

# Lineamientos para el ecocardiografista en el desempeño en ecocardiografía de contraste: Actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía

(J Am Soc Echocardiogr 2014;27:797-810.)

**Palabras claves:** Ecocardiografía, Ecografista, Contraste, Imágenes

## Abreviaciones

**AMI:** Infarto agudo de miocardio  
**ASE:** Sociedad Americana de Ecocardiografía  
**CP:** Dolor precordial  
**FDA:** Administración de drogas y alimentos de Estados Unidos  
**IAC:** Comisión de Acreditación Intersocial  
**IV:** Intravenoso  
**LV:** Ventriculo izquierdo  
**LVO:** Opacificación del ventriculo izquierdo  
**MI:** Índice mecánico  
**PFO:** Foramen oval permeable  
**PHT:** Hipertensión pulmonar  
**RVSP:** Presión sistólica del ventriculo derecho  
**TEE:** Eco transesofágico  
**TTE:** Eco transtorácico  
**UCA:** Agente de contraste de ultrasonido

## TABLA DE CONTENIDOS

- I. Actualización en el conocimiento de la física del ultrasonido e instrumentación
- II. Actualización sobre política de administración de contraste y establecimiento de accesos venosos
- III. Actualización sobre Como y Cuando realizar ecocardiografía de contraste
  - Evaluación de la fracción de eyección y motilidad parietal regional del ventriculo izquierdo
  - Miocardiopatía Hipertrofia, variante apical
  - Ventriculo izquierdo no compactado
  - Evaluación de masas y trombos intracardiaco
  - Aneurisma vs pseudoaneurisma del ventriculo izquierdo
  - Otras anomalías del apex menos frecuentes
  - Evaluación del dolor precordial en el servicio de emergencia
- IV. Actualización sobre seguridad en inyección e infusión de contraste
  - Protocolos de respuesta a reacción anafiláctica
  - Uso de agentes de contraste para ultrasonido en Hipertensión Pulmonar
  - Seguridad en pacientes con foramen ova permeable y cardiopatías congénitas
- V. Componentes claves para optimizar el examen con contraste
- VI. Optimización de contraste salino para detección de shunt derecha a izquierda por ecotranstorácico y transesofágico
- VII. Futuro del desarrollo para contraste ecografico
- VIII. Iniciativas recomendadas
  - Notificación y descargo de responsabilidad
  - Datos complementarios
  - Referencias
  - Apendice

En el 2001, la Sociedad Americana de Ecocardiografía (ASE) publicó un documento de posición que proporcionaba las directrices para la realización de ecocardiografía de contraste para el ecografista.<sup>1</sup> El documento se centraba en el rol del ecografista en cuatro áreas específicas: comprensión de la física de las microburbujas y la instrumentación del ultrasonido, reconocimiento de las indicaciones para el uso de medios de contraste, establecimiento de las ventajas de un acceso intravenoso (EV) si es necesario, y el desarrollo de políticas escritas para la infusión o inyección de agentes de contraste.<sup>1</sup> Es el propósito de este trabajo actualizar a los ecografistas sobre la evolución en estas cuatro áreas y ofrecer consejos útiles que ayuden a optimizar el uso de medios de contraste en el laboratorio de ecocardiografía. Esto incluirá el uso óptimo tanto de solución salina como de medios de contraste en el lado izquierdo, así como información de seguridad y políticas recomendadas para el uso de contraste del lado izquierdo.

## I. ACTUALIZACIÓN EN EL CONOCIMIENTO DE LA FÍSICA DEL ULTRASONIDO E INSTRUMENTACIÓN

Desde el documento del 2001, han ocurrido progresos considerables en el área de la mejora en la visualización de los agentes de contraste de ultrasonido (UCA) disponibles en el mercado para la opacificación (LVO) y perfusión del ventrículo izquierdo (VI). Con respecto a los detalles sobre la composición de microburbujas disponibles en el mercado y física de las mismas, por favor refiérase a la sección “Agentes de Contraste” y “Contraste específico para imágenes de ultrasonido” del consenso ASE 2008.<sup>2</sup> El realce de contraste para LVO utilizando la imagen armónica de bajo índice mecánico (MI) ha estado disponible en todos los sistemas de ultrasonido comercializados en la última década, y la técnica con muy bajo MI en tiempo real está disponible en casi todos los sistemas actuales del mercado. Por definición, muy bajo MI representa valores  $<0,2$ , bajo MI  $<0,3$ , intermedio MI de  $0,3$  a  $0,5$ , y alto MI siempre que se supere  $0,5$ . Las técnicas con muy bajo MI en tiempo real permiten una mejor detección de microburbujas dentro de la cavidad del ventrículo izquierdo y miocardio.<sup>2</sup> Aunque la imagen de perfusión miocárdica no es una indicación aprobada para los UCA, esta técnica de imagen de muy bajo MI se ha utilizado en múltiples estudios clínicos para examinar la perfusión y mejorar la detección de enfermedad arterial coronaria tanto en el departamento de emergencias como durante la prueba de estrés, y mejorar la evaluación diagnóstica de masas cardíacas. Por lo tanto, los ecografistas deben estar familiarizados con las ventajas y desventajas de cada método de imagen con contraste (Tabla 1) y la física relacionada con cada técnica (Figura 1).

Tabla 1

Tabla 1 Comparacion de diferentes tecnicas de imagen con bajo MI				
Descriptor	Fabricante	Tecnica de cancelacion tisular	Ventajas	Desventajas
Doppler pulso invertido y muy bajo MI #	Transductores Philips Sonos/iE33 Toshiba Aplio/Xario GE 1.5-1.6 y 1.7 Mhz	Polaridad alterna	Alta resolucion	Atenuacion y rango dinamico
Modulacion de potencia y muy bajo MI#	Transductores Philips Sonos/iE33 GE 2.1 y 2.4 Mhz	Amplitud alterna	Alta sensibilidad	Resolucion, calidad de imagen y rango dinamico
Secuencia de contraste de pulsos y muy bajo MI#	Siemens Acuson	Tanto polaridad como amplitud alterna	Calidad de imagen y alta sensibilidad	Atenuacion y rango dinamico
Armonica con bajo MI (LVO)&	Todos	Modo B, sin cancelacion	Calidad de imagen	Reduccion de sensibilidad al contraste, remolino apical, y ausencia perfusion

# Muy bajo MI,  $<0.2$   
& Bajo MI,  $<0.3$

Figura 1

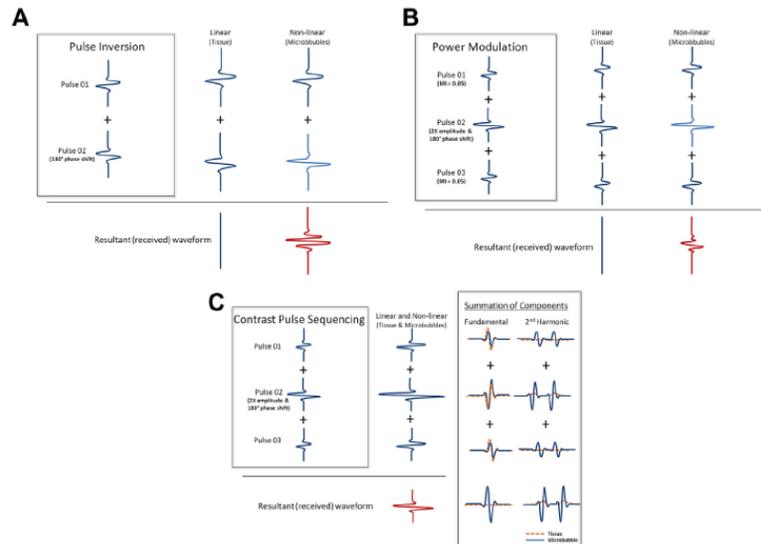


Figura 1 Demostración de las diferentes técnicas de cancelación tisular usando imágenes con muy bajo MI para realizar contraste de microburbujas y eliminar señales del tejido.

**Doppler pulso invertido** (originalmente desarrollado por Advanced Technology Laboratories, ahora utilizado por GE Healthcare, Little Chalfont, United Kingdom) es una técnica de cancelación tisular que supera los artefactos de movimiento mediante el envío de múltiples pulsos de polaridad alternante dentro de la cavidad y el miocardio. Aunque el doppler de pulso invertido proporciona una excelente supresión de tejido y alta resolución por recibir sólo los armónicos de orden par, existe una atenuación significativa, sobre todo en los segmentos miocárdicos basales en la ventana apical.

**Modulación de potencia** (originalmente desarrollado por Philips Medical Systems, Andover, MA) es una técnica que mejora la relación señal-ruido a muy bajo MI (0,05-0,20). Esta técnica también utiliza la supresión por multipulsos, sólo que aquí, la potencia, o amplitud, de cada pulso es lo que varía. Los pulsos de baja potencia crean una respuesta lineal, mientras que los pulsos ligeramente más altos generan una respuesta lineal a partir de tejido, pero no lineal desde microburbujas. Las respuestas lineales a partir de dos pulsos diferentes (el pulso de baja potencia amplificado y el pulso de potencia ligeramente más alto) se pueden restar el uno del otro. El transductor entonces sólo detecta el comportamiento no lineal, que proviene exclusivamente a partir de las microburbujas. La modulación de potencia también detecta comportamiento no lineal fundamental, pero no tiene la resolución y calidad de imagen que ofrece la inversión de pulso.

**Secuencia de pulsos de contraste** (originalmente desarrollado por Siemens Medical Solutions EE.UU., Mountain View, CA) combina estas técnicas multipulso por fase interpulsos y modulación de amplitud, que aunque más compleja tiene el propósito de mejorar la actividad no lineal de microburbujas a un bajo MI y anular la respuesta lineal tisular. Las imágenes de contraste con cada secuencia específica de pulsos puede ser usada con muy bajo MI (<0,2) para evaluar LVO y perfusión miocárdica con contraste en tiempo real con excelente

resolución espacial. Los ecografistas deben ser conscientes de las variaciones en los esquemas de secuencia de pulsos y usarlos si están disponible siempre que se requiera de contraste (Tabla 1). La ventaja, en comparación con la imagen en modo B y armónica de bajo MI (LVO), es que hay una mejor cancelación de tejido y mejoría en el contraste de las microburbujas. Sin embargo, no todos los proveedores tienen disponible en tiempo real software de imágenes con muy bajo MI, y ante esta situación, se debe utilizar la imagen armónica con bajo MI (<0,3).

Este documento proporciona instrucciones sobre cómo setear imágenes en tiempo real con muy bajo MI, con ejemplos específicos proporcionados en vídeos, así como los posibles artefactos. El grupo de redacción recomienda que los ecografistas que recién se inician en la utilización de los UCA, o que no disponen de software con muy bajo MI, comiencen con los métodos de imagen con armónica de bajo MI descritas en la Tabla 1. Nosotros reconocemos que la experiencia es un factor crítico en el desempeño de cualquier aspecto de la ecografía, y recomendamos a todos los lugares que trabajen con los agentes de contraste disponibles en su zona para optimizar el contraste con técnicas de imagen de bajo MI y con sus proveedores de ultrasonido sobre cómo utilizar eficazmente el software de imágenes de muy bajo MI en tiempo real.

## **II. ACTUALIZACIÓN SOBRE POLÍTICA DE ADMINISTRACIÓN DE CONTRASTE Y ESTABLECIMIENTO DE ACCESOS VENOSOS**

Se reconoce que el establecimiento del acceso IV sigue siendo uno de los mayores obstáculos para la administración de UCA en los laboratorios de ecocardiografía. Debido a que los UCA son fundamentales para mejorar la detección de anomalías en la contractilidad regional y mejorar la detección de la señal doppler, es esencial que los ecografistas trabajen en conjunto con la administración hospitalaria y se realice un “programa de contraste” que promueva su uso en estudios técnicamente difíciles. En agosto de 2012, la Comisión de Acreditación Intersocial (IAC) dio a conocer oficialmente las nuevas normas y directrices para la acreditación en ecocardiografía del adulto.<sup>3</sup> Estas guías exigen que todos los sistemas de ultrasonidos cardiacos tengan la configuración para permitir el uso óptimo de los UCA. También se recomienda el uso de UCA para todos los estudios con una calidad de imagen subóptima y se requiere una política o procedimiento que permita una imagen alternativa para estudios subóptimos. Varios programas de cardiología clínica han puesto en práctica políticas para el uso de los UCA que ayudan a los ecografistas en el cumplimiento de las directrices actuales según la IAC. Esta actualización vuelve a enfatizar la declaración del 2001 que la ASE apoya la formación IV para ecografistas en hospitales y clínicas. Este entrenamiento requiere el conocimiento de técnicas de asepsia, anatomía venosa, sitios adecuados de acceso, riesgo para los pacientes, y la aprobación del hospital para realizar la técnica.

Para optimizar la calidad ecocardiográfica y mejorar la atención del paciente mediante la reducción de procedimientos adicionales innecesarios, los UCA deben ser utilizados solo cuando estén indicados, y los ecografistas deben contar con pleno apoyo hospitalario para cumplir con las recomendaciones IAC. En el

**Apéndice** se describen los distintos métodos utilizados por los hospitales para desarrollar protocolos de contraste que permiten el uso racionalizado de los UCA, afectando mínimamente el rendimiento del hospital.

### III ACTUALIZACION SOBRE COMO Y CUANDO REALIZAR ECOCARDIOGRAFIA DE CONTRASTE

Los UCA deben utilizarse siempre que existan imágenes subóptimas para la cuantificación de los volúmenes de cámara, fracción de eyección y evaluación de la motilidad regional (véase cuadro 3 del consenso ASE<sup>2</sup>). Una imagen subóptima se define como la incapacidad para detectar dos o más segmentos contiguos en cualquiera de las 3 ventanas apicales. La evaluación del flujo doppler con UCA se debe realizar en aquellos estudios de reposo o esfuerzo si las señales espectrales para cuantificar velocidades y gradientes son inadecuadas. La mejora del doppler con UCA puede ser aprovechada en los mismos estudios en los que se utilizaron para mejorar la LVO.

El grupo de redacción recomienda que los usuarios se familiaricen tanto con técnicas en bolo como con métodos de infusión continua descritas en el **Apéndice**. La inyección en bolo puede dar lugar a una atenuación severa de la cavidad ventricular izquierda, que necesita tiempo para resolverse. Si se va a utilizar un bolo, se recomienda administrarlo como una dosis diluida de 0,5 ml de Definity (Lantheus Medical Imaging, North Billerica, MA) (un vial en 8,5 ml de solución salina) o como una dosis de 0,3 ml sin diluir de Optison (GE Healthcare, Little Chalfont, United Kingdom). En cada caso, se lavará con solución salina aproximadamente 3 ml durante 10 seg. Dependiendo de la indicación para el uso de agentes de contraste, el ecografista deberá optimizar el MI para mejorar la detección del agente de contraste en áreas específicas. La administración del agente de contraste debe hacerse con armónica de bajo MI o con el software de muy bajo MI en tiempo real descrito en la Tabla 1, no con la imagen básica. El **Apéndice** describe las técnicas de administración utilizadas por los diferentes miembros del grupo redactor tanto para inyecciones en bolo como infusión continua. En general, la imagen con armónica de bajo MI requiere reducir el MI a <0,3 mientras que en la imagen en modo armónica administrar pequeños bolos (como se describió anteriormente) seguido de un lavado salino lento (3-5 ml durante 5-10 segundos). Las técnicas de imagen con muy bajo MI en tiempo real eliminan o reducen las señales valvulares y miocárdica en ausencia de contraste. Breves lavados con alto MI (de 3 a 10 fotogramas) se pueden utilizar para limpiar contraste del miocardio o masas intracardiacas, para analizar la velocidad a la que el contraste rellena estas áreas. La reposición de contraste del miocardio en reposo debe ocurrir dentro de los 4 seg, mientras que en estrés debe hacerlo dentro de los 2 seg (véase la sección V). El ajuste de compensación del tiempo de ganancia debe ser realizado en condiciones de reposo para que aparezca el miocardio y LVO desde la base hasta el apex, que requiere típicamente un ligero ajuste en alza de los potenciómetros en el campo cercano (o ajuste de compensación del tiempo de ganancia del campo cercano). Configuraciones específicas para los ecografistas en diferentes escenarios se describen a continuación.

El sitio web ContrastZone de la ASE (<http://www.contrastzone.com>) tiene consejos e instrucciones para el uso de contraste para mejorar la LVO.

## **Evaluación de la fracción de eyección y motilidad parietal regional del VI**

Este entorno clínico incluye tanto situaciones en las que se requiere una valoración precisa de la fracción de eyección (por ejemplo, quimioterapia) como cuando la visualización del endocardio es decisivo (evaluación del dolor de pecho [CP] o durante la ecocardiografía de estrés). En este contexto, una técnica de infusión de contraste o bolo/lavado lento se debe utilizar para garantizar una LVO óptima sin sombra de los segmentos basales o remolinos del agente de contraste en el apex ventricular izquierdo. Los remolinos se pueden evitar mediante el uso de técnicas en tiempo real con muy bajo MI o utilizando una densidad de escaneo inferior en el campo cercano con imagen de armónica con bajo MI. Los estudios multicéntricos han hecho hincapié en el uso de un bajo MI ( $<0,3$ ) para lograr la total opacificación del apex para optimizar la detección de anomalías de la contractilidad regional y cuantificar la fracción de eyección.<sup>4</sup> Se recomienda que tanto el análisis de motilidad regional y cuantificación de los volúmenes no se harán hasta que se logre la plena opacificación del ventrículo izquierdo sin remolino apical o atenuación de los segmentos basales. Aunque las imágenes de perfusión no son una indicación aprobada, la detección de aumento de contraste miocárdico después de breves impulsos de alto MI se correlaciona con anomalías del flujo sanguíneo miocárdico y puede mejorar la detección de anomalías de la motilidad del subendocardio utilizando la misma infusión o bolo/lavado lento para optimizar la LVO.<sup>2</sup>

### **Cardiomiopatía hipertrofica, variante apical**

La variante apical de la hipertrofia asociada con cardiomiopatía hipertrófica está presente en aproximadamente el 7% de los pacientes afectados, pero podría no ser detectada por ecocardiografía transtorácica de rutina, debido a la visualización incompleta del borde endocárdico apical.<sup>2</sup> Cuando se sospecha la miocardiopatía hipertrófica apical, pero no se puede documentar o excluir claramente, se debe realizar un estudio con contraste. Si la miocardiopatía hipertrófica apical está presente, la característica forma “de pala” de la cavidad del ventrículo izquierdo, con marcado engrosamiento de la pared del miocardio apical, es claramente evidente en las imágenes con contraste.<sup>5</sup>

### **VI no compactado**

La no compactación del miocardio es una anomalía infrecuente, pero cada vez más reconocida, que puede conducir a insuficiencia cardíaca y muerte.<sup>2</sup> Esto se debe a alteraciones de la estructura miocárdica con engrosamiento, segmentos hipocinéticos que constan de dos capas: una delgada, de miocardio subepicárdico compactado, y otra más gruesa, de miocardio subendocárdico no compactado. Cuando se sospecha LV no compactado pero la visualización es inadecuada con imagen bidimensional convencional, los característicos recesos profundos intertrabeculares de la capa no compactada pueden ser identificados por la visualización de contraste intracavitario entre las prominentes trabeculaciones.<sup>6</sup> En este contexto, se recomienda que se utilice un ajuste intermedio del MI de la armónica (es decir, 0,3-0,5) en lugar de la imagen de rutina con bajo MI, para delimitar con mayor claridad las trabéculas

(VIDEO 1, disponible en [www.onlinejase.com](http://www.onlinejase.com)). Aunque se utilizan varios criterios distintos para el diagnóstico de esta enfermedad, el grupo de redacción recomienda una relación no compactado/compactado > 2:1 al utilizar contraste.

### **Evaluación de masas intracardiacas y trombos en LV**

Los trombos en LV se encuentran más comúnmente en el apex.<sup>2</sup> Un trombo apical puede ser difícil de definir con claridad, o descartarlo, sobre todo si el apex está muy acortado o existe un artefacto en el campo cercano. El uso de los UCA reduce la probabilidad de angulación del ventrículo izquierdo, lo que permite la visualización completa del apex y la detección del “defecto de llenado” típico de un trombo, que de otro modo podría pasar desapercibido.<sup>7</sup> En un estudio reciente de pacientes con alto riesgo de trombosis a causa de un infarto de miocardio o insuficiencia cardíaca, la ecocardiografía de contraste casi duplicó la sensibilidad (61% vs 33%,  $p < 0,05$ ) y tuvo una mayor precisión (92% vs 82%,  $p < 0,01$ ) en comparación con la ecocardiografía sin contraste para la detección de trombos en LV, de los cuales 75% eran apicales.<sup>8</sup> En este estudio, la ecocardiografía con contraste y la cine resonancia magnética coincidieron en el diagnóstico de trombos ( $k = 0,79$ ,  $p < 0,001$ ), aunque la prevalencia de estos fue inferior en la ecocardiografía de contraste que en la resonancia magnética cardíaca con realce tardío ( $p < 0,05$ ). Estos trombos que se detectaron por realce tardío en resonancia magnética cardíaca, pero no por ecocardiografía con contraste, tenían más probabilidades de tener una configuración mural o pequeño volumen ( $p < 0,05$ ). El grupo redactor recomienda que los agentes de contraste de ultrasonido se pueden utilizar para la evaluación de trombos intracavitarios cada vez que el ápex del LV no se visualice claramente en un examen sin contraste en pacientes con función sistólica severamente deprimida.

Para diferenciar un trombo de un tumor intracardiaco, la imagen de perfusión con muy bajo MI en tiempo real con lavado a alto MI debe utilizarse si está disponible.<sup>9</sup> Los trombos son avasculares y no muestran ningún realce después de un lavado con alto MI, a diferencia de los tumores, que pueden ser pobremente (tumores estromales benignos, como el mixoma) o altamente (tumores malignos) vascularizados y mostrar grados proporcionales de perfusión tras el lavado en imágenes con muy bajo MI en tiempo real (Videos 2-4, disponible en [www.onlinejase.com](http://www.onlinejase.com)). Si el software en tiempo real con muy bajo MI no está disponible, la imagen con armónica con bajo MI ( $< 0,3$ ) se puede implementar para visualizar si el realce de contraste está ocurriendo dentro de la masa y ayudar en la diferenciación de las masas cardíacas.

### **Aneurisma vs pseudoaneurisma del LV**

El aneurisma del LV, una complicación a menudo asintomática de un infarto de miocardio, es la anomalía apical del LV más común.<sup>2</sup> Se caracteriza por un apex de paredes delgadas y dilatado, que puede estar acinético o discinético. Estos resultados se suelen visualizar fácilmente con las imágenes ecocardiográficas. Sin embargo, si el apex está oblicuado y no puede visualizarse completamente, un aneurisma apical puede pasar desapercibido. Los UCA pueden facilitar la visualización de anomalías de la contractilidad apical,

siempre que se minimice la angulación del mismo. Además, anomalías asociadas (tales como un trombo apical del LV) pueden no ser visibles hasta que se utilice los UCA. El uso de los UCA por un ecografista para detectar un aneurisma apical o un trombo también requiere el uso de ventanas tanto paraesternal como apical para delinear la extensión de la anomalía y obtener una buena definición del apex. Del mismo modo, un pseudoaneurisma se puede distinguir de un aneurisma utilizando contraste al demostrar un cuello estrecho y un llenado sistólico del saco pseudoaneurismático.<sup>10</sup> El video 5 (disponible en [www.onlinejase.com](http://www.onlinejase.com)) muestra un ejemplo de cómo se llena con contraste un pseudoaneurisma apical e inferior en sístole. Ambos casos fueron confirmados en la cirugía.

### Otras anomalías del apex poco frecuentes

Una caracterización típica de trombo y material necrótico en uno o ambos ápices ventriculares, sin anomalía subyacente de la motilidad parietal y perfusión conservada con contraste, se puede ver en la fibrosis endomiocárdica (Figura 2).

Figura 2

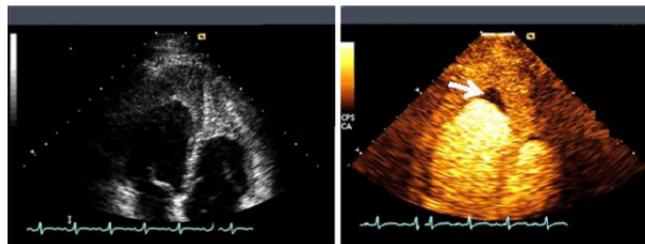


Figura 2 Imágenes sin contraste (izquierda) y con realce de contraste con muy bajo MI en tiempo real de un paciente con una masa apical en quien se delimita una imagen con muy bajo MI en tiempo real tanto en perfusión como sin ella debido a fibrosis endomiocárdica con formación de trombo (flecha).

La cardiomiopatía inducida por estrés (Takotsubo) afecta con mayor frecuencia la región media y apical del ventrículo izquierdo, con una distribución que no es característica de la enfermedad coronaria (Figura 3). El aspecto clásico del ventrículo izquierdo en este trastorno se puede caracterizar y apreciar mejor cuando este es opacificado con agentes de contraste.<sup>11</sup> Por otra parte, la demora de la perfusión miocárdica, pero presente, en los segmentos afectados puede ayudar a diferenciar la cardiomiopatía inducida por estrés de la enfermedad coronaria epicárdica. Este es un hallazgo diagnóstico importante, especialmente en mujeres posmenopáusicas que se presentan con un síndrome coronario agudo, asociado no infrecuentemente con disfunción renal u otras contraindicaciones relativas para la angiografía.<sup>11</sup>

Figura 3

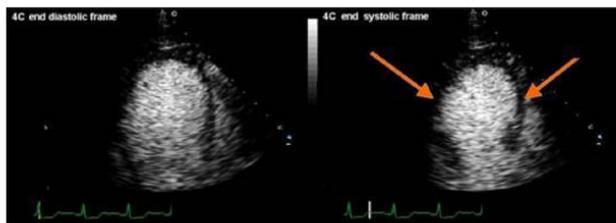


Figura 3 La cavidad LV realzada con contraste ayuda a delinear el extenso trastorno de motilidad apical (flechas) asociado con Síndrome de Takotsubo. La imagen de fin de diástole esta a la izquierda y la de fin de sístole a la derecha. Esto es una vista de 4 cámaras invertida, y por lo tanto el ventrículo izquierdo esta del lado izquierdo de la imagen.

## **Evaluación del dolor precordial (CP) en el servicio de emergencias**

El CP agudo es uno de los síntomas que se presentan más comúnmente en un servicio de emergencia. Las causas de este síntoma pueden variar desde problemas musculoesqueléticos benignos hasta condiciones que amenazan la vida tales como infarto agudo de miocardio (IAM), disección aórtica, o embolia pulmonar aguda. De estas causas “graves” de CP, el IAM es el más frecuente.<sup>12,13</sup> Hacer un diagnóstico precoz del IAM, sin embargo, puede ser difícil, debido a que la historia clínica, exploración física, electrocardiograma y la radiografía de tórax tienen poca sensibilidad. Los biomarcadores cardíacos en suero son actualmente el principal método utilizado para determinar si un paciente presenta un IAM, pero no se liberan en el suero hasta algunas horas después de la aparición de los síntomas.<sup>14</sup> La ecocardiografía se puede utilizar para detectar un paciente con síndrome coronario agudo, porque incluso después de una oclusión coronaria breve (5-15 minutos), la función sistólica regional se deteriora.<sup>15</sup> Más importante aún, la ausencia de una anomalía segmentaria en el engrosamiento de la pared puede excluir la causa isquémica del CP. Una función regional normal identifica una población de bajo riesgo con una tasa de eventos adversos a 24 horas de sólo el 0,4%.<sup>16</sup> Los pacientes con función regional anormal tienen una probabilidad seis veces mayor de tener eventos tempranos en comparación con aquellos con función normal.<sup>17,18</sup>

Por lo tanto, para ecografistas, el uso de UCA en pacientes con CP es útil para alcanzar una sensibilidad óptima para detectar incluso pequeñas anomalías del engrosamiento parietal. El uso de los UCA ha demostrado una mejoría significativa en la detección de una nueva anomalía segmentaria.<sup>11,19</sup> Es el rol del ecografista evaluar rápidamente todos los segmentos de la pared del LV en pacientes con sospecha de síndrome coronario agudo; sin embargo, se debe tener en mente que si dos segmentos contiguos no se pueden visualizar, la motilidad parietal debe ser evaluada con UCA. Un ejemplo de anomalía en el movimiento de la pared lateral detectado sólo con imágenes contrastada con muy bajo MI se demuestra en el vídeo 6 (disponible en [www.onlinejase.com](http://www.onlinejase.com)). El uso de imágenes con muy bajo MI en tiempo real en pacientes con CP añade información diagnóstica y pronóstica adicional al proporcionar simultáneamente datos de perfusión. Si se observa la reposición completa de contraste dentro de los 4 segundos en un segmento con trastorno de motilidad regional (por ejemplo, perfusión normal), identifica a un paciente con riesgo intermedio para eventos cardíacos comparado con una situación de alto riesgo en los cuales existen tanto una anomalía regional de la perfusión (demora en la reposición de contraste) y una alteración de la motilidad parietal.<sup>16,17</sup>

## **IV. ACTUALIZACIÓN SOBRE SEGURIDAD EN INYECCIÓN E INFUSIÓN DE CONTRASTE**

Uno de los acontecimientos más importantes desde que se publicaron las guías de contraste ecográfico fue la emisión de una advertencia por la Food and Drug Administration (FDA) sobre Optison y Definity en octubre del 2007 y una serie posterior de revisiones. La advertencia inicialmente recomienda que los pacientes con alto riesgo de o con hipertensión pulmonar (PHT) o condiciones

cardiopulmonares inestables deben ser estrechamente monitorizados hasta 30 minutos después de recibir inyecciones de UCA. La FDA también requiere que los fabricantes realicen estudios clínicos prospectivos adicionales que evalúen la seguridad de los UCA aprobados y sus efectos sobre la hemodinamia pulmonar en pacientes con y sin PHT. Desde que se emitió esta advertencia, se han producido una serie de publicaciones que confirman la seguridad tanto de Optison como Definity.<sup>20,23</sup> Varias contraindicaciones fueron removidas de Definity y Optison en mayo del 2008, aunque todavía se requiere del monitoreo para los pacientes con PHT y síndromes cardiopulmonares inestables. Este requisito de monitoreo para PHT y síndrome cardiopulmonar inestable también fue eliminado en el 2011 después de la finalización de los estudios de seguridad en este entorno específico (véase más adelante). Además, se retiró el comunicado que indicaba que la utilidad y seguridad del UCA no se había demostrado en la ecocardiografía de estrés, lo que implica su utilidad y seguridad durante esta prueba.

El etiquetado actual de la FDA es el siguiente: “reacciones cardiopulmonares graves, incluyendo fatalidades, han ocurrido excepcionalmente durante o después de la administración de microesferas de perflutren encapsulado. La mayoría de las reacciones graves se produce dentro de los 30 minutos de su administración. Evaluar todos los pacientes para detectar la presencia de cualquier condición que impida la administración de Definity/Optison. Siempre disponer de manera rápida de un equipo y personal capacitado en reanimación”. Las contraindicaciones actuales para el uso de contraste son (1) comunicación cardiaca de derecha a izquierda, bidireccional o transitoria; (2) hipersensibilidad al perflutren; e (3) hipersensibilidad a la sangre, productos derivados de la sangre, o albúmina (para Optison solamente).

El consenso del grupo redactor, basado en una revisión de miles de pacientes que recibieron contraste Definity u Optison,<sup>20,23</sup> es que las reacciones potencialmente mortales son raras (<1 en 10.000) y que esta advertencia residual no debe ser considerada un pretexto para la no utilización de contraste. Sobre la base de este pool de pacientes, hay evidencia suficiente para creer que los UCA tienen un alto beneficio en relación a los riesgos y ciertamente menos riesgo que otros agentes de contraste utilizados en otras modalidades de imagen.

### **Protocolos de respuesta a reacción anafiláctica**

Aunque las reacciones anafilácticas a los UCA son raras, se aconseja al ecografista, junto con personal de enfermería y médicos del laboratorio de ecocardiografía, desarrollar una política para el reconocimiento precoz y diagnóstico eficaz de estas reacciones agudas potencialmente mortales. El propósito de esta política es delinear el proceso de activación, determinación y ejecución del rol de cada miembro del equipo involucrado ante una reacción alérgica aguda a los UCAs. Se debe estar seguro de tener fácil y rápido acceso al personal de reanimación cardiopulmonar y equipamiento antes de la administración del UCA, y todos los pacientes deben ser monitorizados para detectar reacciones agudas. Los kits de alergia deben estar disponibles en todos los laboratorios de ecocardiografía que administran UCA. Estos kits deben ser colocados en áreas

donde se administran con frecuencia materiales de contraste. El personal de enfermería o médico designado debe estar a cargo del mantenimiento de los kits y realización de controles mensuales para las fechas de vencimiento. Una vez que se identifica una reacción alérgica, el enfermero debe evaluar al paciente e iniciar el tratamiento sobre la base de los síntomas e inmediatamente notificar al médico supervisor. Dependiendo de la severidad de la reacción anafiláctica, se puede requerir la asistencia del equipo de respuesta rápida o bien del equipo de emergencia. Aunque la insuficiencia respiratoria debido a bronco-espasmo es la preocupación más seria, otras reacciones incluyen shock; urticaria, edema facial o laríngeo; desmayos y convulsiones. Aunque el dolor de espalda es un efecto secundario más común con Definity, la causa de esto no es clara y se está investigando. La hipótesis principal es que está relacionada con una reacción idiosincrática mediada por complemento, que también puede ser observada con otros agentes inyectables que contienen membranas lipídicas. Si el dolor de espalda se produce durante la administración del UCA, discontinuar la inyección y monitorear los signos vitales. No es necesario ningún tratamiento adicional, y en la mayoría de los casos el dolor se resuelve espontáneamente en pocos minutos. Si se necesita recurrir nuevamente al contraste en pacientes que ya han sufrido dolor con Definity, se debe utilizar un agente alternativo como el Optison.

### **Uso de agentes de contraste para ultrasonido en PHT**

La FDA había considerado inicialmente a la PHT como una contraindicación para los UCAs endovenoso. Esto se basó en los primeros estudios que demostraron que las microburbujas sin cobertura administrados por vía intravenosa podían resultar en caídas progresivas de la saturación arterial, gasto cardíaco y volumen sistólico, con aumento en la resistencia vascular pulmonar y presión de la arteria pulmonar. Los UCA actuales aprobados por la FDA están compuestos de gases de alto peso molecular y varios tipos de coberturas que permanecen relativamente estables en la circulación y en su mayor parte son  $<10\ \mu\text{m}$ . Varios estudios retrospectivos y prospectivos se han centrado en los efectos de los UCA sobre la hemodinamia pulmonar y seguridad.<sup>23,26</sup> Un estudio multicéntrico, no randomizado, abierto y en fase 4, evaluó los efectos del Definity en pacientes con presión sistólica del ventrículo derecho normal ( $<35\ \text{mmHg}$ ) o elevada ( $> 35\ \text{mmHg}$ ). No hubo cambios significativos en la hemodinamia pulmonar o sistémica en el grupo control o con PSVD elevada después de una administración en bolo lento de Definity ( $10\ \mu\text{l/kg}$ ) durante 30 a 60 segundos, seguido por un lavado de 10 ml de solución salina.<sup>24</sup> Un gran estudio multicéntrico de 1.513 pacientes que recibieron contraste Definity (media de edad,  $69 \pm 14$  años; 55% hombres), de los cuales 911 (60%) tenían PHT leve, 515 (34%) tuvieron PHT moderada y 87 (6%) tuvieron PHT severa, demostró que los eventos adversos fueron poco frecuentes (0,002%) y en su mayor parte no atribuibles a Definity.<sup>25</sup> Una de las mayores cohortes retrospectiva examinó 1.900 sujetos con  $\text{RVSP} \geq 35\ \text{mmHg}$ , 414 (7%) con  $\text{RSVP} \geq 50\ \text{mmHg}$ , y 118 (2%) con  $\text{RVSP} \geq 60\ \text{mmHg}$ . El estudio no encontró un aumento en la tasa de infarto de miocardio o muerte a corto plazo ( $\leq 72$  horas) o a largo plazo ( $\leq 30$  días) durante el seguimiento (Figura 4). Además, no hubo asociación entre la incidencia de efectos secundarios relacionados con el contraste y  $\text{RVSP}$ .<sup>26</sup>

Luego de la terminación de los estudios sobre hemodinamia pulmonar que mostraron la ausencia de efectos adversos significativos, una nueva revisión de advertencia se produjo en octubre del 2011, incluyendo la eliminación de las recomendaciones que requieren el seguimiento de los pacientes con PHT. Desde la perspectiva del ecografista, los agentes de contraste pueden ser útiles en pacientes con PHT mediante la mejora de la evaluación de la motilidad regional del ventrículo derecho,<sup>27</sup> pero los medios de contraste deben administrarse con menor velocidad de infusión a los fines de no causar sombras en el ventrículo derecho. Los agentes de contraste también son útiles para mejorar la calidad de la señal doppler,<sup>2</sup> especialmente el flujo de regurgitación tricuspídea que se utiliza para estimar la presión sistólica de la arteria pulmonar. Los ajustes de ganancia doppler deben reducirse para esta aplicación, para reducir el ruido de fondo. Sobre la base de estos datos, el grupo redactor recomienda que si se necesita un agente de contraste para mejorar la opacificación del ventrículo derecho o LVO o mejorar la señal doppler en un paciente con PHT, debe ser usado.

Figura 4

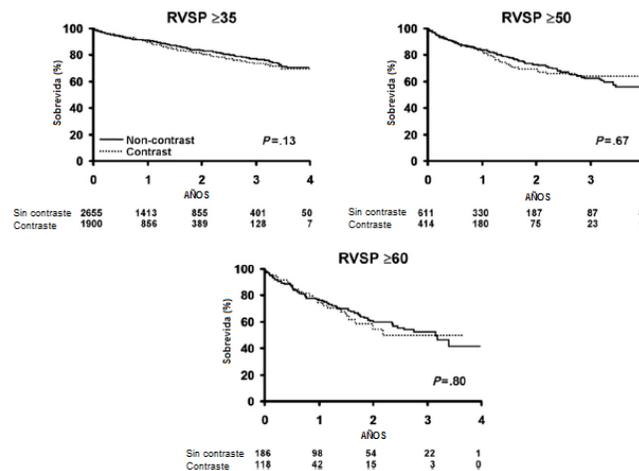


Figura 4 Resultados a corto y largo plazo luego de inyecciones IV de Optison y Definity en pacientes con diversas severidades de PHT. Note la no diferencia en supervivencia comparada con un grupo control con presiones equivalentes que no recibieron UCAs. Reproducido con permiso de Abdelmoneim y col. 26

## Seguridad en pacientes con foramen oval permeable y cardiopatías congénitas

Según la FDA, la comunicación de derecha a izquierda es una contraindicación para el uso de UCA. Sin embargo, el foramen oval permeable (PFO) es muy común, con una prevalencia de hasta el 35%.<sup>27</sup> Recientes grandes revisiones de la literatura no han podido detectar un aumento del riesgo de embolización sistémica asociado con UCAs en poblaciones de pacientes que incluyeron aquellos con FOP.<sup>28</sup> Por lo tanto, el grupo de redacción no considera que el uso de UCA incrementa el riesgo en pacientes con pequeños grados de shunt derecha a izquierda a través del PFO (esos que dan como resultado una apariencia transitoria de contraste salino en la aurícula o ventrículo izquierdo y no los que llenan la aurícula izquierda o cavidad LV).

En el contexto de una enfermedad cardíaca congénita corregida o no, hay más evidencia de que el contraste puede ser seguro y útil en la evaluación de la motilidad regional del ventrículo derecho, LV y perfusión.<sup>29</sup> Aunque no existen indicaciones pediátricas para el contraste, este debe ser considerado en adultos con cardiopatía congénita corregida o sin corregir si fuera necesario, siempre que no exista un gran cortocircuito de derecha a izquierda.

## **V. COMPONENTES CLAVE PARA OPTIMIZAR EL EXAMEN CON CONTRASTE**

Para garantizar el uso óptimo del UCA, un muy bajo MI (<0.2) en combinación con modalidades específicas del proveedor para optimizar la opacificación del contraste debería ser la utilizada. Los paquetes de muy bajo MI en tiempo real disponibles para los usuarios de Philips, Siemens Acuson, Toshiba, y GE permiten una plena LVO en tiempo real sin encontrar artefactos creados por los remolinos en la región apical. Por lo tanto, si está disponible, el ecografista debe comenzar la administración del UCA para mejorar la definición del borde endocárdico del LV utilizando una modalidad de imagen con muy bajo MI en tiempo real. Si esta modalidad no está disponible, utilizar la imagen armónica estándar con bajo MI (<0,3) es todavía eficaz pero puede requerir de mayor cantidad de contraste para lograr la total opacificación. Es importante que el ecografista coloque el foco a nivel del anillo mitral y después determinar visualmente si la administración del UCA es óptima mediante la opacificación homogénea de la cavidad del LV desde el apex al plano del anillo mitral en las vistas apicales. Los ajustes de ganancia y compresión deben adecuarse para reducir las señales de fondo provenientes del miocardio o sangre. El ecografista debe minimizar el sombreado o atenuación mediante la reducción en la tasa de infusión o cantidad de la inyección en bolo y lavado (Tabla 2). La atenuación observada tras una inyección en bolo se resolverá con el tiempo; por lo tanto, la adquisición de imágenes debe demorarse hasta que la atenuación desaparezca. Una vez que la atenuación se ha minimizado, y el remolino apical no está presente, el ecografista puede comenzar la adquisición en las vistas apical, cuatro cámaras, dos cámaras y eje largo. En cada vista, si está disponible, un lavado con alto MI durante tres a cinco fotogramas se puede utilizar para limpiar el contraste del miocardio. Esto mejora la visualización del endocardio justo después del impulso creando un contraste endocárdico excelente y también permite el análisis de la reposición del contraste dentro del miocardio en los fotogramas siguientes. Debido a que la atenuación puede provocar una visualización dificultosa de los segmentos basales, una angulación intencional desde la ventana apical puede mejorar la delineación de estos segmentos. Desde un punto de vista temporal, un ecografista experimentado puede realizar una evaluación de la función regional y perfusión miocárdica en 5 a 10 minutos cuando utiliza las modalidades de imagen con muy bajo MI en tiempo real.

**Tabla 2**

<b>Tabla 2</b> Problemas comunes y artefactos encontrados al utilizar contraste IV			
Ubicación típica del artefacto	Artefacto/problema	Método de corrección ecográfica	Puntos adicionales claves
Borde endocárdico apical	Remolino	Usar imagen con muy bajo MI en tiempo real. Aumentar la velocidad de infusión de contraste (video 7 disponible en <a href="http://www.onlinejase.com">www.onlinejase.com</a> )	Menor velocidad de cuadros previene la destrucción apical; también se puede mover el foco hacia el campo cercano
Miocardio apical	Contraste reducido	Aumento del TGC del campo cercano en reposo; mover el foco transitoriamente al campo cercano (video 8; disponible en <a href="http://www.onlinejase.com">www.onlinejase.com</a> )	Si la motilidad parietal en reposo es normal, la perfusión debe ser normal, por lo que el defecto en este entorno es un artefacto
Miocardio de los segmentos basales	Contraste miocárdico reducido	Angulación de la ventana apical para obtener los segmentos basales en el campo cercano (video 9 disponible en <a href="http://www.onlinejase.com">www.onlinejase.com</a> )	Si la motilidad parietal en reposo es normal, la perfusión es normal, por lo tanto no debe existir defecto de contraste en reposo en ausencia de alteración de la motilidad parietal. Usar este concepto en el seteo de la ganancia durante las imágenes en reposo, porque en stress, la perfusión por sí sola puede ser anormal
Contraste en cavidad LV	Inadecuado uso de infusión continua	Controlar permeabilidad del acceso IV; aumentar velocidad de infusión, controlar la dilución del contraste y que permanezca adecuadamente mezclado	Se podría cambiar a pequeños bolos
Contraste en cavidad LV	Sombras en segmentos basal/medio	Reducir la infusión o cantidad del bolo y velocidad de lavado	Infusión (comparada con bolo) reduce el problema de la sombra y permite una corrección más rápida del problema

TGC, Compensación del tiempo de ganancia

## **VI. OPTIMIZACIÓN DE CONTRASTE SALINO PARA DETECCIÓN DE SHUNT DERECHA A IZQUIERDA POR ECOTRANSTORÁCICO Y TRANSESOFÁGICO**

La inyección de contraste salino está indicada para descartar shunt intrapulmonar o intracardiaco de derecha a izquierda. El FOP se ha asociado con accidente cerebrovascular, embolia paradójica, enfermedad por descompresión, platipnea y ortodesoxia.<sup>29</sup> Aunque el significado clínico de la detección de un PFO por ecocardiografía es controvertido, estudios que evalúan esta situación incluyen rutinariamente inyecciones de contraste con solución salina. La literatura ha demostrado claramente las ventajas de la ecocardiografía transesofágica (TEE) sobre la ecocardiografía transtorácica (TTE) en la detección de estos shunts,<sup>30</sup> pero los procedimientos de búsqueda todavía utilizan el TTE. Aunque el doppler color se utiliza principalmente para detectar defectos del septum ventricular, el contraste salino sigue siendo útil en este contexto para valorar la comunicación de derecha a izquierda y detectar shunts residuales después del cierre del defecto.<sup>30</sup> La inyección en bolo de burbujas macroscópicas de contraste salino esterilizado que normalmente no atraviesan el circuito pulmonar es el método de elección para la detección de un PFO. Para esto se recomienda que el contraste salino este compuesto por  $\geq 8$  mL de solución salina estéril mezclada con 0,5 mL de aire ambiente, agitado entre dos jeringas estériles usando una llave de paso de tres vías, justo antes de la inyección en bolo IV a través de una vena del antebrazo o mano. Se han propuesto maniobras fisiológicas específicas y mezcla de solución salina con sangre del propio paciente para optimizar el contraste producido en la aurícula derecha<sup>31</sup> y detectar cualquier pasaje hacia la aurícula izquierda (Tabla 3). Es importante que la maniobra de Valsalva o tos (para aumentar transitoriamente la presión auricular derecha) se efectúe cuando el bolo de contraste salino llega a la aurícula derecha. Sería óptimo para el ecografista tener una cánula de acceso de calibre  $> 20$  en una buena vena del antebrazo (preferentemente en

el lado derecho del paciente, si este está recostado sobre el lado izquierdo del ecógrafo). Una visualización óptima del septum interauricular (ya sea desde una ventana apical angulada o vista subxifoidea) y el uso de imágenes con armónica tisular para optimizar la detección de burbujas son claves para mejorar la sensibilidad en la detección de shunts.

Tabla 3

Maniobras	Intervención específica/tiempo	Mecanismo
Añadir sangre	10 % de sangre agregado a 10% de aire y 80% de solución salina	Produce microburbujas mas pequeñas y concentradas
Tos, maniobra de Valsalva y compresión abdominal	Realizada durante opacificación completa de la RA	Produce un aumento transitorio de la presión en RA, creando un gradiente de presión RA a LA
Inyección en vena femoral	Realizar en lugar de la inyección en el brazo	El flujo de la IVC se dirige al IAS, el flujo de la SVC se dirige a la VT

IAS (septum interauricular), IVC (vena cava inferior), LA (aurícula izquierda), RA (aurícula derecha), SVC (vena cava superior), TV (válvula tricúspide)

La inyección de contraste salino en ambos brazos derecho e izquierdo debería ser empleada siempre que se sospeche una vena cava superior persistente en el lado izquierdo o seno coronario dextechado. Aunque la inyección en vena femoral mejora el flujo dirigido al tabique, es demasiado invasivo para el uso rutinario en ecografía para la detección de un FOP.<sup>32</sup> Los ecografistas deben saber que las comunicaciones intracardiacas típicas (interauricular o interventricular) se ven generalmente dentro de los tres primeros latidos tras la opacificación de la aurícula derecha, mientras que las comunicaciones arteriovenosas pulmonares lo hacen al menos luego de cinco latidos tras la opacificación de la aurícula derecha. Sin embargo, es importante señalar que el contraste salino puede aparecer más precozmente en comunicaciones arteriovenosas pulmonares en los estados de alto gasto, y atravesar el PFO luego de los tres latidos si existe retraso con la tos o maniobra de Valsalva.

Asimismo, pueden ocurrir estudios de contraste salino falsos negativos si el tabique interauricular se desplaza persistentemente hacia la aurícula derecha durante la inyección salina agitada, debido a que el PFO puede mantenerse cerrado con el tabique en esta posición. Si todavía hay sospecha de la existencia de un PFO después de los resultados negativos, se debe repetir una inyección de contraste salino utilizando una mezcla de sangre-solución salina-aire o una mejor programación de la maniobra de Valsalva o tos para asegurar que los resultados son verdaderamente negativos. Las precauciones universales deben ser extendidas a esta técnica para evitar la exposición a agentes patógenos transmitidos por la sangre. Con TEE, se recomienda la visualización directa del septum primum y secundum durante la inyección de contraste salino, para documentar la ubicación y tamaño de cualquier comunicación de derecha a izquierda. La adquisición de imágenes se debe programar para comenzar justo antes de la aparición de contraste salino en la aurícula derecha y continuar por lo menos durante 10 latidos cardíacos después de la aparición del contraste.

## VII. FUTURO DEL DESARROLLO PARA CONTRASTE ECOGRAFICO

Esta actualización para el uso de UCA está diseñada para ayudar a los ecografistas en el uso óptimo de estos agentes con el software de ultrasonido disponible en la actualidad. Sin embargo, se está buscando la aprobación en los Estados Unidos de otros UCAs, como el SonoVue, que ha sido autorizado desde hace varios años en Europa. Este agente tendrá características únicas que puede requerir actualizaciones, en caso de ser aprobado. SonoVue es hexafluoruro de azufre encapsulado en lípidos que contienen microburbujas que también se administra como infusión o pequeños bolos durante la imagen con muy bajo MI en tiempo real.<sup>33</sup>

Por otra parte, las imágenes tridimensionales se están utilizando más para valvulopatías y cuantificación de la fracción de eyección del LV y ventrículo derecho. La ecocardiografía tridimensional en tiempo real se ha utilizado para mejorar el análisis de la motilidad parietal regional durante la ecocardiografía de reposo y estrés.<sup>34</sup> Estudios recientes han demostrado un papel potencial de los UCAs en la mejora de la evaluación de la motilidad parietal regional del LV y fracción de eyección.<sup>35,36</sup> Sin embargo, el uso de contraste para adquisiciones tridimensionales requerirá de la optimización de la configuración similar a la que ha sido utilizada para los transductores de dos dimensiones, prestando mayor atención a minimizar los remolinos del apex ventricular izquierdo. Hasta la fecha, software con muy bajo MI en tiempo real no está disponible rutinariamente para eco tridimensional. El grupo redactor recomienda que este software debe ser implementado en todas las variante de eco tridimensional para conseguir una evaluación óptima de LVO y perfusión de los 17 segmentos.

Con respecto a los algoritmos de detección de bordes automático, no están diseñados actualmente para detectar un borde brillante de la cavidad por el contraste, pero el grupo redactor recomienda firmemente a los fabricantes de software que rediseñen sus algoritmos para los medios de contraste, ya que esto podría mejorar aún más la precisión y la aplicabilidad de este programa.

El uso de agentes de contraste transpulmonar durante el TEE ha sido recientemente descrito para una mejor delineación de un trombo en orejuela izquierda y diferenciar entre contraste espontáneo y trombo (Figura 5). Los resultados normales en el TEE al utilizar contraste transpulmonar para descartar un trombo antes de la cardioversión por fibrilación auricular se ha asociado con un menor riesgo de accidente cerebrovascular o embolia sistémica.<sup>37</sup> Modificaciones en el diseño del transductor TEE para incluir secuencias con muy bajo MI en tiempo real pueden mejorar aún más el uso de contraste transpulmonar durante el TEE.

Figura 5

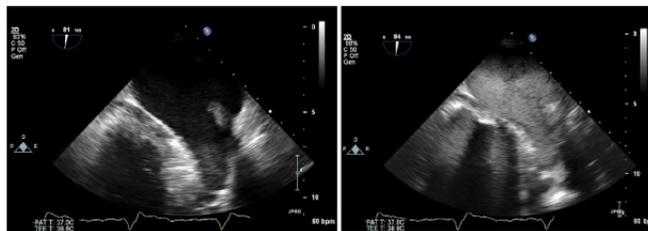


Figura 5 Ecocardiograma transesofágico antes (izquierda) y después (derecha) de una inyección en bolo de agente de contraste transpulmonar para confirmar que la masa dudosa en orejuela izquierda (LAA) era solo contraste espontáneo. Las microburbujas IV llenan completamente la LAA (derecha). (Ver video 10; disponible en [www.onlinejase.com](http://www.onlinejase.com)).

En el área de las imágenes vasculares, el contraste también puede ser útil para mejorar la visualización de las placas carótideas (especialmente la placa blanda) y de la vasa vasorum. También puede ser útil para la detección de endofugas luego de la colocación de stents en aneurismas de aorta abdominal.<sup>38</sup> En este área, así como en otras aplicaciones vasculares periféricas, el grupo de redacción recomienda el desarrollo de indicaciones específicas para cuando deben utilizarse, así como protocolos de imágenes.

## VIII. INICIATIVAS RECOMENDADAS

El grupo de redacción recomienda considerar iniciativas y programas que ayuden a los ecografistas a mejorar el uso de contraste en el contexto de cuidados críticos. Los efectos beneficiosos del contraste son cada vez más reconocidos en situaciones de cuidado crítico, en los que su uso precoz después de la admisión hospitalaria puede mejorar la mortalidad.<sup>39</sup> Un ejemplo de esto se demuestra en el video 11; disponible en [www.onlinejase.com](http://www.onlinejase.com), en donde las imágenes con muy bajo MI con contraste detectan una anomalía de la motilidad parietal inferolateral que no fue identificada en la imagen con armónica tisular convencional. Nótese que esta anomalía en la motilidad parietal no era detectable incluso con buena resolución del borde endocárdico. El valor del contraste en el entorno de atención crítica se extiende a pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada, en los que el uso de realce de contraste en LV con dispositivos de asistencia pueden mejorar la detección de trombos adheridos a las cánulas de entrada o salida, o pseudoaneurismas (Video 5, disponible en [www.onlinejase.com](http://www.onlinejase.com)).<sup>40,41</sup> Este comité recomienda firmemente que se realicen estudios prospectivos para evaluar el valor del contraste en entornos críticos.

Aunque se están desarrollando nuevas aplicaciones, es evidente que el uso de medios de contraste para las aplicaciones actuales no se está realizando de manera uniforme en diferentes instituciones, y el uso en general es muy bajo.

El grupo de redacción apoya las siguientes iniciativas para asegurar el uso apropiado:

1. Trabajar con diversas organizaciones (por ejemplo, IAC, Sociedad Internacional de Eco contraste) para aumentar la conciencia del valor de los medios de contraste en entornos críticos, servicios de urgencias, y durante la ecocardiografía de estrés.
2. Cambiar el término “contraste” o “agente de contraste de ultrasonido” al de “agente potenciador de ultrasonido”.
3. Aumentar el número de ecografistas entrenados en colocación de accesos IV y administración de UCA.
4. Recomendar a la industria que implemente software con muy bajo MI para todas las plataformas en 2D y 3D. Estos no deben denominarse software “de perfusión en tiempo real” sino software “de realce optimo”.

El grupo de redacción estimula a sitios a considerar el uso apropiado de contraste y en forma precoz en los entornos en los que se ha demostrado esencial para mejorar el diagnóstico y manejo del paciente. Esto incluye las unidades de cuidados intensivos, unidad de dolor precordial y ecocardiografía de estrés. El

grupo redactor recomienda la iniciativa del cambio de nombre de los UCA al de agentes de realce de ultrasonido. El propósito de esto sería para mejorar el entendimiento del paciente, ecografista, y médico de que no estamos utilizando radiación ionizante o agentes nefrotóxicos. El grupo de redacción recomienda fuertemente a los ecografistas y médicos a trabajar en forma conjunta con la administración hospitalaria para desarrollar normativas de trabajo que aumenten la disponibilidad de personal calificado que puedan iniciar el acceso IV y administrar UEAs. Por último, software con muy bajo MI debe estar disponible en todos los equipos de ultrasonido actuales y no debería llamarse "perfusión en tiempo real" sino mas bien "realce óptimo", debido a que estos esquemas de secuencia de pulsos reducen la destrucción de microburbujas y optimizan la visualización del borde endocárdico mejor que los paquetes de software actuales con armónica de bajo MI.

Este documento está diseñado para ayudar a los ecografistas a superar los obstáculos técnicos y administrativos para la utilización de contraste. Con nuevas modificaciones tecnológicas y aprobación de agentes de realce ultrasónico a la práctica clínica ecocardiográfica, esperamos cambios adicionales a estas directrices en el futuro.

## **NOTIFICACIÓN Y DESCARGO DE RESPONSABILIDAD**

Este informe se pondrá a disposición por la ASE como fuente de referencia para sus miembros. Este informe contiene solamente recomendaciones y no debe ser utilizado como la única base para tomar decisiones de práctica médica, ni para ejercer acción disciplinaria contra cualquier empleado. Las afirmaciones y recomendaciones contenidas en este informe se basan principalmente en opinión de expertos, más que en datos comprobados científicamente. La ASE no hace expresa ninguna garantía con respecto a la integridad o exactitud de la información contenida en este informe, incluyendo la garantía de comerciabilidad o aptitud para un propósito particular. En ningún caso, la ASE será responsable ante usted, pacientes, o terceros por cualquier decisión o acción tomada por usted o terceros basada en esta información. Tampoco el uso de esta información constituye el ofrecimiento de efectuar consultas médicas por la ASE ni crea ninguna relación médico-paciente entre la ASE y sus pacientes o cualquier otra persona.

## **DATOS COMPLEMENTARIOS**

Datos suplementarios relacionados con este artículo se pueden encontrar en la versión en línea, en <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2014.05.011>.

## **Referencias**

1. Waggoner AD, Ehler D, Adams D, Moos S, Rosenbloom J, Gresser C, et al. Guidelines for the cardiac sonographer in the performance of contrast echocardiography: recommendations of the American Society of Echocardiography Council on Cardiac Sonography. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:417-20.
2. Mulvagh SL, Rakowski H, Vannan MA, Abdelmoneim SS, Becher H, Bierig SM, et al. American Society of Echocardiography consensus statement on the clinical applications of ultrasonic contrast agents in echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2008;21:1179-201.

3. Intersocietal Accreditation Commission. 2010 ICAEL Standards for Accreditation in Adult Echocardiography: parts I through IV. [http:// www.icael.org/icael/main/icael\\_standards.htm](http://www.icael.org/icael/main/icael_standards.htm). Accessed September 2011. 2010.
4. Hoffman R, von Bardelben S, Kasprzak JD, Borges AC, ten Cate F, Firschke C, et al. Analysis of regional left ventricular function by cineventriculography, cardiac magnetic resonance imaging, and unenhanced and contrast-enhanced echocardiography: a multicenter comparison of methods. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:121-8.
5. Thanigaraj S, Perez JE. Apical hypertrophic cardiomyopathy: echocardiographic diagnosis with the use of intravenous contrast image enhancement. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:146-9.
6. Chow CM, Lim KD, Wu L, Leong-Poi H. Images in cardiovascular medicine: isolated left ventricular non-compaction enhanced by echocontrast agent. *Circulation* 2007;116:e90-1.
7. Thanigaraj S, Schechtman KB, Perez JE. Improved echocardiographic delineation of left ventricular thrombus with the use of intravenous second-generation contrast image enhancement. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:1022-6.
8. Weinsaft JW, Kim RJ, Ross M, Krauser D, Manoushagian S, LaBounty TM, et al. Contrast-enhanced anatomic imaging as compared to contrast-enhanced tissue characterization for detection of left ventricular thrombus. *JACC Cardiovasc Imaging* 2009;8:969-79.
9. Kirkpatrick JN, Wong T, Bednarz JE, Spencer KT, Sugeng L, Ward RP, et al. Differential diagnosis of cardiac masses using contrast echocardiographic perfusion imaging. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:1412-9.
10. Moreno R, Zamorano JL, Almer\_ia C, Rodrigo JL, Villate A, Serra V, et al. Usefulness of contrast agents in the diagnosis of left ventricular pseudoaneurysm after acute myocardial infarction. *Eur J Echocardiogr* 2002; 3(2):111-6.
11. Abdelmoneim SS, Mankad SV, Bernier M, Dhoble A, Hagen ME, Ness SAC, et al. Microvascular function in takotsubo cardiomyopathy with contrast echocardiography: prospective evaluation and review of literature. *J Am Soc Echocardiogr* 2009;22:1249-55.
12. Tsai TT, Nienaber CA, Eagle KA. Acute aortic syndromes. *Circulation* 2005;112:3802-13.
13. Pope JH, Selker HP. Acute coronary syndromes in the emergency department: diagnostic characteristics, tests and challenges. *Cardiol Clin* 2005; 23:423-51.
14. Heyndrickx GR, Baig H, Nellens P, Leusen I, Fishbein MC, Vatner SF. Depression of regional blood flow and wall thickening after brief coronary occlusions. *Am J Physiol* 1978;234:H653-9.
15. Tong KL, Kaul S, Wang XQ, Rinkevich D, Kalvaitis S, Belcik T, et al. Myocardial contrast echocardiography versus Thrombolysis in Myocardial Infarction score in patients presenting to the emergency department with chest pain and a non-diagnostic electrocardiogram. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:920-7.
16. Rinkevich D, Kaul S, Wang XQ, Tong KL, Belcik T, Kalvaitis S, et al. Regional left ventricular perfusion and function in patients presenting to the emergency department with chest pain and no ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2005;26:1606-11.
17. Jeetley P, Burden L, Greaves K, Senior R. Prognostic value of myocardial contrast echocardiography in patients presenting to hospital with acute chest pain and negative troponin. *Am J Cardiol* 2007;99:1369-73.
18. Kurt M, Shaikh KA, Peterson L, Kurrelmeyer KM, Shah G, Nagueh SF, et al. Impact of contrast echocardiography on evaluation of ventricular function and clinical management in a large prospective cohort. *J Am Coll Cardiol* 2009;53:802-10.
19. Olson J, Xie F, Porter TR. Chapter 9: Contrast perfusion echocardiography. In: *Advanced Approaches in Echocardiography*. New York: Elsevier Health Sciences; 2011.
20. Dolan MS, Gala SS, Dodla S, Abdelmononeim SS, Xie F, Cloutier D, et al. Safety and efficacy of commercially available ultrasound contrast agents for rest and stress echocardiography: a multicenter experience. *J Am Coll Cardiol* 2009;53:32-8.
21. Main ML, Ryan AC, Davis TE, Albano MP, Kusnetzky LL, Hibberd M. Acute mortality in hospitalized patients undergoing echocardiography with and without an ultrasound contrast agent (multicenter registry results in 4,300,966 consecutive patients). *Am J Cardiol* 2008;102:1742-6.
22. Herzog CA. Incidence of adverse events associated with use of perflutren contrast agents for echocardiography. *JAMA* 2008;299(17):2023-5.
23. Wei K, Mulvagh SL, Carson L, Davidoff R, Gabriel R, Grimm RA, 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;11:1202-6.

24. Wei K, Main ML, Lang RL, Klein A, Angeli S, Panetta C, et al. The effect of Definity\_ on systemic and pulmonary hemodynamics in patients. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:584-8.
25. Wever-Pinzon O, Suma V, Ahuja A, Romero J, Sareen N, Henry SA, et al. Safety of echocardiographic contrast in hospitalized patients with pulmonary hypertension: a multi-center study. *Eur Heart J Cardiovasc Imag* 2012;13:857-62.
26. Abdelmoneim SS, Bernier M, Scott CG, Dhoble A, Ness SAC, Hagen ME, et al. Safety of contrast agent use during stress echocardiography in patients with elevated right ventricular systolic pressure: a cohort study. *Circ Cardiovasc Imaging* 2010;3(3):240-8.
27. Vanden Bosch AE, Meijboom FJ, McGhie JS, Ross-Hessclink JW, Ten Cate FJ, Roelandt JRTC. Enhanced visualization of the right ventricle by contrast echocardiography. *Eur J Echocardiography* 2004;5:104-10.
28. Parker JM, Weller MW, Feinstein LM, Adams RJ, Main ML, et al. Safety of ultrasound contrast agents in patients with known or suspected cardiac shunts. *Am J Cardiol* 2013;112:1039-45.
29. Kutty S, Olson J, Danford CJ, Sandene EK, Xie F, Fletcher SE, et al. Ultrasound contrast and real-time perfusion in conjunction with supine bicycle stress echocardiography for comprehensive evaluation of surgically corrected congenital heart disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012;13:500-9.
30. Soliman OII, Geleijnse ML, Meijboom FJ, Nemes A, Kamp O, Nihoyannopoulos P, et al. The use of contrast echocardiography for the detection of cardiac shunts. *Eur J Echocardiography* 2007;8:S2-12.
31. Fan S, Nagai T, Luo H, Atar S, Naqvi T, Birnbaum Y, et al. Superiority of the combination of blood and agitated saline for routine contrast enhancement. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:94-8.
32. Gin KG, Huckell VF, Pollick C. Femoral vein delivery of contrast medium enhances transthoracic echocardiographic detection of patent foramen ovale. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:1994-2000.
33. Gaibazzi N, Reverberi C, Lorenzoni V, Molinaro S, Porter TR. Prognostic value of high-dose dipyridamole stress myocardial contrast perfusion echocardiography. *Circulation* 2012;126:1217-24.
34. Krenning BJ, Nemes A, Soliman OII, Vietter WB, Voormolen MM, Bosch JG, et al. Contrast enhanced three-dimensional dobutamine stress echocardiography: between Scylla and Charybdis? *Eur J Echocardiography* 2008;9:757-60.
35. Thavendiranathan P, Grant AD, Negishi T, Plana JC, Popovic ZB, Marwick TH. Reproducibility of echocardiographic techniques for sequential assessment of left ventricular ejection fraction and volumes: application to patients undergoing cancer chemotherapy. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:77-84.
36. Hoffman R, von Bardeleben S, ten Cate F, Borges AC, Kasprak J, Firschke C, et al. Comparison of two and three dimensional unenhanced and contrast-enhanced echocardiography versus cineventriculography versus cardiac magnetic resonance imaging for determination of left ventricular function. *Am J Cardiol* 2014;113:395-400.
37. Jung PH, Mueller M, Schuhmann C, Eickhoff M, Schneider P, Seemueller G, et al. Contrast enhanced transesophageal echocardiography in patients with atrial fibrillation referred to electrical cardioversion improves atrial thrombus detection and may reduce associated thromboembolic events. *Cardiovascular Ultrasound* 2013;11:1-5.
38. Staub D, Partini S, Imfeld S, Uthoff H, Baldi T, Aschwanden M, et al. Novel applications of contrast ultrasound imaging in vascular medicine. *Vasa* 2013;42:17-31.
39. Main ML, Hibberd MG, Ryan A, Lowe TJ, Miller P, Bhat G. Acute mortality in critically ill patients undergoing echocardiography with or without an ultrasound contrast agent. *J Am Coll Cardiol Img* 2014;7:40-8.
40. Fine NM, Abdelmoneim SS, Dichak A, Kushwaha SS, Park SJ, Mulvagh SL. The safety and feasibility of contrast echocardiography for the evaluation of patients with left ventricular assist devices. *J Am Coll Cardiol Img* 2014 (In Press).
41. Moser AR, Hockman D, Magalski A, Main ML, Khumri TM, Austin BA. Apical pseudoaneurysm following continuous flow left ventricular assist device placement. *Cir Heart Fail* 2012;5:e53-4.

## APENDICE

### Practicas recomendadas para la administración de contraste

**Centro:** Oregon Health & Science University

**Personal - Inicio acceso IV:** ecografista, enfermera registrada (RN), fellow, medico

**Personal - Administración de Contraste:** ecografista, RN, fellow, medico

**Personal - Administración solución agitada:** ecografista /RN /fellow /medico

**Solicitud de procedimiento:** en pacientes ambulatorios; pedido escrito en papel y escaneado para historia clínica electrónica (EMR). En pacientes internados; pedido guardado en EMR y firmado por el ecografista asistente.

**Autorización y educación:** información acerca de los riesgos asociados con la reacción.

#### Preparación e inyección de contraste:

##### Infusión

1. Extraer 27 ml (de Optison) o 28,5 ml (para Definity) de solución salina al 0,9% en una jeringa de 35 ml.
2. Con el uso de Optispike extraer el contenido de un vial de Optison (3 ml) o Definity (1,5 ml) dentro de la jeringa con solución salina. Dejar 0.5 ml de espacio aéreo dentro de la jeringa para ayudar a mantener en suspensión las microburbujas. Rotar la jeringa suavemente para mezclar el agente de contraste.
3. Conectar tubuladura a la jeringa y lavar con el agente de contraste diluido.
4. Insertar la jeringa en la bomba de infusión.
5. Para la mayoría de los pacientes, una velocidad de infusión de 90 ml/h aproximadamente proporcionara una buena opacificación y delimitación del endocardio del LV.
6. Ajustar la velocidad de infusión para mejorar el realce al mismo tiempo que se minimiza la atenuación del campo lejano.

**Objetivo/Indicación del contraste:** para optimizar la evaluación de la función ventricular izquierda en pacientes con ventana acústica subóptima o para proporcionar una cuantificación más precisa y reproducible de la fracción de eyección del LV. Otros beneficios de los agentes de contraste incluyen la delimitación de masas intracavitaria (ejemplo, trombos y tumores), anomalías apicales (miocardiopatía hipertrófica apical, falta de compactación, aneurisma o pseudoaneurisma), y realce de la señal doppler en la circulación sistémica (flujo pulmonar, flujo aórtico).

#### Materiales, preparación e inyección de solución salina agitada:

##### Materiales

Vial monodosis de 10 ml con cloruro de sodio al 0,9 % estéril, llave de 3 vías, 2 jeringas de 10 ml, catéter IV, gasas con alcohol, cinta, gasas 4 x 4, vendas y guantes.

**Preparación:** usando 2 jeringas de 10 ml, llenar una con solución fisiológica al 0,9% estéril y conectarla a la llave de 3 vías, a continuación conectar la otra

jeringa con 1 ml de aire en el otro extremo de la llave. Bloquear la salida venosa y agitar el material entre las 2 jeringas. Una vez que la imagen este lista abrir la llave hacia la vena e inyectar rápidamente la solución agitada.

**Centro: Medical University of South Carolina**

**Personal – inicio acceso IV:** ecografista, RN, enfermera practicante (NP), fellow, medico

**Personal – administración de contraste:** RN, NP, fellow, medico

**Personal - Administración solución agitada:** ecografista, RN, NP, fellow, médico

**Solicitud de procedimiento:** fellow de cardiología o cardiólogo que autoriza o solicita el estudio.

**Autorización y educación:** los pacientes ambulatorios firman el consentimiento. Los internados son informados sobre los riesgos asociados a la reacción.

**Preparación e inyección de contraste:**

**Materiales.** Optison

(1) Solución salina estéril

(1) Jeringa de 3 ml

(1) Jeringa de 3 o 5 ml

**Preparación.** Girar la ampolla de Optison entre las palmas de la mano durante 20 segundos para agitar las burbujas.

Optison debe ser ventilado con un pico o una aguja estéril calibre 18.

Extraer 3 ml en la jeringa de 3 ml.

Siempre la vía de acceso debe ser lavada con solución salina antes de inyectar Optison para asegura la permeabilidad.

Inyectar 1 ml de Optison lentamente en 10 segundos.

Esperar la opacificación del LV y comenzar a capturar imágenes en el siguiente orden: 4 cámaras, 2 cámaras, 3 cámaras, paraesternal eje largo del ventrículo izquierdo, y paraesternal eje corto del apex. Asegurarse de etiquetar las imágenes.

Inyectar mas contraste de ser necesario y repetir los pasos anteriores.

Optison persiste alrededor de 7 a 8 minutos, dependiendo de la superficie corporal del paciente.

Cuando se completa la prueba, limpiar la vía IV con 3 o 5 ml de solución salina.

Medir la presión arterial y realizar una evaluación visual del paciente antes del alta si es ambulatorio.

**Objetivo/indicación del contraste:**

Cuando al menos 2 segmentos de la pared del LV no pueden ser visualizados

Para determinar la existencia de trombos en LV

Mejorar la señal doppler

**Centro: Houston Methodist Hospital**

**Personal – inicio acceso IV:** ecografista, RN, enfermera practicante (NP), fellow, medico

**Personal – administración de contraste:** ecografista, RN, NP, fellow, medico  
**Personal - Administración solución agitada:** ecografista, RN, NP, fellow, médico

**Solicitud de procedimiento:** realizado en mesa de entrada (EMR). Completar estudio con contraste o 3D de ser necesario.

**Autorización y educación:** información con respecto al riesgo asociado a la reacción.

**Preparación e inyección de contraste:**

El contraste farmacológico debe airearse con un pico o aguja estéril calibre 18. No introducir aire dentro del vial.

**Dosificación y administración:**

**Bolo:** no disponemos de bolo en este laboratorio

1. La experiencia clínica ha demostrado que una dosis inicial de 0.5 ml de contraste diluido como se describió anteriormente y seguido por dosis consecutivas de ser necesario es lo mas efectivo.

2. La inyección de contraste es seguida por un lavado con 1 a 2 ml de solución salina, empujado lentamente (solo lo necesario para que el producto circule dentro de la vena).

**Infusión diluida:**

1. Añadir 2 ml de Definity o 3 ml de Optison a 50 ml de solución salina al 0,9% libre de conservantes.

2. La velocidad de infusión debe iniciarse a 4 ml/min y luego titularse adecuadamente.

3. Siempre lavar el sitio IV luego de terminado el examen con contraste.

La dosis total máxima de Definity es de dos ampollas o 4,0 ml.

La dosis total máxima de Optison es de 8,7 ml.

**Objetivo/indicación del contraste:**

1. El contraste está indicado en pacientes con ecocardiograma subóptimo para LVO para mejorar borde endocardico del LV en reposo o ejercicio y/o estrés farmacológico.

2. El contraste puede ser usado para optimizar la señal doppler en válvulas estenóticas cuando hay una señal subóptima. Si se utiliza, reducir la ganancia doppler un 20% o menos.

3. El riesgo beneficio y el uso de cualquiera de los medios de contraste para pacientes con contraindicaciones serán evaluados por el cardiólogo tratante, fellow de cardiología, o médico solicitante.

**Materiales, preparación e inyección de solución agitada**

1. Todos los pacientes reciben una explicación detallada de la prueba antes de su realización.

2. Materiales para prepararon IV: (1) ampolla monodosis de 10 ml de cloruro de sodio 0,9% estéril, (1) llave de tres vías, (1) extensión en T, (2) jeringas de 10 ml Luer-Lok, (1) catéter IV, torniquete, gasas con alcohol, cinta, gasas 4x4, venda y guantes.

3. Colocación acceso IV y administración de solución salina agitada:
  - a. La enfermera/ecografista introducirá un bloqueo salino temporal.
  - b. Preparar 10 ml de solución de cloruro de sodio en la jeringa de 10 ml. Lavar la extensión en "T" y llave de paso con solución salina estéril antes de conectarse al angiocath.
  - c. La extensión en "T" y la llave de 3 vías se unen al angiocath después de la inserción.
  - d. Conectar las dos jeringas (una con y otra sin solución salina) de 10 ml a la llave de 3 vías.
  - e. Agitar entre las dos jeringas de 10 ml girando la llave de paso para permitir la mezcla.
  - f. Cuando la solución salina parezca totalmente agitada (opaca), la enfermera, ecografista registrado, o fellow inyectarán. Si es necesario, 1 ml de aire o sangre se pueden agregar para aumentar el realce.
  - g. Varias inyecciones se pueden hacer en diferentes vistas seleccionadas por el ecografista.
  - h. Retirar la línea IV cuando se complete el estudio de contraste.

### **Centro: Mayo Clinic, Rochester, Minnesota**

**Personal – inicio acceso IV:** RN

**Personal – administración de contraste:** RN

**Personal - Administración solución agitada:** RN

**Solicitud de procedimiento:** solicitud electrónica para ecocardiografía; al llegar al laboratorio de ecocardiografía, existe una política de rutina para facultar al ecografista a dar contraste si hay más de dos segmentos que no se visualizan en cualquiera de las vistas, siempre que el paciente no tenga alergia a este producto o la sospecha/certeza de un shunt derecha a izquierda o bidireccional hemodinámicamente significativo (excluyendo el PFO) o, para Optison, si el paciente ha tenido una reacción a transfusión de sangre, productos derivados de sangre, o albúmina. Si alguna de estas excepciones se encuentra presente, el ecocardiografista será informado, y tomara la decisión de usar o no contraste.

**Autorización y educación:** una RN realiza la educación del paciente; informa sobre los riesgos, beneficios y posibles efectos secundarios; y obtiene el consentimiento verbal.

### **Preparación e inyección de contraste:**

#### **DEFINITY**

1. Activar las microesferas agitando el vial durante 45 segundos utilizando un Vialmix.
2. Preparar el contenido de la ampolla en una jeringa de 10 ml con 8,5 ml de cloruro de sodio al 0,9% hasta un total de 10 ml.
3. Administrar 0,5 mL IV de la solución diluida, luego lavar durante 10 seg con 3 ml de 0,9% de cloruro de sodio la tubuladura.
4. Controlar la visualización de imágenes.
5. Si las imágenes todavía no son optimas, administrar un pulso adicional IV de 0,5 ml de la solución diluida seguido de un lavado de 3 ml de solución salina al 0,9% para limpiar la tubuladura. Repita tantas veces como sea necesario hasta

que las imágenes sean óptimas o se haya administrado un total de 10 ml de la solución diluida.

### **OPTISON**

- 1.-Administrar un pulso de 0,3 ml IV durante 10 seg, seguido por 3 ml de cloruro sódico al 0,9%.
2. Controlar la visualización de imágenes.
3. Si las imágenes todavía no son óptimas, repetir el paso 1 hasta que las imágenes puedan ser obtenidas (no más de 5 ml en un periodo de 10 min, hasta una dosis máxima de 8 ml por estudio).

### **Objetivo/indicación del contraste:**

CRITERIO DE INCLUSION (política de orden permanente):

Para mejorar la definición del borde endocárdico  
Para evaluar masas o trombos intracardiaco  
Para evaluar la perfusión miocárdica  
Para mejorar la señal Doppler

Si al menos uno de estos está presente, proceder a la sección administración de contraste. De lo contrario, el protocolo no se aplica, y es necesario la discusión con el médico supervisor.

### **Materiales, preparación e inyección de solución agitada:**

1. Para TTE o TEE: Colocar acceso periférico IV periférica según sea necesario siguiendo las normas de procedimiento de enfermería de la Mayo Clinic. Una tubuladura de prolongación y una llave de 3 vías deben fijarse al conector del catéter IV y asegurarlo.
2. Para el uso de solución salina agitada durante la pericardiocentesis para confirmar la posición del catéter: una llave de tres vías debe estar unida a la vaina polytef y asegurarla.
3. Prepare dos jeringas; una debe contener 5 ml de solución salina, la otra debe estar vacía.
4. Conecte las jeringas a la llave de tres vías. Airear la solución salina mediante el pasaje rápido de una jeringa a la otra a través de la llave.
5. Inyectar rápidamente la solución agitada en la vía IV (para TTE y TEE) o vaina Polytef (para pericardiocentesis) y observar el efecto de contraste con ecocardiografía bidimensional.
6. La vista apical de cuatro cámaras debe ser obtenida en reposo y luego de la maniobra de Valsalva. Otras vistas pueden ser consideradas si está indicado.
7. Repita el procedimiento a lo largo del estudio, según sea necesario.

### **Centro: University of Nebraska Medical Center - Definity**

**Personal - Inicio acceso IV:** enfermera en ecocardiografía (RN) o quien coordine la sala iniciara el acceso IV y administración de contraste

**Personal - Administración de Contraste:** RN o fellow de cardiología administrará contraste mediante infusión continua. Ecografista o medico adquirirá la imagen.

**Personal - Administración solución agitada:** RN, ecografista, fellow, medico  
**Solicitud de procedimiento:** realizado en mesa de entrada (EMR). Completar estudio con contraste de ser necesario.

**Autorización y educación:** información respecto a los riesgos asociados con la reacción.

### **Preparación e inyección de contraste:**

**Materiales:** Definity, cánula IV de calibre 20 o mayor, conector en "Y", 10 ml solución salina, tegaderm, jeringa de 30 ml, inyección con solución fisiológica, llave de 4 vías, jeringa de 1 ml, cánula con bloqueo de paso, cánula plástica roma, válvula SAFSITE con pico dosificador.

### **Infusión continua con Definity:**

1. Activar Definity agitando el vial durante 45 segundos en un Vialmix.
2. Utilice una cánula IV calibre 20 o mayor.
3. Fije la cánula IV a un conector en "Y". Esta disposición permitirá el uso de Definity y un agente de estrés si es necesario. La línea IV debe ser colocada en una vena grande del brazo derecho (la ubicación en el brazo izquierdo algunas veces puede inhibir el flujo de Definity hacia el corazón).
4. En pacientes hospitalizados se debe comprobar enrojecimiento o hinchazón del acceso IV. Comprobar que el acceso IV ya existente tenga adecuado retorno venoso. El retorno venoso se puede comprobar mediante la inserción de solución salina con la jeringa y aspirando suavemente.
5. Con el uso de la válvula SAFSITE con pico dosificador, prepare dos jeringas de 29 ml con solución salina al 0,9% y conectar a una llave de 4 vías. Conectar una cánula con bloqueo de paso a cada jeringa.
6. Definity debe ser refrigerado entre 2 y 8°C. Definity debe estar a temperatura ambiente antes de ser activado. Nunca introducir aire dentro del vial. Usando la cánula roma plástica extraer lentamente 0,8 ml de contraste en una jeringa de 1 ml. Desenrosque la tapa de color rojo de la llave de 4 vías y unir la jeringa con contraste. La jeringa con solución salina se debe conectar a otro puerto de la llave de paso. Inyectar Definity en la jeringa con solución salina. Enroscar la tapa roja y mezclar la solución suavemente con las manos haciendo figura de ocho. Colocar la llave de paso para el conector en "Y" con el acceso IV del paciente.
7. El contraste no se debe mezclar con la solución salina hasta justo antes de la infusión.
8. La enfermera o el personal designado administrará el Definity en infusión continua.
9. Inyectar a una velocidad de 1 ml cada 15 segundos, o titular para conseguir la mejor calidad de imágenes.
10. Definity activado se parece a una suspensión blanca lechosa y debe ser utilizado inmediatamente después de la activación. Si el producto no se utiliza dentro de los 5 minutos de activado, debe mezclarse manualmente durante 10 seg invirtiendo el vial antes de que el producto sea extraído en una jeringa.

### **Propósito / Indicación del contraste:**

1. Imágenes subóptimas definida como la incapacidad para detectar dos o más segmentos contiguos en cualquiera de las tres ventanas apicales.

2. Cuantificación de dimensiones de cavidades, volúmenes, fracción de eyección, evaluación de motilidad parietal regional, y masas o trombo intracardiaco.
3. Mejorar señal doppler.

**Materiales, preparación e inyección de solución salina agitada:**

1. Obtener la orden del médico.
2. Obtener el acceso intravenoso, o evaluar la permeabilidad de una vía IV ya existente.
3. Mezclar 9 ml de solución salina al 0,9 con 1 ml de sangre extraída por aspiración o de aire en una jeringa de 10 ml. Colocar una llave de paso a la jeringa. Colocar una segunda jeringa vacía a esta llave.
4. Unir la llave de paso a la tubuladura del acceso IV. Mezclar rápidamente la solución salina atrás y adelante entre las dos jeringas hasta que se formen burbujas.
5. Avisar al ecografista antes de inyectar. Girar la llave de paso hacia un jeringa e inyectar el suero salino agitado en la vía IV lo más rápido posible.
6. Elevar el brazo del paciente para que la solución fluya lo más rápido posible hacia el corazón derecho.
7. Documentar según sea necesario.

**Centro: University of Nebraska Medical Center - Optison**

**Personal - Inicio acceso IV:** enfermera en ecocardiografía (RN) o quien coordine la sala iniciara con el acceso IV y administración de contraste.

**Personal - Administración de Contraste:** RN o fellow de cardiología administrará contraste mediante infusión continua. Ecografista o medico adquirirá la imagen.

**Personal - Administración solución agitada:** RN, ecografista, fellow, medico.

**Solicitud de procedimiento:** realizado en mesa de entrada (EMR). Completar estudio con contraste de ser necesario.

**Autorización y educación:** información respecto a los riesgos asociados con la reacción.

**Preparación e inyección de contraste:**

**Materiales:** Optison, cánula IV calibre 20 o mayor, conector en "Y", 10 ml solución salina, tegaderm, jeringa de 30 ml, inyección con solución fisiológica, llave de 4 vías, jeringa de 3 ml, cánula con bloqueo de paso, válvula SAFSITE con pico dosificador, Optispikes.

**Infusión continua con Optison:**

1. Usar cánula IV calibre 22 o mayor.
2. Fijar la cánula IV a un conector en "Y". Esta disposición permitirá el uso de Optison y un agente de estrés si es necesario. La línea IV debe ser colocada en una vena grande del brazo derecho (la ubicación en el brazo izquierdo algunas veces puede inhibir el flujo de Optison hacia el corazón).
3. En pacientes hospitalizados se debe comprobar enrojecimiento o hinchazón del acceso IV. Comprobar que el acceso IV ya existente tenga adecuado retorno venoso. El retorno venoso se puede comprobar mediante la inserción de solución salina con la jeringa y aspirando suavemente.

4. Optison debe ser refrigerado entre 2 y 8° C. Mezclar invirtiendo y girando suavemente el vial hasta que tome un aspecto lechoso y uniforme. Airear el vial con Optispike. Nunca inyectar aire dentro del vial. Extraer lentamente 3 ml Optison. Conectar la jeringa a una llave de 4 vías. Una jeringa con solución salina al 0,9% (20 ml) se debe conectar a otro puerto de la llave de paso. Infundir 1,5 ml de Optison en la solución salina al 0,9% y mezclar hasta obtener una suspensión. Colocar la llave de paso para el conector en “Y” hacia el acceso IV del paciente.

5. Optison permanecerá suspendido durante aproximadamente 1 min. Para asegurar mejores resultados, la jeringa que contiene Optison debe ser invertida o girada suavemente entre las inyecciones del paciente. Comprobar antes de inyectar para asegurarse de que la apariencia del Optison sea uniforme y lechosa.

6. La enfermera o personal designado administrará el Optison como una infusión continua.

7. Inyectar lentamente la suspensión Optison en la vía IV. La inyección debe ser visible en el lado derecho del corazón a los pocos segundos. La dosis total de Optison no debe exceder los 5 ml en 10 minutos o 8,7 ml en cada estudio.

**Propósito / Indicación del contraste:**

1. Imágenes subóptimas definida como la incapacidad para detectar dos o más segmentos contiguos en cualquiera de las tres ventanas apicales.

2. Cuantificación de dimensiones de cavidades, volúmenes, fracción de eyección, evaluación de motilidad parietal regional, y masas o trombo intracardiaco.

3. Mejorar la señal doppler.