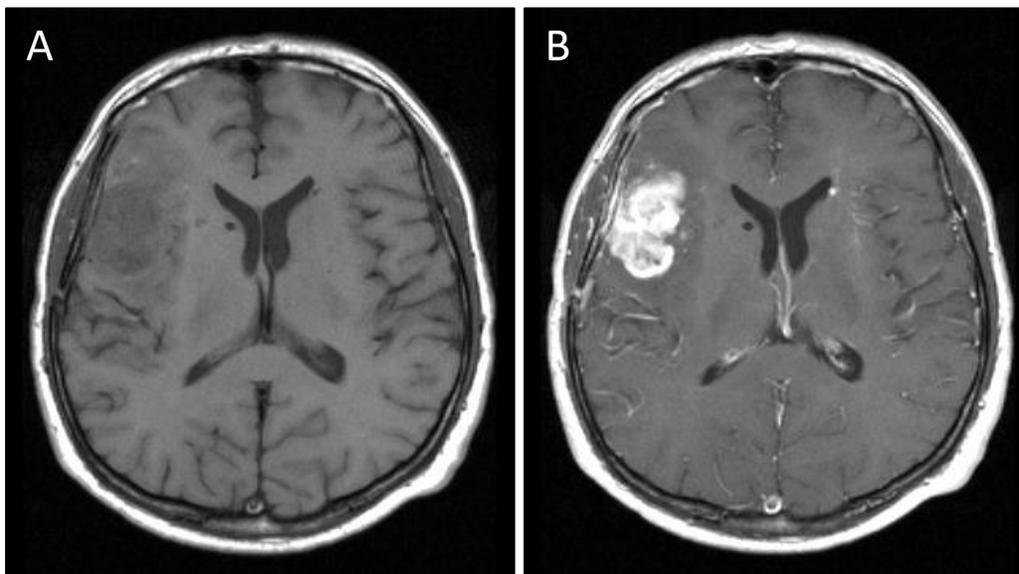


Fig. 1. Imagem de RM do cérebro antes (A) e depois (B) da administração de contraste i.v.

### Conteúdo

- ▶ [Meios de Contraste](#)
- [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)
- [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)
- [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)
- [Mensagens Finais](#)
- [Referências](#)
- [Teste Seu Conhecimento](#)

## Meios de Contraste Radiográficos (MCR)



### Classificação

Meios de contraste radiográficos (MCR) aumentam o contraste da imagem induzindo localmente uma alteração na absorvidade dos raios X, que pode ser mais forte (MCR positivo) ou mais fraca (MCR negativo) do que no tecido normal adjacente.

#### MCR Positivo.

Substâncias com alta radiodensidade, contendo átomos com alto número atômico, como Bário ( $^{56}\text{Ba}^{2+}$ ), Iodo ( $^{53}\text{I}^-$ ) ou Gadolínio ( $^{64}\text{Gd}^{3+}$ ) (off-label), que levam a uma maior absorção de raios X.



Fig. 2. Contraste positivo devido aos ossos.

#### MCR Negativo

Substâncias com baixa densidade como  $\text{CO}_2$ , Xe e ar, levam à redução da absorção de raios X.



Fig. 3. O ar nos pulmões aparece negro devido à menor absorção dos raios X: contraste negativo.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## MCR iodados

MCR iodados disponibilizados podem ser hidrossolúveis, hidrofílicos ou lipofílicos, oleosos.

### MCR iodado lipofílico, oleoso

O lipiodol é um MCR iodado lipofílico oleoso feito a partir de óleo de semente de papoula cujos ácidos graxos insaturados foram substituídos por iodo. É usado para visualização de estruturas finas em:

- linfografia direta (imagem do sistema linfático)
- quimioembolização transarterial de carcinoma hepatocelular (Fig. 4)
- em alguns países, histerossalpingografia (para determinar a patência tubária)

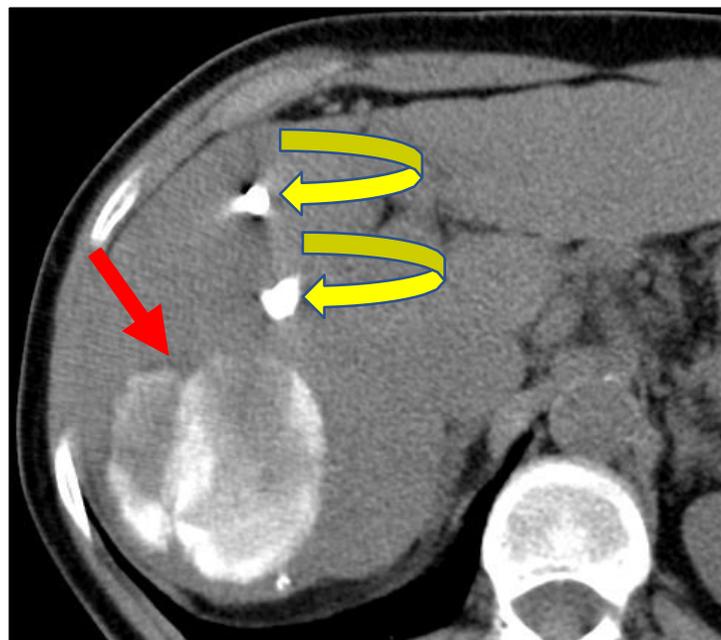


Fig. 4. Imagem de TC de controle obtida após quimioembolização transarterial de um carcinoma hepatocelular (CHC) com doxorrubicina/Lipiodol e embolização da veia porta com Lipiodol/bucrilato (para induzir hipertrofia do lobo esquerdo do fígado). Lipiodol residual no CHC (seta vermelha) e nos ramos portais embolizados (setas amarelas). Cortesia: Christoph Becker, MD, University of Geneva

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

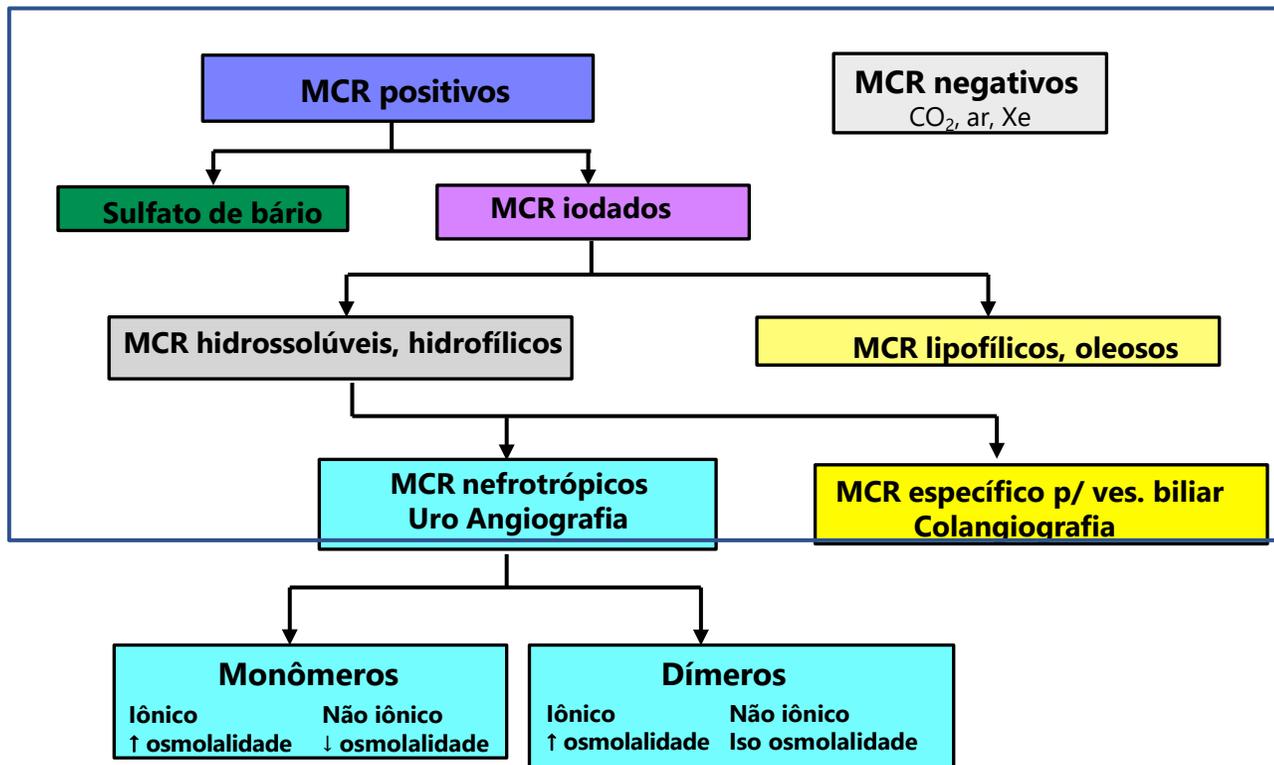
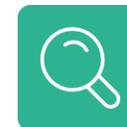


Fig. 5. Classificação dos MCR

## Conteúdo

- [Meios de Contraste](#)
- ▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)
- [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)
- [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)
- [Mensagens Finais](#)
- [Referências](#)
- [Teste Seu Conhecimento](#)



## MCR iodados hidrossolúveis, hidrofílicos

MCR iodados hidrossolúveis, hidrofílicos compreendem os MCR nefrotrópicos, empregados para uroangiografia, e os MCR específicos da vesícula biliar, usados para colangiografia intravenosa.

### Estrutura dos MCR iodados hidrossolúveis, hidrofílicos

A estrutura básica dos MCR iodados hidrossolúveis é um anel de benzeno, simetricamente substituído por três átomos de iodo ligados covalentemente.

- A presença de três átomos de iodo em uma molécula fornece uma alta absorvidade de raios X com densidade de contraste correspondentemente alta
- A ligação covalente garante uma forte ligação química do iodo e, portanto, reduz o risco de efeitos tóxicos do iodeto livre liberado
- Os três carbonos não iodados restantes do anel de benzeno são substituídos pelos respectivos grupos laterais químicos  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$

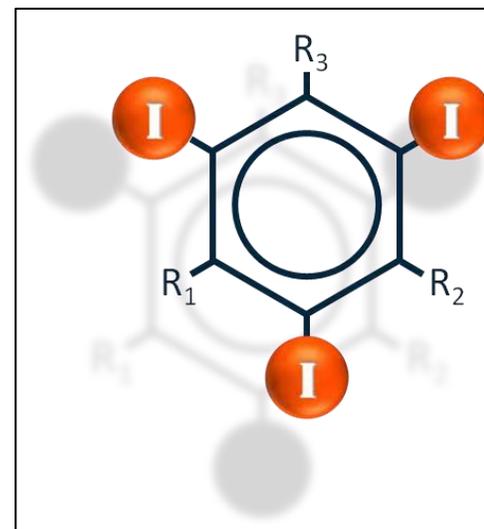


Fig. 6. Estrutura básica dos MCR iodados.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Classificação dos MCR nefrotrópicos

Duas grandes variações químicas (monomérico vs. dimérico; e iônico vs. não iônico) resultam em quatro classes de MCR:

**MCR monomérico iônico:** um anel benzênico tri-iodado com um grupo funcional carboxilato (-COO-) em um dos grupos substituintes

**MCR dimérico iônico:** dois anéis benzênicos tri-iodados ligados por um ligante orgânico com pelo menos um grupo funcional carboxilato (-COO-) em um dos grupos substituintes (não mais comercializado).

**MCR monomérico não iônico:** um anel benzênico tri-iodado sem grupo funcional -COO-, por exemplo, tendo um grupo amida (-CO-NH-R) em vez do grupo funcional -COO-

**MCR dimérico não iônico:** dois anéis benzênicos tri-iodados sem grupo funcional -COO-, por exemplo, tendo um grupo amida (-CO-NH-R) em vez do grupo funcional -COO-, ligados por um ligante orgânico

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

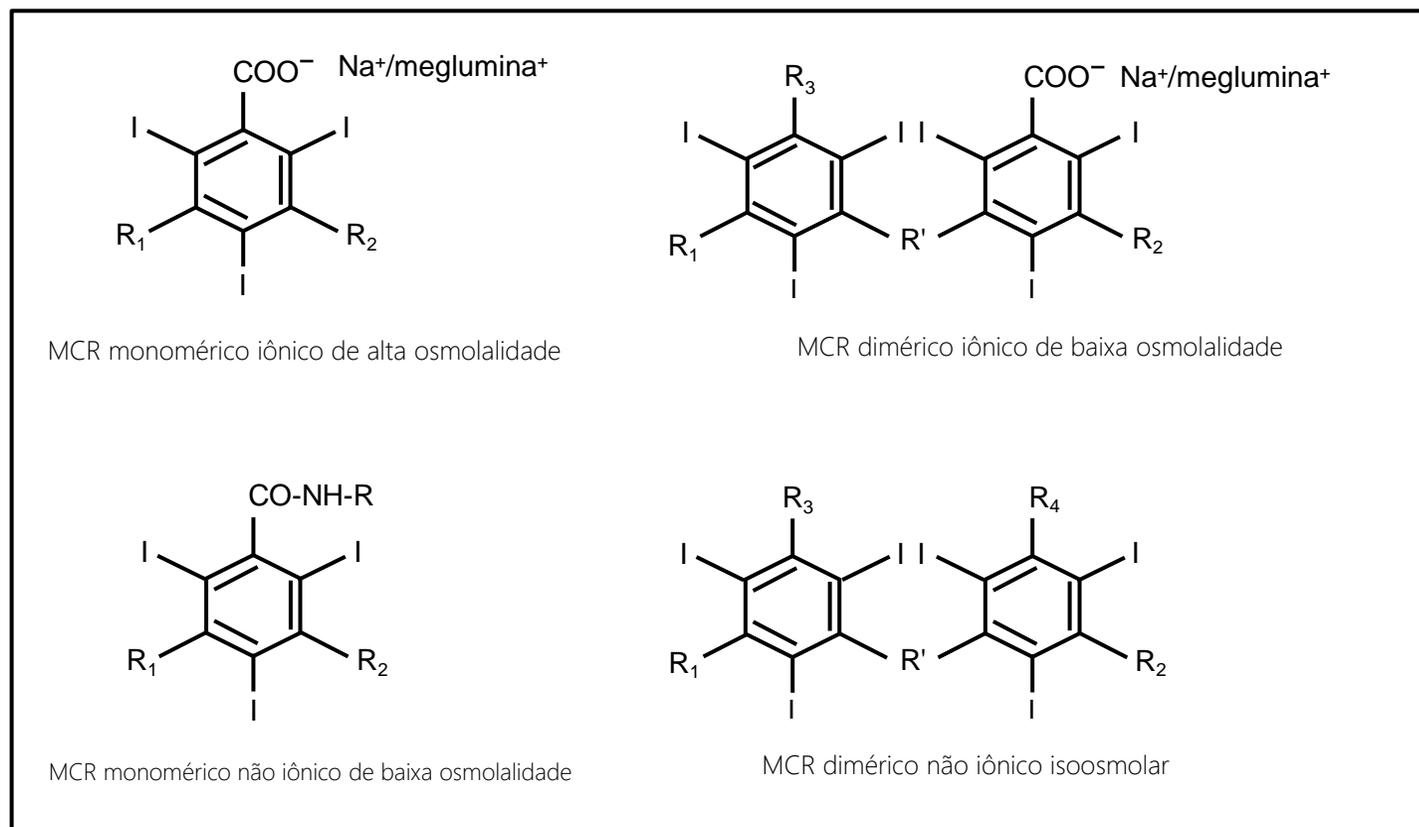


Fig. 7. Estrutura das 4 classes de MCR nefrotrópico



### **Meio de contraste iônico – uma vez dissolvido, há uma dissociação em um ânion e um cátion na solução aquosa**

No MCR iônico, a presença de um grupo carboxilato contribui para uma carga negativa líquida na molécula, que é disponibilizada na forma neutra, geralmente como um sal de cátions de sódio, cálcio ou metilglucamina.

A dissociação em íons negativos e positivos no MCR iônico garante a solubilidade em água, enquanto no MCR não iônico quaisquer grupos polares dos substituintes  $R_1$ ,  $R_2$  and  $R_3$ , particularmente grupos hidroxila, são responsáveis pela solubilidade em água.

Os outros substituintes podem melhorar ainda mais a solubilidade em água e outras propriedades farmacocinéticas e de segurança, como via de eliminação, ligação a proteínas e tolerabilidade.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## MCR específico para vesícula biliar

Um MCR específico para vesícula biliar disponível para uso i.v. como um sal de meglumina tem uma estrutura dimérica com dois anéis de benzeno tri-iodados ligados por um ligante orgânico. Esse MCR para colangiografia tem um grupo funcional carboxilato em cada anel de benzeno sem outras cadeias laterais. A posição não substituída em cada anel de benzeno promove a ligação a proteínas plasmáticas e a filtração glomerular tardia, levando sua excreção na bile sem modificar quimicamente a molécula.

No entanto, esse MCR mostrou uma maior incidência de efeitos adversos do que o MCR nefrotrópico, explicando a indisponibilidade desses MCR.

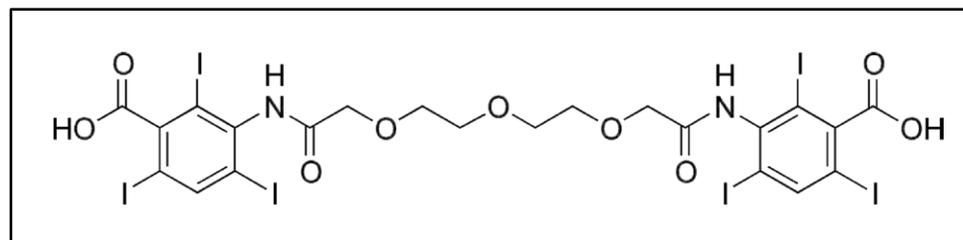


Fig. 8. Estrutura do MCR específico para vesícula biliar

## Conteúdo

- [Meios de Contraste](#)
- ▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)
- [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)
- [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)
- [Mensagens Finais](#)
- [Referências](#)
- [Teste Seu Conhecimento](#)



## Propriedades físico-químicas dos MCR iodados

As principais propriedades físico-químicas dos MCR iodados que afetam a prática clínica são concentração de iodo, osmolalidade, viscosidade e hidrofiliicidade.

### Concentração de iodo

O realce do contraste está diretamente relacionado à concentração local de iodo no tecido.



Os MCR iodados intravenosos estão disponíveis em concentrações de 200 a 400 mg de iodo por mL da solução de contraste, sendo a dosagem de 300 mg/mL usada clinicamente na maioria dos casos.

Fig. 9. Exemplo de um MCR iodado: 300 mg/mL = 30% de iodo

A escolha da concentração adequada de iodo depende do tipo de investigação, da doença e do dispositivo de diagnóstico utilizado.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Osmolalidade

A osmolalidade é uma medida do número de partículas ativas dissolvidas por quilograma de solvente, ou seja, água, e é expressa em mOsm/kg H<sub>2</sub>O a 20°C.

Para um dado MCR iodado, a osmolalidade aumenta linearmente com a concentração de iodo.

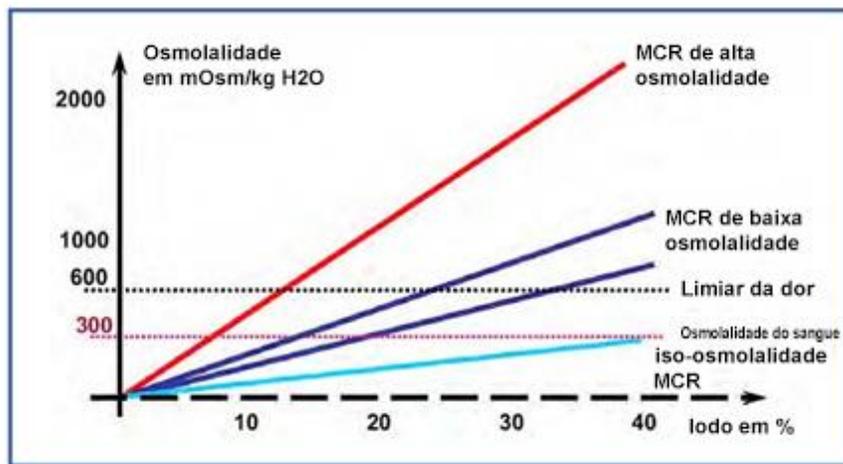


Fig. 10. Osmolalidade como função da concentração de iodo. A osmolalidade, p. ex., influencia a sensação de dor do paciente.

A osmolalidade do sangue é de 300 mOsm/kg H<sub>2</sub>O, e a osmolalidade do limiar de dor é de 600 mOsm/kg H<sub>2</sub>O.



Agentes de alta osmolalidade incluem monômeros iônicos (para cada 3 átomos de iodo geram-se 2 partículas de soluto) com osmolalidade resultante 5-8 vezes maior que a do sangue.

Agentes de baixa osmolalidade incluem dímeros iônicos e monômeros não iônicos (para cada 3 átomos de iodo gera-se 1 partícula de soluto) com osmolalidade resultante de 1-3 vezes maior que a do sangue.

Agentes iso-osmolares incluem dímeros não iônicos (para cada 6 átomos de iodo gera-se 1 partícula de soluto) com osmolalidade resultante aproximadamente igual à do sangue.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Tabela 1. Osmolalidade e viscosidade dos MCR iodados.

Estrutura	Osmolalidade	Viscosidade
Monômeros iônicos de alta osmolalidade	1500 - 2100 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	+
Monômeros não iônicos de baixa osmolalidade	500 - 900 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	++
Dímeros iônicos de baixa osmolalidade	600 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	+
Dímeros não iônicos iso-osmolares	300 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	+++



A administração de um MCR com alta osmolalidade estimula um influxo de água dos espaços intersticiais para o compartimento vascular, levando à hipervolemia, vasodilatação, aumento da carga cardiovascular, bradicardia, queda da pressão arterial, hipertensão pulmonar e possivelmente dano endotelial.

Efeitos adversos atribuíveis à alta osmolalidade incluem dor vascular, rubor, desconforto, náuseas, vômitos, aumento da diurese e desidratação.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Viscosidade

A viscosidade descreve as propriedades de fluxo da solução do meio de contraste e é expressa em mPa.s.

A viscosidade aumenta desproporcionalmente com a concentração de iodo e diminui significativamente com o aumento da temperatura.

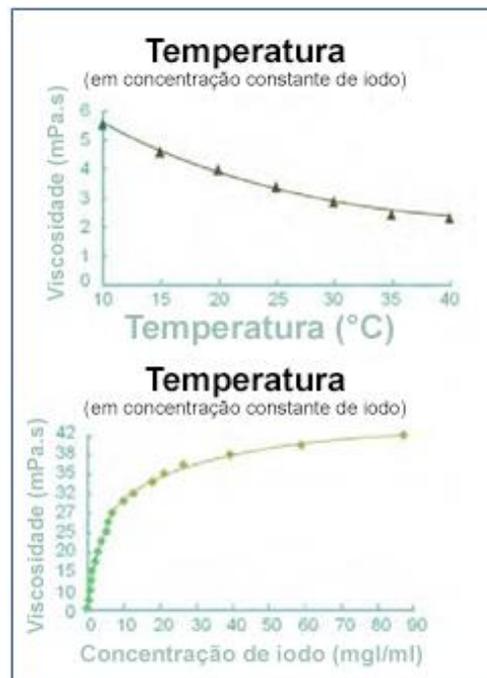


Fig. 11. Viscosidade em relação à temperatura e concentração de iodo



A viscosidade de um meio de contraste tem impacto na taxa máxima de injeção possível e no comportamento da mistura desse nos vasos sanguíneos.

Aquecer o meio de contraste a uma temperatura de 37-40°C reduz sua viscosidade e aumenta a eficiência de administração de agentes de alta viscosidade em caso de injeção rápida e/ou passagem por cateteres muito pequenos.

A viscosidade desempenha um papel importante na tolerância renal do MCR; uma viscosidade próxima à do soro reduz o risco de nefrotoxicidade induzida por contraste associada ao MCR iodado.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

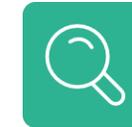
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Hidrofilicidade

Hidrofilicidade refere-se a uma afinidade pela água, p. ex., à tendência de uma substância se dissolver em água, e pode ser expressa como  $\log P$  (coeficiente de distribuição octanol-água).

Nos MCR iodados, a hidrofilicidade depende do número de grupos hidrofílicos, como grupos OH e N, que estão presentes nas cadeias substituintes do núcleo de tri-iodobenzeno inerentemente hidrofóbico.

A maior solubilidade em água dos MCR altamente hidrofílicos reduz a ligação às proteínas plasmáticas, retardando assim a distribuição intracelular dos MCR, acelerando a eliminação renal e reduzindo a passagem pela barreira hematoencefálica. Conseqüentemente, uma alta hidrofilicidade reduz a neurotoxicidade, imunogenicidade e nefrotoxicidade e diminui o risco de reações alérgicas.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

## Farmacocinética dos MCR iodados

### Modelo de dois compartimentos

A farmacocinética dos MCR iodados é mais bem descrita por um modelo de dois compartimentos:

Após a administração intravascular, o MCR iodado é rapidamente distribuído por todo o espaço intravascular, atingindo um pico de concentração plasmática em 2 min, seguido por uma passagem para o líquido intersticial, que é acessível através de poros nas paredes capilares.

O MCR iodado assim introduzido no espaço extracelular não pode passar por uma barreira hematoencefálica intacta e não é distribuído no compartimento celular. No entanto, ele pode cruzar a barreira placentária em pequenas quantidades e é excretado em quantidades muito pequenas no leite materno.

A eliminação do MCR iodado ocorre quase exclusivamente por filtração glomerular passiva. Com função renal normal, a meia-vida de eliminação é de aproximadamente 90 min, e quase toda a dose aplicada é excretada em 24h. Em caso de insuficiência renal, a meia-vida de eliminação é consideravelmente prolongada.

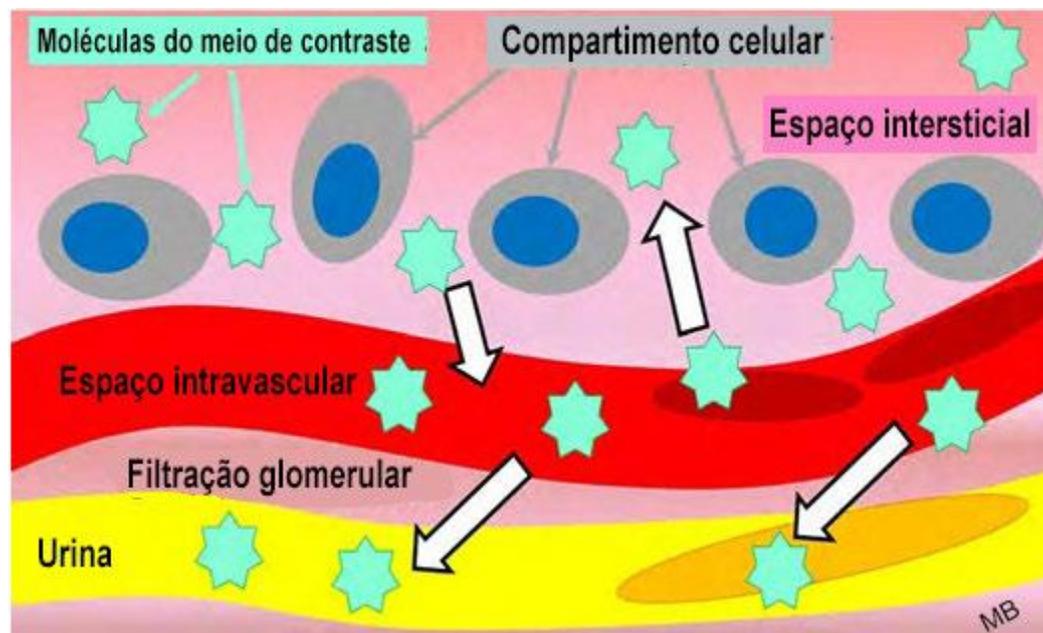


Fig. 12. Modelo de dois compartimentos com eliminação renal.



## Conteúdo

- [Meios de Contraste](#)
- ▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)
- [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)
- [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)
- [Mensagens Finais](#)
- [Referências](#)
- [Teste Seu Conhecimento](#)



## Farmacocinética e imagens

Em relação a imagens com MCR iodado, há três fases pós-injeção:

- Fase vascular, de duração muito curta (menos de 1 min), para imagens de artérias
- Fase intersticial, de curta duração (1,5 a 10 min), para imagens de órgãos
- Fase de eliminação, que tem duração longa de até 30 minutos, para imagens do trato urinário



Fig. 13. Fase pós-injeção com MCR iodado. Observe as diferenças de contraste temporal entre os vários espaços.



Em geral, a distribuição do compartimento intravascular para órgãos altamente perfundidos, como cérebro, fígado e rins, é rápida, enquanto a distribuição para órgãos e tecidos menos perfundidos, como ossos e gordura, é muito mais lenta.

## Conteúdo

- [Meios de Contraste](#)
- ▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)
- [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)
- [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)
- [Mensagens Finais](#)
- [Referências](#)
- [Teste Seu Conhecimento](#)

## Modos de Opacificação dos MCR

Os MCR são amplamente usados para visualizar certas estruturas no organismo e obter informações sobre a função do órgão, que são obtidas pela aplicação de quatro modos diferentes de opacificação:

### Preenchimento direto do lúmen

A identificação de estruturas morfológicas é o principal objetivo do preenchimento direto do lúmen, que pode ocorrer por meio de um acesso natural (Fig. 14) ou através de um acesso criado iatrogenicamente. Esse modo de opacificação permite a diferenciação de alterações superficiais ou murais e pode fornecer informações funcionais, p. ex., sobre alterações no tônus ou peristaltismo em passagens ocas.

### Imagem funcional de órgãos

A opacificação funcional, que é aplicada em urografia (Fig. 15) e em colangiografia, explora o fato de que a densidade de contraste depende significativamente da funcionalidade dos rins e do trato urinário ou do sistema hepatobiliar. Consequentemente, a avaliação radiográfica desses órgãos revela alterações morfológicas e funcionais.

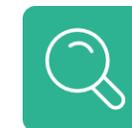
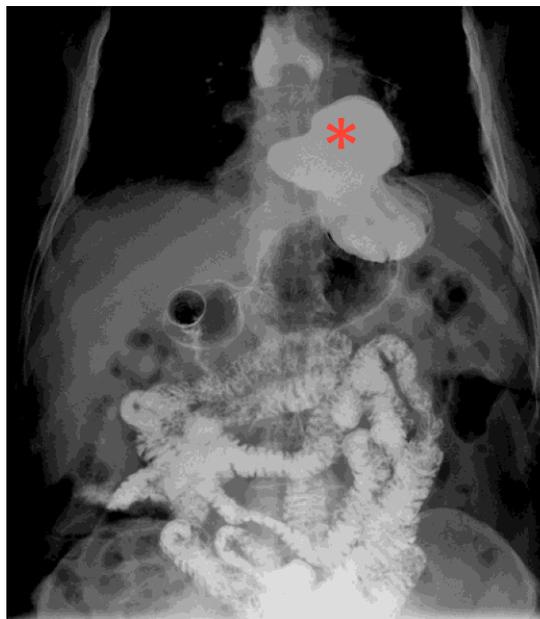


Fig. 14. Raios X com bário (trato gastrointestinal superior) em um paciente com hérnia de hiato (asterisco). Observe a opacificação normal das alças do intestino delgado. Cortesia: Georgy Varnay, MD, University Hospitals Geneva

Fig. 15. Urografia normal. Cortesia: Dr. MT. Niknejad, Radiopedia.org, rID: 85286

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

## Realce parenquimatoso

Aqui, o realce dos MCR entre os tecidos resulta da passagem e acúmulo seletivo desses em diferentes órgãos ou tecidos, melhorando assim a diferenciação de estruturas morfológicas, especialmente entre tecidos normais e patológicos. Isso permite, ou ao menos facilita, a demonstração de processos patológicos e também de sua etiologia (Fig. 16).

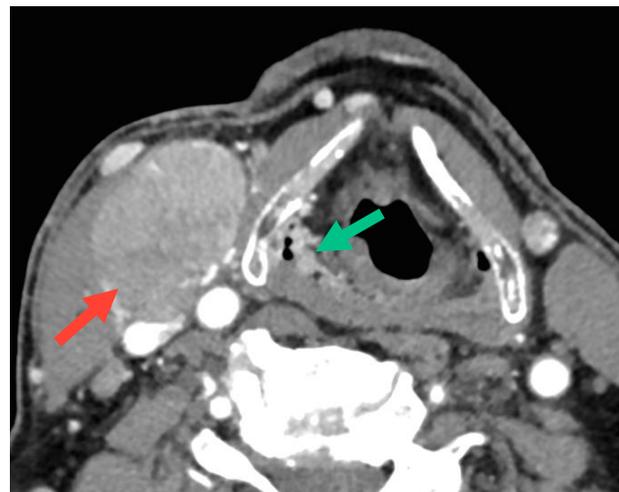


Fig. 16. TC com contraste (realce parenquimatoso) mostrando um pequeno tumor originário da hipofaringe (seta verde) e uma metástase no linfonodo direito (seta vermelha). Cortesia: Minerva Becker, MD, University Hospitals Geneva

## Angiografia

Na angiografia (Fig. 17), a opacificação seletiva pode ser obtida pela injeção direta do MCR no vaso de interesse, seguida pela avaliação da distribuição do MCR e padrões de preenchimento, incluindo lacunas na opacificação da anatomia alvo. Essa avaliação produz informações diagnósticas detalhadas sobre morfologia e função normal e anormal.



Fig. 17. Angiografia normal das artérias carótidas. Vista lateral.



## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Indicações para a aplicação dos RCM

### Injeção intravenosa de MCR

A administração intravenosa de MCR em exames de TC é o uso mais comum de MCR iodado e tem uma ampla variedade de indicações. A administração i.v. primeiro leva a uma opacificação arterial, seguida por um realce parenquimatoso do contraste.

Para a opacificação arterial, a taxa de administração de iodo desempenha um papel fundamental.

Para a avaliação de um órgão sólido, como fígado ou pâncreas, o realce do órgão parenquimatoso depende principalmente da quantidade total de iodo administrada, porque a conspicuidade da lesão pode exigir um volume maior de meio de contraste a ser injetado.

### Aplicações da administração i.v. de RCM

- Tomografia computadorizada
- Angiografia de subtração digital
- Urografia intravenosa
- Venografia (flebografia)
  - Veia cava inferior e suas tributárias
  - Veia cava superior e suas tributárias
  - Extremidades
- Outros sítios venosos
  - Venografia epidural

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

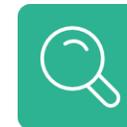
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



O tempo da aquisição da imagem em relação ao momento da injeção do MCR tem impacto sobre quais estruturas anatômicas acumulam a maior concentração do MCR administrado e, portanto, podem ser visualizadas de forma ideal.

Cinco fases de realce de contraste para imagens de TC:

**Fase sem realce :** imagens antes da injeção de MCR: determinação do estado basal da anatomia e detecção de estruturas calcificadas (por exemplo, cálculos, calcificações vasculares e calcificação distrófica em alguns tumores)

**Fase arterial inicial:** aquisição de imagem alguns segundos após a administração em bolus de MCR i.v.: detecção de anormalidades arteriais (p. ex., dissecções arteriais)

**Fase arterial tardia:** aquisição de imagem 15-20 segundos após a fase arterial inicial: exame de estruturas anatômicas altamente vascularizadas (p. ex., fígado, baço, rins), especialmente para a identificação de massas

**Fase venosa portal:** fase posterior da aquisição de imagem, quando o MCR está concentrado ao máximo nas estruturas venosas mesentéricas: avaliação da perfusão hepática, exame de pacientes cirróticos para hipertensão portal

**Fase tardia, fase de lavagem ou fase de equilíbrio:** visualização de lesões que retêm MCR (por exemplo, tumores)

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

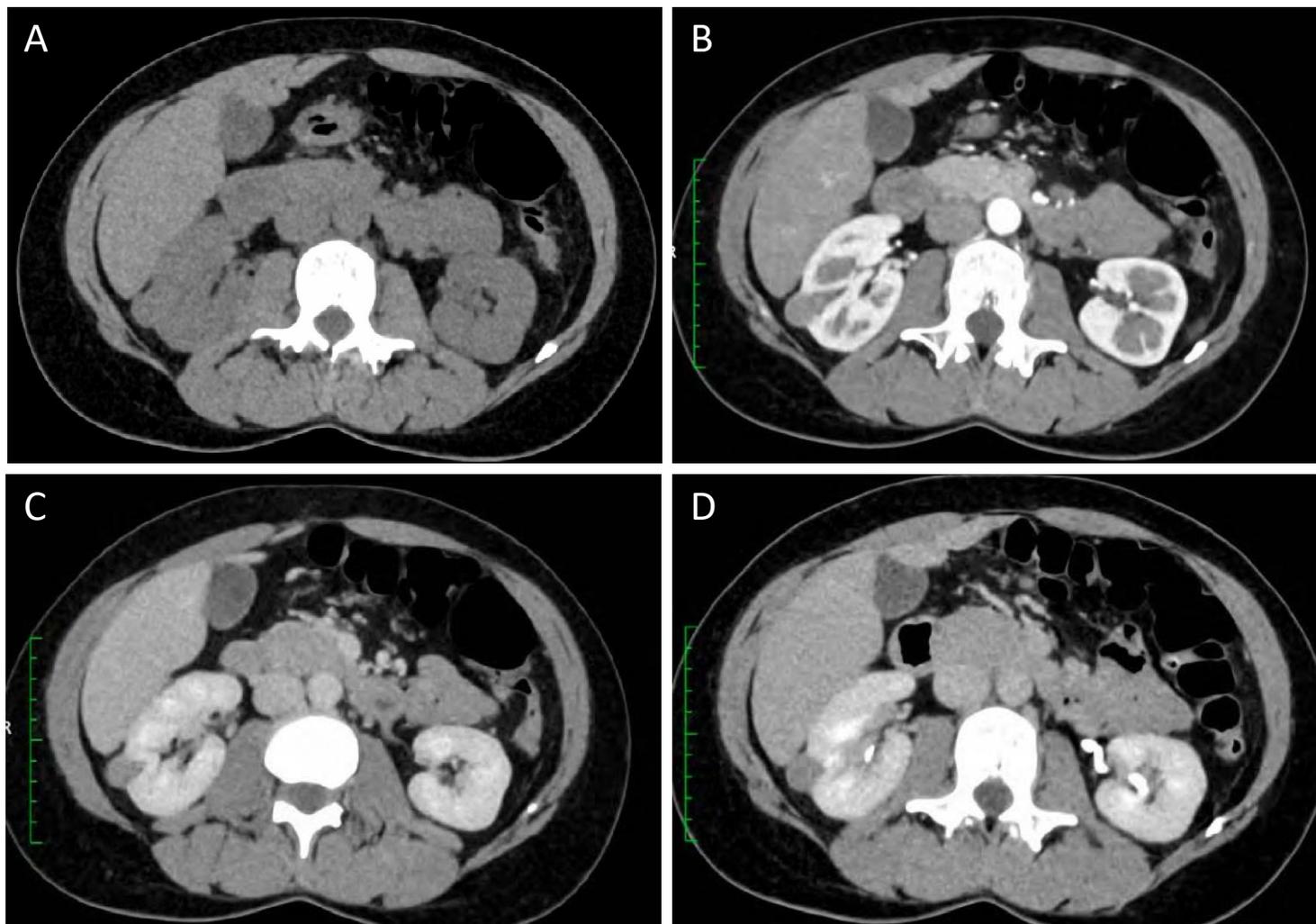
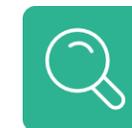
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

Fig. 18. Exemplo de uma TC de abdômen com diferentes fases de realce de contraste. A. Fase sem realce. B. Fase arterial. C. Fase venosa. D. Fase tardia. Cortesia: Thomas de Perrot, MD, University Hospitals Geneva



### Injeção intra-arterial de MCR

A injeção intra-arterial é o método primário de administração de MCR iodado usado em angiografia por cateterismo arterial diagnóstica e intervencionista, como angioplastia percutânea e colocação de stent.

Altas taxas de administração de MCR são necessárias para a opacificação dos vasos-alvo devido à alta taxa de fluxo arterial.

#### **Aplicações da administração intra-arterial de MCR:**

- Angiocardiografia
- Angiografia por TC
- Angiografia coronária
- Angiografia pulmonar
- Aortografia
- Arteriografia visceral e periférica
- Angiografia por subtração digital
- Sistema nervoso central
- Angiografia cerebral, vertebral e espinhal

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Aplicações de MCR oral e retal

Os meios de contraste orais ou retais são utilizados de várias maneiras para imagens do trato gastrointestinal, feito predominantemente com suspensões de sulfato de bário e, em casos selecionados, com meios de contraste iodados.

#### Sulfato de bário

Para imagens radiográficas do trato gastrointestinal, a suspensão de sulfato de bário é administrada oralmente, pelo reto ou instilada em um tubo ou cateter de enterostomia, e é empregada para preencher o lúmen do trato gastrointestinal ou para revestir a superfície da mucosa.

A delineação aprimorada do lúmen e da mucosa do trato gastrointestinal pode ser obtida por exame de contraste duplo com preenchimento do lúmen com gás e revestimento da parede com sulfato de bário (Fig. 19, ver a próxima página). Para esse propósito, o sulfato de bário é misturado com um aditivo de dióxido de carbono ou com um agente formador de gás.

O sulfato de bário não é absorvido nem metabolizado em indivíduos com trato gastrointestinal normal e é excretado inalterado nas fezes.

Indicações do sulfato de bário em imagens radiográficas incluem diferenciação de estruturas morfológicas, especialmente entre tecido normal e patológico, bem como alterações funcionais em todo o trato gastrointestinal.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

## Reações adversas

As reações adversas mais comuns do sulfato de bário incluem náuseas, vômitos e cólicas abdominais ou desconforto durante e após o exame e reações alérgicas leves. A hipo-osmolalidade da suspensão causa retirada de água do trato GI, o que pode levar à obstrução do cólon.

A complicação mais séria do uso de sulfato de bário no trato GI é seu vazamento para o mediastino ou cavidade peritoneal, levando à peritonite ou mediastinite persistente.

## Contraindicações



As contraindicações para sulfato de bário incluem suspeita de perfuração e insuficiência pós-operatória de sutura, bem como reações alérgicas anteriores a produtos com bário.

O sulfato de bário não deve ser usado em indivíduos com suspeita ou diagnóstico de colite necrótica, íleo ou dificuldades de deglutição devido ao risco de aspiração, sendo necessário cuidado especial para recém-nascidos, idosos e pessoas gravemente doentes.



Fig. 19. Cólon com sulfato de bário seguido de gel: imagem de duplo contraste

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## MCR iodado oral

As aplicações atuais de MCR iodado oral (Fig. 20) são limitadas principalmente à visualização do trato GI quando o sulfato de bário é contraindicado.

MCR iônicos de alta osmolalidade hidrossolúveis diluídos são preferidos para uso oral, mas MCR não iônicos diluídos também podem ser empregados.

Os meios de contraste hidrossolúveis são absorvidos rapidamente dos espaços intersticiais e da cavidade peritoneal, o que os torna excepcionalmente úteis no exame de pacientes com suspeita de perfuração de víscera oca. Nenhum efeito deletério permanente da presença de meios de contraste hidrossolúveis no mediastino, cavidade pleural ou cavidade peritoneal foi relatado.

A excreção do MCR iodado administrado oralmente ocorre principalmente por via fecal e depende do tempo do trânsito GI, enquanto apenas um pequeno volume de MCR iodado é absorvido do trato GI e subsequentemente excretado pelo trato urinário.



Fig. 20. TC com MCR iodado oral. Note o contraste heterogêneo no intestino delgado com maior taxa de absorção na parte distal (setas vermelhas)

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Contraindicações

O MCR hiperosmolar pode levar a dificuldades de deglutição e, portanto, é contraindicado para administração oral em pacientes com risco de aspiração. Em tais pacientes, o MCR iodado não iônico de baixa osmolalidade ou iso-osmolalidade deve ser usado para administração oral pois, mesmo se aspirado, está associado apenas à toxicidade broncogênica mínima.

O MCR hiperosmolar entérico também deve ser evitado em pacientes com desequilíbrios de fluidos e eletrólitos, particularmente pacientes muito jovens ou idosos com hipovolemia ou desidratação.

Devido a uma leve absorção sistêmica do MCR administrado oralmente, o uso cuidadoso é indicado em casos de gravidez, insuficiência renal e distúrbio subjacente da tireoide.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Reações adversas ao MCR

A incidência de reações adversas relacionadas à administração intravascular de MCR iodado, que foi drasticamente reduzida com a mudança no uso de MCR iônico de alta osmolalidade para MCR não iônico de baixa osmolalidade ou iso-osmolalidade, agora é geralmente baixa.

### Reações adversas agudas

Reações adversas agudas ao MCR ocorrem dentro de 1 hora após a aplicação, e a gravidade dessas reações pode variar de leve a grave e com risco de vida. As reações agudas são categorizadas como reações de hipersensibilidade ou semelhantes a alergias ou reações quimiotóxicas.

As reações de hipersensibilidade ou semelhantes a alergias são provavelmente independentes da dose e concentração do MCR e tendem a ser imprevisíveis.

Os sintomas de hipersensibilidade e de reações semelhantes a alergias incluem urticária, prurido, edema cutâneo, coceira e eritema difuso. As reações agudas graves geralmente se manifestam como edema facial e laríngeo, hipotensão, broncoespasmo e dispneia, até choque hipotensivo e parada respiratória ou cardíaca.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Reações adversas quimiotóxicas se relacionam a um atributo molecular específico do MCR, como osmolalidade, viscosidade e ionicidade, e geralmente são dependentes da dose e da concentração.

Reações adversas quimiotóxicas comuns incluem náuseas e vômitos, rubor, calor, calafrios, dor de cabeça, tontura, ansiedade, alterações do paladar e hipertensão. Reações vasovagais podem ocorrer e aparecer como bradicardia com hipotensão.

Reações adversas quimiotóxicas graves podem se manifestar como arritmias cardíacas, contratilidade miocárdica deprimida, edema pulmonar cardiogênico e convulsões. Elas são mais frequentes e significativas em pacientes com doença cardíaca subjacente.

Os fatores de risco relacionados ao paciente para uma reação aguda aos MCR são um histórico de reação alérgica anterior a um meio de contraste à base de iodo e um histórico de asma e atopia, enquanto os fatores de risco relacionados ao meio de contraste são meios de contraste iônicos de alta osmolalidade.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Reações adversas tardias

Reações adversas tardias podem se desenvolver de 60 min a até uma semana após a exposição ao MCR e são mais comumente reações cutâneas.

Reações cutâneas tardias típicas podem se manifestar como erupções cutâneas, prurido, eritema e inchaço, enquanto sintomas não cutâneos tardios incluem náuseas, vômitos, dor de cabeça, dor musculoesquelética, diarreia e, ocasionalmente, hipotensão.

Os fatores de risco para uma reação tardia ao MCR são uma reação tardia ao meio de contraste prévia e um tratamento com interleucina-2, bem como o uso de dímeros não iônicos.

#### Gravidez e lactação

Em mulheres grávidas, quando o exame radiográfico é essencial, meios de contraste à base de iodo podem ser administrados. Após a administração, a função da tireoide deve ser verificada no neonato durante a primeira semana.

A amamentação pode ser continuada normalmente quando meios de contraste à base de iodo são administrados à mãe.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Tireotoxicose

Um fator que contribui para reações adversas é o processo de desiodação e a impureza de iodeto nas soluções, levando assim a traços de iodeto livre no corpo com concentrações acima da ingestão diária recomendada.

Em indivíduos com função tireoidiana normal, a exposição ao excesso de iodeto pode ser compensada por uma diminuição transitória da síntese do hormônio tireoidiano, chamado de efeito Wolff-Chaikoff.

Esse mecanismo regulador intrínseco é comprometido em indivíduos com distúrbio tireoidiano subjacente, de modo que a aplicação de meios de contraste iodados pode levar à tireotoxicose.

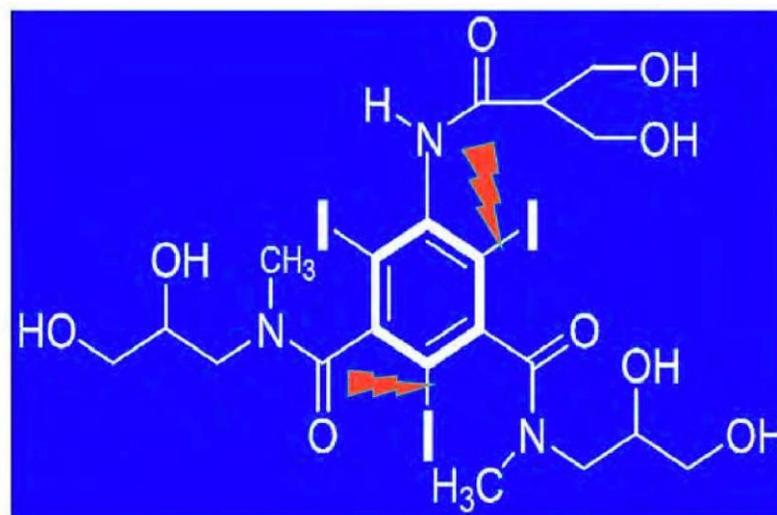


Fig. 21. A exposição à luz pode levar à desiodação com liberação de iodeto.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Os **fatores de risco** para o desenvolvimento de **tireotoxicose** são a doença de Graves e o bócio multinodular com autonomia da tireoide, especialmente em idosos e/ou em áreas de deficiência alimentar de iodo.

Para indivíduos com suspeita de risco de tireotoxicose, o conhecimento da função da tireoide antes da administração de MCR iodado é útil, e o monitoramento rigoroso após a administração é recomendado. Pacientes selecionados de alto risco podem se beneficiar da terapia tireostática profilática.

Em pacientes com **hipertireoidismo** estabelecido, a administração de meios de contraste iodados é contraindicada.

Após a administração de meios de contraste à base de iodo a uma mulher grávida, a função da tireoide deve ser verificada no neonato durante a primeira semana.

**Bebês prematuros** e **neonatos** podem ser particularmente suscetíveis ao desenvolvimento de **hipotireoidismo** clinicamente significativo, porque a glândula imatura pode não ser capaz de reverter totalmente o efeito Wolff-Chaikoff agudo. A função da tireoide deve ser monitorada até os três anos de idade.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

## Reações adversas renais



A administração intravascular de um meio de contraste pode resultar em uma deterioração da função renal e até mesmo em insuficiência renal aguda.

O critério diagnóstico padrão para lesão renal aguda pós-contraste (LRA-PC) é definido como um aumento na creatinina sérica em  $> 0.3$  mg/dl (ou  $> 26.5$   $\mu$ mol/l), ou  $> 1,5$  vezes do valor basal dentro de 48-72h da administração intravascular de um meio de contraste.

Uma **disfunção renal preexistente** é o maior fator de risco para o desenvolvimento de LRA-PC, e o risco se torna maior com o aumento do comprometimento renal basal.

A taxa de filtração glomerular estimada (TFGe), calculada a partir da creatinina sérica, é o parâmetro recomendado para estimar a função renal antes da administração do meio de contraste. As diretrizes atuais da *European Society of Urogenital Radiology (ESUR)* definem os seguintes valores limite para o risco relacionado ao paciente de desenvolver LRA-PC:

TFGe  $< 45$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>

antes da administração de meio de contraste intra-arterial com exposição renal de primeira passagem ou em pacientes em UTI

TFGe  $< 30$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>

antes da administração de meio de contraste i.v. ou meio de contraste intra-arterial com exposição renal de segunda passagem

## Conteúdo

- [Meios de Contraste](#)
- ▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)
- [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)
- [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)
- [Mensagens Finais](#)
- [Referências](#)
- [Teste Seu Conhecimento](#)



Em seu Manual sobre Meios de Contraste de 2021, o *ACR Committee on Drugs and Contrast Media do American College of Radiology* menciona o seguinte valor limite para o risco relacionado ao paciente de desenvolver LRA-PC:

$$\text{TFG3} < 30 \text{ ml/min/1.73 m}^2$$



Outros fatores de risco para o desenvolvimento de LRA-PC incluem diabetes mellitus, doença cardiovascular, hipertensão, hiperuricemia, proteinúria, uso de diuréticos, desidratação, idade avançada e múltiplas doses de meio de contraste iodado administradas em um curto intervalo de tempo.

Estratégias preventivas compreendem 1-12 h de pré-hidratação com solução salina intravenosa ou bicarbonato de sódio, seguidas por 4-12 h de pós-hidratação e uso de MCR hipo- ou isoosmolar com dose mínima.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

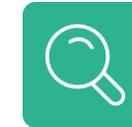
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Extravasamento

Uma injeção extravascular não intencional de MCR iodado ocorre apenas em casos muito raros e normalmente causa sintomas autolimitados, como dor, eritema e inchaço, mas, em casos graves, podem ocorrer ulceração e necrose da pele. A lesão grave mais comumente relatada após extravasamento é o desenvolvimento da síndrome compartimental.

Uma lesão grave por extravasamento tem maior probabilidade de ocorrer em pacientes com insuficiência arterial ou comprometimento da drenagem venosa ou linfática na extremidade afetada.

Extravasamentos envolvendo volumes maiores de MCR, especialmente agentes de alta osmolalidade e alta viscosidade, ou o uso de uma bomba injetora, e aqueles que ocorrem em locais de injeção problemáticos, como dorso da mão, pé ou tornozelo, têm maior probabilidade de resultar em lesão grave do tecido.

O monitoramento contínuo e o tratamento conservador preciso ajudam a evitar sequelas. O tratamento consiste na elevação da extremidade afetada, resfriamento com gelo, aplicação tópica de sulfadiazina de prata e, em casos extremos, intervenção cirúrgica.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

▶ [Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

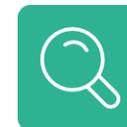
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Meios de Contraste na RM

Os meios de contraste usados na RM são compostos farmacêuticos de diagnóstico que afetam o sinal de ressonância magnética nuclear dos núcleos de  $^1\text{H}$  (prótons) de moléculas de água contidas no tecido circundante.

O contraste de uma imagem de RM resulta de uma interação complexa de vários fatores, como densidade de prótons, tempo de relaxação longitudinal (spin-lattice) em  $T_1$  e tempo de relaxação transversal (spin-spin) em  $T_2$ , e nas sequências de RM aplicadas.

Os meios de contraste (MC) usados na RM consistem em íons metálicos paramagnéticos ou em partículas superparamagnéticas e agem para modificar  $T_1$  e  $T_2$  de prótons de água presentes no tecido.

Fig. 22. Spins desemparelhados (aqui elétrons) são magnetizados na RM e interagem com prótons, alterando assim o sinal do tecido.

$\text{Ti}^{2+}$	↑	↑	—	—	—	2/2		
$\text{Cr}^{3+}$	↑	↑	↑	—	—	3/2		
$\text{Mn}^{2+}$	↑	↑	↑	↑	↑	5/2		
$\text{Fe}^{3+}$	↑	↑	↑	↑	↑	5/2		
$\text{Fe}^{2+}$	↑↓	↑	↑	↑	↑	4/2		
$\text{Co}^{2+}$	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	3/2		
$\text{Cu}^{2+}$	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	1/2		
$\text{Gd}^{3+}$	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	7/2
Íons paramagnéticos								
						Spins		

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Meios de contraste paramagnéticos

MC paramagnéticos contêm íons metálicos que têm elétrons desemparelhados em sua camada externa, o que implica um spin de elétron resultante e um momento magnético permanente.

O momento magnético de uma molécula de MC paramagnético em queda induz um campo magnético adicional variável no tempo nos núcleos de hidrogênio das moléculas de água circundantes, o que por sua vez pode aumentar a taxa  $r_1$  de relaxação spin-lattice longitudinal e a taxa  $r_2$  de relaxação spin-spin transversal.

O aumento na taxa de relaxação causado por um MC leva a um encurtamento correspondente de  $T_1$  e  $T_2$  na região de interesse, produzindo sinais hiperintensos em imagens ponderadas em  $T_1$  e sinais hipointensos em imagens ponderadas em  $T_2$ .

O efeito em  $T_1$  já é evidente em baixas concentrações do MC, enquanto o efeito em  $T_2$  se torna cada vez mais significativo em concentrações mais altas.

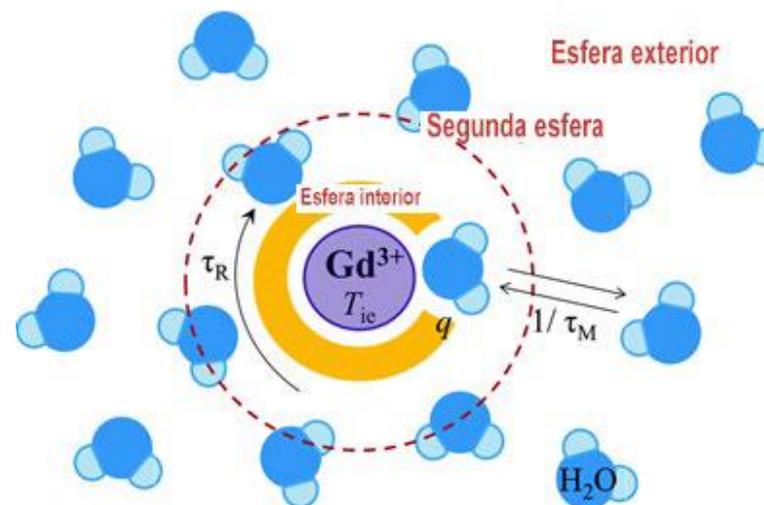


Fig. 23. Gadolínio interagindo com os prótons de água ao redor em diferentes níveis. Normalmente 1-2 prótons de água se aproximam do átomo central cercado por um ligante.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Relaxividade

A eficácia de um meio de contraste na RM é expressa em termos de relaxividade  $R$ , que se refere à capacidade do MC de aumentar a taxa de relaxação do próton. É geralmente medida experimentalmente em água e é definida como o aumento no tempo de relaxação do solvente (água) induzido por  $1 \text{ mmol L}^{-1}$  do íon ativo do MC:

$$R_1 = 1 / T_1 (1 \text{ Mol}, 20^\circ\text{C})$$

A eficiência do contraste é expressa como a razão  $r_2/r_1$ : quanto maior a razão, maior o efeito relativo em  $T_2$  e vice versa em  $T_1$ .

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Meios de contraste à base de manganês

MC à base de manganês contêm manganês bivalente, um metal de transição com cinco elétrons desemparelhados, que também está naturalmente presente no corpo.

O manganês paramagnético está disponível na forma de pequenas moléculas ou como os materiais de tamanho nanométrico, que foram mais recentemente desenvolvidos.

O mangafodipir trissódico (Mn-DPDP) é um MC específico para o fígado no qual um íon de manganês  $Mn^{2+}$  é quelado com um ligante difosfato de dipiridoxil.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Meios de contraste à base de gadolínio

MC à base de gadolínio, que contêm gadolínio trivalente – um metal da série dos lantanídeos com sete elétrons desemparelhados – são os MC mais utilizados clinicamente na RM devido ao seu alto momento magnético e longo tempo de relaxação do spin eletrônico.

No entanto, a citotoxicidade do gadolínio em sua forma iônica livre  $Gd^{3+}$  torna necessário mascarar o gadolínio, fornecendo ligantes quelantes que formam complexos quimicamente estáveis.

A administração de gadolínio como um complexo de coordenação inerte e estável previne a captação celular de  $Gd^{3+}$  livre e mantém a biodistribuição dentro do espaço extracelular, aumentando assim a filtração renal e a excreção urinária.

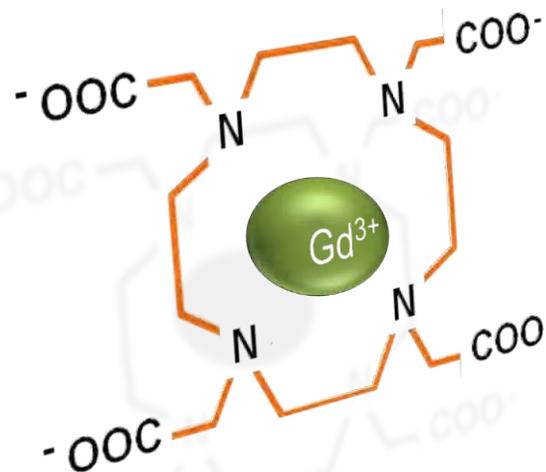


Fig. 24. Complexo de gadolínio macrocíclico com  $Gd^{3+}$  como átomo central fortemente ligado a um ligante apresentando uma estrutura semelhante a um anel

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Estrutura dos complexos de Gd

Os MC à base de Gd atualmente disponíveis podem ser classificados em quatro categorias principais de acordo com sua estrutura, particularmente a natureza da fração quelante e sua ionicidade.

Em complexos lineares, o íon gadolínio é apenas parcialmente cercado por uma estrutura em forma de cadeia do ligante, enquanto em complexos macrocíclicos, o íon gadolínio é englobado dentro de uma estrutura em forma de gaiola formada pelo ligante.

Ambos, os complexos de gadolínio linear e macrocíclico, podem ser não iônicos ou iônicos. Nos complexos iônicos de gadolínio, os grupos aniônicos restantes são salificados com cátions de meglumina ou sódio.

As características moleculares das quatro classes de complexos de gadolínio têm um impacto significativo em algumas propriedades-chave, como osmolaridade e viscosidade, mas também em sua relaxividade e biodistribuição.

As características moleculares também são responsáveis pelas diferenças entre os vários complexos de gadolínio em relação às suas constantes de estabilidade termodinâmica e constantes de taxa cinética.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

	Linear		Macrocíclico
Iônico	<p>Gd-DTPA</p> <p>Gd-BOPTA</p>	Iônico	<p>Gd-DOTA</p>
Não iônico	<p>Gd-DTPA-BMA</p> <p>Gd-DTPA-BMEA</p>	Não iônico	<p>Gd-HP-DO3A</p> <p>Gd-BT-DO3A</p>

Fig. 25. Classificação e estruturas dos MC à base de Gd.



## Estabilidade de complexos de Gd

Em soluções de MC contendo Gd, há sempre um equilíbrio entre o gadolínio complexado (Gd-ligante) e os íons de gadolínio livres (Gd<sup>3+</sup>):



O estado de equilíbrio pode ser caracterizado pela constante de estabilidade termodinâmica

$$K_{\text{TD}} = \frac{[\text{Gd-Ligante}]}{[\text{Gd}^{3+}] \cdot [\text{Ligante}]}$$

que é frequentemente expressa em forma logarítmica  $\log K_{\text{TD}}$ . Para complexos de Gd usados como MC, esse equilíbrio favorece fortemente o lado do gadolínio complexado, com  $\log K_{\text{TD}}$  variando de 16,6 a 25,6.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Tabela 2. Estabilidade dos complexos de gadolínio

Complexos	Estrutura	Estabilidade termodinâmica -log K	Estabilidade Cinética em pH 7.4	Meia-vida de dissociação a 25°C, pH 1.0
Gd-DOTA	macrocíclico iônico	25.6	alto	338 horas
Gd-HP-DO3A	macrocíclico não iônico	23.8	alto	3.9 horas
Gd-BT-DO3A	macrocíclico não iônico	21.8	alto	43 horas
Gd-BOPTA	linear iônico	22.6	médio	< 5 seg
Gd-DTPA	linear iônico	22.1	baixo	< 5 seg
Gd-DTPA-BMA	linear não iônico	16.9	baixo	< 5 seg
Gd-DTPA-BMEA	linear não iônico	16.6	baixo	< 5 seg

A estabilidade termodinâmica dos complexos de Gd diminui com a diminuição do pH, de modo que em ambiente ácido os complexos são mais propensos à descomplexação.

Os complexos macrocíclicos geralmente têm uma estabilidade termodinâmica e cinética maior do que os complexos lineares.

Os compostos iônicos tendem a ter uma estabilidade termodinâmica e cinética ligeiramente maior do que os compostos não iônicos.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Transmetalção

A descomplexação dos complexos de Gd pode resultar de reações com outros íons metálicos presentes em fluidos corporais humanos.

Em particular, o íon  $Gd^{3+}$  em um complexo quelato pode ser substituído por  $Zn^{2+}$ , o que leva à liberação de íons  $Gd^{3+}$  tóxicos e à formação de complexos de zinco, resultando em uma lavagem indesejada de zinco por meio da eliminação renal.

Uma razão importante para a toxicidade dos íons  $Gd^{3+}$  livres é a similaridade de tamanho e a competição resultante com íons  $Ca^{2+}$  em processos celulares e bioquímicos, levando à inibição dos canais de cálcio e ao bloqueio de enzimas dependentes de  $Ca^{2+}$ .

Um fator adicional que contribui para a toxicidade dos íons  $Gd^{3+}$  é sua tendência de se ligar a ânions endógenos, particularmente fosfatos e carbonatos, criando sais insolúveis que são absorvidos pelo sistema reticuloendotelial (SRE) por meio da fagocitose e se acumulam nos tecidos humanos. Esse processo é acompanhado por uma estimulação de macrófagos locais para iniciar uma resposta inflamatória com a liberação de citocinas e fatores de transcrição desencadeados por citocinas.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Biodistribuição

Após a administração intravenosa, os complexos de gadolínio são rapidamente distribuídos no espaço intravascular e então passam, através dos capilares, para o espaço intersticial, sendo o tempo de meia-vida intravascular dependente do peso molecular e da extensão da ligação às proteínas plasmáticas.

Dependendo de sua estrutura, um complexo de gadolínio também pode ser parcialmente distribuído no fígado através de difusão passiva ou através de uma captação seletiva por hepatócitos via transporte mediado por carreador através das membranas celulares.

Os agentes de contraste de gadolínio não penetram na barreira hematoencefálica intacta.

Os complexos de gadolínio de baixo peso molecular geralmente não são metabolizados.



Fig. 26. Distribuição vascular precoce do meio de contraste Gd injetado por via i.v.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Os complexos de gadolínio são excretados quase que exclusivamente pelos rins, ou têm uma via de eliminação dupla pelos rins e pelo sistema hepatobiliar.

Pacientes com função renal normal eliminam mais de 90% dos MC de gadolínio de baixo peso molecular nas primeiras 12h após a injeção e mais de 90% dos MC de alto peso molecular em 72h após a injeção.

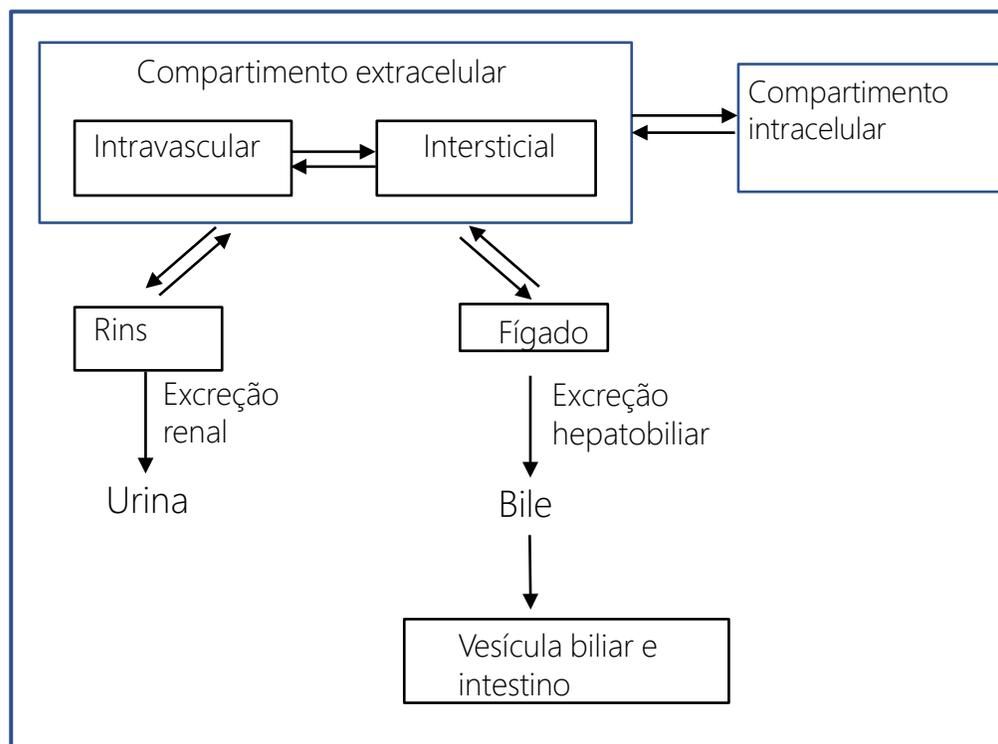


Fig. 27. Locais de distribuição e vias de eliminação para complexos de gadolínio administrados por via intravenosa

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Meios de contraste superparamagnéticos

Os MC superparamagnéticos consistem em núcleos de nanopartículas de óxido de ferro revestidos com uma camada protetora de um material biocompatível como polietilenoglicol, dextrana, heparina ou albumina.

O momento magnético dos núcleos superparamagnéticos tende a se alinhar com o campo magnético externo, induzindo gradientes de campo magnético local que defasam a magnetização transversal dos prótons da água, o que leva predominantemente a um  $T_2$  mais curto e ao aumento concomitante do contraste negativo em imagens ponderadas em  $T_2$  patologicamente relevantes. Com a diminuição do tamanho das partículas superparamagnéticas, o encurtamento de  $T_1$  se torna mais pronunciado, de modo que pequenas partículas superparamagnéticas com diâmetros de núcleo menores que 10 nm podem produzir contraste positivo em imagens ponderadas em  $T_1$  anatomicamente relevantes.

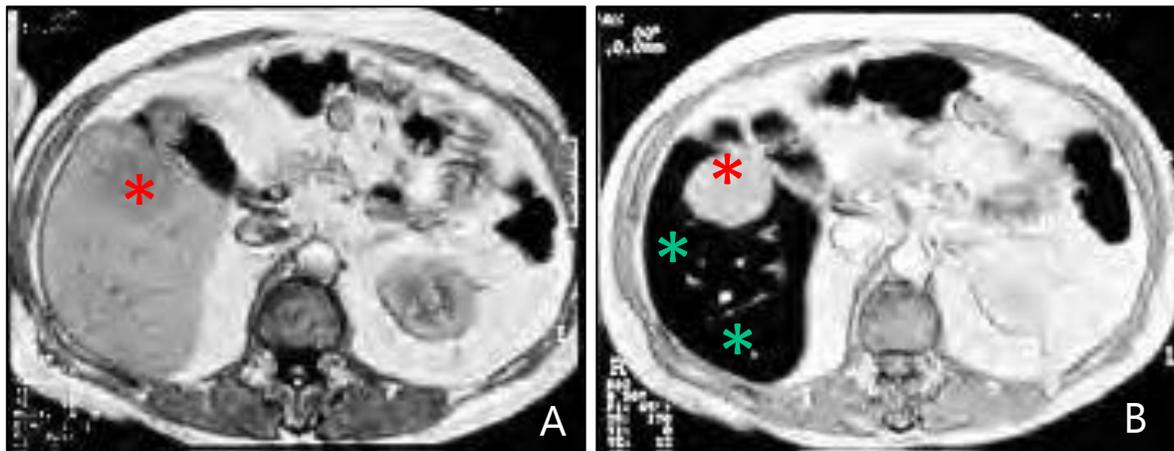


Fig. 28. RM do fígado antes (A) e depois (B) da administração i.v. de nanopartículas de óxido de ferro sem captação no carcinoma hepatocelular (asterisco vermelho) e captação no tecido hepático normal (asteriscos verdes).

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

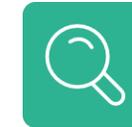
▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Indicações

Os MC para RM podem ser classificados de acordo com seu padrão de biodistribuição e suas conseqüentes aplicações na prática diagnóstica morfológica e funcional.

### Agentes de contraste extracelulares não específicos

Os MC para RM extracelular são complexos de gadolínio de baixo peso molecular que, após sua injeção, se difundem rapidamente do espaço intravascular para o espaço extracelular, de onde são gradualmente eliminados pelos rins.

Esses MC circulam livremente no espaço extracelular, mas não penetram em tecidos com barreiras vasculares especializadas. Conseqüentemente, eles tendem a se acumular em tecidos com perfusão anormal ou permeabilidade capilar e em regiões onde a permeabilidade da barreira hematoencefálica está alterada.

Os MC extracelulares para RM são aplicados principalmente para exames do SNC visando à detecção de várias neoplasias, à avaliação de doenças desmielinizantes e de processos infecciosos e inflamatórios, à caracterização de anomalias vasculares e ao diagnóstico de isquemia e infarto cerebral. Esses agentes também são amplamente utilizados em exames de imagem corporal para avaliar certos processos patológicos, como carcinoma hepatocelular ou carcinoma de células renais, e também para certas aplicações musculoesqueléticas (ver a próxima página).

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

Alguns MC extracelulares para RM também podem ser empregados na angio-RM, mas devido ao seu curto tempo de residência no espaço intravascular, a janela de tempo de aquisição de imagens é muito limitada.

Para o uso como MC extracelulares não específicos, a maioria dos complexos de gadolínio são igualmente eficazes devido às suas relaxividades e biodistribuições semelhantes.



Fig. 29. RM com Gd das artérias carótidas



Indicações para MC extracelulares não específicos

### **Sistema nervoso central**

Deteção de neoplasias primárias e metástases cerebrais, avaliação de doenças desmielinizantes, deteção de processos infecciosos e inflamatórios, caracterização de anomalias vasculares e diagnóstico de isquemia e infarto cerebral

### **Abdome e pelve**

Deteção e caracterização de lesões e determinação da extensão da disseminação de tumor maligno

### **Angio-RM**

Avaliação da anatomia vascular e doença

### **Mama**

Diferenciação de lesões malignas e benignas, deteção de malignidades multicêntricas, câncer de mama local recorrente ou fibrose pós-terapêutica benigna

### **Sistema musculoesquelético**

Deteção e caracterização de lesões de massa e processos inflamatórios e avaliação da extensão da doença

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Agentes de pool sanguíneo

Agentes de pool sanguíneo são compostos de gadolínio de alto peso molecular que têm uma taxa de difusão lenta do espaço intravascular para o extracelular devido à sua ligação à albumina e que requerem metabolização de sua fração macromolecular antes da excreção renal, de modo que sua concentração no plasma permaneça estável por mais de uma hora.

Agentes de pool sanguíneo causam uma redução significativa no tempo de relaxação T1 no sangue circulante; portanto, esses agentes são usados para angio-RM, incluindo imagens de artérias coronárias, e para avaliar a angiogênese tumoral.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

## MC à base de Gd órgão-específicos

Os dois complexos iônicos lineares Gd-BOPTA e Gd-EOB-DTPA exibem especificidade hepática devido à sua captação seletiva por hepatócitos e a sua excreção hepatobiliar parcial.

Após administração i.v., esses MC têm uma fase extracelular inicial, que permite a obtenção de imagens da vasculatura hepática, seguida por uma captação hepatocítica tardia e fase de eliminação biliar, que permite a avaliação do tecido hepático com funcionalidade alterada.



A captação pelos hepatócitos aumenta seletivamente a intensidade de sinal do parênquima hepático normal, enquanto lesões focais contendo células mutadas ou estrutura alterada não captam o MC e aparecerão hipointensas, realçando a visualização da lesão e ajudando a caracterizar sua natureza.

Eles também podem ser úteis para melhorar a detecção de metástases e carcinoma hepatocelular.

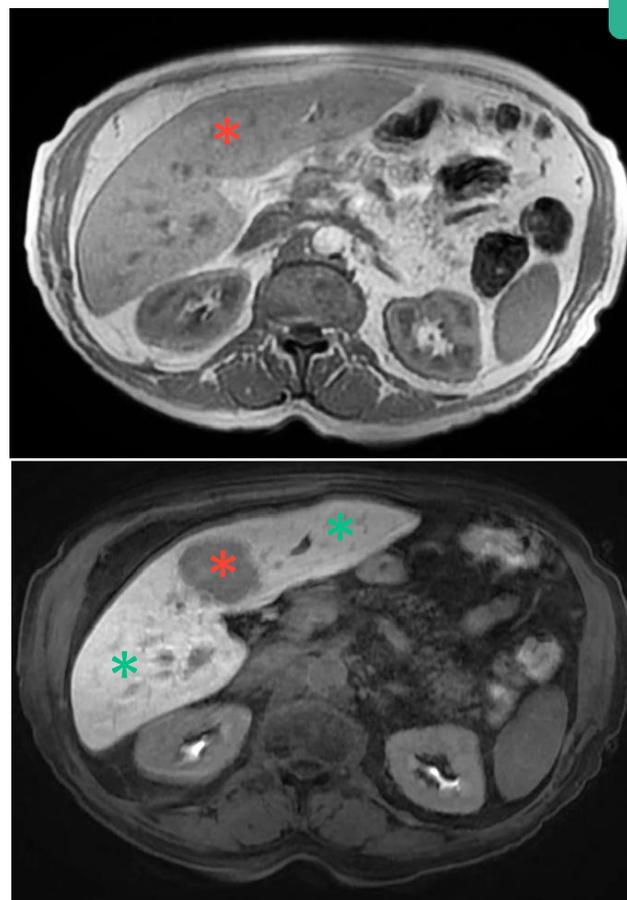


Fig. 30. RM do fígado antes e 20 min após a administração i.v. de Gd-EOB-DTPA, sem captação em um adenoma (asterisco vermelho) e captação do MC em tecido hepático normal (asterisco verde).

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### MC específicos para tecidos do sistema reticuloendotelial e linfonodos

Partículas de óxido de ferro superparamagnéticas (SPIO) são seletivamente captadas pelo sistema reticuloendotelial (SRE) por meio de fagocitose, com o tamanho das partículas determinando a especificidade do tecido.

**SPIO grandes** são rapidamente metabolizadas por células fagocíticas como células de Kupffer no fígado e baço, produzindo contraste negativo em imagens ponderadas em  $T_2$ . Como a maioria das lesões hepáticas, incluindo metástases e a grande maioria dos carcinomas hepatocelulares, não tem um SRE intacto, sua intensidade de sinal não é alterada pela administração de SPIO, de modo que o contraste entre o tecido hepático normal e anormal é aumentado à medida que a lesão parece hiperintensa em relação ao tecido normal.

SPIO grandes podem ser usadas em imagens de fígado e baço.

**SPIO pequenas** com um tamanho de núcleo abaixo de 10 nm entram no sistema linfático e são metabolizadas por fagócitos em linfonodos normais, enquanto linfonodos metastáticos retêm uma certa quantidade de MC, permitindo diferenciar entre tecido normal, que tem um realce de contraste negativo em imagens ponderadas em  $T_2$  e tecido metastático, que mantém alta intensidade de sinal.

Partículas SPIO pequenas são utilizadas no estudo de linfonodos e de medula óssea (disponibilidade limitada).

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Artrografia direta por RM

A artrografia direta por RM envolve a injeção de um MC em uma região articular guiada por fluoroscopia ou ultrassonografia, seguida por RM.

A artrografia por RM fornece imagens mais claras dos tendões, ligamentos e cartilagens na região afetada.

As soluções de baixa concentração correspondem a diluições de 1:200-250 vezes menores (2-2,5 mM) dos produtos aprovados para i.v. (500-1000 mM).



Fig. 31. Artrografia direta por RM de ombro usando um GBCA de 2,5 mM (Artirem®). O GBCA no espaço articular é indicado por um asterisco.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Dosagem de MC à base de gadolínio

Para uso clínico, a dose recomendada de MC extracelulares na RM é de 0,1 mmol/kg de peso corporal para a maioria dos exames de imagem corporal. Quando usados em angiografia por RM e imagens do SNC, os MC extracelulares na RM podem ser utilizados com uma dose mais alta de até 0,3 mmol/kg de peso corporal.

Os MC específicos para fígado são eficazes em doses mais baixas, de 0,05 a 0,1 mmol/kg para Gadobenato (Gd-BOPTA) e de 0,025 mmol/kg para Gadoxetato (Gd-EOB-DTPA).

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Reações adversas

Os eventos adversos mais frequentemente relatados de MC à base de gadolínio são classificados como leves e incluem frio, calor ou dor no local da injeção, náuseas, vômitos, dor de cabeça, parestesias e tontura.

Reações alérgicas com complexos de gadolínio, que ocorrem muito raramente, consistem em sudorese, erupção cutânea, urticária, coceira e inchaço facial.

Fatores de risco para o desenvolvimento de uma reação alérgica são uma reação aguda moderada ou grave prévia a um MC à base de gadolínio ou iodo, asma e várias outras alergias.

**Hipersensibilidade é o principal risco**



### Gravidez e lactação

Em mulheres grávidas, quando há uma indicação importante para uso de RM com contraste, um MC à base de gadolínio macrocíclico pode ser administrado usando-se a menor dose possível.

A amamentação pode ser continuada normalmente quando MC à base de gadolínio macrocíclico são administrados à mãe.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

## Fibrose sistêmica nefrogênica (FSN)

A fibrose sistêmica nefrogênica (FSN) é uma doença rara, mas altamente incapacitante, que pode ocorrer em pacientes com função renal comprometida expostos a MC menos estáveis à base de gadolínio.

As manifestações clínicas da FSN são espessamento e endurecimento extensos da pele e tecidos subcutâneos associados a pápulas eritematosas, bem como fraqueza muscular, dor óssea e contraturas articulares.

A FSN avançada também pode envolver outros órgãos, como fígado, pulmões, esôfago, coração e músculo esquelético.

Os sintomas se desenvolvem e progridem rapidamente, são irreversíveis e podem levar à incapacidade extrema e à morte devido a alterações cicatriciais dos órgãos com consequente perda de função.

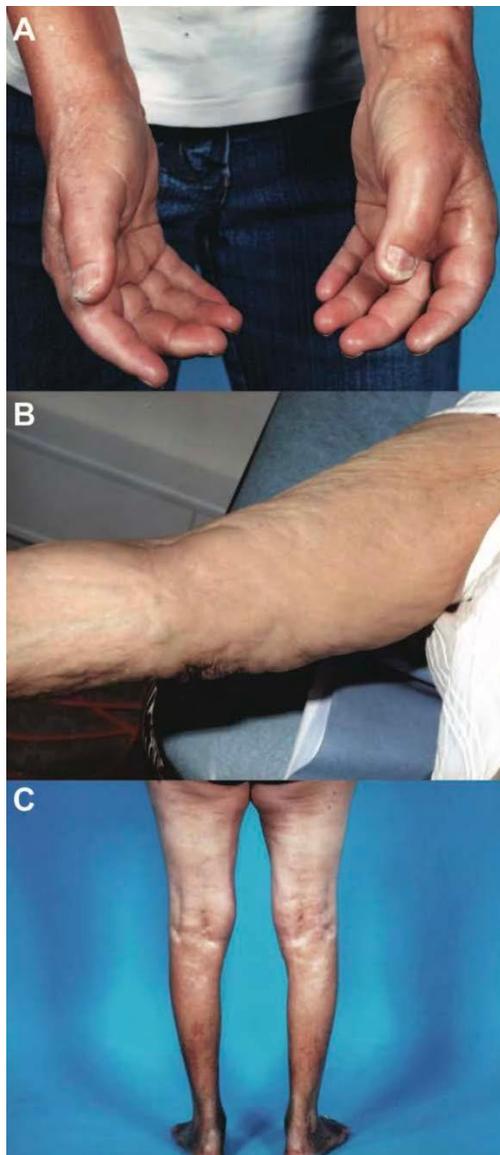


Fig. 32. Manifestações de fibrose sistêmica nefrogênica. A: Rigidez e endurecimento das mãos combinadas com contraturas articulares. B: Nódulos firmes estabelecendo uma configuração de paralelepípedo. C: Pele firme e esticada nas pernas inferiores.

Reproduzido de: Elmholdt TR et al., Nephrogenic Systemic Fibrosis in Denmark– A Nationwide Investigation. PLOS ONE 2013; 8(12): e82037. doi:10.1371/journal.pone.0082037.0001

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Como mecanismo fisiopatológico, supõe-se que uma função renal reduzida associada a uma exposição tecidual consideravelmente prolongada ao complexo de gadolínio aumenta a probabilidade de precipitação de sais de gadolínio insolúveis e tóxicos. Esse processo supostamente estimula uma cascata pró-inflamatória subsequente de eventos que levam ao processo de fibrose.

### **Fatores de risco para o desenvolvimento de FSN**

Os maiores fatores de risco para o desenvolvimento de FSN são função renal reduzida, particularmente com uma taxa de filtração glomerular estimada (TFGe) < 15 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>, e pacientes em diálise.

O risco de desenvolver FSN é substancialmente maior após a administração de complexos de gadolínio lineares iônicos e não iônicos e aumenta com a dose do MC e exposição múltipla.

Outros fatores de risco incluem acidose metabólica, níveis sanguíneos elevados de ferro, cálcio ou fosfato, terapia com eritropoietina em doses altas, imunossupressão, vasculopatia e infecção ou outros eventos pró-inflamatórios agudos.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Retenção de gadolínio no cérebro

A administração repetida de MC à base de gadolínio está associada ao acúmulo de gadolínio nas regiões cerebrais do núcleo dentado e do globo pálido, mesmo em indivíduos com função renal normal.

Embora tais depósitos tenham sido relatados para todos os MC à base de gadolínio, os níveis encontrados após a administração de agentes lineares foram substancialmente mais altos do que após o uso de agentes macrocíclicos.

Há uma correlação positiva significativa entre a quantidade de gadolínio acumulada e a dose cumulativa de administrações anteriores de MC à base de gadolínio.

Até o momento, nenhum sintoma neurológico associado à retenção de gadolínio no cérebro foi relatado.

Depósitos de gadolínio também podem ocorrer nos ossos, fígado e pele, independentemente da função renal.

A retenção óssea e hepática não produz nenhum sintoma clínico, enquanto os depósitos na pele se manifestam como placas vermelhas na pele.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Recomendação de segurança

A *European Medicines Agency (EMA)* classificou os complexos lineares Gd-DTPA-BMA, Gd-DTPA e Gd-DTPA-BMEA como agentes de alto risco e suspendeu seu uso intravenoso, exceto Gd-DTPA, que ainda pode ser empregado para artrografia direta por RM.

Os complexos lineares Gd-BOPTA e Gd-EOB-DTPA, classificados como agentes de risco intermediário, permanecem aprovados pela EMA apenas para imagens hepatobiliares.

Os agentes macrocíclicos são considerados de baixo risco e são mantidos pela EMA como MC à base de Gd não específicos. No entanto, eles devem ser usados com cautela em pacientes com TFG < 30 ml/min, observando um período de pelo menos 7 dias entre duas injeções.

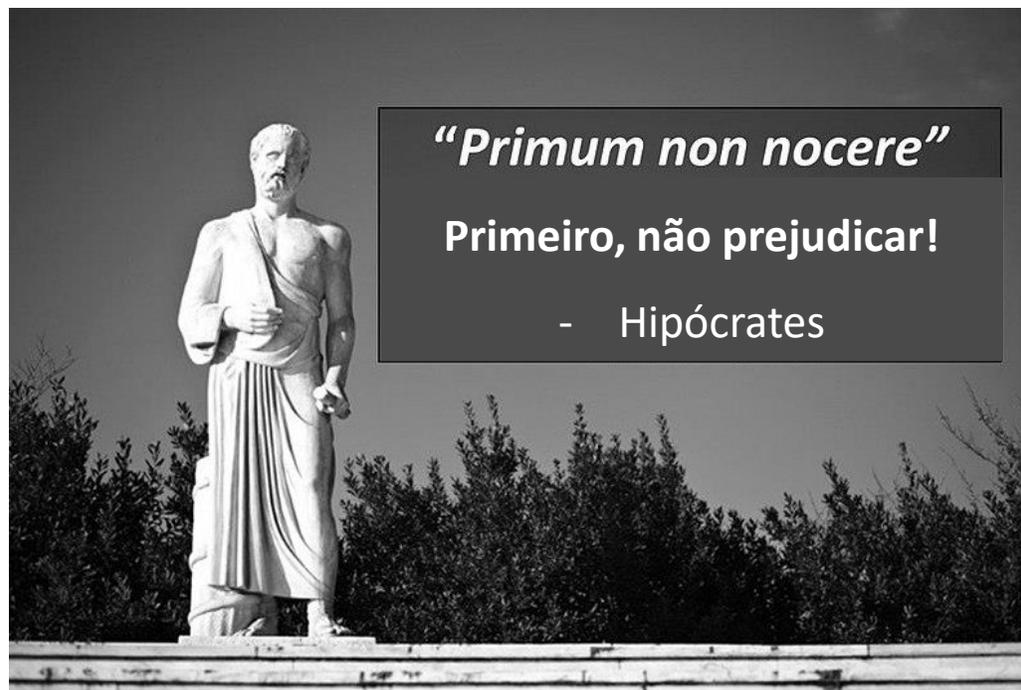


Fig. 33. Imagem de Wikimedia Commons  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primum\\_Non\\_Nocere.jpg#filelinks](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primum_Non_Nocere.jpg#filelinks)

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



Tabela 3. Recomendação do uso de MC à base de gadolínio segundo a European Medicines Agency (EMA)

Tipo	Ionicidade	Produto	Complexo	Recomendação EMA
Linear	iônico	Gd-DTPA	gadopentetato dimeglumina	uso restrito para artrografia direta por RM
		Gd-BOPTA	gadobenato dimeglumina	uso restrito para imagem hepatobiliar
		Gd-EOB-DTPA	gadoxetato	uso restrito para imagem hepatobiliar
Macrocíclico	não iônico	Gd-DTPA-BMA	gadodiamida	suspenso
		Gd-DTPA-BMEA	gadoversetamida	suspenso
	iônico	Gd-DOTA	gadoterato meglumina	mantido como MC-Gd não específico
Macrocíclico	não iônico	Gd-HP-DO3A	gadoteridol	mantido como MC-Gd não específico
		Gd-BT-DO3A	gadobutrol	mantido como MC-Gd não específico

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

▶ [Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Meios de Contraste no Ultrassom

Os agentes de contraste no ultrassom são usados para aumentar a reflexão das ondas de ultrassom do sangue, resultando assim em um aumento do contraste entre o sangue e o tecido circundante.

### Microbolhas

Os agentes de contraste ultrassonográficos consistem em suspensões contendo bolhas de gás microscopicamente pequenas encapsuladas em finas camadas estabilizadoras.

O núcleo de gás das microbolhas é geralmente composto de um gás inerte de alto peso molecular e baixa solubilidade, como perfluorocarbono ou hexafluoreto de enxofre, que não se difunde através da camada e mantém uma concentração de vapor elevada dentro da microbolha.

A camada estabilizadora é feita de um material biodegradável, como fosfolipídios ou albumina, o que reduz a probabilidade de coalescência e permite que as microbolhas persistam na vasculatura e permitam a avaliação diagnóstica por vários minutos.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

Os MC ultrassonográficos disponíveis comercialmente contêm uma mistura de microbolhas de vários tamanhos na faixa de 1-10  $\mu\text{m}$ , aproximadamente a mesma faixa do tamanho dos eritrócitos. Após a injeção intravenosa, as microbolhas se movem passivamente pelo fluxo sanguíneo e agem como traçadores, fornecendo um sinal de ultrassom realçado.

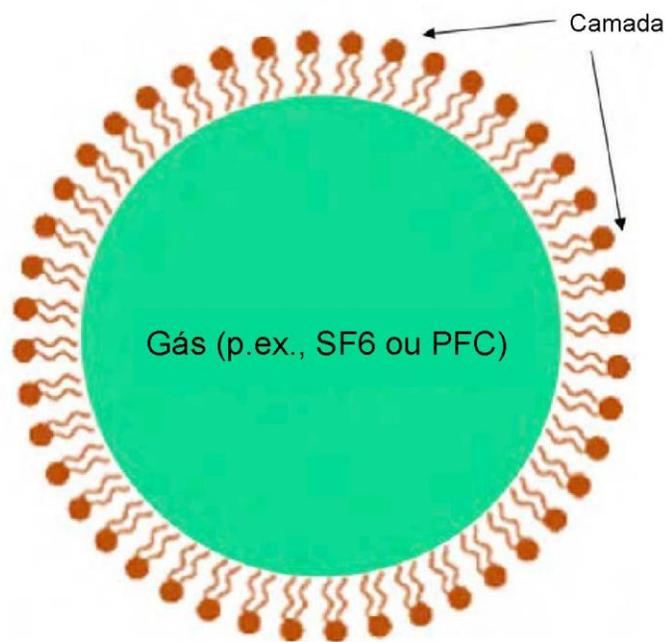


Fig. 34. Estrutura de microbolha composta por um núcleo de gás hexafluoreto de enxofre e uma camada única de fosfolípidios.



#### Composição dos MC ultrassonográficos atualmente usados

- Microbolhas de ar encapsuladas em uma camada de galactose estabilizada com ácido palmítico
- Microbolhas de hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ) encapsuladas em uma camada de fosfolípidios e ácido palmítico
- Microbolhas de perfluoropropano (perflutren,  $\text{C}_3\text{F}_8$ ) encapsuladas em uma camada de albumina
- Microbolhas de perfluoropropano (perflutren,  $\text{C}_3\text{F}_8$ ) encapsuladas em uma camada de fosfolípidios

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Realce do eco por microbolhas no ultrassom

O realce do contraste obtido com microbolhas é devido a uma diferença substancial da impedância acústica na interface entre a estrutura da microbolha e o plasma sanguíneo circundante, o que leva à retrodispersão da onda sonora na superfície da microbolha.

Essa resposta acústica de um agente de contraste no ultrassom é específica para as microbolhas utilizadas e também depende da potência acústica da onda de ultrassom irradiada.

Em baixas potências acústicas, as microbolhas agem como refletores simples, de modo que apenas se pode receber um sinal linear retrodisperso.

Em potências acústicas intermediárias, as microbolhas são induzidas a oscilar e, portanto, a emitir um sinal de ressonância não linear intensivo, que contém, além da frequência de vibração fundamental, também frequências superiores harmônicas.

Em potências acústicas ainda maiores, a vibração das microbolhas é tão violenta que as microbolhas são destruídas pelo rompimento das membranas. Esse processo é acompanhado pela emissão de um pulso de ultrassom detectável.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrasonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)

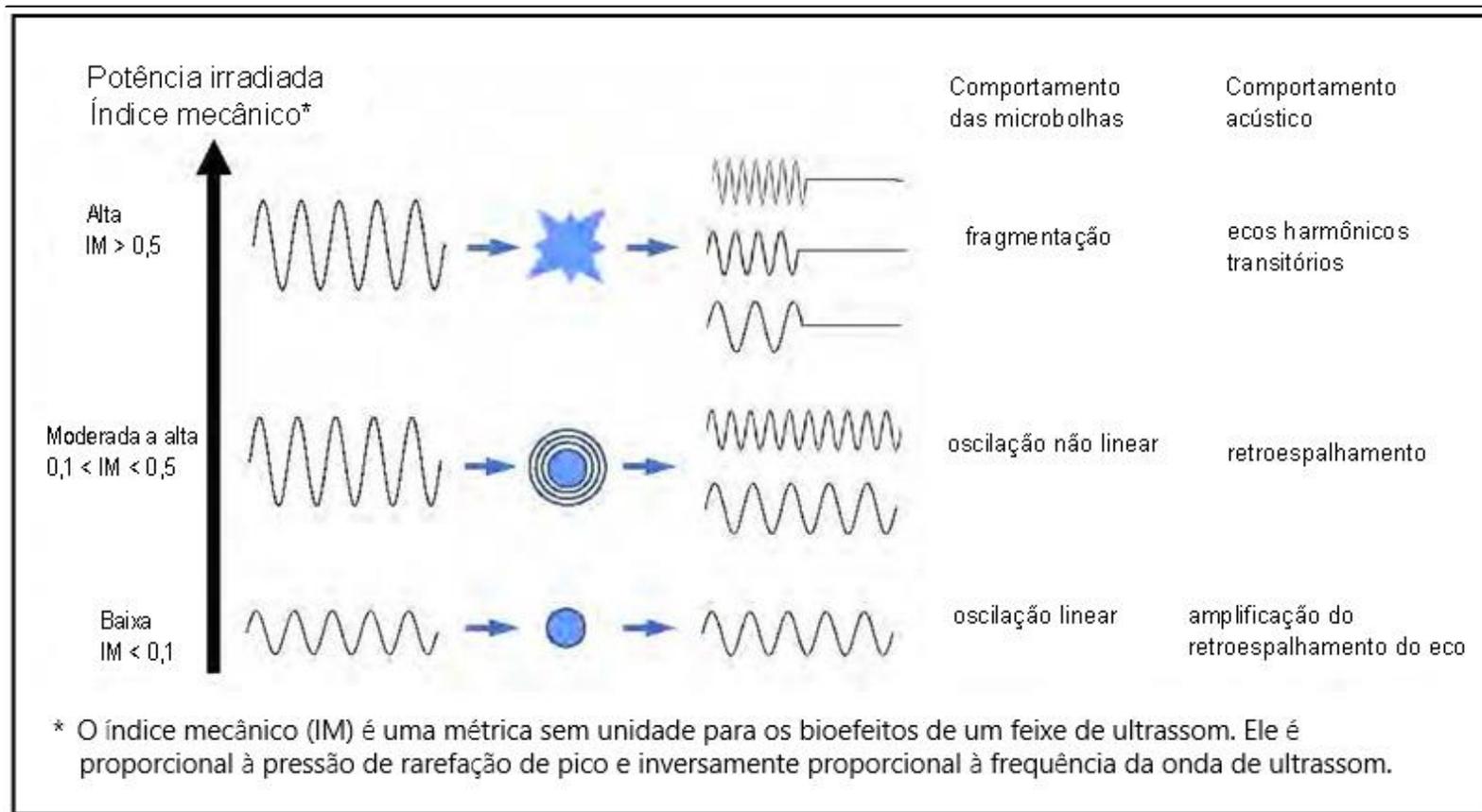


Fig. 35. Influência da potência do ultrassom irradiado no comportamento acústico de microbolhas.



A implementação de técnicas de ultrassom com contraste, como imagens harmônicas e codificadas e, particularmente, modulação de fase e amplitude, permite a discriminação do sinal específico gerado pelas microbolhas do MC de outros sinais acústicos, como reflexão especular e espalhamento de tecido.

O efeito do contraste permite o aprimoramento da varredura em tempo real com a possibilidade de insonação prolongada do órgão, permitindo assim imagens dinâmicas do fluxo sanguíneo e medição da perfusão do órgão com alta sensibilidade.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

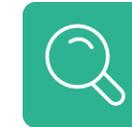
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrasonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### **Biodistribuição e eliminação**

As microbolhas administradas por via intravascular são pequenas o suficiente para passar pelos capilares pulmonares e atingir a rede capilar sistêmica, mas geralmente permanecem confinadas ao pool sanguíneo e não extravasam para o espaço intersticial.

No entanto, alguns MC ultrassonográficos exibem uma fase pós-vascular hepática e/ou esplênica de 2 a 5 minutos após a injeção intravenosa. Esse fenômeno provavelmente se deve à aderência das microbolhas aos sinusoides hepáticos ou a uma captação seletiva pelas células de Kupffer (fagocíticas) do sistema reticuloendotelial.

Após a dissolução espontânea das microbolhas, o conteúdo de gás inerte é liberado e é eliminado em sua maioria em 10-20 minutos pela ventilação pulmonar, enquanto o material da superfície é metabolizado e eliminado pelo fígado.

Os MC ultrassonográficos não são excretados pelos rins e, portanto, não têm nefrotoxicidade conhecida.

Nenhuma evidência de efeitos biológicos resultantes de cavitação inercial – a rápida formação, crescimento e colapso de uma cavidade de gás em um fluido como resultado de exposição intensa ao ultrassom – foi relatada em humanos.

### **Conteúdo**

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

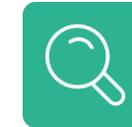
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### **Administração de meios de contraste ultrassonográficos**

Os MC ultrassonográficos são administrados via i.v. como uma injeção em bolus ou como uma infusão contínua, ou são instilados em estruturas ocas, como a bexiga urinária.

A injeção em bolus produz um rápido aumento no realce seguido por uma eliminação mais lenta e é a forma de administração mais comumente utilizada para imagens com potência acústica baixa e intermediária.

A infusão contínua leva a um realce tipo platô e, portanto, a um prolongamento da janela de tempo de diagnóstico, que é importante para quantificar a perfusão do tecido.

### **Conteúdo**

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Indicações

Os MC ultrassonográficos são usados principalmente para imagens cardiovasculares, incluindo ecocardiografia, para diagnósticos de ultrassom do fígado e, menos frequentemente, de outros órgãos parenquimatosos.

### Imagens cardiovasculares

Na ecocardiografia, os MC são usados para a visualização direta da câmara ventricular esquerda e superfícies endocárdicas, o que permite a avaliação clínica da função sistólica do ventrículo esquerdo, sua estrutura e estado de enchimento. Os MC ultrassonográficos também são aplicados para o exame de anormalidades estruturais do ventrículo esquerdo, como trombos intracavitários, aneurismas e pseudoaneurismas do ventrículo esquerdo, assim como para o estudo da cardiomiopatia de Takotsubo e da perfusão miocárdica.

### Imagens vasculares

As aplicações clínicas de imagens vasculares usando MC ultrassonográficos incluem o realce do contraste em aorta, artérias carótidas e sistema venoso periférico. Especificamente, os MC ultrassonográficos são aplicados para o exame do lúmen da artéria carótida e da neovascularização da placa aterosclerótica, mas também para a avaliação do espessamento médio-íntimal como marcador substituto da aterosclerose sistêmica.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Lesões hepáticas

A principal área de aplicação da ultrassonografia com contraste é a detecção e caracterização de lesões hepáticas focais, particularmente a distinção entre nódulos benignos e malignos.

O diagnóstico diferencial de tumores hepáticos é facilitado pela visualização altamente sensível da rede capilar obtida com MC ultrassonográficos e informações confiáveis sobre a perfusão do tecido, que podem ser deduzidas do influxo e da lavagem do MC.

Após a administração intravenosa do MC ultrassonográfico, três fases de realce no fígado podem ser distinguidas:

- **fase arterial**, na qual o MC atinge o fígado primeiro pela artéria hepática (até 25 s após a injeção)
- **fase portal**, onde o MC passou pela circulação e se espalha pelo fígado nos ramos portais (entre 25 e 45 s após a injeção); e
- **fase tardia ou parenquimatosa**, na qual o MC se distribui lentamente por todo o parênquima hepático (>2 minutos após a injeção)

Os aspectos característicos dessas três fases permitem a detecção de carcinoma hepatocelular com alta sensibilidade e especificidade, além de possibilitar a diferenciação de metástases no fígado.



## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

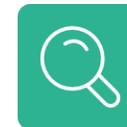
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



## Outras indicações

Outras aplicações de MC ultrassonográficos incluem a detecção e caracterização de tumores de mama, pâncreas, rins e endócrinos. Além disso, esses agentes também são utilizados para a avaliação da permeabilidade das trompas de Falópio e do refluxo vesicoureteral, mas também para a identificação de lesão traumática de órgão sólido (Fig. 38).

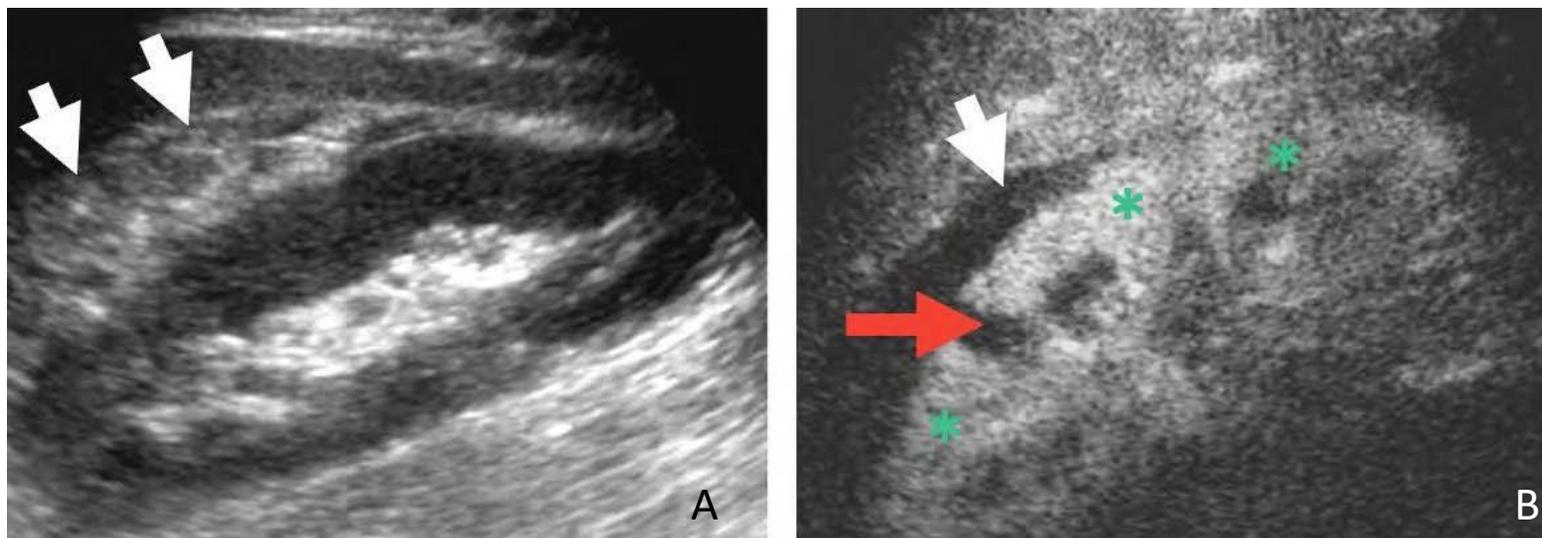


Fig. 36. Imagens de US do rim direito em um paciente com trauma antes (A) e depois (B) da injeção i.v. de um MC ultrassonográfico. Na imagem antes da administração de MC (A), vê-se um hematoma perirrenal heterogêneo (setas brancas), mas nenhuma lesão renal. A imagem após a administração de MC (B) mostra, além do hematoma perirrenal (setas brancas), uma laceração parenquimatosa (seta vermelha). Observe que, após a administração do MC, o parênquima renal normal é fortemente hiperecoico (asteriscos). Cortesia: Alexandra Platon, MD, University Hospitals Geneva.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

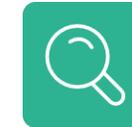
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Reações adversas

Reações adversas associadas à administração de MC ultrassonográfico são raras e geralmente de natureza transitória e intensidade leve.

Os eventos adversos mais comuns incluem irritação do tecido no local da injeção, dor de cabeça, náuseas e vômitos, alterações do paladar, dispneia, dor no peito, hipo- ou hipertensão, vertigem, sensação de calor ou rubor, erupções cutâneas e contrações ventriculares prematuras assintomáticas.

Os eventos de hipersensibilidade são devidos a reações anafilactoides ao gás ou à cápsula e incluem hipotensão, broncoespasmo, urticária e prurido.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Contraindicações

Contraindicações para MC de microbolhas por via i.v. são ter um histórico de reação de hipersensibilidade ao gás constituinte ou à cápsula dos MC.

Devido ao possível risco de uma reação cardiopulmonar grave, MC de microbolhas por via i.v. não devem ser usados em indivíduos com uma condição cardiopulmonar instável, como hipertensão pulmonar grave, síndrome coronariana aguda, angina instável, infarto do miocárdio recente, insuficiência cardíaca congestiva clinicamente instável e distúrbios do ritmo cardíaco.

MC de microbolhas devem ser evitados nas 24 horas anteriores ao tratamento por ondas de choque extracorpóreas.

MC de microbolhas devem ser usados na gravidez somente se o benefício superar o risco. Mulheres amamentando podem considerar bombear e descartar o leite.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

▶ [Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Mensagens Finais (1)

- Os meios de contraste desenvolvidos para exames radiográficos, ressonância magnética e ultrassonografia revolucionaram o campo de aplicação da imagem diagnóstica na prática clínica.
- Os meios de contraste atuais são notavelmente bem tolerados e seguros, mas continua sendo responsabilidade do médico entender os potenciais efeitos adversos e as situações específicas nas quais um paciente em particular pode ter um risco aumentado.
- Os meios de contraste radiográficos (MCR) compreendem principalmente compostos iodados que aumentam o contraste da imagem induzindo localmente uma mudança na absorvidade dos raios X
- Os exames radiográficos usando meios de contraste, que fornecem informações diagnósticas confiáveis sobre a morfologia e função normais e anormais, são aplicados rotineiramente na prática clínica para uma pluralidade de indicações.
- A incidência de reações adversas relacionadas à administração intravascular de MCR iodados, que foi drasticamente reduzida com a mudança no uso de MCR iônicos de alta osmolalidade para MCR não iônicos de baixa osmolalidade ou iso-osmolalidade, agora é geralmente baixa.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

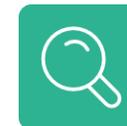
[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

▶ [Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)





### Mensagens Finais (2)

- Em pacientes com hipertireoidismo diagnosticado, a administração de MCR iodados é contraindicada devido ao risco de desenvolvimento de tireotoxicose.
- A disfunção renal preexistente é um fator de risco significativo para o desenvolvimento de nefropatia induzida por meio de contraste.
- Os meios de contraste para RM compreendem principalmente complexos de gadolínio paramagnéticos, que afetam os tempos de relaxamento dos prótons de água presentes no tecido circundante e, portanto, causam um aumento ou diminuição na intensidade do sinal.
- Os meios de contraste extracelulares não específicos para RM são usados para imagens do SNC e do corpo para avaliar processos patológicos e anormalidades funcionais, enquanto os meios de contraste para órgãos e tecidos específicos são usados para a detecção e caracterização de tumores no fígado, baço, linfonodos e medula óssea.
- Os meios de contraste para RM à base de gadolínio são bem tolerados pela grande maioria dos pacientes, mas a taxa de eventos adversos tende a ser maior com meios de contraste específicos para o fígado do que com meios extracelulares à base de gadolínio.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

▶ [Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)





### Mensagens Finais (3)

- Pacientes com função renal comprometida podem desenvolver fibrose sistêmica nefrogênica após a administração de complexos de gadolínio linear, razão pela qual a European Medicines Agency (EMA) suspendeu ou restringiu o uso intravenoso de todos os meios de contraste lineares de alto risco à base de Gd.
- A administração repetida de meios de contraste lineares à base de Gd está associada a um acúmulo de gadolínio dose-dependente em regiões cerebrais, mesmo em indivíduos com função renal normal.
- Os meios de contraste ultrassonográficos consistem em microbolhas compostas de um gás de alto peso molecular e baixa solubilidade contido dentro de uma cápsula estabilizadora, que retrodispersa as ondas de ultrassom incidentes em sua membrana devido a uma mudança local na impedância acústica.
- As indicações para meios de contraste ultrassonográficos compreendem principalmente imagens cardiovasculares, incluindo ecocardiografia, e detecção e caracterização de lesões hepáticas focais, particularmente a distinção entre lesões benignas e malignas.
- Os meios de contraste ultrassonográficos possuem um excelente perfil de segurança; o único evento adverso, de ocorrência muito rara, é uma reação de hipersensibilidade.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

▶ [Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Referências



- ACR Manual On Contrast Media. 2021, ACR Committee on Drugs and Contrast Media. American College of Radiology. ISBN: 978-1-55903-012-0.
- ESUR Guidelines on Meios de Contraste. The Contrast Media Safety Committee of the European Society of Urogenital Radiology. 2018; 10.0.
- Luca Caschera, Angelo Lazzara, Lorenzo Piergallini, Domenico Ricci, Bruno Tuscano, Angelo Vanzulli. Meios de Contraste in diagnostic imaging: Present and future. Pharmacological Research. 2016; 110: 65-75.
- Jeffrey J. Pasternak, Eric E. Williamson. Clinical Pharmacology, Uses, and Adverse Reactions of Iodinated Meios de Contraste: A Primer for the Non-radiologist. Mayo Clin Proc. 2012; 87(4): 390-402.
- Ulrich Speck. X-Ray Contrast Media – Overview, Use and Pharmaceutical Aspects. 5. Auflage, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56465-3>.
- Cathrine Christiansen. X-ray contrast media – an overview. Toxicology. 2005; 209: 85–187.
- H.S. Thomsen, S.K. Morcos. Radiographic contrast media. BJU International. 2000; 86(Suppl. 1): 1-10.
- Shao-Pow Lin, Jeffrey J. Brown. MR Meios de Contraste: Physical and Pharmacologic Basics. Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2007; 25: 884-899.
- Marie-France Bellin. MR Meios de Contraste, the old and the new. European Journal of Radiology. 2006; 60: 314-323.
- Igor V.Kuriashkin, John M . Losonsky. Contrast Enhancement in Magnetic Resonance Imaging Using Intravenous Paramagnetic Contrast Media: A Review. Veterinary Radiology & Ultrasound. 2000; 41(1): 4-7.
- M. F. Bellin, M. Vasile, S. Morel-Precetti. Currently used non-specific extracellular MR contrast media. Eur Radiol. 2003; 13: 2688-2698.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

▶ [Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Referências (2)



- Jean-Marc Idée, Marc Port, Caroline Robic, Christelle Medina, Monique Sabatou, Claire Corot. Role of Thermodynamic and Kinetic Parameters in Gadolinium Chelate Stability. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2009; 30: 1249-1258.
- Marc Port, Jean-Marc Idee, Christelle Medina, Caroline Robic, Monique Sabatou and Claire Corot. Efficiency, thermodynamic and kinetic stability of marketed gadolinium chelates and their possible clinical consequences: a critical review. *Biometals*. 2008 21: 469-490
- Wui K. Chong, Virginie Papadopoulou, Paul A. Dayton. Imaging with ultrasound Meios de Contraste: current status and future. *Abdom Radiol*. 2018; 43: 762-772.
- Yu-Dong Xiao, Ramchandra Paudel, Jun Liu, Cong Ma, Zi-Shu Zhang And Shun-Ke Zhou. MRI Meios de Contraste: Classification and application (Review). *International Journal of Molecular Medicine* 2016; 38: 1319-1326.
- Carlos F.G. C. Geraldesa and Sophie Laurent. Classification and basic properties of Meios de Contraste for magnetic resonance imaging. *Contrast Media Mol. Imaging* 2009; 4: 1-23.
- Adrian Săftoiu, Peter Vilmann, Michiel Postema, Odd Helge Gilja. Contrast-enhanced and targeted ultrasound. *World J Gastroenterol*. 2011; 17(1): 28-41.
- Steven B. Feinstein, Blai Coll, Daniel Staub, Dan Adam, Arend F.L. Schinkel, Folkert J. ten Cate, Kai Thomenius. Contrast enhanced ultrasound imaging. *J Nucl Cardiol*. 2010; 17: 106-115.
- Reshani H. Perera, Christopher Hernandez, Haoyan Zhou, Pavan Kota, Alan Burke, Agata A. Exner. Ultrasound Imaging Beyond the Vasculature with New Generation Meios de Contraste. *Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol*. 2015; 7(4): 593-608.
- Emilio Quaia. Microbubble ultrasound Meios de Contraste: an update. *Eur Radiol*. 2007; 17: 1995-2008.

### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

▶ [Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)



### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



1 - Quais elementos são incorporados nos MCR utilizados rotineiramente??

- Manganês na forma de partículas superparamagnéticas
- Iodo na forma de moléculas orgânicas
- Bário como suspensão de sulfato de bário
- Gadolínio na forma de complexos quelantes
- Xenônio como gás



## Teste Seu Conhecimento



1 - Quais elementos são incorporados nos MCR utilizados rotineiramente?

- Manganês na forma de partículas superparamagnéticas
- ✓ Iodo na forma de moléculas orgânicas
- ✓ Bário como suspensão de sulfato de bário
- Gadolínio na forma de complexos quelantes
- Xenônio como gás

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)



## Teste Seu Conhecimento



2 - Quais das seguintes afirmações sobre MCR iodados estão corretas?

- MCR com um substituinte carboxilato dissocia-se em solução formando compostos iônicos
- MCR altamente hidrofílicos têm uma melhora na ligação a proteínas plasmáticas
- MCR iodados em solução passam por um processo de desiodação liberando iodeto livre
- Um MCR colangiográfico tem uma taxa de filtração glomerular acelerada
- A osmolalidade é maior em MCR iônicos do que em MCR não iônicos, cada um tendo agentes monoméricos com osmolalidade maiores

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)



## Teste Seu Conhecimento



2 - Quais das seguintes afirmações sobre MCR iodados estão corretas?

- ✓ MCR com um substituinte carboxilato dissocia-se em solução formando compostos iônicos
- MCR altamente hidrofílicos têm uma melhora na ligação a proteínas plasmáticas
- ✓ MCR iodados em solução passam por um processo de desiodação liberando iodeto livre
- Um MCR colangiográfico tem uma taxa de filtração glomerular acelerada
- ✓ A osmolalidade é maior em MCR iônicos do que em MCR não iônicos, cada um tendo agentes monoméricos com osmolalidade maiores

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)



## Teste Seu Conhecimento



3 - Quais fatores estão associados a um maior risco de efeitos adversos usando MCR?

- Imagens radiográficas do trato gastrointestinal usando suspensão de sulfato de bário
- Administração intravenosa de MCR de alta osmolalidade
- Meios de contraste colangiográficos intravenosos para pacientes com distúrbio tireoidiano preexistente
- Administração intravenosa de MCR de alta viscosidade
- Visualização do trato gastrointestinal com MCR iodado oral

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)



## Teste Seu Conhecimento



3 - Quais fatores estão associados a um maior risco de efeitos adversos usando MCR?

- Imagens radiográficas do trato gastrointestinal usando suspensão de sulfato de bário
- ✓ Administração intravenosa de MCR de alta osmolalidade
- ✓ Meios de contraste colangiográficos intravenosos para pacientes com distúrbio tireoidiano preexistente
- ✓ Administração intravenosa de MCR de alta viscosidade
- Visualização do trato gastrointestinal com MCR iodado oral

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



4 – Quais pacientes correm o risco de desenvolver lesão renal aguda após a administração de MCR iodado?

- Pacientes com função renal comprometida, com TFGe  $< 45$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>
- Pacientes com mieloma múltiplo
- Pacientes com diabetes mellitus
- Pacientes com doença cardiovascular



## Teste Seu Conhecimento



4 – Quais pacientes correm o risco de desenvolver lesão renal aguda após a administração de MCR iodado?

- ✓ Pacientes com função renal comprometida, com TFGe  $< 45$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>
- Pacientes com mieloma múltiplo
- ✓ Pacientes com diabetes mellitus
- ✓ Pacientes com doença cardiovascular

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



5 – Quais compostos são rotineiramente usados como meios de contraste na RM?

- $Gd^{3+}$  na forma de complexos com ligantes quelantes
- Nanopartículas de perfluorocarbono para imagens de  $^{19}F$
- Nanopartículas de  $Fe_2O_3$
- $Mn^{2+}$  na forma de complexos com ligantes quelantes





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



5 – Quais compostos são rotineiramente usados como meios de contraste na RM?

- ✓  $Gd^{3+}$  na forma de complexos com ligantes quelantes
- Nanopartículas de perfluorocarbono para imagens de  $^{19}F$
- ✓ Nanopartículas de  $Fe_2O_3$
- ✓  $Mn^{2+}$  na forma de complexos com ligantes quelantes



## Teste Seu Conhecimento



6 - Quais afirmações sobre meios de contraste extracelulares não específicos estão corretas?

- Eles circulam livremente no espaço extracelular, mas não penetram a barreira hematoencefálica intacta
- Requerem metabolização de sua fração macromolecular antes da excreção renal
- São usados em exames do SNC
- Os vários meios de contraste extracelular à base de gadolínio mostram eficiências amplamente variáveis com relação à sua relaxividade.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)



## Teste Seu Conhecimento



6 - Quais afirmações sobre meios de contraste extracelulares não específicos estão corretas?

- ✓ Eles circulam livremente no espaço extracelular, mas não penetram a barreira hematoencefálica intacta
- Requerem metabolização de sua fração macromolecular antes da excreção renal
- ✓ São usados em exames do SNC
- Os vários meios de contraste extracelular à base de gadolínio mostram eficiências amplamente variáveis com relação à sua relaxividade.

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)



## Teste Seu Conhecimento



7 - Quais agentes de contraste para RM são recomendados para a detecção e caracterização de tumores hepáticos?

- Complexos iônicos lineares de  $Gd^{3+}$
- Complexos não iônicos lineares de  $Gd^{3+}$
- Complexos macrocíclicos de  $Gd^{3+}$
- Grandes partículas superparamagnéticas de óxido de ferro
- Pequenas partículas superparamagnéticas de óxido de ferro

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)



## Teste Seu Conhecimento



7 - Quais agentes de contraste para RM são recomendados para a detecção e caracterização de tumores hepáticos?

- ✓ Complexos iônicos lineares de  $Gd^{3+}$
- Complexos não iônicos lineares de  $Gd^{3+}$
- Complexos macrocíclicos de  $Gd^{3+}$
- ✓ Grandes partículas superparamagnéticas de óxido de ferro
- Pequenas partículas superparamagnéticas de óxido de ferro

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



8 - Quais dos itens são fatores de risco para o desenvolvimento de fibrose sistêmica nefrogênica após a administração de um agente?

- Função renal comprometida com uma taxa de filtração glomerular de  $\text{TFGe} < 15 \text{ ml/min/1.73 m}^2$
- Pacientes com doença hepática
- Administração de um meio de contraste à base de gadolínio linear
- Pacientes com níveis elevados de ferro no sangue
- Aplicação de partículas superparamagnéticas de óxido de ferro





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



8 - Quais dos itens são fatores de risco para o desenvolvimento de fibrose sistêmica nefrogênica após a administração de um agente?

- ✓ Função renal comprometida com uma taxa de filtração glomerular de  $\text{TFGe} < 15 \text{ ml/min/1.73 m}^2$
- Pacientes com doença hepática
- ✓ Administração de um meio de contraste à base de gadolínio linear
- ✓ Pacientes com níveis elevados de ferro no sangue
- Aplicação de partículas superparamagnéticas de óxido de ferro





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



9 - Quais são as recomendações da *European Medicines Agency (EMA)* sobre o uso de MC à base de gadolínio em relação ao risco de se desenvolver fibrose sistêmica nefrogênica?

- O uso de todos os complexos lineares à base de gadolínio está suspenso
- O uso de complexos iônicos macrocíclicos à base de gadolínio é restrito a imagens hepatobiliares
- O uso de complexos lineares não iônicos à base de gadolínio está suspenso
- O uso de complexos lineares iônicos à base de gadolínio é restrito a imagens hepatobiliares e à artrografia



## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

## Teste Seu Conhecimento



9 - Quais são as recomendações da *European Medicines Agency (EMA)* sobre o uso de MC à base de gadolínio em relação ao risco de se desenvolver fibrose sistêmica nefrogênica?

- O uso de todos os complexos lineares à base de gadolínio está suspenso
- O uso de complexos iônicos macrocíclicos à base de gadolínio é restrito a imagens hepatobiliares
- ✓ O uso de complexos lineares não iônicos à base de gadolínio está suspenso
- ✓ O uso de complexos lineares iônicos à base de gadolínio é restrito a imagens hepatobiliares e à artrografia





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



10 - Quais afirmações sobre o uso de microbolhas como meios de contraste ultrassonográficos estão corretas?

- Elas são excretadas pelos rins
- Elas são eliminadas principalmente pelos pulmões
- Elas não podem ser usadas para medir a perfusão tecidual do fígado
- Elas podem passar rapidamente por uma barreira hematoencefálica intacta
- Elas geralmente permanecem confinadas ao pool sanguíneo





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



10 - Quais afirmações sobre o uso de microbolhas como meios de contraste ultrassonográficos estão corretas?

- Elas são excretadas pelos rins
- ✓ Elas são eliminadas principalmente pelos pulmões
- Elas não podem ser usadas para medir a perfusão tecidual do fígado
- Elas podem passar rapidamente por uma barreira hematoencefálica intacta
- ✓ Elas geralmente permanecem confinadas ao pool sanguíneo





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



11 - Quais são as vantagens das imagens de ultrassom usando meios de contraste de microbolhas?

- Eles permitem imagens em tempo real do fluxo sanguíneo e perfusão de órgãos com alta sensibilidade
- As microbolhas também podem ser usadas terapêuticamente para a administração direcionada de medicamentos
- Elas têm um excelente perfil de segurança
- As microbolhas de nova geração com maior estabilidade podem persistir sob insonação com alta potência acústica





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



11 - Quais são as vantagens das imagens de ultrassom usando meios de contraste de microbolhas?

- ✓ Eles permitem imagens em tempo real do fluxo sanguíneo e perfusão de órgãos com alta sensibilidade
- As microbolhas também podem ser usadas terapêuticamente para a administração direcionada de medicamentos
- ✓ Elas têm um excelente perfil de segurança
- As microbolhas de nova geração com maior estabilidade podem persistir sob insonação com alta potência acústica



## Teste Seu Conhecimento



12 - Qual método de imagem é indicado para a detecção de carcinoma hepatocelular em um paciente com insuficiência renal?

- Imagem radiográfica usando MCR iodado
- Imagem de ultrassom usando meios de contraste de microbolhas
- Imagem de RM usando complexos de gadolínio linear específicos para o fígado

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



12 - Qual método de imagem é indicado para a detecção de carcinoma hepatocelular em um paciente com insuficiência renal?

- Imagem radiográfica usando MCR iodado
- ✓ Imagem de ultrassom usando meios de contraste de microbolhas
- Imagem de RM usando complexos de gadolínio linear específicos para o fígado





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



13 - Quais princípios funcionais determinam a especificidade do fígado nos diferentes métodos de imagem?

- Distribuição parcial do meio de contraste no fígado por difusão passiva, usada em exames radiográficos
- Captação seletiva do meio de contraste por células fagocíticas no fígado, usada em imagens de RM
- Excreção hepatobiliar parcial e captação do meio de contraste pelos hepatócitos, usada em imagens de RM
- Acúmulo de meios de contraste dependendo da funcionalidade do sistema hepatobiliar, usado em imagens de ultrassom





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



13 - Quais princípios funcionais determinam a especificidade do fígado nos diferentes métodos de imagem?

- Distribuição parcial do meio de contraste no fígado por difusão passiva, usada em exames radiográficos
- ✓ Captação seletiva do meio de contraste por células fagocíticas no fígado, usada em imagens de RM
- ✓ Excreção hepatobiliar parcial e captação do meio de contraste pelos hepatócitos, usada em imagens de RM
- Acúmulo de meios de contraste dependendo da funcionalidade do sistema hepatobiliar, usado em imagens de ultrassom





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



14 - Quais afirmações sobre reações adversas em relação aos vários métodos de imagem estão corretas?

- A incidência de reações adversas relacionadas aos MCR iodados foi reduzida na prática clínica de rotina devido ao uso restrito de MCR iônicos de alta osmolalidade
- Meios de contraste iodados administrados por via oral para imagens radiográficas do trato gastrointestinal são contraindicados em pacientes com suspeita de perfuração
- A administração repetida de agentes de contraste lineares à base de Gd está associada a um acúmulo dose-dependente de gadolínio em regiões cerebrais, mesmo em indivíduos com função renal normal.
- Meios de contraste ultrassonográficos de microbolhas aumentam o risco de embolia pulmonar
- Em pacientes diagnosticados com hipertireoidismo, a administração de meios de contraste iodados é contraindicada





### Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

▶ [Teste Seu Conhecimento](#)

### Teste Seu Conhecimento



14 - Quais afirmações sobre reações adversas em relação aos vários métodos de imagem estão corretas?

- ✓ A incidência de reações adversas relacionadas aos MCR iodados foi reduzida na prática clínica de rotina devido ao uso restrito de MCR iônicos de alta osmolalidade
- Meios de contraste iodados administrados por via oral para imagens radiográficas do trato gastrointestinal são contraindicados em pacientes com suspeita de perfuração
- ✓ A administração repetida de agentes de contraste lineares à base de Gd está associada a um acúmulo dose-dependente de gadolínio em regiões cerebrais, mesmo em indivíduos com função renal normal.
- Meios de contraste ultrassonográficos de microbolhas aumentam o risco de embolia pulmonar
- ✓ Em pacientes diagnosticados com hipertireoidismo, a administração de meios de contraste iodados é contraindicada





Todo o material utilizado (incluindo propriedade intelectual e elementos de ilustração) é originário dos autores, ou os autores receberam autorização para utilizar o material por lei aplicável ou obtiveram uma licença transferível do detentor dos direitos autorais

## Conteúdo

[Meios de Contraste](#)

[Meios de Contraste Radiográficos \(MCR\)](#)

[Meios de Contraste na Ressonância Magnética](#)

[Meios de Contraste Ultrassonográficos](#)

[Mensagens Finais](#)

[Referências](#)

[Teste Seu Conhecimento](#)