

UNIVERSIDAD
DE CHILE

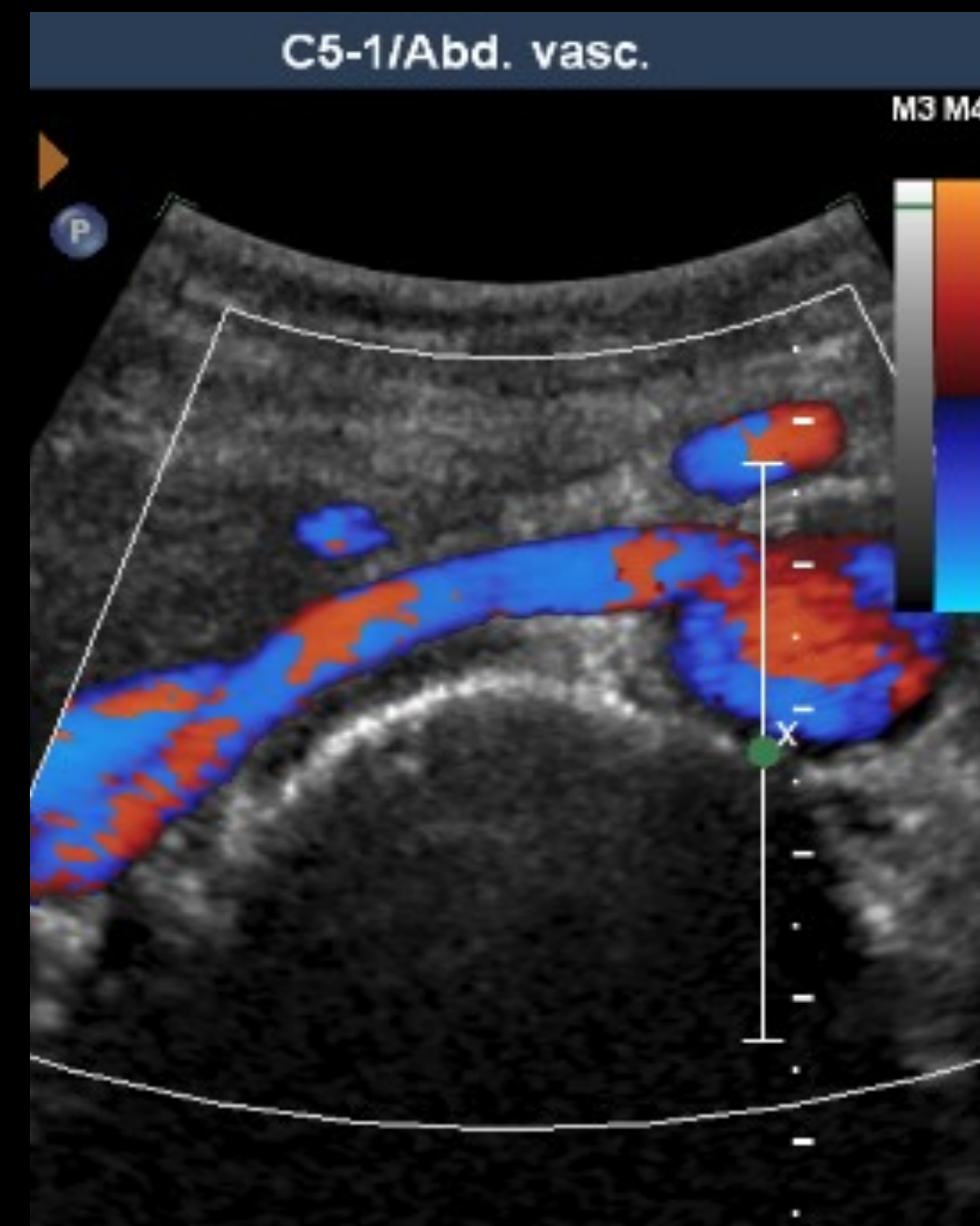
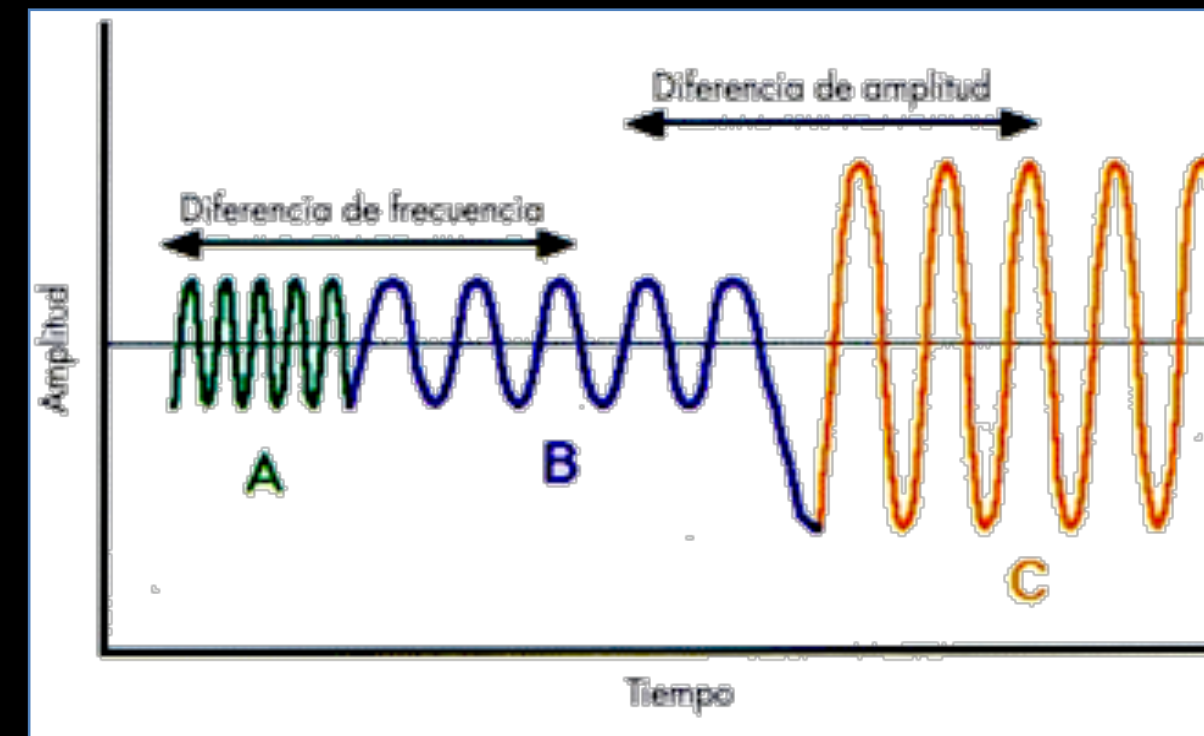
Módulo Ecografía: Generalidades Doppler

TM. Ecografista Járol Aguilar González

Octubre 2020



Introducción

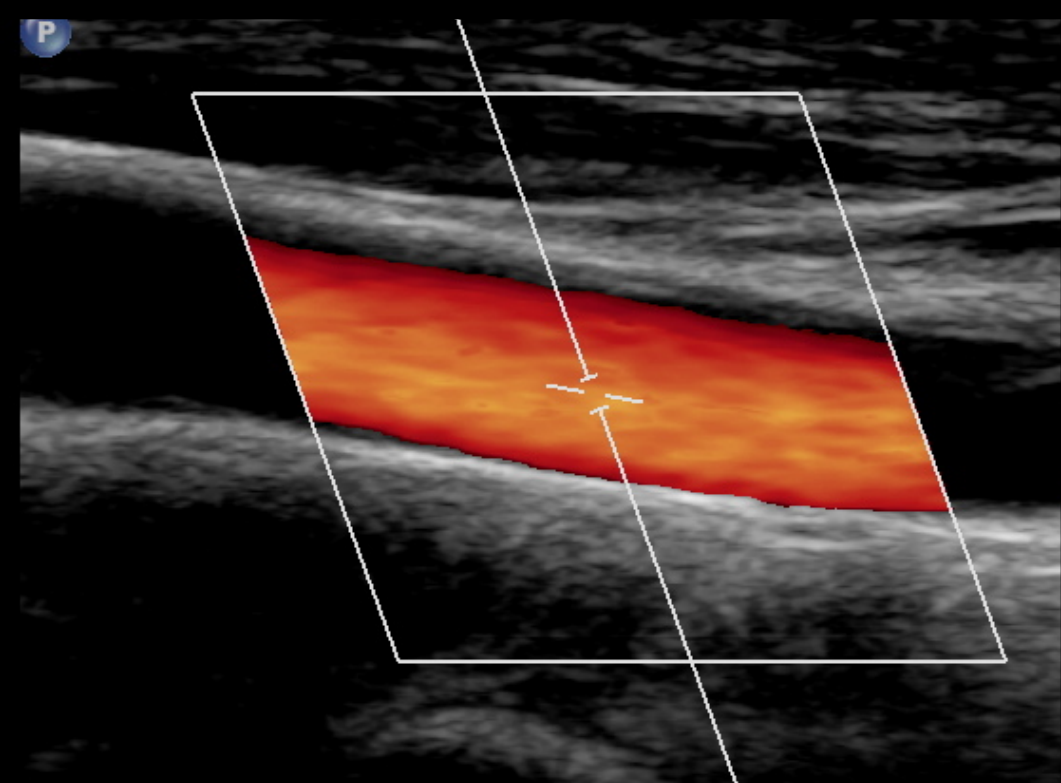




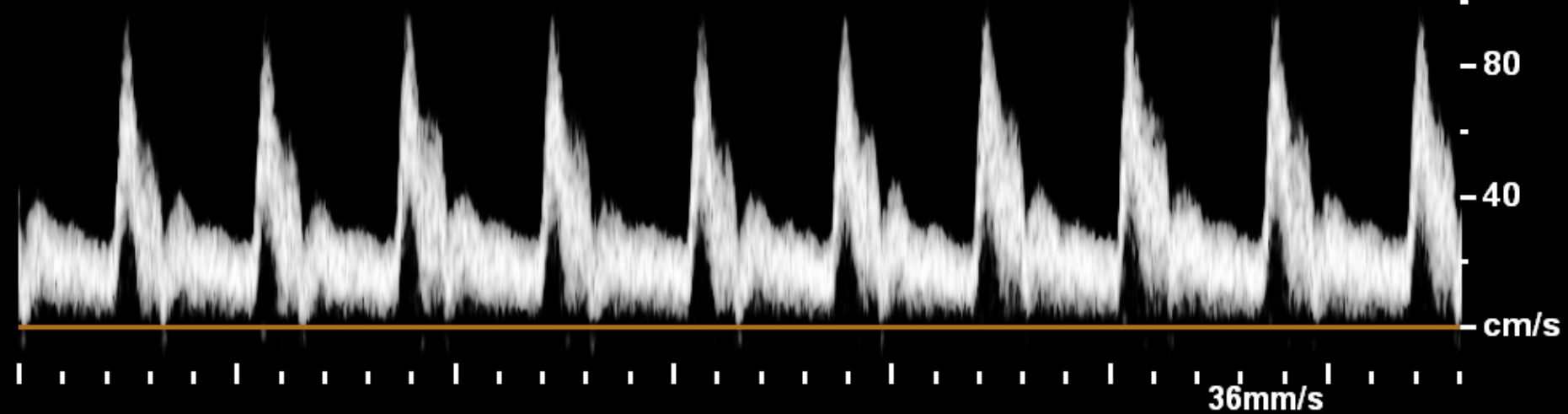
Introducción

L12-3
30Hz 60°
Z 1.4
2D
54%
Rango din. 50
P Baj.
ArmónGral

FC
51%
2909Hz
FP 159Hz
4.0MHz
PW
46%
FP 70Hz
VMue1.0mm
3.5MHz
1.6cm

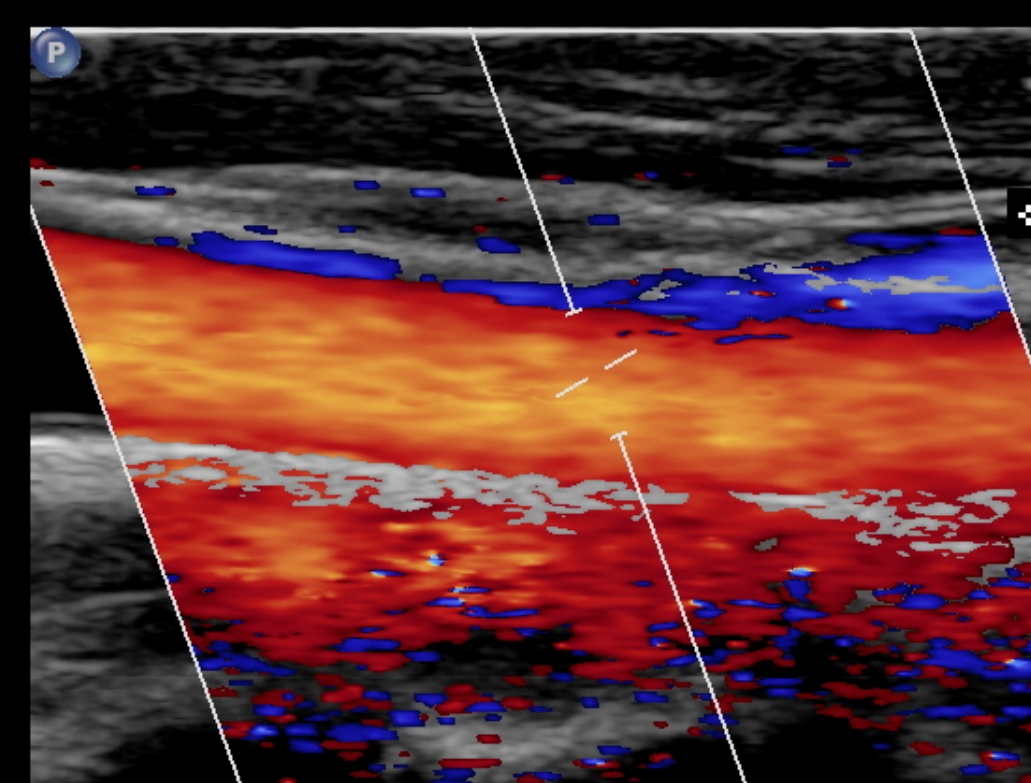


M3 M3
+28.0
-28.0
cm/s

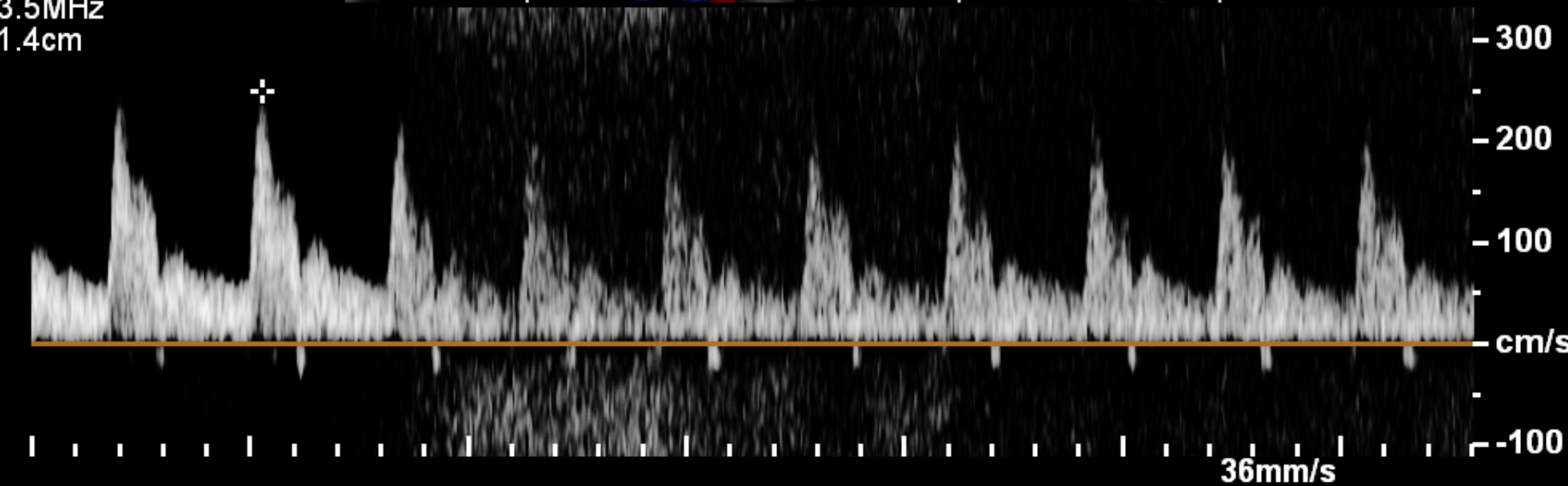


VASC CAROTIDA
L12-3
25Hz 80°
Z 1.4
2D
54%
Rango din. 50
P Baj.
ArmónGral

FC
71%
2909Hz
FP 159Hz
4.0MHz
PW
38%
FP 70Hz
VMue4.0mm
3.5MHz
1.4cm

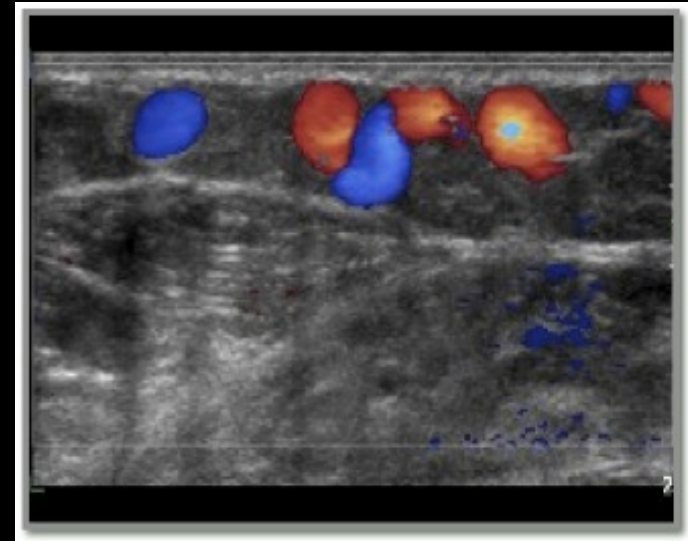


M3 M3
+28.0
-28.0
cm/s

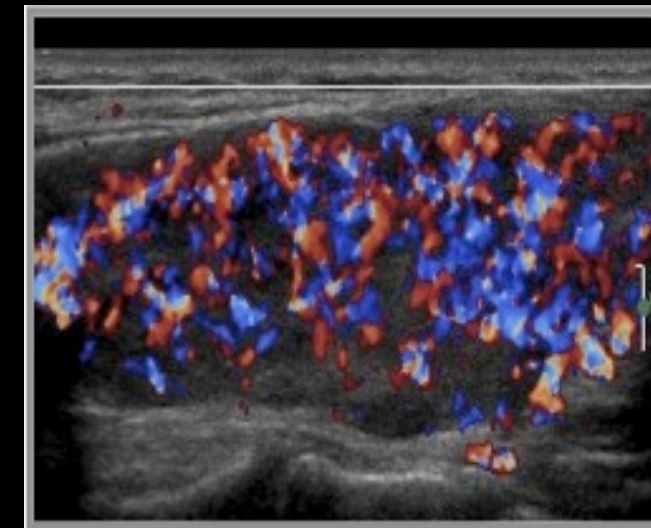




Introducción



- Estenosis
- By Pass
- Trombosis AV
- Sd Operculo Torácico
- Disección Arterial
- Pseudo Aneurisma
- Fistula AV
- Varices
- Insuficiencia venosa



- Detectar Vascularización
- Cuantificar Vascularización
- Detección de Flujo
- Utilidad Centelleo



- Hepático
- Renal



Efecto Doppler

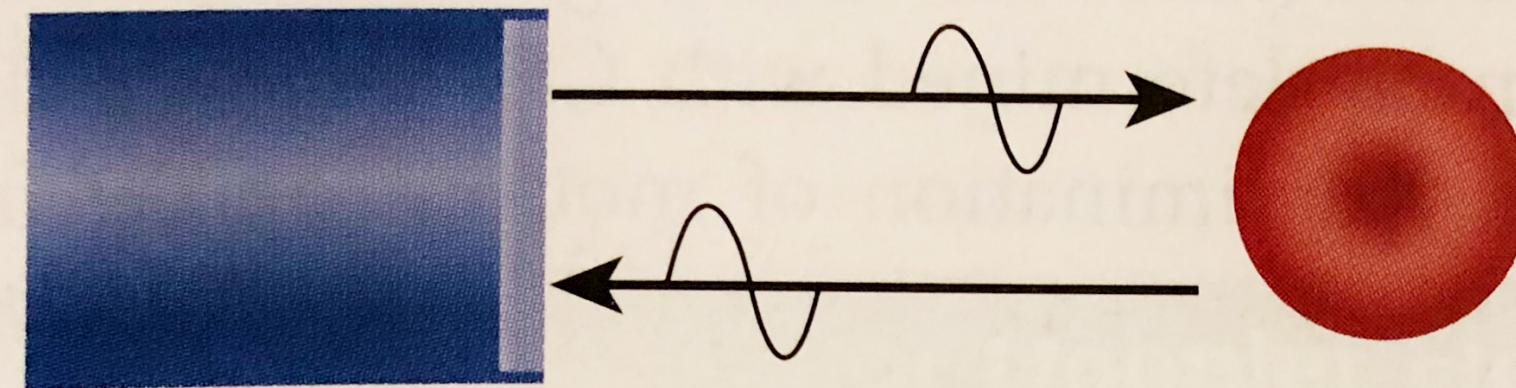


- **Christian Doppler (1803-1853)**
 - Físico austriaco
 - 1842 presentó su teoría del cambio de la frecuencia de la luz al moverse las estrellas respecto de la tierra
 - 1845 el realiza el experimento aplicado al sonido

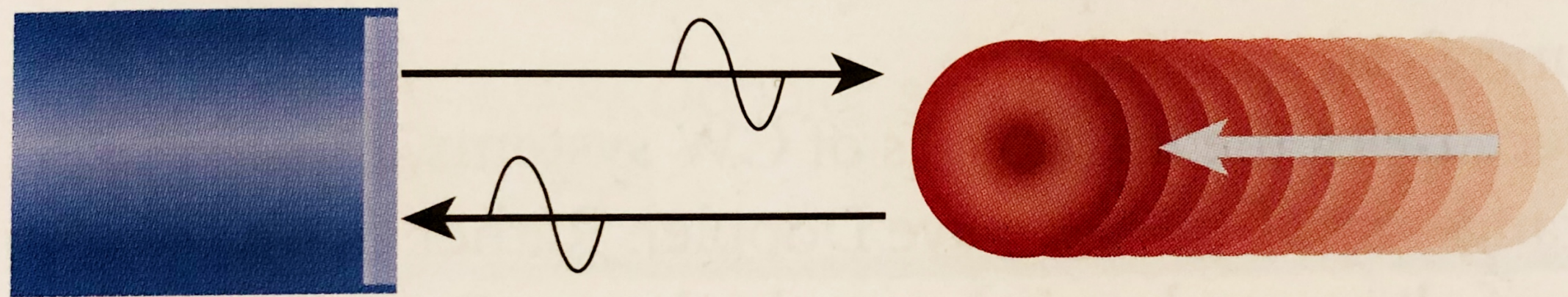
Cambio de la frecuencia de una onda con el movimiento de la fuente respecto al receptor, siendo este cambio proporcional a la velocidad del reflector.



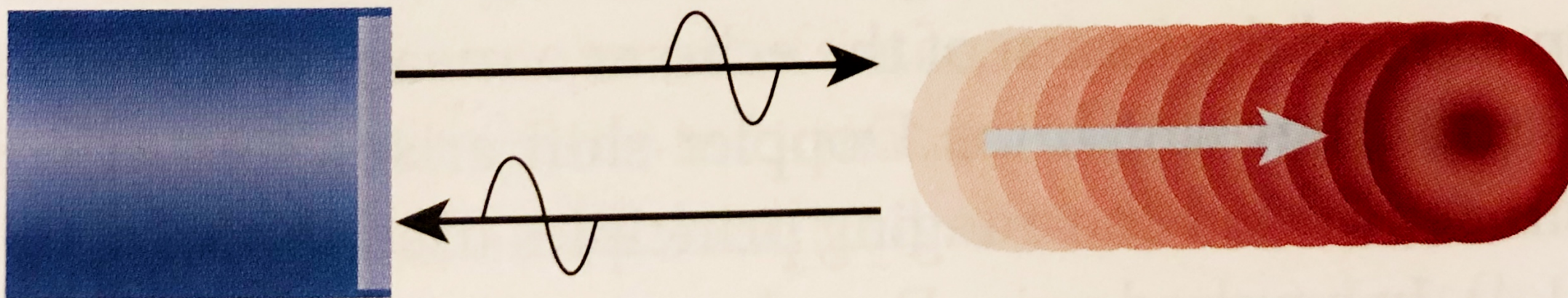
Efecto Doppler



A Stationary target: $(F_R - F_T) = 0$



B Target motion toward transducer: $(F_R - F_T) > 0$



C Target motion away from transducer: $(F_R - F_T) < 0$

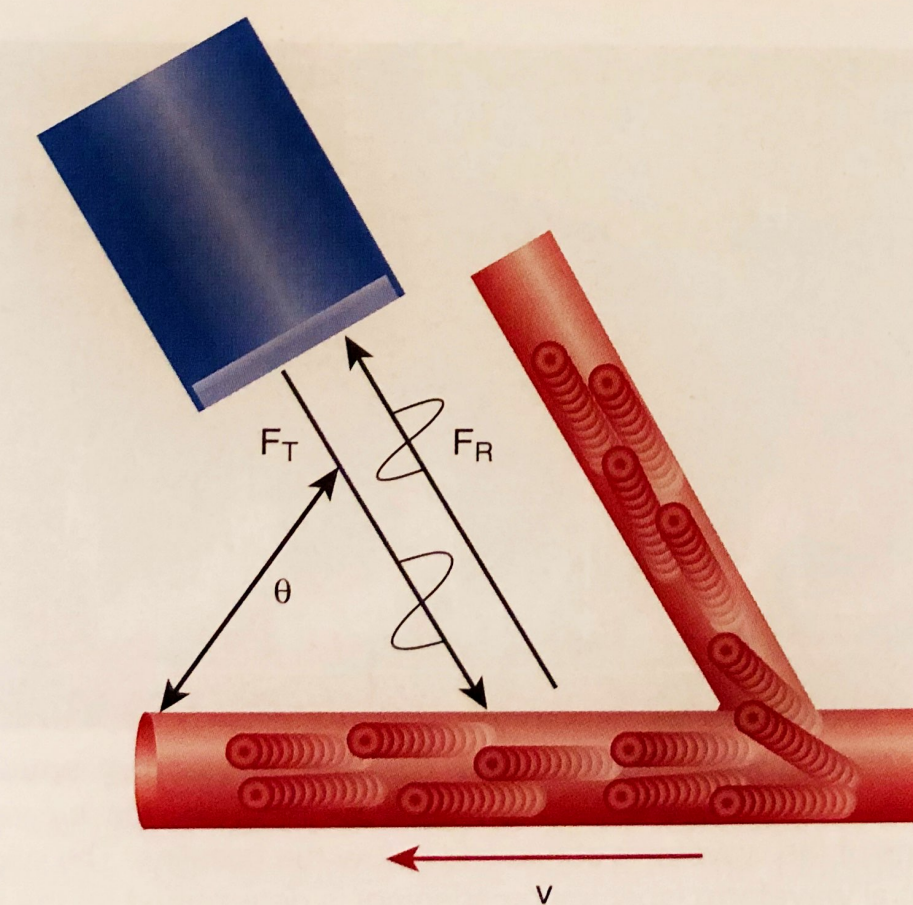


Efecto Doppler

$$F_d = \frac{2 F_t \cdot v \cdot \cos \theta}{c}$$

$$\frac{\Delta F = (F_R - F_T) = 2 \cdot F_T \cdot v}{c}$$

A



B

$$\frac{\Delta F = (F_R - F_T) = 2 \cdot F_T \cdot v \cdot \cos \theta}{c}$$

F_d: cambio de la frecuencia

F_t: frecuencia transmitida

v: velocidad de la sangre

C: velocidad del sonido

∅ : ángulo entre la dirección de flujo y el haz de ultrasonido



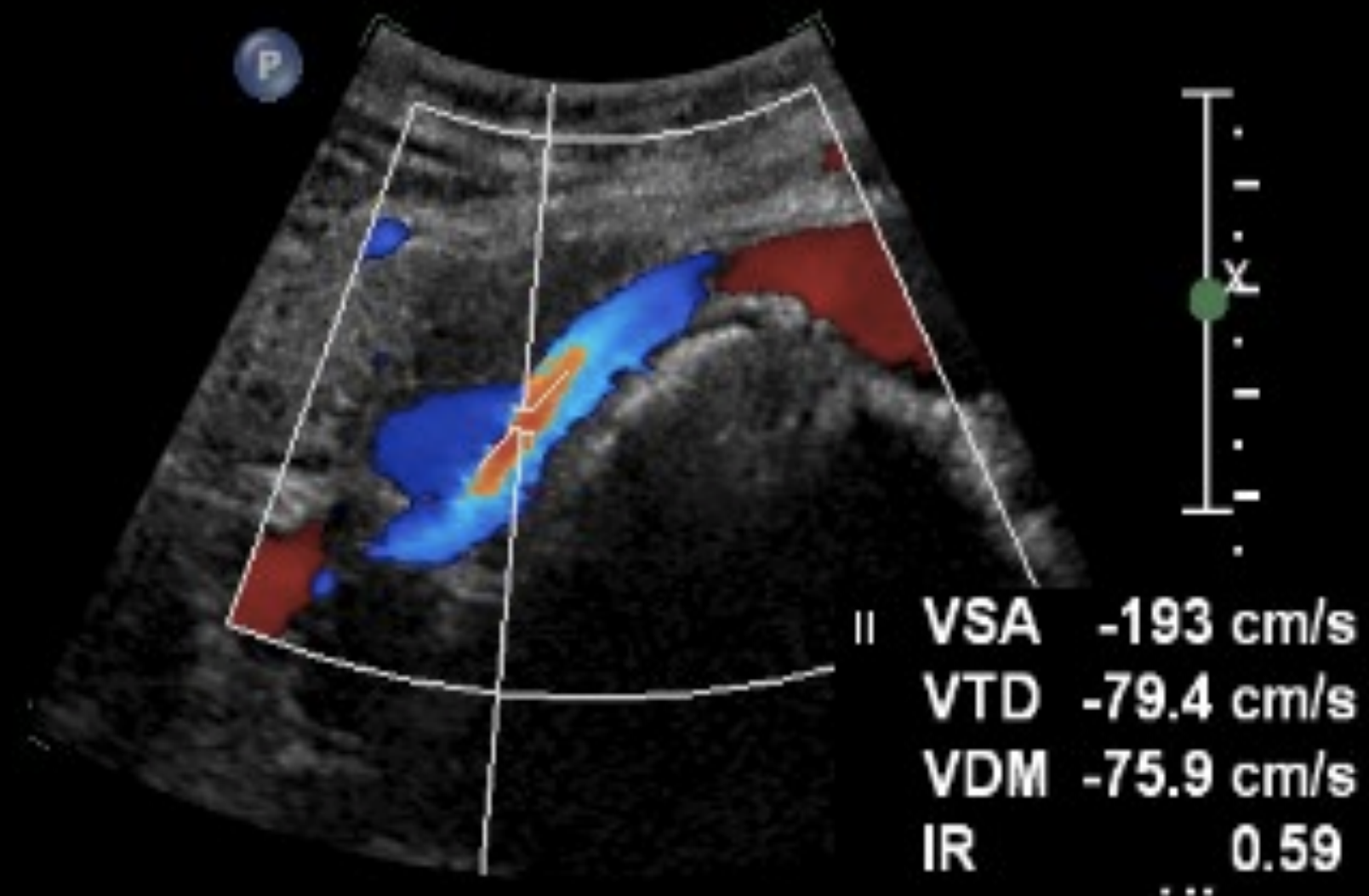
Efecto Doppler

Fd → Velocidad de flujo y ángulo de incidencia

$$F_d = \frac{2 F_t * v * \cos \theta}{c}$$

Si ↑V → ↑Fr siendo constante Ft → ↑Fd

Si ↓V → ↓Fr siendo constante Ft → ↓Fd

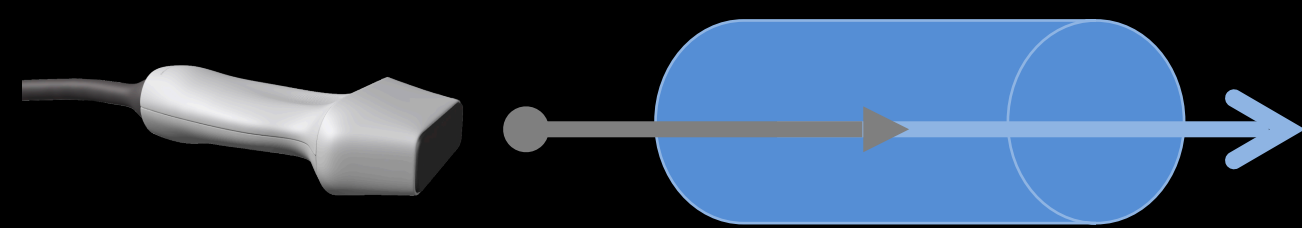




Efecto Doppler

$$F_d = \frac{2 F_t * v * \cos \theta}{c}$$

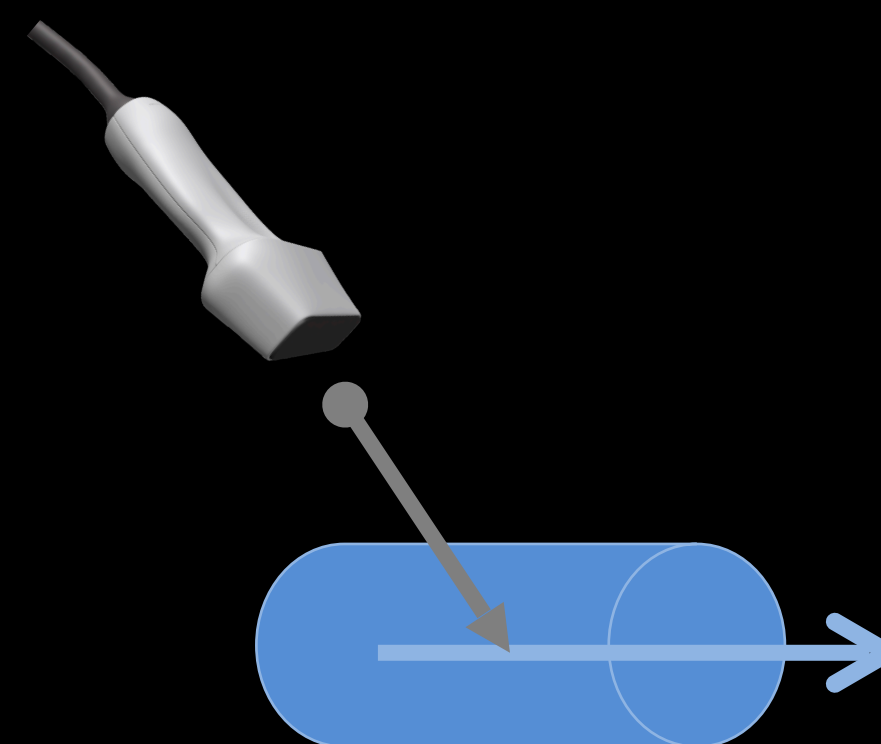
•• Ángulo de Incidencia ($\cos \theta$)



Haz US // a Q sanguíneo

$$\cos 0^\circ = 1$$

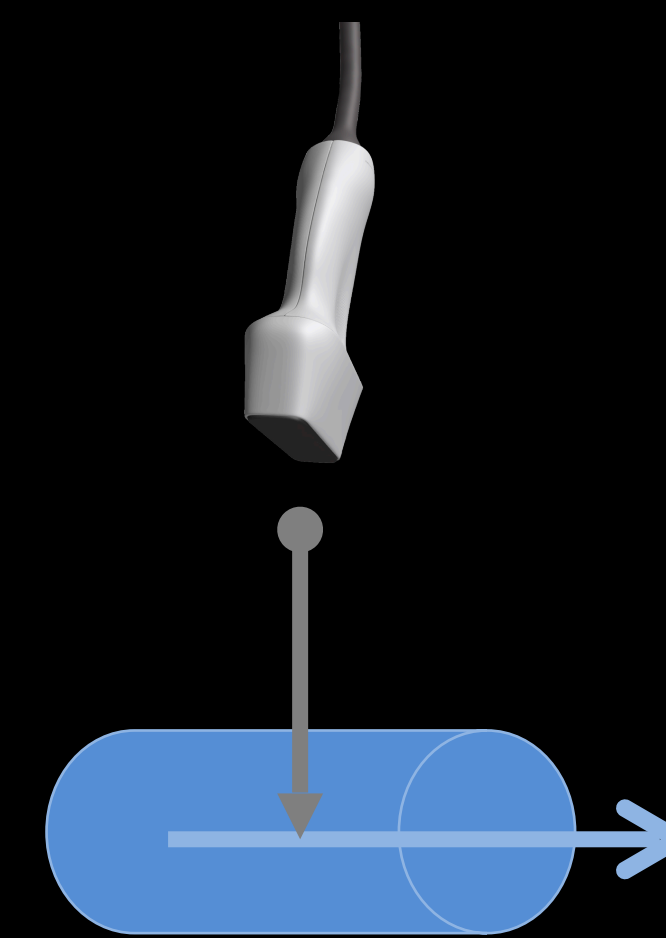
Detección máxima de
velocidad



Haz US $0^\circ < x < 90^\circ$ con Q
sanguíneo

$$\cos x^\circ = 0 < x < 1$$

Detección relativa de
velocidad



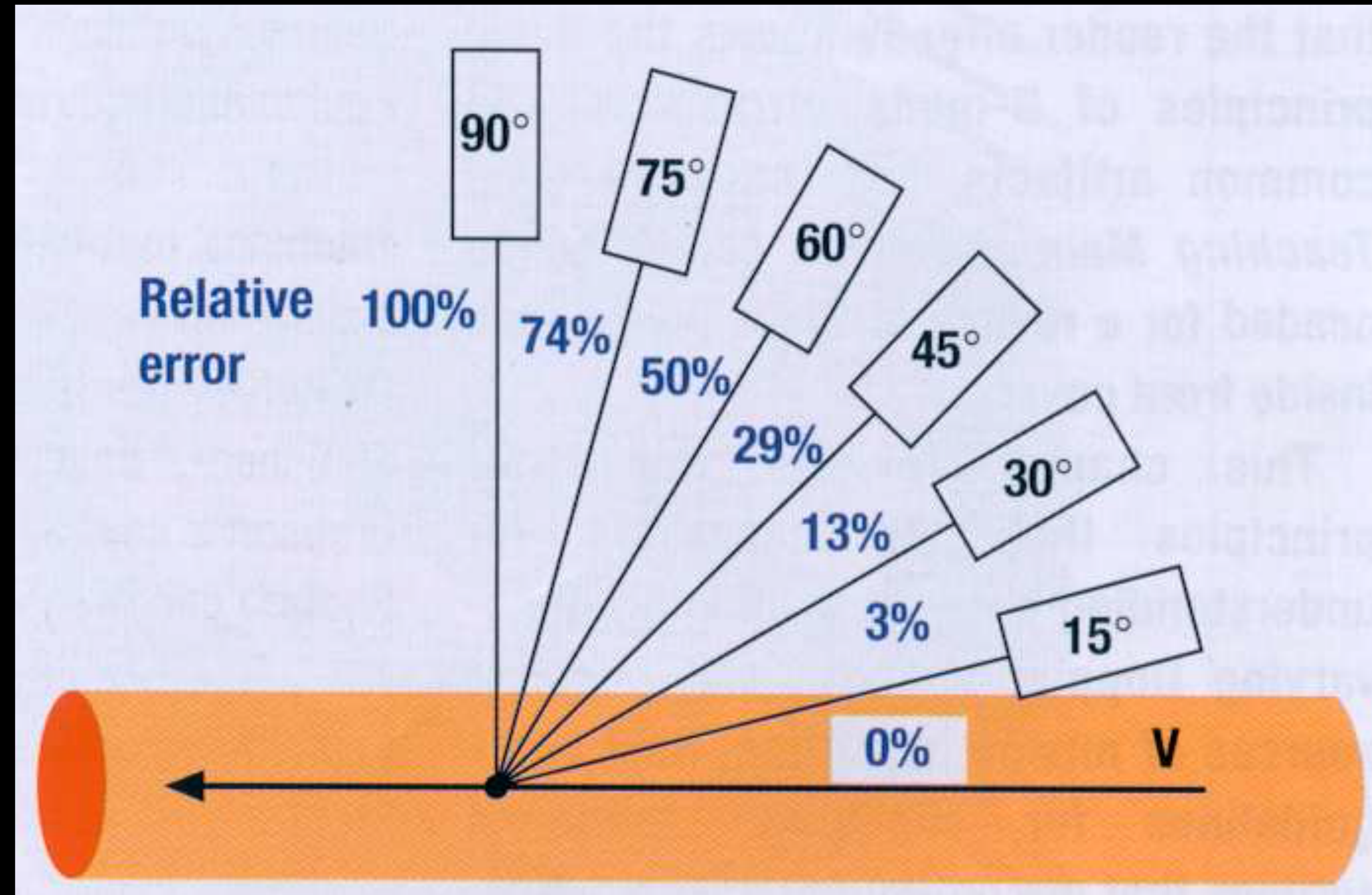
Haz US \perp a Q
sanguíneo

$$\cos 90^\circ = 0$$

Nula detección de
velocidad



Efecto Doppler





Efecto Doppler

$$F_d = \frac{2 F_t * v * \cos \emptyset}{c}$$

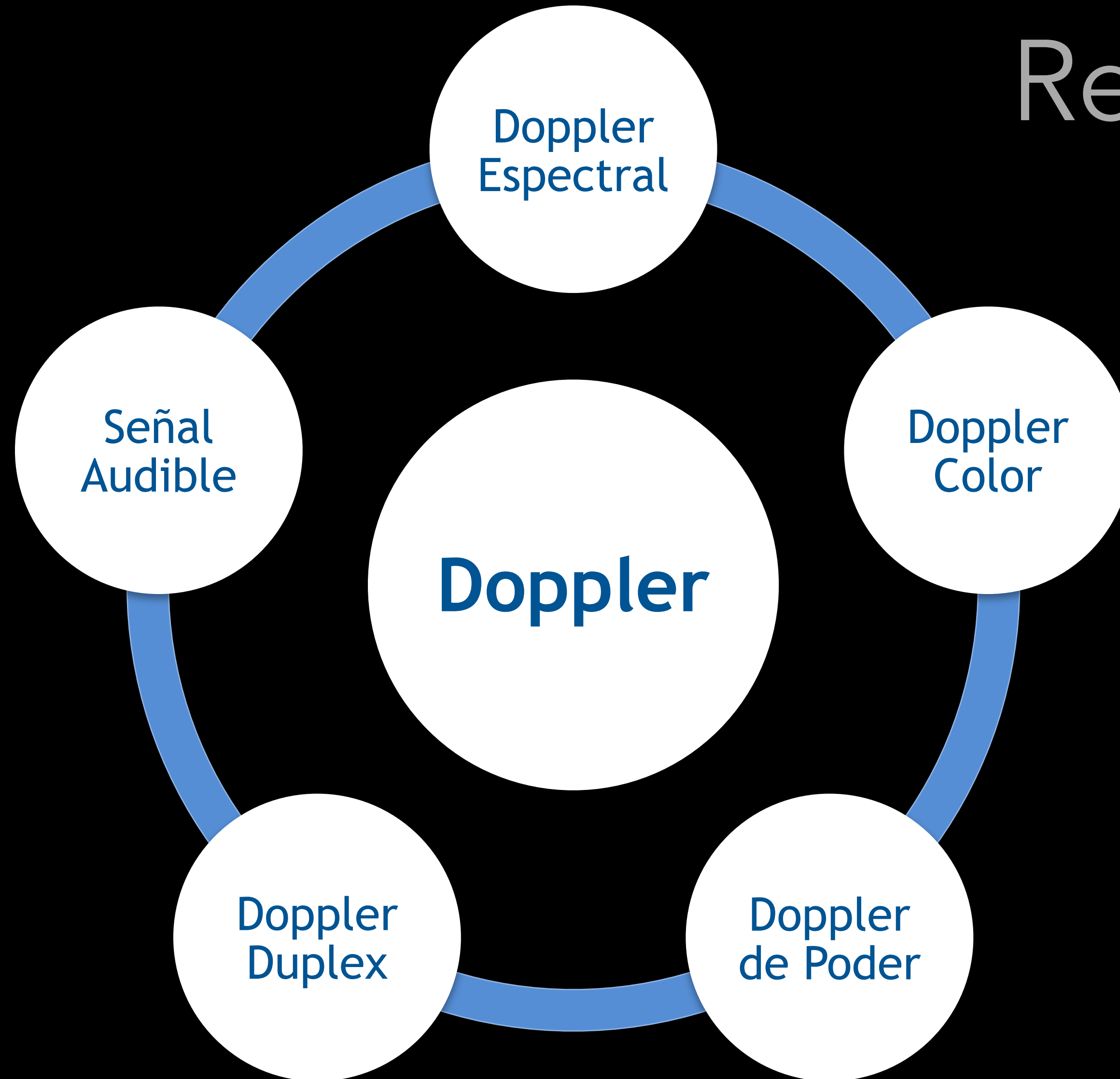
$$v = \frac{F_d * c *}{2 * F_t * \text{Cos } \emptyset}$$

Mientras **MAYOR** sea la **FT MAYOR** será la ΔF

Mientras **MAYOR** sea la **VELOCIDAD** del flujo, **MAYOR** será la ΔF



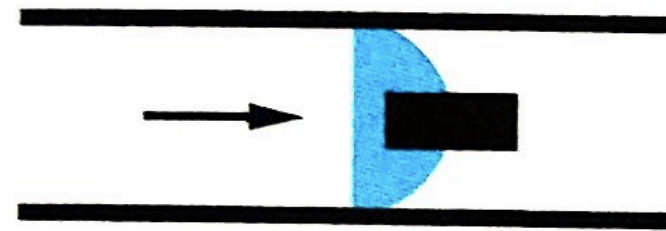
Representación Ecográfica





Doppler Espectral

MUESTRA DE CAMBIOS DE FRECUENCIA DOPPLER DEBIDO AL MOVIMIENTO DE LA SANGRE



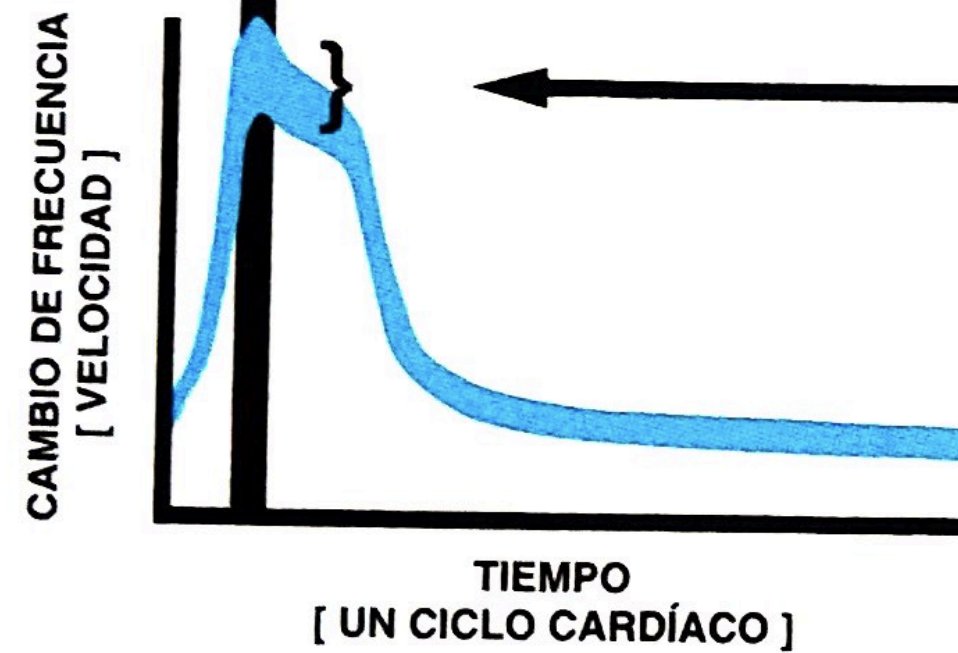
TRANSFORMACIÓN DE FOURIER DE LAS SEÑALES DOPPLER CADA 1 A 5 MILISEGUNDOS



CAMBIO DE FRECUENCIA [VELOCIDAD]

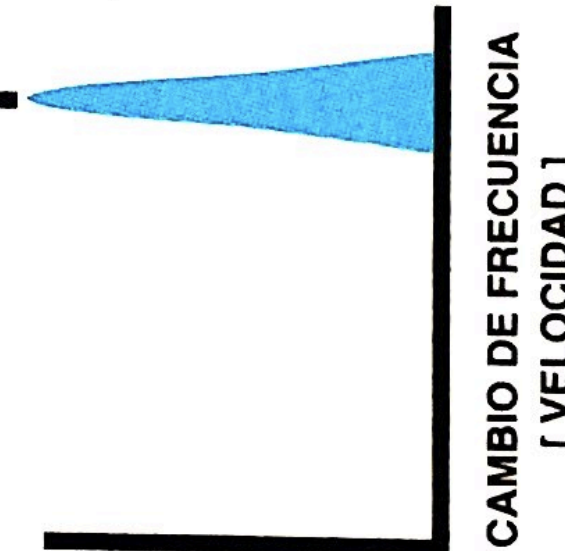
EL CORTE REPRESENTA 1 A 5 MSEG

FORMATEO EN FORMA DE ESPECTRO (INTENSIDAD PROPORCIONAL AL NÚMERO DE CÉLULAS ROJAS)



CAMBIO DE FRECUENCIA [VELOCIDAD]

TIEMPO [UN CICLO CARDÍACO]



CAMBIO DE FRECUENCIA [VELOCIDAD]

AMPLITUD [NÚMERO DE CÉLULAS ROJAS]

ONDA ESPECTRAL DOPPLER





Doppler Espectral



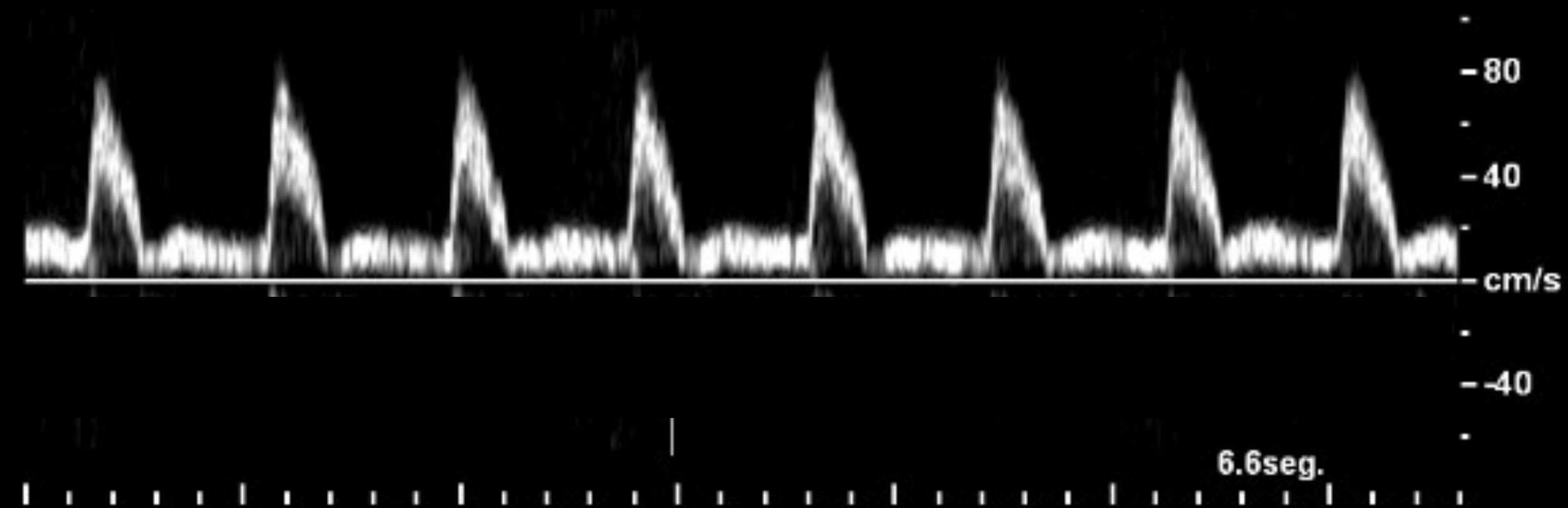


Doppler Espectral

Representación gráfica de la velocidad en el tiempo.

- Curvas de velocidad vs. Tiempo.

La morfología de la curva permite caracterizar el estado hemodinámico.

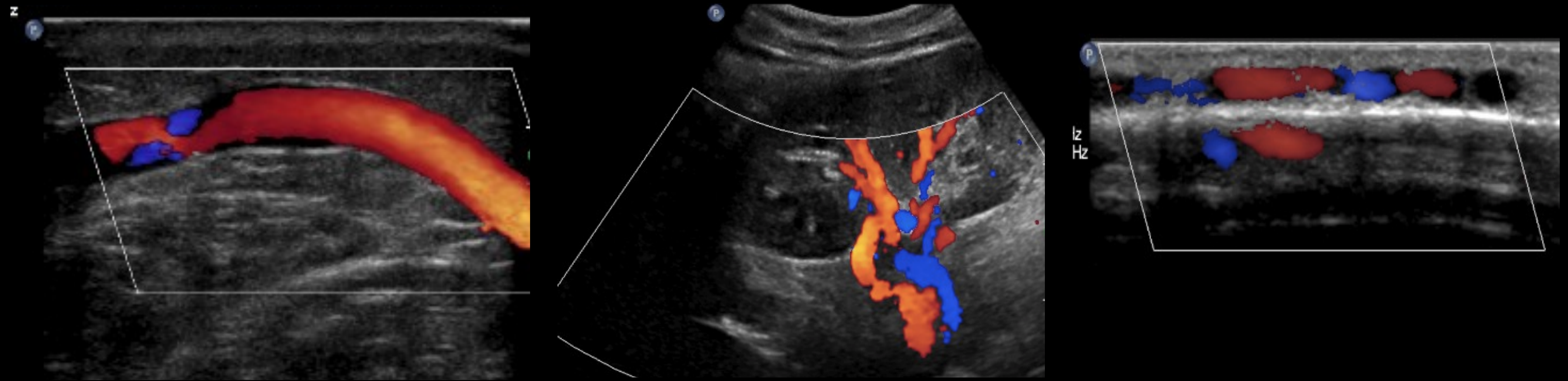


- Factores a Considerar:
 - Tipo de curva
 - Ensanchamiento espectral
 - Pick sistólico
 - Pick diastólico
 - Pendiente (aceleración)



Doppler Color

- Representación en colores de la frecuencia promedio que se está registrando superpuesta a la imagen 2D
- El color indica la **dirección del flujo**.



- El grado de saturación del color indica la **velocidad relativa de flujo** (evaluación semi cuantitativa).
- Permite ver vasos pequeños imperceptibles en modo B.
- Mejora la visualización de las irregularidades en la pared vascular.

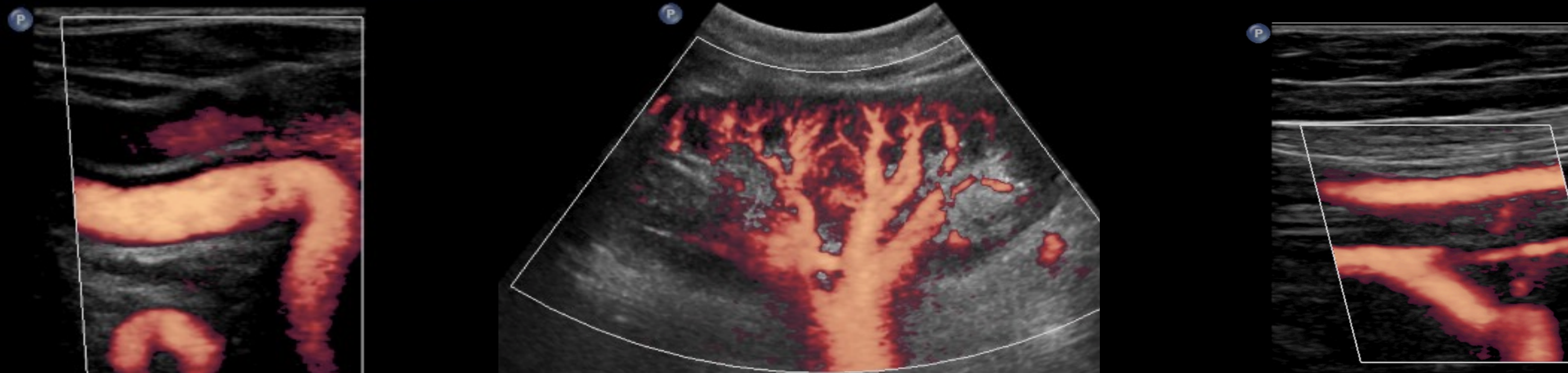
- Desventajas:

- Depende del ángulo Doppler.
- **Artefacto Aliasing**
- Artefactos por ruido (aparece como cualquier color)



Doppler Power

- Representa la **amplitud de la señal Doppler**
- Permite evaluar **cualitativamente** el flujo.
- No proporciona información acerca de la dirección o velocidad del flujo



- Ventajas

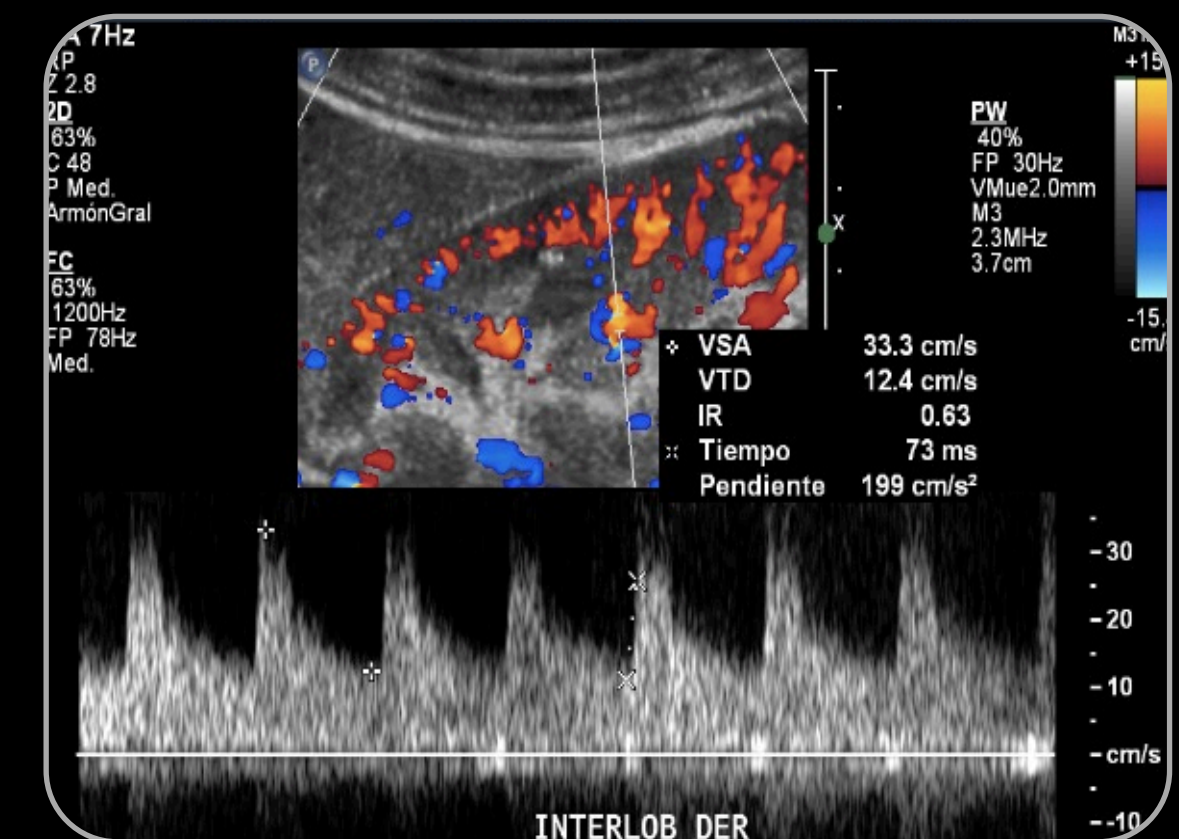
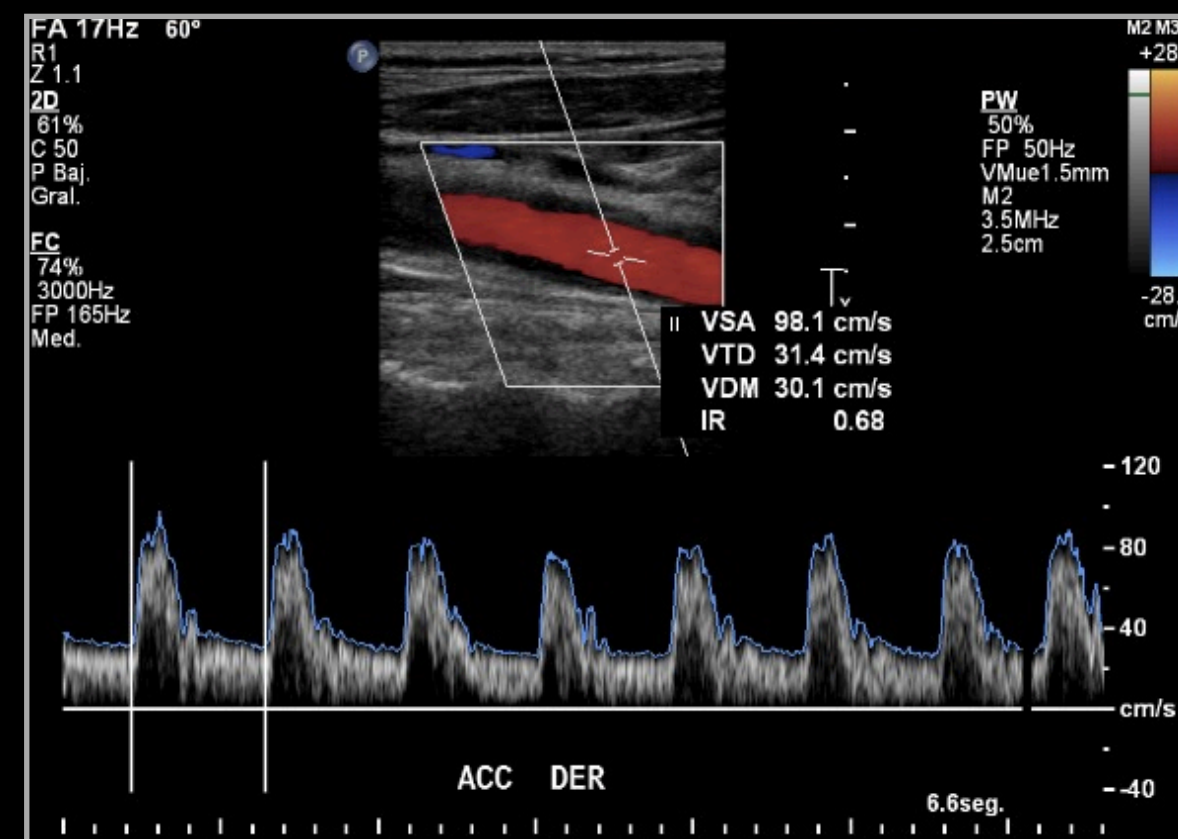
- Es menos dependiente del ángulo.
- No presenta artefacto aliasing.
- El ruido es de poca importancia (color tenue y homogéneo).
- Permite mayor ganancia y así obtener mayor sensibilidad a flujos menores.



Doppler Duplex

Uso combinado de la imagen en tiempo real y la adquisición de información espectral Doppler.

Ventaja → resolución espacial (o discriminación de vasos a lo largo del haz US)



Elementos:

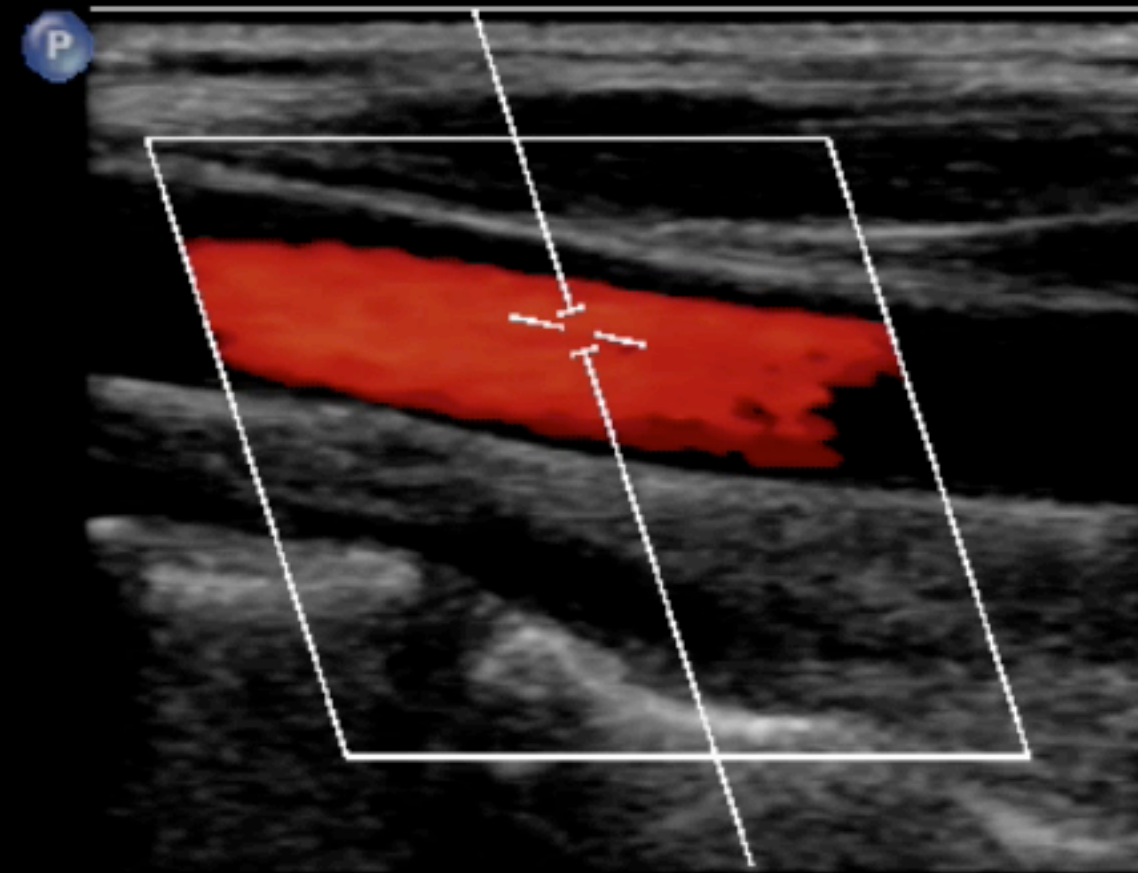
- Componente Color o Power
- Componente Espectral
- Escala
- Filtros



FA 24Hz 60°
R1

2D
55%
C 50
P Baj.
Gral.

FC
66%
3731Hz
FP 223Hz
Baj.



M2 M3
+35.9
PW
46%
FP 50Hz
VMue1.5mm
M2
3.5MHz
1.2cm
-35.9
cm/s

3.0-

-120
-
-80
-
-40
-
-cm/s

DERECHA A. CAROTIDA COMUN

JPEG

6.6seg.

40pm



Artefacto Aliasing

$$\Delta F = PRF/2$$

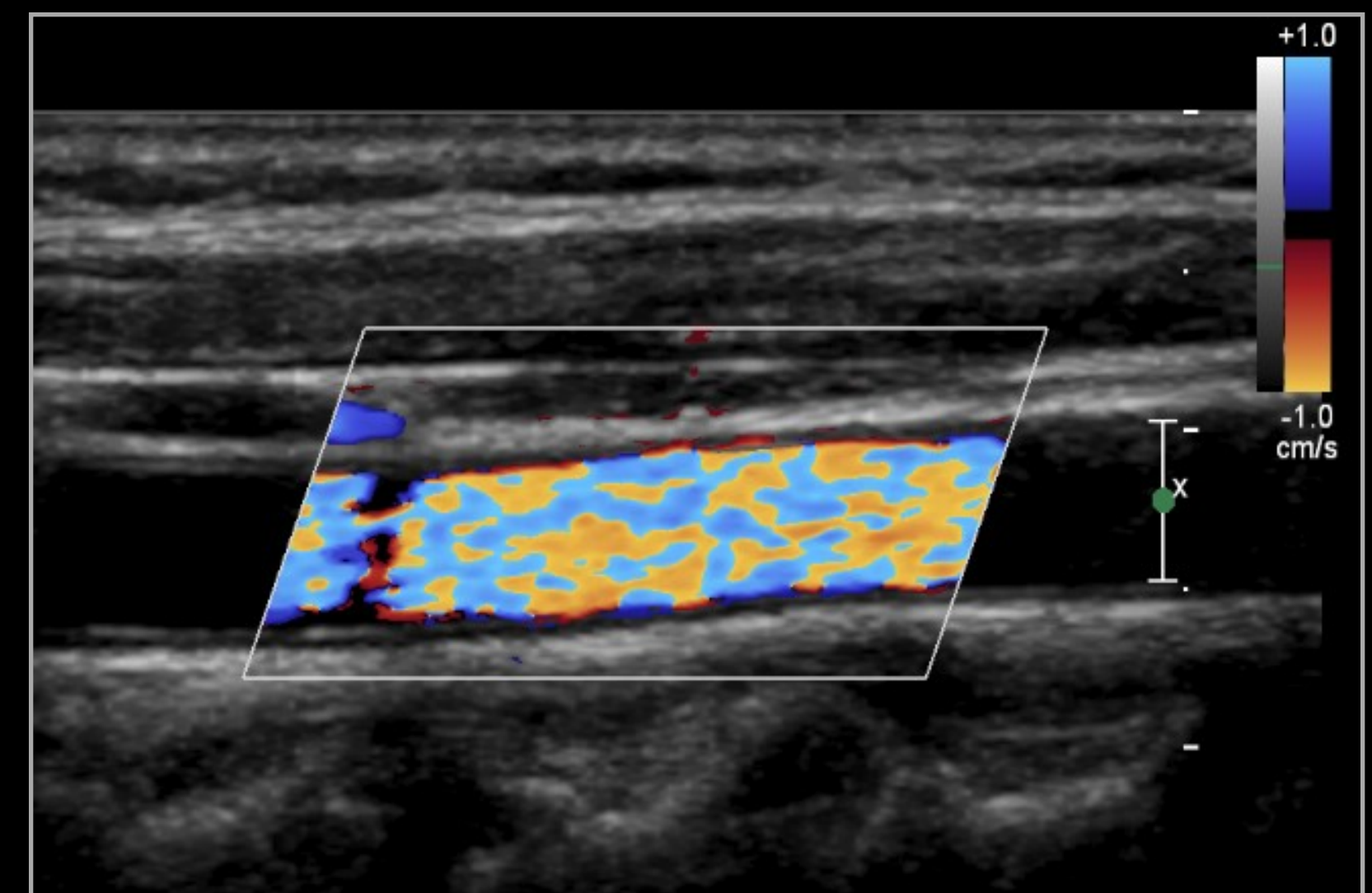
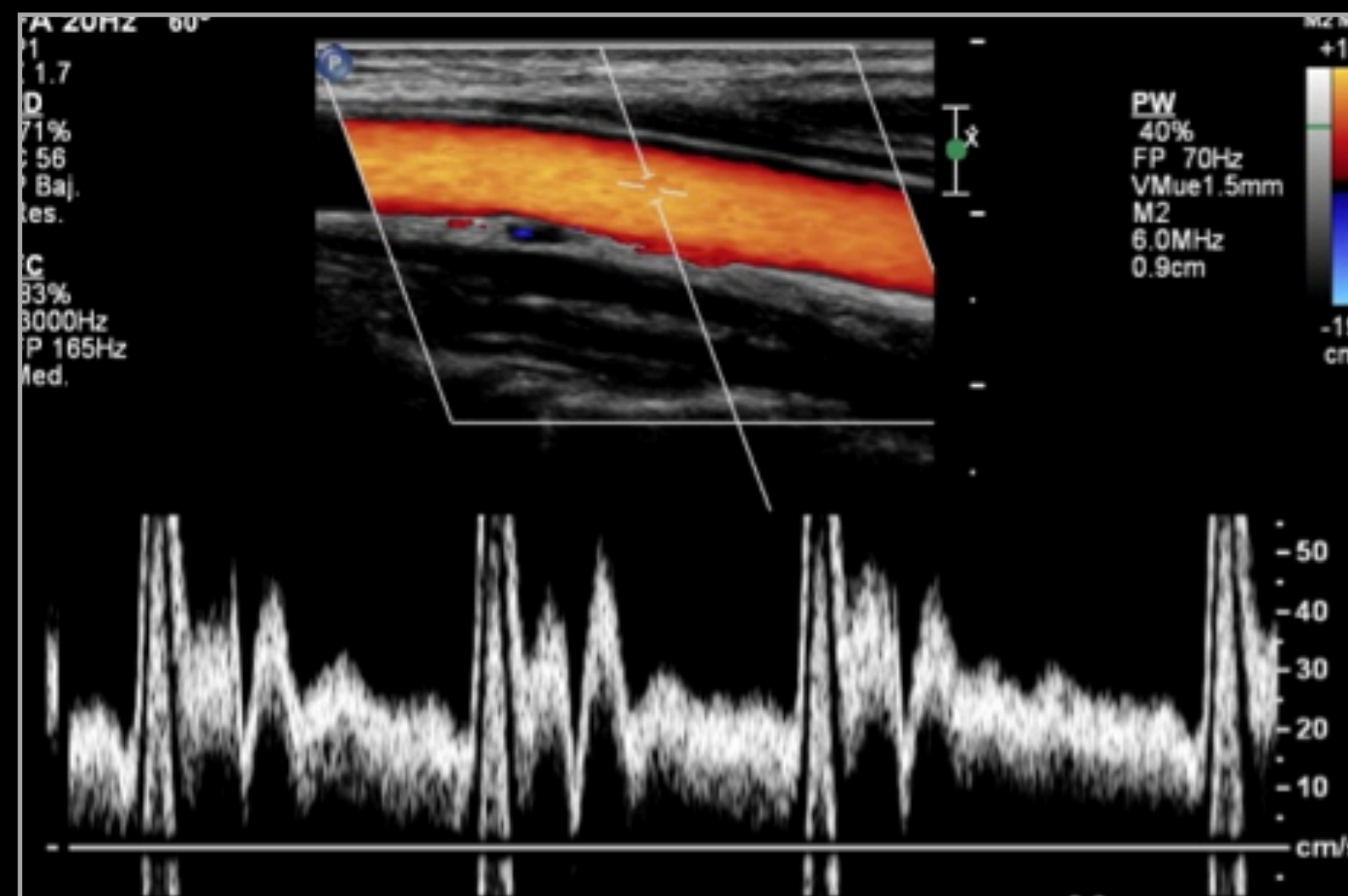
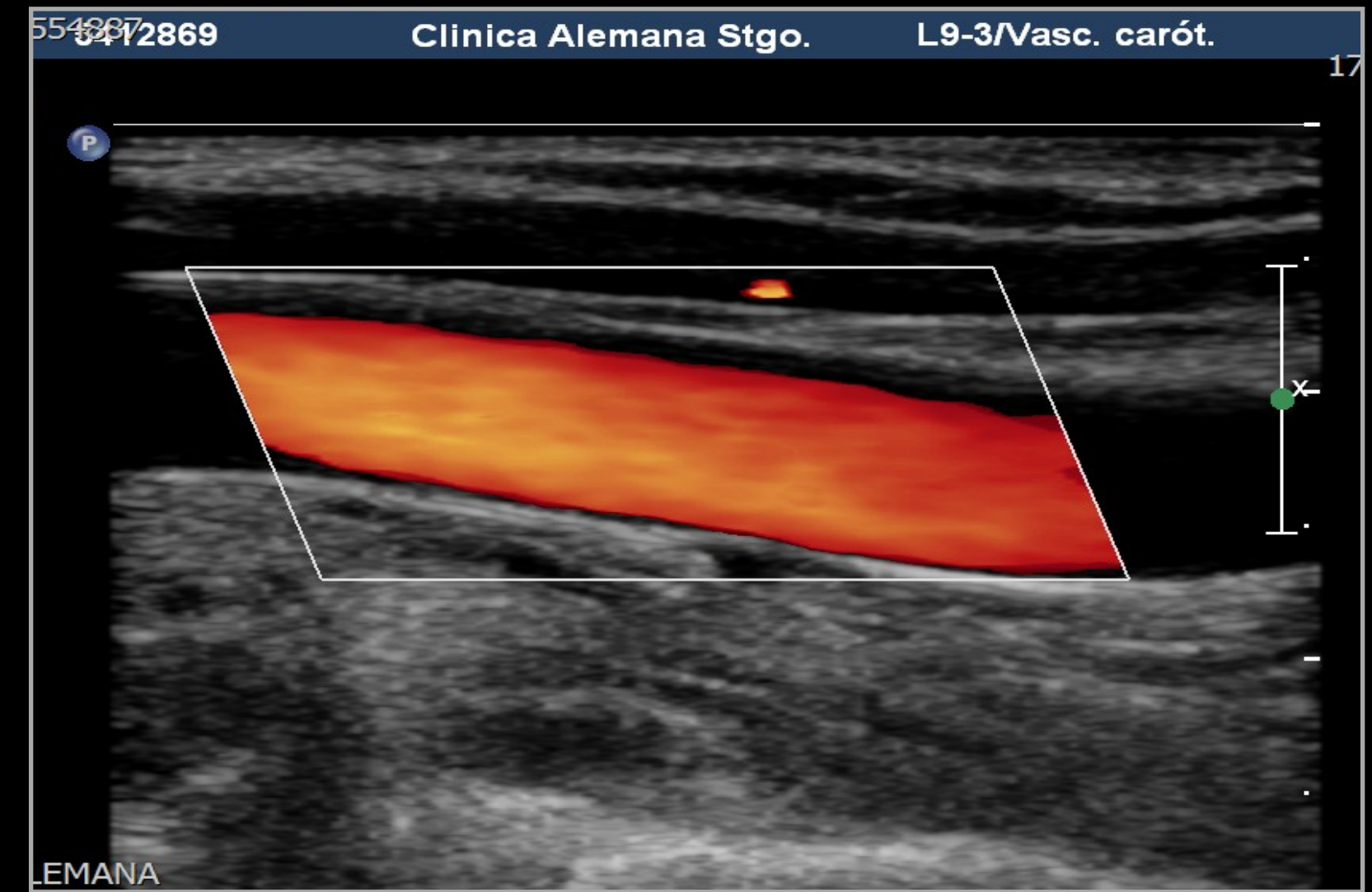
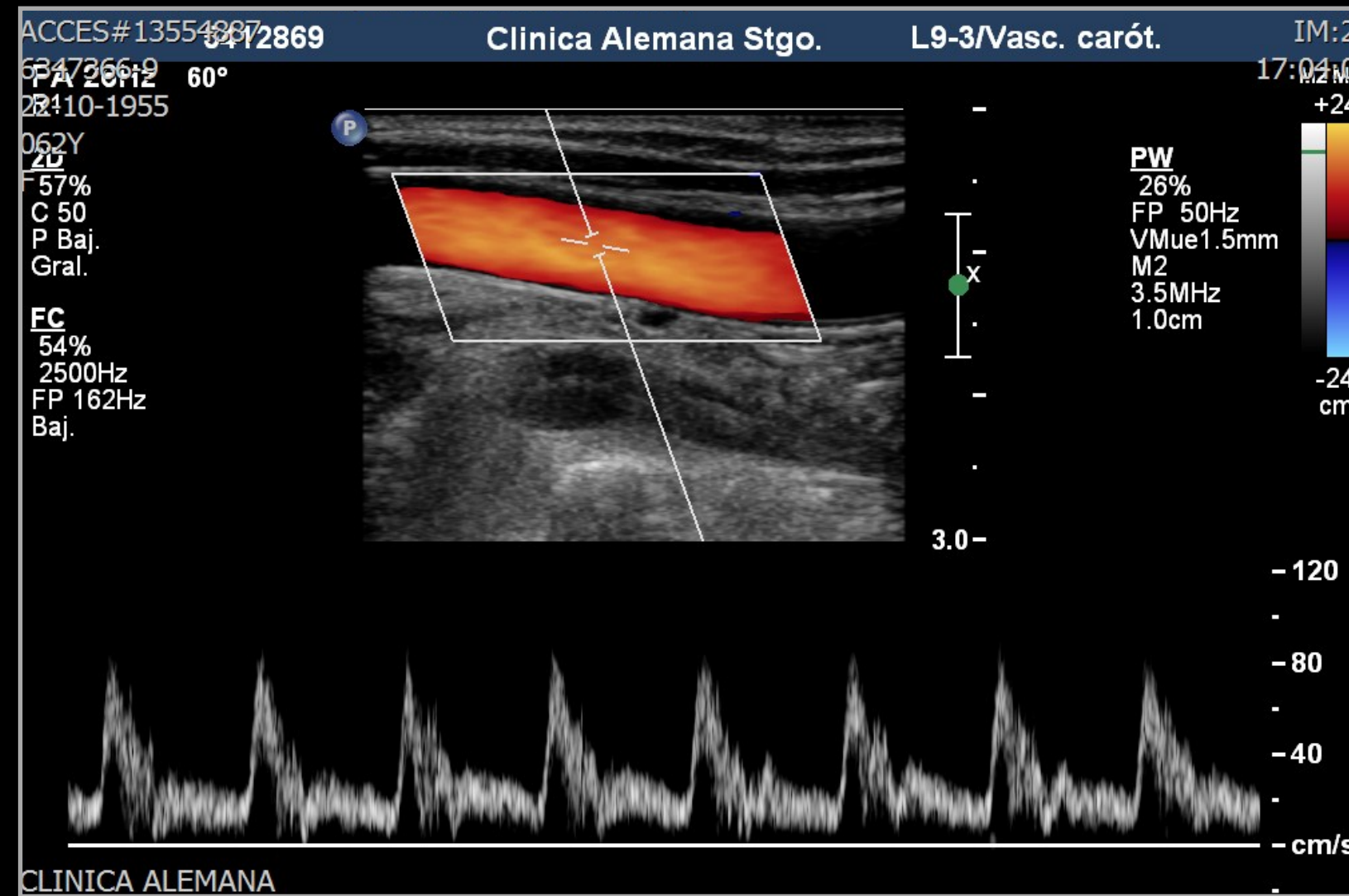
Artefacto derivado de la ambigüedad al medir elevados cambios de frecuencia Doppler

Si el PRF es menor a 2 veces el máximo cambio de frecuencia de la estructura que se explora (L. Nyquist) surge el ALIASING.

El ecógrafo no sabe como interpretar el solapamiento de la información y los cambios de frecuencia representados son menores de los que realmente existen.

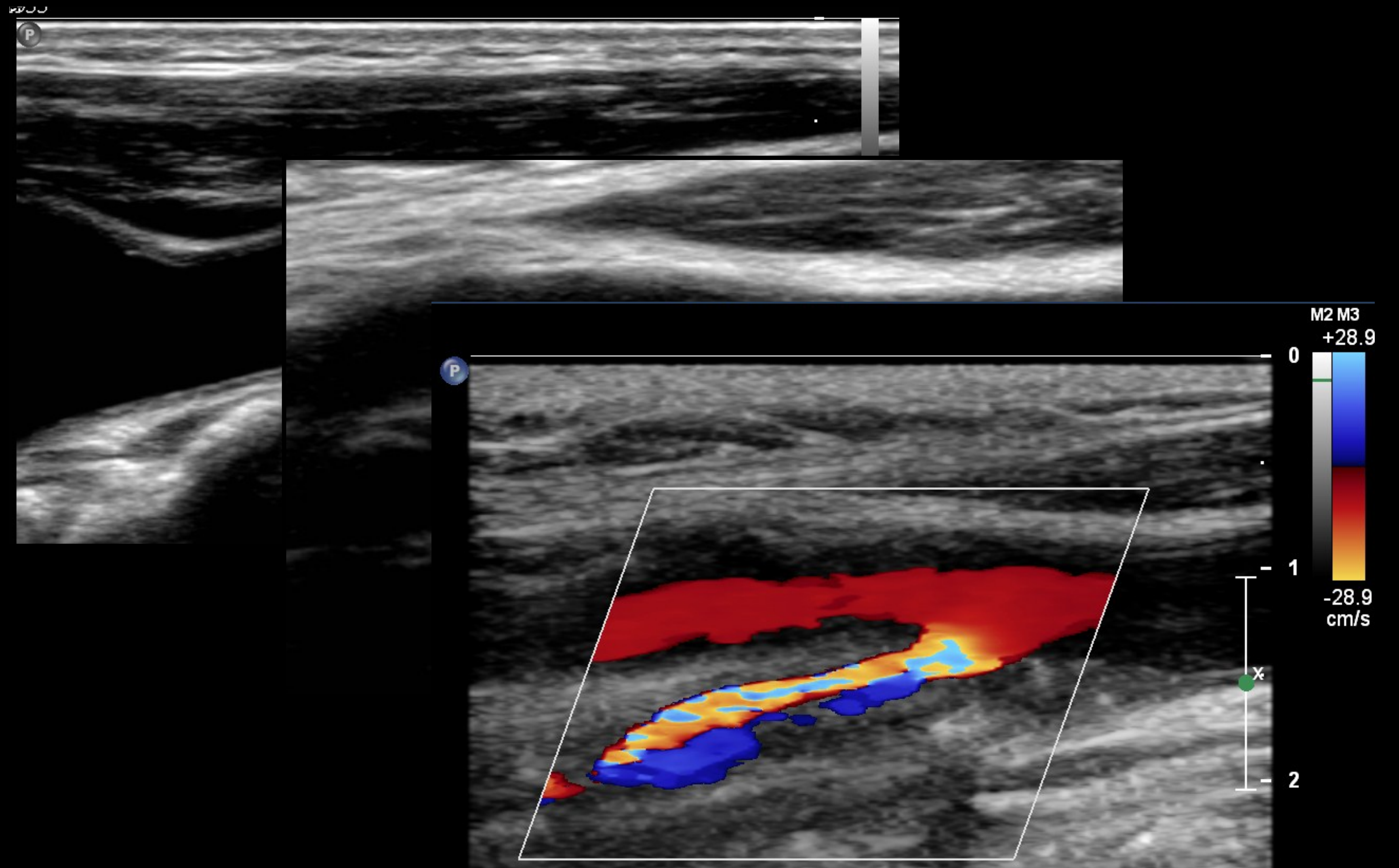


Artefacto Aliasing



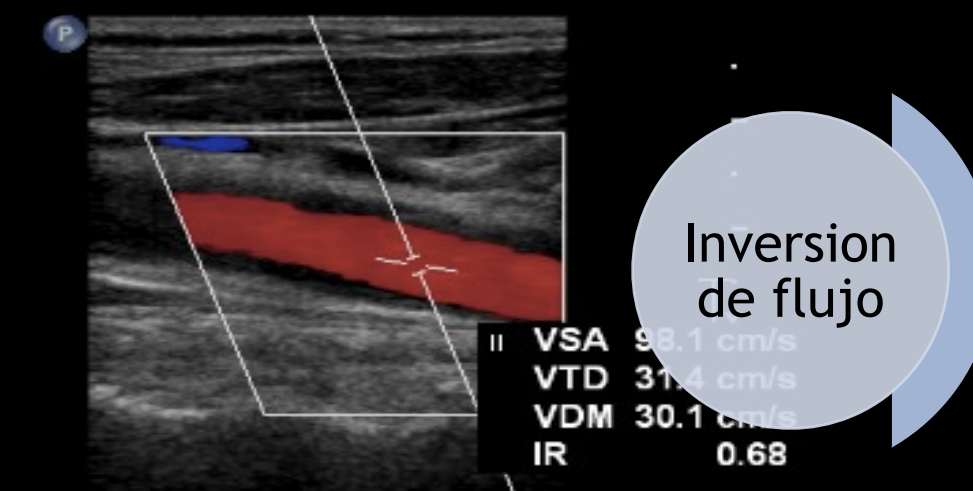
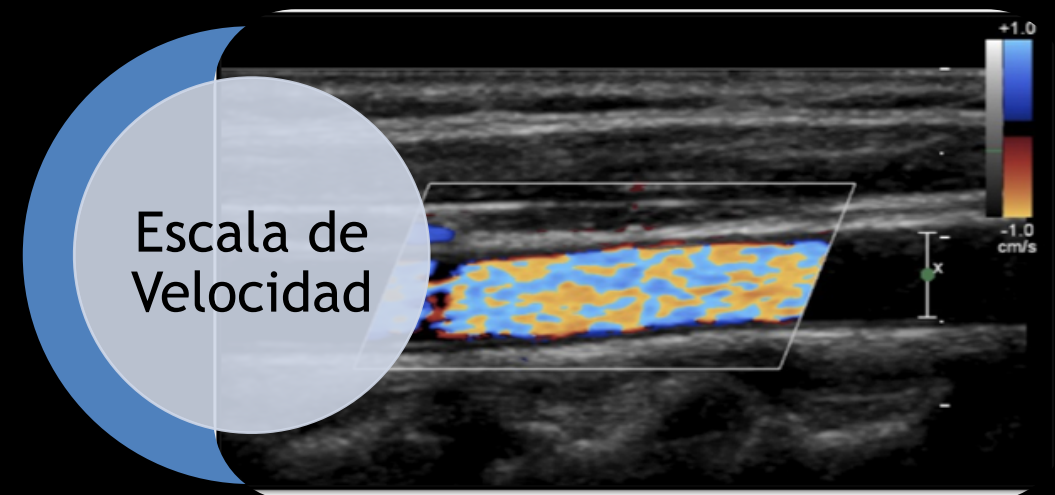
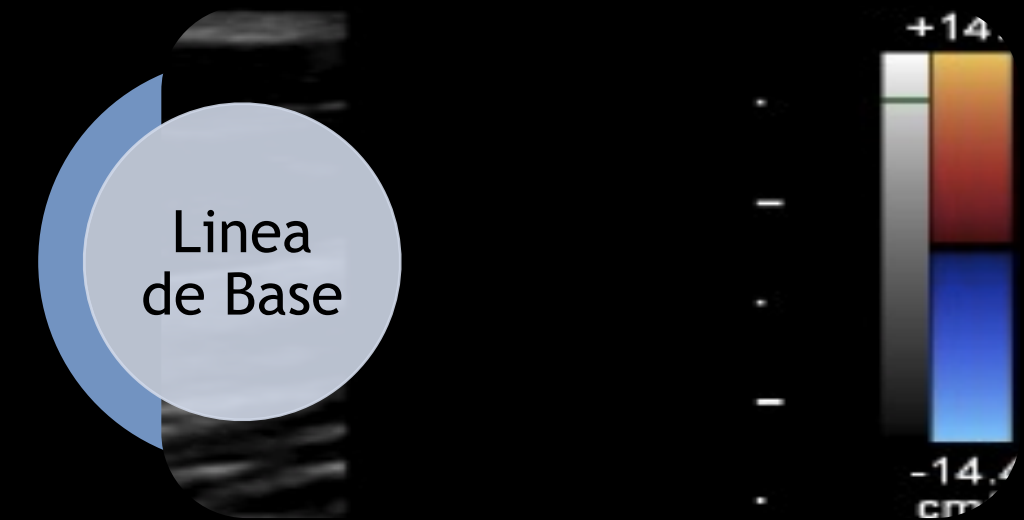
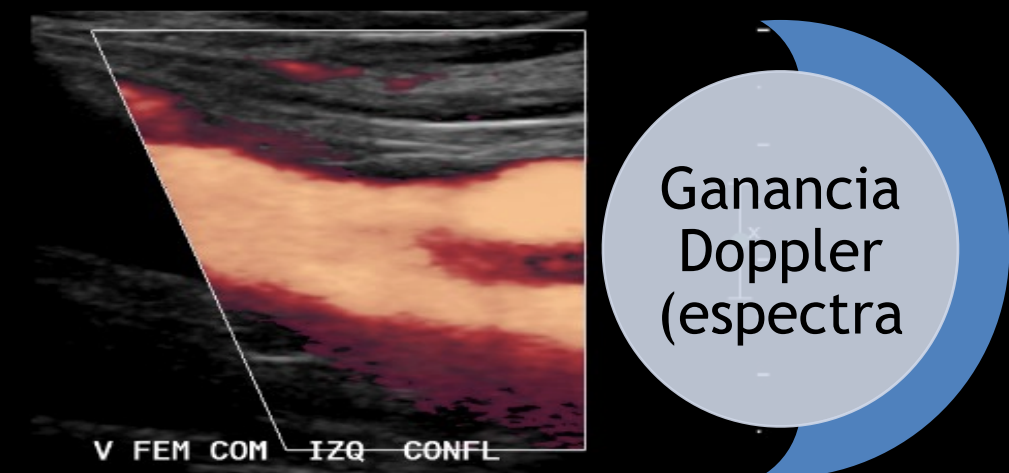
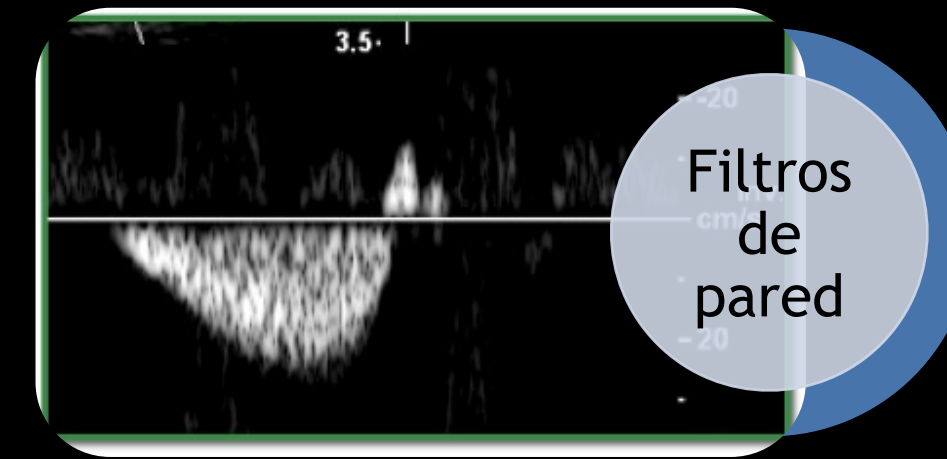
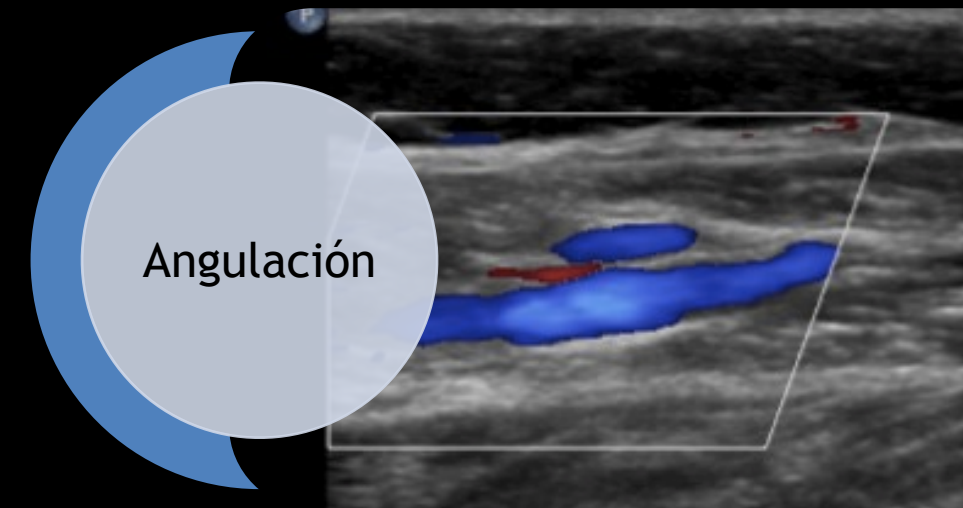
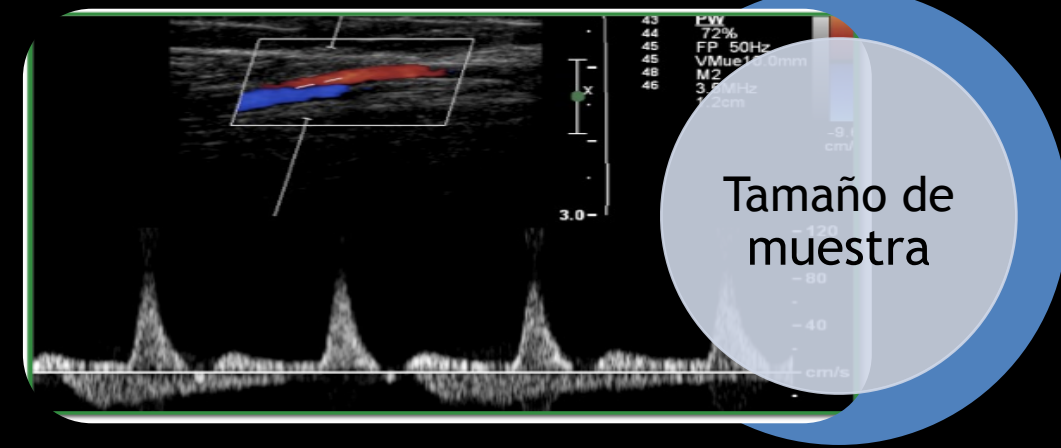


Artefacto Aliasing



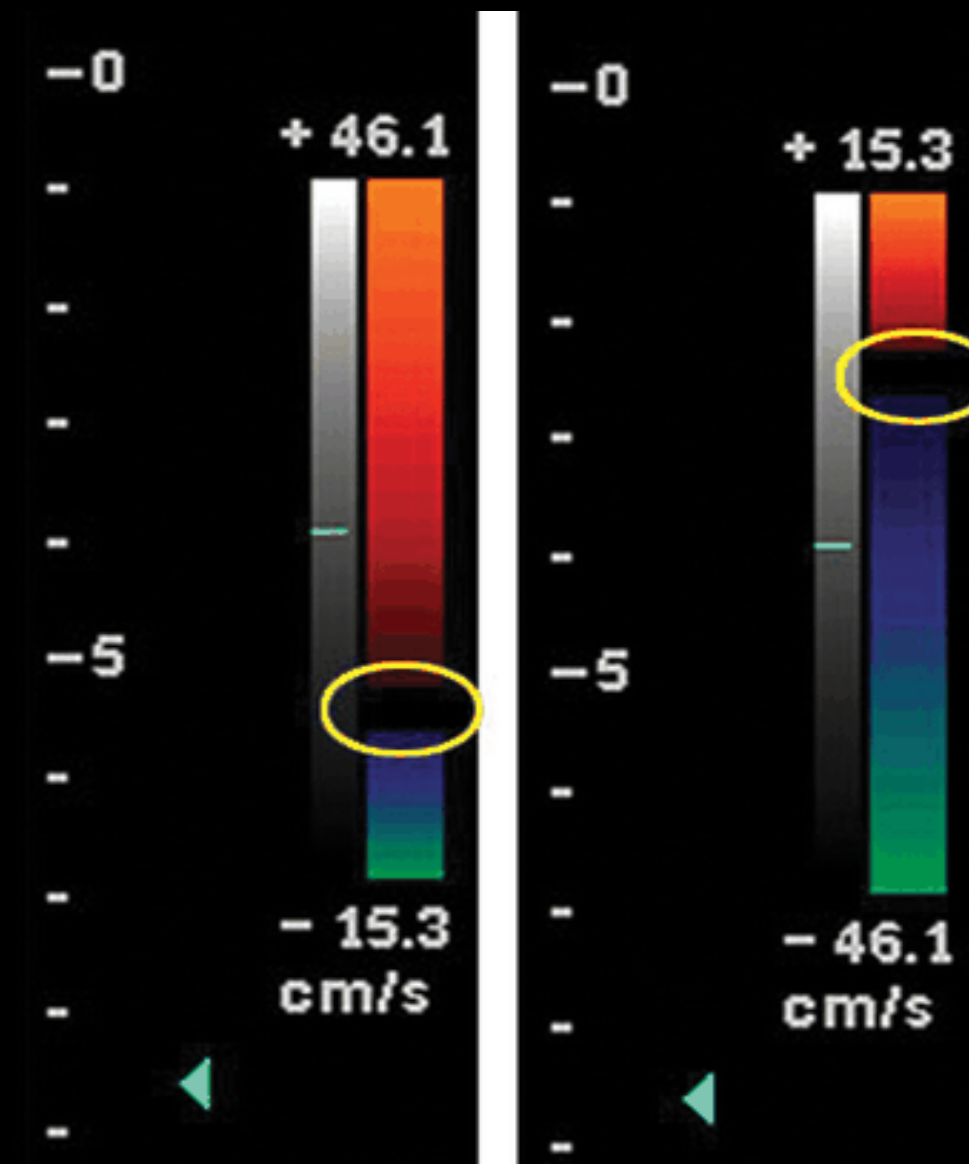


Parámetro Doppler

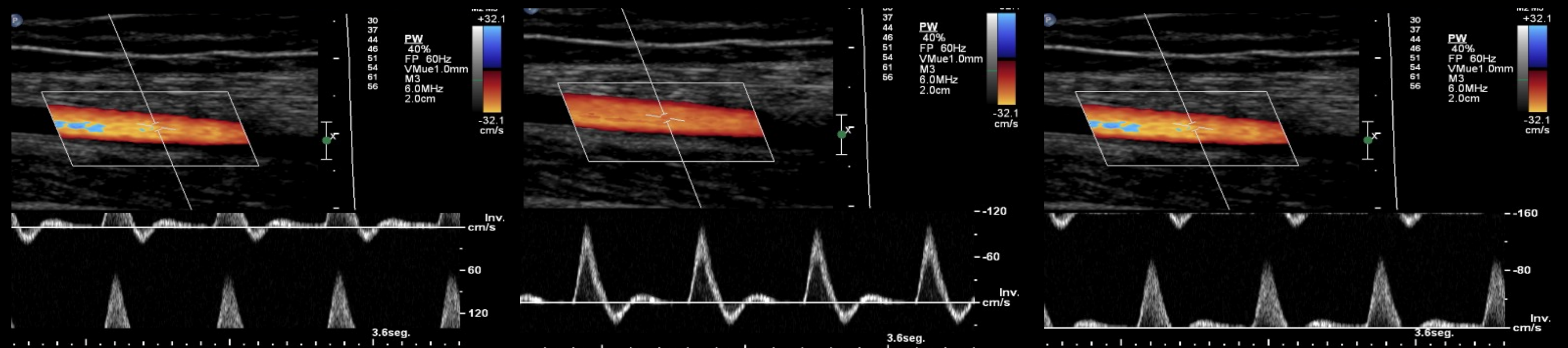




Línea de Base



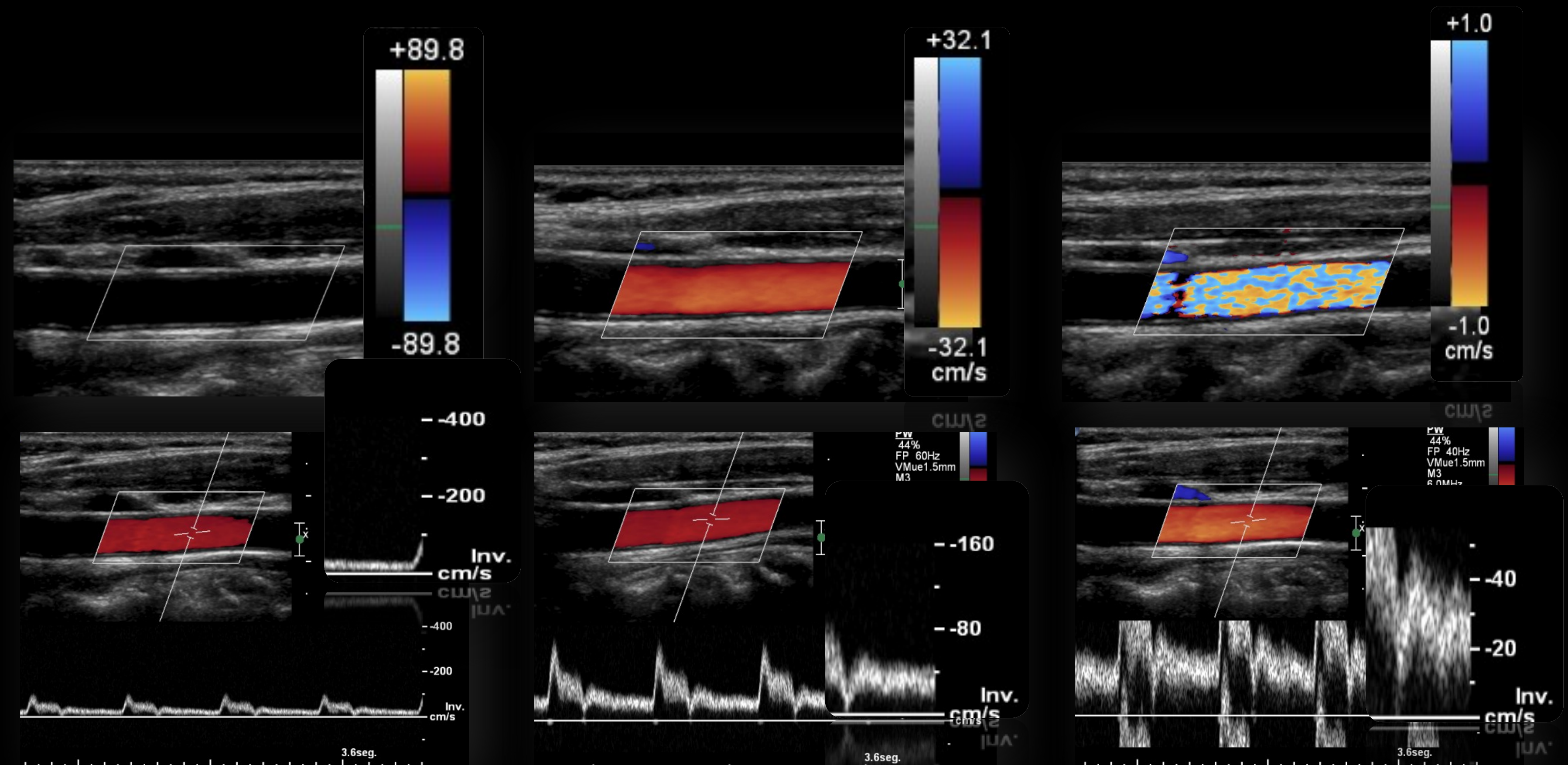
- Divide la barra de color y la representación espectral en cambios de frecuencia positivos y negativos





Escala de Velocidad

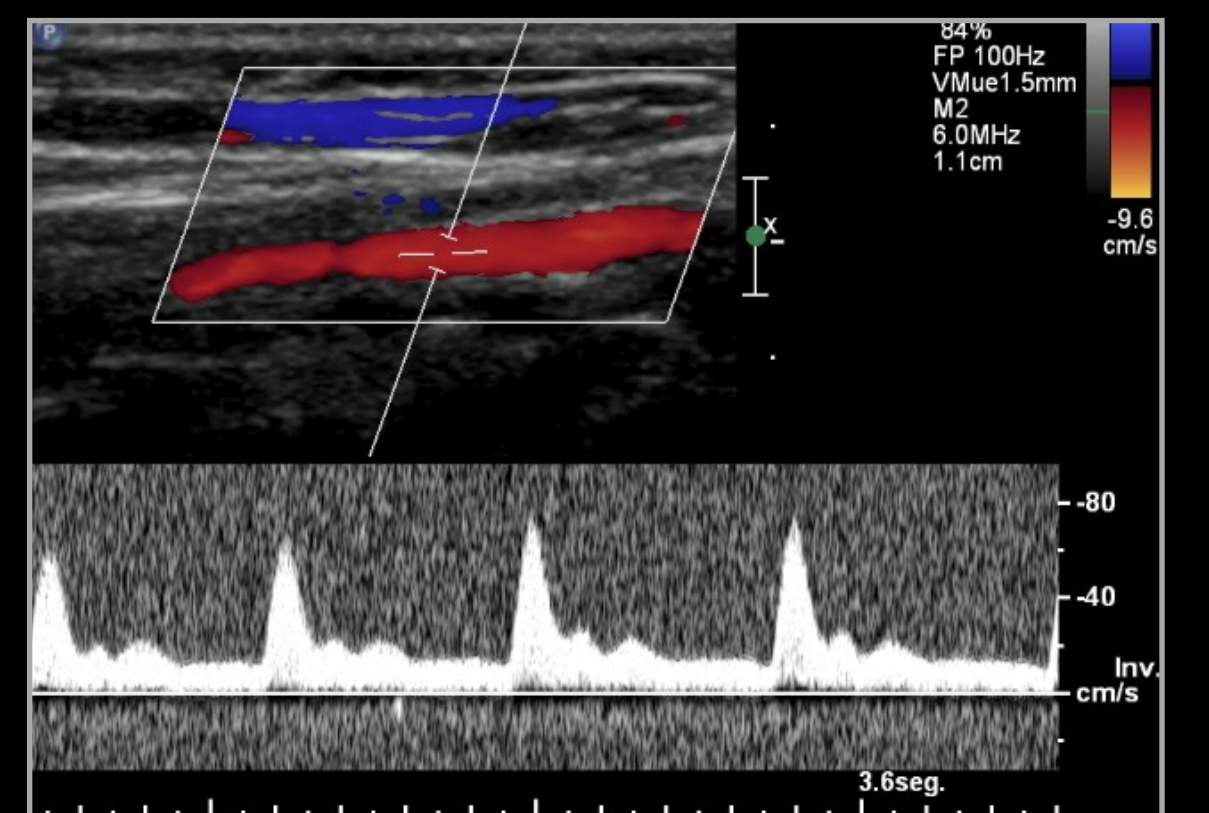
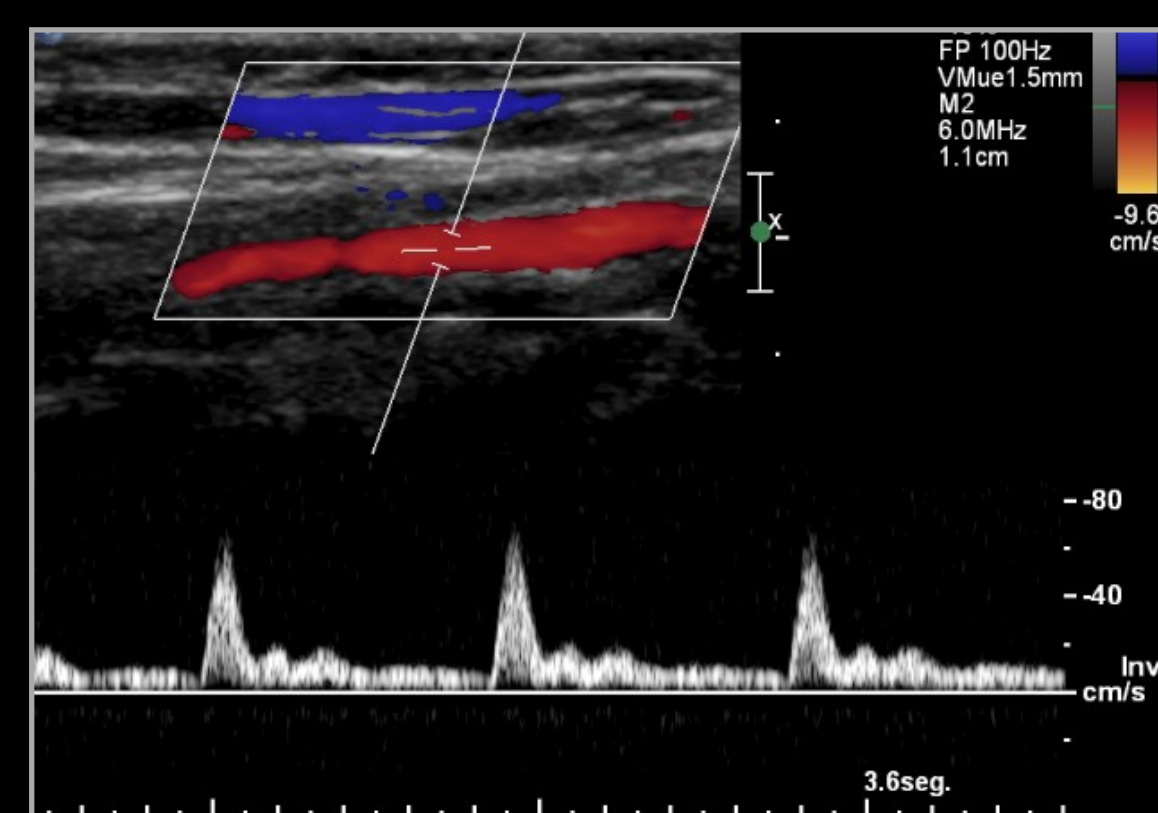
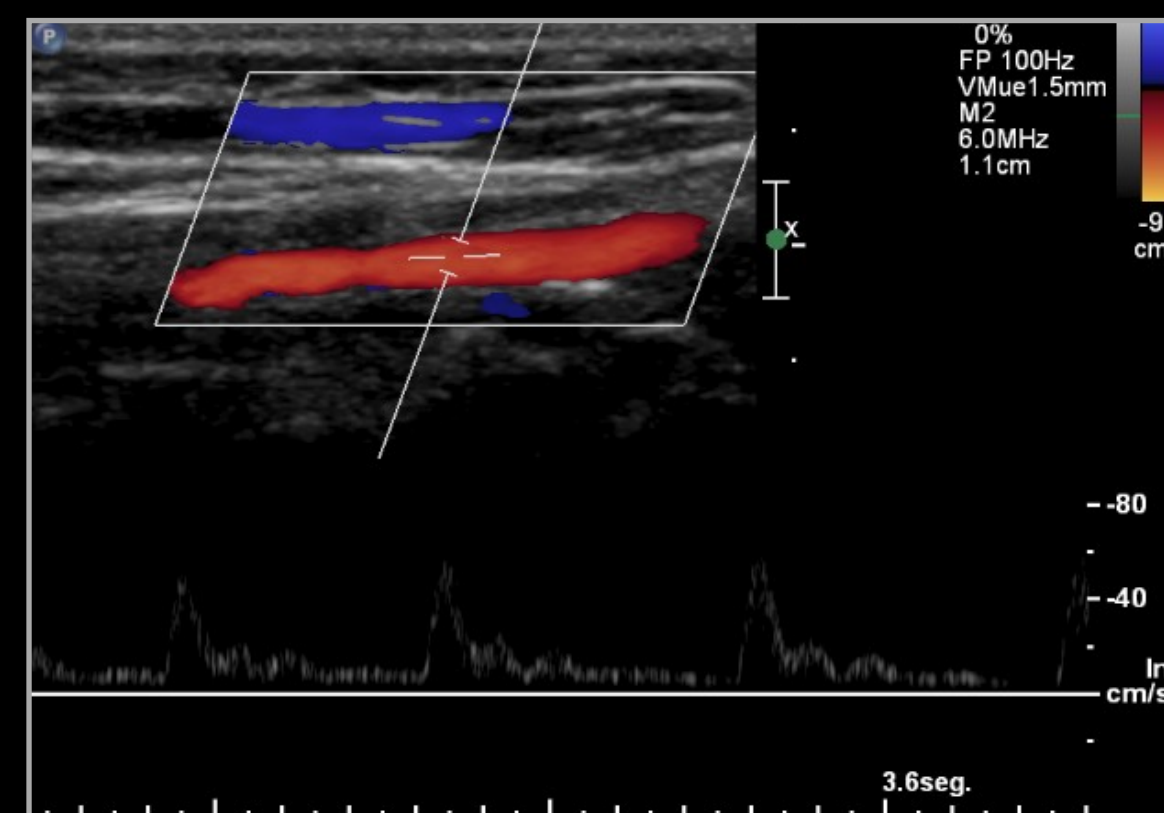
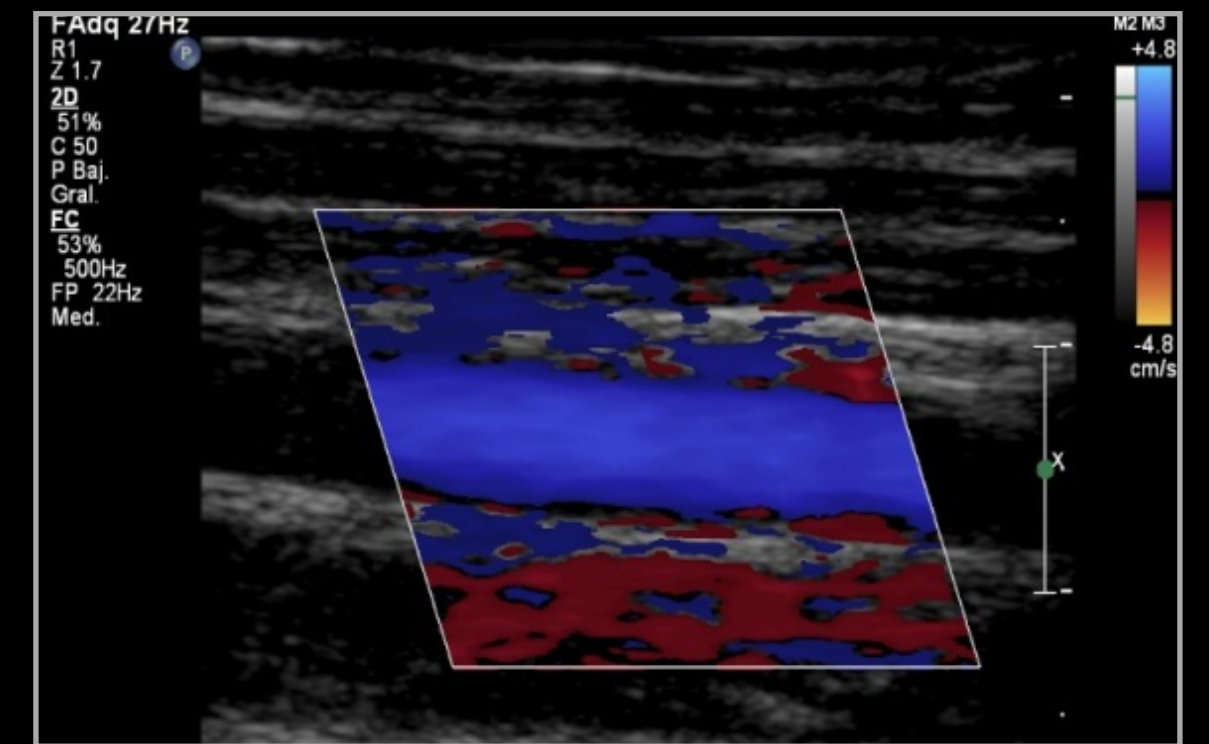
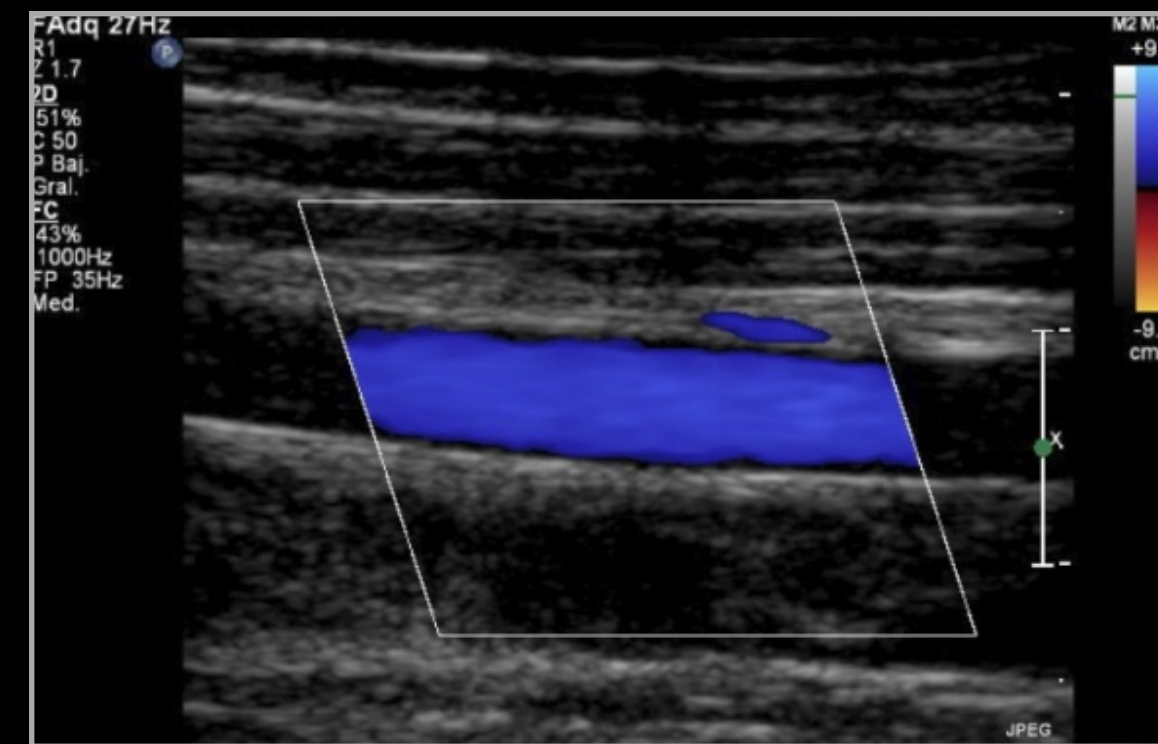
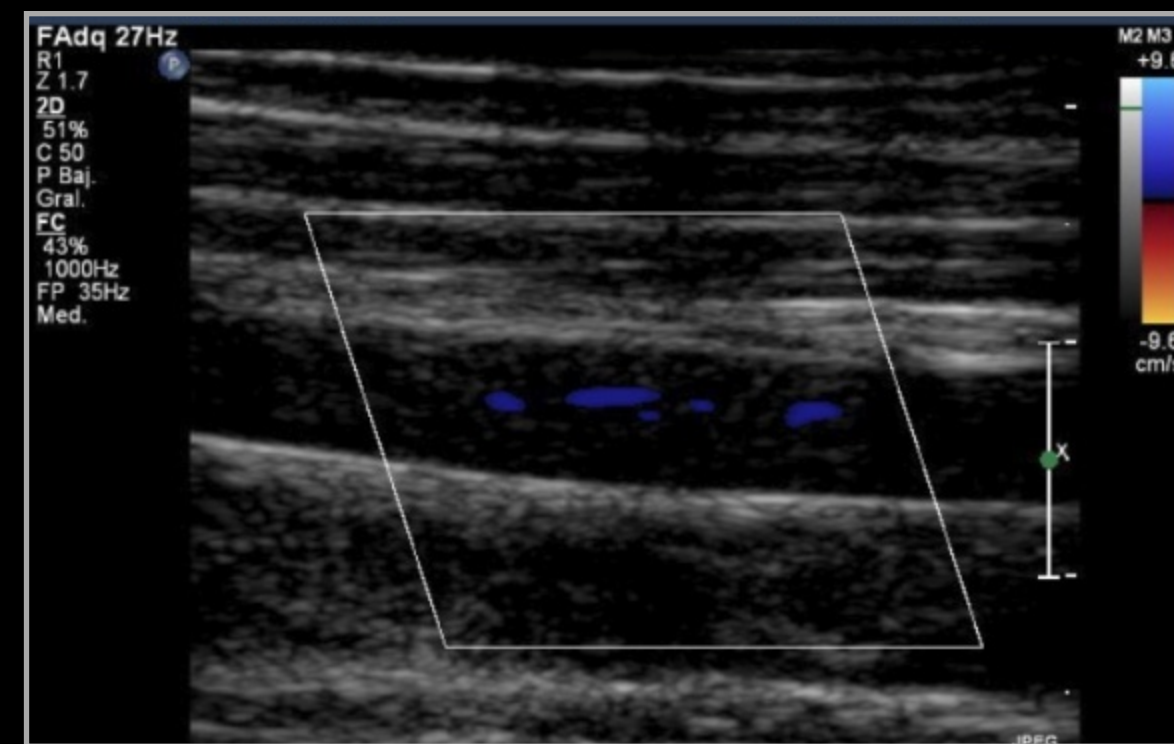
- Rango de velocidades representadas.
- Se modifica para evitar artefacto de aliasing
- Escala ajustada → Evaluación cualitativa de la escala de color





Ganancia

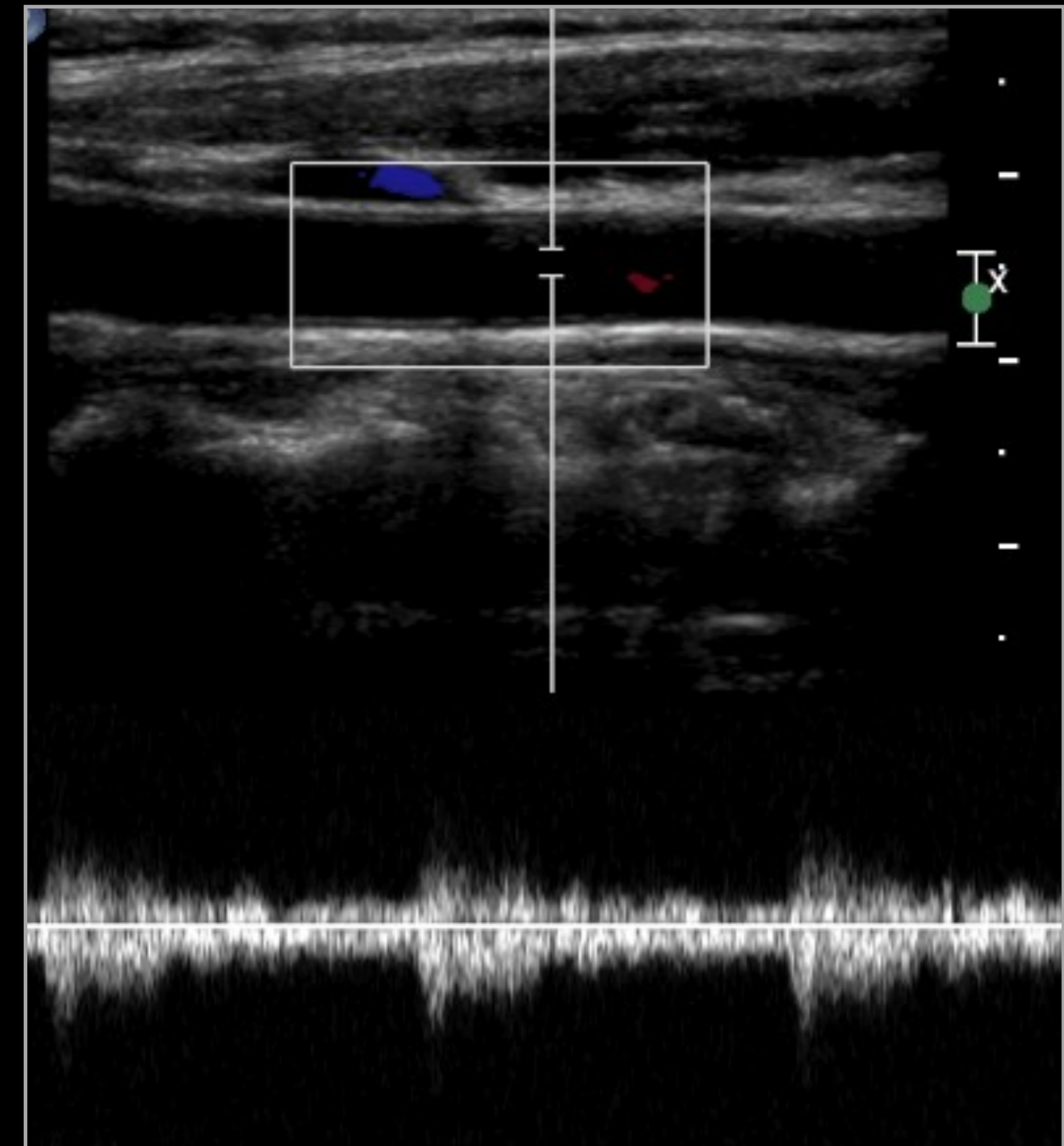
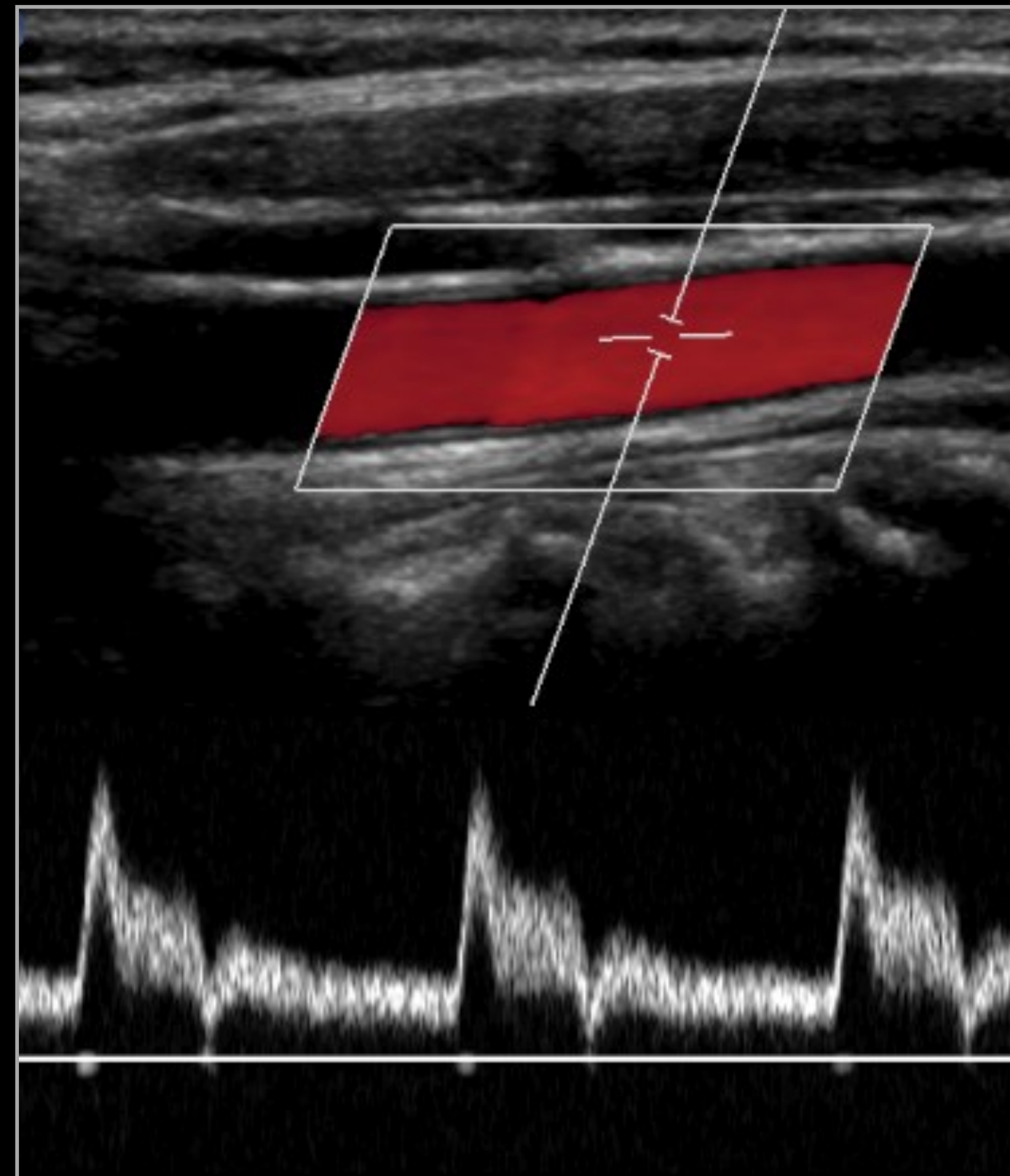
Cantidad de señal recibida y representada en la imagen





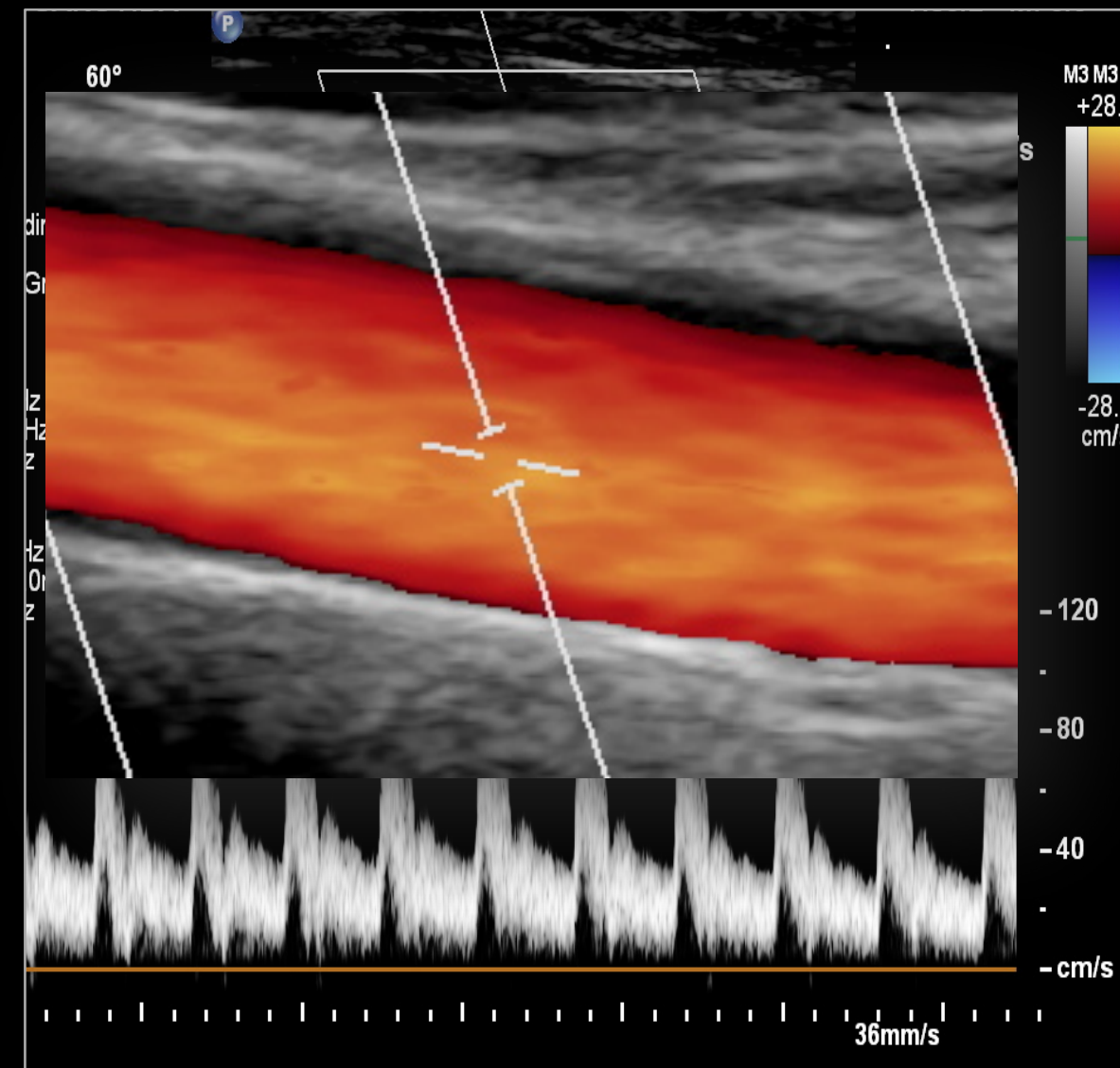
Ángulo Doppler

- Entre el haz de US y el flujo. Valor entre 40° y 60° .

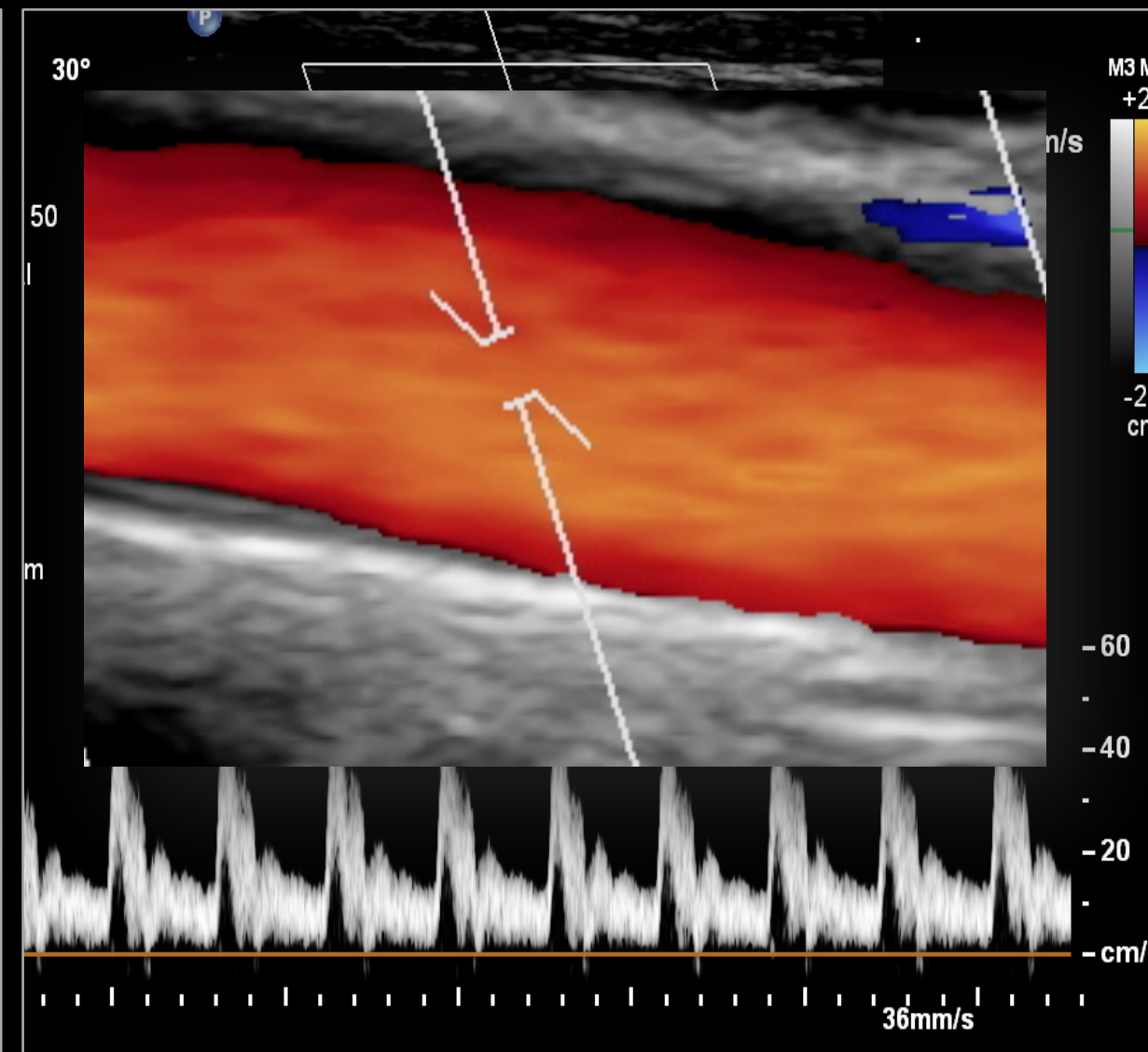




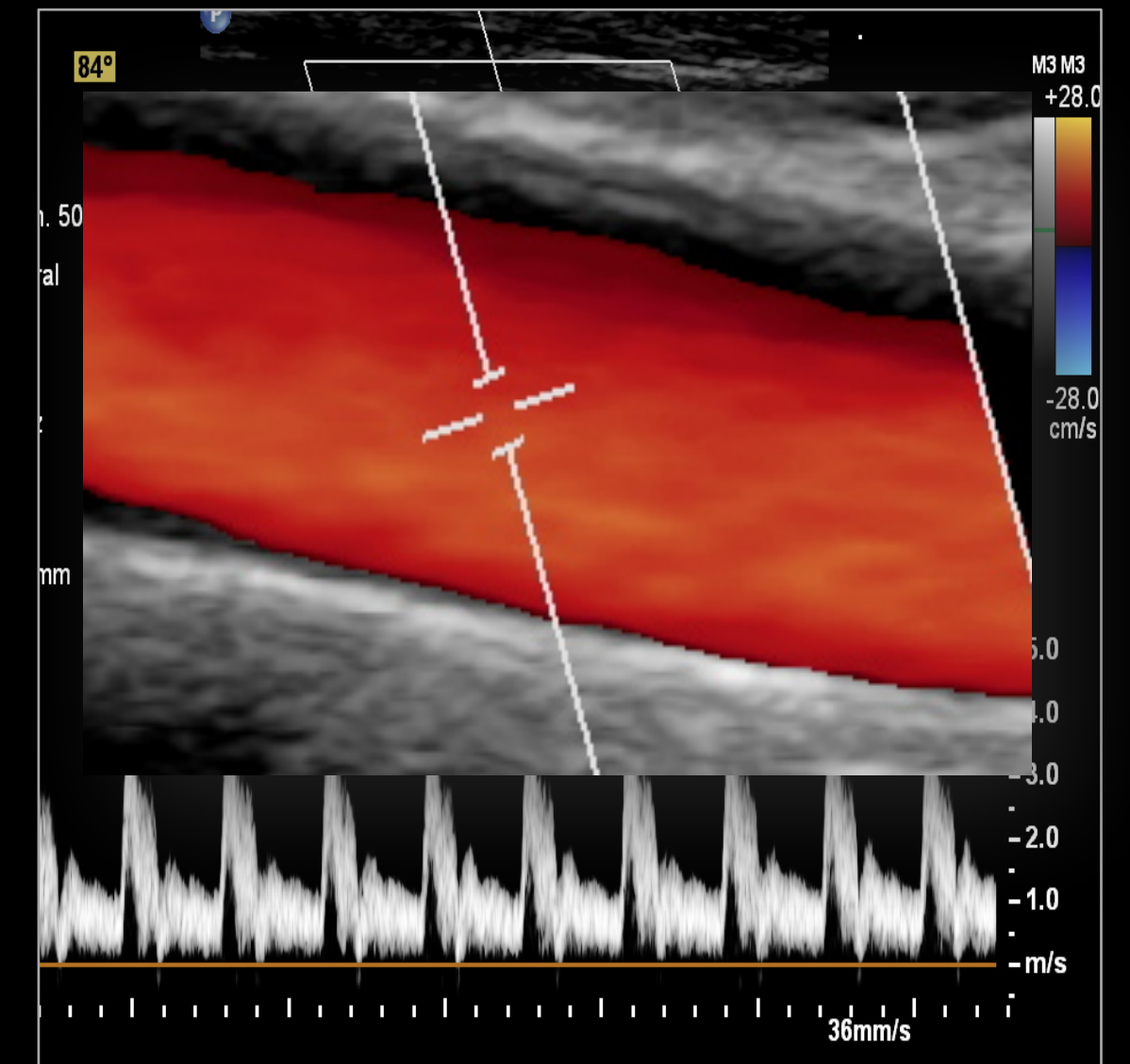
Ángulo Doppler



60° - 100 cm/s



30° - 50,2 cm/s



84° - 444 cm/s



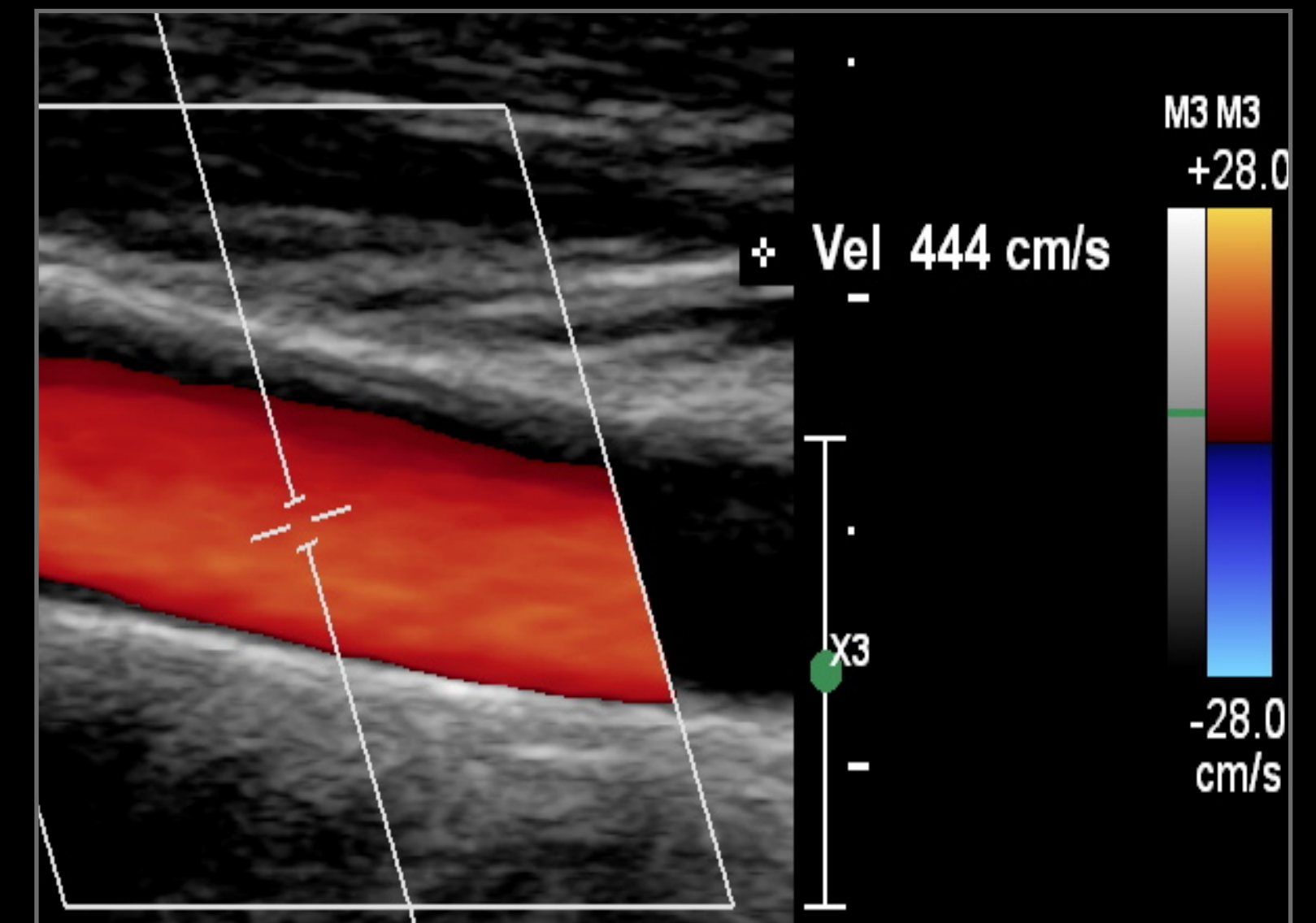
Ángulo Doppler

- **Porcentaje de Estenosis**

- < 125 cm/seg
- 125 – 250 cm/seg
- Mayor a 250 cm/ seg
- Sin detección de flujo
- Estenosis < a 50 %
- Estenosis 50 – 69 %
- Estenosis 70- 99 %
- Oclusión

- ◆ **Indicación de Endarterectomía.**

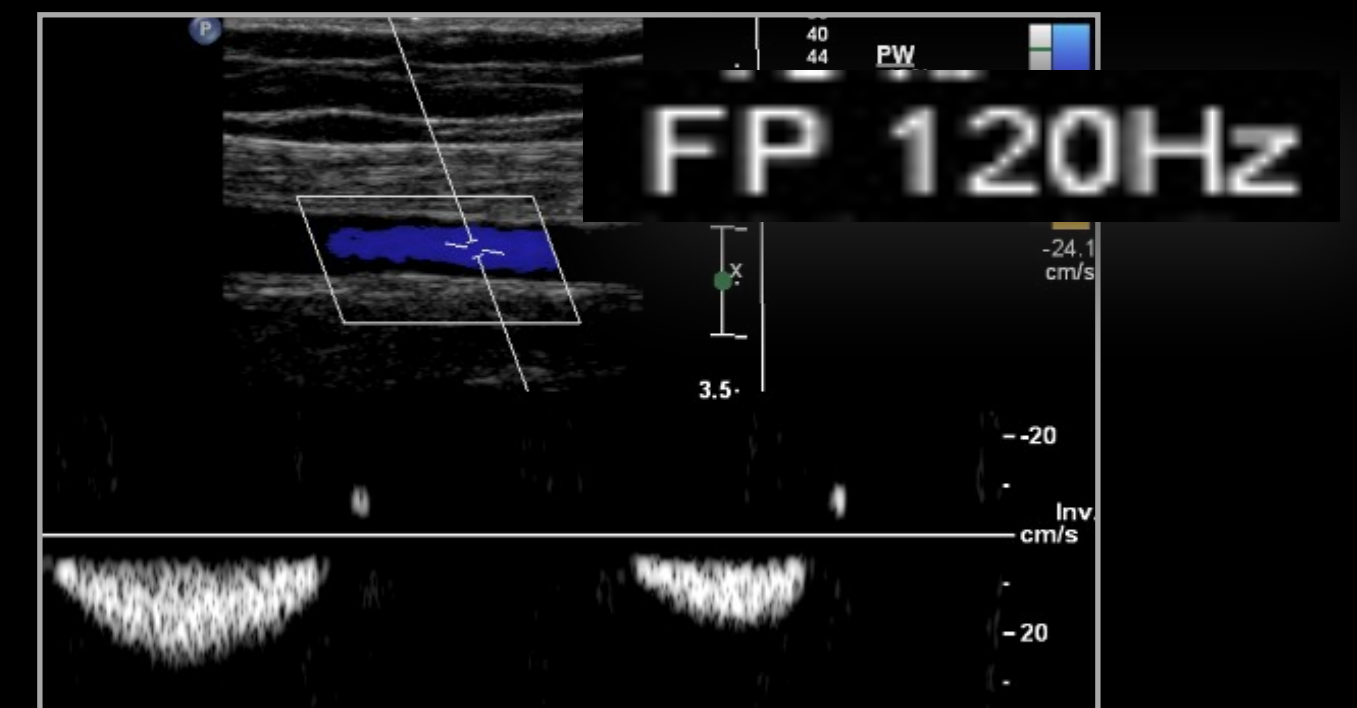
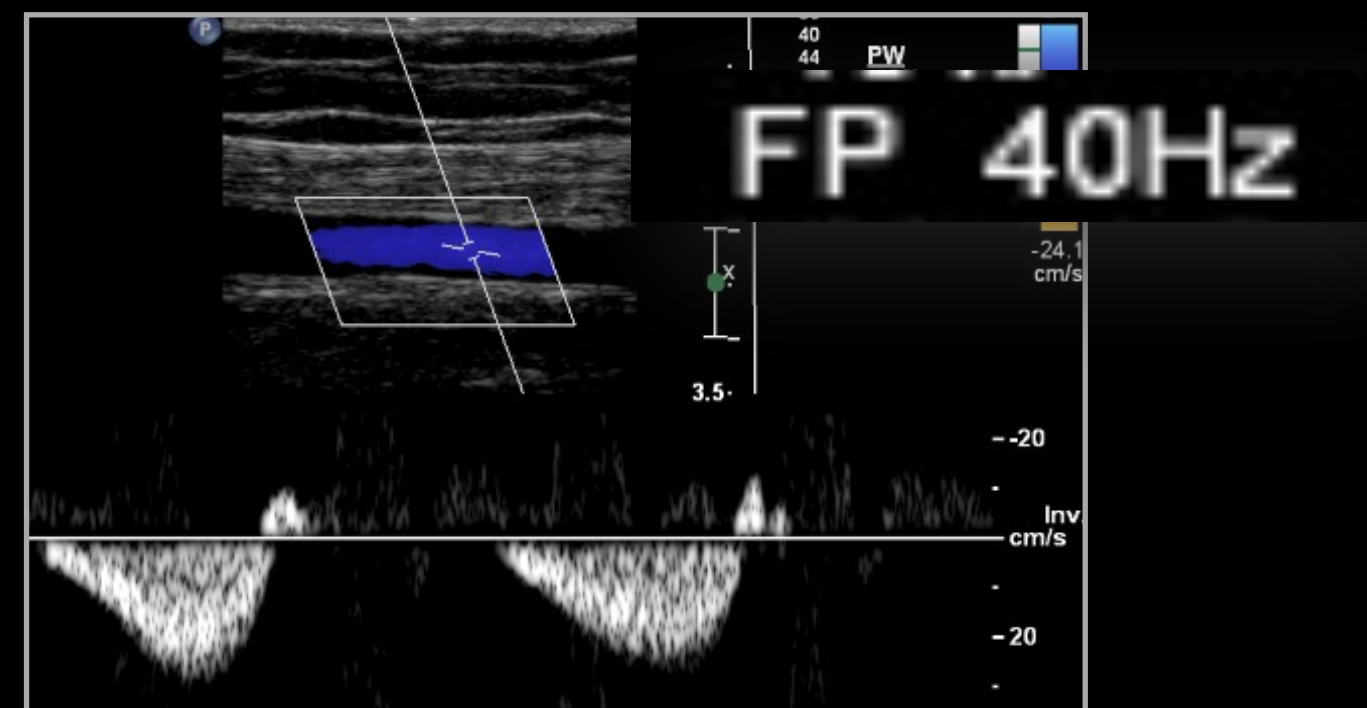
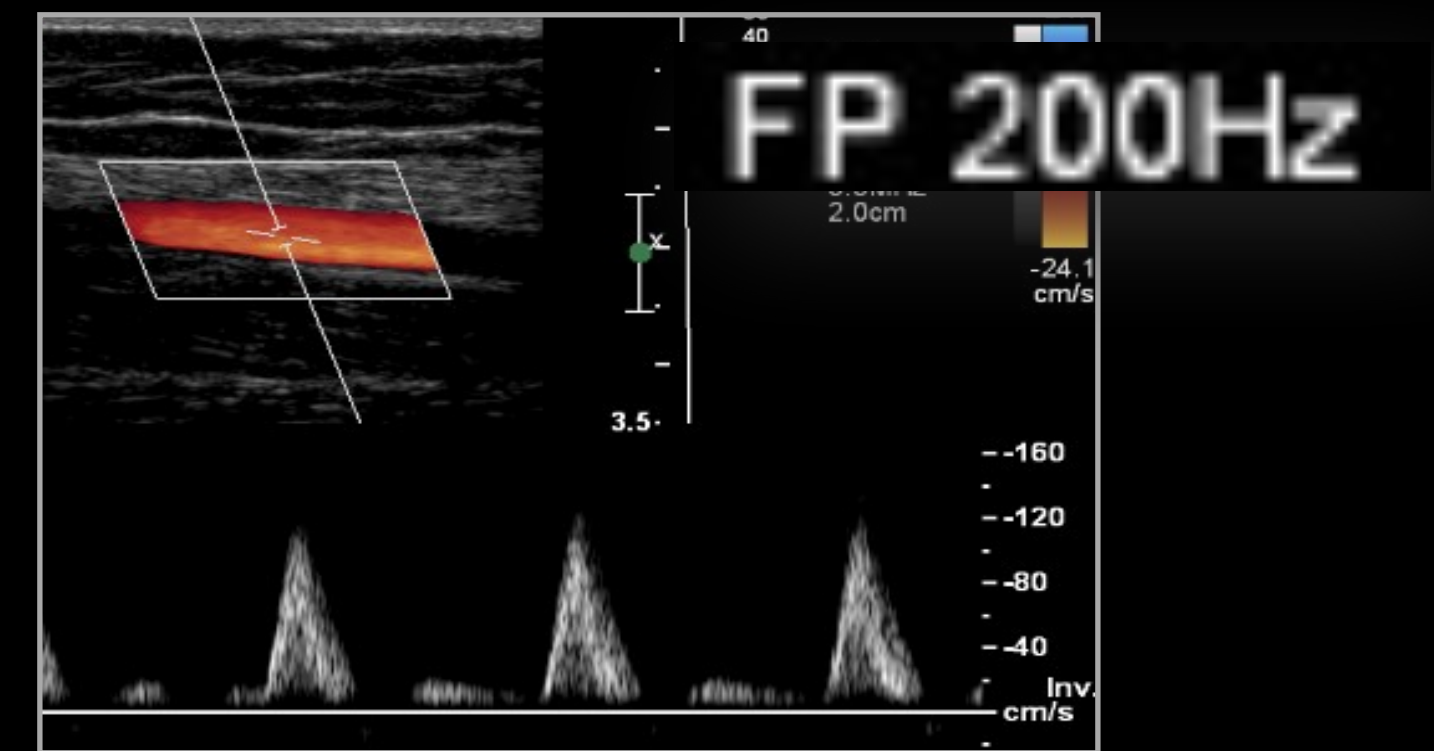
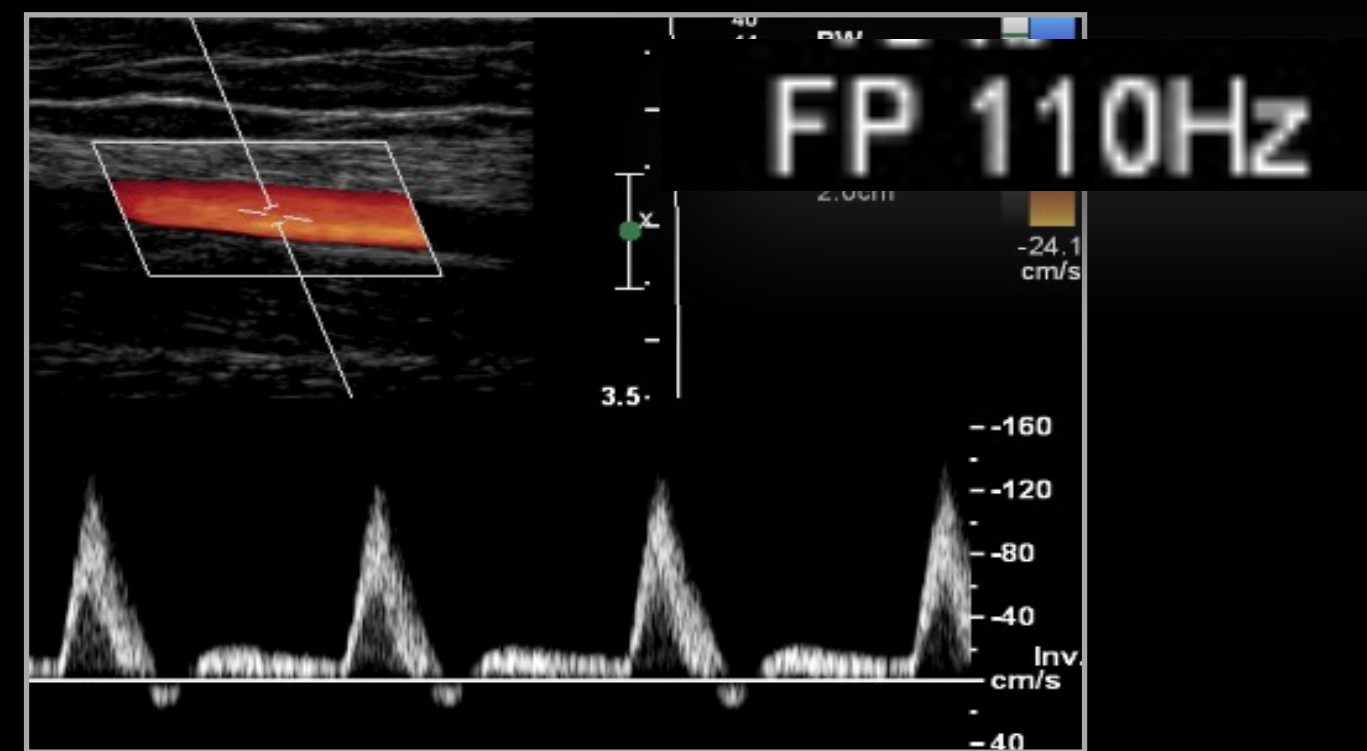
- ◆ **70- 99% reducción diámetro**





Filtros de Pared

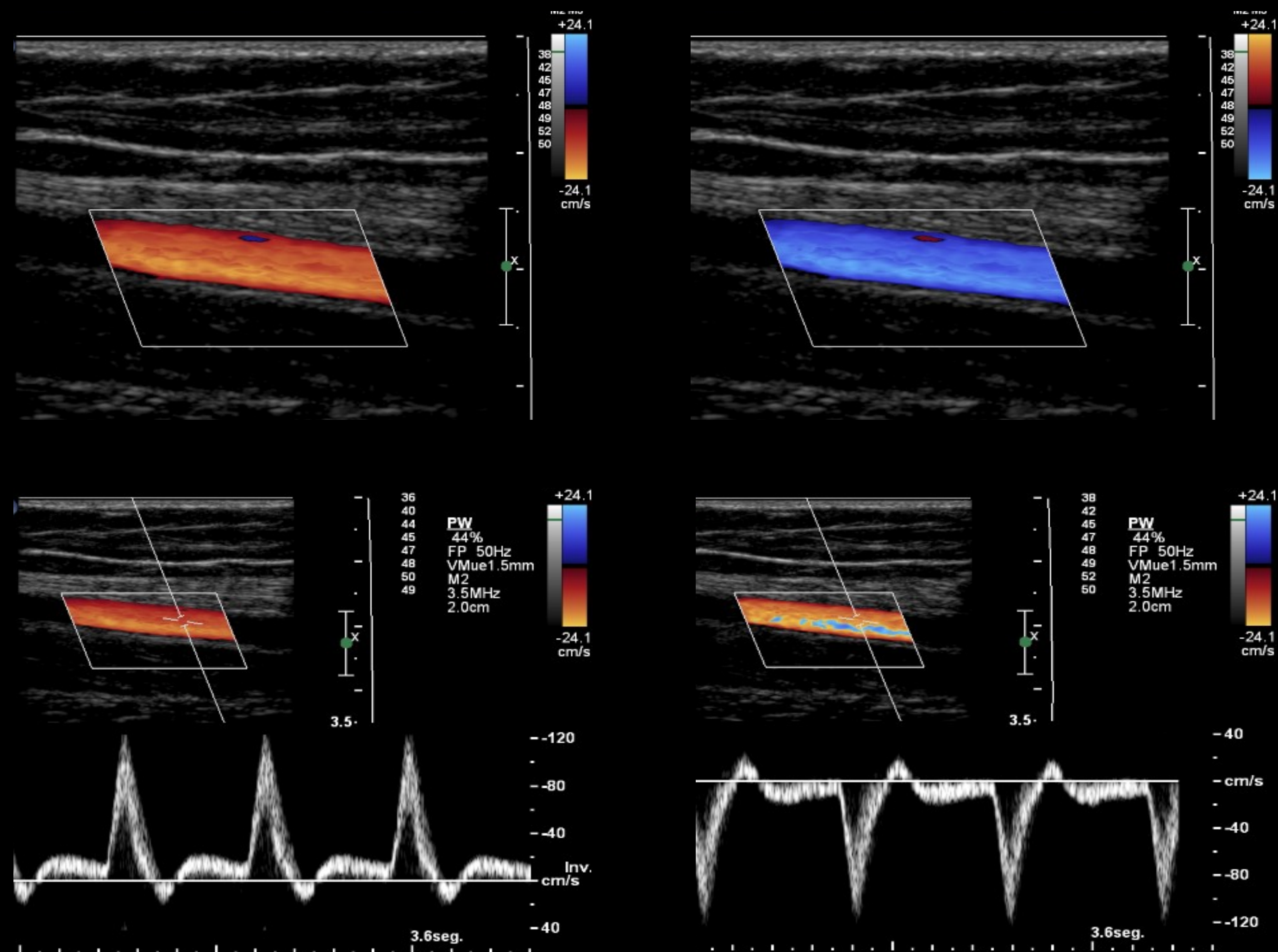
Elimina la frecuencia bajo el limite definido





Inversión de Flujo

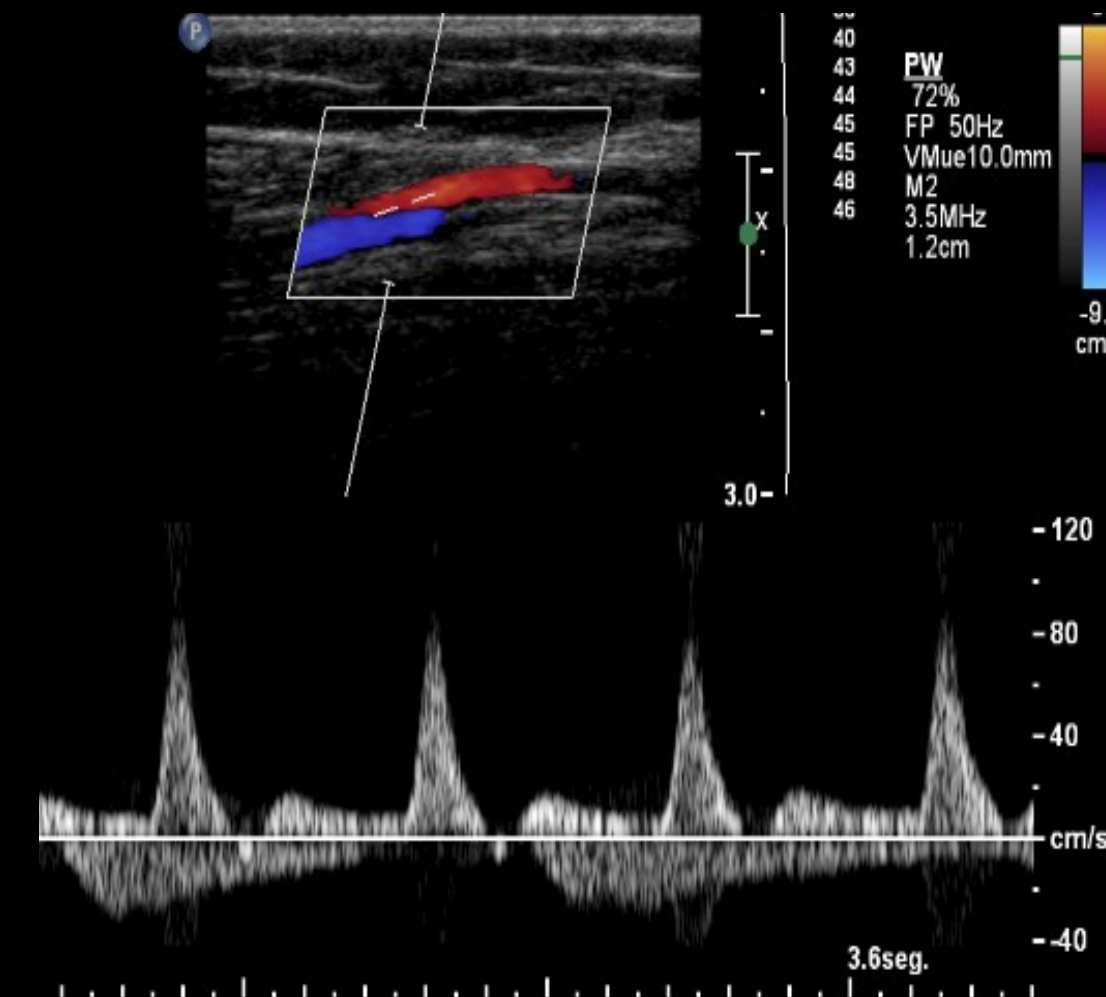
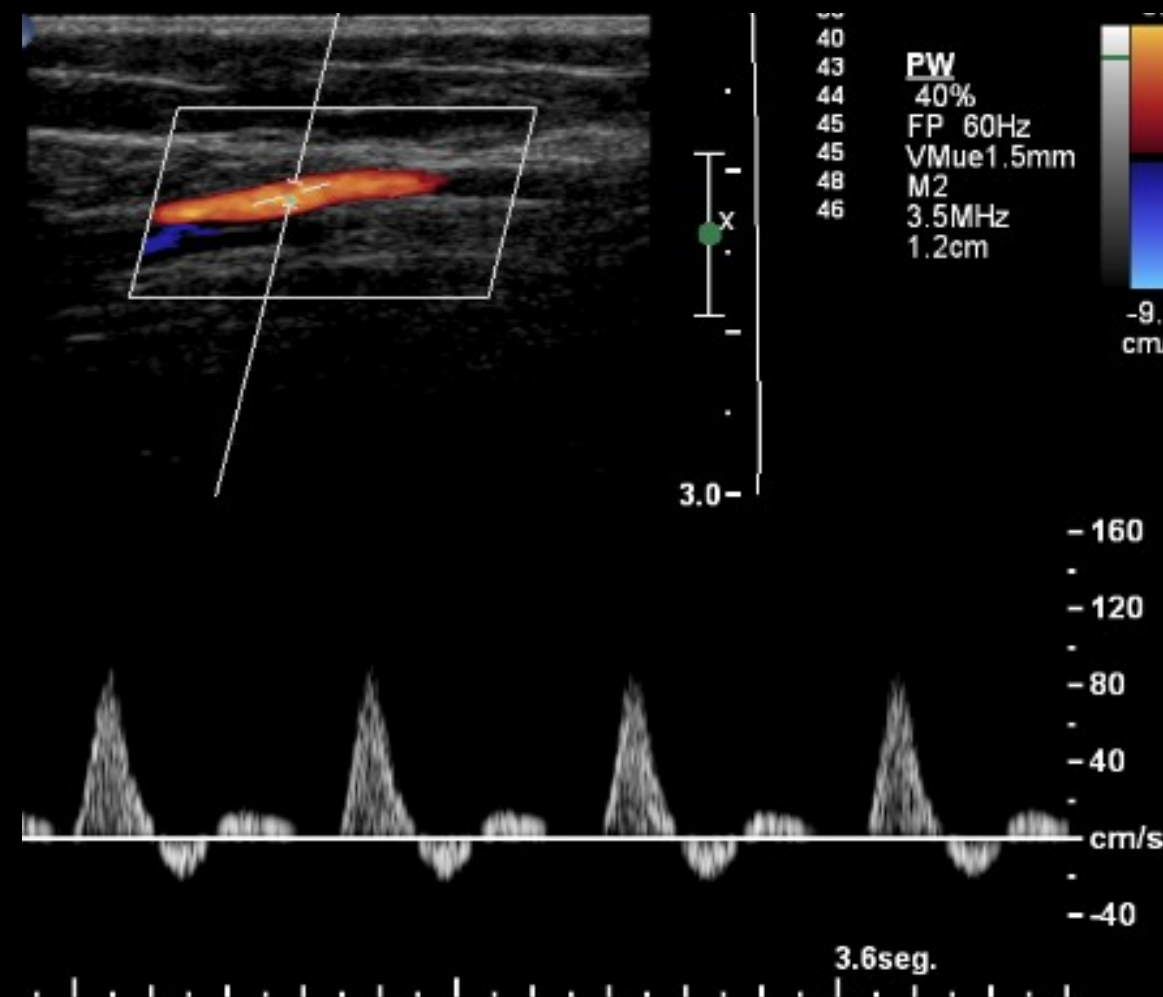
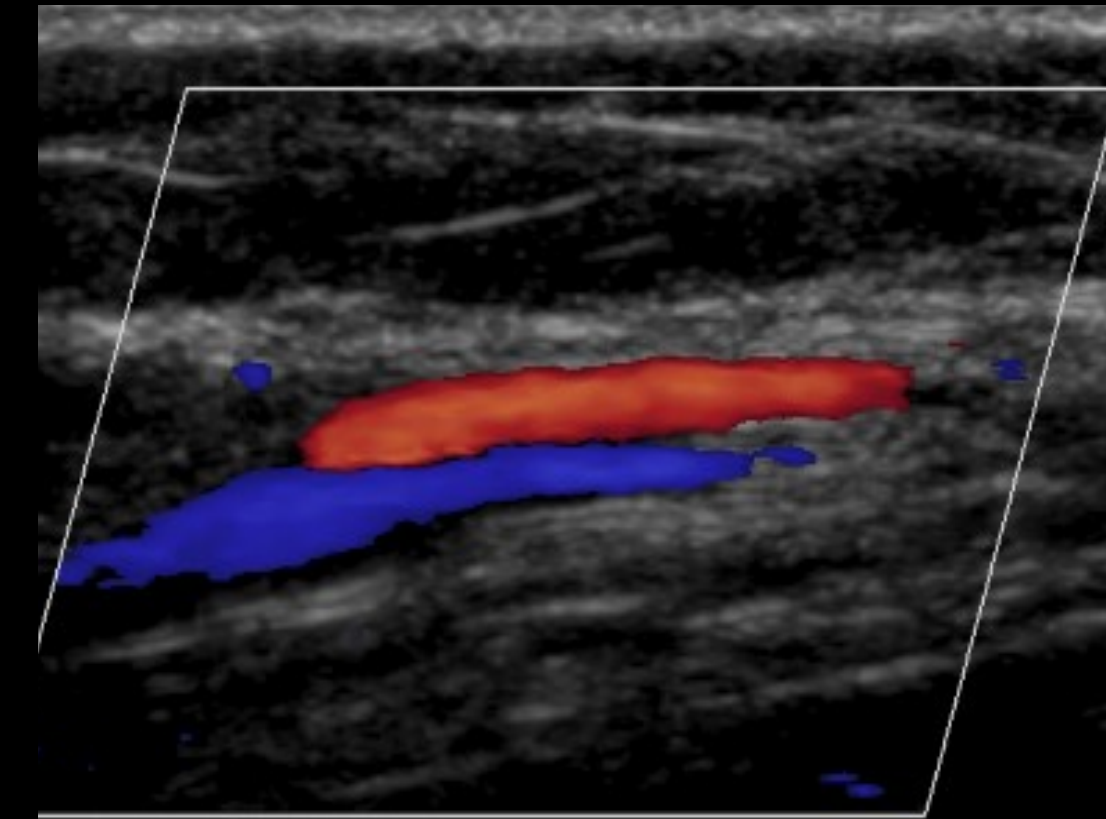
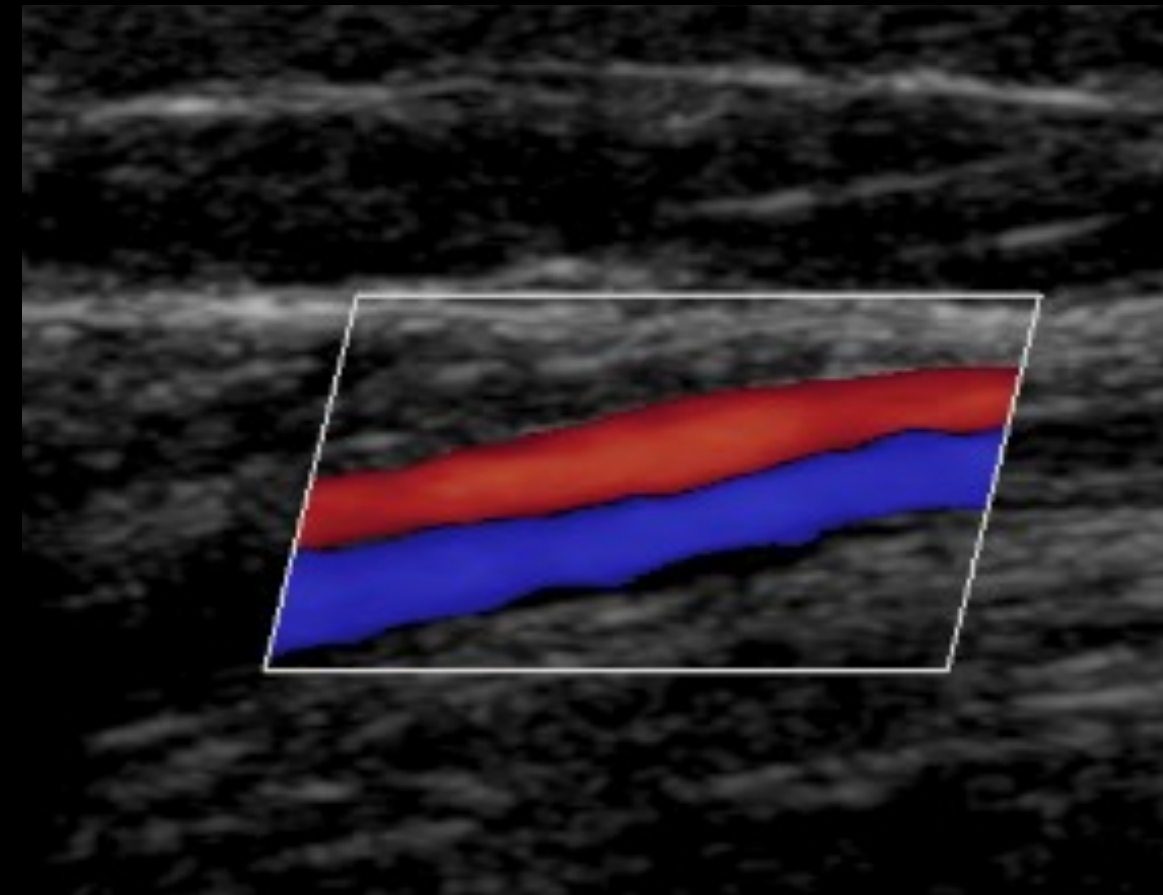
Función color del flujo o representación gráfica





Tamaño de Muestra

Tamaño de la muestra : Color / Espectral





Estudio Vascular

