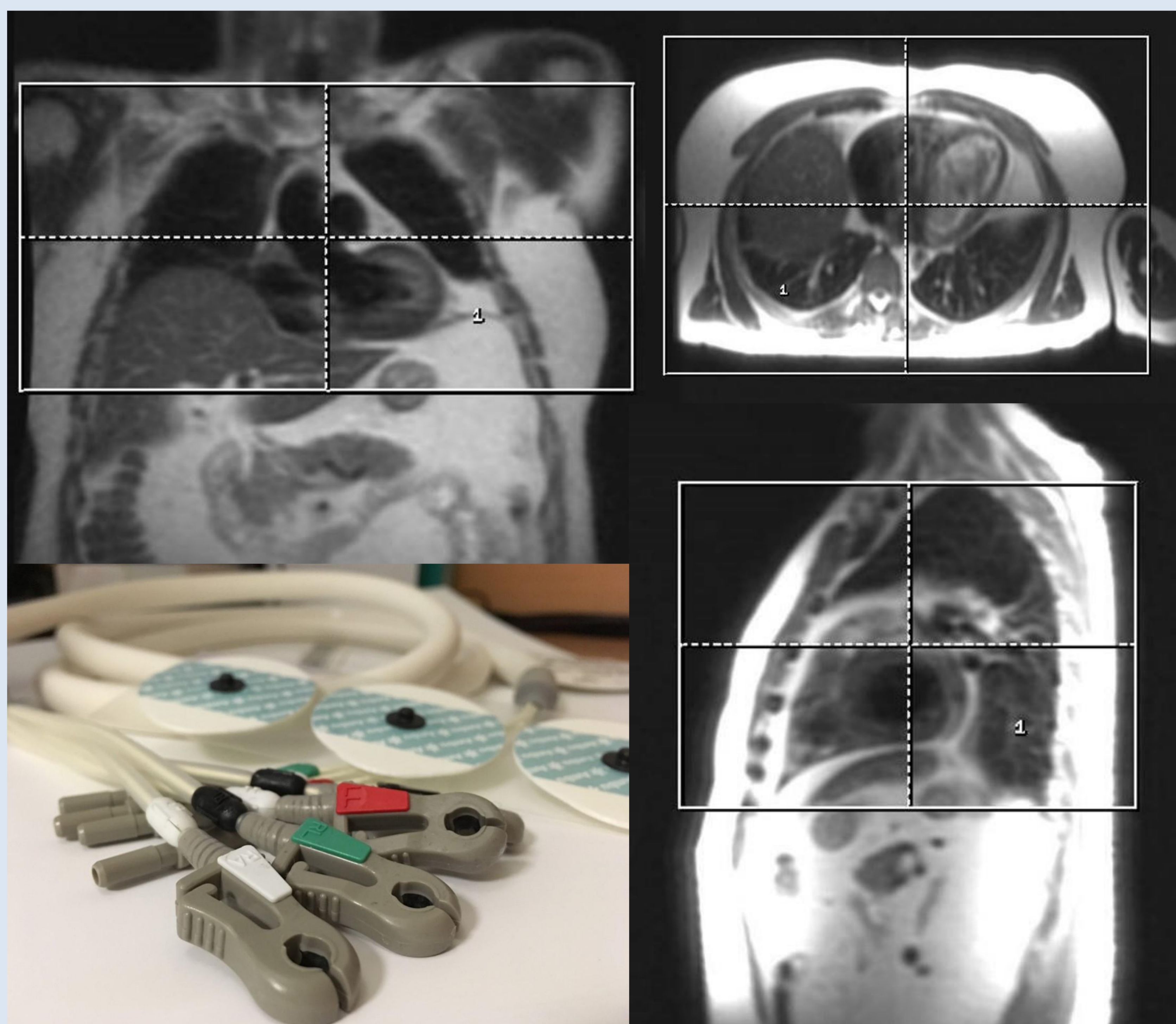


4D Flow: consejos técnicos y posibilidades diagnósticas.

Francisco Daniel Sancho García
TSID Quironsalud Madrid

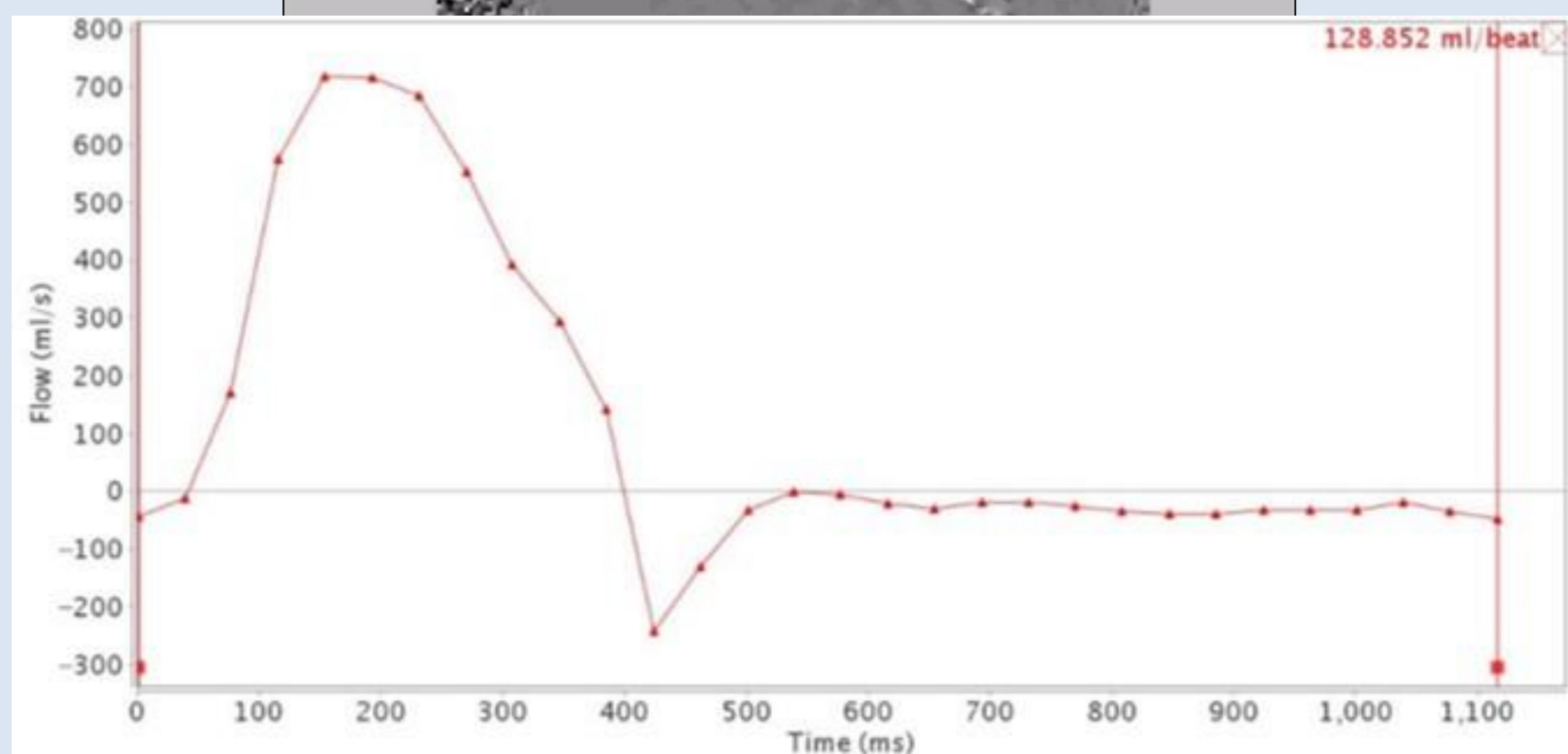
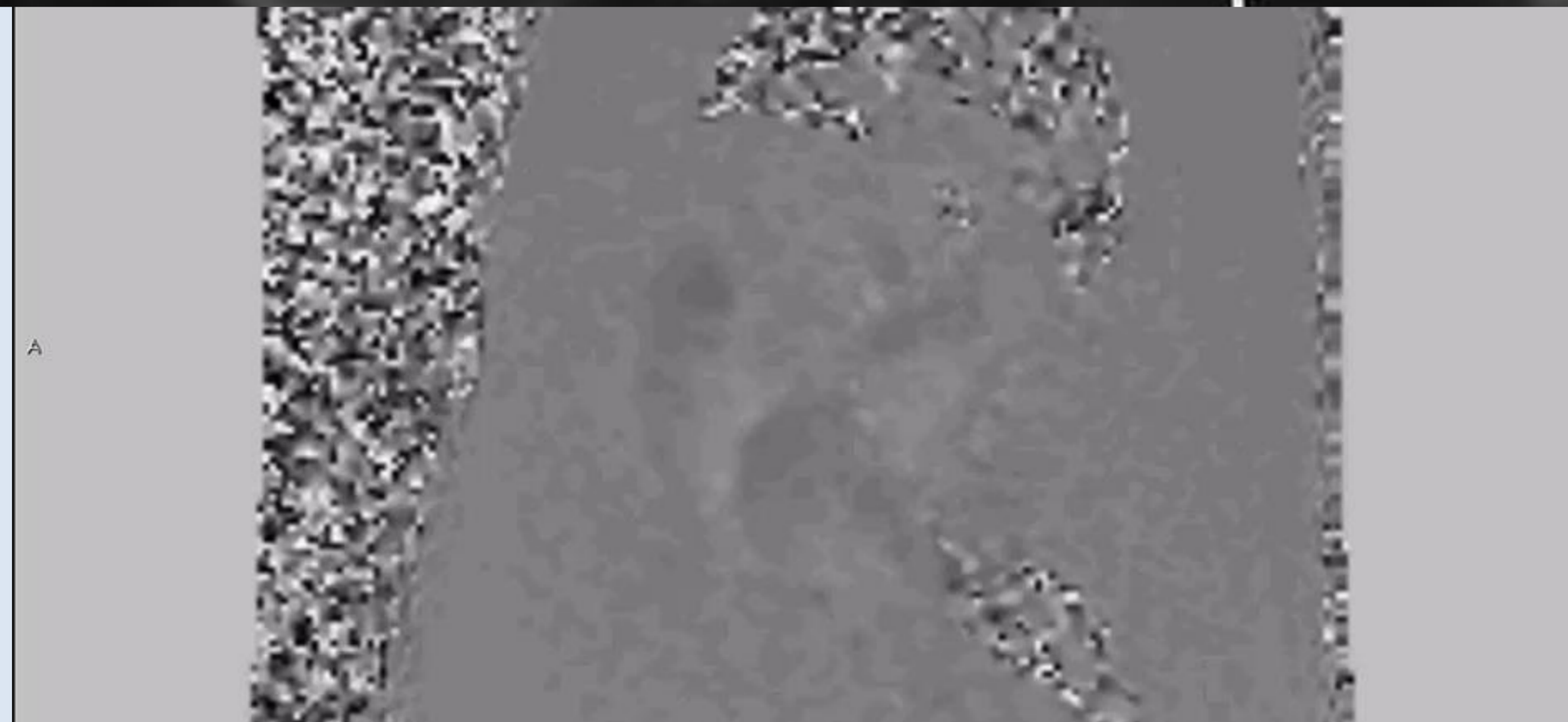
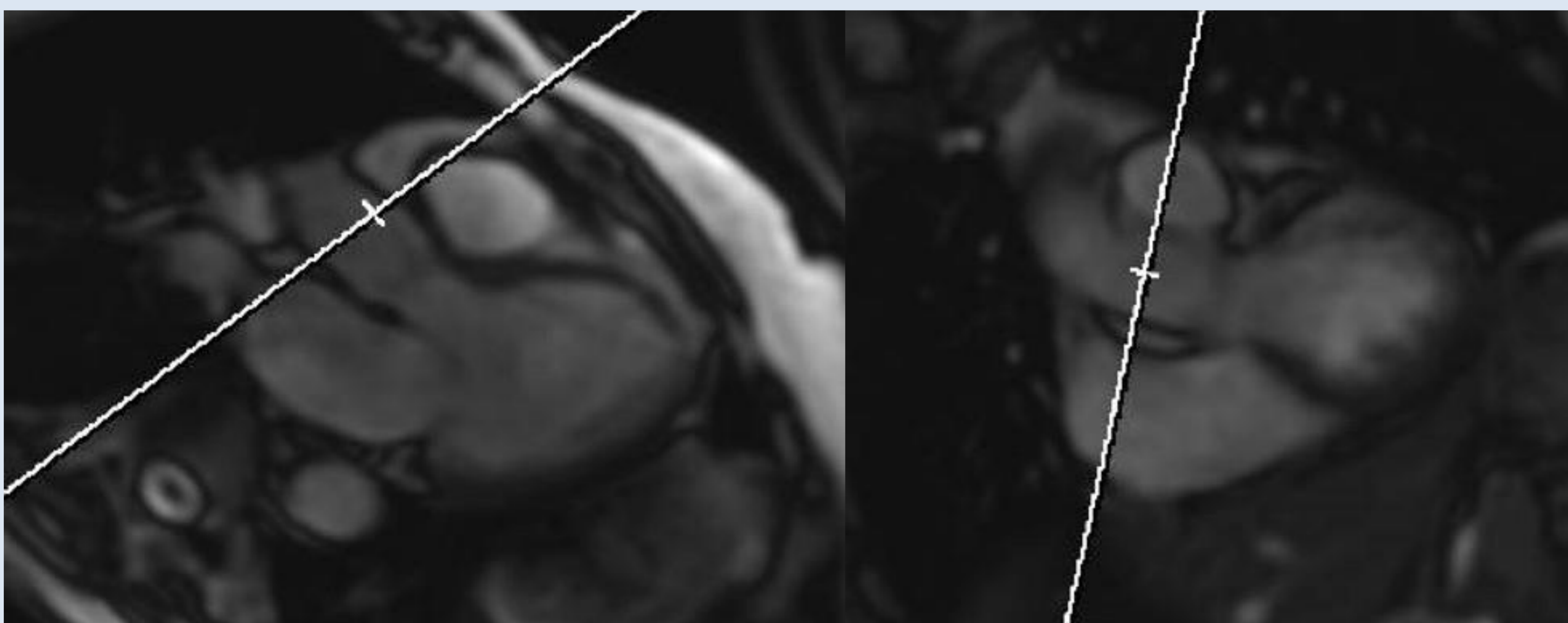
¿Qué es 4D Flow?

Es una secuencia basada en 3D Phase Contrast (PC). Ofrece una lectura en todas las direcciones de codificación (3D) + lectura de todo el ciclo cardiaco (tiempo) = 4D. La adquisición requiere de monitorización cardiaca y respiración libre.

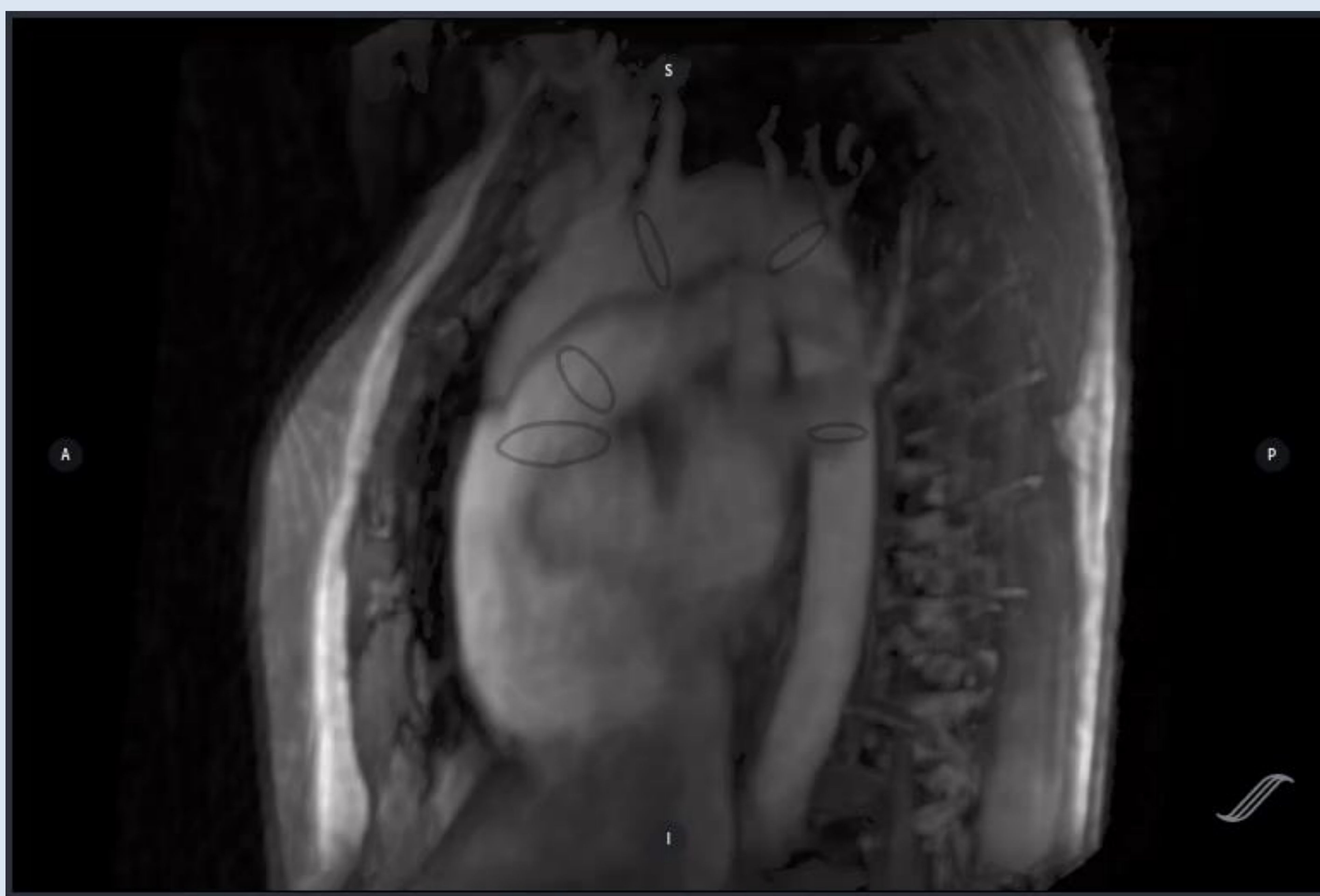


Su principal uso son estudios cardiacos y de grandes vasos, como la **patología valvular** (insuficiencia aortica y mitral, prolapso mitral,...), **shunts intra o extra cardiacos** (comunicación interauricular (CIA) o interventricular (CIV), ductus persistente,...), **malformaciones congénitas** (Fallot, transposición de grandes vasos,...) y **patología aórtica** (dilatación., disección, coartación,...).

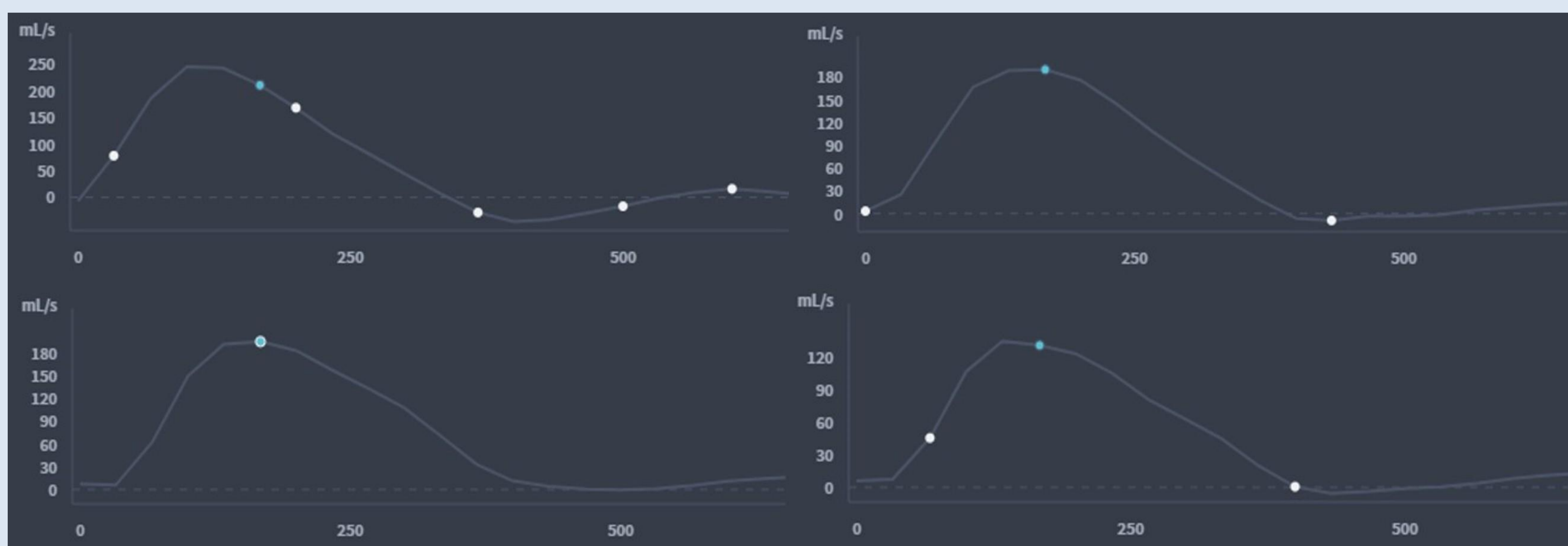
Con las secuencias 2D PC, se puede ver y medir el flujo laminar en una sola dirección (en los 2 sentidos), en un solo punto en concreto; mientras que con 4D Flow se puede ver y medir el flujo turbulento, en cualquier parte del volumen de datos adquiridos, de forma retrospectiva.



Lectura del flujo en una sola dirección (2D PC).



Visualización de flujo de aorta con 4 medidas a distintos niveles.

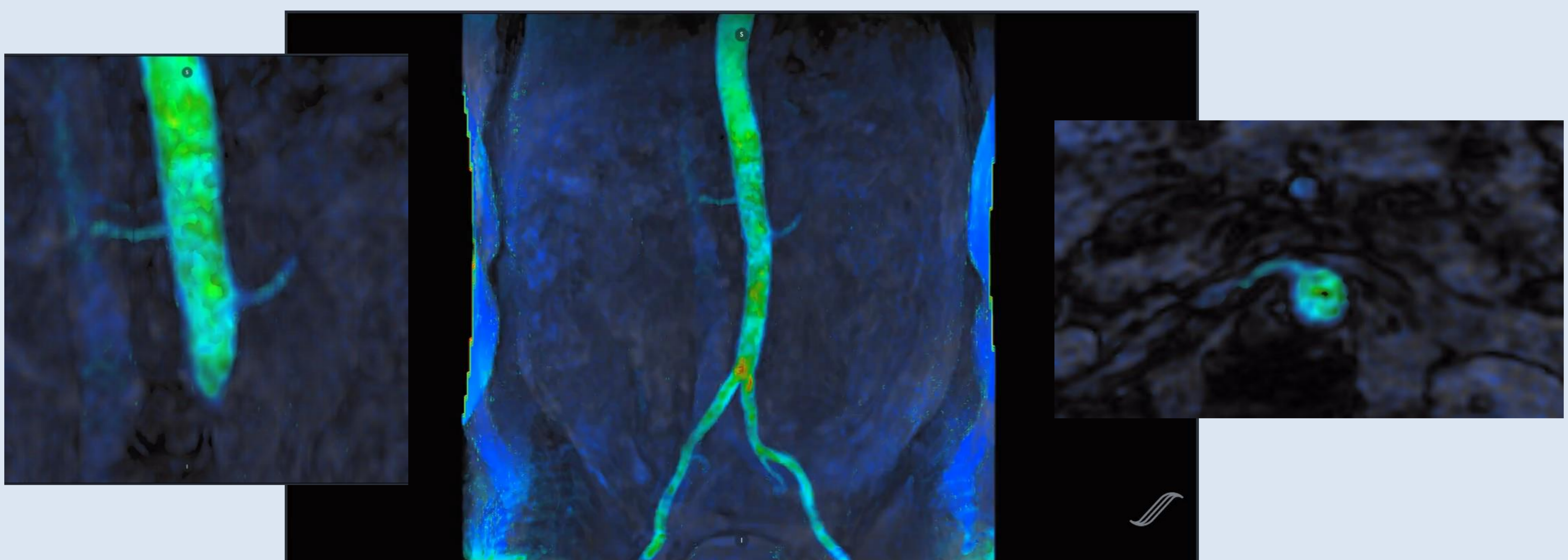


Lectura del flujo en varias direcciones con lectura retrospectiva, con información cualitativa y cuantitativa (4D Flow).

	AORTA 1	AORTA 2	AORTA 3	AORTA 4
Frecuencia cardíaca:	60	60	60	60
Contraste:				
Flujo (l/min):	3.215371	3.085960	3.473661	2.345581
Flujo hacia adelante (l/min):	3.426904	3.087181	3.473661	2.345581
Flujo inverso (l/min):	-0.211533	-0.001221	0.000000	0.000000
Flujo (ml/latido):	53.589523	51.432667	57.894349	39.093017
Flujo hacia adelante (ml/latido):	57.115059	51.453015	57.894347	39.093016
Flujo inverso (ml/latido):	-3.525545	-0.020351	0.000000	0.000000
Fracción regurgitante (%):	6.172707	0.039553	0.000000	0.000000
Gradiente de presión (mmHg):	1	2	3	4
Dirección de flujo primaria:	S	LP	PI	I

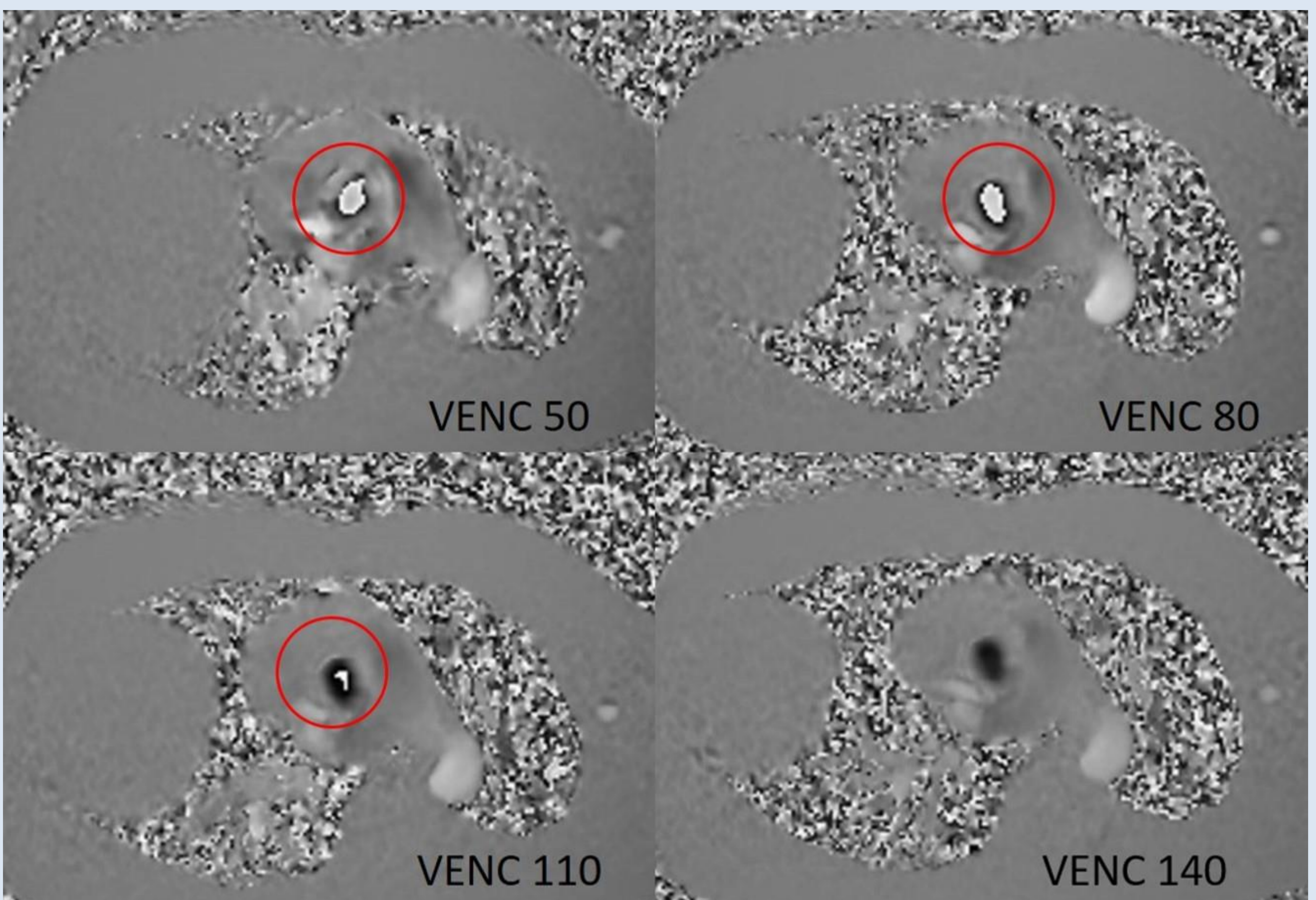
Consejos de programación

- Voxel isovolumétrico.
- Con 4 NEX → tamaño mínimo de voxel de 1,8mm.
- Aumentar +2 NEX por cada 0,2mm que se reduzcan del tamaño del voxel (1,6mm → 6 NEX) = ↑ 10% tiempo total de adquisición.
- Con CIV: RECOMENDADO (imagen más anatómica) → Flip angle (FA) = 14.
- Sin CIV (imagen menos anatómica) → FA = 4 – 8.



Adquisición 4D Flow aorta abdominal y arterias renales. Voxel: 1,8 x 1,8 x 1,8 mm / 4NEX / VENC 150 / FA 14.

VENC (velocity encoding) (cm/s): es el valor máximo de velocidad de flujo que se da en el entorno a estudiar. Un valor VENC bajo conlleva aliasing en los flujos de mayor velocidad y un valor VENC alto puede subestimar los flujos mas bajos.

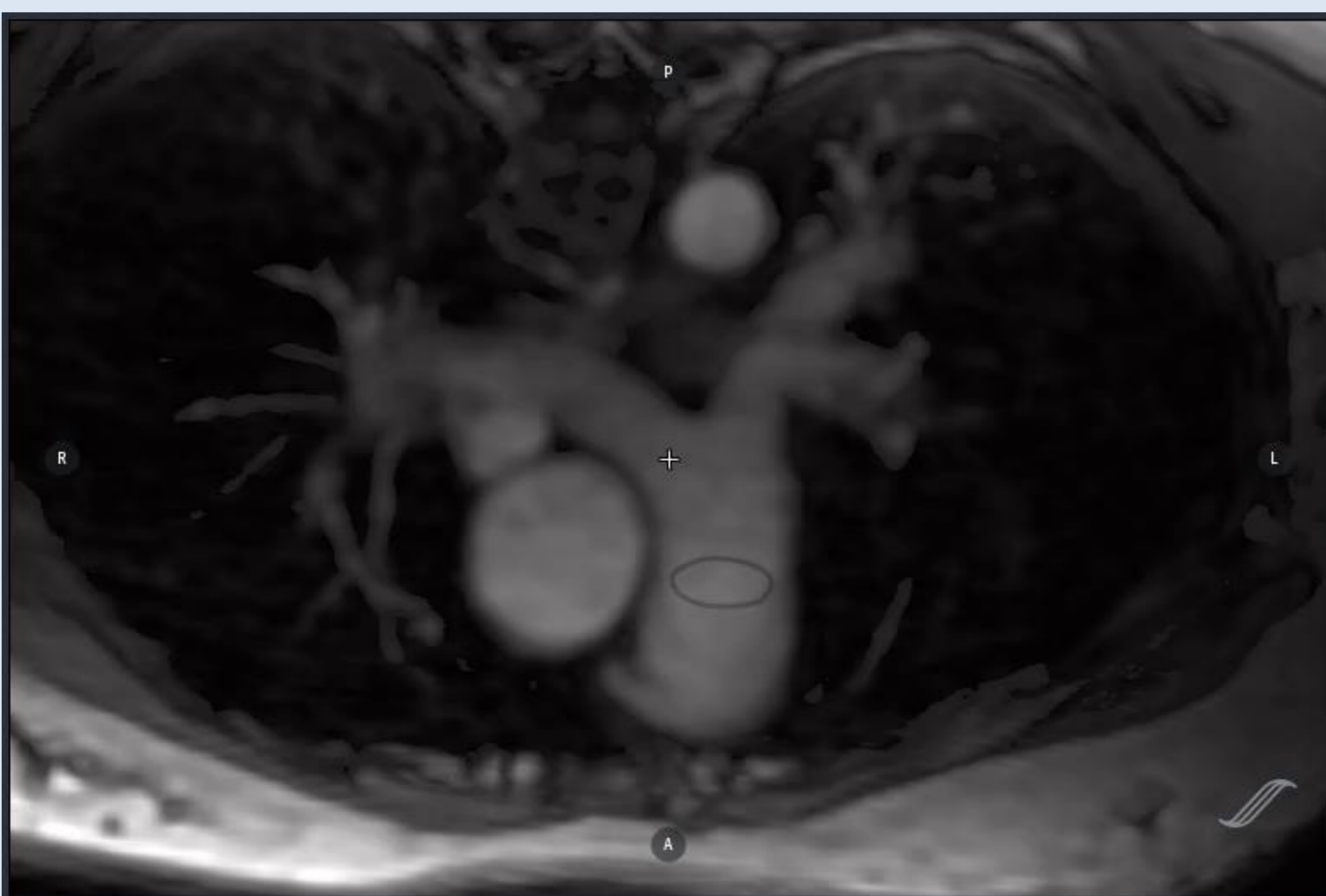


Un buen método para elegir un VENC correcto es utilizar un 2D PC, e ir aumentando el valor VENC hasta no tener aliasing en el vaso a estudiar. En la imagen se ve como disminuye el artefacto por aliasing en la salida de la aorta hasta alcanzar un valor óptimo.

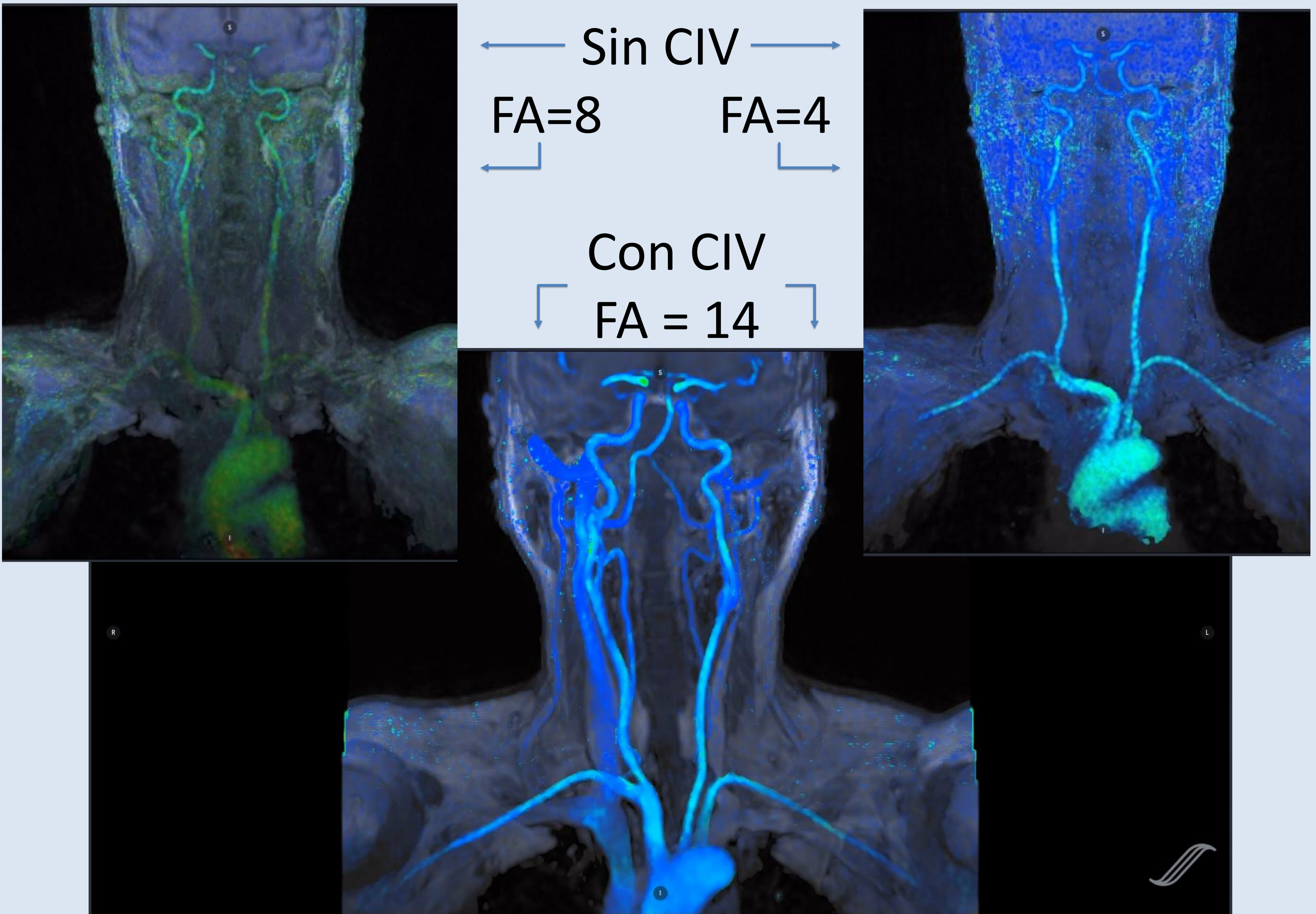
Contraste intravenoso (CIV)

Estudios realizados con gadobutrol
1 mmol/ml.

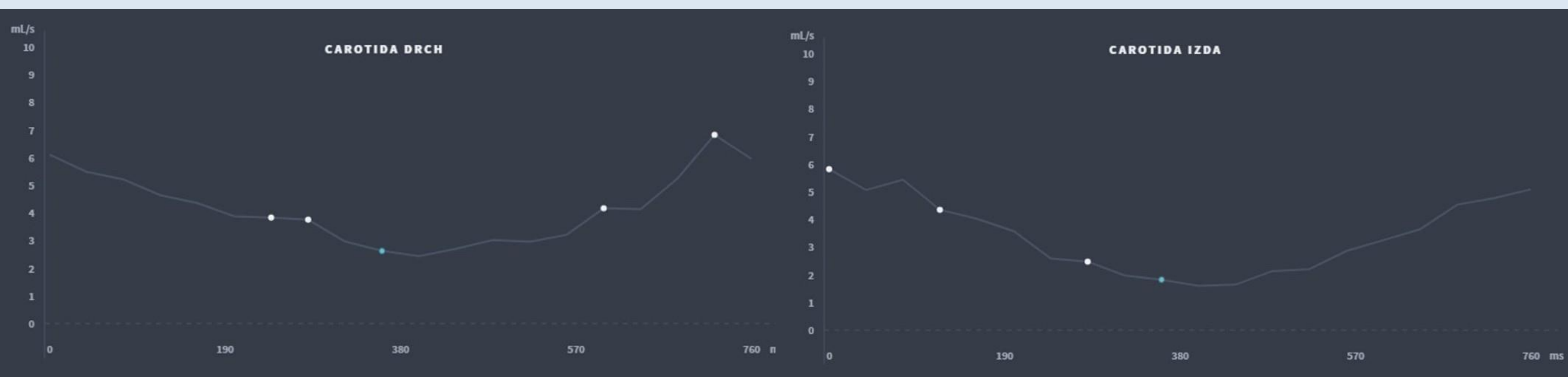
- Flujo de inyección lento → 0,1 ml/s.
- Dosis → **1,5 dosis máxima** por paciente (independientemente de estudios de perfusión o estudio dinámico previos).
- Si se hacen estudios de perfusión cardiaca: 5ml para cada perfusión y el resto para 4D Flow.
- Si se hace estudio dinámico: 1 dosis para dinámico y 0,5 restante para 4-d Flow.
- Suero salino suficiente para empujar todo el CIV (± 20 ml).



4D Flow arterias
pulmonares. Adquisición:
Voxel: 1,8 x 1,8 x 1,8 mm /
4NEX / VENC 200 / FA 14



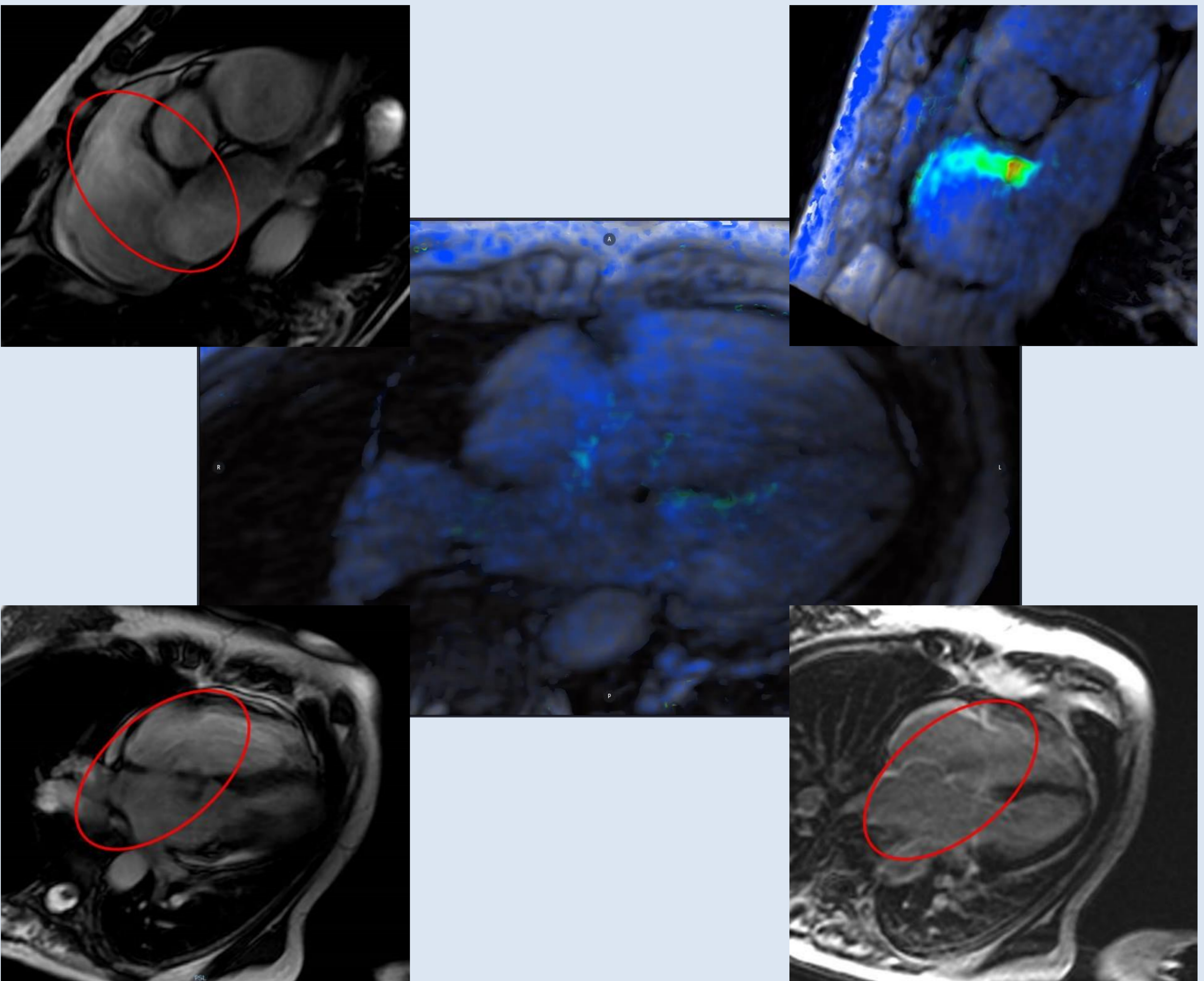
Parámetros: voxel 1.8 x 1,8 x 1,8 mm / 4 NEX / VENC 160.



CAROTIDA	DRCH	IZDA
Frecuencia cardíaca:	75	75
Contraste:		
Flujo (l/min):	0.259415	0.215403
Flujo hacia adelante (l/min):	0.259415	0.215403
Flujo inverso (l/min):	0.000000	0.000000
Flujo (ml/latido):	3.458872	2.872040
Flujo hacia adelante (ml/latido):	3.458872	2.872040
Flujo inverso (ml/latido):	0.000000	0.000000
Fracción regurgitante (%):	0.000000	0.000000
Gradiente de presión (mmHg):	0	0
Dirección de flujo primaria:	S	S

Diferentes 4D Flow con y sin CIV; con distintos FA y con graficas de flujo de ambas arterias carótidas.

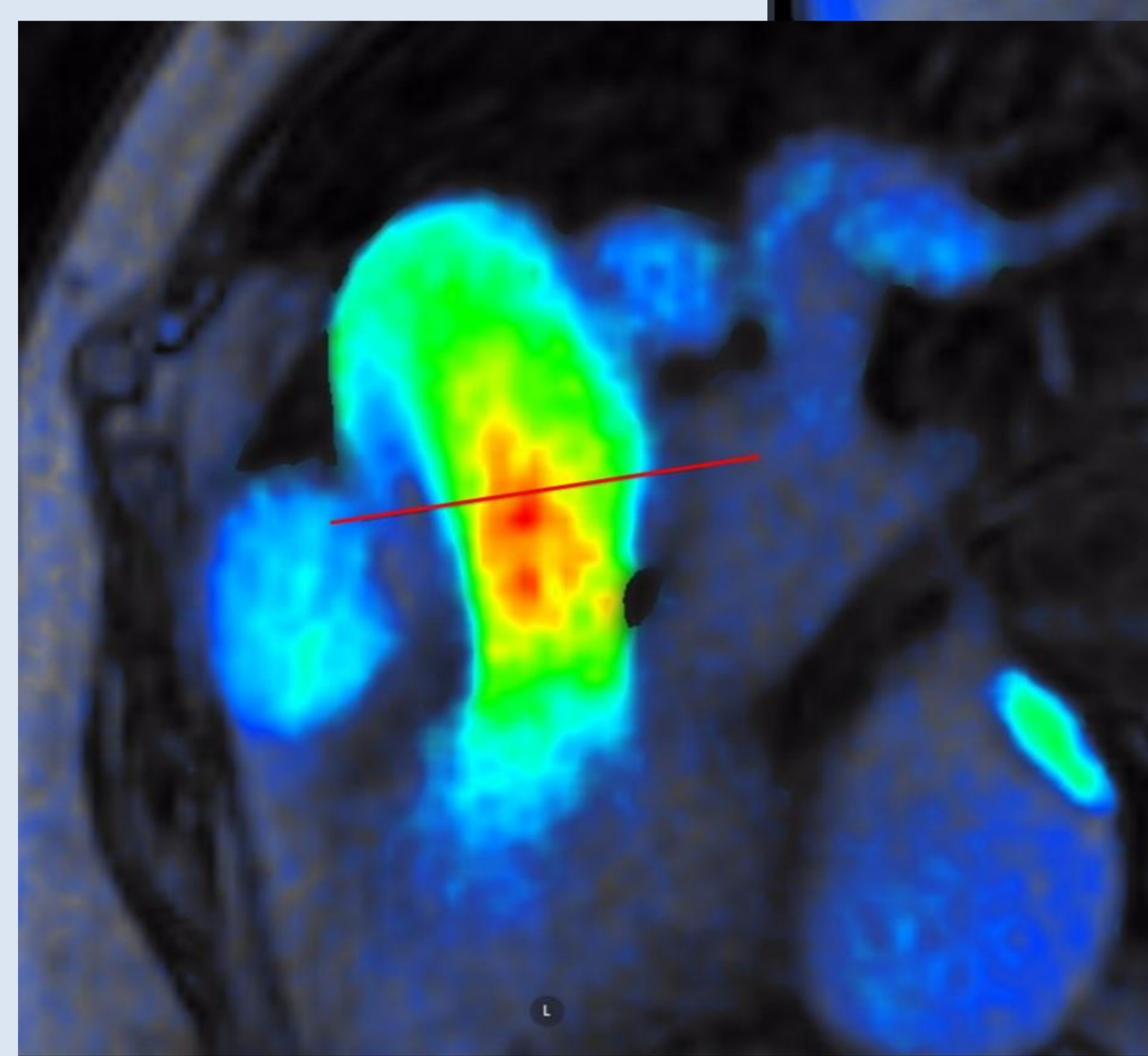
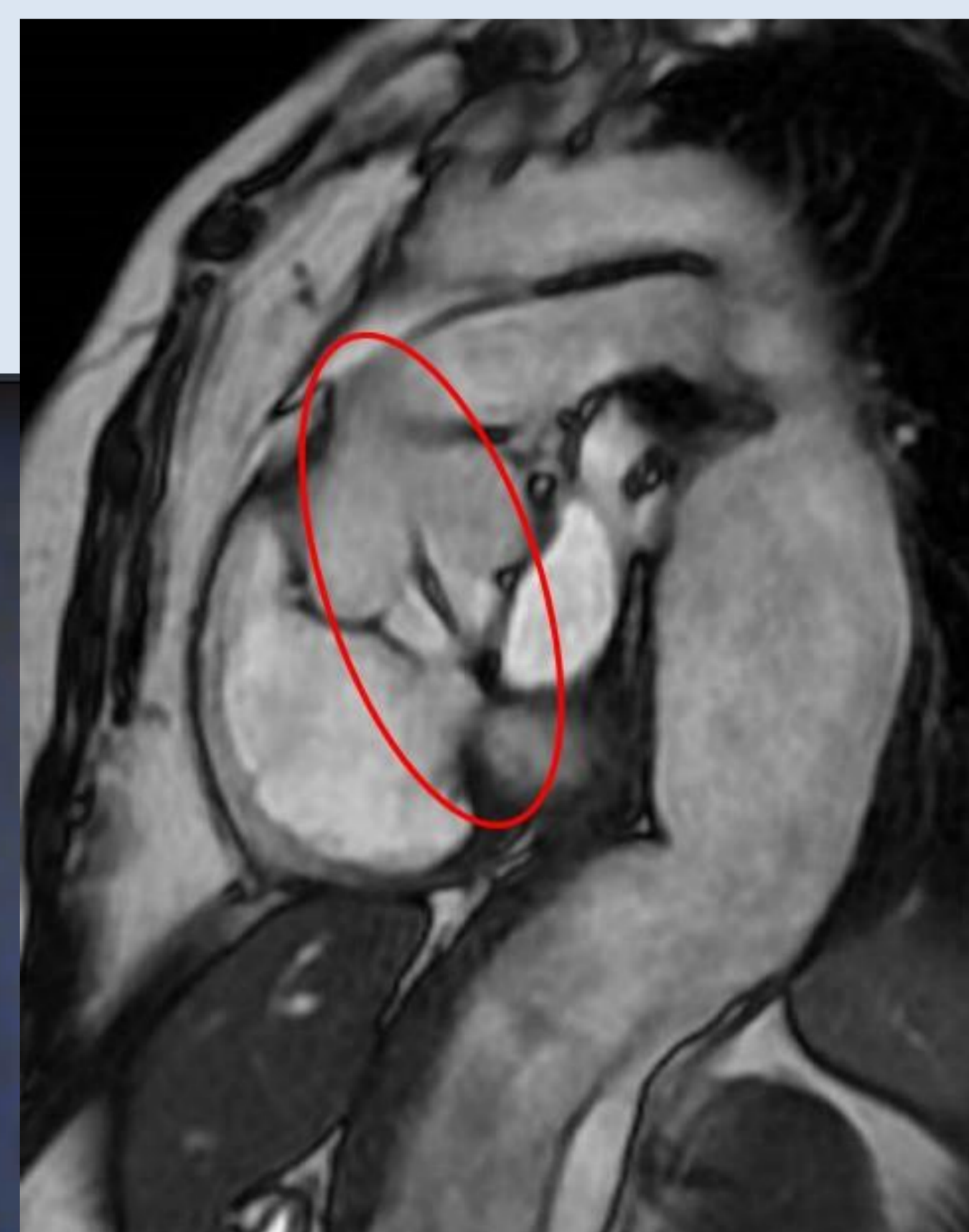
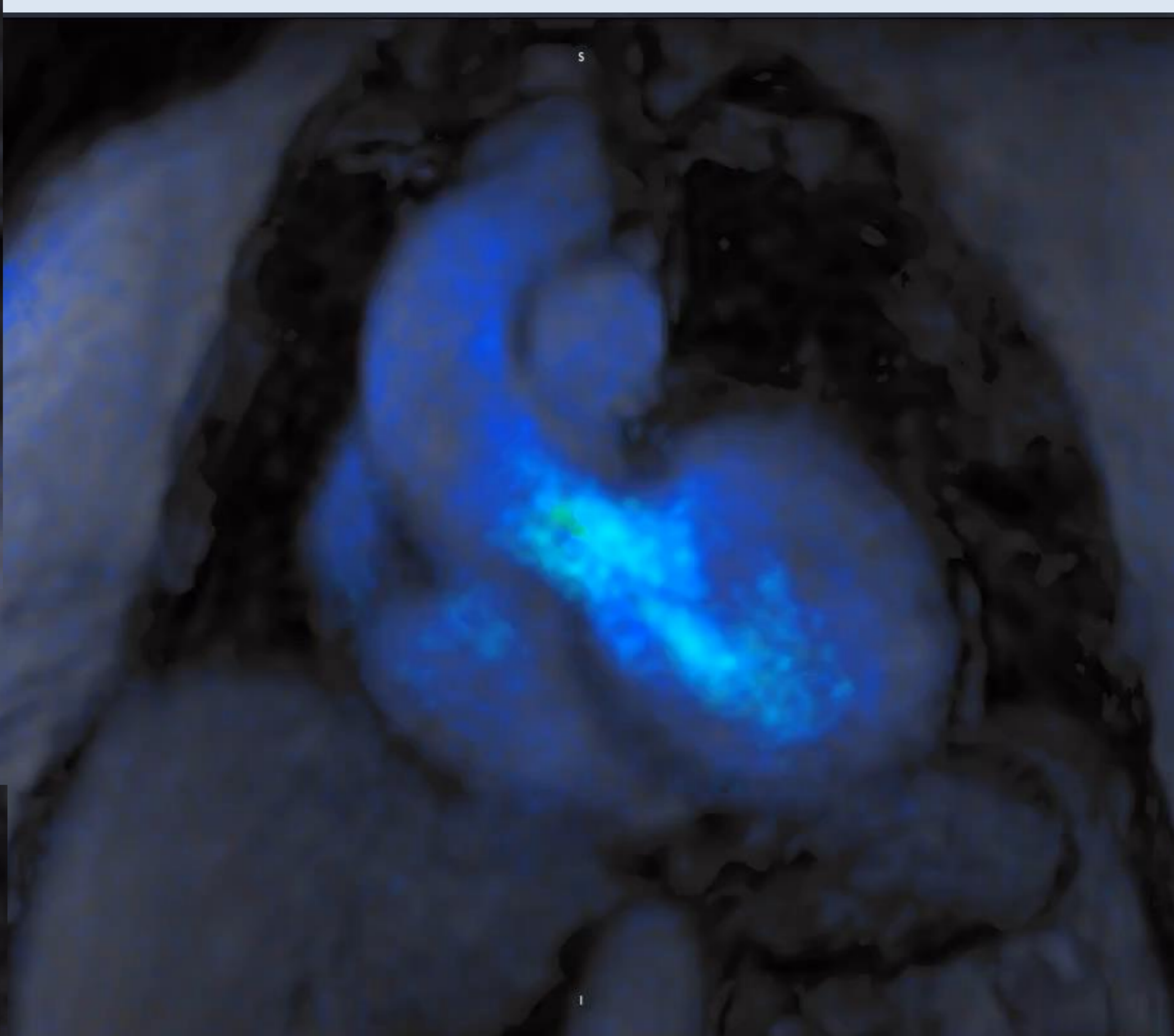
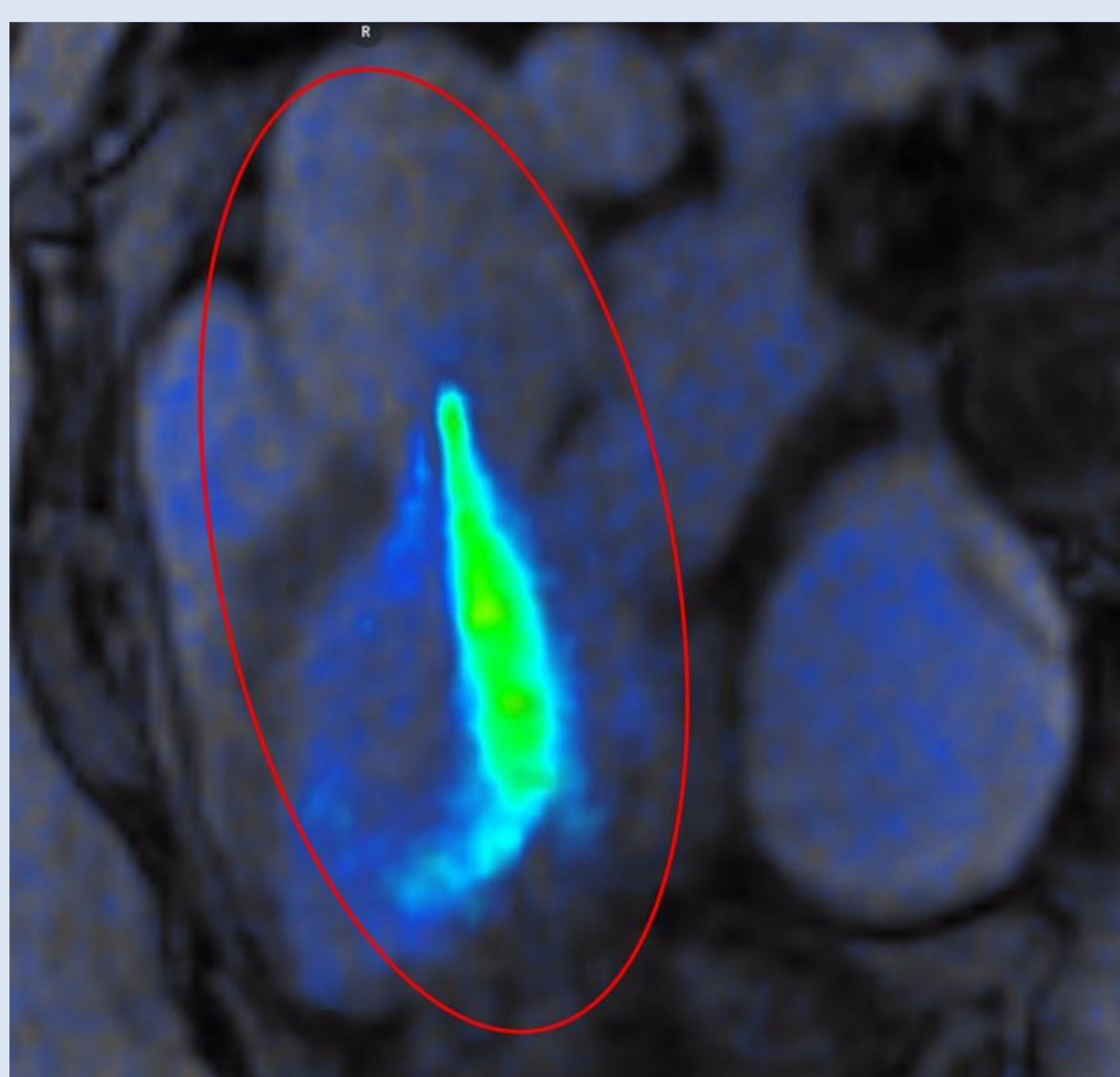
Comunicación interauricular (CIA)



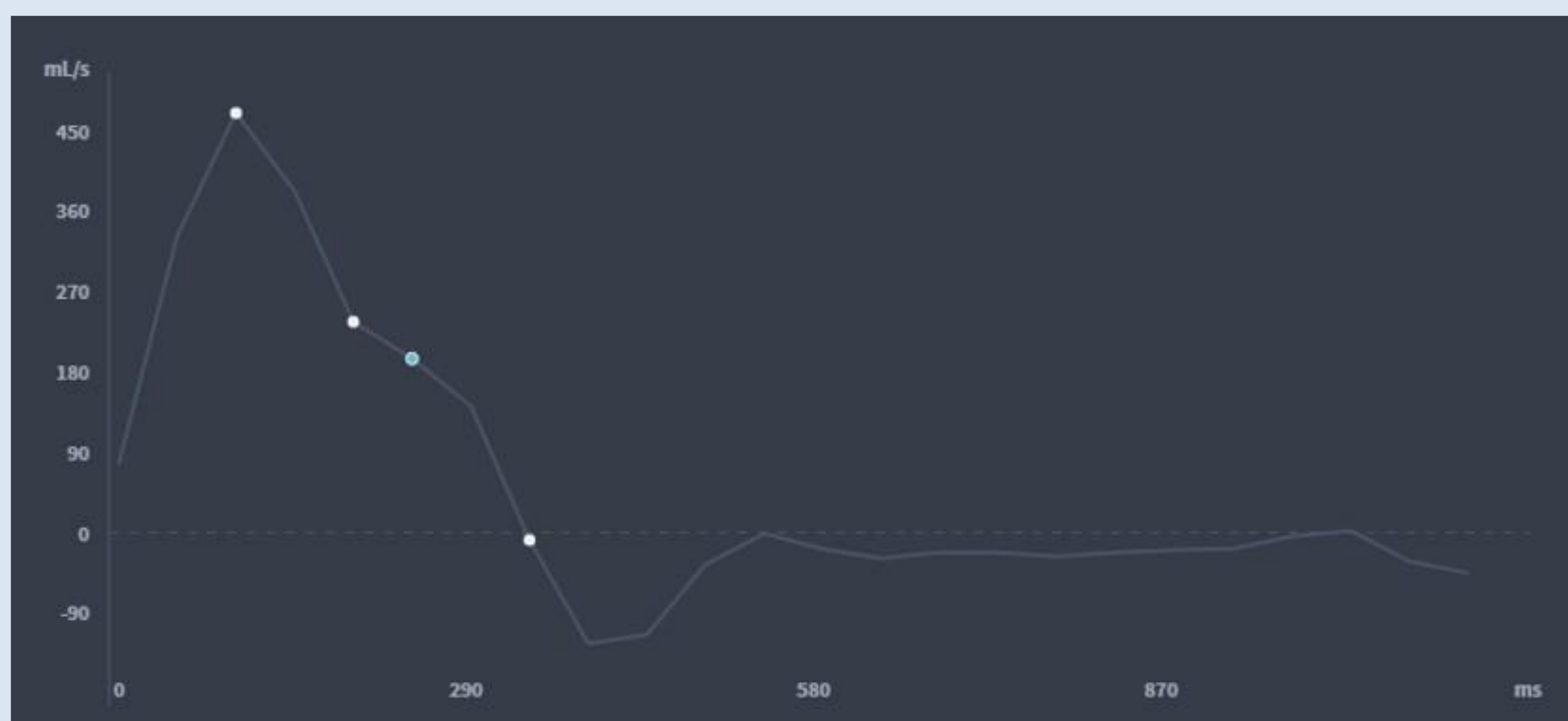
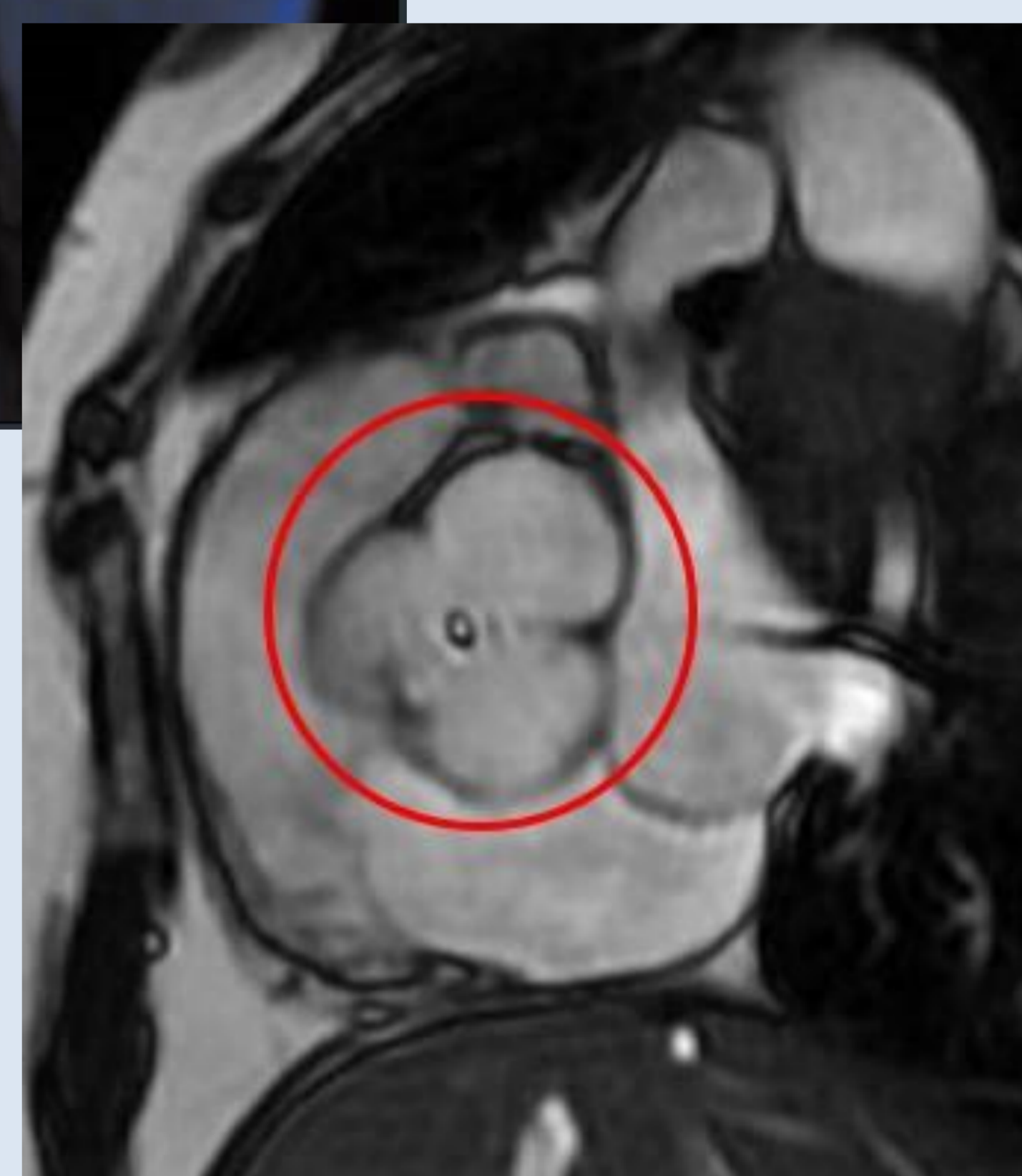
CIA tipo ostium secundum vista en secuencias 2D cine,
realce tardío y 4D Flow.

Adquisición: 1,8 x 1,8 x 1,8 / 4 NEX / VENC 300 / FA 14.

Insuficiencia de válvula aórtica (IAo)

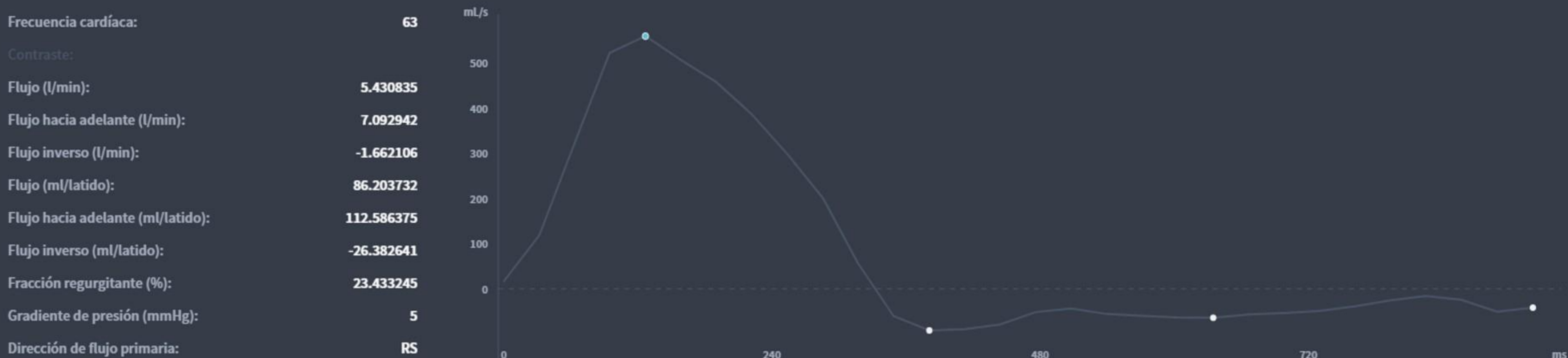
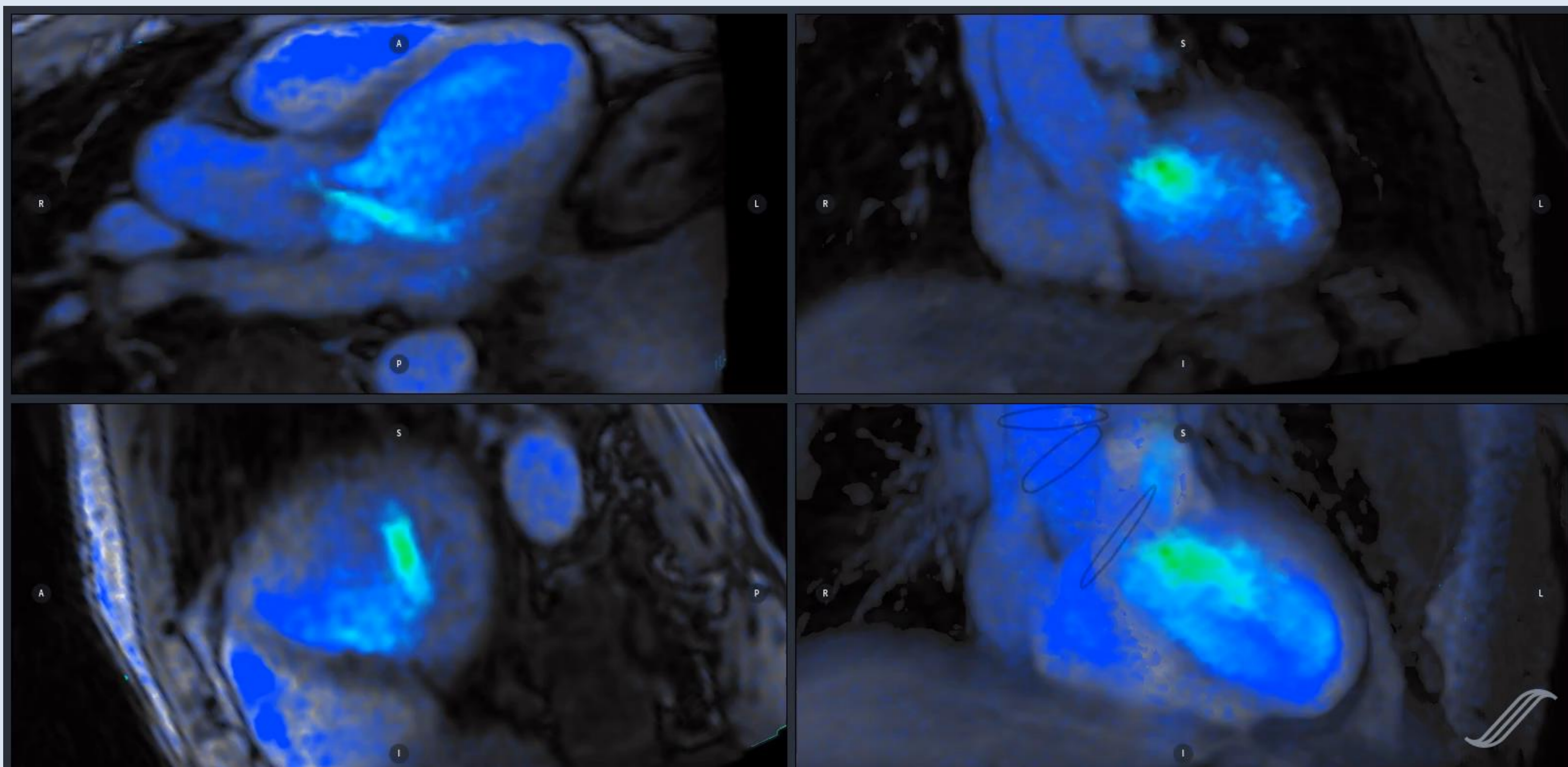


Adquisición:
1,8 x 1,8 x 18 mm /
4 NEX / VENC 300 /
FA 14



Insuficiencia válvula aortica vista en secuencias 2D cine centradas en la válvula aortica y secuencia 4D Flow con medida de flujo en la salida de la aorta.

Válvula aórtica bicúspide y regurgitación



Válvula aórtica bicúspide con fusión de velos no coronario e izquierdo, con una fracción de regurgitación del 23%.
Adquisición: 1,8 x 1,8 x 18 mm / 4 NEX / VENC 300 / FA 14.

VENTAJAS:

- Medida de flujos turbulentos.
- Facilidad de estudio en patologías no conocidas previamente.
- Medida retrospectiva de todo el volumen de datos.
- Análisis cualitativo y cuantitativo de los diferentes flujos de un volumen de datos.

INCONVENIENTES:

- Duración: 8 – 10 min.
- El VENC se estima en el momento (posibilidad de aliasing).
- Necesidad de enviar los datos a un servidor externo al servicio de diagnóstico por imagen.
- No se conoce la calidad de los datos adquiridos hasta que se posprocesan.

Conclusiones

La técnica 4D Flow es una herramienta revolucionaria para la medida de flujo no laminar demostrando grandes ventajas frente a las secuencias tradicionales 2D PC.

Esta secuencia tiene múltiples posibilidades en la práctica clínica a día de hoy, a pesar de todavía no estar optimizada para el uso en pequeños vasos.

En un futuro, aparentemente, será una secuencia habitual en la práctica clínica; y su uso se extenderá a los estudios vasculares por resonancia magnética.