

FISIOLOGÍA CARDIOVASCULAR

01

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Función Sistólica:

Función Diastólica:

Curva presión-volumen:

Sistema Vascular

Variables del funcionamiento del sistema circulatorio

Acoplamiento Cardiovascular

El miocardio está formado por células musculares estriadas, las cuales contienen múltiples fibrillas paralelas. Cada fibrilla está compuesta por estruc-

turas que se repiten en serie, llamadas sarcómeros (que es la unidad de contracción muscular).

Sarcómero: Está compuesto por filamentos finos y gruesos

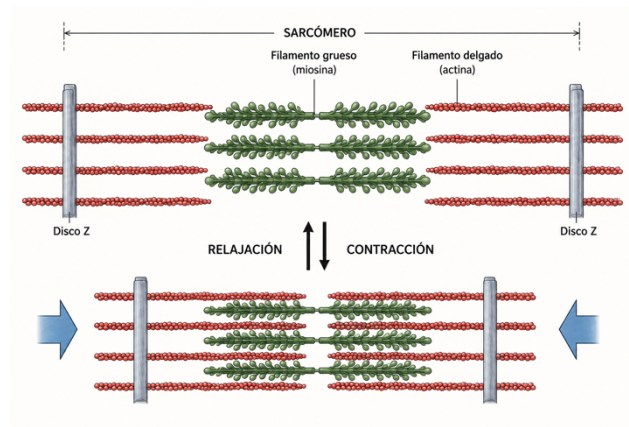


FIGURA 1.1

Finos:

- Actina
- Tropomiosina: Impide la interacción entre Actina-Miosina). Troponina: Su función es liberar a la tropomiosina de la Actina, dejando libre el espacio de unión entre Actina-Miosina, generando la contracción muscular.

Gruesos: Miosina

Función Sistólica: La función sistólica se refiere a la capacidad del corazón para impulsar o bombear la sangre hacia los lechos vasculares arteriales, para así satisfacer los requerimientos metabólicos periféricos y sin transmitir altas presiones de manera retrógrada (buena función de vaciado ventricular).

Fases de la sístole:

- **Contracción isovolumétrica:** Corresponde a la primera parte de la sístole ventricular, se produce una contracción de los ventrículos, pero sin generar vaciamientos, es decir, no hay cambios en el volumen, pero si en la presión del ventrículo.
- **Eyección:** Corresponde a la segunda parte de la sístole, cuando las presiones intraventriculares superan la presión de la arteria aorta (80 mmHg) y pulmonar (8 mmHg), de este modo las válvulas sigmoideas se abren permitiendo la salida de sangre desde los ventrículos hacia la arteria aorta y pulmonar.
- **Eyección rápida:** Vaciamiento del 70% ventricular (1/3 tiempo)
- **Eyección lenta:** Vaciamiento del 30% ventricular (2/3 tiempo)

Determinantes de la función sistólica (del gasto cardíaco):

- **Precarga:** Es la tensión que presenta el músculo cardíaco al final de diástole (justo antes del inicio de la contracción), descrita por Starling, donde existe una relación directa entre la longitud del sarcómero y la fuerza miocárdica.

Está determinada por:

1. Volumen final de diástole
2. Presión final de diástole
3. Grosor de la pared

Factores que afectan la precarga:

- Volemia
- Posición corporal
- Presión intratorácica
- Presión intrapericárdica
- Tono venoso
- **Poscarga:** Es la tensión que presenta el músculo cardíaco durante la eyección del ventrículo (impedancia arterial a la eyección). Los factores que afectan la poscarga son:

1. Tracto de salida
2. Distensibilidad arterial
3. Resistencia vascular sistémica

- **Inotropismo:** Directamente relacionado con la contractibilidad cardíaca, cuya eficiencia depende de las condiciones de carga y los niveles de calcio intracelular. Al despolarizarse la célula cardíaca entran pequeñas cantidades de calcio que gatilla la salida de calcio del retículo sarcoplásmico, el cual se une a la Troponina para desplazar a la tropomiosina, dejando libre el sitio de unión actina/miosina, generando la contracción. Todos los agentes con actividad inótropa positiva aumentan el calcio intracelular (lo contrario ocurre con inótropos negativos). No obstante, si dicha contractibilidad aumentada no se asocia con aumentos en la precarga, su efecto sobre el aumento del GC es modesto. Existen condiciones de alto GC (sepsis → volemización y vasoplejia → post carga nula, adrenérgica exacerbada) en donde la contractibilidad miocárdica es mala (hipoxia, acidosis metabólica, mediadores inflamatorios), sin embargo, se obtienen altos niveles de GC.

- **Frecuencia cardíaca:** La FC está controlada por múltiples sistemas, como el sistema de conducción cardíaca, sistema nervioso autónomo y central. A medida que aumenta la frecuencia cardíaca aumenta la contractibilidad debido a un aumento del calcio intracelular, ya que el retículo sarcoplásmico no alcanza a capturar todo el calcio que quedó en el citoplasma, sin embargo, si el aumento en la FC no se acompaña de aumento de la precarga, el ascenso neto del GC es modesto. Por otro lado, si la FC es muy alta, los tiempos de llenado diastólico son menores, por ende, una menor precarga y con ello disminución del GC.

Evaluación de la Función Sistólica: Los índices tradicionales son: Fracción de eyección (FE) y la velocidad máxima de aumento de la presión ventricular.

- **Fracción de eyección:** indicador de la función contráctil ventricular, se puede medir mediante

ecografía, ventriculografía, resonancia magnética y angiografía. Corresponde al cociente entre el volumen eyectado/volumen diastólico final.

Función Diastólica: La sístole provee fuerza a la sangre para circular, pero, el corazón solo puede bombear la cantidad de sangre que recibe, la cual esta determinada por las propiedades diastólicas del ventrículo. Además, la irrigación del miocardio ocurre durante la diástole.

Una función diastólica normal debe permitir que el ventrículo tenga llenado necesario para producir el debito cardiaco apropiado para las demandas corporales, con una presión venosa normal.

Fases de la diástole:

- **Relajación isovolumétrica:** Durante esta fase ocurre la remoción del calcio citoplasmático por el retículo sarcoplásmico, lo que genera la desunión actina miosina. Esta fase es dependiente de energía, por lo tanto, situaciones en donde esta inactivación sea lenta o incompleta (isquemia), se generan alteraciones diastólicas de relajación.
- **Llene rápido:** Ocurre inmediatamente después de la relajación isovolumétrica y normalmente representa el 80% del llenado auricular. Depende de la gradiente de presiones auriculoventriculares y de la indemnidad de las válvulas auriculoventriculares.
- **Diástasis:** Ocurre cuando la presión ventricular iguala a la presión auricular, estado donde no se genera flujo de sangre.

- **Contracción auricular:** Posterior a la diástasis ocurre la contracción auricular, se eleva nuevamente la presión auricular permitiendo el flujo de la aurícula al ventrículo. Representa aproximadamente el 20% del llenado ventricular.

Determinantes de la diástole:

- **Relajación miocárdica:** Para que la relajación ocurra es necesaria la recaptura del calcio por el retículo sarcoplásmico, proceso que requiere energía, estimándose que representa el 15% del total del consumo energético del miocardio.
- **Características pasivas ventriculares:** La presión diastólica esta determinada por la relación pasiva de presión-volumen, usualmente llamada: Distensibilidad o Compliance. El miocardio es un tejido complaciente, es decir, permite los cambios de volumen a una baja presión, de lo contrario, si el miocardio se torna rígido no permitiría con facilidad los cambios de volumen a bajas presiones, sino que a muy alta presión intracavitaria (como ocurre en: Miocardiopatía hipertrófica, HTA, fase inicial de isquemia).

Curva presión-volumen: Las variables que determinan las características de los procesos de contracción/relajación son las denominadas condiciones de carga. En el caso de las fibras musculares, precarga es la tensión de la fibra inmediatamente antes de la contracción, en contraste, la poscarga es la tensión de la fibra inmediatamente antes de la relajación. Una forma conveniente de estudiar dichas condiciones es a través del análisis de la curva presión-volumen ventricular.

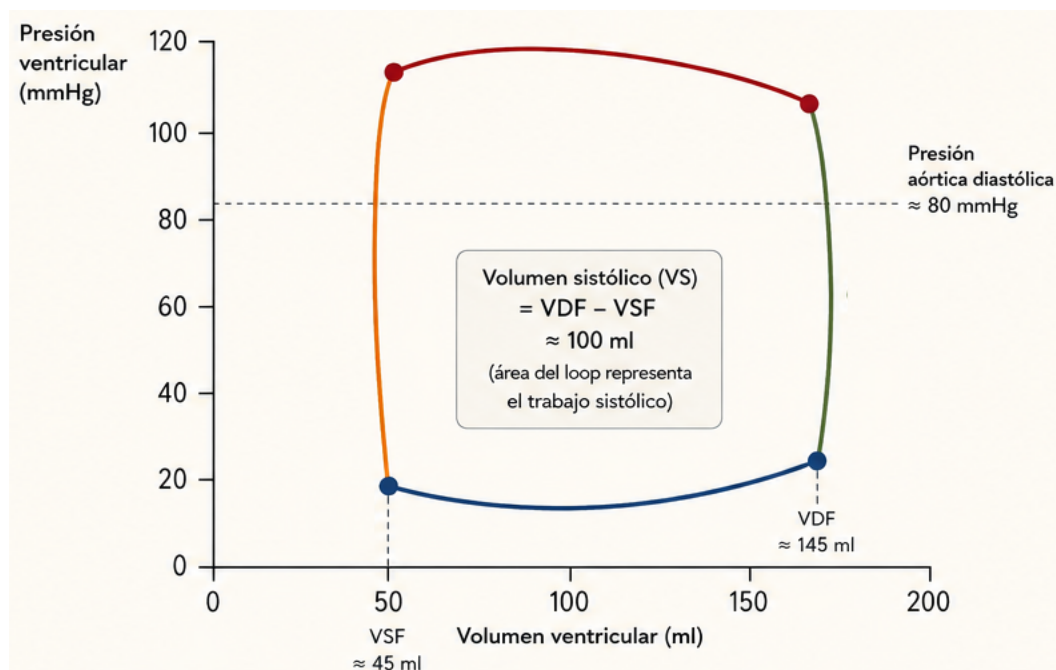


FIGURA 1.2

Descripción de la curva:

- **Llene ventricular:** Comienza a un volumen ventricular de unos 45 ml y a una presión diastólica próxima de 20 mmHg. Dicho volumen es el Volumen sistólico final o Telesistólico (VSF). A medida que la sangre venosa fluye al ventrículo desde la aurícula, el volumen incrementa hasta 145 ml, denominado Volumen Telediastólico (VDF), sin generar un cambio en la presión intraventricular (**curva azul**).
- **Contracción isovolumétrica:** Durante la contracción isovolumétrica el volumen ventricular no cambia, debido a que todas las válvulas están cerradas. Sin embargo, la presión intraventricular se eleva hasta igualar la presión de la aorta a 80 mmHg (**curva verde**).
- **Eyección:** Durante la eyección la presión sistólica se eleva todavía más debido a que el corazón sigue contrayéndose (**curva roja**).
- **Relajación isovolumétrica:** Al final del periodo de expulsión, la válvula aortica se cierra, ya que la presión aórtica es mayor que la ventricular. Se genera una relajación con válvulas cerradas, por lo que el volumen que se encuentra dentro del

ventrículo no varía (45 ml), disminuyendo la presión ventricular hasta lograr su mínimo de presión durante el ciclo (**curva naranja**).

Sistema Vascular

El sistema circulatorio tiene la función de optimizar el trabajo miocárdico, distribuyendo el volumen sanguíneo para cumplir las necesidades metabólicas de los tejidos periféricos.

La circulación consta de 2 circuitos en serie, con características propias, denominadas circulación sistémica y circulación pulmonar.

A su vez, los componentes de estos circuitos que permiten el transporte sanguíneo son:

- **Arterias mayores:** Distribuyen el volumen latido a alta presión hacia los diversos territorios. Su elasticidad es un factor determinante en las características del flujo periférico y de las curvas de presión arterial.
- **Arteriolas:** Son el principal factor en la distribución del gasto cardíaco. Tienen una pared muscular potente capaz de interrumpir el flujo o