

Como Eu Faço Uso do Contraste Com Solução Salina Agitada no Ecocardiograma de Pacientes Pediátricos

My Approach to Agitated Saline Contrast in Pediatric Patients: Clinical Applications

Karen Saori Shiraishi Sawamura,^{1,2} Márcio Miranda Brito³

Universidade de São Paulo, Instituto da Criança,¹ São Paulo, SP – Brasil

Hospital Israelita Albert Einstein,² São Paulo, SP – Brasil

Universidade Federal do Norte do Tocantins,³ Araguaína, TO – Brasil

Resumo

O contraste com solução salina agitada é um método simples, seguro e amplamente disponível na ecocardiografia, sendo particularmente útil na população pediátrica para a investigação de shunts direita-esquerda e alterações vasculares pulmonares. Este artigo apresenta uma abordagem prática para o uso dessa técnica na ecocardiografia pediátrica. São revisados os princípios fisiológicos envolvidos, os aspectos técnicos relacionados ao preparo e à aquisição das imagens, bem como suas principais aplicações clínicas.

O que é o contraste com solução salina agitada?

O contraste com solução salina agitada consiste na administração intravenosa de solução fisiológica submetida à agitação vigorosa, processo que promove a formação de microbolhas a partir dos gases dissolvidos no fluido sob pressão hidrostática. Essas microbolhas apresentam diâmetro médio superior a 9 μm , o que impede sua passagem pelo leito capilar pulmonar em condições fisiológicas normais.¹

Após a injeção, ocorre opacificação imediata das cavidades direitas. As microbolhas possuem curta meia-vida, dissolvendo-se rapidamente ao atravessarem a circulação pulmonar. Dessa forma, em um sistema cardiopulmonar íntegro, não se observa sua presença nas cavidades esquerdas.

A detecção de microbolhas no átrio esquerdo (AE) ou no ventrículo esquerdo indica desvio do fluxo sanguíneo para além do leito capilar pulmonar, sendo compatível com a presença de *shunt* intracardíaco ou intrapulmonar. Em condições normais, as microbolhas (> 9 μm) não atravessam os capilares pulmonares e se dissolvem no pulmão. Assim, qualquer visualização de contraste no lado esquerdo do coração é considerada anormal e indica desvio do fluxo capilar habitual.

Palavras-chave

Ecocardiografia; Ecocardiografia de Contraste; Forame Oval Patente; Comunicação Interatrial; Síndrome Hepatopulmonar.

Correspondência: Karen Saori Shiraishi Sawamura •

Universidade de São Paulo Instituto da Criança. Av. Dr. Enéas Carvalho de

Aguiar, 647. CEP: 05403-000. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: kasaori@gmail.com

Artigo recebido em 25/03/2026; revisado em 06/04/2026; aceito em 06/04/2026

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20260041>

Qual plano ecocardiográfico deve ser utilizado?

Para a avaliação com solução salina agitada, o plano ecocardiográfico de escolha é o apical de quatro câmaras, por proporcionar visualização adequada do septo interatrial, minimizar artefatos de sombra sobre as cavidades esquerdas e facilitar a identificação da passagem de microbolhas do átrio direito (AD) para o AE.

Na impossibilidade de obtenção de janela apical satisfatória, o plano subcostal de quatro câmaras constitui alternativa apropriada, particularmente na população pediátrica, na qual essa janela frequentemente apresenta melhor qualidade de imagem.

A aquisição das imagens deve ser iniciada antes da chegada das microbolhas ao AD e mantida por, no mínimo, 10-20 batimentos cardíacos após a opacificação dessa câmara, a fim de permitir adequada análise temporal do aparecimento do contraste nas cavidades esquerdas. Recomenda-se a utilização da imagem harmônica para aumentar a sensibilidade do exame.² Além disso, quando factíveis, manobras fisiológicas, como Valsalva ou tosse, devem ser sincronizadas com a chegada do contraste ao AD, com o objetivo de ampliar a detecção de *shunts* direita-esquerda.

Como preparar a solução?

O preparo requer acesso venoso periférico em membro superior (preferencialmente o direito) e técnica padronizada para garantir a adequada formação das microbolhas.

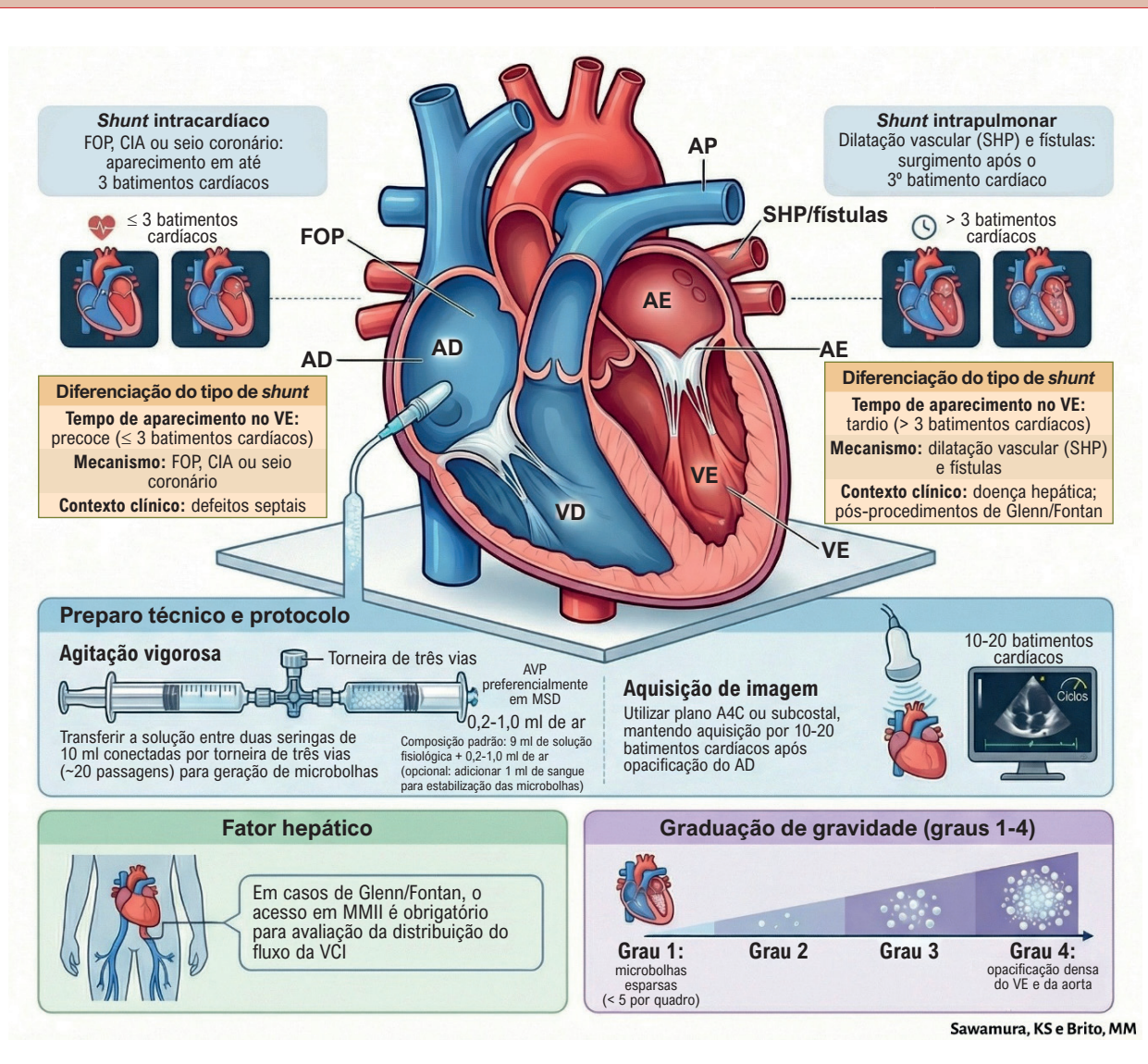
A técnica consiste na agitação vigorosa da solução por meio da transferência rápida do conteúdo entre duas seringas conectadas por torneira de três vias, aproximadamente 20 vezes, a fim de promover a formação adequada das microbolhas (Figura Central). Antes da administração intravenosa, deve-se descartar qualquer bolha de ar de maior calibre visível, garantindo maior segurança do procedimento.

A injeção deve ser realizada imediatamente após a agitação, uma vez que as microbolhas apresentam curta meia-vida.¹⁻³ À ecocardiografia, o contraste manifesta-se como material hiperecogênico nas cavidades direitas, permitindo a avaliação dinâmica de sua distribuição e eventual passagem para as cavidades esquerdas. As opções de preparo da solução recomendadas na pediatria estão descritas na Tabela 1.

Materiais

- Acesso venoso periférico (preferencialmente em algum dos membros superiores);

Figura Central: Como Eu Faço Uso do Contraste Com Solução Salina Agitada em Pacientes Pediátricos: Aplicações Clínicas



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2026;39(2):e20260041

AD: átrio direito; A4C: apical de quatro câmaras; AVP: acesso venoso periférico; CIA: comunicação interatrial; FOP: forame oval patente; MMII: membros inferiores; MSD: membro superior direito; SHP: síndrome hepatopulmonar; VCI: veia cava inferior; VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; VD: ventrículo direito; AP: artéria pulmonar.

Tabela 1 – Composição do contraste com solução salina agitada para ecocardiografia

Opção	Composição
A – Salina	9 ml de solução fisiológica (0,9%) + 0,2-1 ml de ar
B – Com sangue	8 ml de solução fisiológica (0,9%) + 1 ml de sangue + 0,2-1 ml de ar

Antes da administração intravenosa, deve-se descartar qualquer bolha de ar de maior calibre visível para garantir maior segurança do procedimento.

- Duas seringas de 10 ml;
- Torneira de três vias.

Principais indicações na ecocardiografia pediátrica

a) Investigação de *shunts* intracardíacos

A solução salina agitada é amplamente utilizada na ecocardiografia pediátrica para a investigação e caracterização de *shunts* intracardíacos, especialmente o forame oval patente (Figura 1) e a comunicação interatrial, incluindo defeitos do tipo seio coronário (Figura 2).²

O critério técnico fundamental para o diagnóstico de *shunt* intracardíaco é o aparecimento precoce de microbolhas nas cavidades esquerdas, geralmente até o terceiro batimento cardíaco após a opacificação do AD. Em pacientes sedados, pode-se realizar compressão abdominal breve para aumentar a sensibilidade do exame.

A técnica também auxilia na caracterização de anomalias venosas, como veia cava superior (VCS) esquerda persistente, seio coronário não coberto e fístulas arteriovenosas.^{4,5}

b) Síndrome hepatopulmonar (SHP) na pediatria

A SHP na população pediátrica ocorre no contexto de doença hepática ou hipertensão portal e caracteriza-se por dilatação vascular intrapulmonar, em parte mediada pelo aumento da produção de óxido nítrico. Esse processo leva à formação de microfístulas pulmonares e à alteração da relação ventilação-perfusão, permitindo a passagem

de sangue com baixa concentração de oxigênio para a circulação sistêmica.

O diagnóstico baseia-se na tríade composta por doença hepática de base, evidência de dilatação vascular intrapulmonar à ecocardiografia e aumento do gradiente alvéolo-arterial na gasometria. Clinicamente, manifesta-se predominantemente por hipoxemia de intensidade variável.^{6,7}

À ecocardiografia, observa-se aparecimento tardio das microbolhas nas cavidades esquerdas (> 3 batimentos cardíacos) (Figura 3). Esse padrão diferencia a SHP dos *shunts* intracardíacos, nos quais o contraste surge precocemente.⁷

c) Fístulas arteriovenosas no pós-operatório de Glenn/Fontan

No pós-operatório das cirurgias de Glenn/Fontan, a formação de fístulas arteriovenosas pulmonares está relacionada às alterações hemodinâmicas inerentes à fisiologia univentricular. A ausência de fluxo pulmonar pulsátil, a exclusão do fluxo hepático, com conseqüente privação do chamado “fator hepático”, e a elevação crônica da pressão venosa central promovem disfunção endotelial e remodelamento vascular pulmonar, favorecendo a formação de microfístulas.^{2,8}

Do ponto de vista clínico, esses pacientes podem apresentar cianose persistente ou progressiva. À ecocardiografia com solução salina agitada, o achado característico é o aparecimento tardio de microbolhas nas cavidades esquerdas, configurando padrão compatível com *shunt* intrapulmonar (Figura 4).

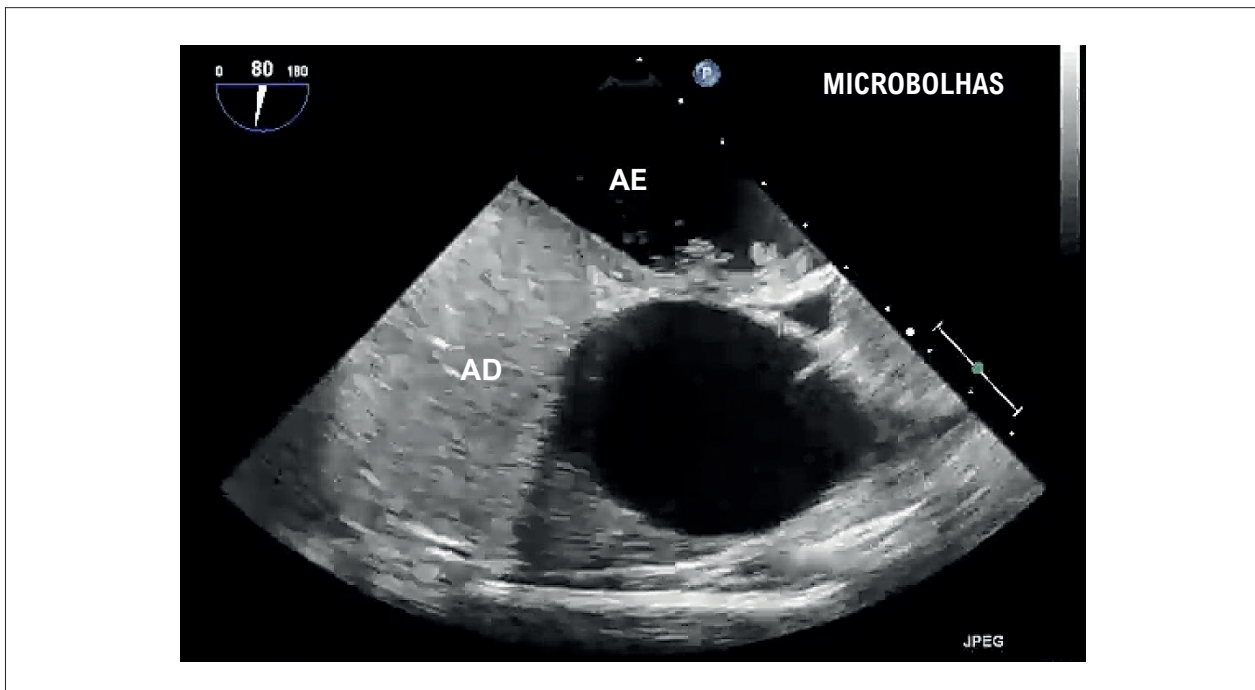


Figura 1 – Ecocardiografia transefágica demonstrando opacificação do AD após a infusão de contraste com solução salina agitada por acesso venoso periférico, com passagem precoce de microbolhas para o AE através de FOP. AD: átrio direito; AE: átrio esquerdo; FOP: forame oval patente.

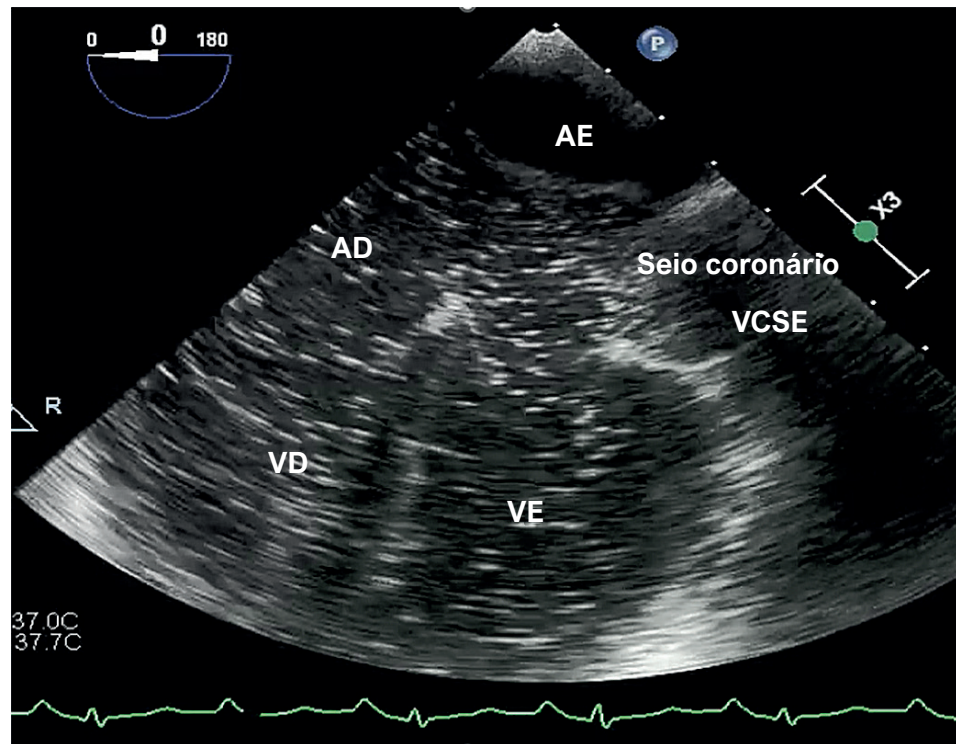


Figura 2 – Ecocardiografia transesofágica no plano de quatro câmaras após infusão de contraste com solução salina agitada por acesso venoso periférico em MSE, evidenciando opacificação do seio coronário, da VCSE e do VE, secundária à presença de CIA do tipo seio coronário. AD: átrio direito; AE: átrio esquerdo; CIA: comunicação interatrial; MSE: membro superior esquerdo; VCSE: veia cava superior esquerda; VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo.

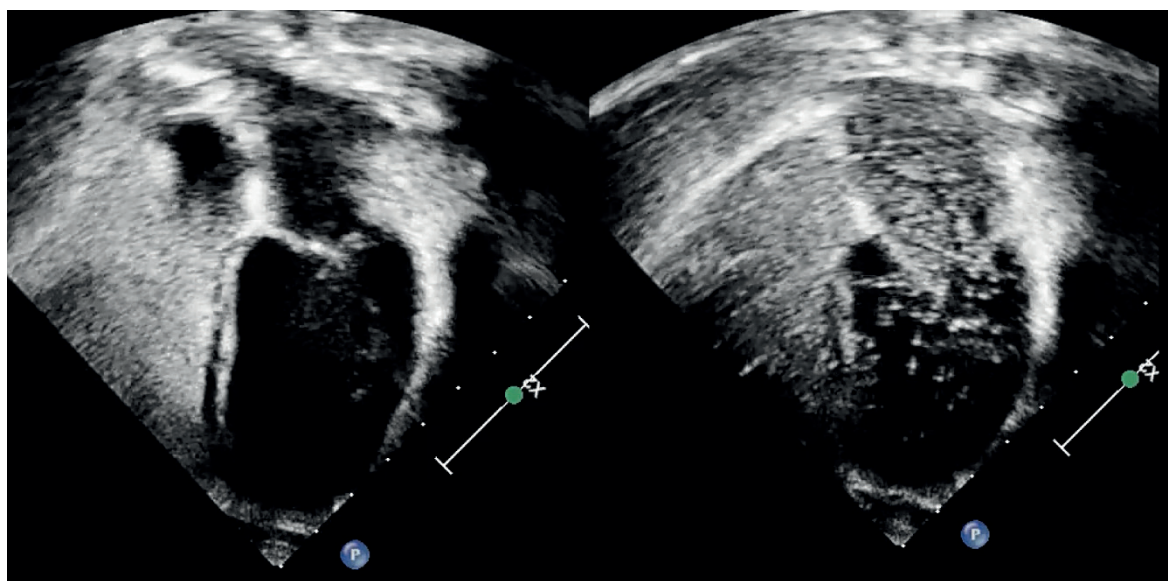


Figura 3 – Ecocardiografia transtorácica no plano apical de quatro câmaras, evidenciando aparecimento tardio de microbolhas (> 3 batimentos cardíacos) nas cavidades esquerdas após infusão de solução salina agitada por acesso venoso periférico.

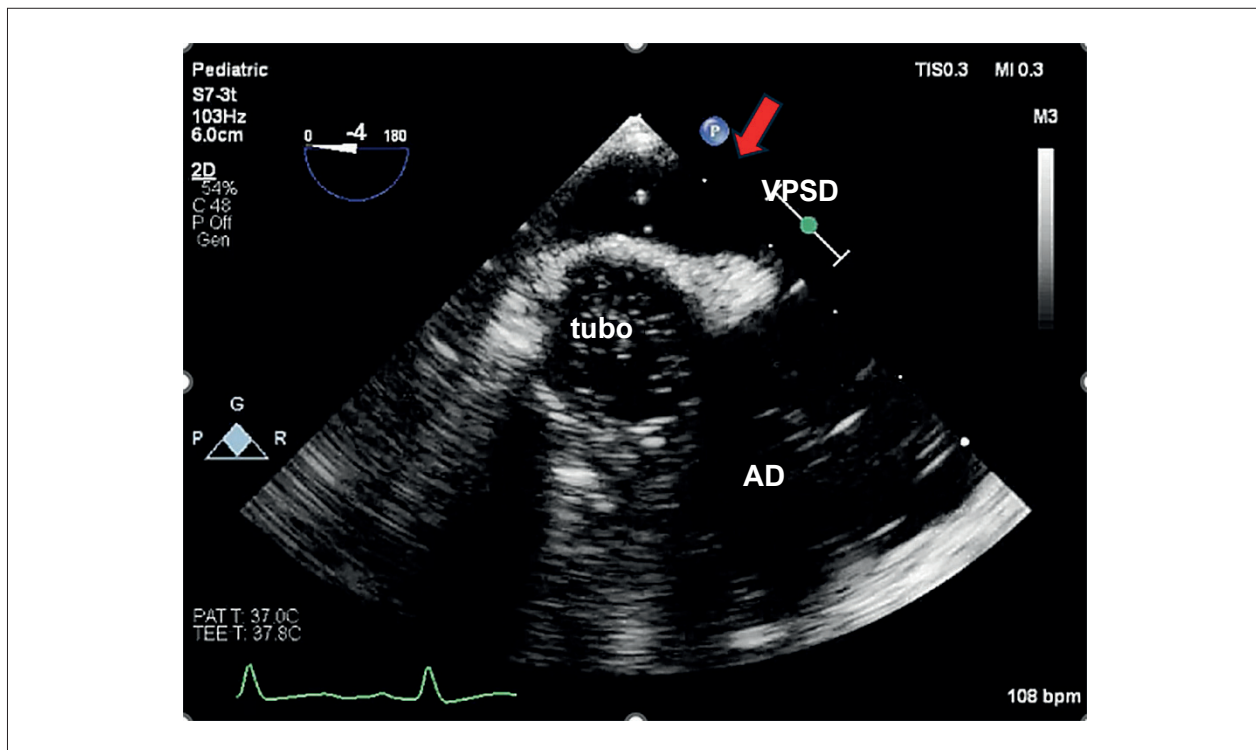


Figura 4 – Ecocardiografia transesofágica em paciente no pós-operatório de cirurgia de Fontan com tubo extracardiaco. A seta indica a VPSD, na qual se observam microbolhas provenientes da injeção de solução salina agitada por acesso venoso periférico, sugerindo a presença de microfistulas pulmonares. AD: átrio direito; VPSD: veia pulmonar superior direita.

A origem do *shunt* determina o local de injeção do contraste:⁹

- **Acesso em membros superiores (veias cefálica ou basílica)** permite avaliar a drenagem da VCS para as artérias pulmonares, sendo útil para a detecção de fístulas arteriovenosas pulmonares em casos de distribuição inadequada do fluxo;
- **Acesso em membros inferiores (veias safena ou femoral)** é mandatório para avaliar a distribuição do “fator hepático”. O aparecimento precoce de microbolhas nas cavidades esquerdas após injeção pela veia cava inferior confirma a presença de *shunt* intrapulmonar.

d) Pericardiocentese

A injeção de solução salina agitada pode ser utilizada durante a pericardiocentese para confirmar, sob orientação ecocardiográfica, o posicionamento adequado da agulha ou do cateter no espaço pericárdico, especialmente quando o aspirado é sanguinolento ou há dúvida quanto à localização do instrumento.

O aparecimento de microbolhas no espaço pericárdico após a injeção de 3-5 ml de solução salina agitada permite diferenciar o espaço pericárdico das câmaras cardíacas, como observado na Figura 5, reduzindo o risco de punção inadvertida de estruturas intracardiacas.¹⁰

Classificação

Gradação da gravidade:⁹

- **Grau 1:** presença de microbolhas esparsas no AE (< 5 bolhas por quadro);
- **Grau 2:** presença de 5-25 microbolhas no AE;
- **Grau 3:** mais de 25 microbolhas, sem preenchimento completo da cavidade;
- **Grau 4:** opacificação densa do AE, semelhante à das cavidades direitas, com visualização de contraste no ventrículo sistêmico e na aorta.

Diferenciação técnica entre *shunt* intracardiaco e intrapulmonar

A distinção baseia-se no tempo de aparecimento das microbolhas nas cavidades esquerdas (Tabela 2).

Conclusão

A solução salina agitada é um método simples, seguro e de elevada utilidade na ecocardiografia pediátrica. Permite a identificação e a diferenciação de *shunts* intracardiacos e intrapulmonares, a caracterização de anomalias venosas sistêmicas, a avaliação de alterações relacionadas à fisiologia univentricular e o suporte a procedimentos, como a pericardiocentese guiada por imagem.

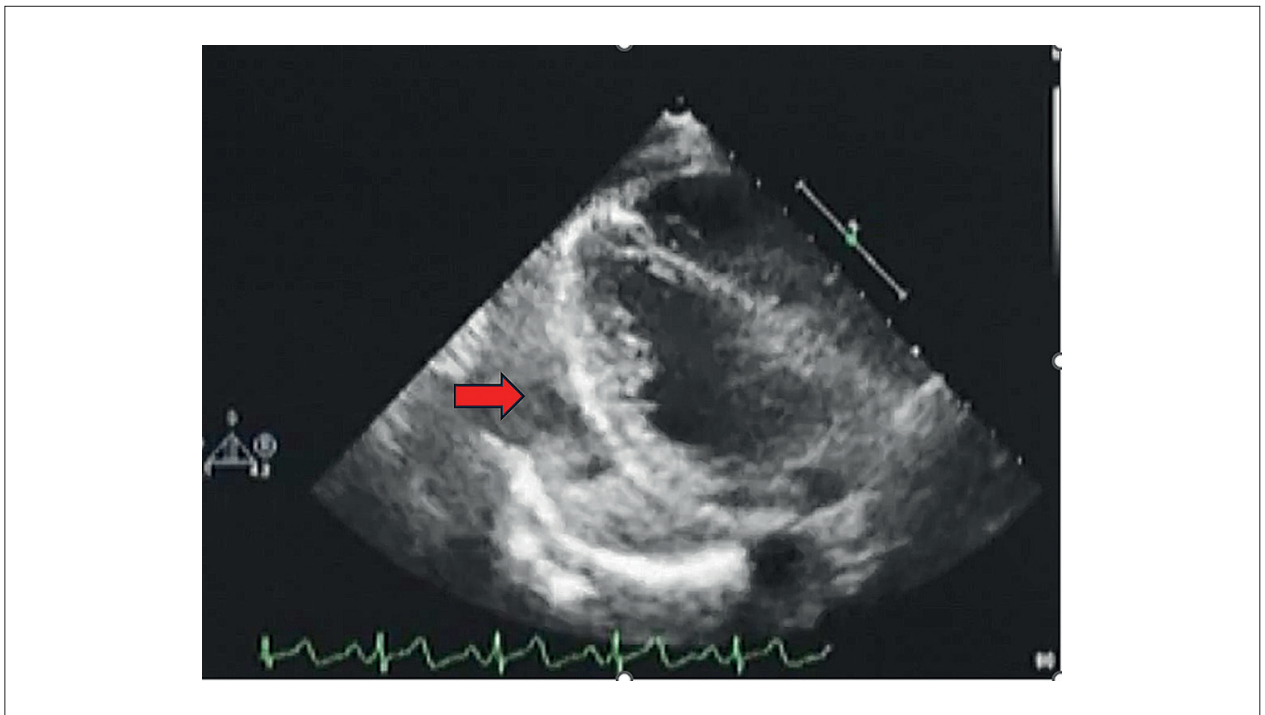


Figura 5 – Ecocardiografia transtorácica com infusão de solução salina agitada no espaço pericárdico para confirmação do posicionamento da punção.

Quando aplicada de forma criteriosa e com monitorização adequada, amplia a acurácia diagnóstica, contribui para maior segurança dos procedimentos e reduz a necessidade de métodos invasivos ou de maior custo, otimizando a tomada de decisão clínica.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Sawamura KSS, Brito MM.

Tabela 2 – Diferenciação técnica entre shunt intracardiaco e intrapulmonar

Característica	Shunt intracardiaco	Shunt intrapulmonar
Tempo de aparecimento no VE	Precoce (≤ 3 batimentos cardíacos)	Tardio ($> 3-6$ batimentos cardíacos)
Mecanismo	Comunicação intracardiaca	Dilatação vascular pulmonar, microfístulas
Exemplo clínico	FOP, CIA	SHP, pós-Glenn/Fontan

CIA: comunicação interatrial; FOP: forame oval patente; SHP: síndrome hepatopulmonar.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Uso de Inteligência Artificial

Durante a preparação deste trabalho, os autores usaram NotebookLM para criar a figura central. Após o uso desta ferramenta/serviço, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Gupta SK, Shetkar SS, Ramakrishnan S, Kothari SS. Saline Contrast Echocardiography in the Era of Multimodality Imaging--Importance of "Bubbling It Right". *Echocardiography*. 2015;32(11):1707-19. doi: 10.1111/echo.13035.
2. Lopez L, Saurers DL, Barker PCA, Cohen MS, Colan SD, Dwyer J, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Pediatric Transthoracic Echocardiogram: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2024;37(2):119-70. doi: 10.1016/j.echo.2023.11.015.
3. Porter TR, Abdelmoneim S, Belcik JT, McCulloch ML, Mulvagh SL, Olson JJ, et al. Guidelines for the Cardiac Sonographer in the Performance of Contrast Echocardiography: A Focused Update from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(8):797-810. doi: 10.1016/j.echo.2014.05.011.
4. Labovitz AJ, Noble VE, Bierig M, Goldstein SA, Jones R, Kort S, et al. Focused Cardiac Ultrasound in the Emergent Setting: A Consensus Statement of the American Society of Echocardiography and American College of Emergency Physicians. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(12):1225-30. doi: 10.1016/j.echo.2010.10.005.
5. Watzinger N, Brussee H, Fruhwald FM, Schumacher M, Zweiker R, Stoschitzky K, et al. Pericardiocentesis Guided by Contrast Echocardiography. *Echocardiography*. 1998;15(7):635-40. doi: 10.1111/j.1540-8175.1998.tb00661.x.
6. Rodríguez-Roisin R, Krowka MJ. Hepatopulmonary Syndrome--A Liver-Induced Lung Vascular Disorder. *N Engl J Med*. 2008;358(22):2378-87. doi: 10.1056/NEJMra0707185.
7. Brito MM, Seda J Neto, Fonseca EA, Pugliese R, Danesi VB, Candido HL, et al. Outcomes of Liver Transplantation in Pediatric Recipients with Cardiovascular Disease. *Pediatr Transplant*. 2018;22(1). doi: 10.1111/ptr.13081.
8. Bhatt AB, Foster E, Kuehl K, Alpert J, Brabeck S, Crumb S, et al. Congenital Heart Disease in the Older Adult: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2015;131(21):1884-931. doi: 10.1161/CIR.0000000000000204.
9. Rana BS, Thomas MR, Calvert PA, Monaghan MJ, Hildick-Smith D. Echocardiographic Evaluation of Patent Foramen Ovale Prior to Device Closure. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2010;3(7):749-60. doi: 10.1016/j.jcmg.2010.01.007.
10. Holmes DR Jr, Nishimura R, Fountain R, Turi ZG. Iatrogenic Pericardial Effusion and Tamponade in the Percutaneous Intracardiac Intervention Era. *JACC Cardiovasc Interv*. 2009;2(8):705-17. doi: 10.1016/j.jcin.2009.04.019.

