

Función Cardiovascular y Ciclo Cardíaco

Sistema Cardiovascular

El aparato cardiovascular, compuesto por el corazón y su sistema de distribución, se encarga básicamente de hacer llegar el O_2 a los tejidos. La sangre, como cualquier otro líquido, sólo se mueve por diferencias de presión. Esta se origina en el corazón debido a su función de bomba.

Características del Sistema Cardiovascular

- Es un circuito cerrado.
- Formado por un circuito mayor o gran circuito y un circuito menor o pulmonar.
- La función más importante es el transporte de materias y energía desde y hacia las células, tales como, O_2 , CO_2 , hormonas, vitaminas, glucosa, proteínas, aminoácidos, urea, etc.

Características del Sistema Cardiovascular

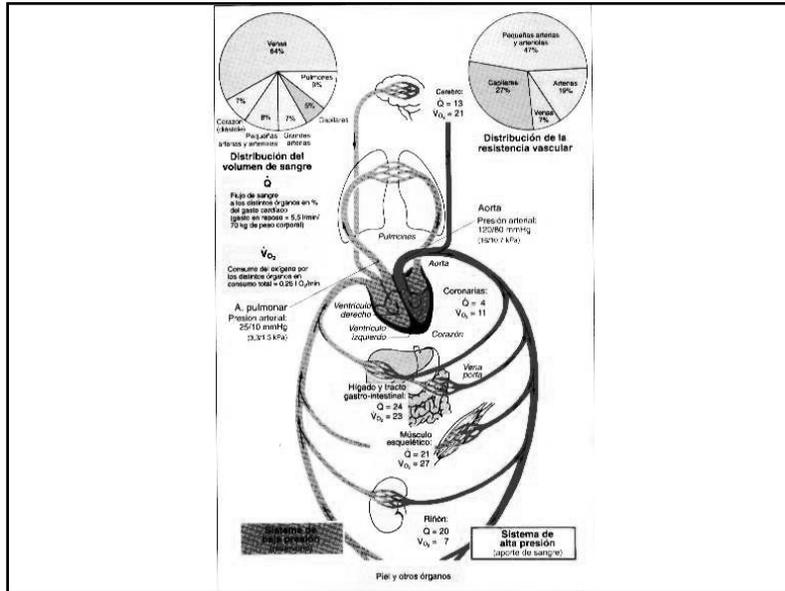
- Está en una relación muy estrecha con los otros sistemas.
- Aporta el flujo adecuado de sangre a los diferentes órganos según sus necesidades.

¿Cuánto es el flujo adecuado?

Gasto cardíaco:

Es el volumen de sangre que sale del corazón en la unidad de tiempo.

En un adulto promedio (70 Kg. de peso y 1.70 m. de estatura) es de 5.5 l/min.



Distribución del Flujo en los Diferentes Órganos

Gasto cardíaco en reposo:

- Cerebro: 13% (consume 21% de O₂)
- Coronarias: 4% (consume 11% de O₂)
- Hígado y tracto gastrointestinal: 24% (consume 23% de O₂)
- Músculo esquelético: 21% (consume 27% de O₂)
- Riñones: 20% (consume 7% de O₂)
- Piel y otros órganos: 18% (consume 11% de O₂)

Gasto cardíaco en ejercicio:

- Músculos esqueléticos reciben: 80% del GC
- No varía el flujo sanguíneo en el cerebro
- Aumenta el flujo sanguíneo en el músculo cardíaco
- Disminuye el flujo sanguíneo en riñones y vísceras
- Aumenta el flujo sanguíneo en la piel, para disipar temperatura.

Consumo de O₂ y Trabajo Realizado

- Al aumentar el consumo de O₂ en los tejidos, necesitamos aumentar el gasto cardíaco.
- El consumo de O₂ en reposo es de 250 ml/min.
- Durante el trabajo, el consumo de O₂ puede aumentar a 4 l/min., es decir aumenta 16 veces.
- El gasto cardíaco en reposo es de 5.5 l/min.
- El gasto cardíaco durante el ejercicio puede alcanzar a 25 l/min., es decir, aumenta 5 a 6 veces.

¿Cómo se organizan estos cambios?

- Aumentando globalmente el flujo sanguíneo, gracias al aumento del gasto cardíaco.
- Distribución heterogénea del flujo sanguíneo, con un aumento del flujo en los órganos que tienen una gran actividad metabólica, como los músculos esqueléticos; no cambia el flujo cerebral y disminuye el flujo en órganos con bajas necesidades metabólicas, como las vísceras.

Gasto Cardíaco o Volumen Minuto:

Depende directamente de la Frecuencia Cardíaca y del Volumen Expulsivo.

$$GC = FC \times VE$$

$$GC = 70 \text{ latidos/min} \times 80 \text{ ml}$$

$$GC = 5600 \text{ ml/min}$$

$$GC = 5,6 \text{ l/min}$$

¿Cómo podemos aumentar el gasto cardíaco?

- Aumentando la frecuencia cardíaca, es decir, aumentando el nº de contracciones por minuto.
- Aumentando el volumen expulsivo, es decir, aumentando la cantidad de sangre expulsada por el corazón en cada sístole.

Factores que determinan el flujo sanguíneo y el gasto cardíaco:

Diferencia de presión: (Pi - Pf)

Resistencia ofrecida por el circuito: R

$$Q^o = \frac{P_i - P_f}{R}$$

$$GC = \frac{P_{ao} - P_{ad}}{RPT}$$

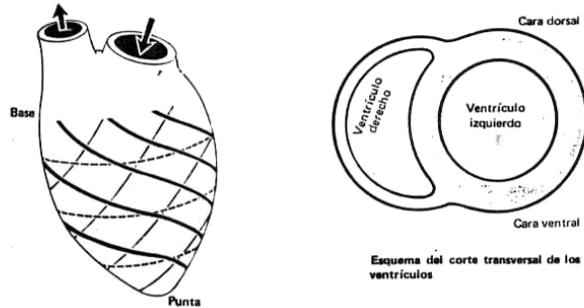
Resistencias Vasculares y Distribución del Flujo

La resistencia depende del diámetro vascular, a menor diámetro, mayor resistencia.

- En territorios donde el flujo se mantiene constante, la resistencia no cambia.
- En territorios donde aumenta el flujo, disminuye la resistencia, porque aumenta el diámetro vascular.
- En territorios donde disminuye el flujo, aumenta la resistencia, porque disminuye el diámetro vascular.

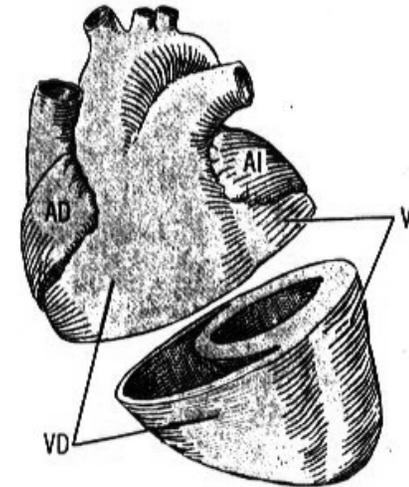
DISPOSICION DE LAS FIBRAS MIOCARDICAS VENTRICULARES

- Fibras externas
- - - Fibras medias
- Fibras internas

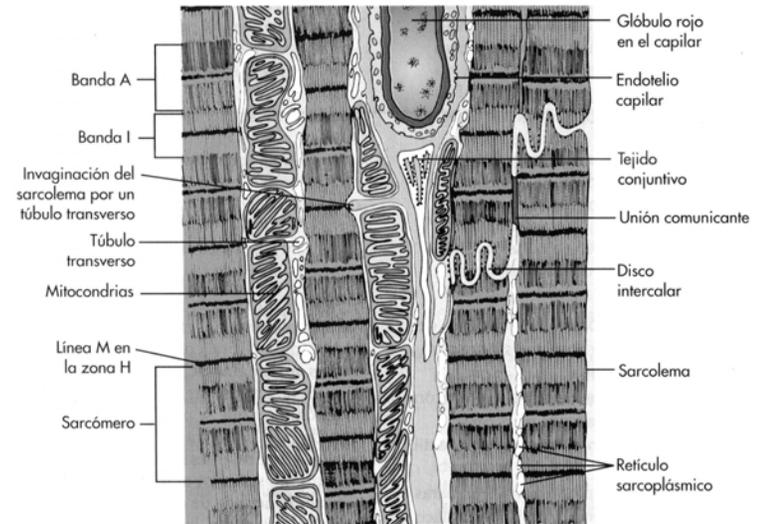
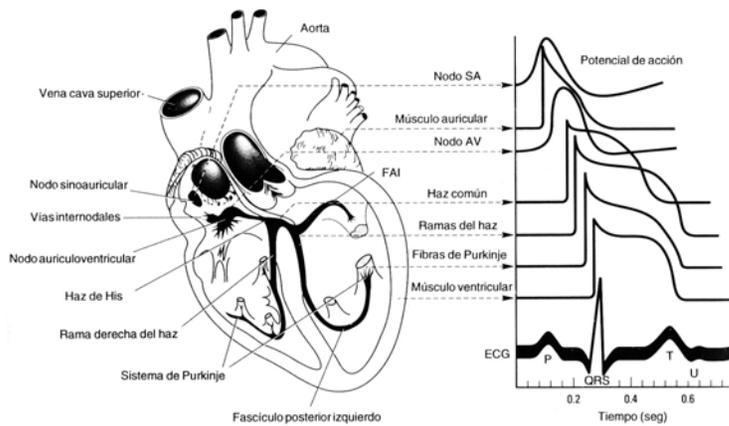


Esquema de la disposición helicoidal de las fibras del ventrículo izquierdo

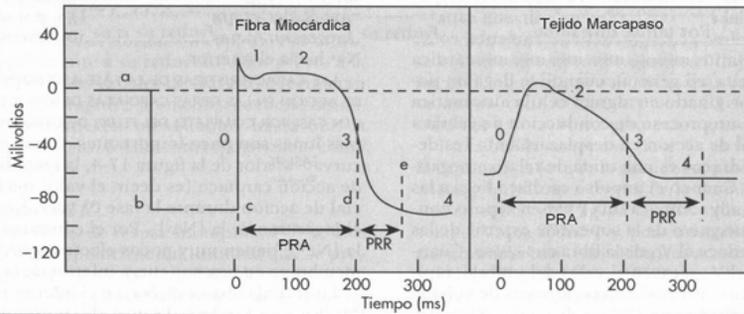
Esquema del corte transversal de los ventriculos



Relación anatómica del ventrículo derecho con el izquierdo mostrando la forma globular del izquierdo y la forma semilunar del derecho cuando rodea al izquierdo.



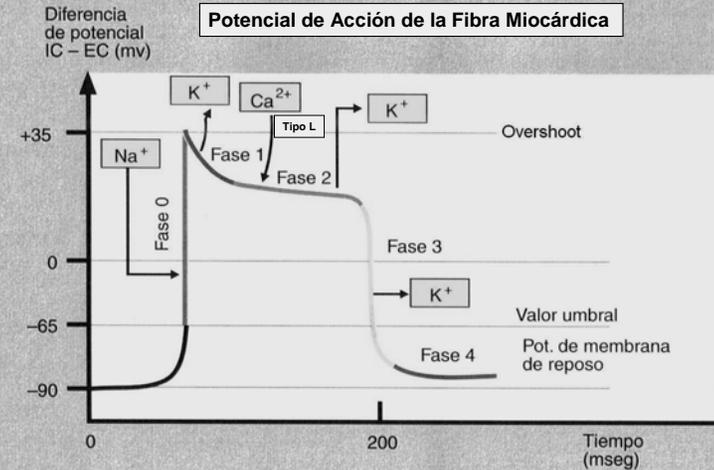
Potenciales de Acción



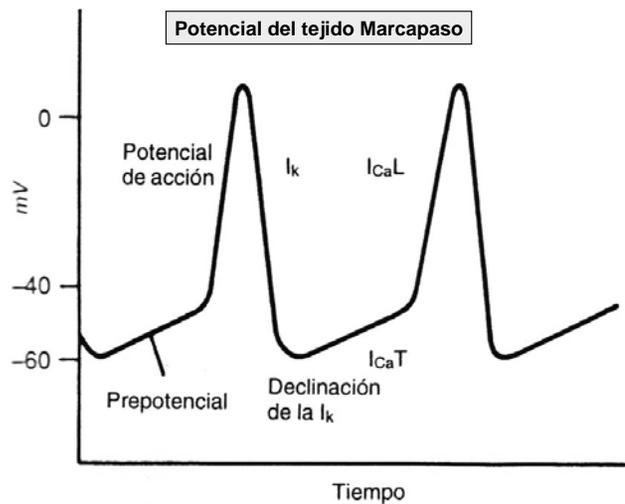
Se encuentran en las fibras miocárdicas de las aurículas y ventrículos, además, en las fibras de Purkinje.

Se encuentran en el Nódulo Senoauricular y en el Nódulo Auriculoventricular.

Potencial de Acción de la Fibra Miocárdica



Potencial del tejido Marcapaso

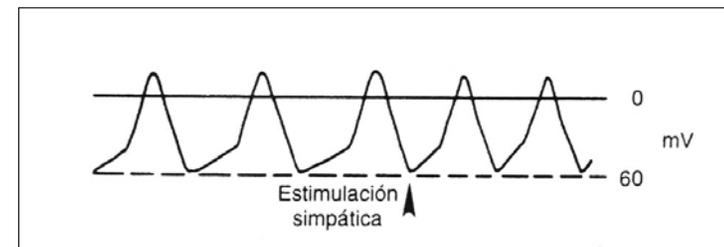


Células Automáticas

Sistema nervioso simpático: NEp

Receptores beta1:

Aumentan la pendiente del prepotencial; el aumento de AMPc, activa canales catiónicos (aumentan las corrientes de entrada I_f y de I_{Ca}).



Células Automáticas

Sistema nervioso parasimpático: Ach

Receptores muscarínicos M2

□ A concentraciones fisiológicas:

Activa proteína G_i , disminuye el AMPc y disminuye la pendiente del prepotencial (activando canales específicos de K^+ dependientes de Ach).

□ A alta concentración:

Aumenta la g_k (conductancia al K^+), se abren otros canales de K^+ , la célula llega a un Potencial Diastólico Máximo más negativo (hiperpolarización).

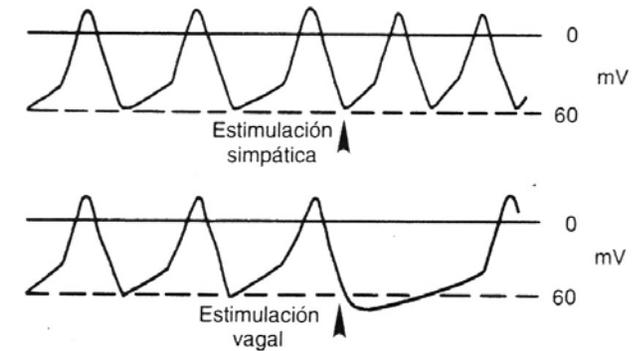


Figura 28-3. Efecto de la estimulación simpática (noradrenérgica) y vagal (colinérgica) sobre el potencial de membrana del nodo SA.

Ciclo Cardíaco

- Se entiende por ciclo cardíaco, a la serie de eventos eléctricos y mecánicos que ocurren durante una sístole y una diástole cardíacas sucesivas.
- En un adulto joven de 70 Kg de peso, 1.70 m de estatura y una frecuencia cardíaca de 70 latidos/min, la duración del ciclo en reposo es de 0.8 segundos.
- Duración de la Sístole: 1/3 (0.27 seg)
- Duración de la Diástole: 2/3 (0.54 seg)

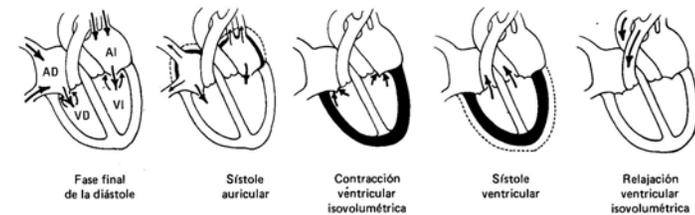
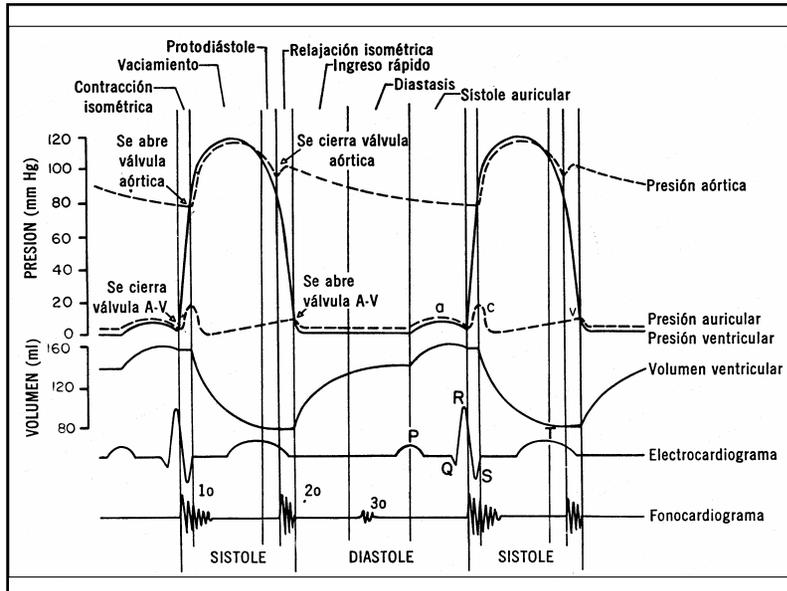


Fig. 29-1. Flujo sanguíneo en el corazón y en los grandes vasos durante el ciclo cardíaco. Las porciones del corazón que se contraen en cada fase están indicadas en negro. AD y AI, aurícula derecha e izquierda; VD y VI, ventrículo derecho e izquierdo, respectivamente.

Las válvulas cardíacas, aurículo-ventriculares (mitral y tricúspide) y las sigmoideas (aórtica y pulmonar), se abren exclusivamente en respuesta a cambios en las presiones de las cavidades que comunican, además, permiten direccionar el flujo sanguíneo impidiendo así el reflujo de sangre.

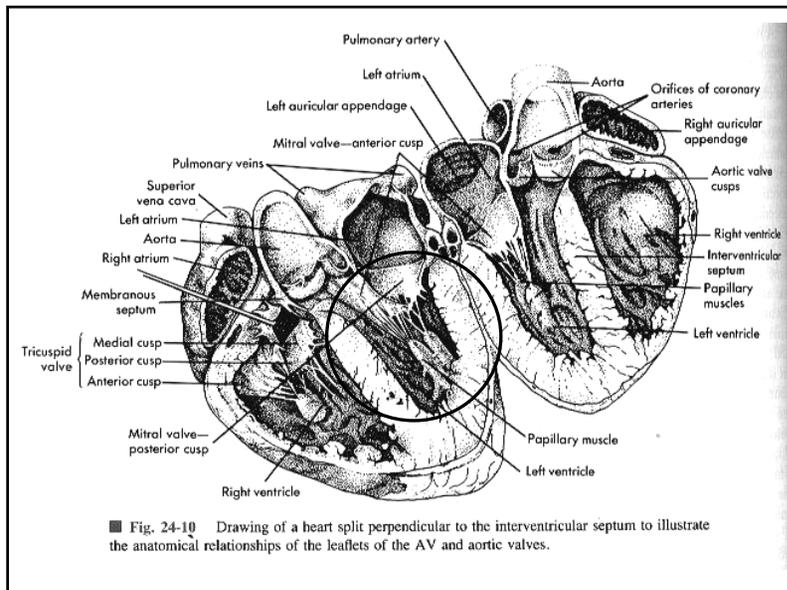


Subfases del Período de Sístole

Contracción isovolumétrica o isométrica:

Las válvulas cardíacas están cerradas, El ventrículo está con su volumen máximo de llenado (140 a 160 ml), o volumen diastólico final (VDF).

La presión intraventricular va aumentando rápidamente y la presión auricular aumenta generando la onda c.



Subfases del Período de Sístole

Expulsión rápida:

Las válvulas sigmoideas se abren cuando la presión del ventrículo sobrepasa la presión mínima de la arteria aorta (P. Diastólica, +/- 80 mmHg), la presión intraventricular sigue aumentando hasta llegar al máximo (+/- 120 mmHg) y le entrega a la arteria el volumen expulsivo (70 a 80 ml) y esto hace crecer la presión dentro de la arteria.

Subfases del Período de Sístole

Expulsión lenta:

Las válvulas sigmoideas permanecen abiertas, el volumen ventricular disminuye levemente y la presión ventricular comienza a disminuir. La presión dentro de las arterias comienza a disminuir levemente.

Subfases del Período de Diástole

Protodiástole:

Las válvulas sigmoideas permanecen abiertas al igual que en las subfases anteriores, dura un muy breve tiempo y se observa que cae levemente la presión intraventricular y aórtica.

Subfases del Período de Diástole

Relajación isovolumétrica o isométrica:

Las válvulas sigmoideas aórtica y pulmonar se cierran, la presión intraventricular disminuye a 0 mmHg y el volumen intraventricular es el mínimo o volumen residual (70 – 80 ml).

Subfases del Período de Diástole

Llene rápido:

Las válvulas sigmoideas permanecen cerradas. La presión auricular ha ido aumentando lentamente por el ingreso de sangre a la aurícula, generando la onda v, luego, se abren las válvulas aurículo-ventriculares, y se vacía alrededor de un 70% del volumen diastólico final. La presión intraventricular es mínima.

Subfases del Período de Diástole

Llene lento o Diastasis:

Las válvulas cardíacas están igual que en el período anterior (cerradas las sigmoideas y abiertas las auriculoventriculares), se vacía alrededor de un 5% del volumen diastólico final . La presión intraventricular es mínima.

Subfases del Período de Diástole

Sístole auricular:

Las válvulas cardíacas siguen igual, la presión intraventricular es mínima y la presión auricular aumenta generándose la onda a, se vacía el 25% restante de sangre, quedando los ventrículos con el volumen máximo o volumen diastólico final (VDF 140 – 180 ml).

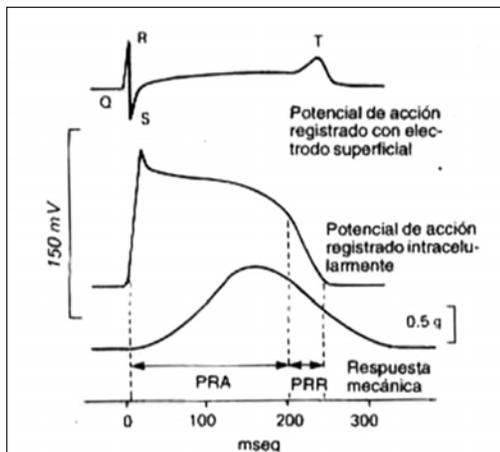


Figura 3-13. Potenciales de acción y respuesta contráctil de una fibra de músculo cardíaco de mamífero trazados sobre el mismo eje de tiempo. PRA, período refractario absoluto; PRR, período refractario relativo.

Resumen de las Etapas Básicas del Ciclo Cardíaco

Periodo de sístole

Subfases:

- Contracción isovolumétrica
- Expulsión rápida
- Expulsión lenta

Periodo de diástole

Subfases:

- Protodiástole
- Relajación isovolumétrica
- Llene rápido: 70% de VDF
- Llene lento: 5% de VDF
- Sístole auricular: 25% de VDF

Variaciones del Volumen Ventricular

- Volumen diastólico final: 140 a 160 ml (VDF)
- Volumen expulsivo: 70 a 80 ml (VE)
- Volumen residual: 70 a 80 ml (VR)

Ciclo Cardíaco y Variaciones de Presión

Auricular:

- ❖ Ondas: v, a y c

Arterial:

- ❖ Presión diastólica o mínima: 80 mmHg
- ❖ Presión sistólica o máxima: 120 mmHg

Ventricular

- ❖ de 0 mmHg a más de 120 mmHg.

Circuito Menor o Pulmonar

