

Parâmetros Práticos do AIUM para a Realização de Exames de Ultrassom com Contraste

Introdução

Instituto Americano de Ultrassom em Medicina (AIUM) é uma associação multidisciplinar dedicada ao avanço e uso seguro e eficaz do ultrassom (EUA) na medicina através da educação profissional e pública, pesquisa, desenvolvimento dos parâmetros da prática clínica e acreditação de práticas realizando exames nos Estados Unidos.

Os *Parâmetros Práticos do AIUM para a Realização de Exames de Ultrassom com Contraste* foram desenvolvidos pelo AIUM em colaboração com outras organizações cujos membros usam o ultrassom para realizar esse (s) exame (s) (consulte “Agradecimentos”). Recomendações para requisitos do pessoal, pedido do exame, documentação, garantia de qualidade, segurança podem variar entre as organizações e podem ser abordados por cada uma separadamente.

Este Parâmetro de Prática destina-se a fornecer a comunidade médica dos Estados Unidos recomendações para realização e gravação de exames de ultrassom de alta qualidade. O parâmetro reflete o que o AIUM considera os critérios apropriados para esse tipo de Exame nos Estados Unidos, mas não se destina a estabelecer um padrão legal de cuidado. Espera-se que os exames realizados nesta área de especialização sigam os parâmetros com o reconhecimento de que podem ocorrer desvios dependendo da situação clínica.

Indicações

As indicações para ultrassom com contraste (CEUS) são baseadas nas recomendações atuais da literatura e padrões da prática clínica.

A ultrassonografia com contraste é segura para pacientes com contraindicações à tomografia computadorizada (TC) ou ressonância magnética (RNM), como marca-passos, alergias a gadolínio material de contraste iodado, claustrofobia, imobilidade ou implantes metálicos. Devido à falta de radiação ionizante e facilidade de realização sem sedação, o CEUS deve ser considerado uma ferramenta útil de solução de problemas e como imagem de primeira linha a ser indicada.

1. Fígado

a. Caracterização das lesões focais do fígado não cirrótico.

i. Caracterizar no fígado lesões incidentalmente encontradas nos exames de US.

ii. Avaliar lesões incompletamente caracterizadas na TC sem contraste ou com contraste ou ressonância magnética.

b. Caracterização das lesões focais do fígado no fígado cirrótico.

i. Avaliar nódulos detectados nos US de vigilância.

ii. Avaliar relatórios e dados de imagens do fígado descritas pelo Sistema (LIRADS) categoria LR-2, LR-3, LR-4 ou LR-M observadas em TC ou RM com contraste.

iii. Avaliar o hiperaprimoramento da fase arterial quando houver suspeita de mistura incorreta como motivo para sua ausência em TC ou RM anteriores.

iv. Avaliar lesões biopsiadas com diagnóstico inconclusivo nos resultados histológicos.

c. Detecção de metástases.

d. Vascular.

i. Determinar a permeabilidade da artéria hepática, veia porta e veia hepática.

ii. Avaliar a permeabilidade do *shunt* transjugular portossistêmico intra-hepático.

iii. Diferenciar um trombo de tumor em veia.

e. Resposta à terapia (ablação ou embolização química transarterial para malignidade hepática) para avaliação de doença residual viável.¹⁻³

f. Ajude a selecionar sites apropriados para biópsia.

g. Avaliar se há tumor residual após a ablação.

2. Rins e bexiga

a. Nefrostograma anterógrado para avaliação da permeabilidade ureteral na presença de cateter de permanência de nefrostomia⁴.

b. Avaliação da perfusão renal nativa / necrose cortical no cenário de insuficiência renal aguda.

c. Caracterizar lesões renais císticas indeterminadas.

d. Diferenciar tumores renais e variantes anatômicas que imitam tumores renais ("Pseudotumores").

e. Avaliar a perfusão do transplante: infarto ou isquemia.

f. Identificar abscessos renais em complicações de pielonefrites agudas.

g. Acompanhamento de lesões renais não cirúrgicas.

h. Diferenciar câncer de bexiga de hematoma em pacientes com hematúria.

i. Melhorar o diagnóstico de estenose da artéria renal ou resolver questões de permeabilidade vascular.

j. Cistouretrografia de micção pediátrica.

i. Avaliação de hidroureteronefrose detectada no pré-natal e malformações do trato urinário.

ii. Diagnóstico e acompanhamento do refluxo vesicoureteral.

iii. Caracterização das anormalidades da uretra.

3. Reparo endovascular da aorta (EVAR) e avaliação cerebrovascular

a. Acompanhamento do EVAR para a detecção e classificação de vazamentos internos.

b. Diferenciar entre oclusão total da artéria carótida e vertebral e fluxo residual através uma estenose estreita.

4. Pâncreas

a. Diferenciar entre neoplasias císticas e pseudocistos.

b. Diferenciar componente vascular (sólido) de avascular (por exemplo, líquidos ou necróticos) de uma lesão pancreática.

c. Acompanhamento de lesões pancreáticas císticas indeterminadas.

d. Melhorar a acurácia dos procedimentos pancreáticos percutâneos guiados por US.

5. Intestino

a. Estimar a atividade da doença em pacientes com doença inflamatória intestinal.

b. Monitorar o efeito do tratamento em doença de Crohn.

c. Distinguir abscessos de fleumão e melhorar a visualização de trajetos fistulosos.

6. Baço

a. Diagnosticar infarto esplênico.

b. Caracterizar lesões esplênicas indeterminadas⁵⁻⁶.

7. Escroto

a. Diferenciar massas vascularizadas de lesões testiculares focais não vascularizadas e não tumorais.

b. Identificar infarto testicular.

8. Trauma

a. Em pacientes estáveis com trauma abdominal contuso, o CEUS pode ser usado como uma alternativa ao TC para acompanhamento de lesão de órgão sólido, particularmente em crianças. Pode avaliar pseudoaneurismas e ser realizado ao lado da cama.

9. Injeção intracavitária

a. Identificar a agulha ou confirmar a posição de cateter, delinear qualquer cavidade ou ducto, rastreamento de trajetos de fístulas.

b. Sonossalpingografia⁷.

10. Orientação intervencionista

a. Evitar o tecido necrótico para melhorar o rendimento citológico na biópsia de tumores.

b. Auxiliar na identificação de alvos de biópsia mal definidos nas imagens dos US ou na TC sem contraste.

c. Avalie se há sangramento ativo após um procedimento.

11. Outros

a. Avaliação lesões vascularizadas versus não vascularizadas podem ser realizadas em qualquer outra parte do corpo, além dos órgãos listados.

b. Distinguir pulmão necrótico de não-necrótico na pneumonia pediátrica⁸.

c. Distinguir cistos de ovário complexos de simples.

Qualificações e Responsabilidades de Pessoal

Médicos (e outros provedores, se aplicável) interpretando ou realizando esse tipo de exame nos Estados Unidos devem atender às Diretrizes de Treinamento Especificadas do AIUM de acordo com as políticas de acreditação do AIUM.

Sonógrafos que realizam exames de US devem ser devidamente credenciados na área de especialidade de acordo com as políticas de acreditação do AIUM.

Pedido para o Exame

A solicitação por escrito ou eletrônica para exame de US deve ser originária de um médico ou outro profissional prestador de cuidados de saúde licenciado ou sob a sua direção. As informações clínicas fornecidas devem permitir a execução e interpretação do exame de US e devem ser consistentes com os requisitos legais e locais dos centros de saúde.

Especificações do exame

Dose de contraste: em adultos, a dose padrão para a maioria aplicações abdominais é de 2,4 ml de contraste da microesfera lipídica do hexafluoreto de enxofre (SHLM) (por exemplo, Lumason; Bracco Diagnostics, Inc, Monroe Township, NJ). Em crianças, a dose é de 0,03 ml / kg até um máximo de 2,4 ml por injeção. Administração intravascular de até 5 ml do contraste SHLM (Lumason) em uma única sessão é aprovada pela *Food and Drug Administration (FDA)*. A dose padrão do contraste da microesfera lipídica perflutren (PLM) (por exemplo, Definity; Lantheus Medical Imaging, North Billerica, MA) é de 10 µL / kg. A dose padrão do contraste da microesfera da proteína perflutren (PPM) (por exemplo, Optison; GE Healthcare, Princeton, NJ) é 0,5 mL. Doses adicionais de 0,5 mL podem ser administradas e melhorar a caracterização de um achado ou superar artefatos encontrados durante a injeção inicial.

Resumo dos protocolos de digitalização

1. Fígado

O protocolo de imagem hepática é baseado nas recomendações do Relatório de Imagem do Fígado e Sistema de Dados CEUS do American College of Radiology (ACR).

a. Geralmente, é realizado um exame CEUS do fígado para avaliar alvos claramente identificados em imagem em modo B pré-contraste. Imagem US com contraste pode ser limitada em pacientes com alto índice de massa corporal e em pacientes com esteatose hepática, principalmente por causa da substancial atenuação do sinal do US.

b. Dose de contraste: a dose de contraste especificada pelo fabricante deve ser usada para a maioria exames. Imagem do fígado de lesões muito superficiais com transdutores de alta frequência requer um aumento da dose de contraste. Além de fatores do paciente, a dose de contraste pode ser ajustada com base na sensibilidade do equipamento utilizado para o exame CEUS.^{9,10}

c. A imagem deve ser realizada continuamente desde a injeção do contraste até o pico da fase arterial para caracterizar a presença, intensidade e padrão do realce da fase arterial. Alternativamente, a imagem contínua pode ser estendida além do pico do realce da fase arterial até 60 segundos após a injeção de contraste para determinar a presença de eliminação precoce. Após 60 segundos, a gravação de imagens estáticas deve ser realizada de forma intermitente (3 a 5 segundos a cada 30 a 60 segundos) para detectar o esvaziamento tardio e avaliar seu grau. A insonação de grandes porções do fígado altamente vascularizado pode resultar em destruição excessiva de microbolhas, limitando assim a avaliação do esvaziamento verdadeiro.

d. A imagem de múltiplos nódulos geralmente requer mais de uma injeção de contraste e planejamento cuidadoso do posicionamento do paciente para maximizar o uso de janelas acústicas limitadas. Em pacientes com múltiplos nódulos hepáticos, 2 ou 3 nódulos geralmente podem ser visualizados em uma única sessão.

2. Outras aplicações abdominais¹¹.

A maioria dos órgãos abdominais melhora rapidamente e intensamente 10 a 15 segundos após a administração do contraste US. Os vasos arteriais aumentam primeiro, seguido de realce difuso do parênquima. O realce do contraste geralmente persiste por 4 a 6 minutos após a injeção. Ao contrário dos agentes de contraste da TC e RM as microbolhas não são excretadas por os rins ou sistema biliar. Portanto, não são detectadas microbolhas no sistema coletor renal ou biliar.

a. Devido à natureza altamente vascular do rim, os exames CEUS podem ser realizados com doses menores do que a dose padrão.

b. A imagem deve ser realizada continuamente da injeção de contraste até o alvo da imagem estar adequadamente caracterizado.

3. Reparo do aneurisma endovascular (EVAR) e vascular

a. Dose de contraste: um exame CEUS da aorta e grandes vasos são geralmente realizados usando uma dose ligeiramente diminuída de contraste US (ou seja, 50% a 75% da dose padrão [1,5–2,0 ml de Contraste SHLM, 0,2 ml de contraste PLM ou 1,0 ml de contraste PPM])¹².

b. Imagem:

i. O exame inicial do CEUS deve se concentrar no tempo do realce do saco aneurismático versus o lúmen do enxerto.

a. Os vasos contribuintes podem ser identificados.

ii. O exame deve continuar por pelo menos 10 minutos para garantir que os extravasamentos tardios e de baixo fluxo sejam identificados.

4. Escroto

a. Dose de contraste: Exame CEUS do escroto é realizado com transdutores de alta frequência, exigindo doses mais altas de contraste (4,8 ml de contraste SHLM, 0,4 ml de PLM contraste ou 2 ml de contraste PPM).

b. Imagem com transdutores lineares de alta frequência devem ser realizados. A ultrassonografia com contraste deve se concentrar na fase arterial, pois é o aspecto mais importante do exame. A imagem deve ser realizada continuamente desde a injeção de contraste até a imagem alvo ser adequadamente caracterizada. Presença e grau de realce da fase arterial devem ser documentados.

5. Urossonografia miccional pediátrica ^{13,14}.

a. Dose do contraste: Até o momento, estudos publicados têm usado contraste SHLM ou PPM. A dose de contraste recomendada pela FDA do contraste SHLM é de 1 ml, injeção em uma bexiga parcialmente repleta com solução salina normal. No entanto, a suspensão do contraste US e solução salina normal também pode ser infundida na bexiga a uma dose de aproximadamente 0,2% do volume de enchimento da bexiga. A dose ideal de contraste pode variar com o uso de diferentes equipamentos de US e deve ser otimizada para a qualidade da imagem.

b. Imagem: Imagem da bexiga, espaço retrovesical para avaliar os ureteres distais, e ambos os rins são realizados em posições supina, decúbito lateral e / ou posição prona durante o enchimento vesical. Vários ciclos de enchimento da bexiga e micção são realizados em neonatos e lactentes para aumentar a taxa de detecção de refluxo. A uretra é visualizada a partir de uma abordagem suprapúbica ou transperineal durante a micção. Estudos são documentados com imagens estáticas e vídeo-clipes.

6. Injeção intracavitária

Nenhuma dose padrão do agente de contraste US ou protocolo de imagem foi estabelecido para aplicações intracavitárias. O intervalo de doses relatado é de 0,1 a 1,0 mL de contraste SHLM, 0,1 a 0,2 mL de contraste PLM ou 0,1 a 0,5 mL de contraste PPM diluído em 10 mL ou mais de solução salina normal a 0,9%. Se a varredura for realizada usando transdutores americanos de alta frequência, uma maior concentração de contraste pode ser necessária para a visualização ideal.

7. Orientação intervencionista

a. Dose de contraste: a dose recomendada de US o contraste para imagens intervencionistas é de 2,4 mL de Contraste SHLM, 0,2 mL de contraste PLM ou 1,0 mL de contraste PPM. Semelhante a outras aplicações, a dose do material de contraste pode ser ajustado com base no corpo do paciente índice de massa, profundidade da lesão e transdutor frequência.

i. Ao executar a orientação CEUS intervencionista, várias injeções de contraste US podem ser necessárias.

ii. A primeira injeção em *bolus* é usada para identificar lesão alvo e planejar a abordagem do procedimento.

iii. O segundo *bolus* (ou, em alguns casos, infusão contínua do contraste) é usado para guiar a colocação da agulha da biópsia.

iv. Quando a lesão alvo começa a realçar claramente após a segunda injeção do contraste (ou infusão), a agulha da biópsia ou o dispositivo de ablação é direcionado para o destino.

b. Imagem:

i. Em tumores grandes / parcialmente necróticos, amostras devem ser realizadas com base no pronunciado realce da fase arterial de amostras de componentes tumorais viáveis ativamente perfundidos.

ii. Em lesões menores, mal vistas na imagem de rotina ao US modo-B, a biópsia é realizada na fase tardia das imagens CEUS, visando áreas tumorais com esvaziamento circundadas por parênquima hepático normal ativamente perfundido.

Documentação

Documentação precisa e completa é essencial para atendimento ao paciente com alta qualidade. Relatórios escritos e imagens US / vídeos que contêm informações diagnósticas devem ser obtidos e arquivados, com recomendações para estudos de acompanhamento, se clinicamente aplicável, de acordo com o *Parâmetro de Prática AIUM para Documentação de um Exame de Ultrassom*.

Especificações do equipamento

A profundidade da penetração e a clareza da imagem podem ser reduzidas pelo baixo índice mecânico (MI) das imagens. No entanto, os usuários devem estar cientes de que a destruição das microbolhas pode levar a um pseudoesvaziamento ou a um esvaziamento artefactual.

Aquisição de imagem

Todos os estudos CEUS devem ser realizados com máquina com capacidade de imagem de contraste e um modo de exibição duplo. Cada fornecedor possui diferentes propriedades e métodos para detecção e exibição ideais de CEUS. Independentemente do fornecedor, a modalidade e o instrumento configurações que otimizam a visualização do contraste e opacificação das estruturas vasculares devem ser usadas. A maioria dessas técnicas usa uma técnica de baixo IM em tempo real, geralmente menor que 0,3 para imagens contínuas. Um IM alto pode ser escolhido para bolhas no campo de visão com destruição rápida para avaliar o reabastecimento das microbolhas. A lesão alvo deve ser fotografado com o modo-B antes do estudo com contraste.

A detecção do agente de contraste depende de imagens harmônicas e imagem fundamental (não-harmônica) deve ser evitada. A supressão do sinal tecidual de fundo / modulação da amplitude e técnicas harmônicas podem aumentar a sensibilidade ao sinal CEUS, mas estruturas fortemente realçadas podem criar artefatos, apesar da supressão do fundo. Da mesma forma, altas doses de contraste podem limitar a visualização de estruturas mais profundas; portanto, a dosagem adequada de contraste é importante.

As configurações de ganho devem ser ajustadas para reduzir sinais das estruturas do fundo antes da injeção do contraste. O plano de varredura deve ser selecionado para evitar sombreamento de estruturas sobrejacentes. A zona focal é tipicamente colocada nas partes mais profundas da região de interesse (órgão ou lesão). Para lesões mais profundas, uma menor frequência é preferida para penetração maior e sinal de microbolhas otimizado. Se uma frequência mais alta for selecionada, um volume maior de contraste pode ser necessário para obter um realce adequado do contraste, uma vez que o sinal das microbolhas é maior nos transdutores de baixa frequência e uma frequência mais alta também pode resultar em perda mais rápida do volume das microbolhas devido à destruição das bolhas.

Qualidade e Segurança

Políticas e procedimentos relacionados à garantia da qualidade e melhoria, segurança, controle de infecção e monitoramento de desempenho de equipamentos devem ser desenvolvidos e implementado de acordo com *as Normas e Diretrizes AIUM para Acreditação de Práticas de Ultrassom*.

ALARA (Tão baixo quanto razoavelmente possível)

Princípio

Os benefícios e riscos potenciais de cada exame devem ser considerados. O princípio ALARA deve ser observado para fatores que afetam a saída acústica e considerando o tempo de espera do transdutor e tempo total do estudo. Mais detalhes sobre ALARA pode ser encontrado na publicação atual da AIUM Segurança Médica do Ultrassom.

Administração Intravascular

As reações adversas fisiológicas leves incluem náuseas e vômitos, alteração do paladar, dor de cabeça, vertigem, rubor e erupção cutânea. Estes têm uma incidência de cerca de 5%¹⁵ e resolve espontaneamente sem efeitos duradouros. A administração intra-arterial é contraindicada. Os agentes de contraste por ultrassom (ACU) não são contraindicados em pacientes com função renal comprometida, pois não são excretados pelos rins. Não são necessários exames de sangue antes da administração.

1. Reações anafilactóides (tipo alérgicas)

Os agentes de contraste por ultrassom possuem um tarja negra de aviso do FDA na caixa e são contraindicados em pacientes com história de alergia ao agente ou gás ou invólucro constituinte.

Eventos de hipersensibilidade são devidos a reações alérgicas anafilactoides ao gás ou ao invólucro. As reações anafilactoides incluem hipotensão com taquicardia, broncoespasmo, urticária e prurido. A incidência de reações anafilactoides graves é 0,006% a 0,01%,^{16,17} comparável a agentes de contraste à base de gadolínio e inferiores aos agentes de contraste iodados. Os riscos para estas reações podem aumentar entre pacientes com condições cardiopulmonares instáveis. Uma taxa de 0,001% foi relatada para reações anafilactoides potencialmente fatais, inferiores à taxa de agentes de contraste de TC ou RM.¹⁸

Na maioria dos casos, ocorrem eventos de hipersensibilidade dentro de alguns minutos após a injeção. Equipamentos de reanimação e pessoal treinado devem estar disponíveis quando ACUs são administrados. Reações de contraste deve ser gerenciado de acordo com o Manual do ACR para Meio de Contraste.Versão 10.3¹⁹ e o ACR – SPR Parâmetros de Prática para o Uso de Meios de Contrastes Intravasculares²⁰.

Os agentes de contraste para ultrassom têm um perfil de segurança semelhante em crianças²¹⁻²³.

2. Administração intravesical e intracavitária

Eventos adversos fisiológicos leves durante administração intravesical de ACUs²⁴⁻²⁵ em crianças foram relatados em 0,8% a 3,8% dos casos e acredita-se estarem relacionados principalmente ao cateterismo da bexiga e não ao ACU.

A administração intracavitária de ACUs ainda não foi associada a complicações específicas.

3. Gestação

Não houve estudos de ACUs em pacientes gestantes para contraste SHLM ou contraste PLM. Estudos em animal não mostraram nenhum dano ao feto em doses do contraste SHLM até 8 a 17 vezes a dose humana com base na área da superfície corporal.²⁶ Não há estudos sobre o uso do contraste PPM em gestantes, mas efeitos teratogênicos foram demonstrados em estudos em animais. O FDA recomenda que o contraste PPM seja usado na gravidez somente se o benefício for superior ao risco²⁷.

4. Amamentação

Não existem dados sobre a presença de ACUs em leite materno humano, a efeitos na criança amamentada ou a efeitos na produção de leite. O desenvolvimento e os benefícios de saúde do aleitamento materno devem ser considerados juntamente com a necessidade da mãe de utilizar ACUs e a qualquer potenciais efeitos adversos ao bebê amamentado por ACUs ou da condição materna subjacente. O leite pode ser bombeado e descartado dentro de 24 horas após a administração do contraste como medida de precaução.

5. Bioefeitos da fragmentação de bolhas

Pulsos de ultrassom com IMs moderados e altos resultam em substancial oscilação e fragmentação de microbolhas, que são referidos como cavitação estável e inercial, respectivamente.²⁸ Essa oscilação de microbolhas pode ter uma gama de efeitos biológicos sob certas condições, variando de alterações leves de curto prazo na permeabilidade celular em IMs moderados²⁹⁻³¹ a hemólise e lesão endotelial capilar em IMs³²⁻³⁴ mais elevados. A magnitude da cavitação é proporcional à amplitude dos US³⁵ e inversamente proporcional à frequência.

Houve relatos de arritmias ventriculares na ecocardiografia após protocolos de imagem que resultam em fragmentação de microbolhas quando um IM elevado é aplicado.³⁶ No entanto, nenhuma evidência de bioefeitos clínicos da cavitação durante os exames CEUS foram encontrados em humanos em doses de contraste clinicamente relevantes e nenhuma lesão celular foi observada nos exames de CEUS realizados na configuração de baixa potência usada com imagens não destrutivas. No entanto, dada a evidência de efeitos biológicos e que aplicações terapêuticas de microbolhas são usadas com faixas de parâmetros acústicos que se sobrepõem à parâmetros da imagem diagnóstica, insonação de microbolhas com IMs moderados e altos devem ser usados com cautela. O AIUM recomenda que os profissionais estejam cientes do IM utilizado em qualquer estudo, tendo um IM de 0,4 como valor limiar para os efeitos biológicos³⁷:

"Indução de contrações ventriculares prematuras, vazamento microvascular com petéquias, hemorragia capilar glomerular e morte local de células em mamíferos tecido *in vivo* foram relatados e confirmada independentemente da exposição diagnóstica ao ultrassom com índice mecânico (MI) acima de cerca de 0,4 e presente na circulação um gás agente de contraste."

"Embora o significado médico de tais efeitos biológicos em microescala seja incerto, minimizar o potencial para tais efeitos representa o uso prudente do ultrassom diagnóstico. Em geral, para imagens com agentes de contraste em um IM acima de 0,4, os profissionais devem usar a dose mínima do agente, IM e tempo de exame consistentes com a aquisição eficaz da informação diagnóstica."

Assim, pulsos de liberação com IM superior a 0,4 devem ser usados com moderação e de acordo com o princípio ALARA. Sem um pulso de liberação, o contraste será geralmente eliminado espontaneamente da circulação em 15 minutos.

Os exames clínicos do CEUS devem geralmente ser realizada com baixo IM entre 0,2 e 0,4. O contraste PPM contém albumina humana, um derivado do sangue humano, e pode conferir uma risco de infecção viral ou prião; além disso, não deve ser utilizado em pacientes com problemas religiosos ou objeções éticas ao recebimento intravascular de produtos de sangue humano.

Controle de infecção

A preparação, limpeza e desinfecção do transdutor devem seguir as recomendações do fabricante e seja consistente com as *Diretrizes AIUM para Limpeza e Preparação de Transdutores de Ultrassom de Uso Externo e Interno entre pacientes, Manuseio Seguro e Uso do Gel de Acoplamento para Ultrassom*.

Monitoramento do desempenho de equipamentos

Protocolos de monitoramento para desempenho do equipamento deve ser desenvolvido e implementado de acordo com as *Normas e Diretrizes da AIUM para Acreditação de Práticas de Ultrassom*.

Agradecimentos

Este parâmetro foi desenvolvido pelo AIUM em colaboração com o Colégio Americano de Radiologia (ACR) e a Sociedade de Radiologistas em Ultrassom (SRU).

Somos gratos aos muitos voluntários que contribuíram com seu tempo, conhecimento e energia para desenvolvendo este documento.

Subcomitês Colaborativos

AIUM

Yuko Kono, MD, PhD, FAIUM

Andrej Lyshchik, MD, PhD, FAIUM

ACR

Richard G. Barr, MD PhD, FAIUM

Wui K. Chong, MD, FAIUM

Mark E. Lockhart, MD, MPH, FAIUM

SRU

Harriet J. Paltiel, MD, FAIUM

AIUM Expert Advisory Group

David T. Fetzer, MD

Shuchi K. Rodgers, MD

Michelle L. Robbin, MD, MS, FAIUM

AIUM Clinical Standards Committee

Bryann Bromley, MD, chair, FAIUM

James M. Shwayder, MD, JD, vice chair, FAIUM

Nirvikar Dahiya, MD, FAIUM

Rob Goodman, MBBCh, MBA, BMSc

Rachel Bo-ming Liu, MD, FAIUM

Jean Spitz, MPH, CAE, RDMS, FAIUM

John Stephen Pellerito, MD, FAIUM

Referências

1. Shi W, He Y, Ding W, et al. Contrast-enhanced ultrasonography used for post-treatment responses evaluation of radiofrequency ablations for hepatocellular carcinoma: a meta-analysis. *Br J Radiol* 2016; 89:20150973.
2. Lekht I, Gulati M, Nayyar M, et al. Role of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in evaluation of thermal ablation zone. *Abdom Radiol (NY)* 2016; 41:1511–1521.
3. Tai CJ, Huang MT, Wu CH, et al. Contrast-enhanced ultrasound and computed tomography assessment of hepatocellular carcinoma after transcatheter arterial chemo-embolization: a systematic review. *J Gastrointest Liver Dis* 2016; 25:499–507.
4. Chi T, Usawachintachit M, Mongan J, et al. Feasibility of antegrade contrast-enhanced us nephrostograms to evaluate ureteral patency. *Radiology* 2017; 283:273–279.
5. Stang A, Keles H, Hentschke S, et al. Differentiation of benign from malignant focal splenic lesions using sulfur hexafluoride-filled microbubble contrast-enhanced pulse-inversion sonography. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193:709–721.
6. Yu X, Yu J, Liang P, Liu F. Real-time contrast-enhanced ultrasound in diagnosing of focal spleen lesions. *Eur J Radiol* 2012; 81: 430–436.
7. Luciano DE, Exacoustos C, Luciano AA. Contrast ultrasonography for tubal patency. *J Minim Invasive Gynecol* 2014; 21: 994–998.
8. Deganello A, Rafailidis V, Sellars ME, et al. Intravenous and intracavitary use of contrast-enhanced ultrasound in the evaluation and management of complicated pediatric pneumonia. *J Ultrasound Med* 2017; 36:1943–1954.
9. Lyshchik A, Kono Y, Dietrich CF, et al. Contrast-enhanced ultrasound of the liver: technical and lexicon recommendations from the ACR CEUS LI-RADS working group. *Abdom Radiol (NY)* 2018; 43:861–879.
10. Kambadakone AR, Fung A, Gupta RT, et al. LI-RADS technical requirements for CT, MRI, and contrast-enhanced ultrasound. *Abdom Radiol (NY)* 2018; 43:56–74.
11. Sidhu PS, Cantisani V, Dietrich CF, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in non-hepatic applications: update 2017 (long version). *Ultraschall Med* 2018; 39: e2–e44.
12. Gurtler VM, Sommer WH, Meimarakis G, et al. A comparison between contrast-enhanced ultrasound imaging and multislice computed tomography in detecting and classifying endoleaks in the follow-up after endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2013; 58:340–345.
13. Duran C, Beltran VP, Gonzalez A, Gomez C, Riego JD. Contrastenhanced voiding urosonography for vesicoureteral reflux diagnosis in children. *Radiographics* 2017; 37:1854–1869.
14. Paltiel HJ, Rupich RC, Kiruluta HG. Enhanced detection of vesicoureteral reflux in infants and children with use of cyclic voiding cystourethrography. *Radiology* 1992; 184:753–755.

15. Jakobsen JA, Oyen R, Thomsen HS, Morcos SK, Members of Contrast Media Safety Committee of European Society of Urogenital Radiology. Safety of ultrasound contrast agents. *Eur Radiol* 2005; 15:941–945.
16. Wei K, Mulvagh SL, Carson L, et al. The safety of Definity and Optison for ultrasound image enhancement: a retrospective analysis of 78,383 administered contrast doses. *J Am Soc Echocardiogr* 2008; 21:1202–1206.
17. Tang C, Fang K, Guo Y, et al. Safety of sulfur hexafluoride microbubbles in sonography of abdominal and superficial organs: retrospective analysis of 30,222 cases. *J Ultrasound Med* 2017; 36: 531–538.
18. Piscaglia F, Bolondi L, Italian Society for Ultrasound in Medicine and Biology Study Group on Ultrasound Contrast Agents. The safety of SonoVue in abdominal applications: retrospective analysis of 23,188 investigations. *Ultrasound Med Biol* 2006; 32: 1369–1375.
19. American College of Radiology. ACR manual on contrast media. American College of Radiology website. https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/Contrast_Media.pdf. Accessed September 17, 2018.
20. American College of Radiology. ACR-SPR practice parameter for the use of intravascular contrast media. American College of Radiology website. <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/PracticeParameters/IVCM.pdf>. Accessed October 1, 2018.
21. Rosado E, Riccabona M. Off-label use of ultrasound contrast agents for intravenous applications in children: analysis of the existing literature. *J Ultrasound Med* 2016; 35:487–496.
22. Yusuf GT, Sellars ME, Deganello A, Cosgrove DO, Sidhu PS. Retrospective analysis of the safety and cost implications of pediatric contrast-enhanced ultrasound at a single center. *AJR Am J Roentgenol* 2017; 208:446–452.
23. Riccabona M. Application of a second-generation US contrast agent in infants and children: a European questionnaire-based survey. *Pediatr Radiol* 2012; 42:1471–1480.
24. Darge K, Papadopoulou F, Ntoulia A, et al. Safety of contrast-enhanced ultrasound in children for non-cardiac applications: a review by the Society for Pediatric Radiology (SPR) and the International Contrast Ultrasound Society (ICUS). *Pediatr Radiol* 2013; 43:1063–1073.
25. Papadopoulou F, Ntoulia A, Siomou E, Darge K. Contrast-enhanced voiding urosonography with intravesical administration of a second-generation ultrasound contrast agent for diagnosis of vesicoureteral reflux: prospective evaluation of contrast safety in 1010 children. *Pediatr Radiol* 2014; 44:719–728.
26. Bracco Diagnostics. Lumason prescribing information. Bracco Diagnostics website; 2017. <https://www.drugs.com/pro/lumason.html>. AIUM Practice Parameter for the Performance of Contrast-Enhanced Ultrasound Examinations 8 *J Ultrasound Med* 2020; 9999:1–9 2
7. GE Healthcare. Optison prescribing information. GE Healthcare website; 2012. <https://promo.gelifesciences.com/gl/OPTISONIMAGING/howtouse.html>.
28. Haqshenas SR, Ford IJ, Saffari N. Modelling the effect of acoustic waves on nucleation. *J Chem Phys* 2016; 145:024315.

29. Hynynen K, McDannold N, Sheikov NA, Jolesz FA, Vykhodtseva N. Local and reversible blood-brain barrier disruption by noninvasive focused ultrasound at frequencies suitable for transskull sonications. *Neuroimage* 2005; 24:12–20.
30. Karshafian R, Bevan PD, Williams R, Samac S, Burns PN. Sonoporation by ultrasound-activated microbubble contrast agents: effect of acoustic exposure parameters on cell membrane permeability and cell viability. *Ultrasound Med Biol* 2009; 35:847–860.
31. Ferrara K, Pollard R, Borden M. Ultrasound microbubble contrast agents: fundamentals and application to gene and drug delivery. *Annu Rev Biomed Eng* 2007; 9:415–447.
32. Price RJ, Skyba DM, Kaul S, Skalak TC. Delivery of colloidal particles and red blood cells to tissue through microvessel ruptures created by targeted microbubble destruction with ultrasound. *Circulation* 1998; 98:1264–1267.
33. Miller DL, Quddus J. Diagnostic ultrasound activation of contrast agent gas bodies induces capillary rupture in mice. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000; 97:10179–10184.
34. Shigeta K, Itoh K, Ookawara S, Taniguchi N, Omoto K. Endothelial cell injury and platelet aggregation induced by contrast ultrasonography in the rat hepatic sinusoid. *J Ultrasound Med* 2004; 23:29–36.
35. ter Haar G. Safety and bio-effects of ultrasound contrast agents. *Med Biol Eng Comput* 2009; 47:893–900.
36. Chapman S, Windle J, Xie F, McGrain A, Porter TR. Incidence of cardiac arrhythmias with therapeutic versus diagnostic ultrasound and intravenous microbubbles. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 1099–1107.
37. American Institute of Ultrasound in Medicine. Statement on mammalian biological effects in tissues with naturally occurring gas bodies. American Institute of Ultrasound in Medicine website; 2015. <https://www.aium.org/officialStatements/6>