

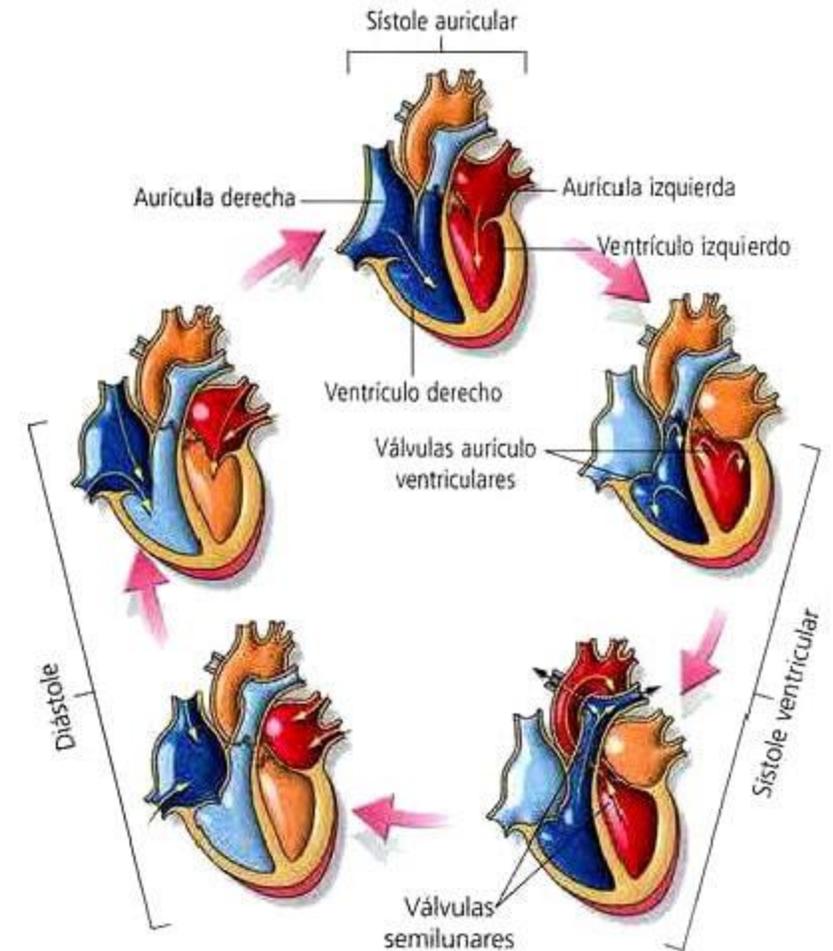
# FISIOPATOLOGIA II

**ALUMNOS:**

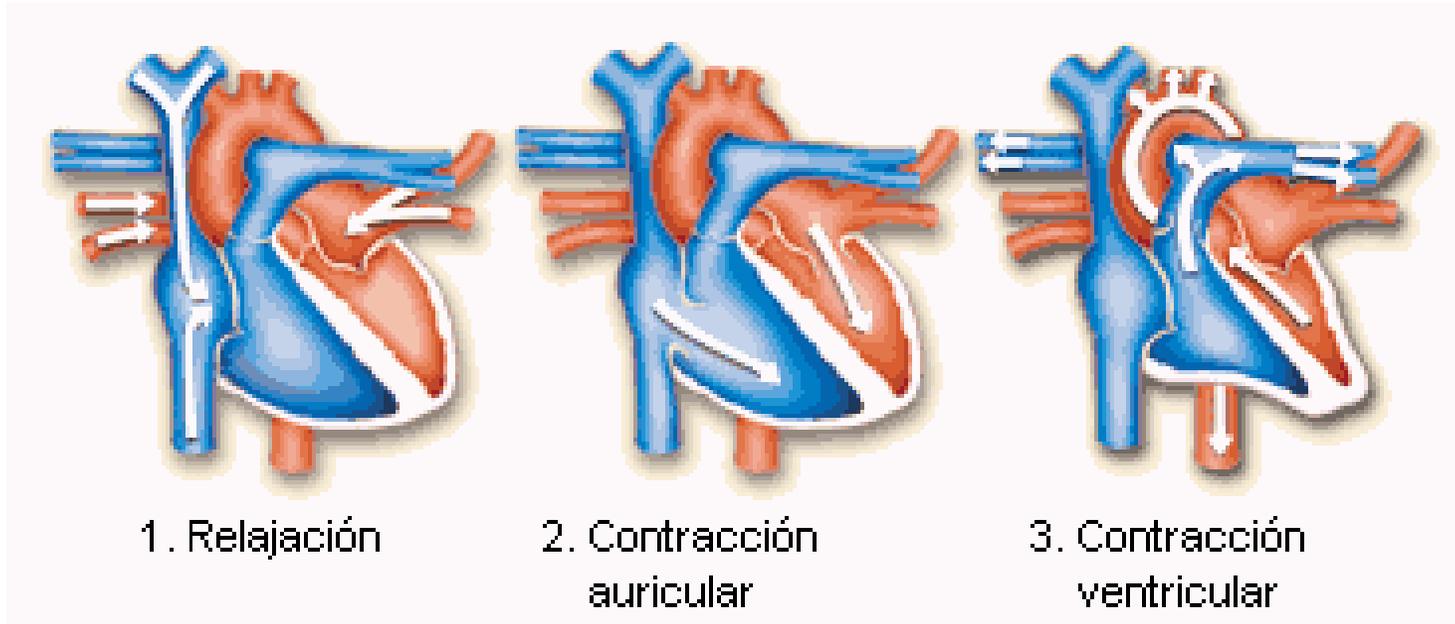
**MARCOS FRANCISCO GONZÁLEZ MORENO  
ROLANDO DE JESUS PEREZ MENDOZA**

**DR: MANUEL EDUARDO LOPEZ GOMEZ  
DEL CAPITULO 11 AL 11.3**

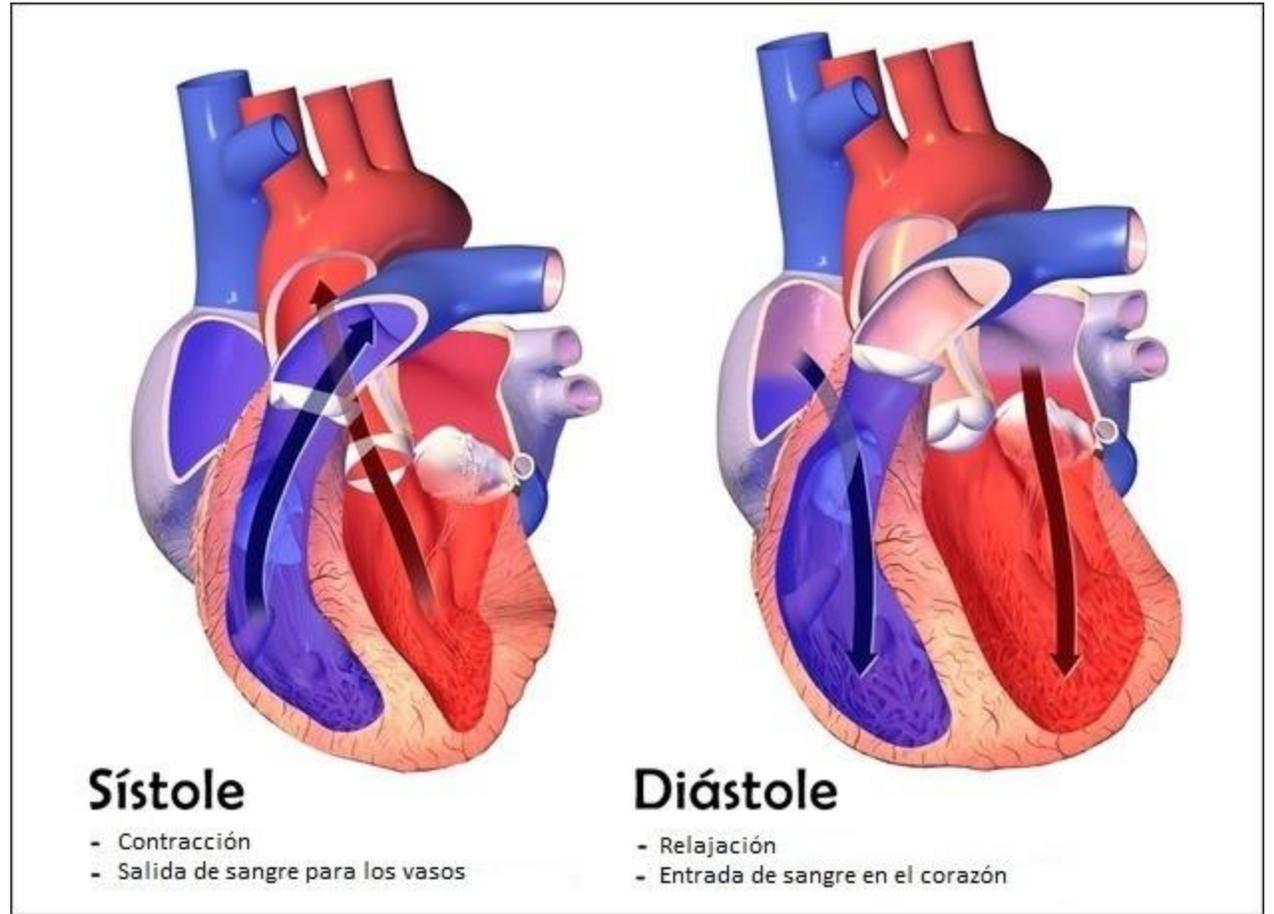
- Los fenómenos cardíacos que se producen desde el comienzo de un latido cardíaco hasta el comienzo del siguiente se denominan ciclo cardíaco.
- Cada ciclo es iniciado por la generación espontánea de un potencial de acción en el nódulo sinusal



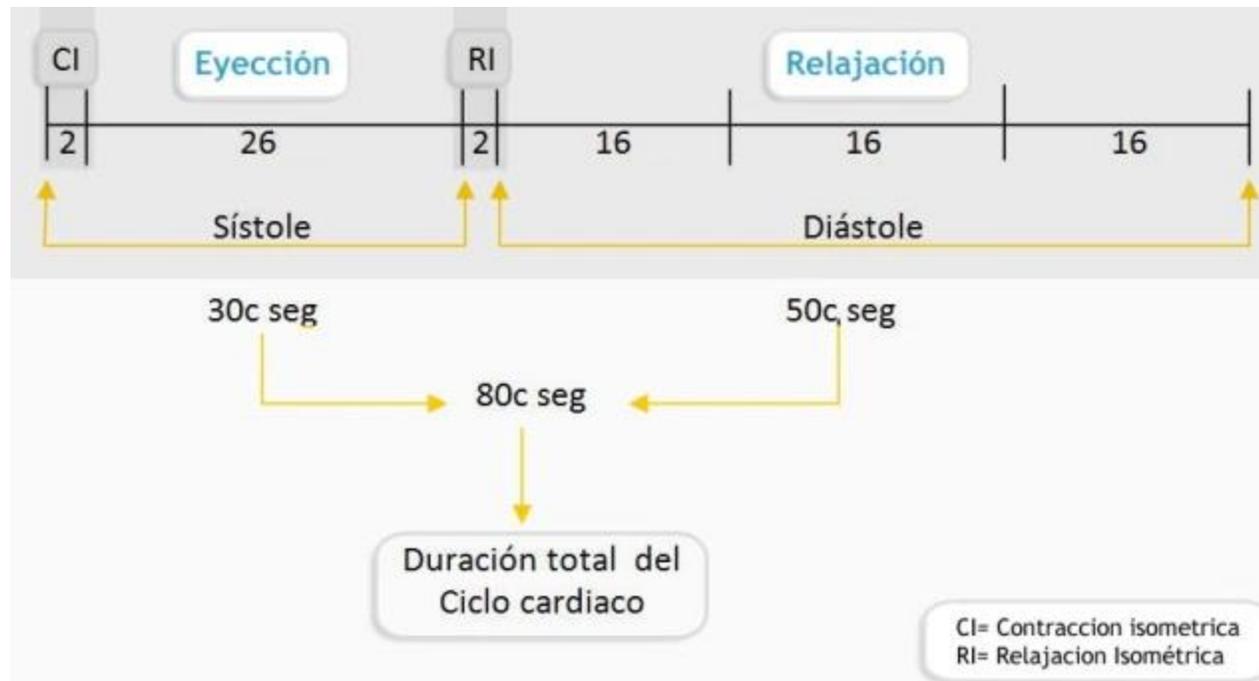
- El ciclo cardiaco es la secuencia de acontecimientos mecánicos y eléctricos que se repiten en cada latido cardiaco. Cada ciclo inicia con la generación de un potencial de acción en el nodo sinusal y la consiguiente contracción de las aurículas y termina con la relajación de los ventrículos



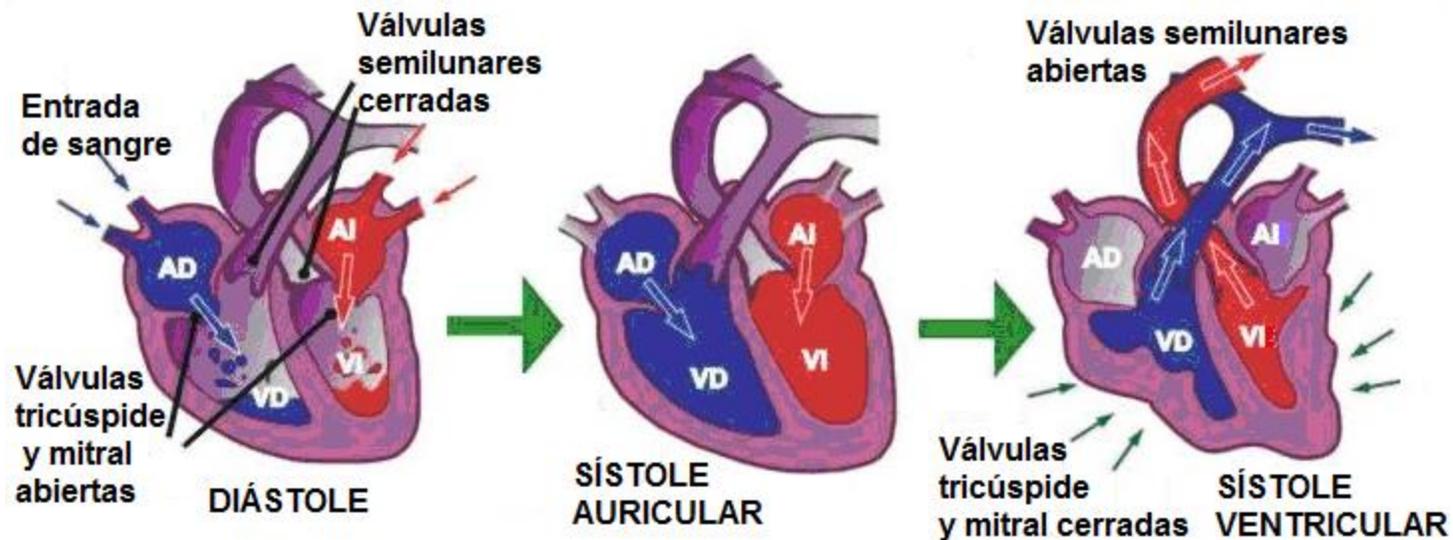
- El ciclo cardíaco está formado por un período de relajación que se denomina diástole, seguido de un período de contracción denominado sístole.
- El periodo de contracción durante el que se bombea la sangre se llama sístole,
- el periodo de relajación durante el cual se llenan las cavidades con sangre se llama diástole.



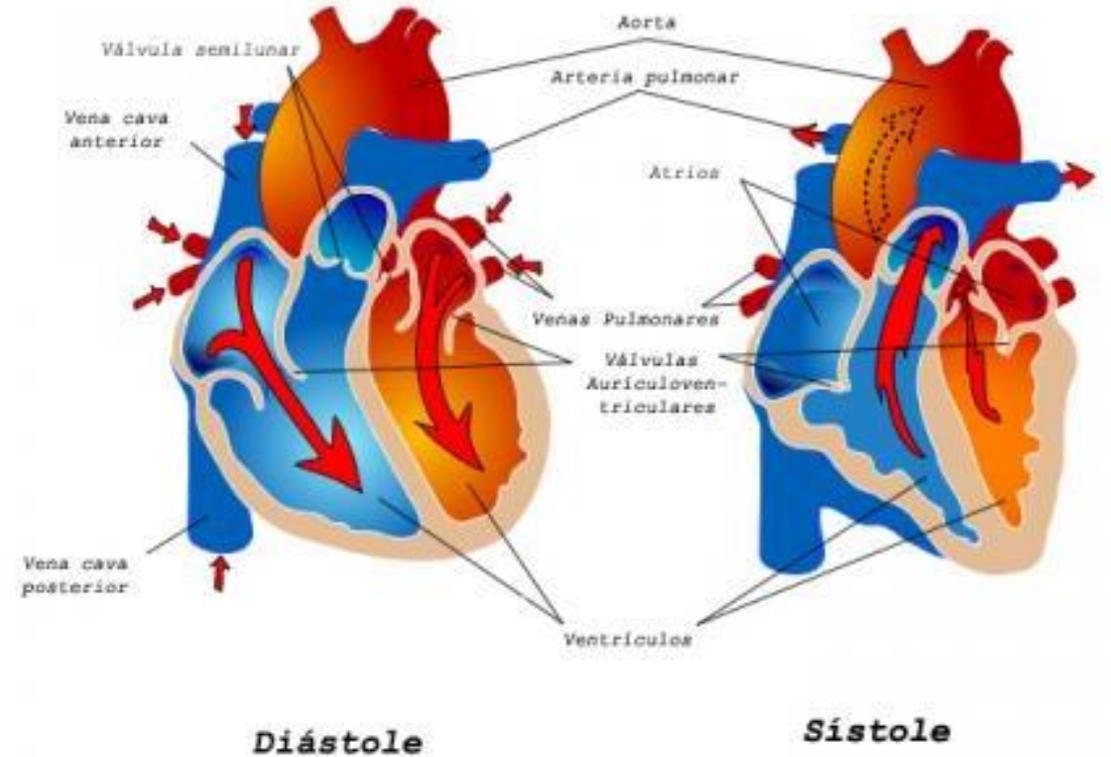
- La duración del ciclo cardíaco total, incluidas la sístole y la diástole, es el valor inverso de la frecuencia cardíaca. Por ejemplo, si la frecuencia cardíaca es de 72 latidos/min, la duración del ciclo cardíaco es de  $1/72$  min/latido, aproximadamente 0,0139 min por latido, o 0,833 s por latido.



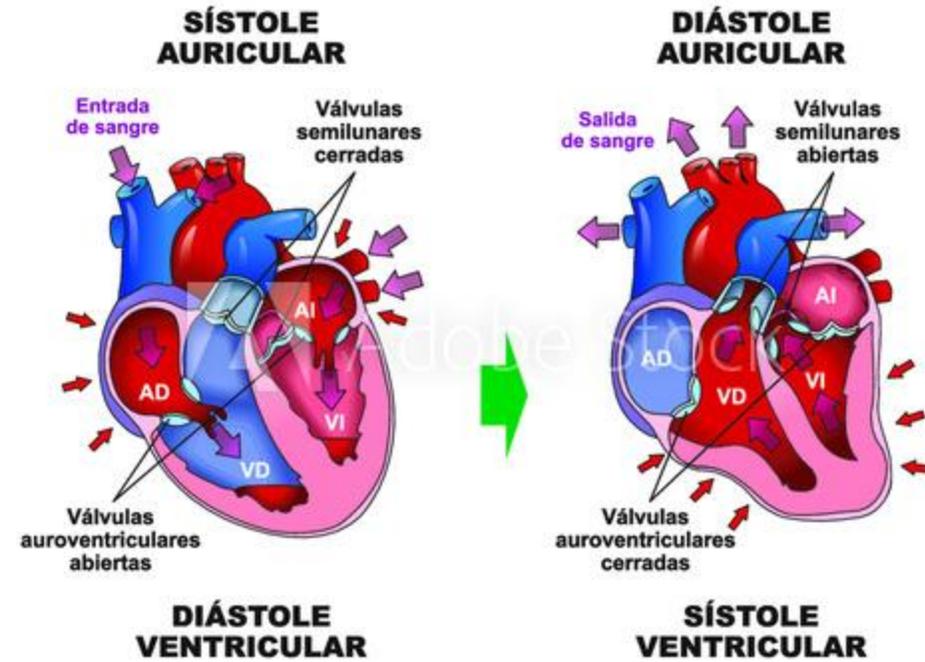
- Tanto las aurículas como los ventrículos transitan por las fases de sístole y diástole, y es esencial la regulación coordinada de su contracción para lograr un bombeo adecuado de la sangre al cuerpo.



- Durante el ciclo cardiaco las presiones en las aurículas o ventrículos aumentan y disminuyen repetitivamente, lo que produce que la sangre fluya de donde hay mayor presión a donde hay menor presión,

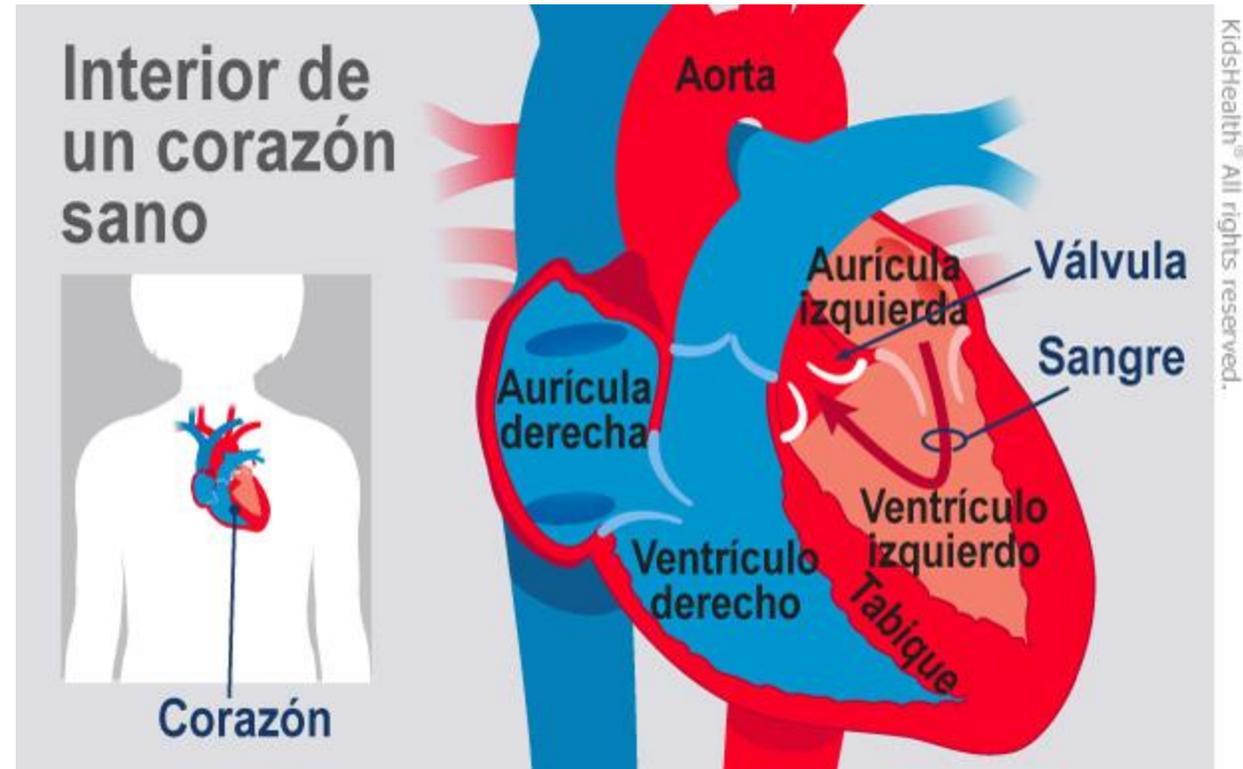


- Al inicio de la diástole auricular la sangre fluye de las venas a las aurículas por la diferencia de presión,



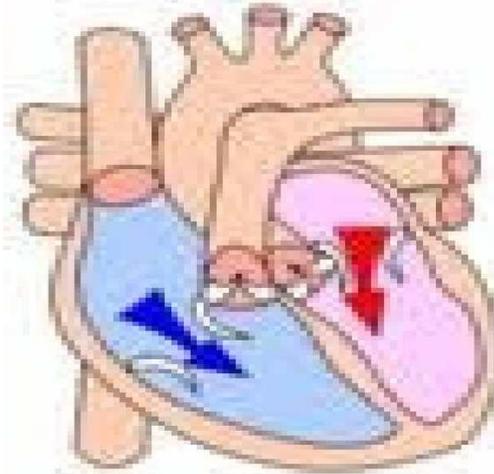
#355496121

- posteriormente conforme se llenan las aurículas la presión aumenta y la sangre se mueve pasivamente a los ventrículos.



- Cuando un potencial de acción generado en el nodo sinoauricular hace que las aurículas se contraigan (sístole auricular), la sangre es bombeada activamente a los ventrículos, después el potencial de acción se propaga al músculo ventricular e inicia la sístole ventricular, la presión aumenta por encima de la de las arterias pulmonar y aorta y la sangre sale hacia la circulación pulmonar o sistémica.

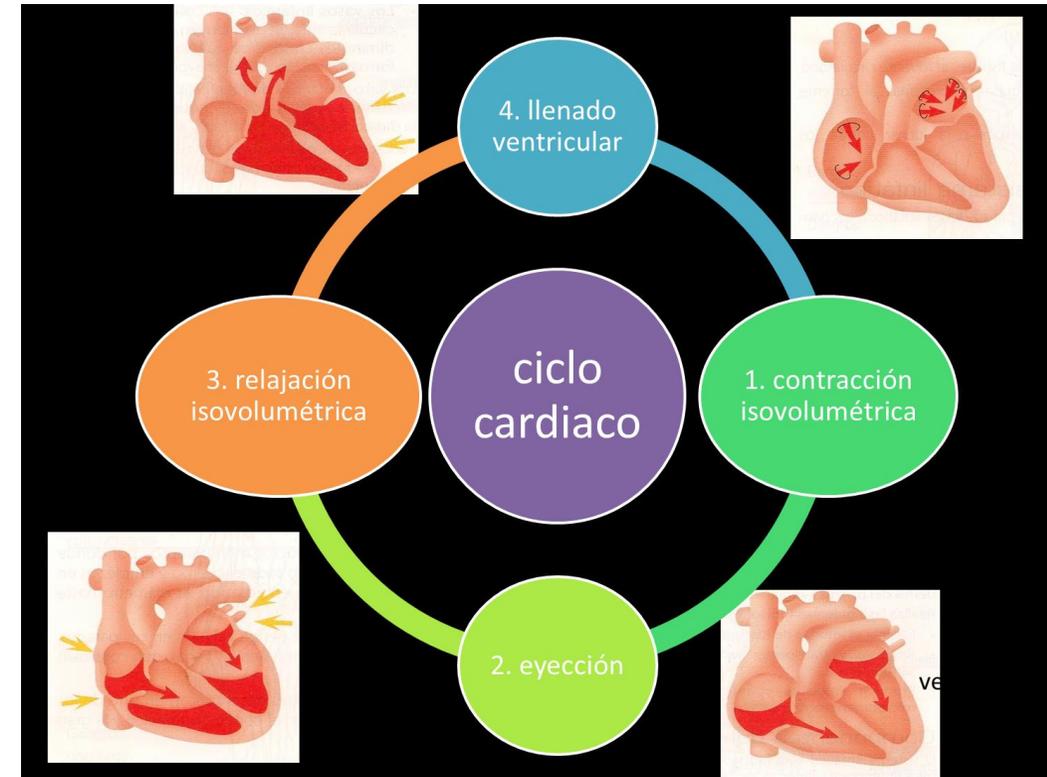
## SÍSTOLE AURICULAR



- Las aurículas se contraen y la sangre es impulsada a los ventrículos a través de las válvulas aurículoventriculares, que se abren.

# FASES DEL CICLO CARDIACO

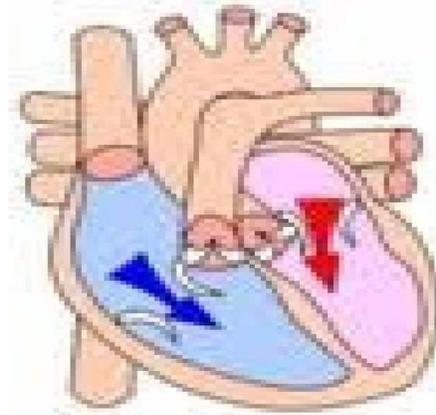
- En cada latido se distinguen cinco fases:
- Contracción ventricular isovolumétrica
- Eyección
- Relajación ventricular isovolumétrica
- Llenado auricular pasivo
- Llenado ventricular activo (sístole auricular)



# Llenado ventricular activo (sístole auricular)

- El ciclo se inicia con un potencial de acción en el nódulo sinusal que en un principio se propagará por las aurículas provocando su contracción. Al contraerse éstas, se expulsa toda la sangre que contienen hacia los ventrículos. Ello es posible gracias a que en esta fase, las válvulas auriculoventriculares (Mitral y Tricúspide) están abiertas, mientras que las sigmoideas (Aórtica y Pulmonar) se encuentran cerradas. Al final de esta fase; toda la sangre contenida en el corazón se encontrará en los ventrículos, dando paso a la siguiente fase.

## SÍSTOLE AURICULAR



- Las aurículas se contraen y la sangre es impulsada a los ventrículos a través de las válvulas auriculoventriculares, que se abren.

# Período de contracción isovolumétrica (isométrica)

- La onda de despolarización llega a los ventrículos, que en consecuencia comienzan a contraerse.
- Esto hace que la presión aumente en el interior de los mismos, de tal forma que la presión ventricular excederá a la auricular y el flujo tenderá a retroceder hacia estas últimas.
- Sin embargo, esto no ocurre, pues el aumento de la presión ventricular determina el cierre de las válvulas auriculoventriculares, que impedirán el flujo retrógrado de sangre. Por lo tanto, en esta fase todas las válvulas cardiacas se encontrarán cerradas.



# Eyección

- Cuando la presión ventricular izquierda aumenta ligeramente por encima de 80 mmHg (y la presión ventricular derecha ligeramente por encima de 8 mmHg), las presiones ventriculares abren las válvulas semilunares. Inmediatamente comienza a salir la sangre de los ventrículos.
- Aproximadamente el 60% de la sangre del ventrículo al final de la diástole es expulsada durante la sístole; en torno al 70% de esta porción es expulsado durante el primer tercio del período de eyección y el 30% restante del vaciado se produce durante los dos tercios siguientes. Por tanto, el primer tercio se denomina período de eyección rápida y los dos tercios finales período de eyección lenta.

## FASE 3 : EYECCION

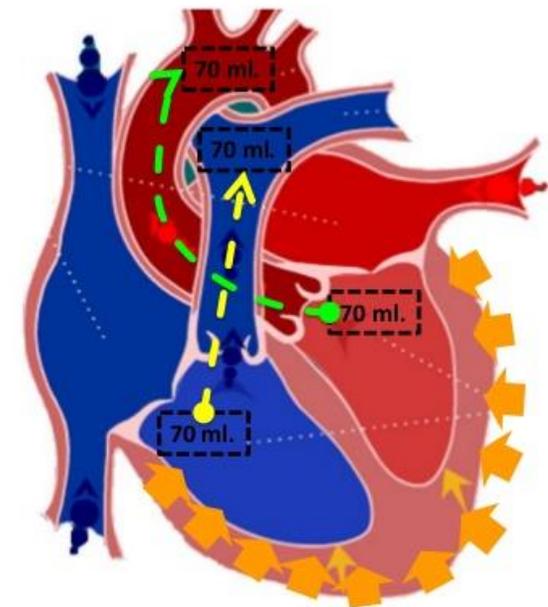
¿ Que ocurre en la eyección?

Presión ventricular > que la arterial.

Válvulas SIGMOIDEAS → se abren .

SANGRE: VENTRICULOS → ARTERIAS.

SISTOLE



# Período de relajación isovolumétrica (isométrica)

- Corresponde al comienzo de la diástole o, lo que es lo mismo, al periodo de relajación miocárdica.
- En esta fase, el ventrículo se relaja, de tal forma que este hecho, junto con la salida parcial de flujo de este mismo (ocurrido en la fase anterior), hacen que la presión en su interior descienda enormemente, pasando a ser inferior a la de los grandes vasos. Por este motivo, el flujo de sangre se vuelve retrógrado y pasa a ocupar los senos aórtico y pulmonar de las valvas sigmoideas, empujándolas y provocando que éstas se cierren (al ocupar la sangre los senos aórticos, parte del flujo pasará a las arterias coronarias, con origen en estos mismos). Esta etapa se define por tanto como el intervalo que transcurre desde el cierre de las válvulas sigmoideas hasta la apertura de las auriculoventriculares.

## FASE 4 : RELAJACION ISOVOLUMENTRICA

## DIASTOLE

### ¿ Que ocurre en la relajación ventricular?

Presión ventricular < que la arterial.

Quieren llegar a 0 mmHg.

Válvulas SIGMOIDEAS → se cierran .

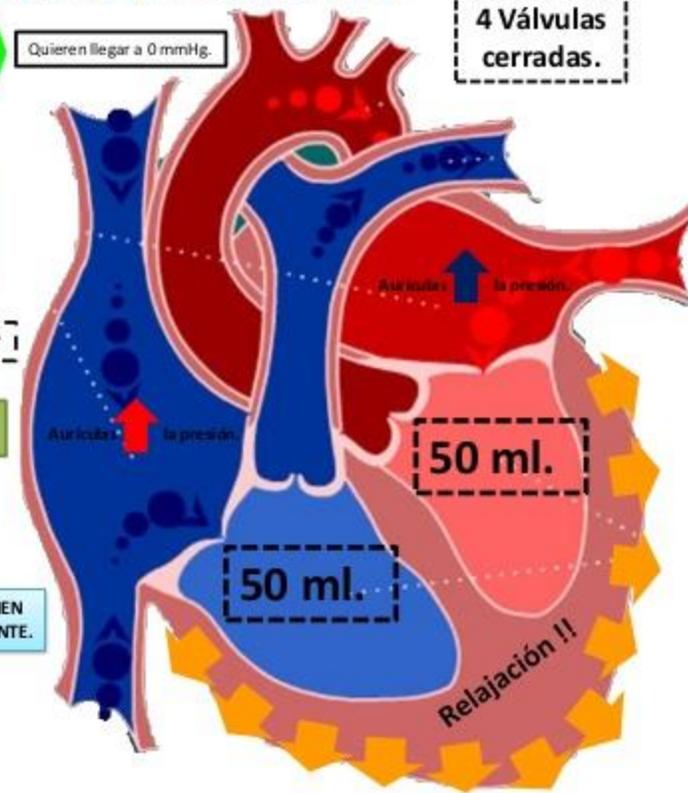
4 Válvulas cerradas.

¿ Por qué no se abren las V. AV? !

Presión Ventricular > que la Auricular.

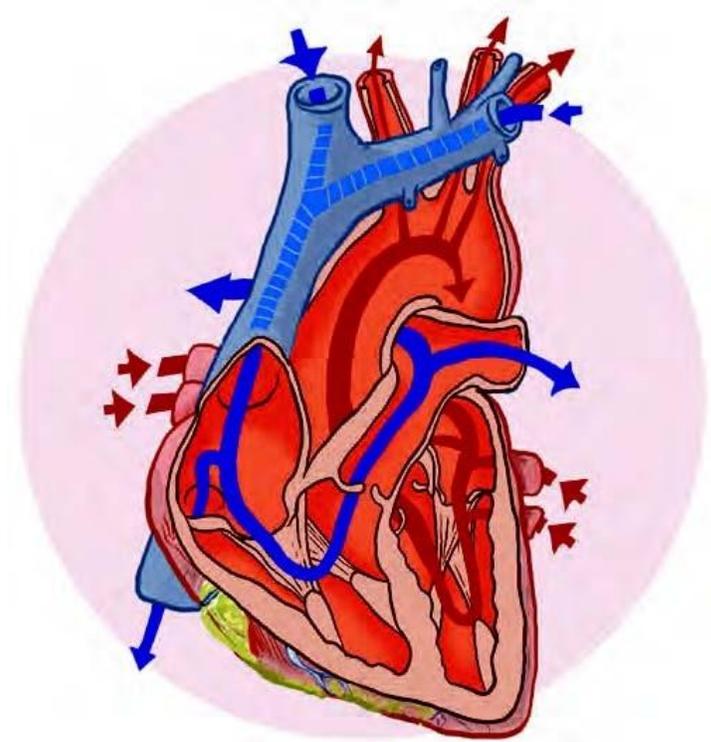
ISO = IGUAL.  
VOLUMETRICA = MEDIDA DE VOLUMEN.

VOLUMEN CONSTANTE.

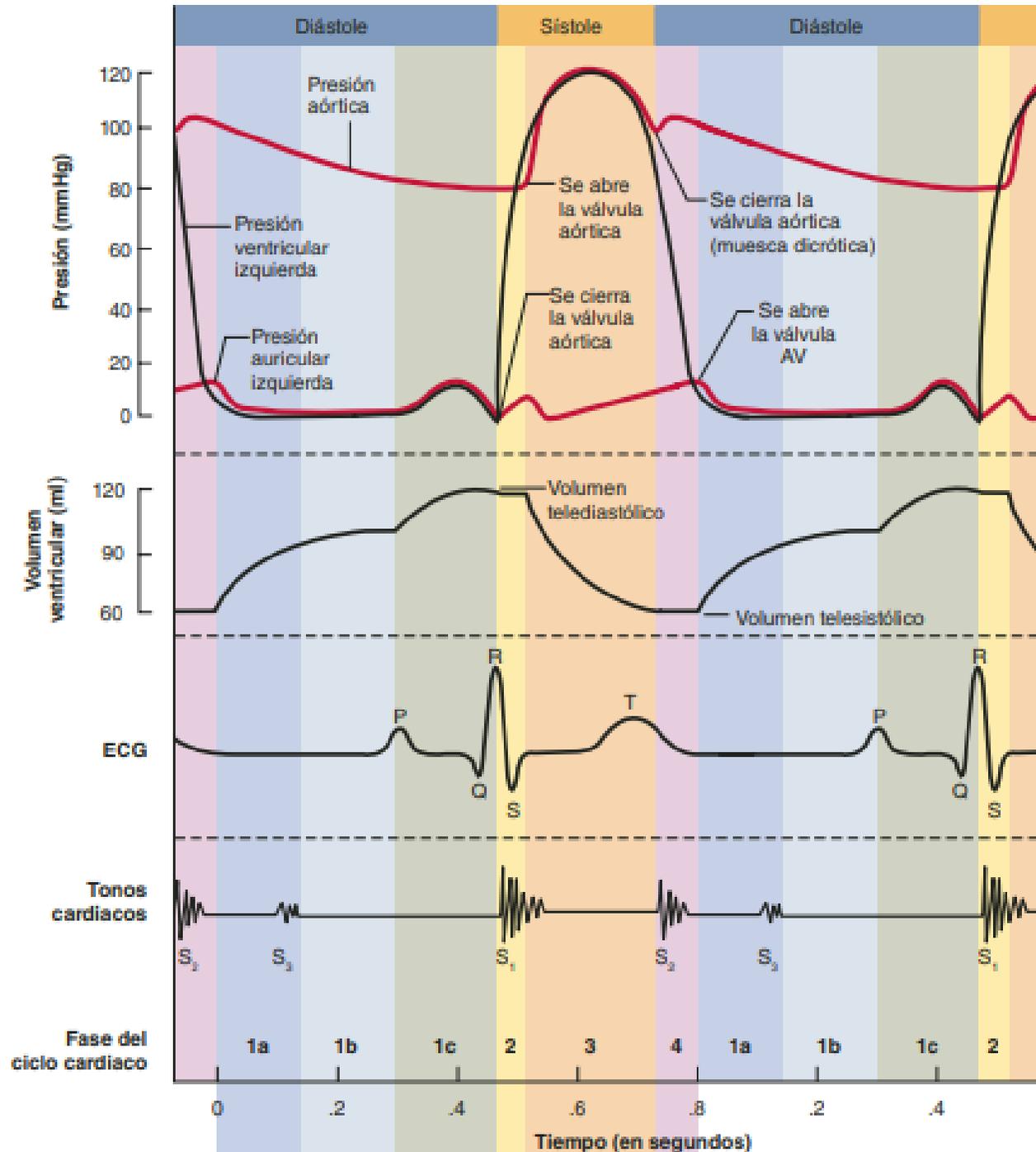


# Llenado auricular pasivo

- Durante los procesos comentados anteriormente, las aurículas se habrán estado llenando de sangre, de modo que la presión en éstas también será mayor que en los ventrículos, parcialmente vaciados y relajados.
- El propio gradiente de presión hará que la sangre circule desde las aurículas a los ventrículos, empujando las válvulas mitral y tricúspide, que se abrirán permitiendo el flujo en este sentido. Una nueva contracción auricular con origen en el nódulo sinusal finalizará esta fase e iniciará la sístole auricular del siguiente ciclo.

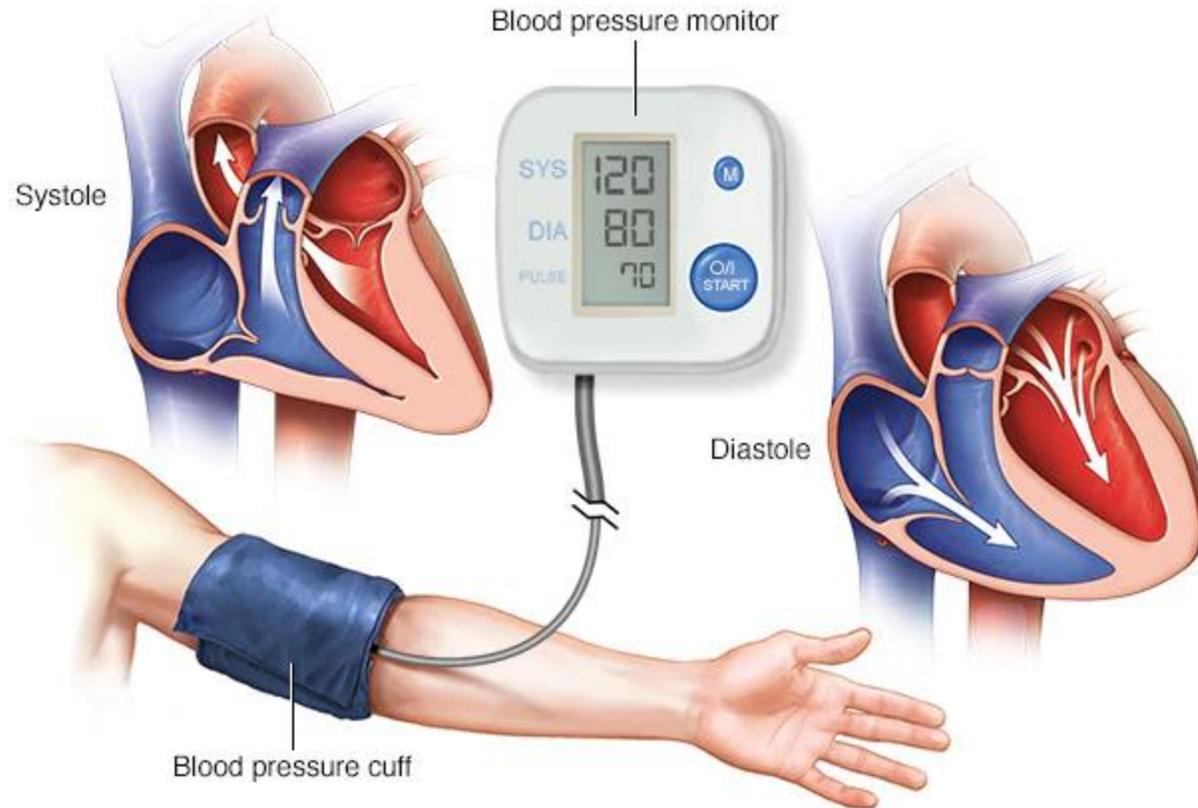


# CAMBIOS DE PRESIÓN Y VOLUMEN AURICULAR Y VENTRICULAR



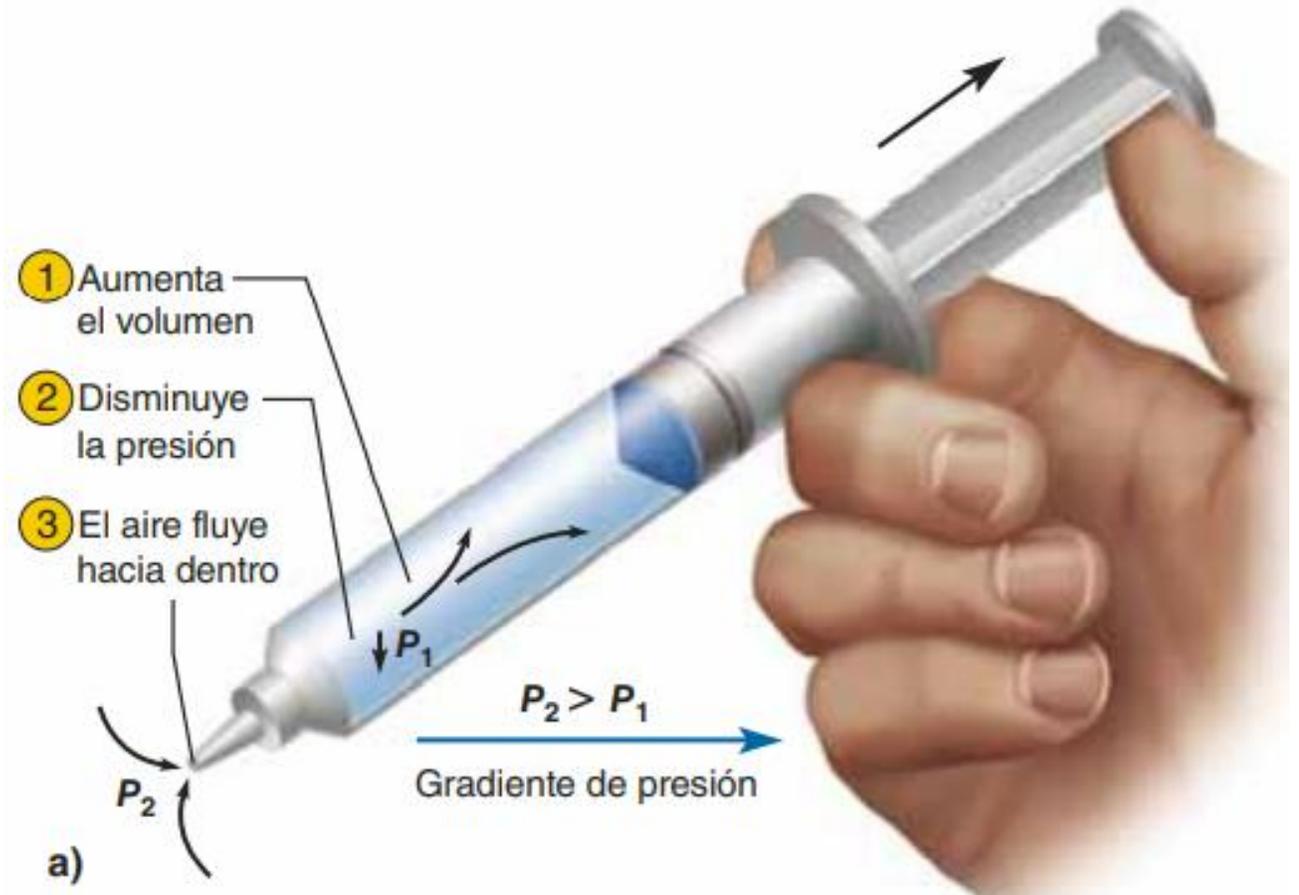
- El enfoque recae en la manera como los cambios de presión determinan la operación de las válvulas cardiacas, la entrada de sangre en las cámaras cardiacas y su expulsión por las arterias.

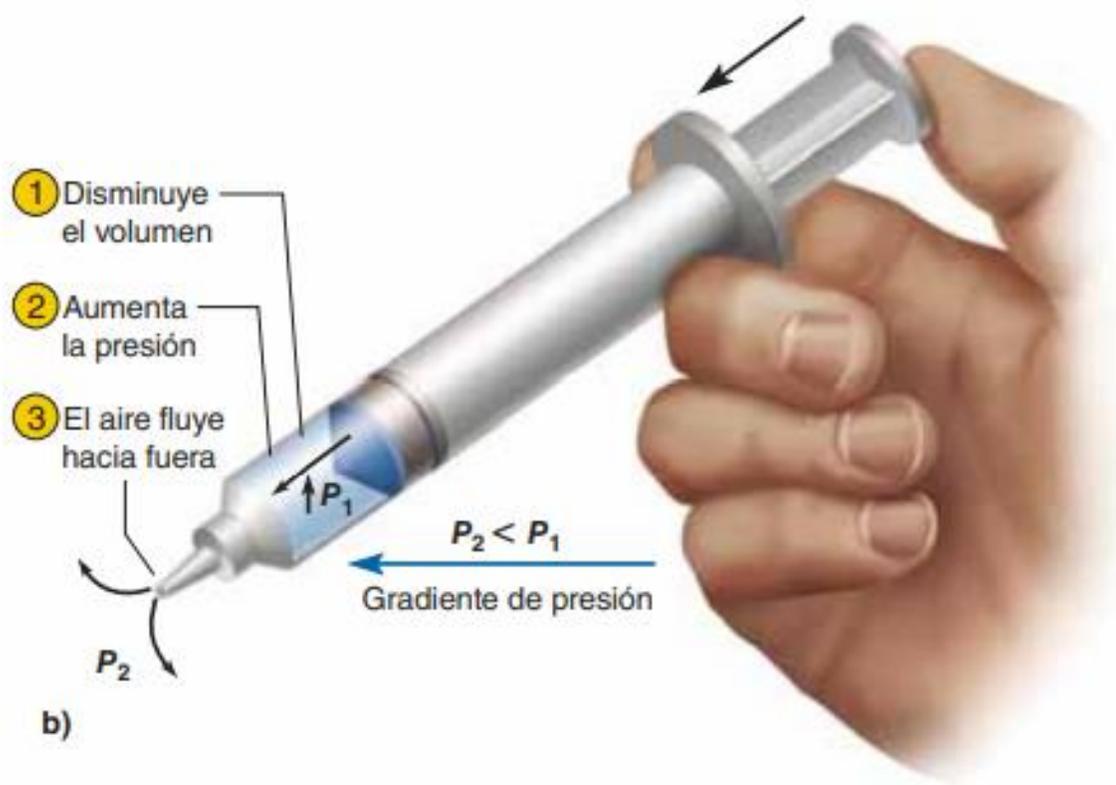
# MEDICIÓN DE LA PRESIÓN



- La presión suele medirse con un manómetro. En su manera más simple, se trata de un tubo de vidrio que suele tener forma de J lleno en parte con mercurio.

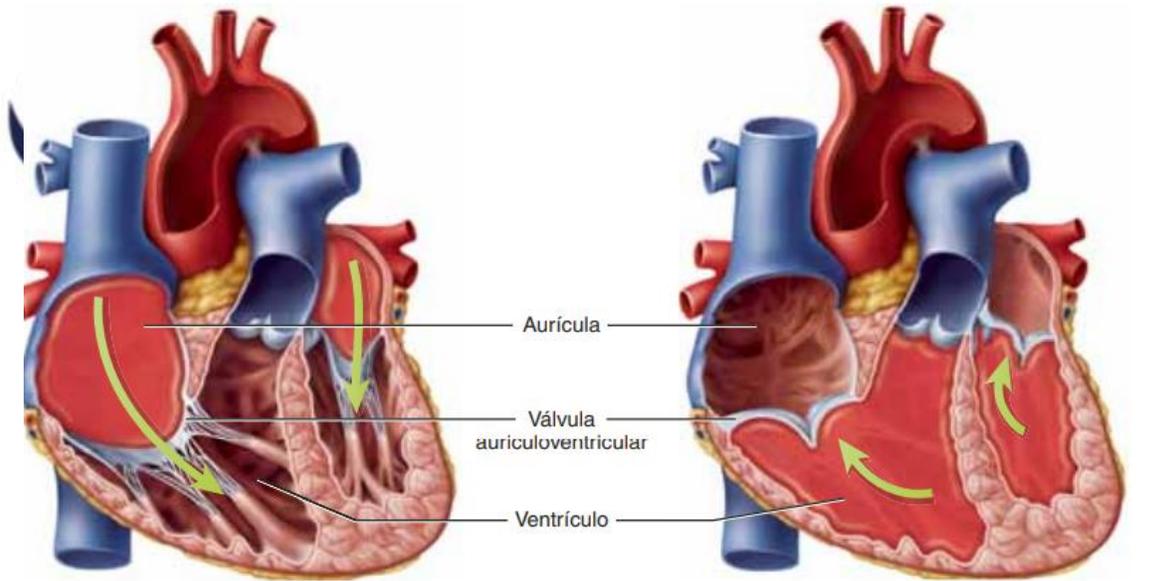
- El tubo de la jeringa es análogo a una cámara cardiaca, como el ventrículo izquierdo. Cuando éste se encuentra en expansión, su presión interna cae. Si la válvula AV está abierta, la sangre fluirá en el ventrículo desde la aurícula de arriba.





**FIGURA 19.18** Principio de volumen, presión y flujo ilustrados con una jeringa. a) Mientras el émbolo se jala hacia atrás, el volumen del espacio cerrado aumenta, su presión cae y la presión dentro de la jeringa ( $P_1$ ) es menor que la de afuera. El gradiente de presión hace que el aire fluya hacia dentro hasta que la presión sea igual. Esto es análogo al llenado de una cámara cardíaca en expansión. b) Cuando se oprime del émbolo, el volumen del espacio cerrado disminuye,  $P_1$  aumenta más que  $P_2$  y el aire fluye hacia fuera hasta que las presiones sean iguales. Esto es análogo a la eyección de sangre de una cámara cardíaca que se contrae. En ambos casos, los fluidos fluyen hacia abajo de su gradiente de presión.

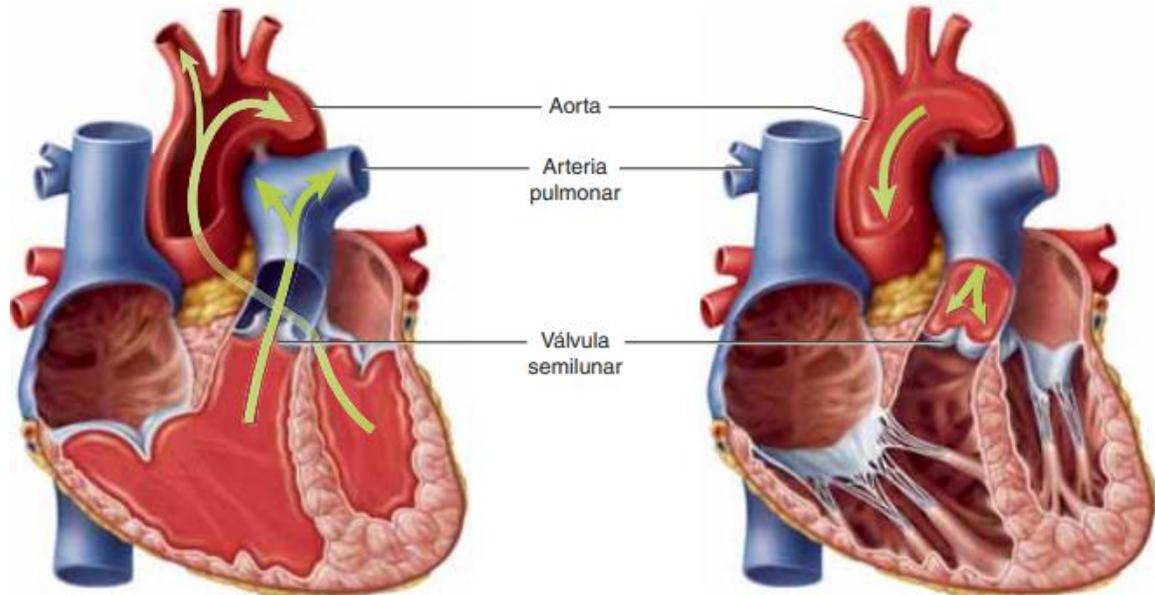
- Cuando el ventrículo se contrae, su presión interna aumenta; pero cuando la válvula aórtica se abre, la sangre se eyecta del ventrículo hacia la aorta.



Válvulas auriculoventriculares abiertas

a)

Válvulas auriculoventriculares cerradas



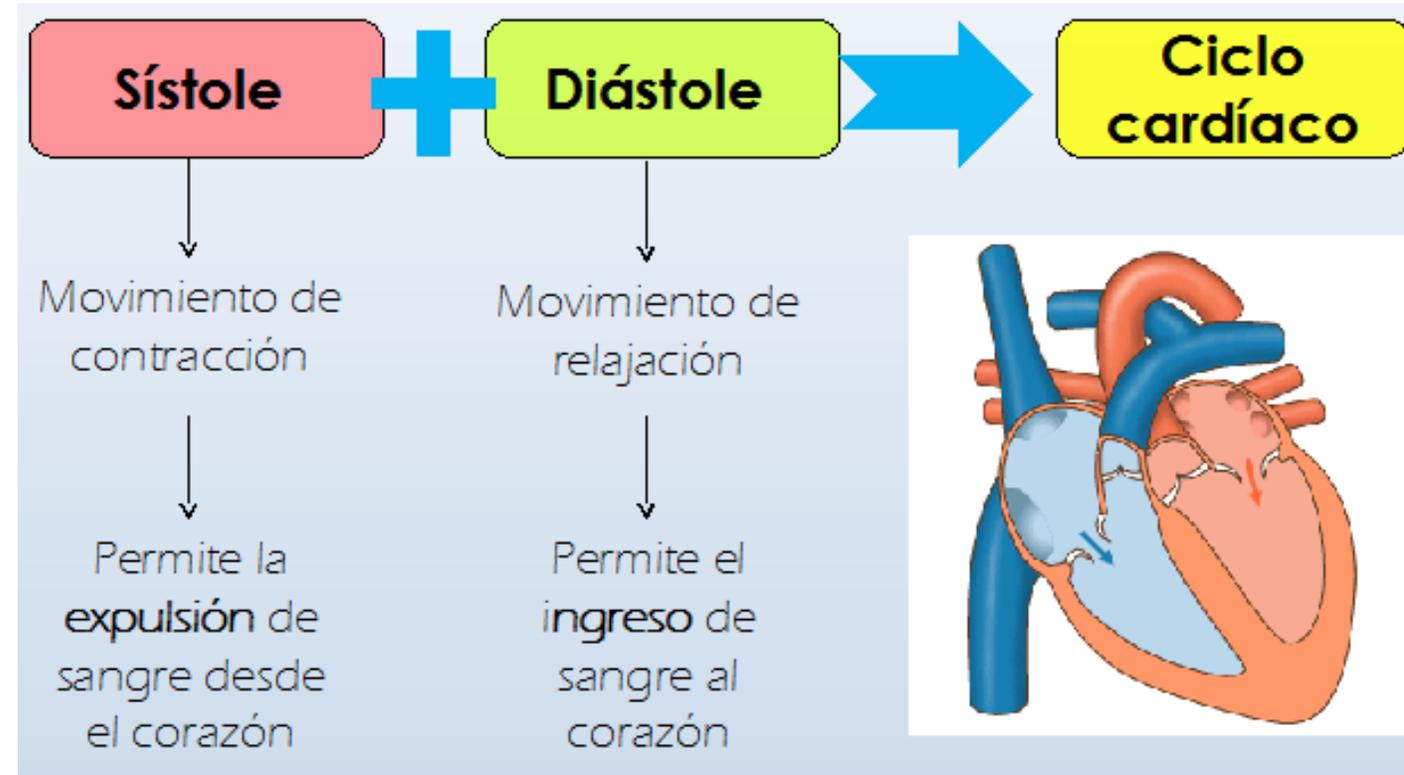
Válvulas semilunares abiertas

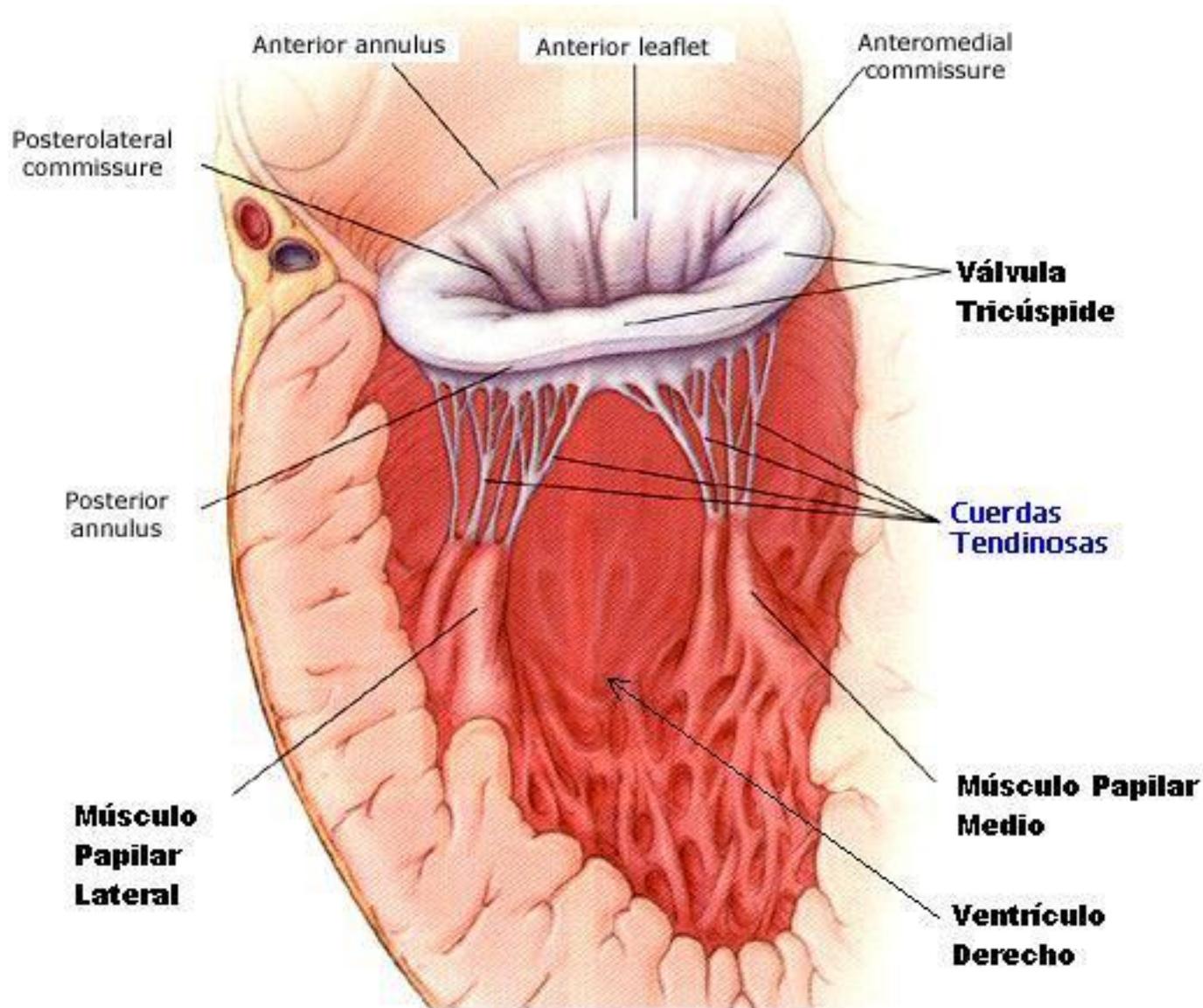
b)

Válvulas semilunares cerradas

- La abertura y el cierre de las válvulas cardiacas están determinados por tales cambios de presión. Recuérdese que las válvulas son sólo colgajos de tejido conjuntivo sin músculo, pero no ejercen ningún esfuerzo por sí solas, sino que se les empuja de manera pasiva para que se abran y se cierren mediante cambios en la presión de la sangre en los lados de flujo hacia arriba y hacia abajo de la válvula.
- Cuando el ventrículo está relajado y su presión es baja, las valvas de la válvula AV cuelgan con algo de flacidez y ambas válvulas se abren.

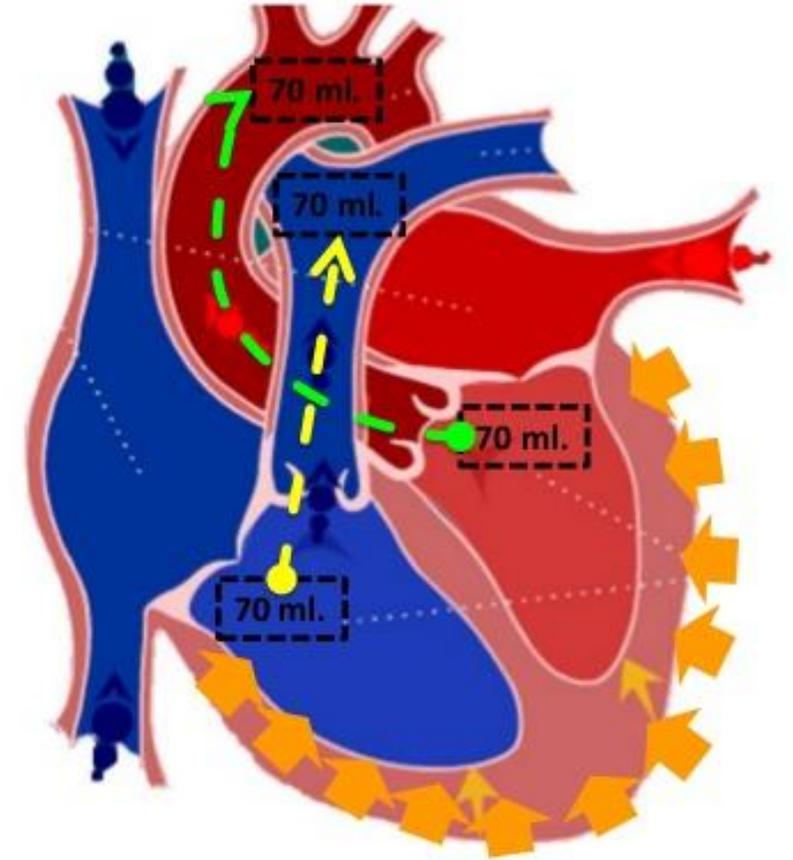
- La sangre fluye con libertad desde las aurículas hacia los ventrículos aun antes de que la aurícula se contraiga. Conforme los ventrículos se llenan con sangre, las valvas flotan hacia arriba a la posición de cerrado. Cuando los ventrículos se contraen, su presión interna aumenta en gran medida y la sangre presiona contra las válvulas AV de abajo. Esto empuja a las valvas para que se unan, sella la abertura y evita que la sangre regrese a las aurículas.



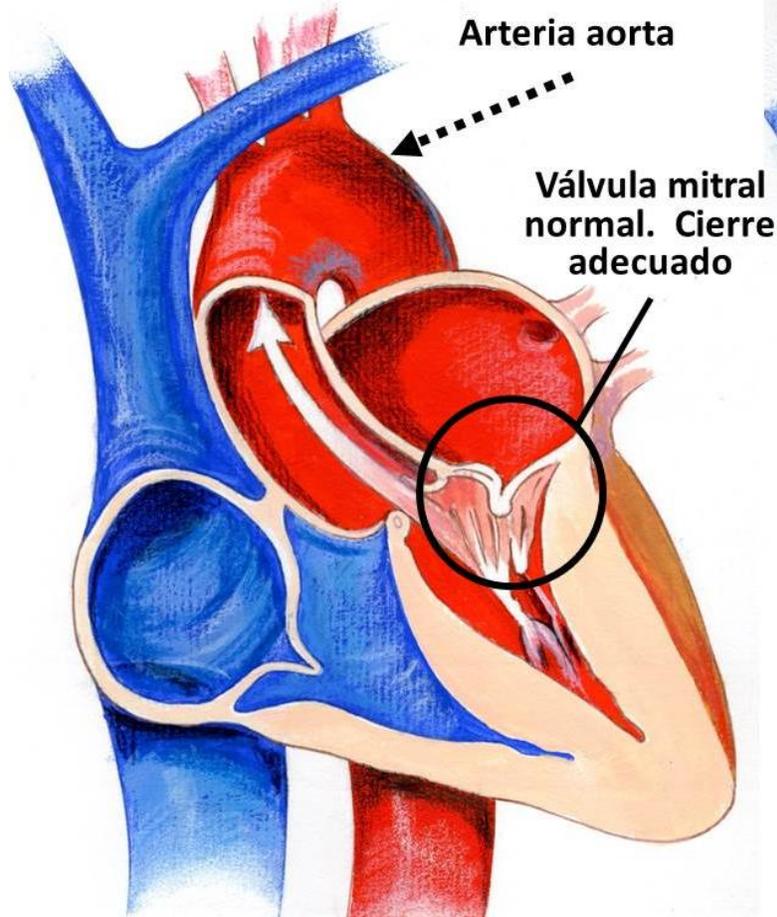


- Los músculos papilares se contraen un poco antes del resto del miocardio ventricular y jalan las cuerdas tendinosas de tal modo que evitan que las válvulas se expandan de manera excesiva (se protruyan) en las aurículas o se vuelvan hacia dentro, como sombrillas impulsadas por el viento.

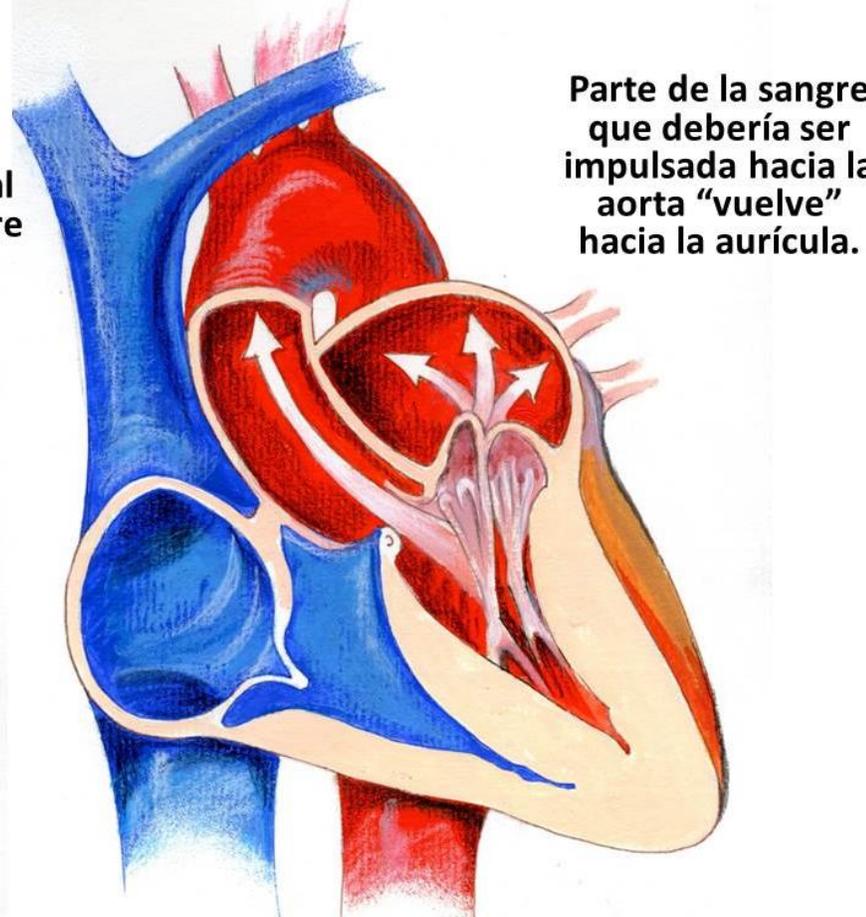
- La presión creciente en los ventrículos también actúa sobre las válvulas aórtica y pulmonar. Hasta cierto punto, la presión en la aorta y el tronco pulmonar se opone a su abertura, pero cuando la presión ventricular crece por arriba de la arterial, las válvulas se abren y la sangre es eyectada del corazón



CORAZÓN NORMAL



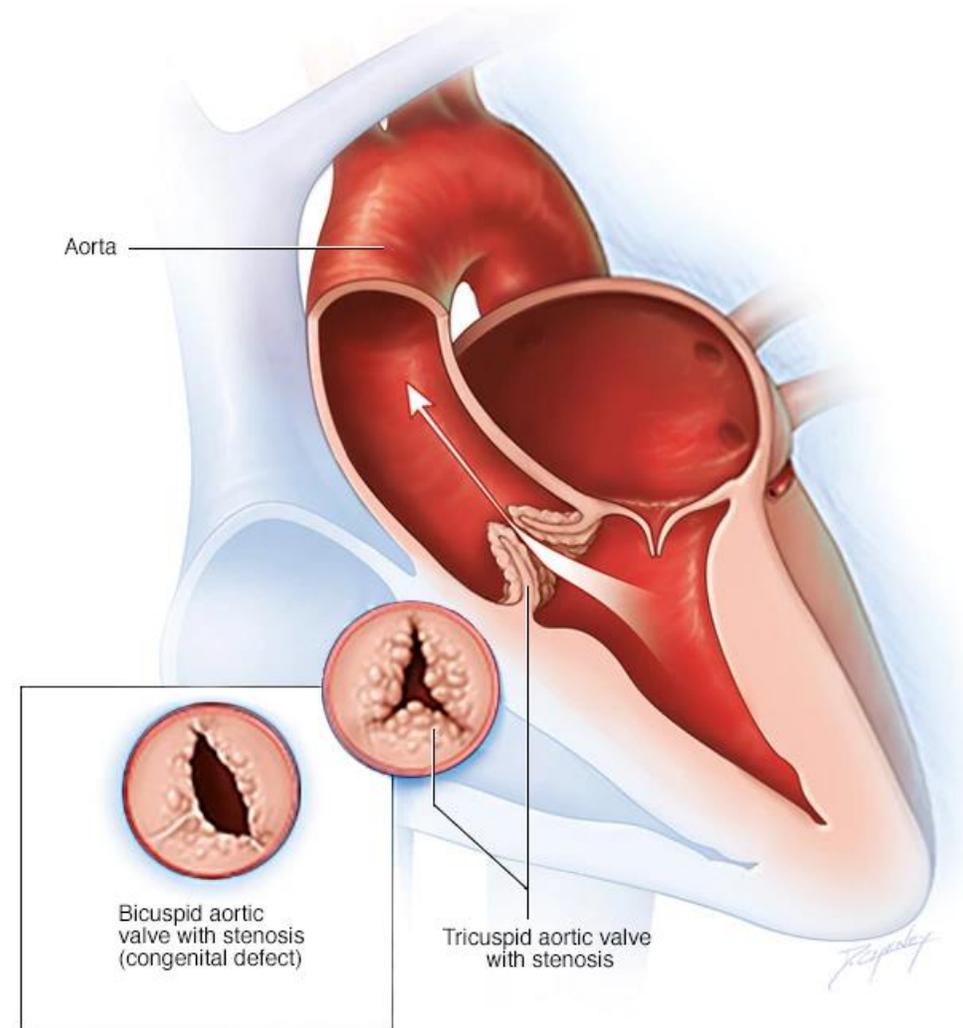
PROLAPSO MITRAL

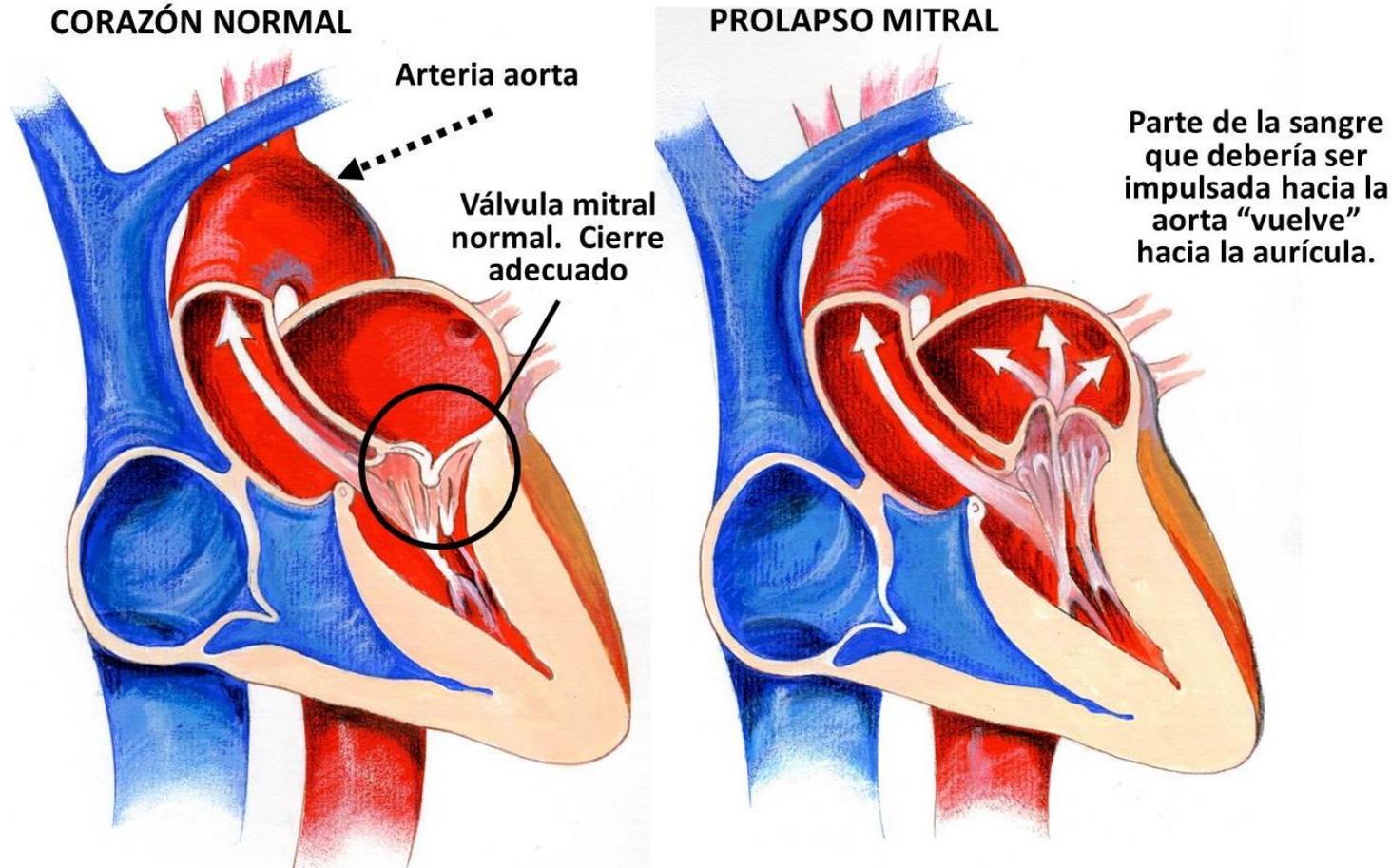


- Luego, conforme los ventrículos se relajan de nuevo y su presión cae debajo de la que hay en las arterias, la sangre arterial fluye por un momento hacia atrás y llena las valvas con forma de bolsillo de las válvulas semilunares. Las tres valvas se unen en medio del orificio y lo cierran, con lo cual evitan que la sangre arterial vuelva a entrar en el corazón.

# TRASTORNOS DE LA INSUFICIENCIA VALVULAR

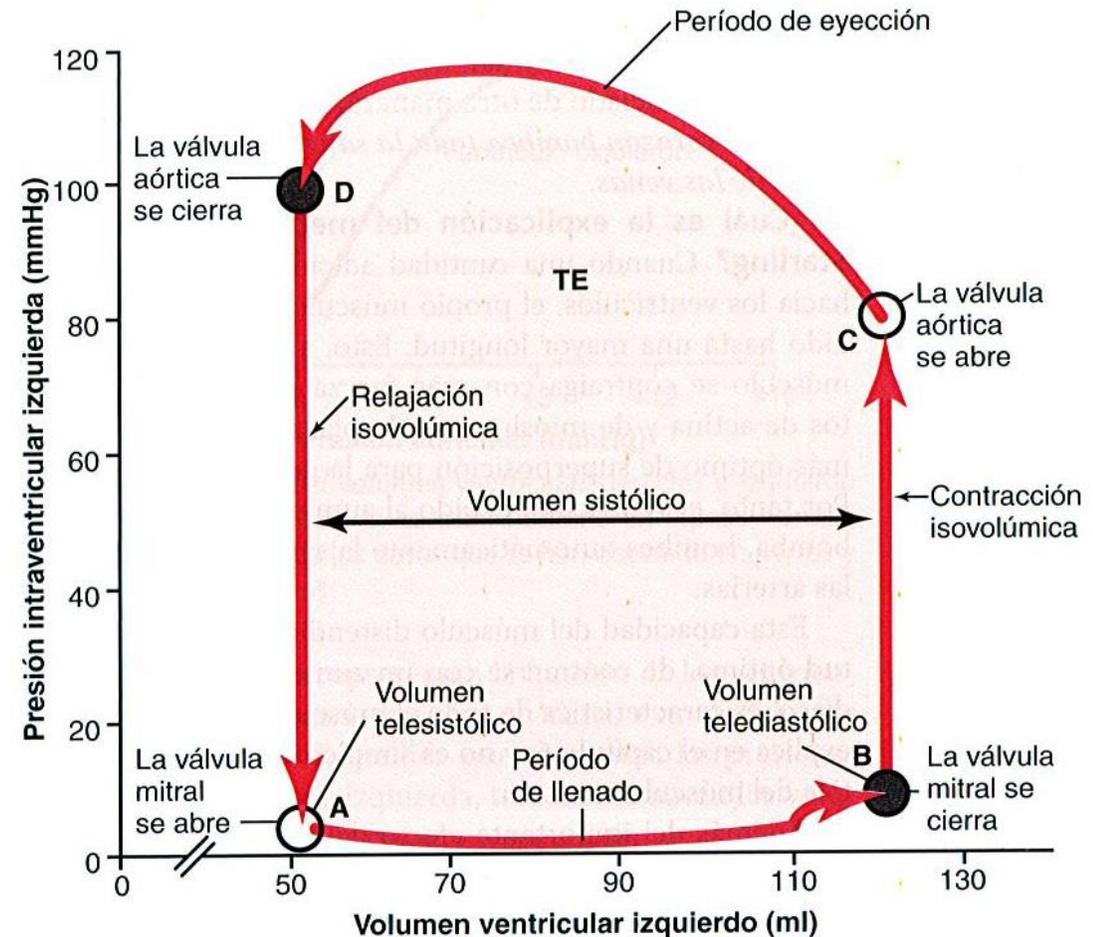
- La insuficiencia (incompetencia) valvular ocurre cuando una válvula no es capaz de evitar el reflujo (regurgitación): el flujo hacia atrás de la sangre. La estenosis valvular es una forma de insuficiencia en que las valvas se endurecen y la abertura está constreñida por tejido cicatricial, frecuentemente como resultado de fiebre reumática, una enfermedad autoinmunitaria en que los anticuerpos producidos para combatir una infección bacteriana también atacan las válvulas mitral y aórtica.





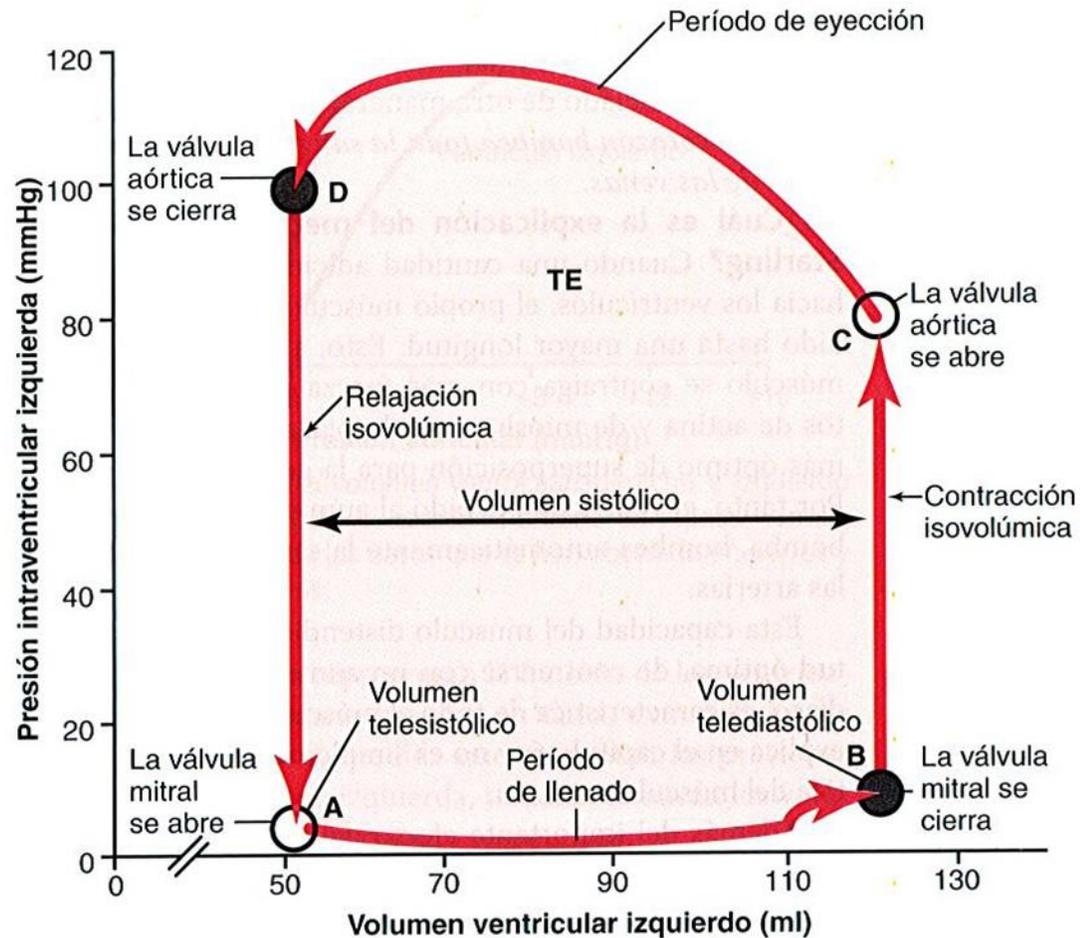
- El prolapso de la válvula mitral (MVP) es una insuficiencia en la que una o ambas valvas de la válvula mitral se abultan hacia la aurícula durante la contracción ventricular.
- En algunos casos, una válvula incompetente lleva a insuficiencia cardiaca. Una válvula defectuosa puede repararse por medios quirúrgicos o reemplazarse con una válvula artificial o una válvula trasplantada de un corazón de cerdo.

- Una perspectiva adicional al ciclo cardiaco se podrá obtener si se revisan los cambios de volumen que se presentan.
- Este balance se realiza con base en el ventrículo (ambos ventrículos tienen volúmenes iguales). El volumen varía un poco de una persona a otra y depende de su estado de actividad.



A-B: fase de llenado

B-C: fase contracción isovolumétrica



A-B: fase de llenado

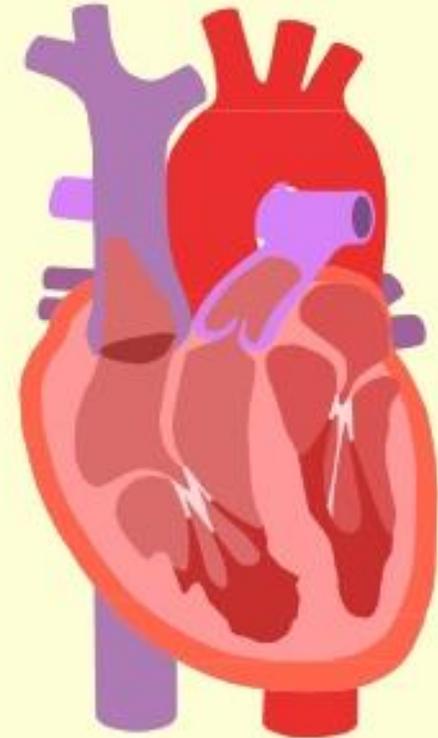
B-C: fase contracción isovolumétrica

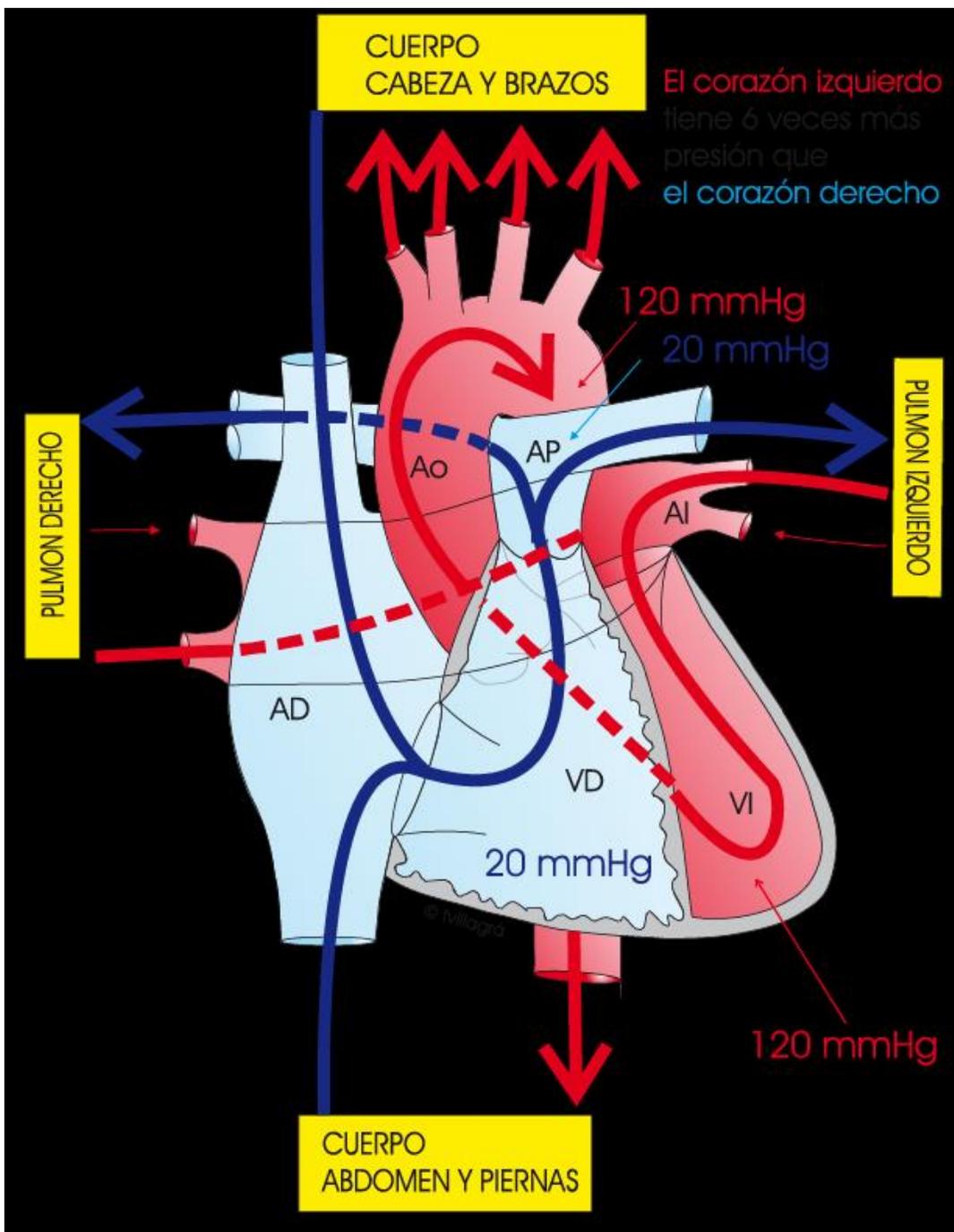
- Volumen telesistólico (ESV) dejado del latido anterior 60 ml
- Agregado de manera pasiva al ventrículo durante la diástole auricular + 30 ml
- Agregado por la sístole auricular + 40 ml
- Total: volumen telediastólico (EDV) 130 ml
- Volumen sistólico (SV) eyectado por la sístole ventricular – 70 ml
- Deja: volumen telesistólico (ESV) 60 ml

- Obsérvese que el ventrículo bombea hacia fuera toda la sangre que recibió durante la diástole: 70 ml. En este ejemplo, ambos ventrículos eyectan la misma cantidad de sangre, aunque la presión en el ventrículo derecho sólo es de casi una quinta parte de la presente en el izquierdo. La presión sanguínea en el tronco pulmonar es baja, de modo que el ventrículo derecho no necesita generar mucha presión para superarla.

## Frecuencia cardiaca

- **Número de veces que el corazón late por minuto ( un latido es sístole + diástole.**
- **El promedio es de 70 latidos por minuto**
- **Volumen expulsivo: 70 cc de sangre x sístole**
- **Volumen residual : 60 cc de sangre**
- **Gasto cardiaco :  $V^{\circ}$  expulsivo x frecuencia**

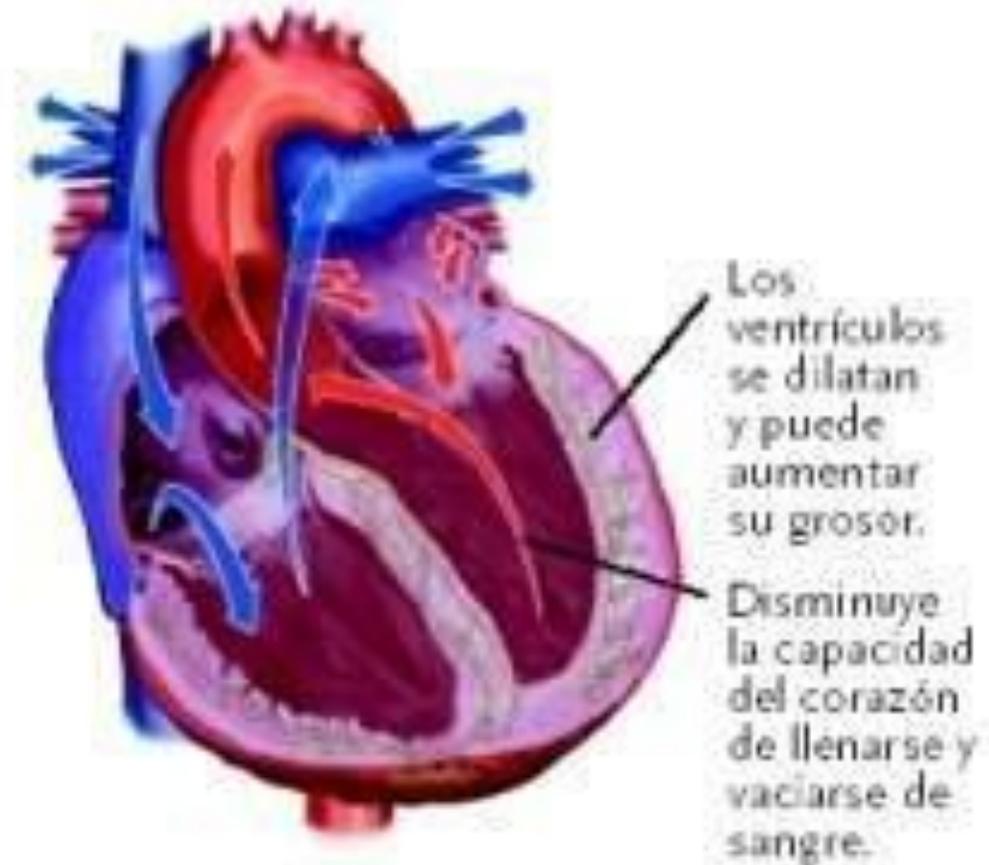


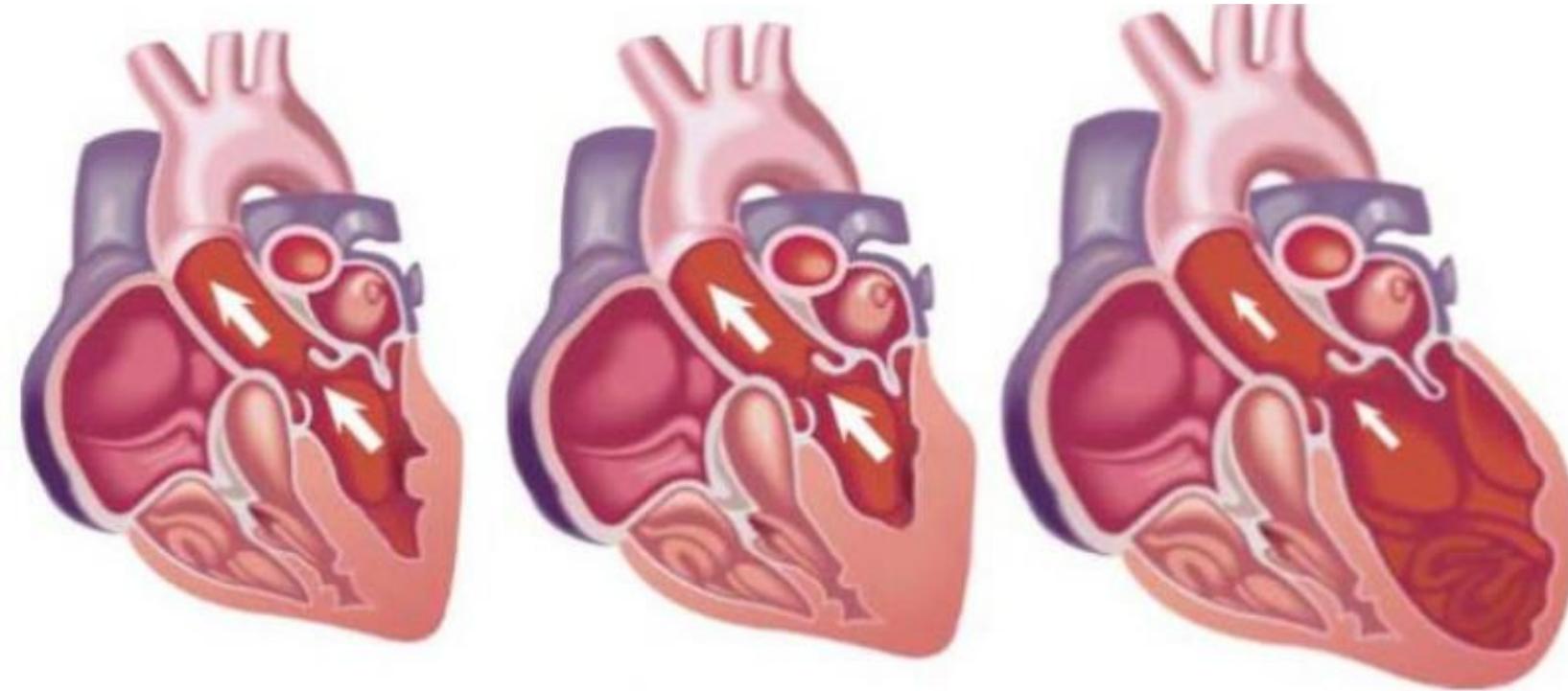


- La salida igual en los dos ventrículos resulta básica para la homeostasis. Si el ventrículo derecho bombea más sangre a los pulmones de la que el izquierdo puede manejar en el regreso, la sangre se acumulará en los pulmones y causará hipertensión pulmonar, edema y riesgo de ahogamiento con el líquido corporal.

## Corazón que padece insuficiencia cardíaca

- Uno de los primeros signos de insuficiencia ventricular izquierda es la disnea (respiración entrecortada y sofocación); por el contrario, si el ventrículo izquierdo bombea más sangre que el derecho, la sangre se acumulará en el circuito sistémico y generará hipertensión y edema sistémico extendido.

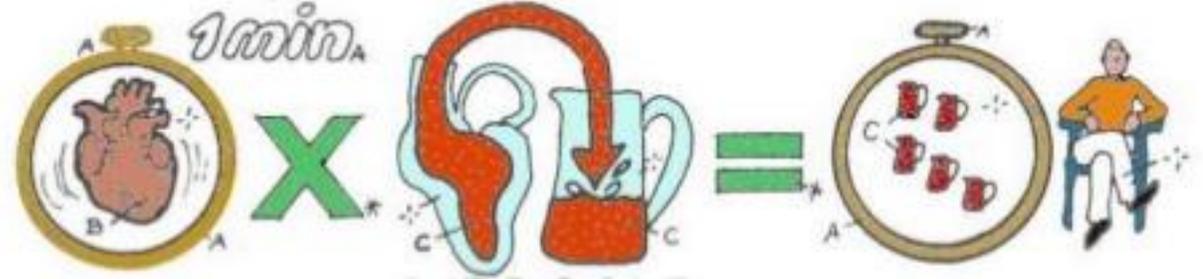




- La acumulación de líquido en cualquier circuito debido a insuficiencia del bombeo ventricular se llama insuficiencia cardiaca congestiva (CHF). Causas comunes de CHF son infarto del miocardio, hipertensión crónica, defectos valvulares y defectos congénitos en la anatomía cardiaca.

- La cantidad eyectada por cada ventrículo en un minuto es el gasto cardiaco (CO). Si HR es el ritmo cardiaco (latidos/minuto) y SV el volumen sistólico (ml/latido),  $CO = HR \times SV$ . En valores típicos en reposo,  $CO = 75$  latidos/minuto  $\times 70$  ml/latido = 5.250 ml/minuto.

**GASTO CARDIACO VL X FC = GC**



**FRECUENCIA  
CARDIACA**

LATIDOS  
POR  
MINUTO

**X VOLUMEN  
LATIDO**

LITROS  
POR  
LATIDO

**= GASTO  
CARDIACO**

**5L/ min**

$$70 \text{ Lat./min} \times 70 \text{ ml} = 4900 \text{ ml/min} \approx 5 \text{ L/min}$$

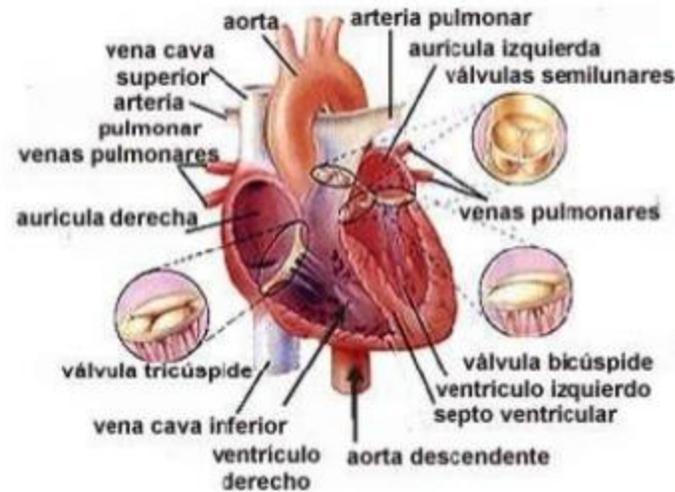
El Gasto cardíaco es el volumen de sangre expulsada por unidad de tiempo.

## GASTO CARDIACO

- **GASTO CARDIACO:**

ES LA SANGRE QUE IMPULSA EL CORAZON POR Ao EN UN min. OCURRE 70 VECES POR min.

EN EL VARON ES DE 5600 ml EN LA MUJER DE 4400 ml **RETORNO VENOSO**. ES LA SANGRE QUE REGRESA A TRAVES DE LAS CAVAS A LA AD EN 1 min.



- Por tanto, el volumen total del cuerpo (de 4 a 6 litros) pasa por el corazón cada minuto; o para verlo de otra manera, un eritrocito que deja el ventrículo izquierdo regresa a él casi un minuto después.
- El gasto cardiaco no es constante, sino varía con el estado de actividad del cuerpo.

- El ejercicio vigoroso aumenta el CO hasta 21 L/minuto en una persona en buena condición o hasta 35 L/minuto en atletas de clase mundial. La diferencia entre el gasto cardiaco máximo y en reposo es la reserva cardiaca. Las personas con cardiopatía grave pueden tener poco o nulo gasto cardiaco y escasa tolerancia al ejercicio físico.

## GENERALIDADES :

GC es variable :

Durmiendo → 2 – 3 Litros.

Reposo → 4 – 7 Litros. Genero → H, M.

## INDICE CARDIACO

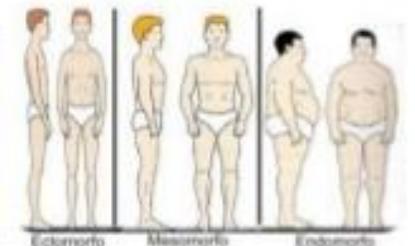
Gasto C. en personas de diferente PESO y TALLA

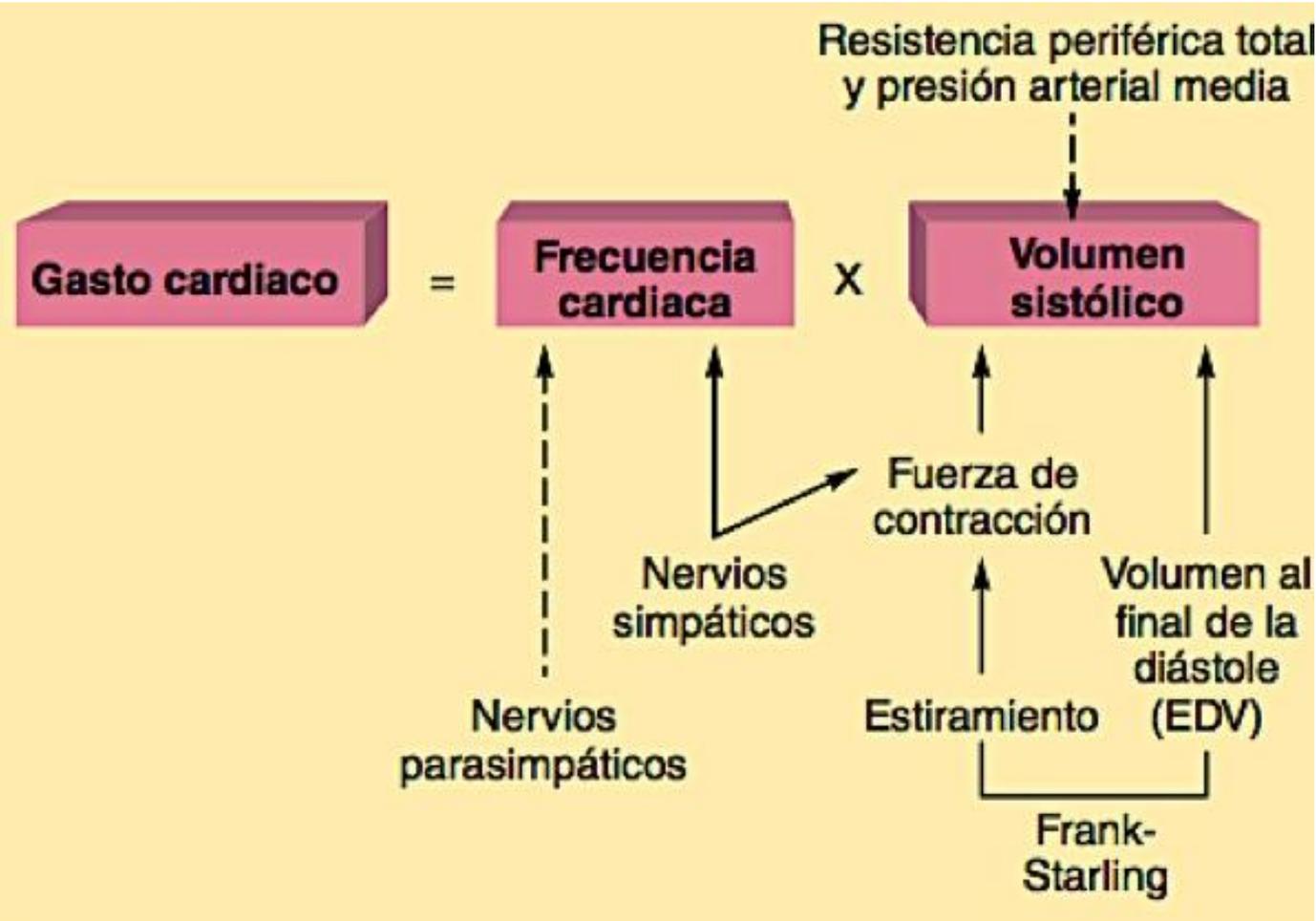
P: 90 T: 1.90 | P: 60 T: 1.50

Cantidad de sangre impulsada por cada uno de los ventrículos del corazón, por minuto y por metro cuadrado de **superficie corporal**.

El gasto cardíaco cambia según el volumen corporal del sujeto a quien se le hace la medición.

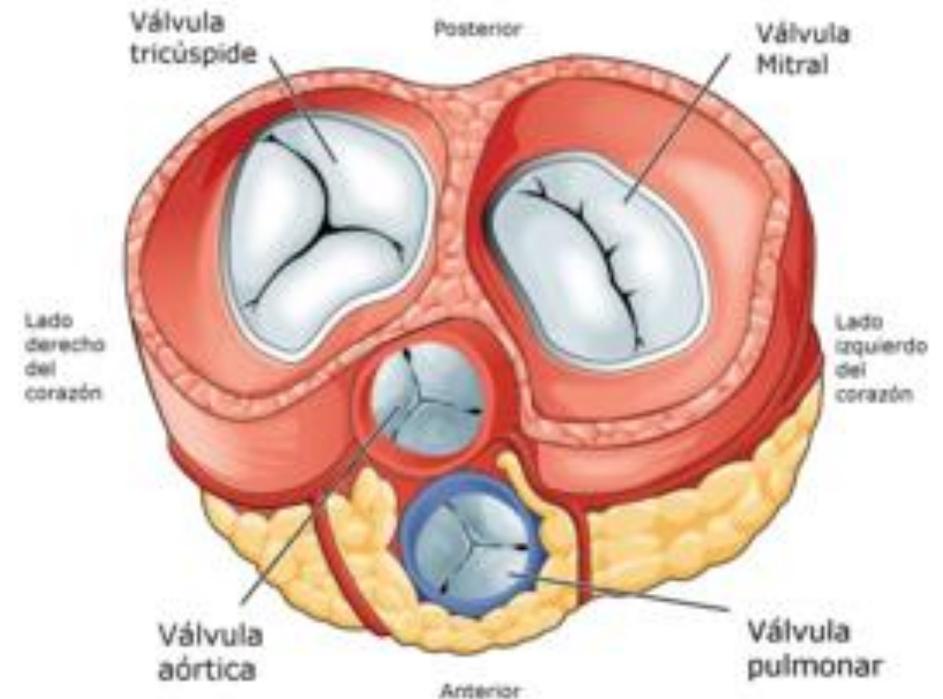
Es importante encontrar algún medio por el cual comparar los gastos cardíacos de personas con diferencias de volumen.



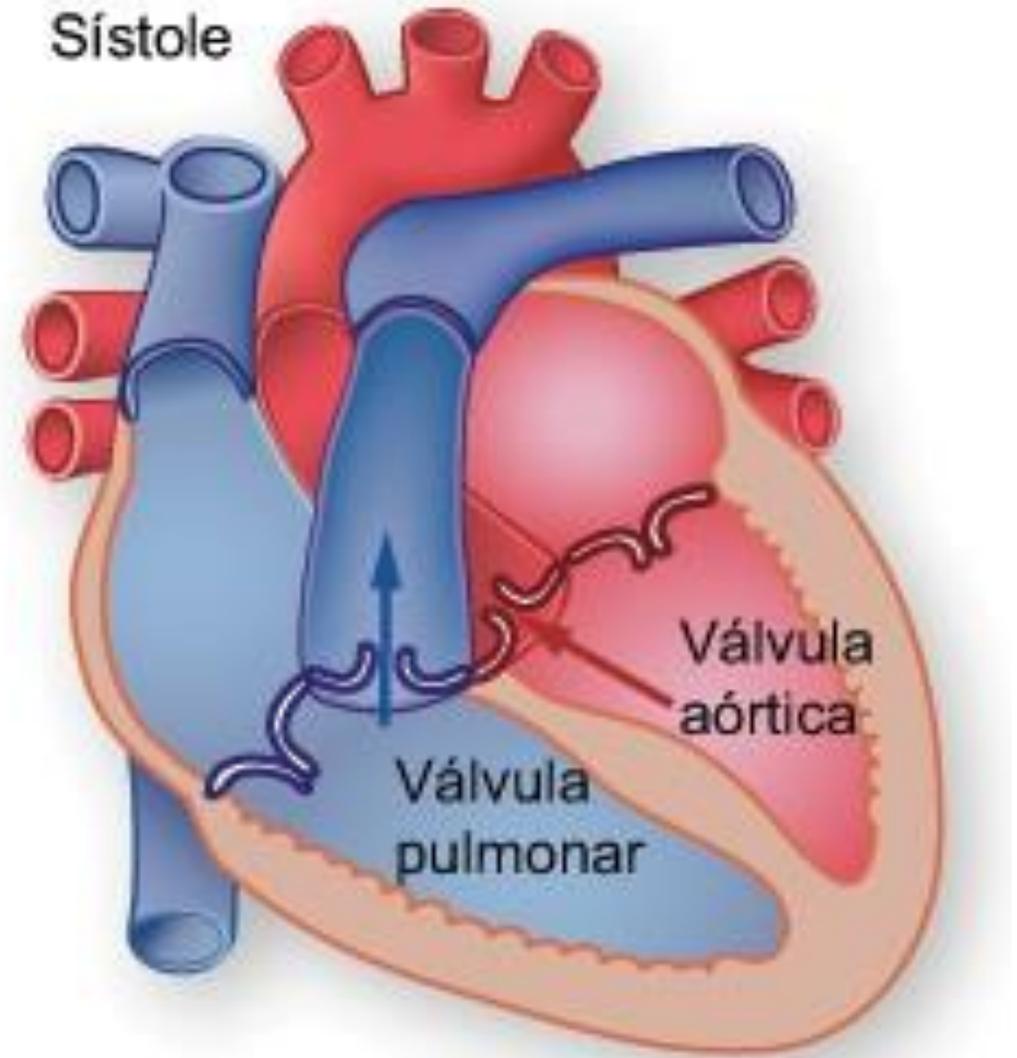


- Como el gasto cardiaco es igual a  $HR \times SV$ , puede verse que sólo hay dos maneras de modificarlo: si se cambia el ritmo cardiaco o el volumen sistólico.
- Se estudian factores que influyen en cada una de estas variables, pero téngase en cuenta que el ritmo cardiaco y el volumen sistólico son interdependientes. Por lo general, cambian juntos y en direcciones opuestas. A medida que el ritmo cardiaco sube, el volumen sistólico cae y viceversa.

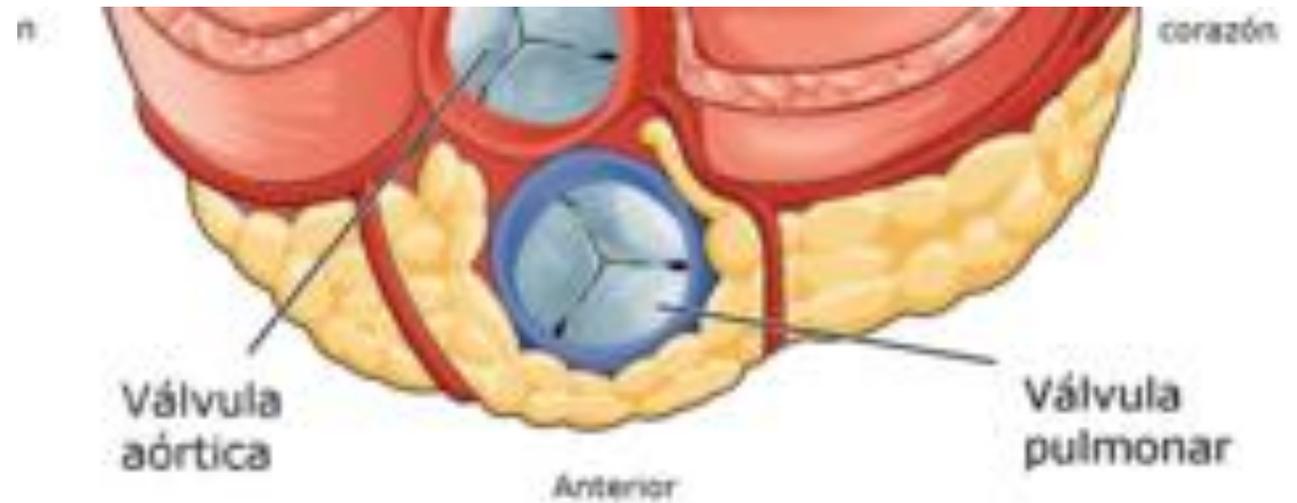
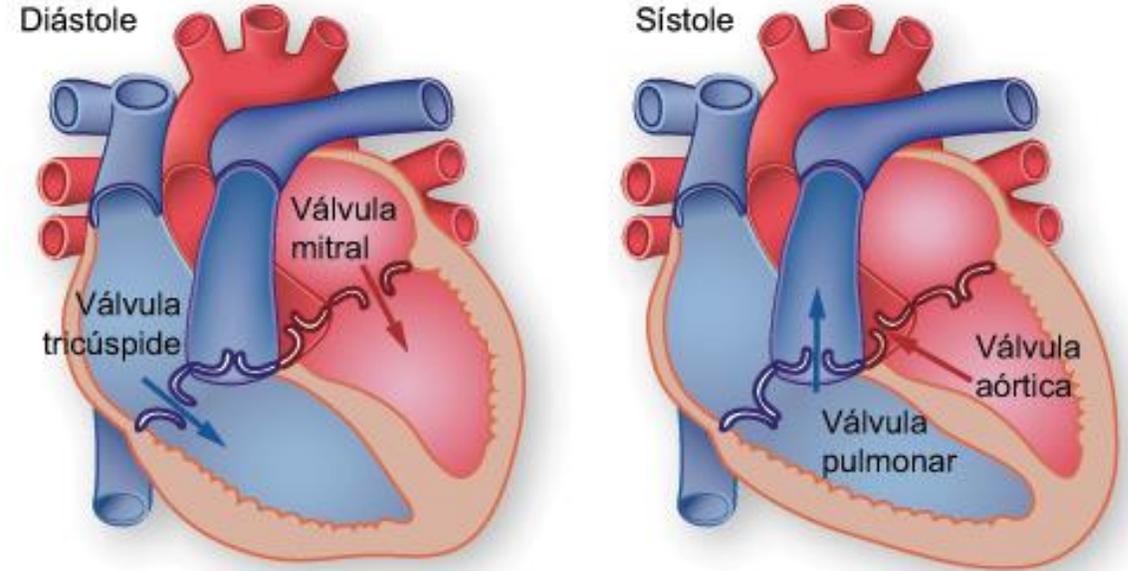
- Las válvulas semilunares aórtica y pulmonar funcionan de una manera bastante distinta de las válvulas AV.
- Primero, las elevadas presiones de las arterias al final de la sístole hacen que las válvulas semilunares se cierren súbitamente, a diferencia del cierre mucho más suave de las válvulas AV.



- Segundo, debido a sus orificios más pequeños, la velocidad de la eyección de la sangre a través de las válvulas aórtica y pulmonar es mucho mayor que a través de las válvulas AV, que son mucho mayores.
- Además, debido al cierre rápido y a la eyección rápida, los bordes de las válvulas aórtica y pulmonar están sometidos a una abrasión mecánica mucho mayor que las válvulas AV.



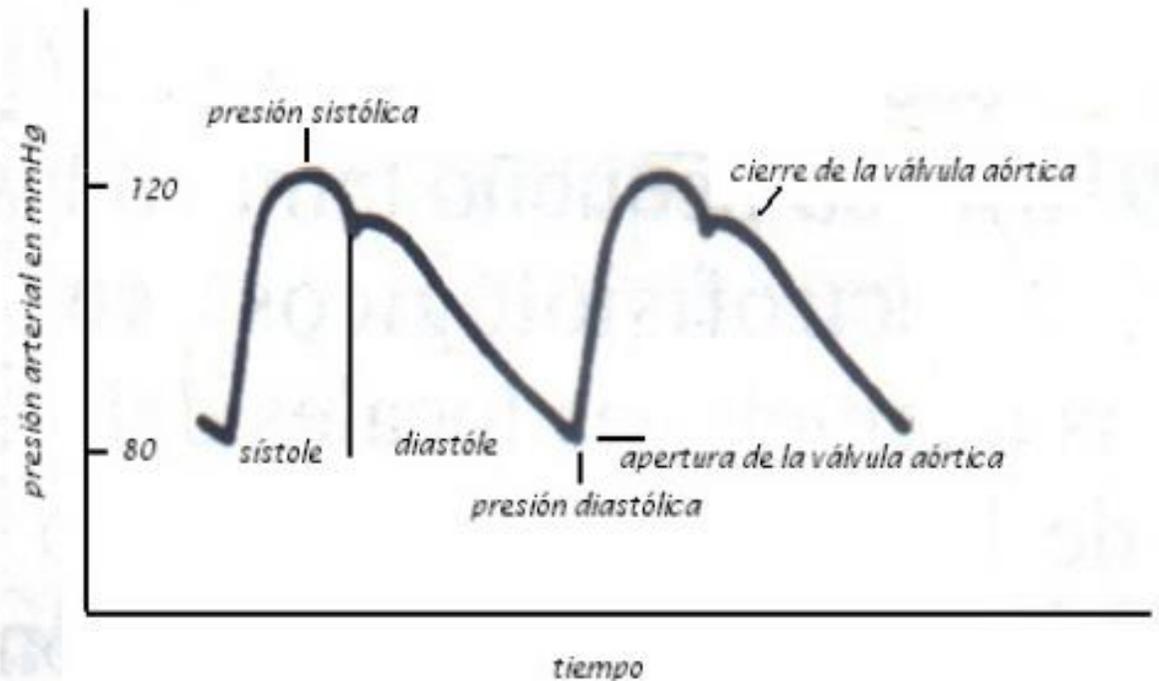
- Las válvulas AV tienen el soporte de las cuerdas tendinosas, lo que no ocurre en el caso de las válvulas semilunares.
- A partir de la anatomía de las válvulas aórtica y pulmonar (que se muestra para la válvula aórtica es evidente que deben estar situadas sobre una base de un tejido fibroso especialmente fuerte, pero muy flexible para soportar las tensiones físicas adicionales.



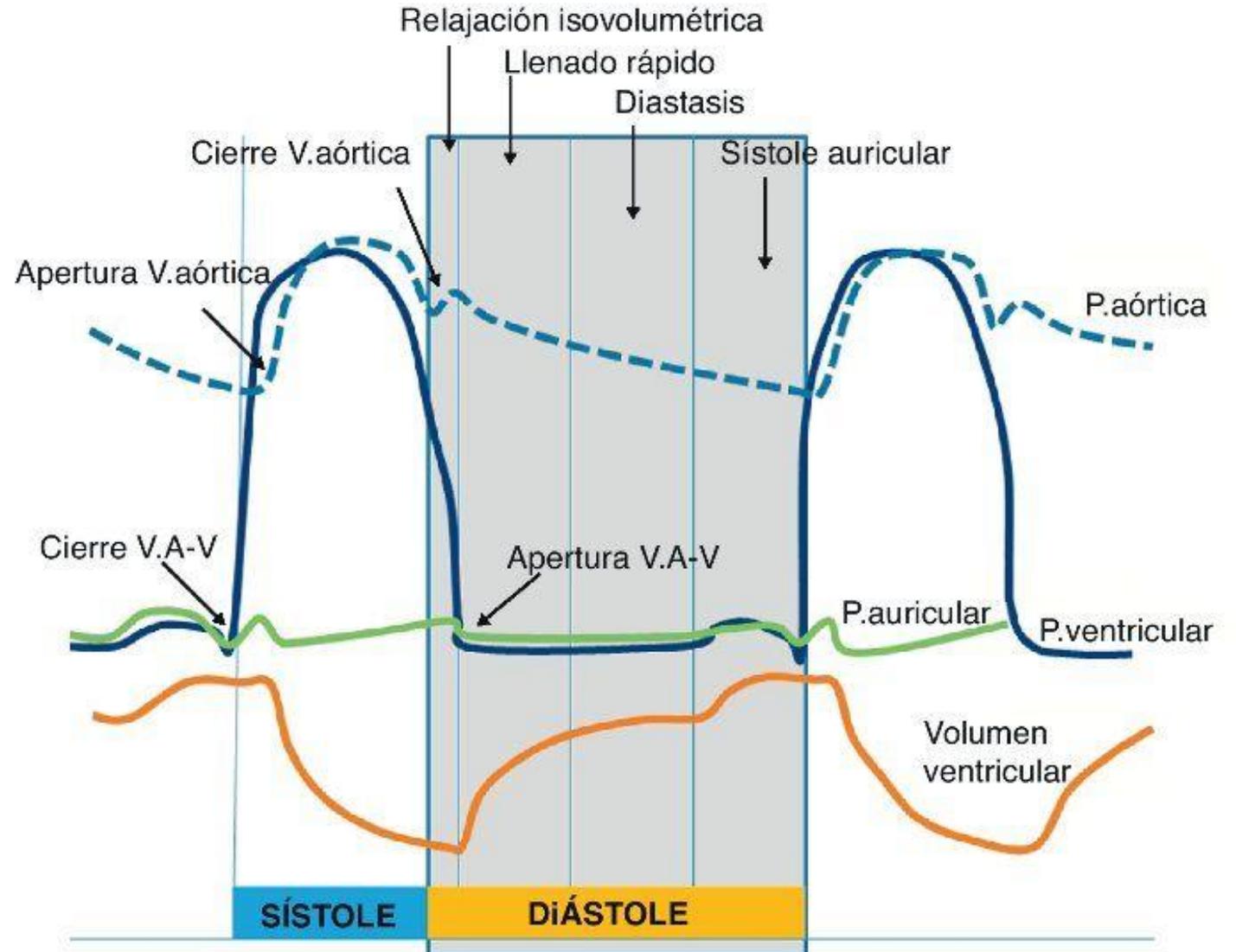


# Curva de Presión Aórtica

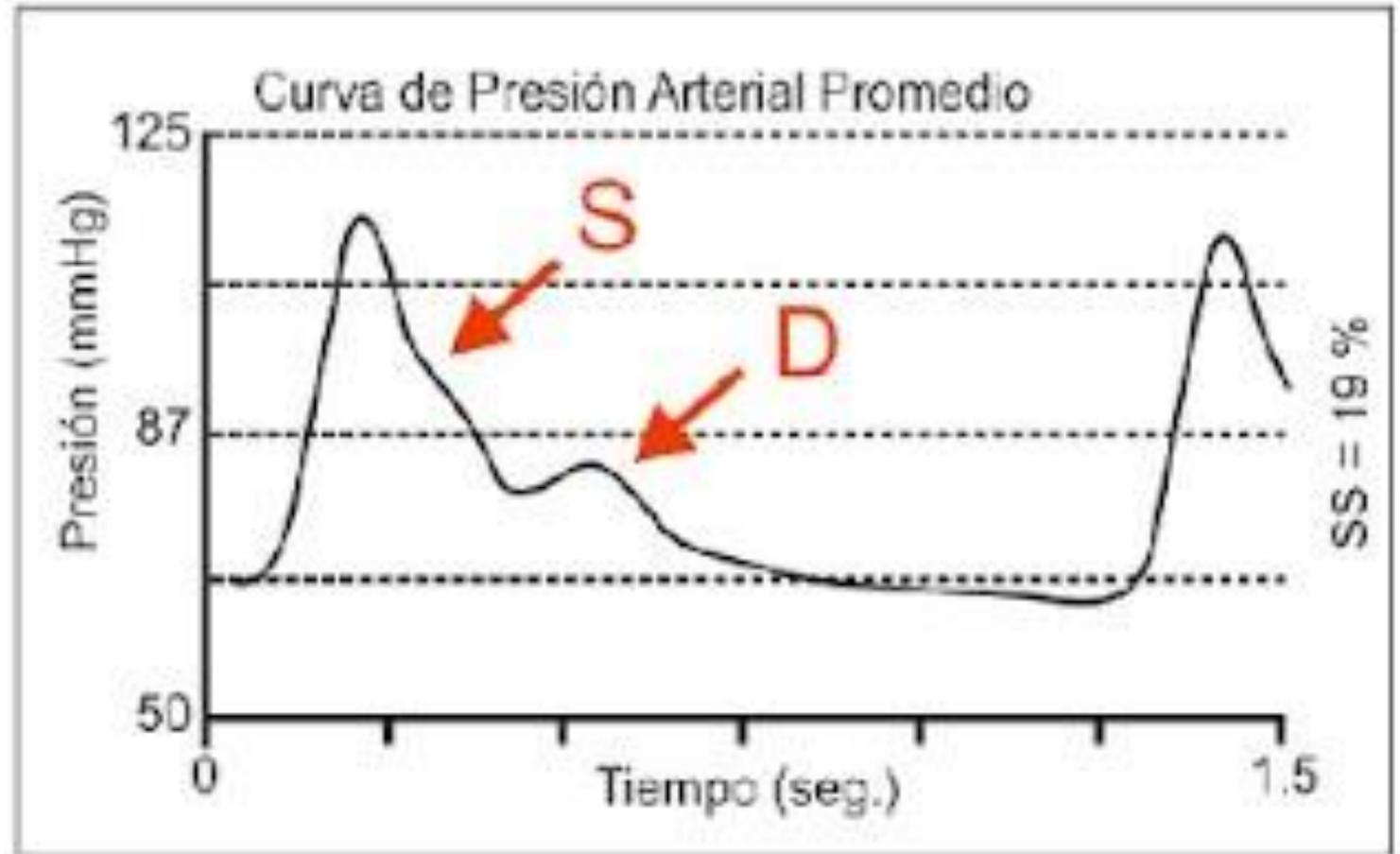
- La entrada de sangre en las arterias durante la sístole hace que sus paredes se distiendan y que la presión aumente hasta aproximadamente 120 mmHg.



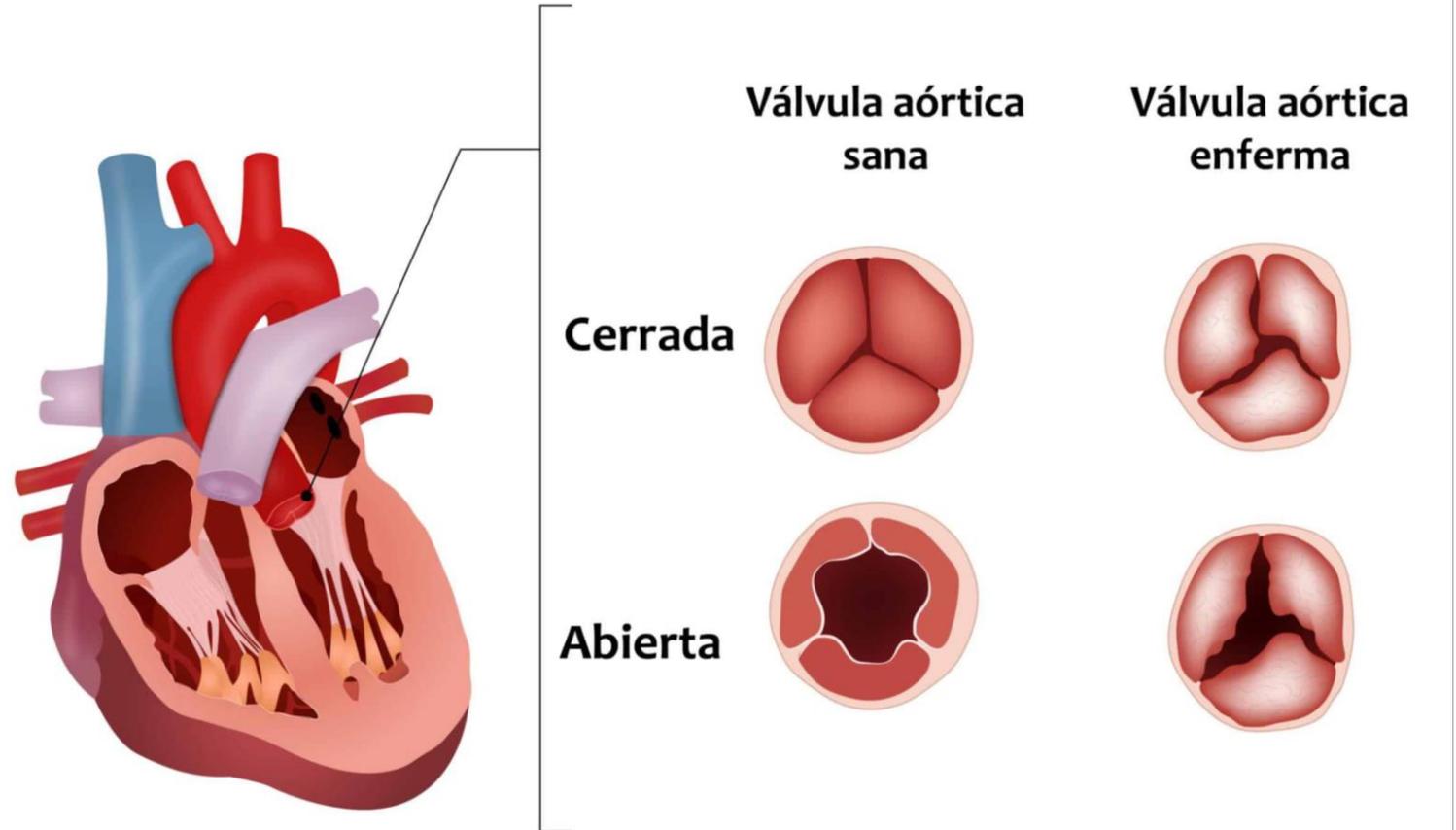
- Al final de la sístole, después de que el ventrículo izquierdo haya dejado de impulsar sangre y se haya cerrado la válvula aórtica, las paredes elásticas de las arterias mantienen una presión elevada en las arterias, incluso durante la diástole.



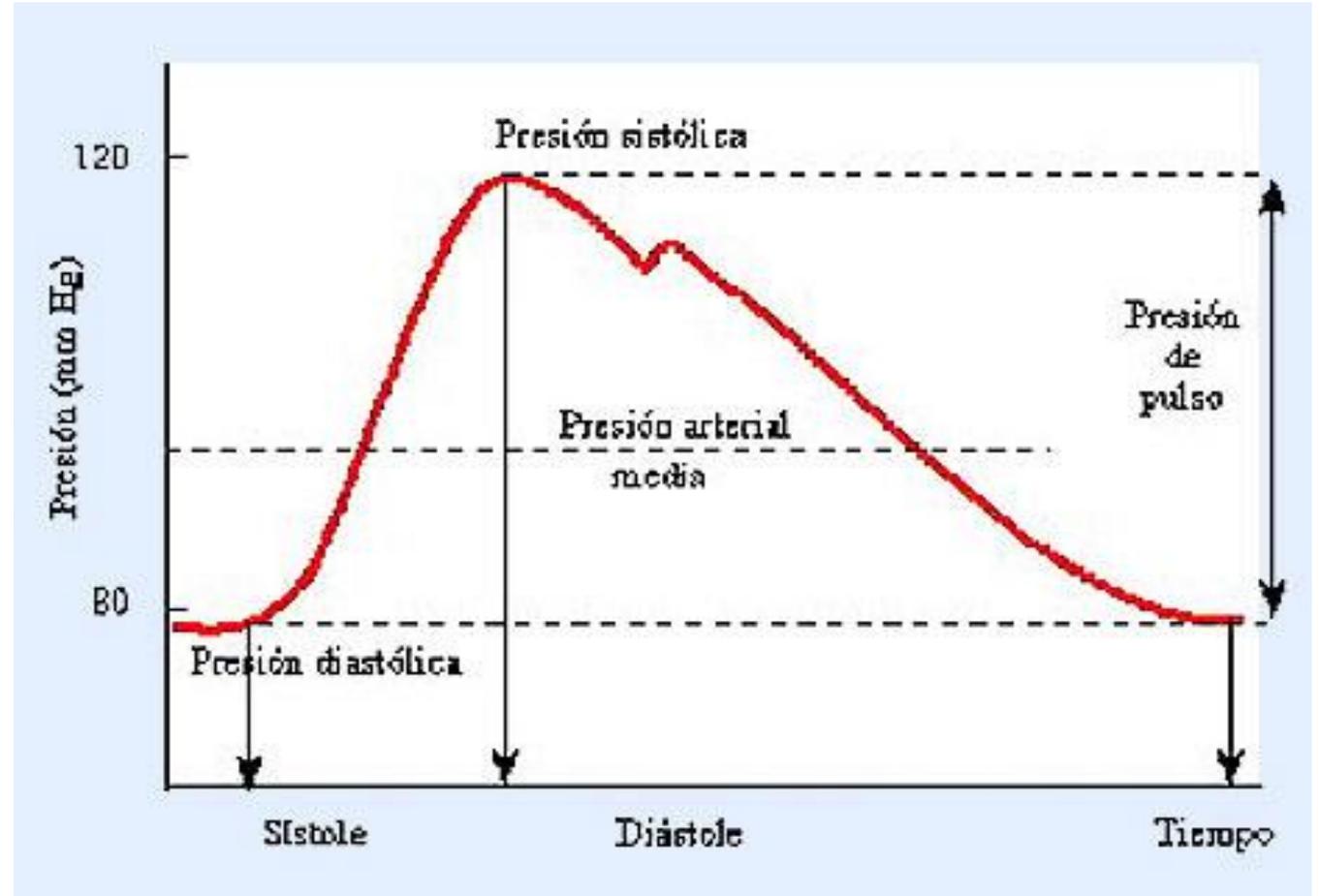
- Se produce una incisura en la curva de presión aórtica cuando se cierra la válvula aórtica;
- está producida por un corto período de flujo retrógrado de sangre inmediatamente antes del cierre de la válvula, seguido por la interrupción súbita del flujo retrógrado.



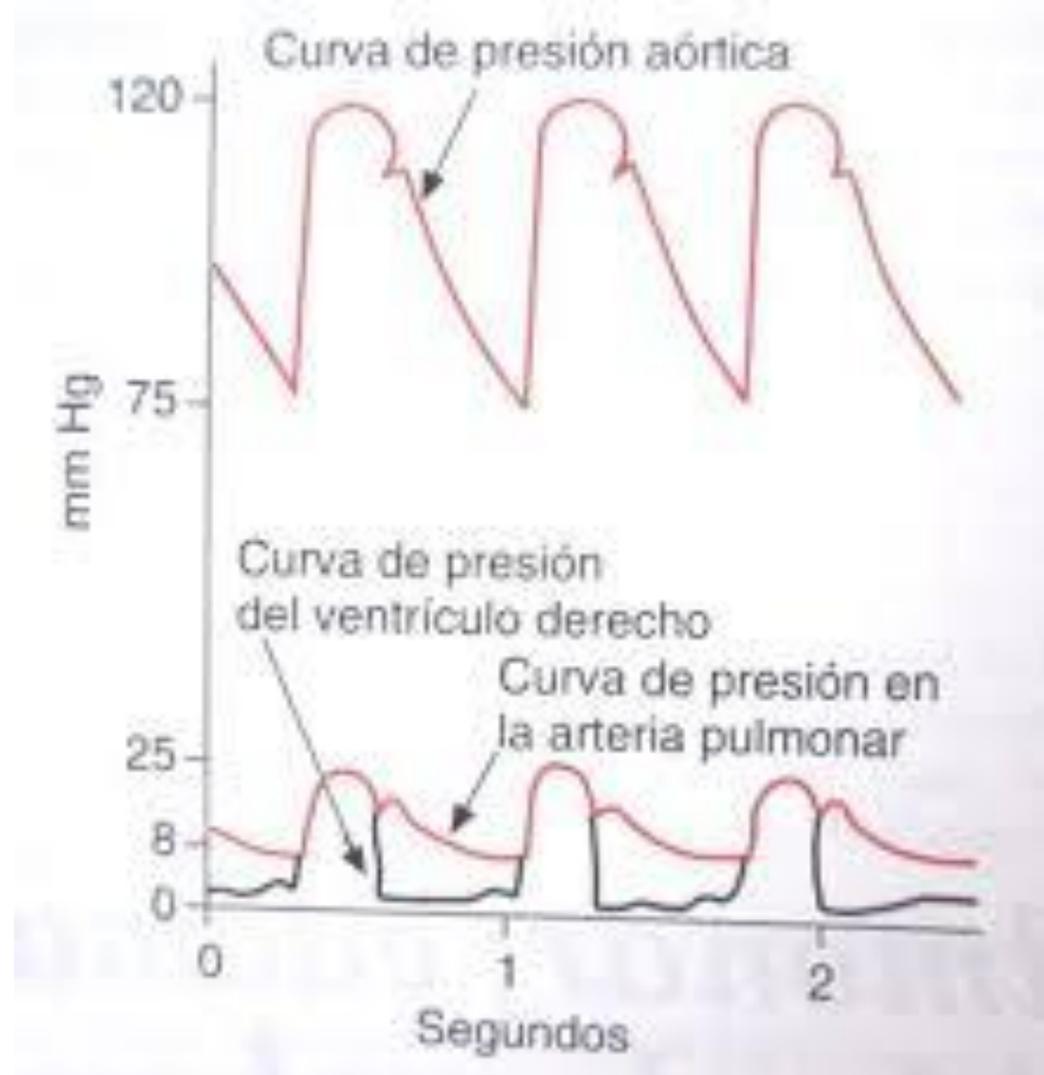
- Después de que se haya cerrado la válvula aórtica, la presión en el interior de la aorta disminuye lentamente durante toda la sístole porque la sangre que está almacenada en las arterias elásticas distendidas fluye continuamente a través de los vasos periféricos de nuevo hacia las venas.



- Antes de que se contraiga de nuevo el ventrículo, la presión aórtica habitualmente ha disminuido hasta aproximadamente 80 mmHg (presión diastólica), que es dos tercios de la presión máxima de 120 mmHg (presión sistólica) que se produce en la aorta durante la contracción ventricular.

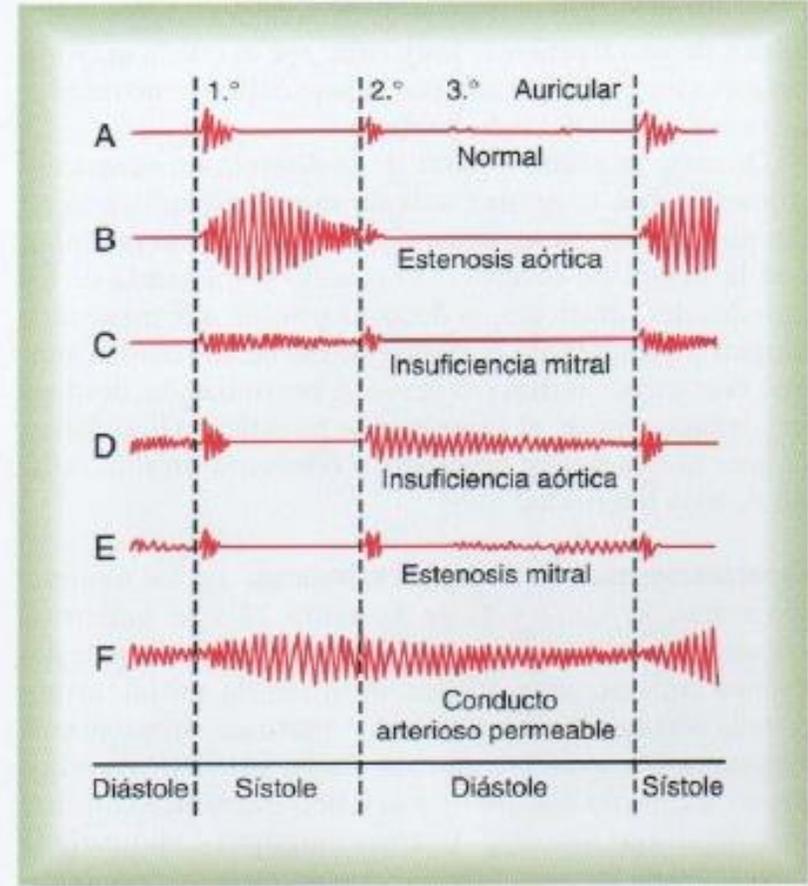


- Las curvas de presión del ventrículo derecho y de la arteria pulmonar son similares a las de la aorta, excepto que las presiones tienen una magnitud de solo aproximadamente  $1/6$ ,



- La auscultación continúa siendo el método tradicional y la primera herramienta básica que se aplica para la evaluación del estado funcional del corazón.
- Un Fonocardiograma (FCG) es un registro gráfico en forma de onda en el cual se puede observar los sonidos cardíacos obtenidos con un fonendoscopio.

- Fonocardiograma: la grabación de los tonos cardíacos en una registradora de alta velocidad.





- Gracias a el estetoscopio electrónico eKuore Pro, no sólo podemos escuchar el sonido de la auscultación, sino que se puede captar, registrar, medir y representar gráficamente la auscultación en lo que llamamos fonocardiograma.

# ¿Qué datos aporta el fonocardiograma?

- El fonocardiograma permite aportar datos sobre la temporización, la intensidad relativa, frecuencia, calidad, tono, timbre y localización precisa de los diferentes componentes del sonido cardíaco, de una forma objetiva y repetible. De ese modo el especialista puede identificar y analizar los ruidos que componen el sonido cardíaco de forma separada para realizar después una síntesis de las características que se han extraído.

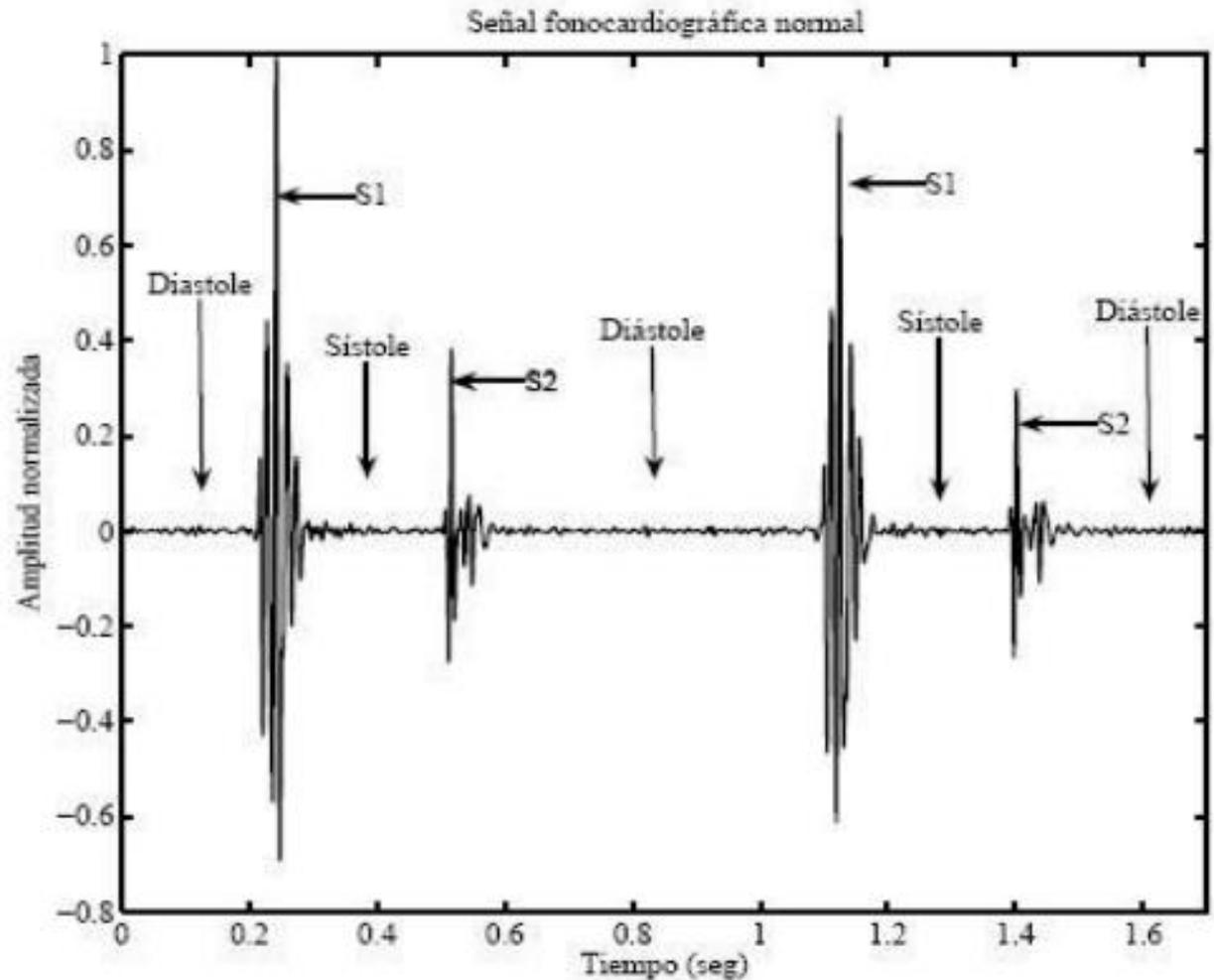
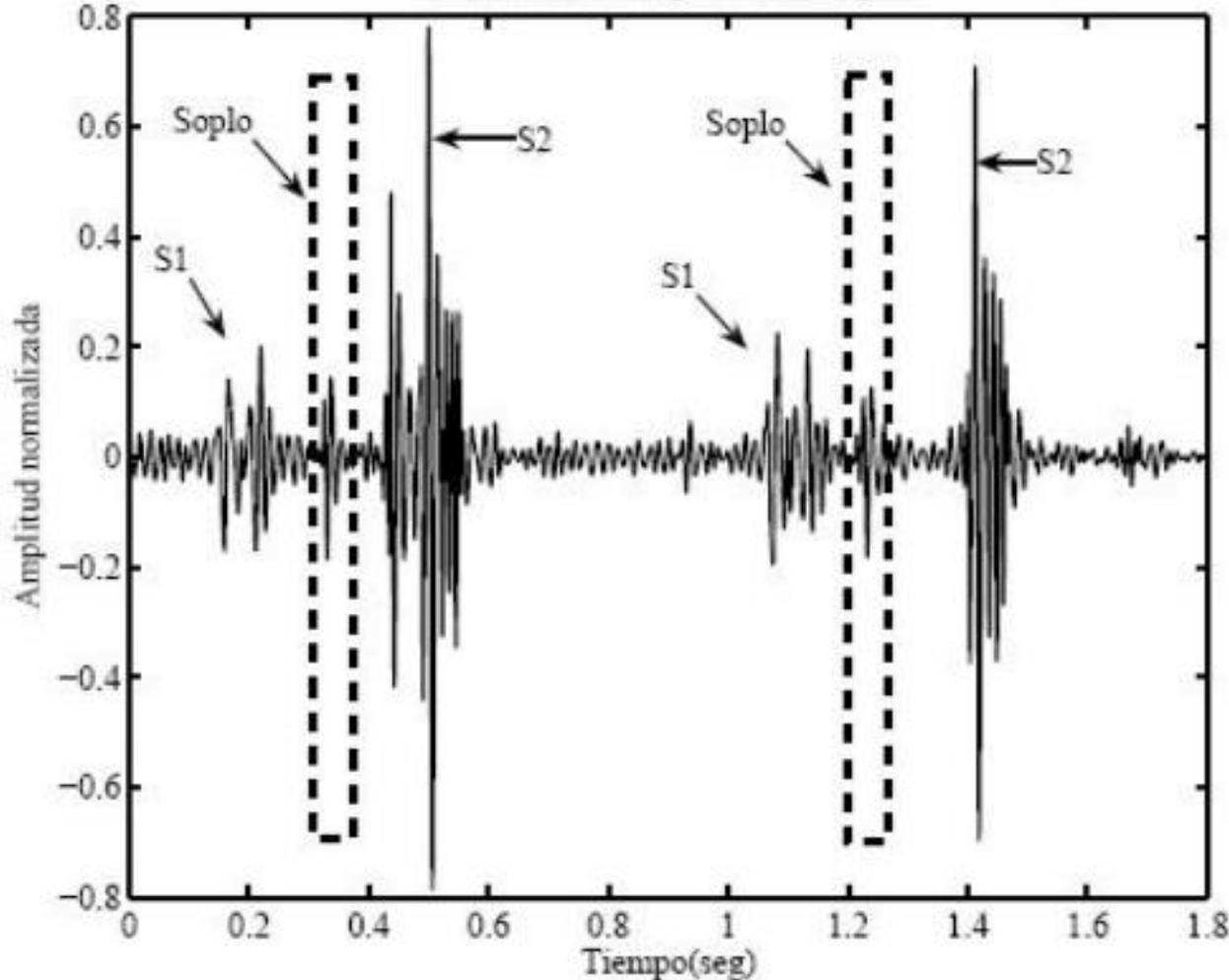


Figura 1. Señal FCG normal

# ¿QUÉ SEÑAL REGISTRA UN FCG?

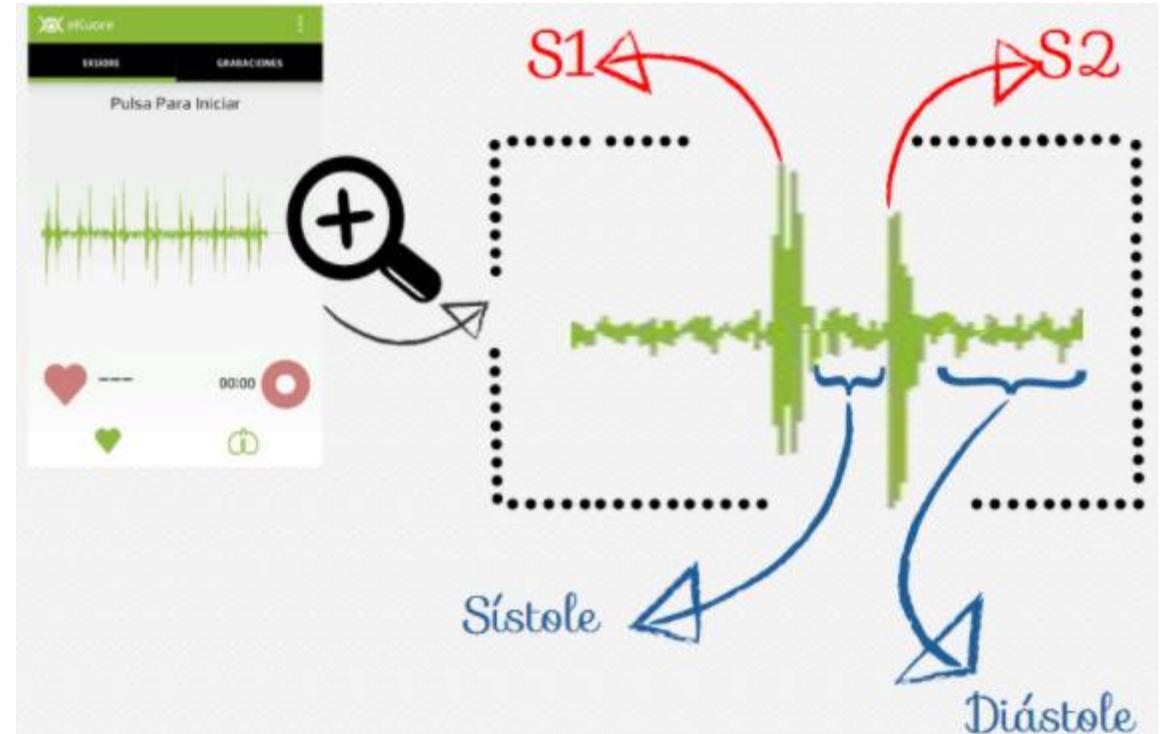
Señal fonocardiográfica con soplo

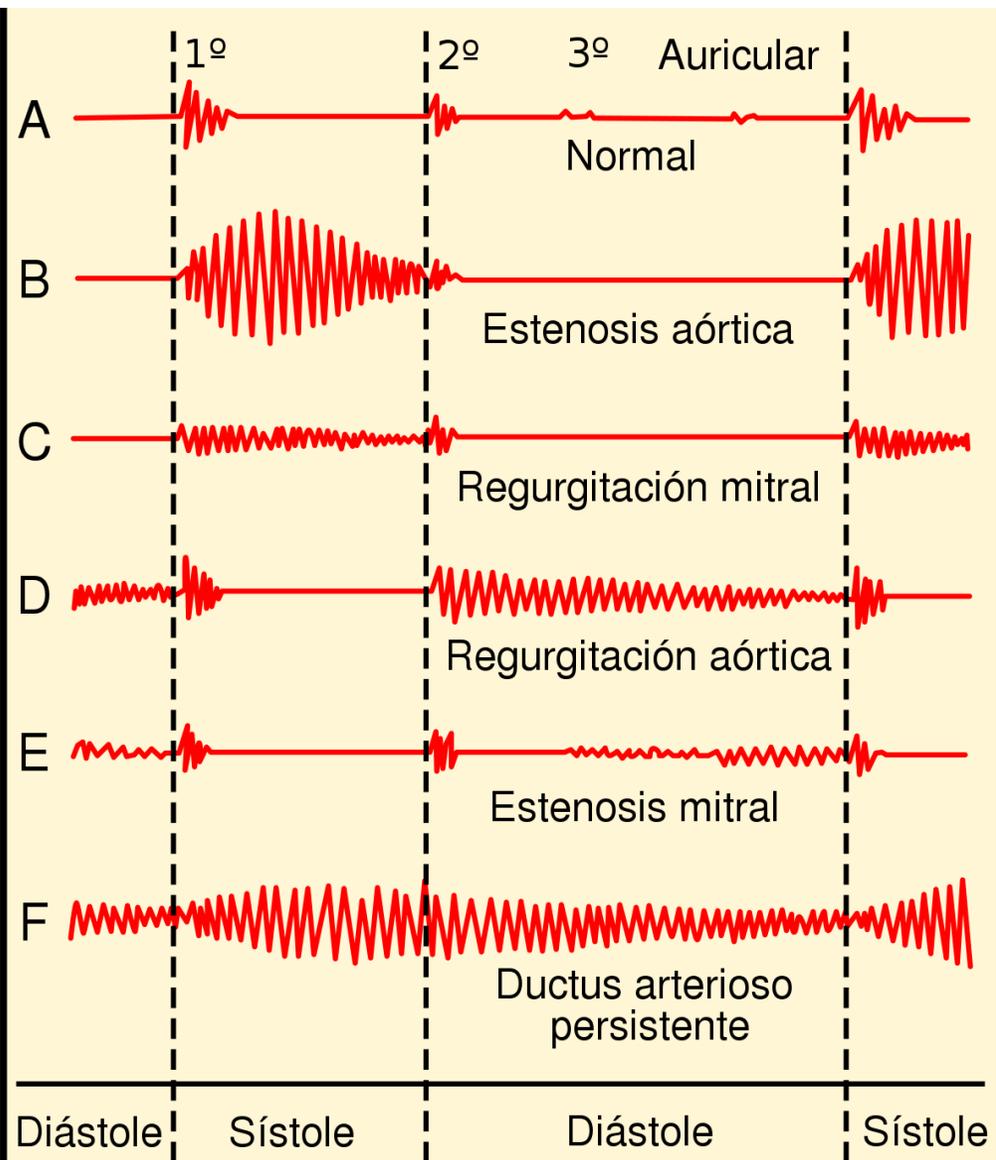


**Figura 2.** Señal FCG con evidencia de soplo cardíaco

- El sonido que se recoge en un FCG viene dado por la vibración que realiza el corazón durante su ciclo cardíaco. Esta vibración es la que produce la onda acústica que es propagada a través de la pared torácica.
- El ritmo cardíaco es el componente principal de la onda acústica, pero además cada parte del corazón mismo tiene una constitución particular con sus propias características biomecánicas: frecuencias naturales, elasticidad, amortiguamiento e impedancias mecánica y acústica

- En la auscultación del corazón normal descubrimos principalmente dos ruidos: el S1 (“dumb”), que es una vibración amplia que se debe al movimiento de la sangre durante la sístole ventricular, al cierre de las válvulas mitral y tricúspide y a la apertura posterior de las válvulas pulmonar y aórtica; y el S2 (“tub”) que se debe a la deceleración y flujo reverso de sangre en aorta y arteria pulmonar, por cierre de arteria aorta y pulmonar y apertura de tricúspide y mitral. Éste sonido es más breve y agudo, y coincide con el final de la onda T.





Fonocardiogramas de la normalidad y ruidos cardíacos anormales

- La separación sistólica de ambos ruidos es normalmente de unos dos tercios de su separación diastólica. Los ruidos cardíacos y soplos se deben a vibraciones producidas por aceleración o desaceleración de la sangre según diversas teorías.
- El instrumento utilizado clásicamente para captar los sonidos cardíacos es el estetoscopio o fonendoscopio, que tiene por objeto transmitir los sonidos cardíacos con la menor distorsión y pérdida de amplitud posible.