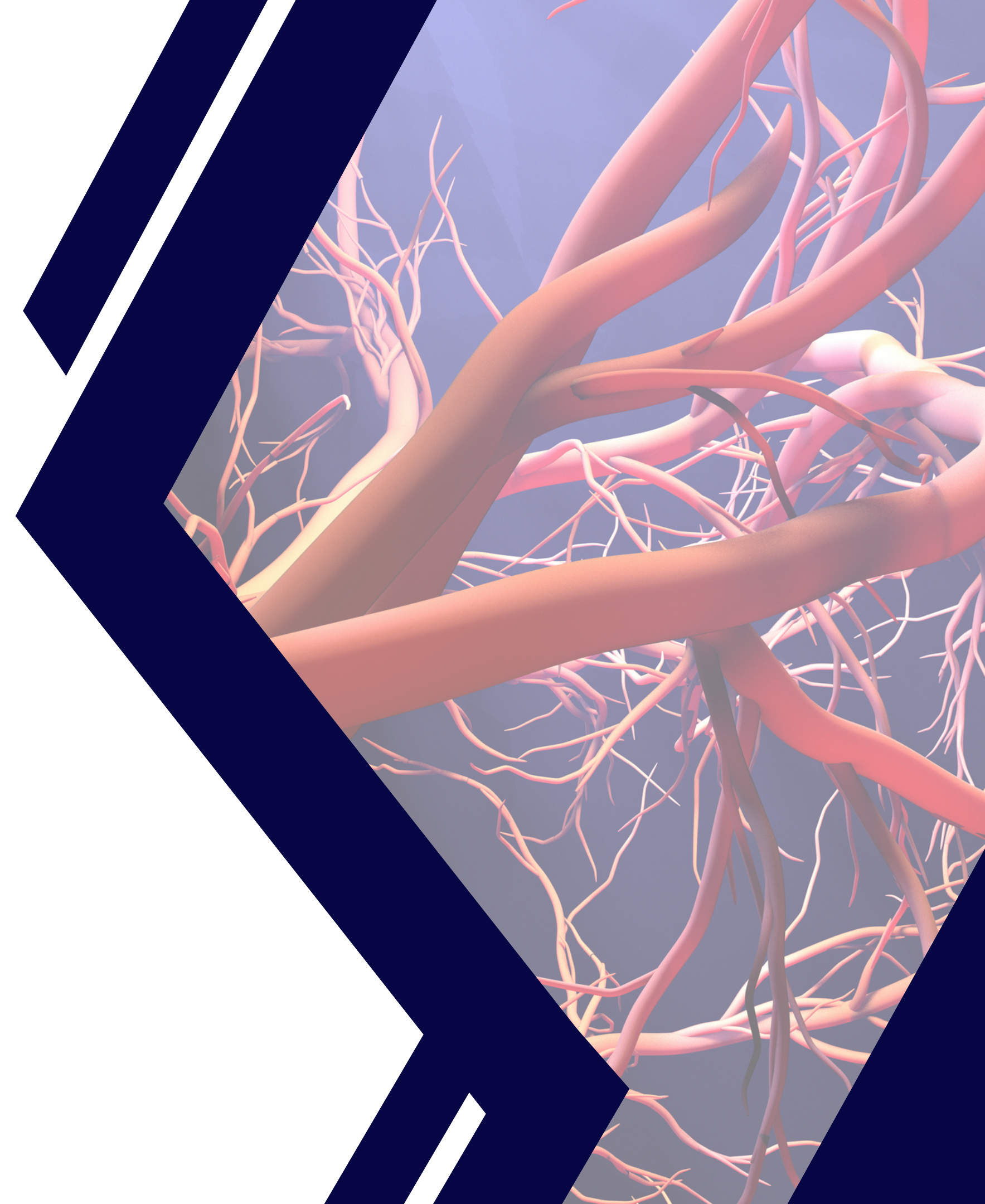


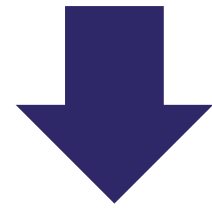
FUNDAMENTOS DE HEMODINAMIA

Curso ecografía
avanzada - 2023

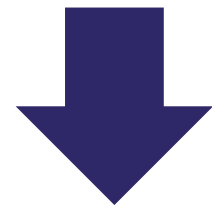
MV Esp. Juan Pablo Rey
Amunátegui



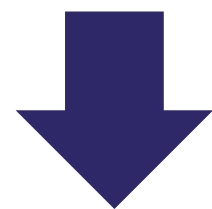
HEMODINAMIA



Hemos: sangre
Dinamos: movimientos



Es el estudio de la relación entre la presión,
resistencia y flujo sanguíneo

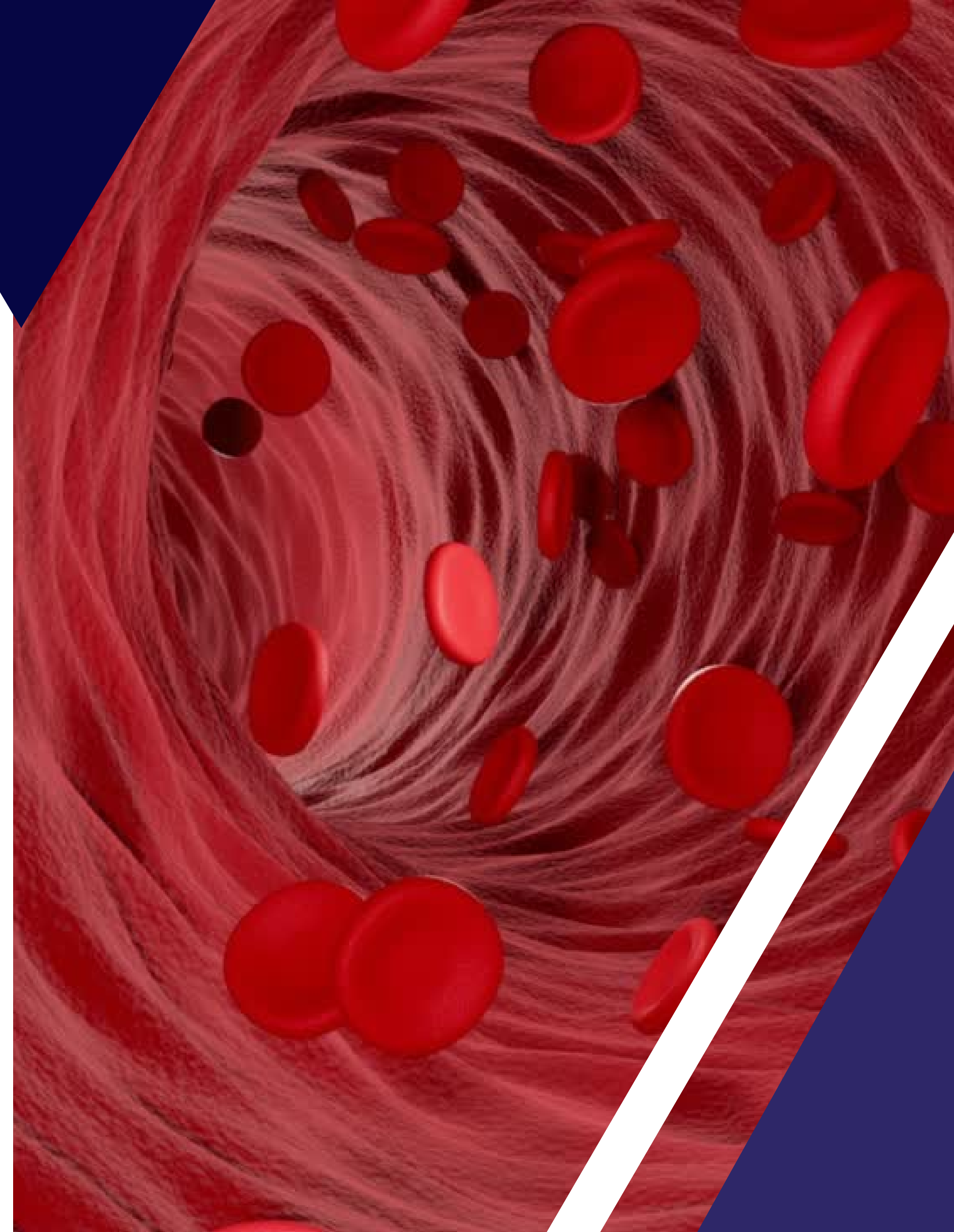


(P) (R) (Q)

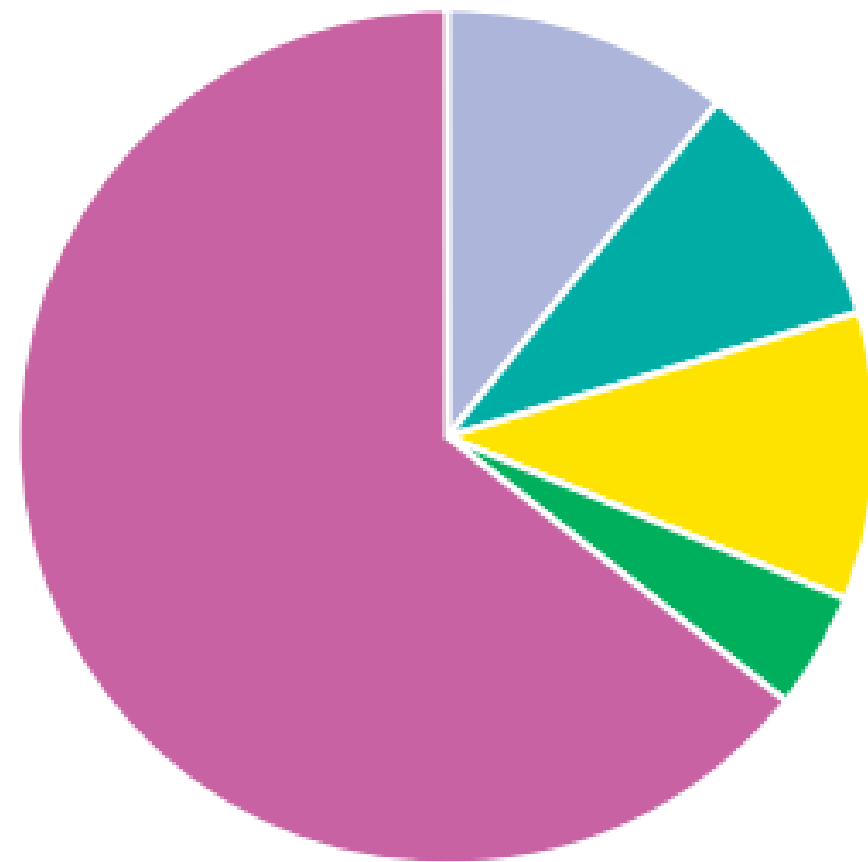
Introducción

INFORMACIÓN GENERAL

1. El corazón influye en la fuerza de eyección y la cantidad de sangre expulsada.
2. Las arterias elásticas almacenan energía durante la sístole y mantienen el flujo sanguíneo durante la diástole.
3. Las arterias musculares mantienen su tono.
4. Las arteriolas, los capilares y las vénulas suministran sangre a los diferentes órganos.
5. Las venas aseguran un retorno venoso adecuado hacia el corazón.



Distribución

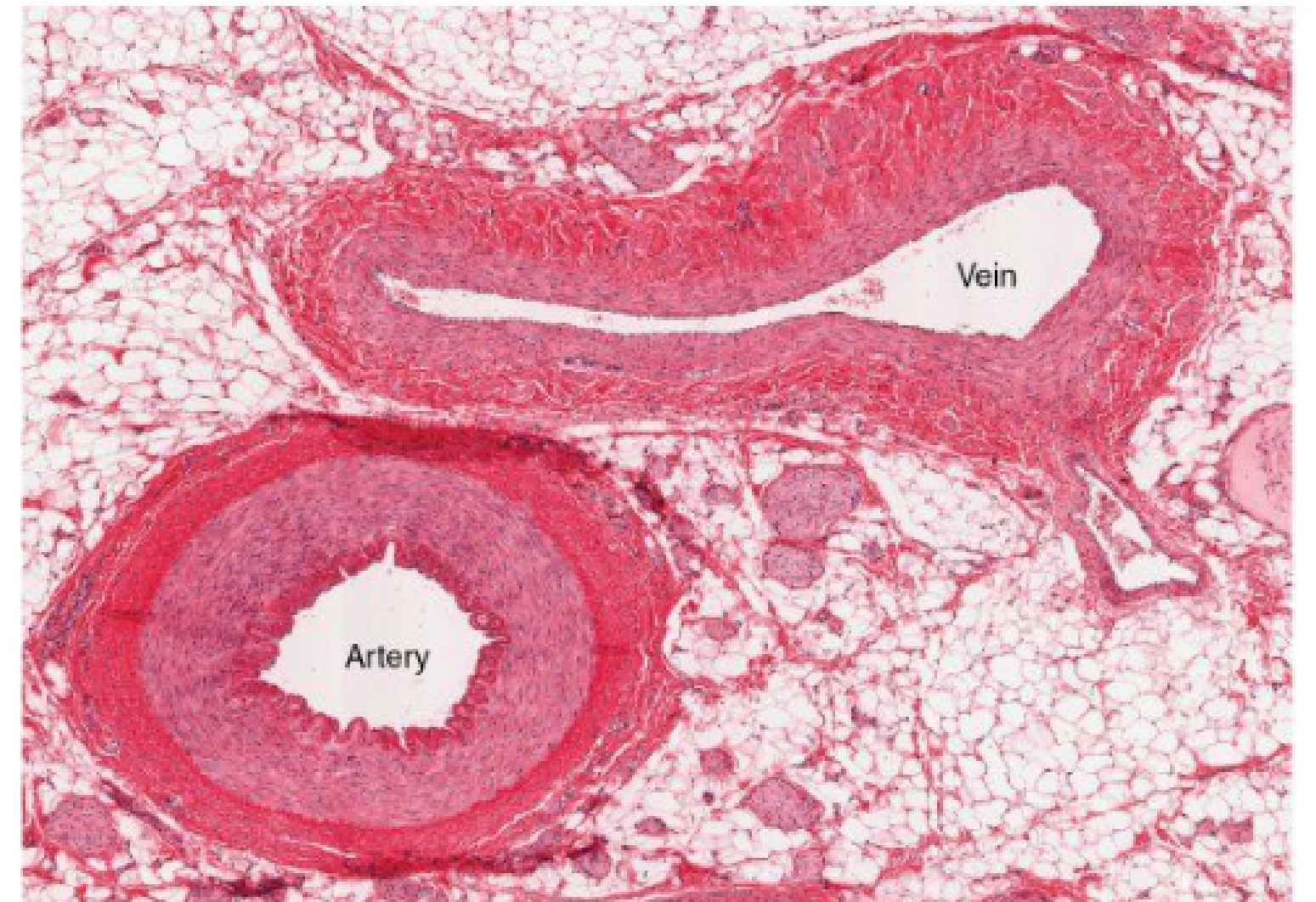
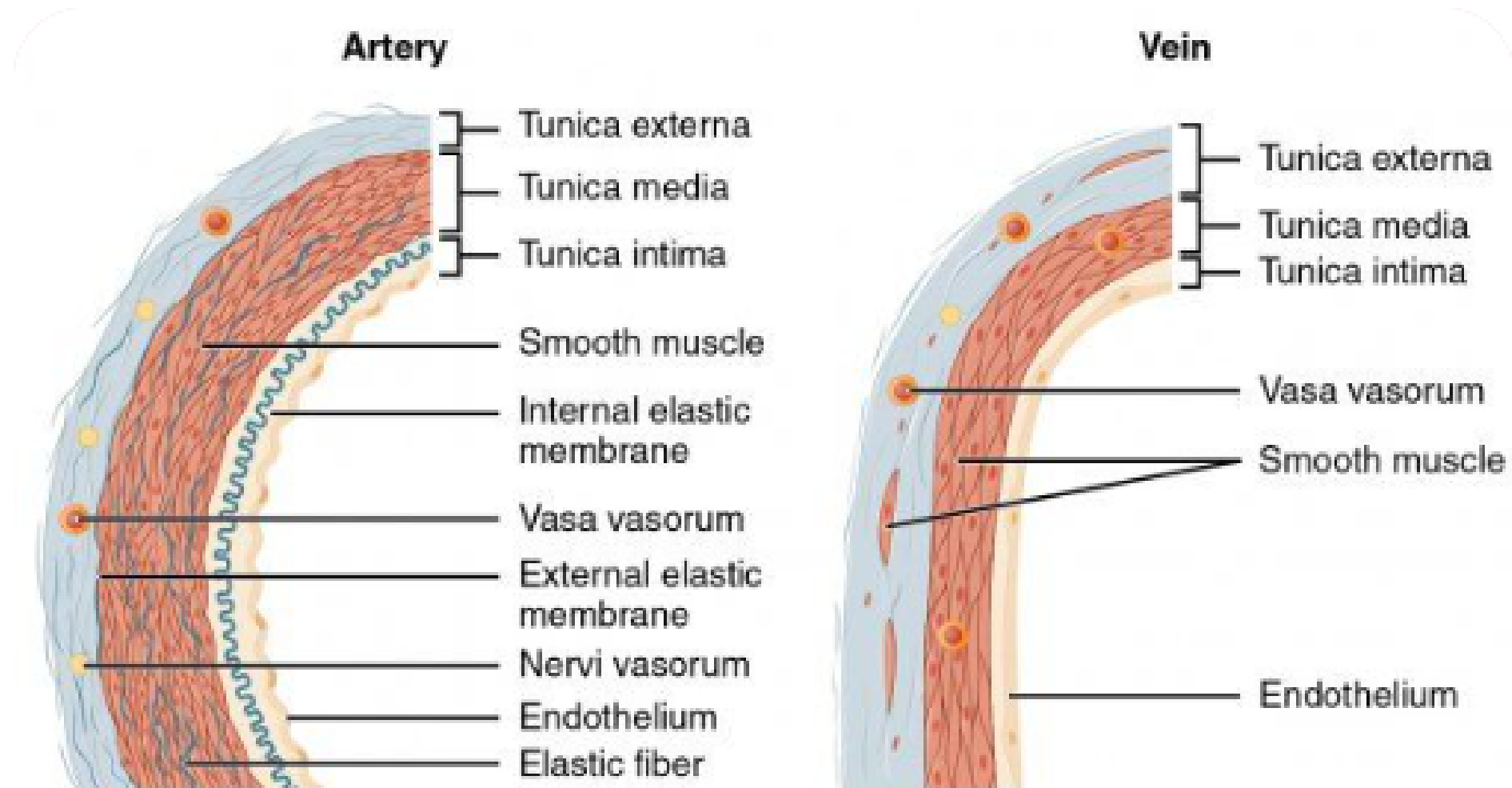


- Lungs (10–12%)
- Heart (8–11%)
- Systemic arteries (10–12%)
- Capillaries (4–5%)
- Systemic veins (60–70%)

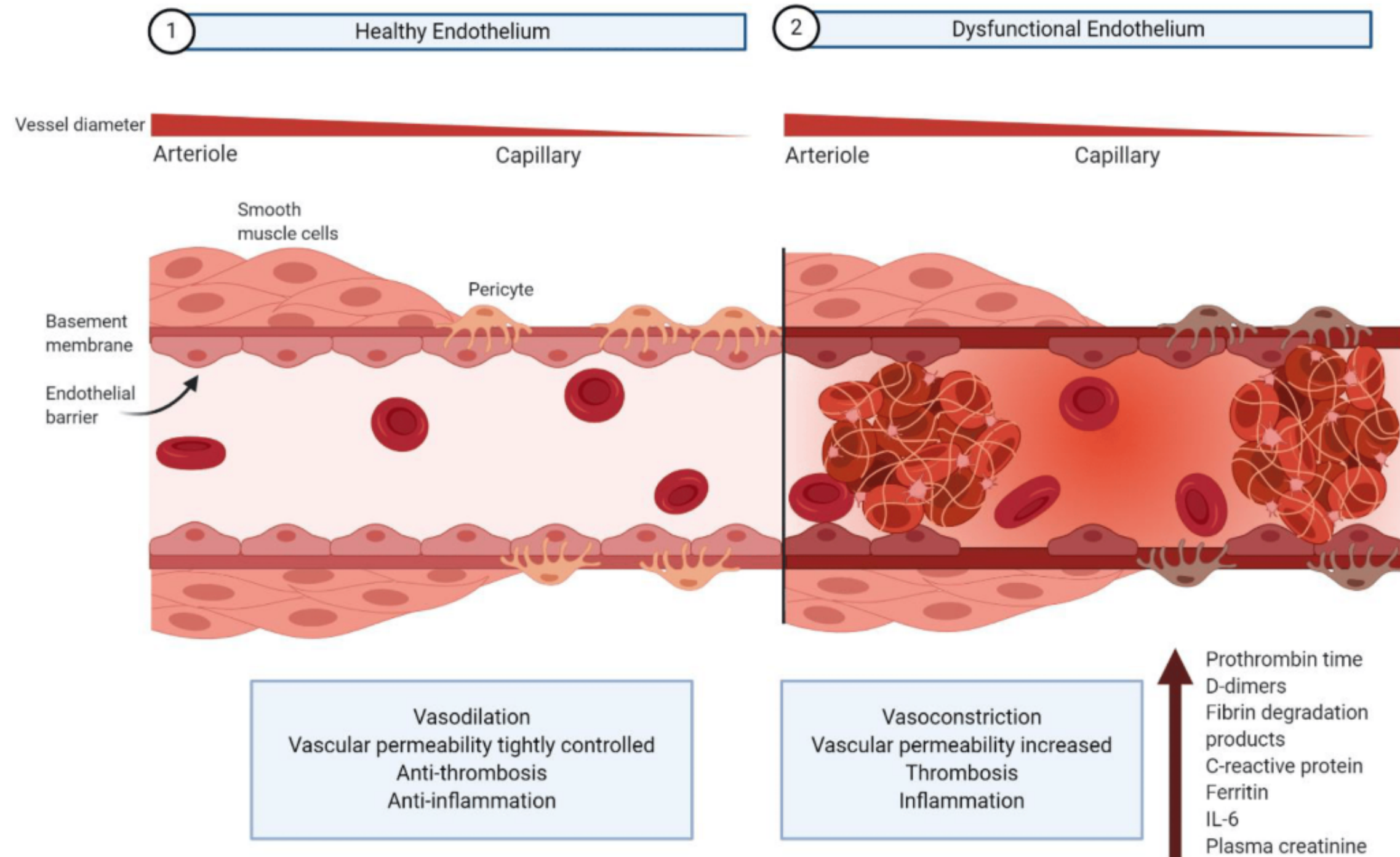


Hassouna HI. Thrombophilia and hypercoagulability. Med Princ Pract. 2009;18(6):429–40.

Endotelio vascular



Endotelio vascular



Bernard I, Limonta D, Mahal LK, Hobman TC. Endothelium Infection and Dysregulation by SARS-CoV-2: Evidence and Caveats in COVID-19. *Viruses*. 2021; 13(1):29

Características

Arterias

01

Conducción de flujo vascular hacia órganos de destino

02

Impedancia adaptativa para reducción de trabajo cardíaco y patrón de pulso

03

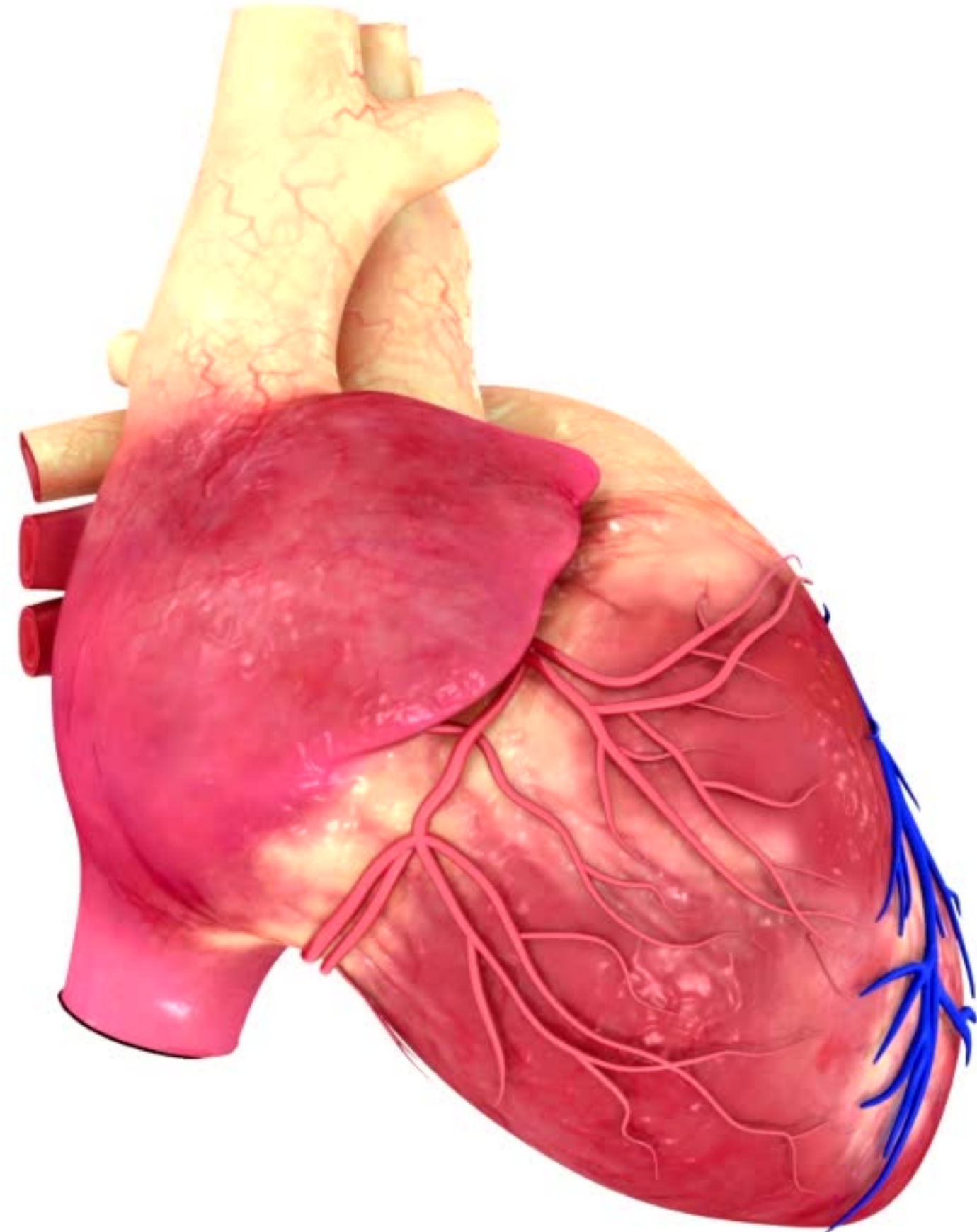
Secreción endotelial de vasodilatadores y vasoconstrictores

04

Vasodilatadores: Oxido nítrico, Prostaciclina

05

Vasoconstrictores: Endotelina, Tromboxanos, Angiotensina II



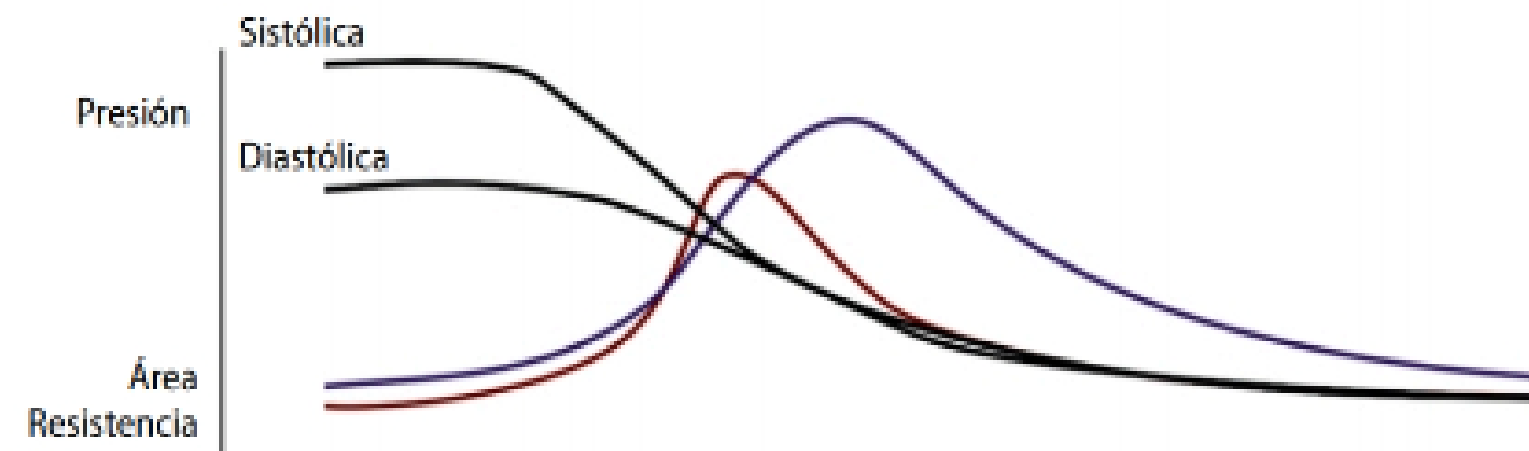
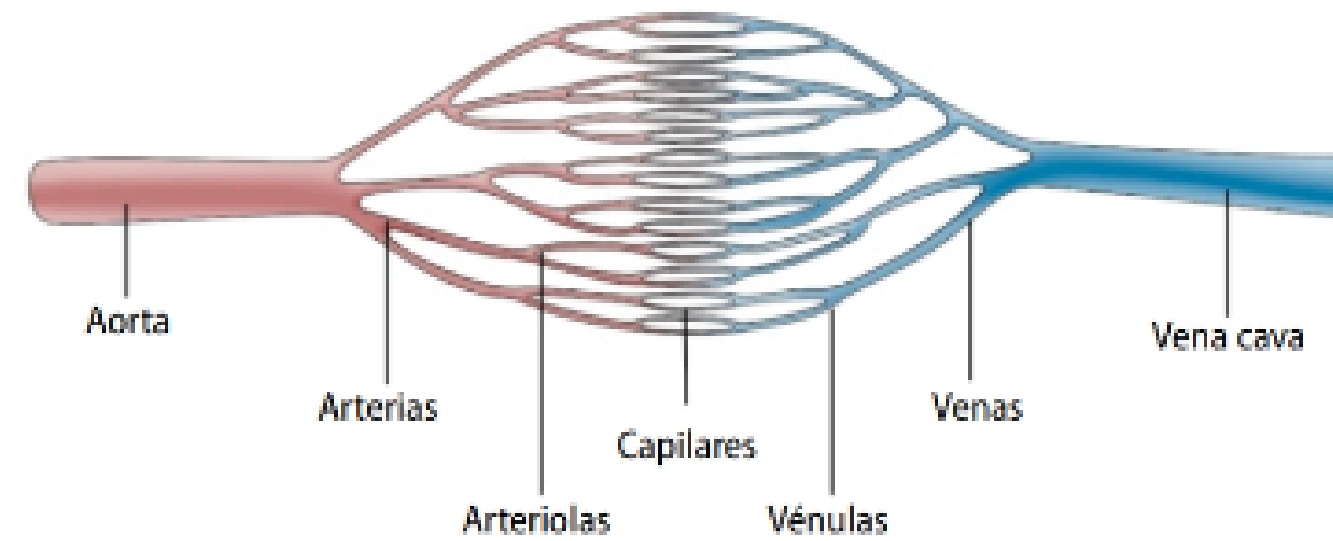
Diferencias de presión

Arterias: alta presión y energía cinética elevada.

Venas: baja presión y escasa energía cinética

Sístole y diástole presente en sistema arterial.

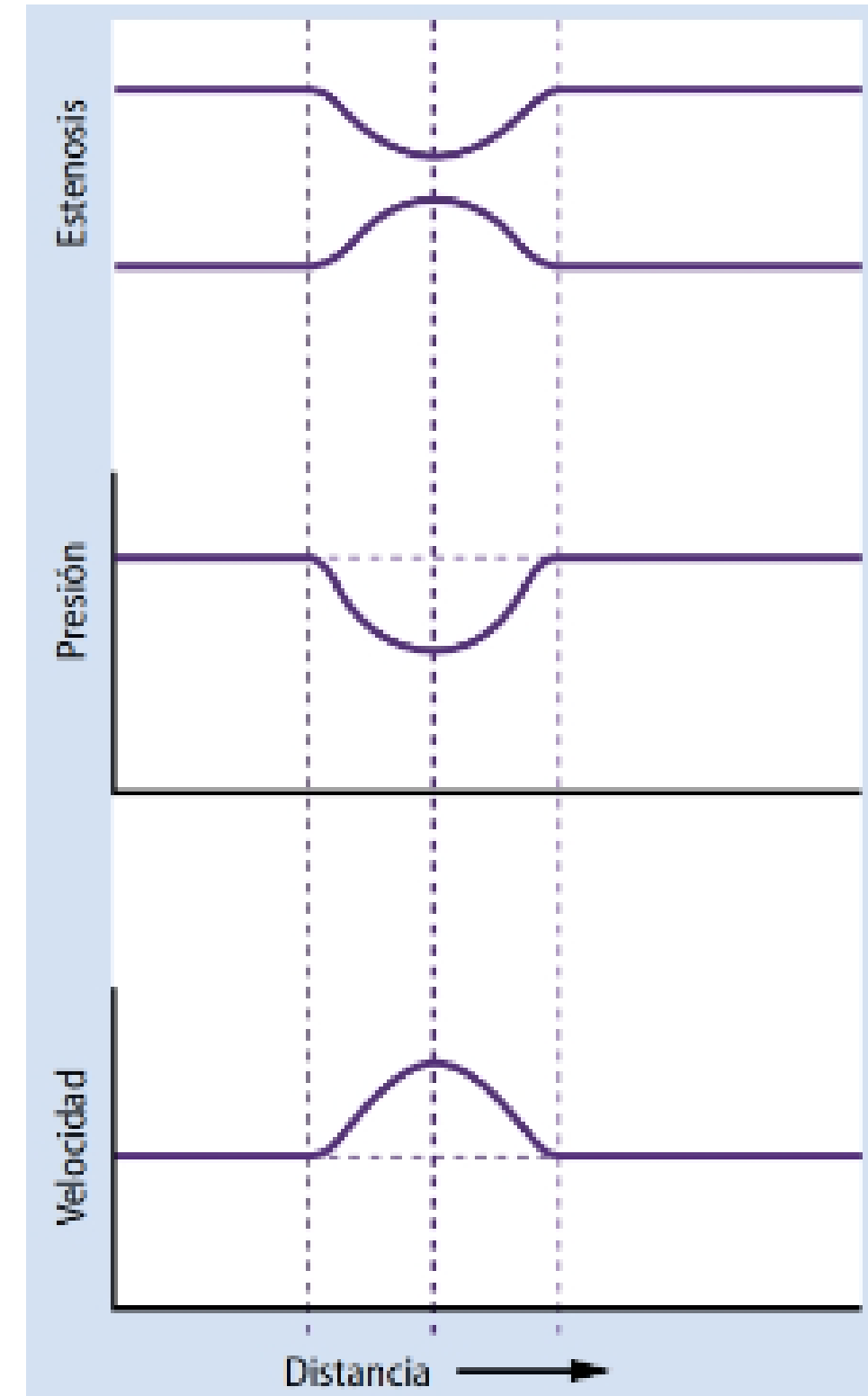
El área efectiva de circulación es mayor a nivel capilar y la resistencia vascular es mayor a nivel arteriolar.



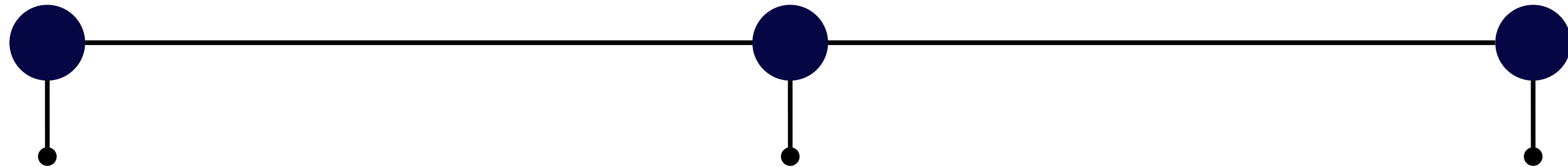
Energía cinética y potencial

Los factores físicos que rigen la manera en que la sangre una vez eyectada por el corazón disipa la energía a medida que recorre el sistema circulatorio tienen que ver con la fricción, la resistencia y las influencias del flujo laminar y turbulento.

La forma principal de energía almacenada en la sangre circulante es la energía potencial debida a la presión que distiende los vasos sanguíneos. Esto es causado por el bombeo del corazón. Sin embargo, parte de la energía almacenada en la sangre es cinética y es función directa de su velocidad.



Definiciones



Compliance

Cambio de volumen en función de un cambio de presión

Distensibilidad

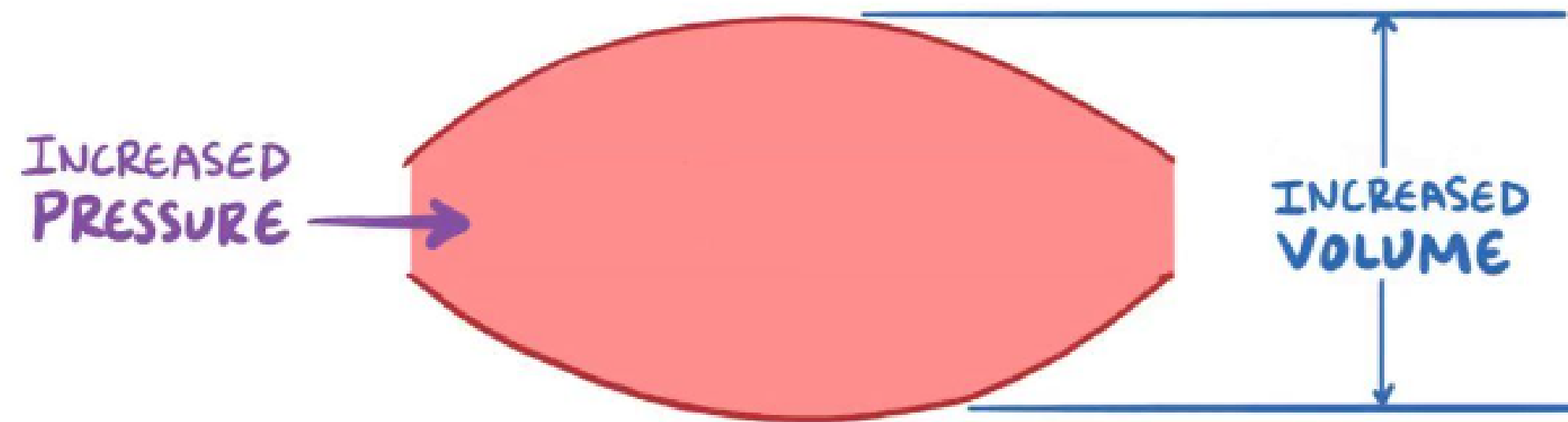
División de la compliance por el volumen inicial (distensión y contracción adecuada independiente del volumen)

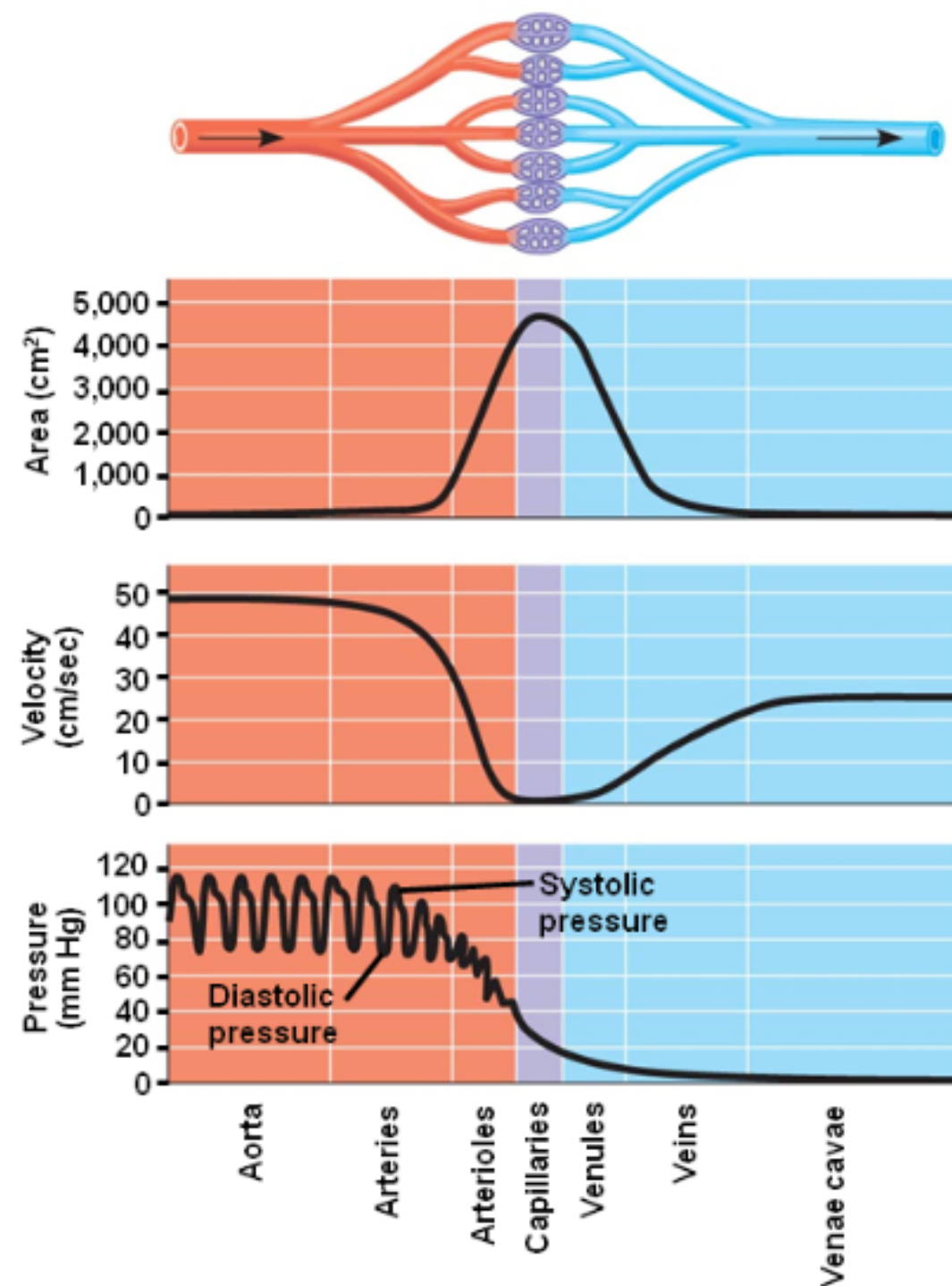
Impedancia

Resistencia que desarrollan las ramificaciones arteriales y que repercuten en el flujo y presión

Resistencia: Dependiente de vasomotilidad, lecho distal y viscosidad de la sangre

COMPLIANCE (CAPACITANCE, DISTENSIBILITY)





Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

En la región capilar, existe un aumento de superficie vascular para la perfusión tisular de los diferentes órganos.

A diferencia de la velocidad de las arterias, en las arteriolas y en los capilares disminuye

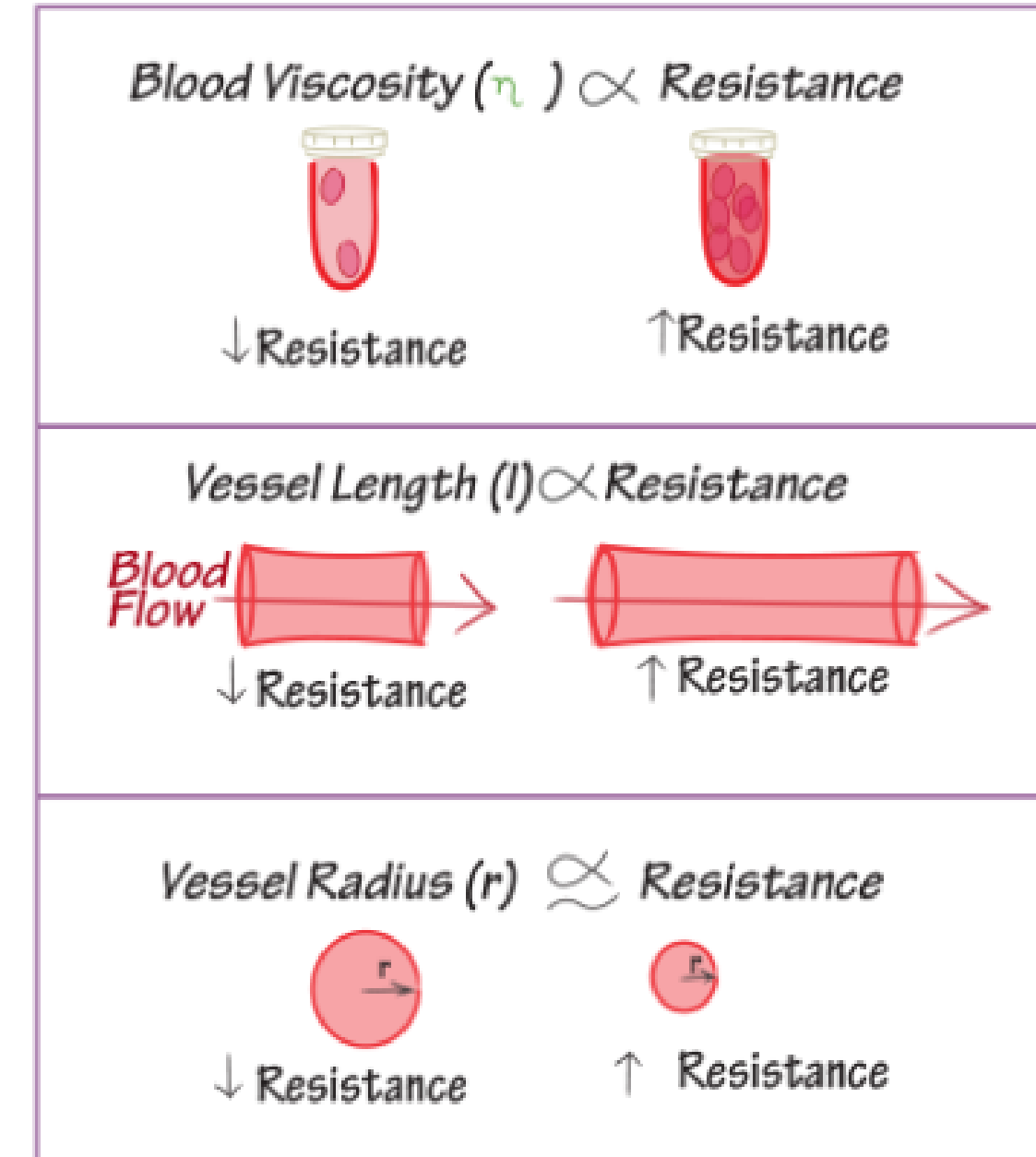
La presión evidencia un importante descenso y por consecuencia la resistencia vascular.

El aumento o disminución de la resistencia, esta determinada por:

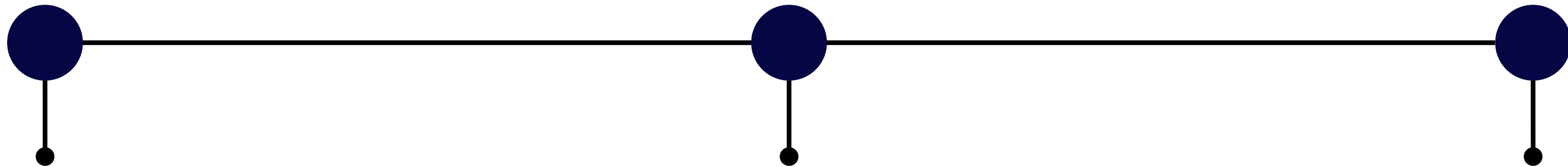
Viscosidad sanguínea

Longitud del vaso

Diámetro del vaso



Ecuaciones



Ecuación de Bernoulli:
 $P + \frac{1}{2} \rho \bar{V}^2 + \rho g z = \text{constante}$

P = presión

ρ = densidad de la sangre

g = aceleración debida a la gravedad

z = altura relativa de la columna de sangre

\bar{V} = velocidad promedio del flujo sanguíneo

Poiseuille para la velocidad:

$$Q = \left[\frac{\pi \Delta P}{8 \eta L} \right] (r^4)$$

$\pi = 3.14$

r = radio del vaso

L = long del vaso

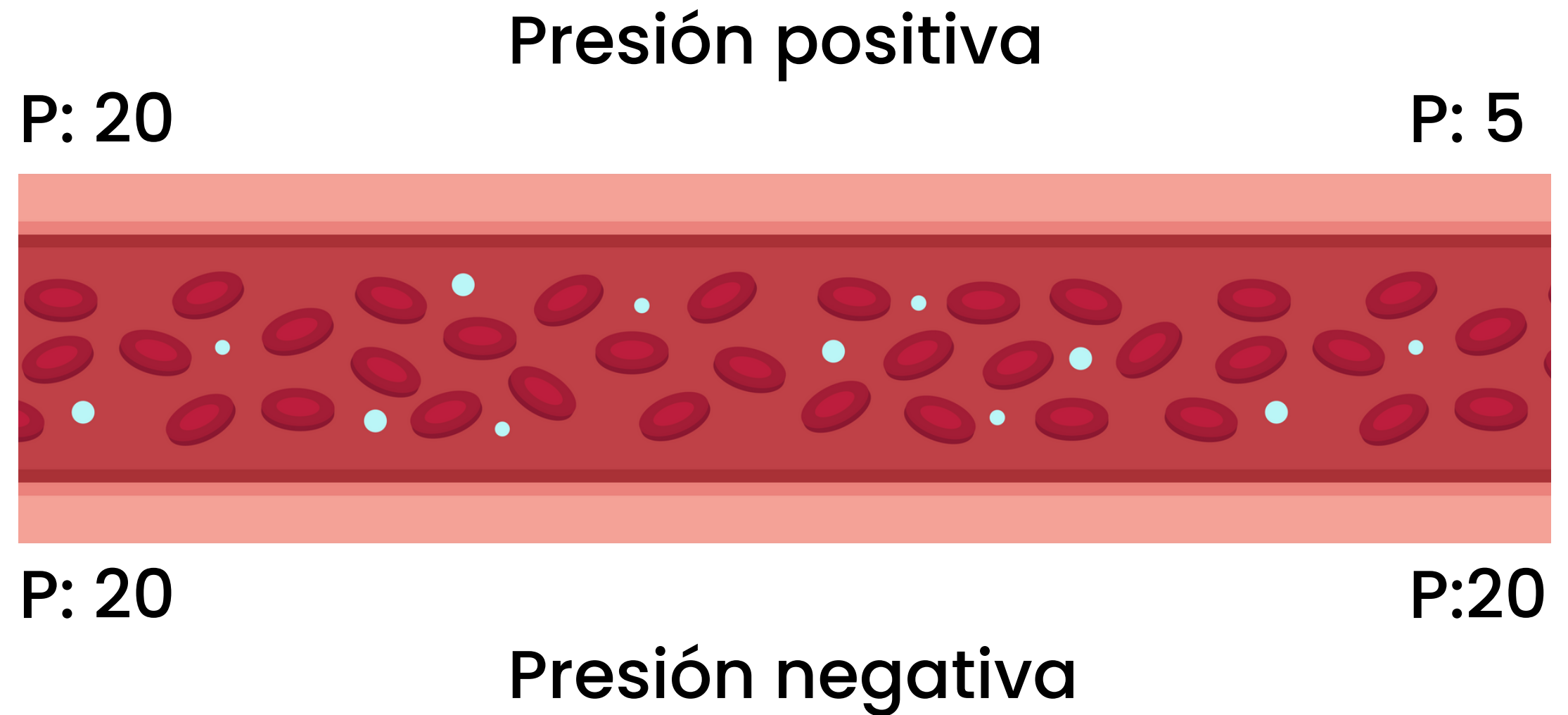
η = viscosidad

$$R = \left[\frac{\Delta P}{Q} \right]$$

Ecuaciones Poiseuille

$$R = \left[\frac{\Delta P}{Q} \right]$$

R: Resistencia
P: Presión
Q: Flujo vascular



FLUIDOS

CLASIFICACIÓN

Ideal: No ofrece resistencia al desplazamiento

Real: Al movimiento ofrece resistencia en relación a la viscosidad

NEWTONIANO

Mantiene la viscosidad constante a diferentes velocidades y fluye en forma laminar en vasos de gran calibre.

NO NEWTONIANO

Cambia de viscosidad a diferentes velocidades, principalmente en vasos de menor calibre como los capilares.

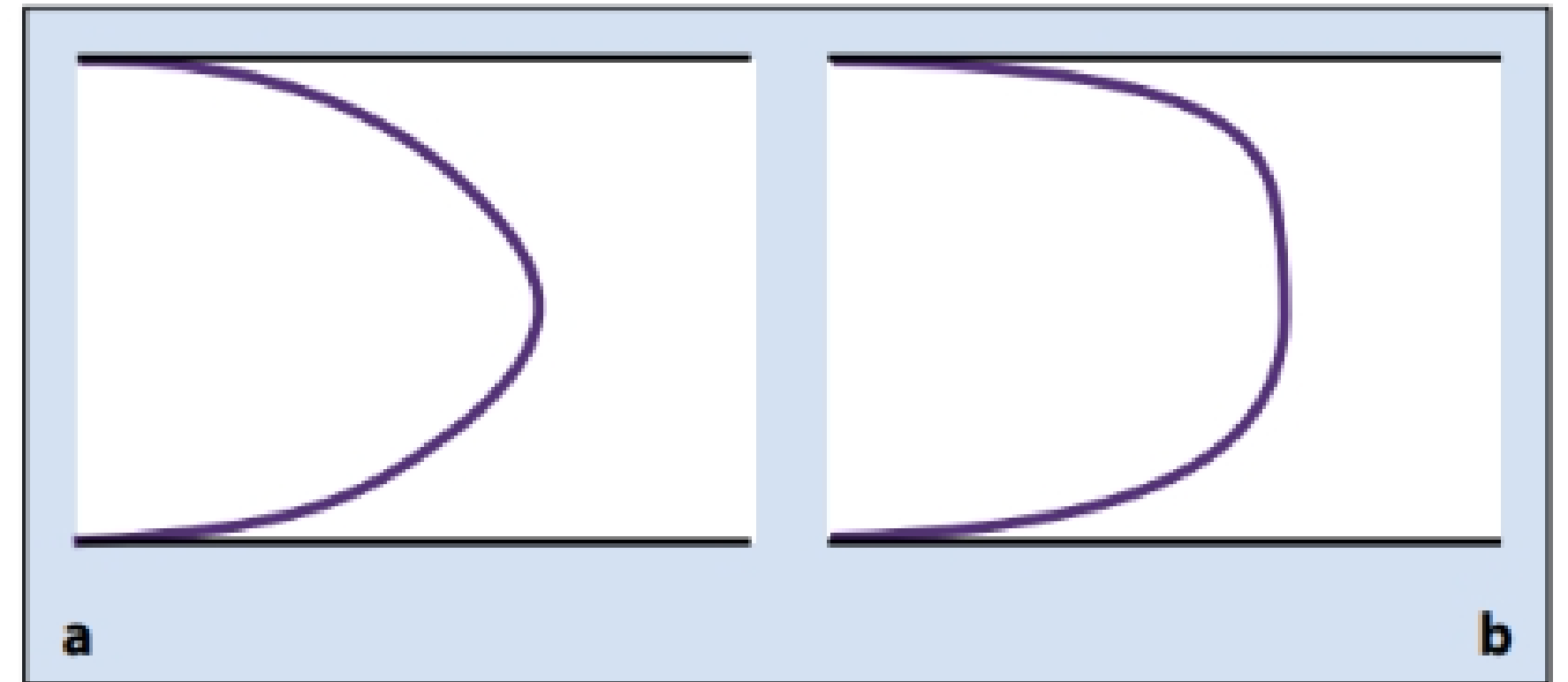
PERFILES

FLUJO SANGUÍNEO

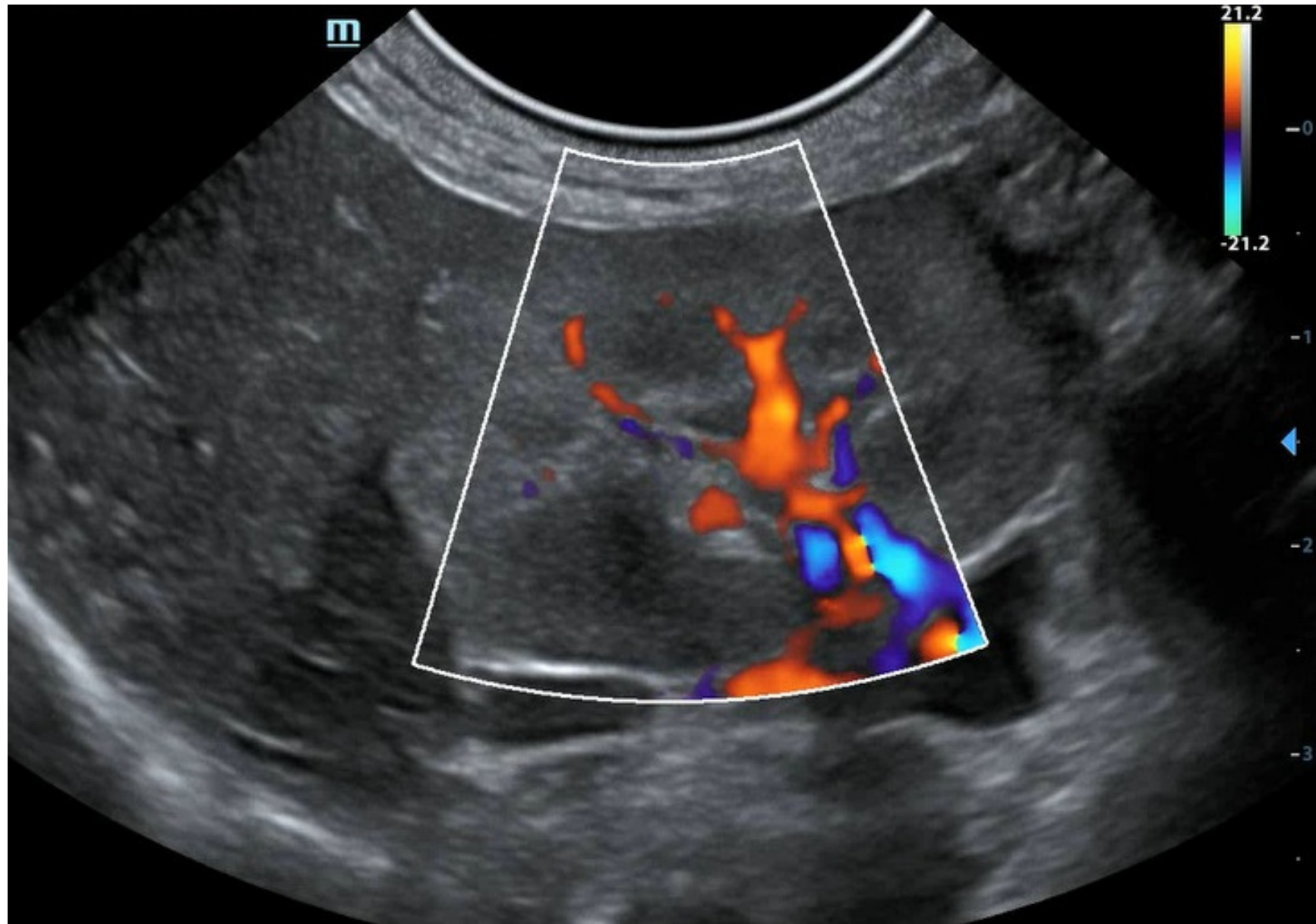
Perfiles de velocidad de flujo sanguíneo a través de la luz de una arteria.

a. Este perfil parabólico es típico del flujo laminar normal. La velocidad es máxima en el centro de la arteria y tiene su valor mínimo cerca de la pared arterial y disminuye hacia la pared arterial.

b. Perfil aplanado con un núcleo central de velocidad relativamente uniforme encontrado en el sitio de estenosis máxima. Es una representación teórica del flujo sanguíneo debido a que las fuerzas viscosas siempre alteran el movimiento de los eritrocitos de forma tal que no se mueven a la misma velocidad



PERFILES FLUJO SANGUÍNEO

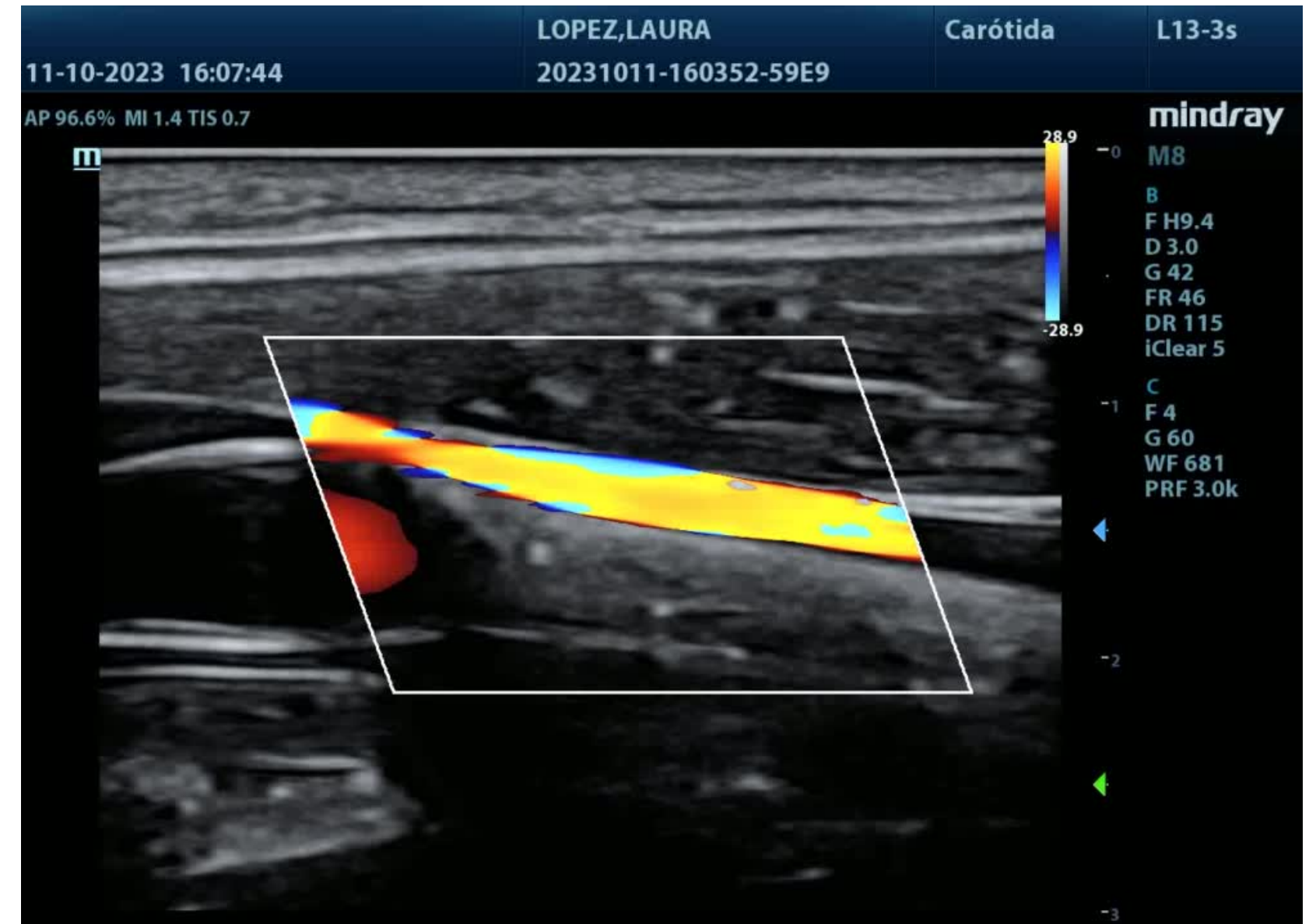
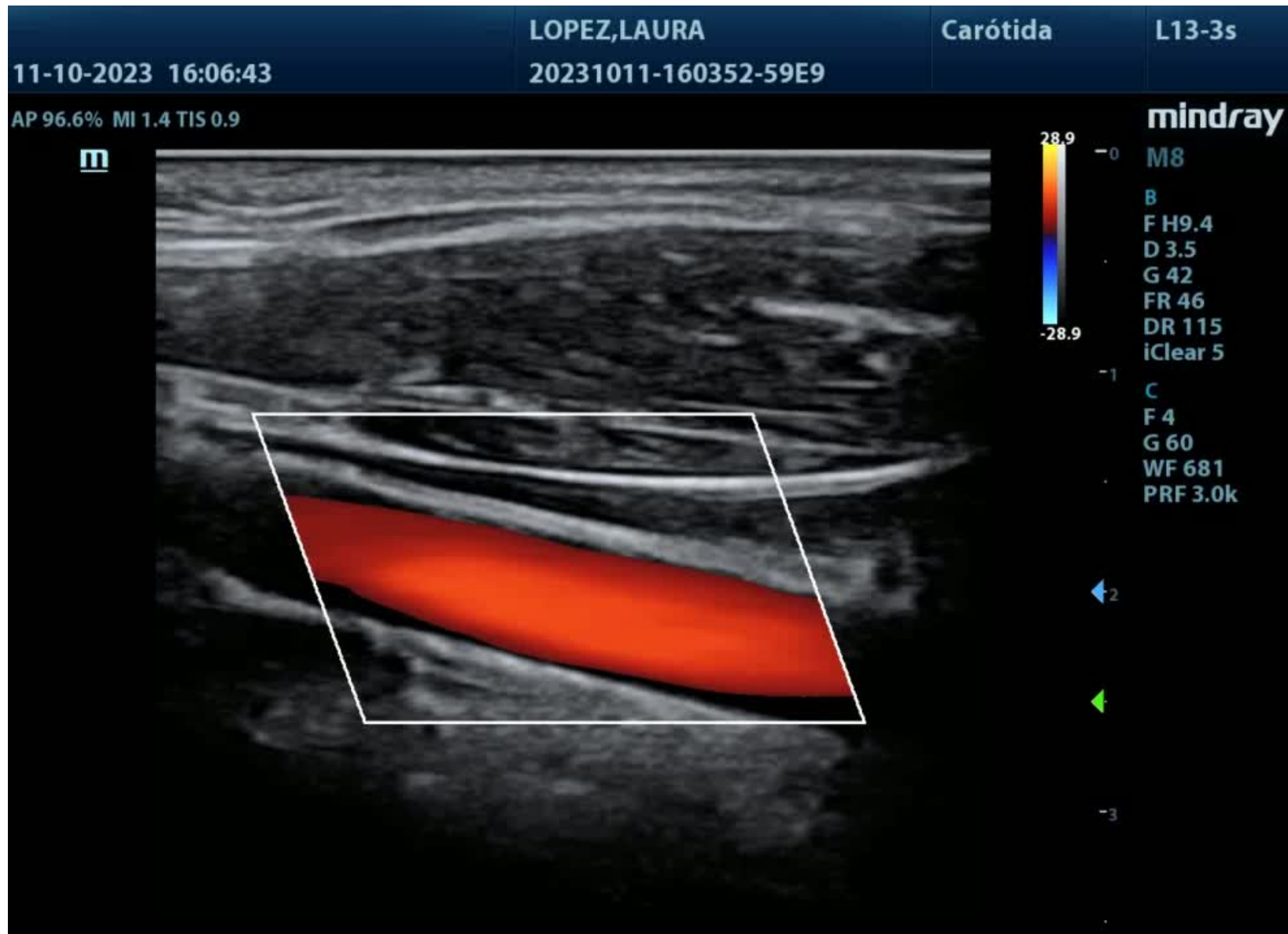


Arteria y vena renal en hilio renal.

Arterias interlobares

Arteria interlobulillar

PERFILES FLUJO SANGUÍNEO



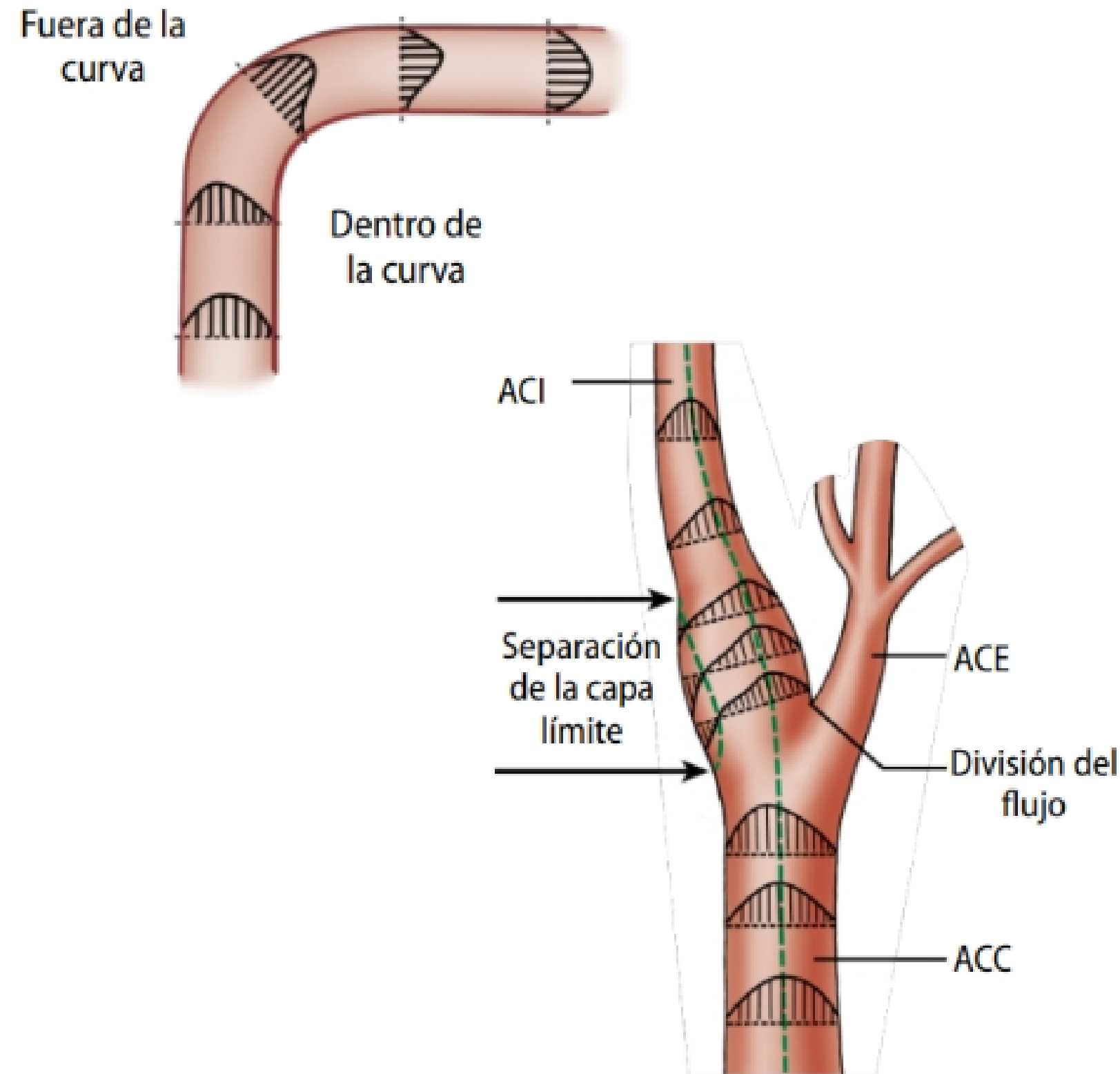
PERFILES FLUJO SANGUÍNEO

TURBULENTO

La sangre fluye en todas direcciones, sin dirección lineal, generando un aumento de la mezcla y de la resistencia vascular.

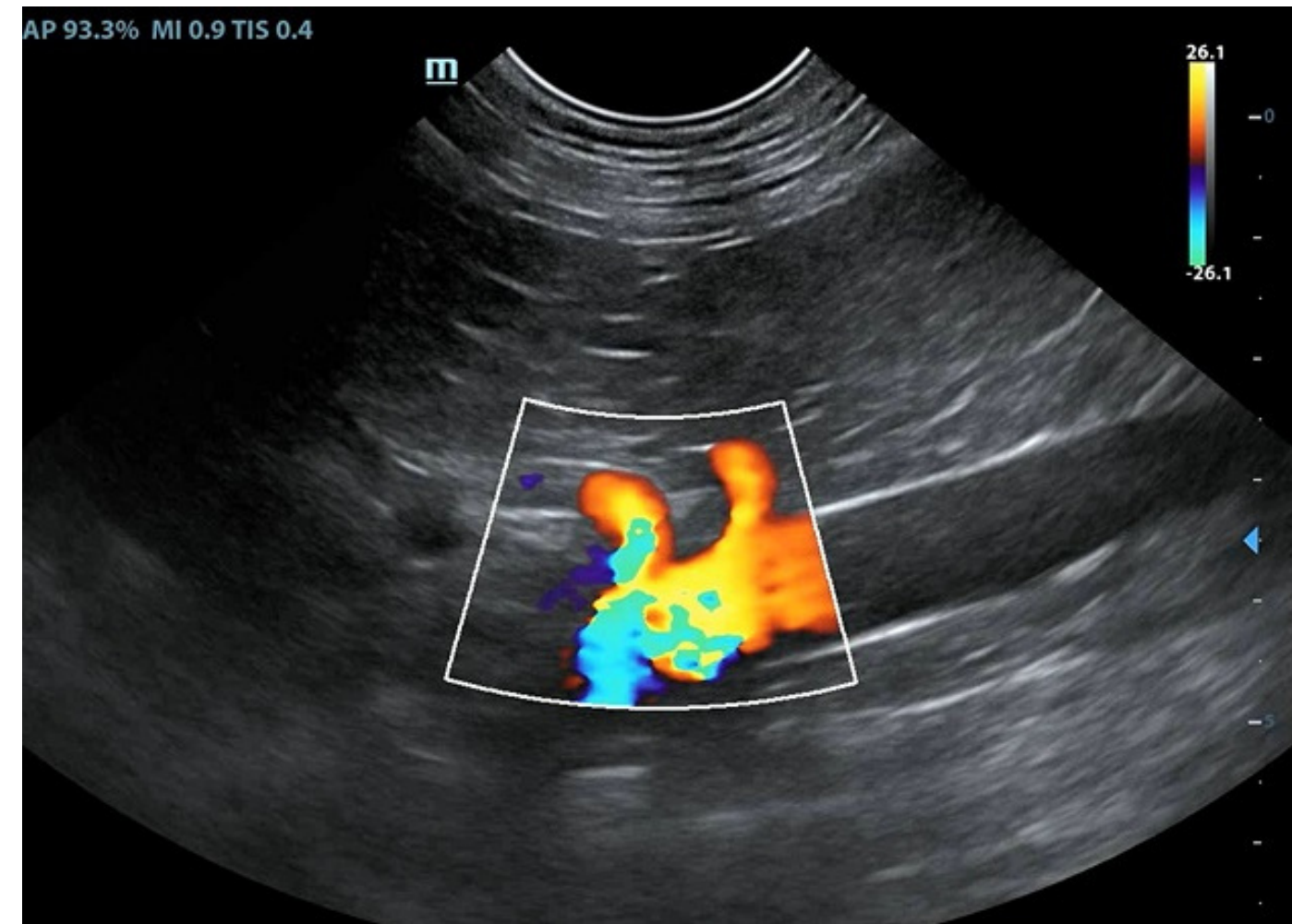
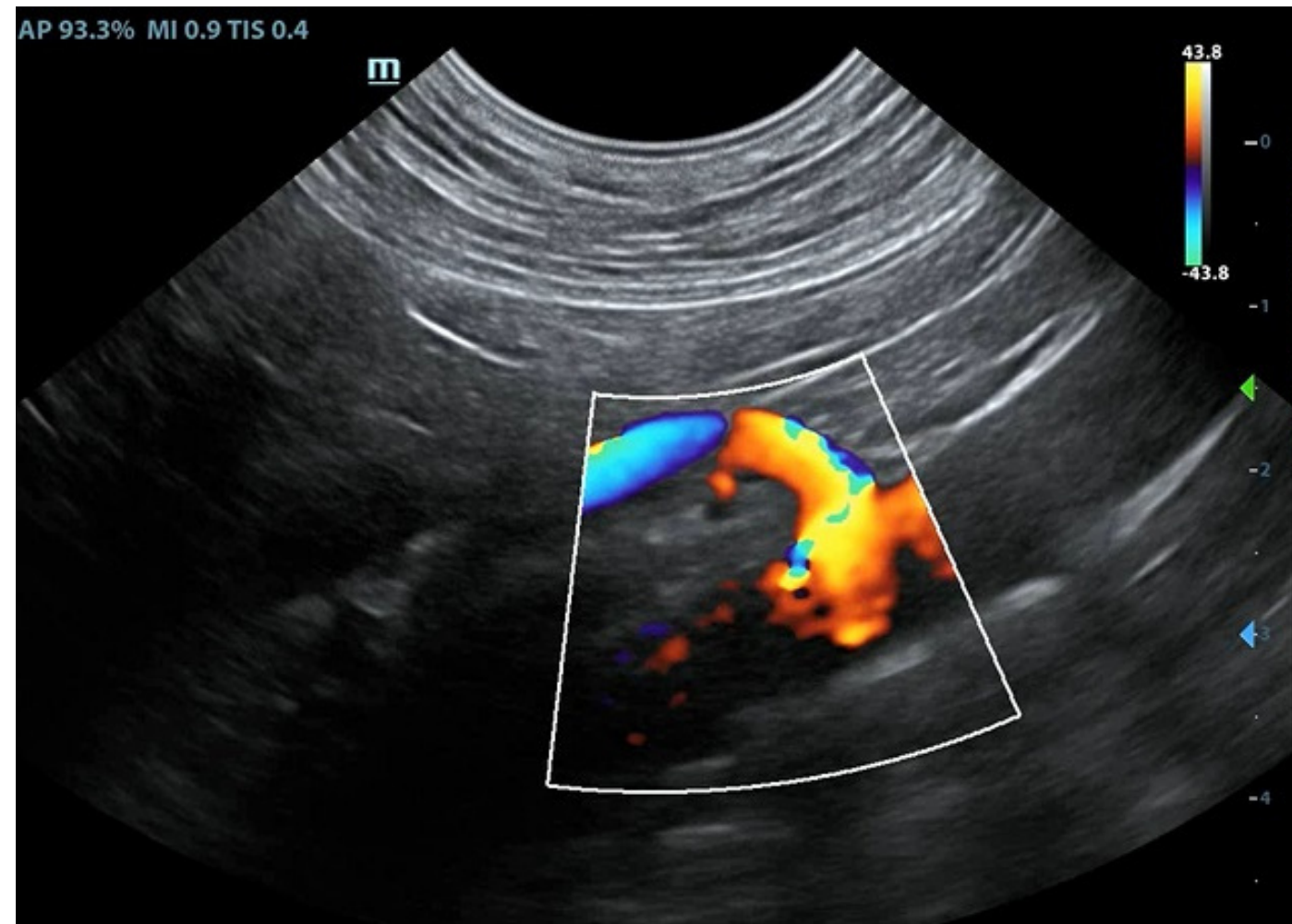
En general lo podemos encontrar en altas velocidades de flujo (estenosis, bifurcaciones, giros).

Factores menores: ciclo cardíaco con aceleración durante la sístole temprana y de la desaceleración en la sístole tardía y en la diástole y alteraciones de las líneas de flujo debidas a pequeños cambios en el diámetro del vaso.



PERFILES FLUJO SANGUÍNEO

TURBULENTO



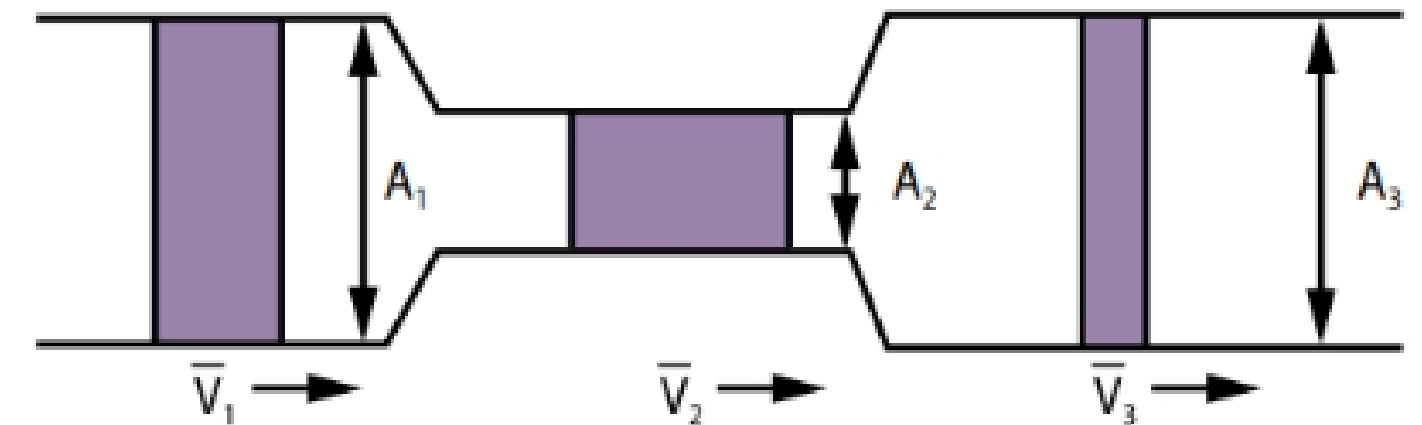
FORNET

FORMACIÓN
INTEGRAL VETERINARIA

ESTENOSIS ARTERIAL

El flujo sanguíneo a través de un segmento estrecho del sistema arterial o venoso es regido por el principio de conservación de la masa: lo que entra debe salir. Por lo tanto, el producto entre la velocidad media del flujo sanguíneo y el área transversal de la arteria debe ser constante.

Aunque este efecto global es cierto para el flujo sanguíneo a través de un vaso sin ramificaciones, no tiene en cuenta la pérdida de velocidad de flujo o de energía cinética que puede tener lugar en un estrechamiento arterial grave.

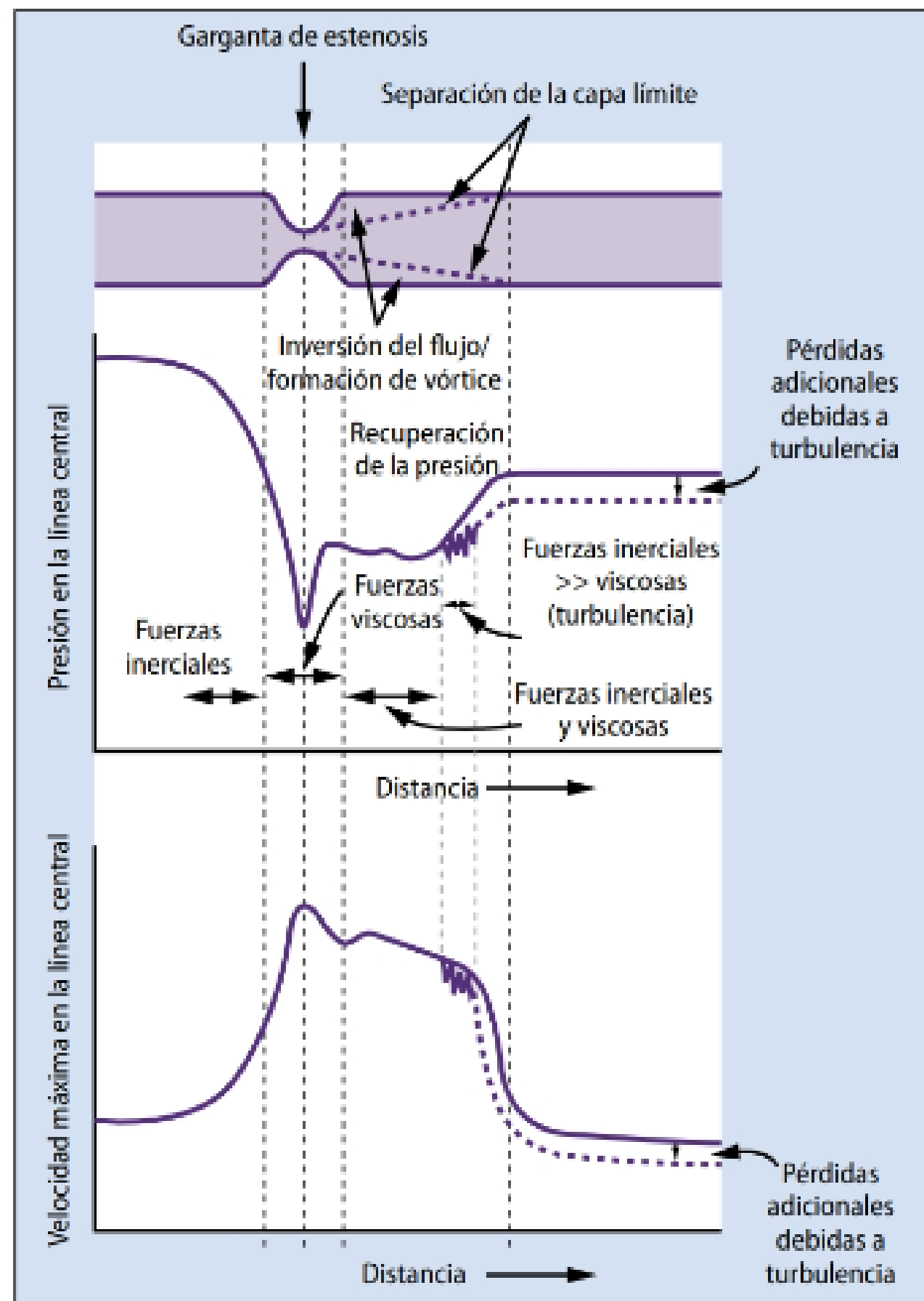


Conservación de la masa

El volumen de sangre que circula a través de un vaso sin ramificaciones es constante.

Velocidad promedio \times área = constante

$$\bar{V}_1 \times A_1^2 = \bar{V}_2 \times A_2^2 = \bar{V}_3 \times A_3^2$$

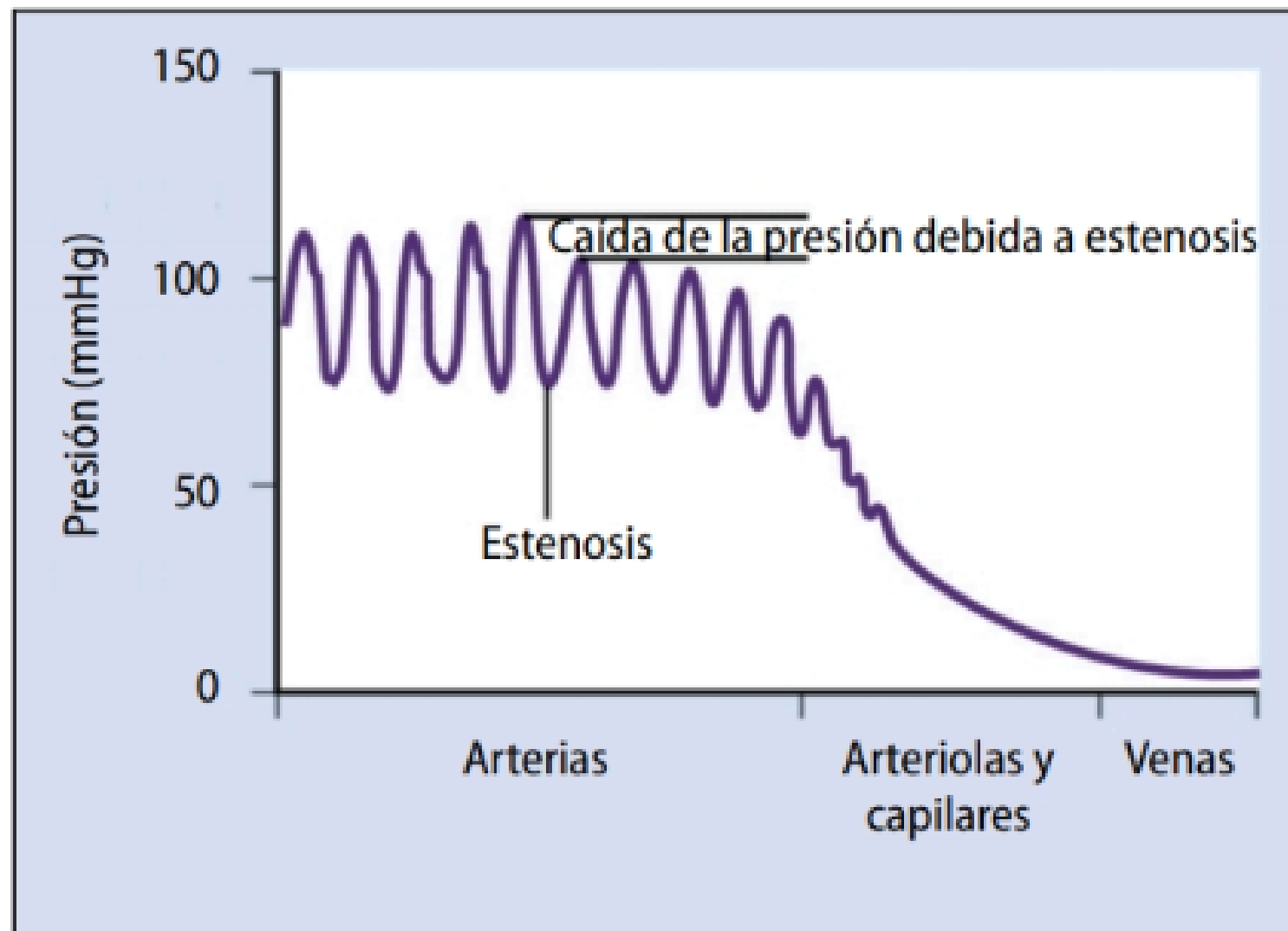


Como indica la ecuación de Poiseuille, la fricción (debida a la viscosidad de la sangre) ocasiona una pérdida progresiva de energía de la columna de sangre circulante. Estos cambios se ven exacerbados en lesiones estenóticas más graves. Además, la inestabilidad en los perfiles de flujo sanguíneo debida a la turbulencia puede ocasionar pérdidas de energía adicionales en la zona distal a la estenosis

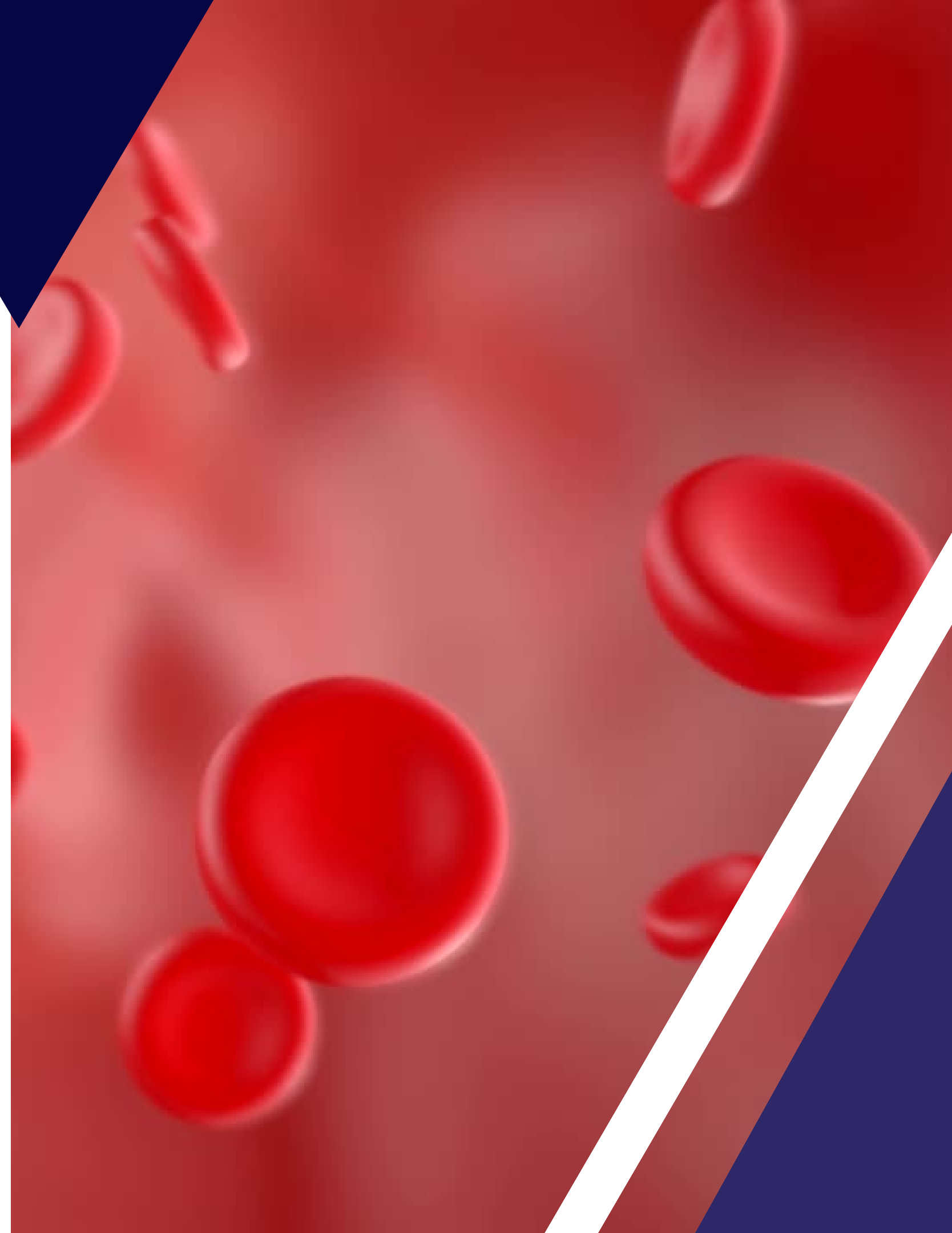
ESTENOSIS

ARTERIAL

Disminución de la amplitud del pulso y de las presiones sistólica y media distales a una estenosis. En una estenosis mínima, las alteraciones en la presión de pulso pueden ser evidentes solo en un caudal volumétrico elevado inducido por el ejercicio o por hiperemia. La presión diastólica, por lo general, no resulta afectada.



HEMODINAMIA VENOSA

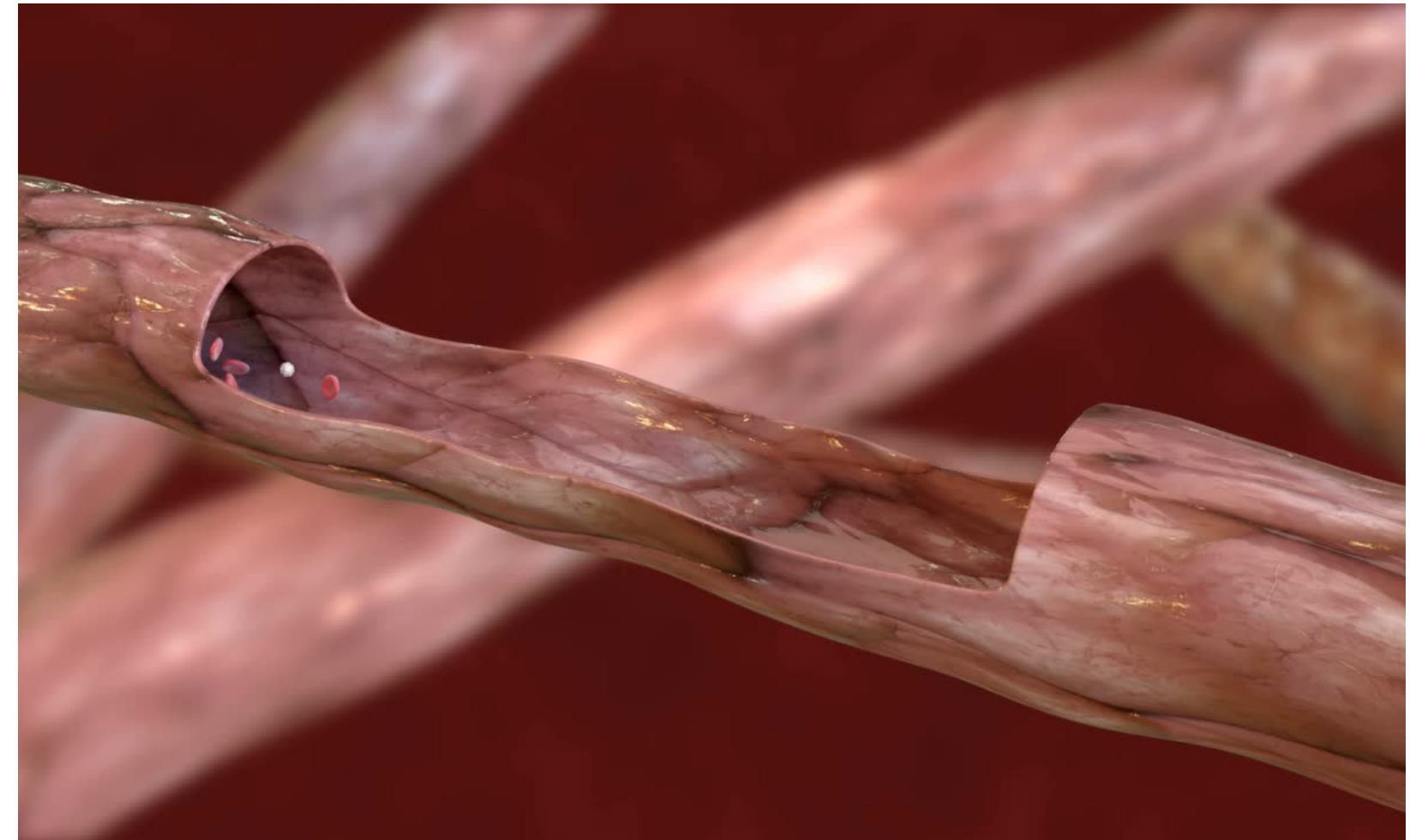


HEMODINAMIA

VENOSA

Debido a sus diámetros relativamente elevados, las venas medianas y grandes ofrecen poca resistencia al flujo y la sangre se mueve con facilidad desde las venas hacia el corazón, donde la presión es cercana a la presión atmosférica.

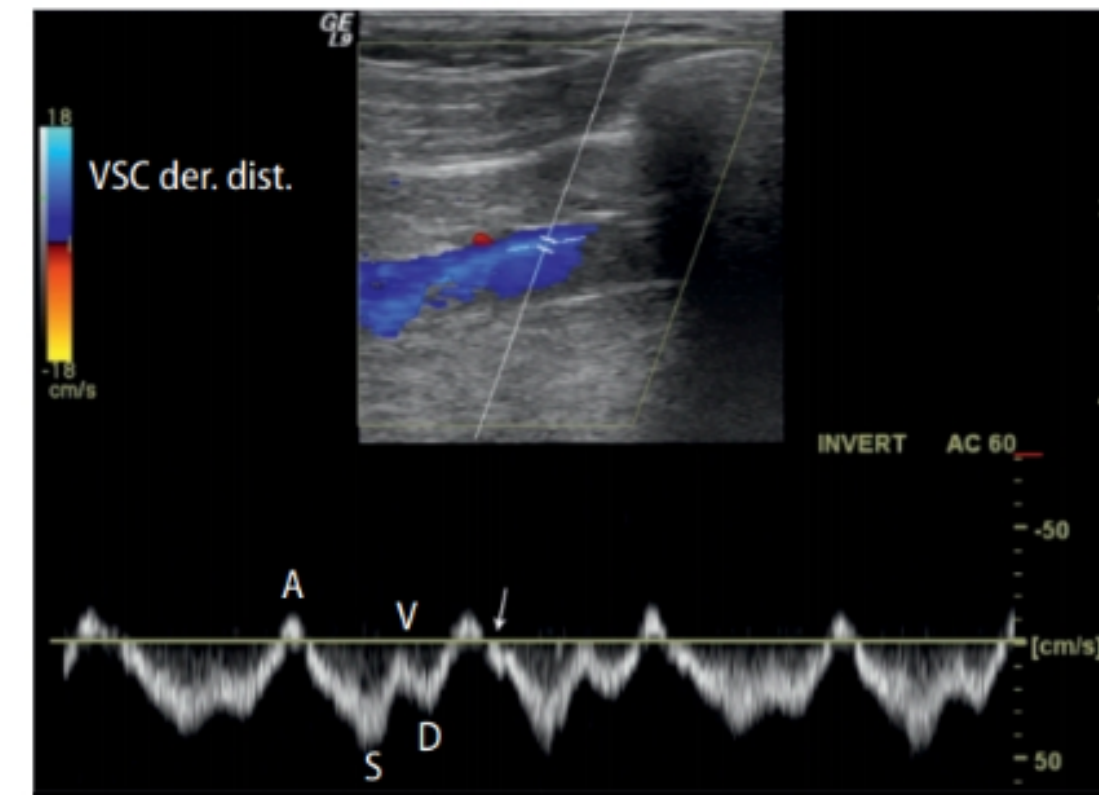
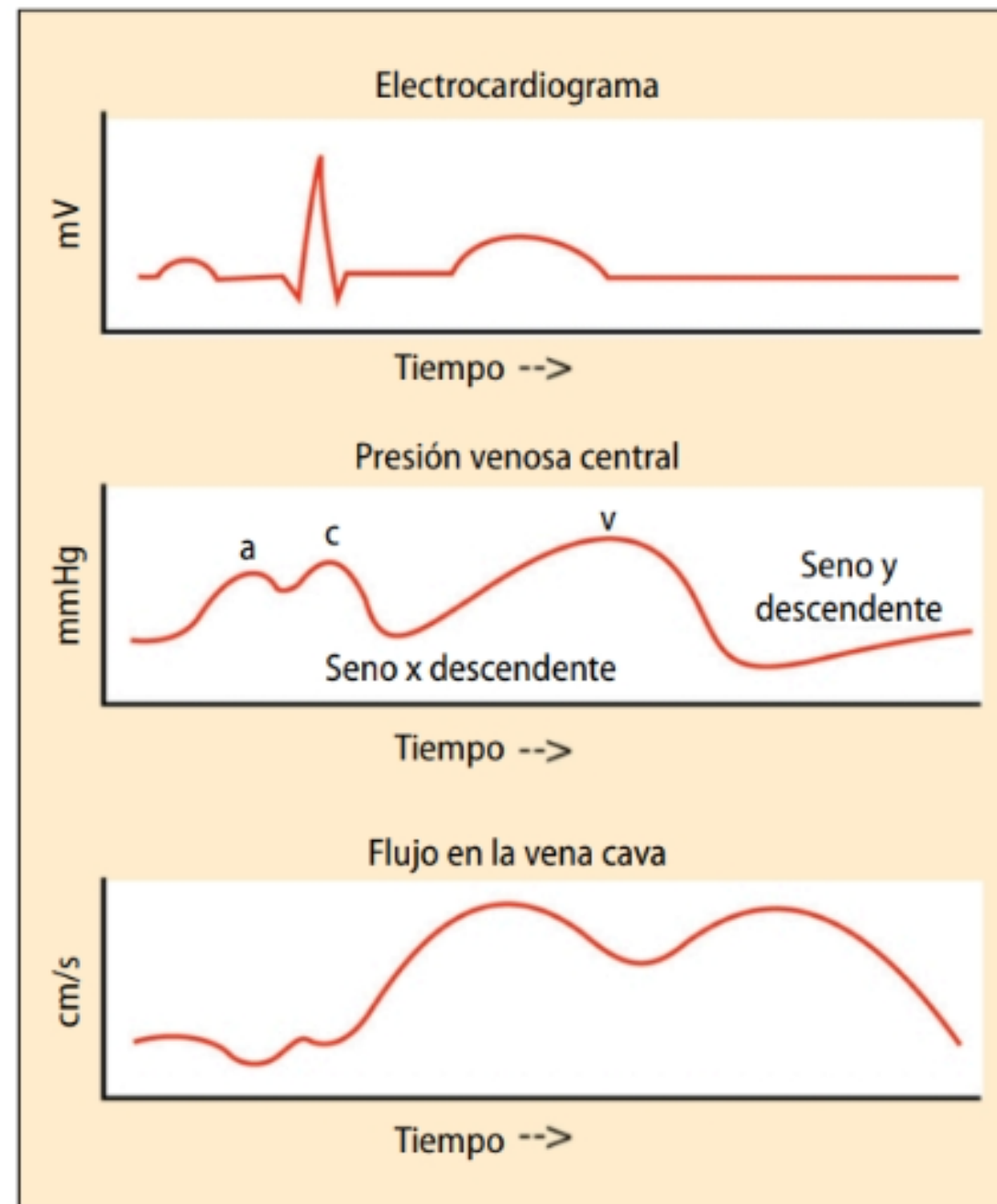
Aunque los efectos de la presión arterial y las ondas de flujo raramente son transmitidos a las venas sistémicas, los cambios físicos en la presión venosa y en el flujo sanguíneo reflejan cambios de presión en la aurícula derecha en respuesta a la actividad cardíaca y debidos a las alteraciones de la presión intratorácica con la respiración.



HEMODINAMIA VENOSA



HEMODINAMIA VENOSA

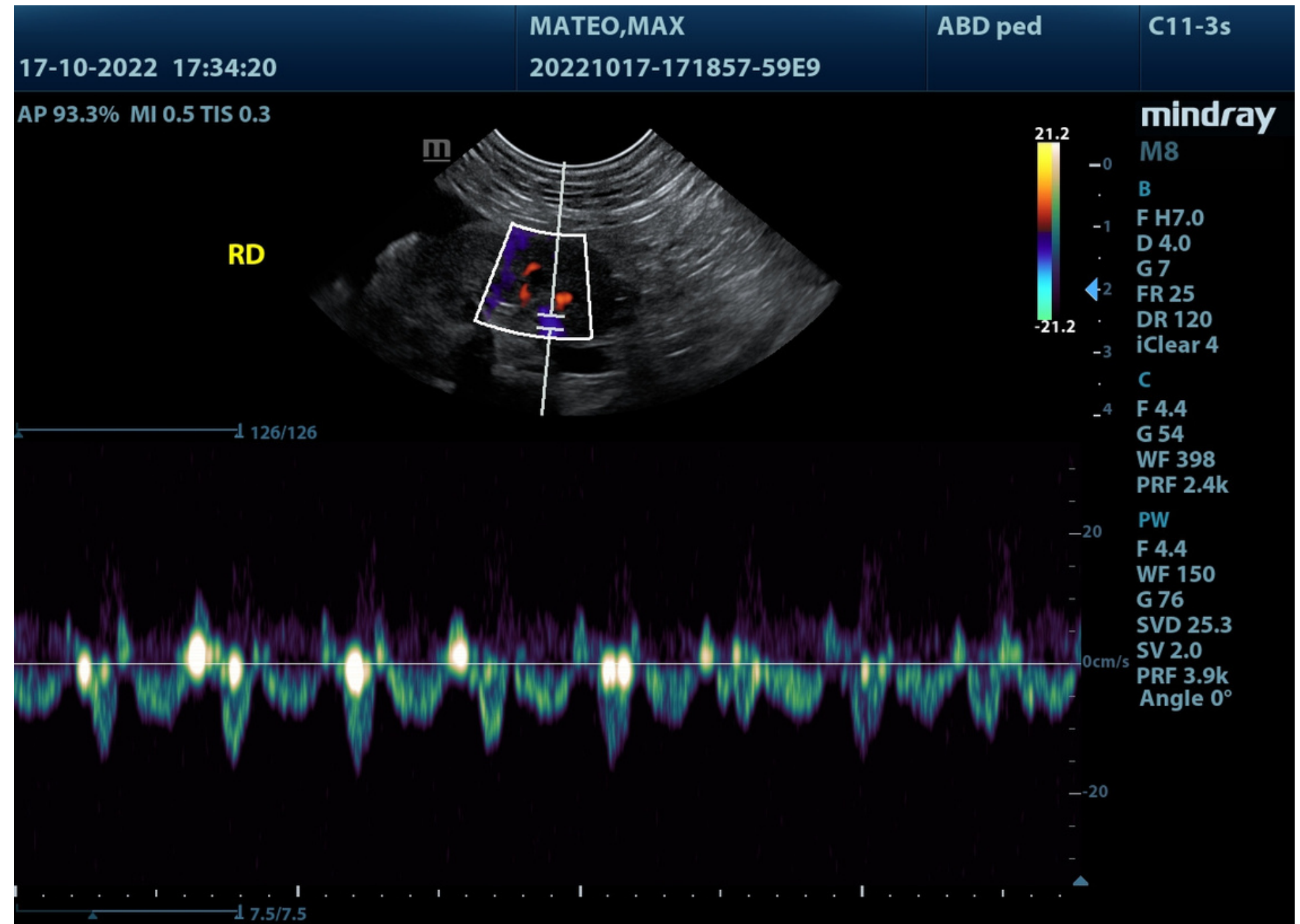


A: Inversión de flujo en contracción atrial
S: Cerca de final de llenado atrial
V: Llenado atrial
D:Apertura de válvula tricúspide

HEMODINAMIA VENOSA

En insuficiencia cardíaca congestiva
o en insuficiencia tricuspídea:

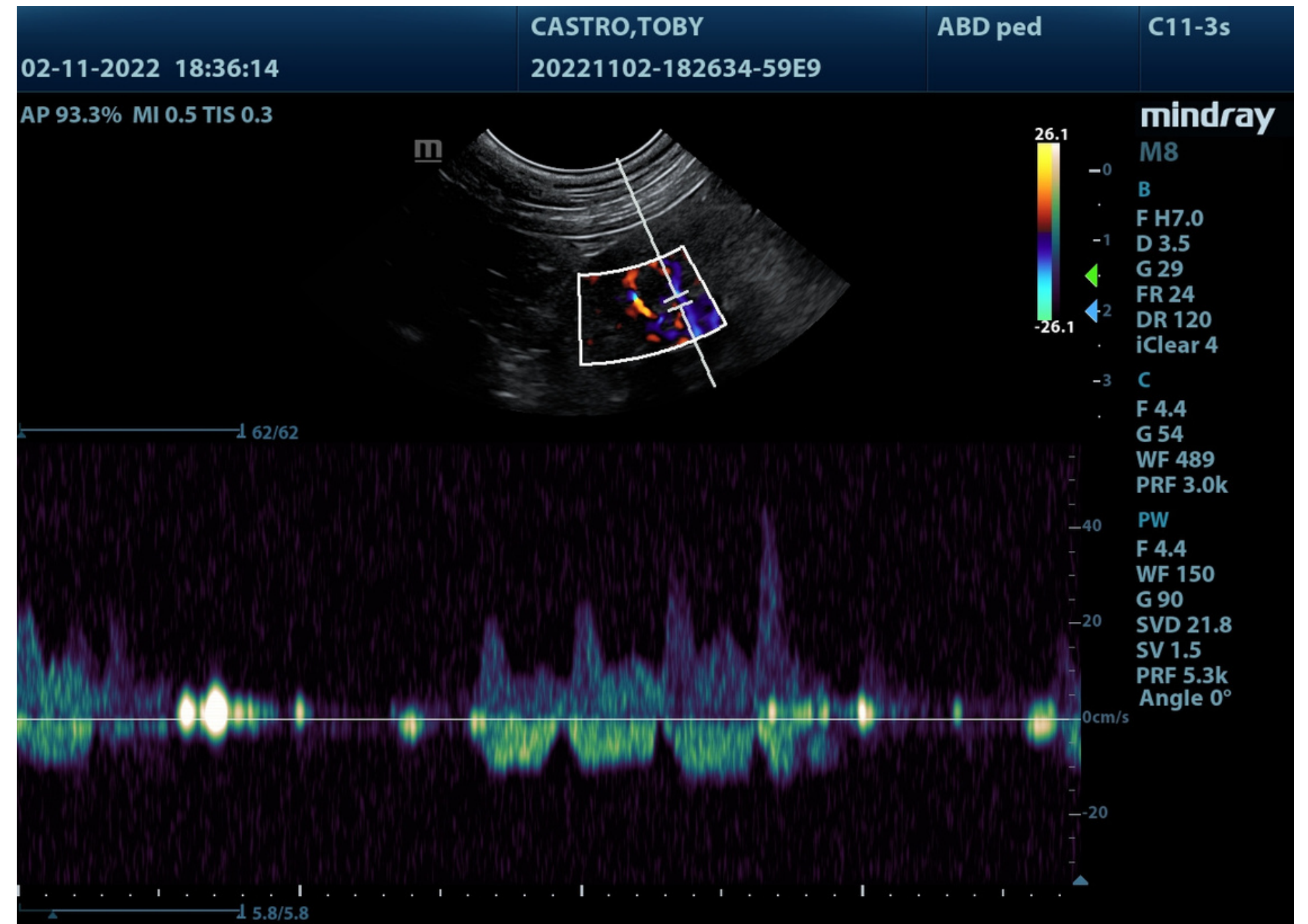
- 01 La presión venosa aumenta
- 02 Mayores cambios fásicos hacia venas periféricas
- 03 Cambios fásico se pueden ver en pacientes normales



HEMODINAMIA VENOSA

En insuficiencia cardíaca congestiva
o en insuficiencia tricuspídea:

- 01 La presión venosa aumenta
- 02 Mayores cambios fásicos hacia venas periféricas
- 03 Cambios fásico se pueden ver en pacientes normales

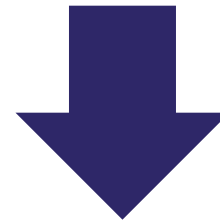


HEMODINAMIA VENOSA

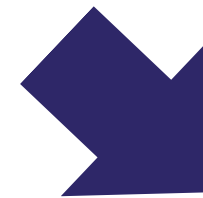
EFFECTOS
VENOSOS DE LA
RESPIRACIÓN

INSPIRACIÓN

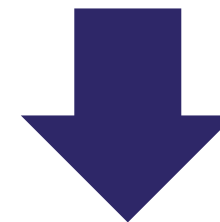
EXPANSIÓN DEL TÓRAX



DISMINUCIÓN DE PRESIÓN
INTRATORÁCICA

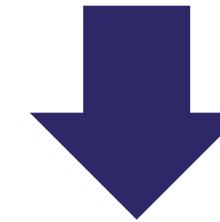


GRADIENTE DE
PRESIÓN

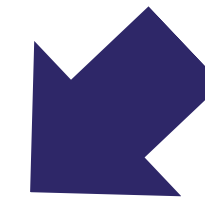


AUMENTO DE
RETORNO
VENOSO

COMPRESIÓN DEL ABDOMEN

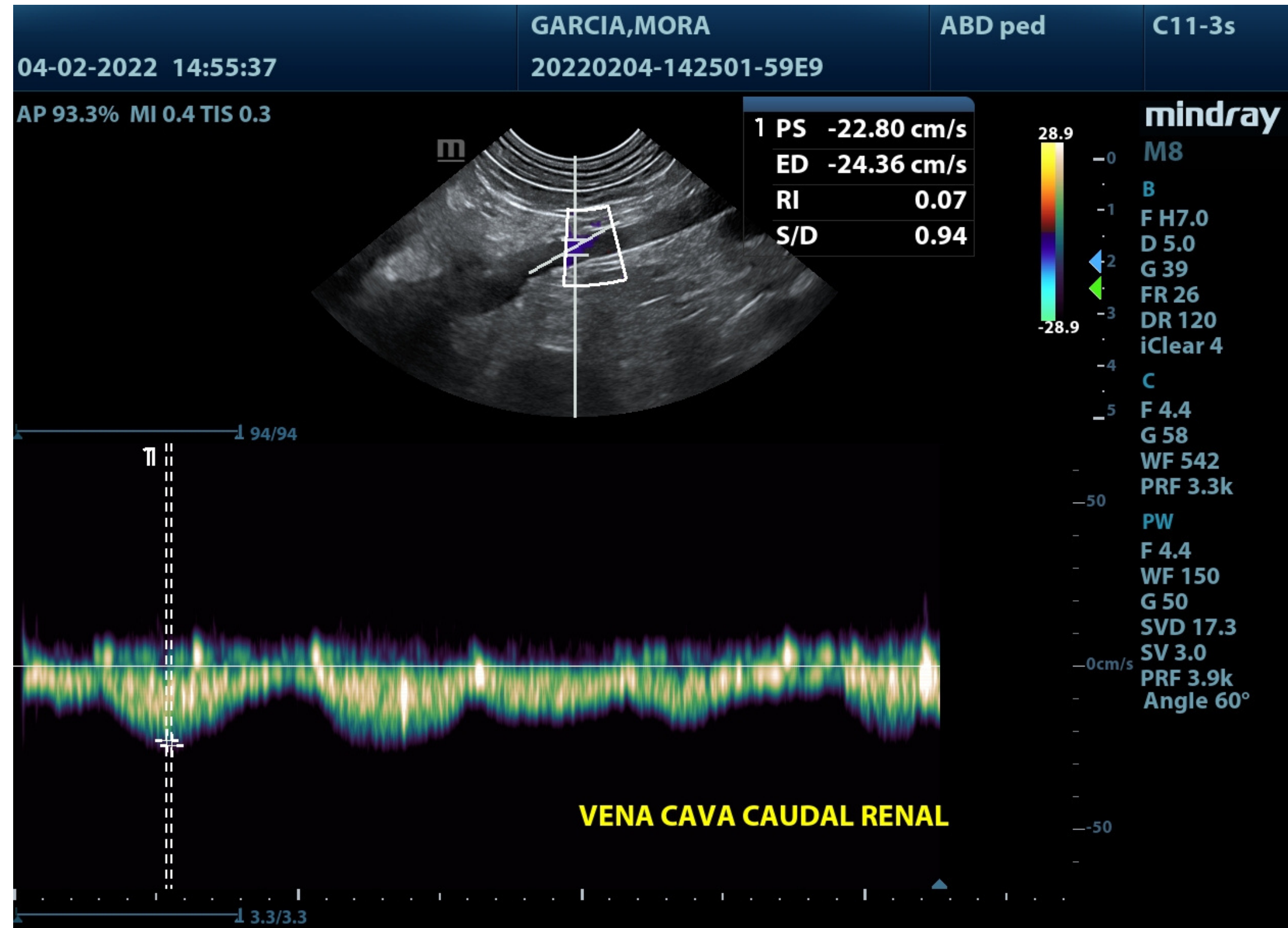


AUMENTO DE PRESIÓN
INTRAABDOMINAL



HEMODINAMIA VENOSA

EFFECTOS
VENOSOS DE LA
RESPIRACIÓN



FORNET

FORMACIÓN
INTEGRAL VETERINARIA

MUCHAS GRACIAS

www.IRIS-KIDNEY.com
nefrourologiamedica@gmail.com
[@acrofelina](#)



FORNET

FORMACIÓN
INTEGRAL VETERINARIA