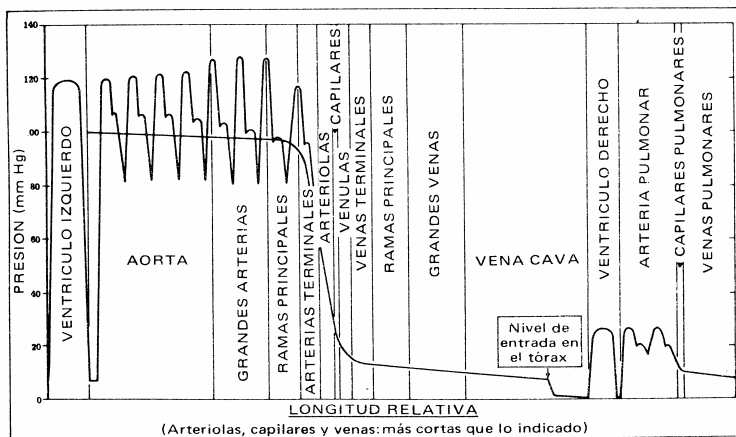


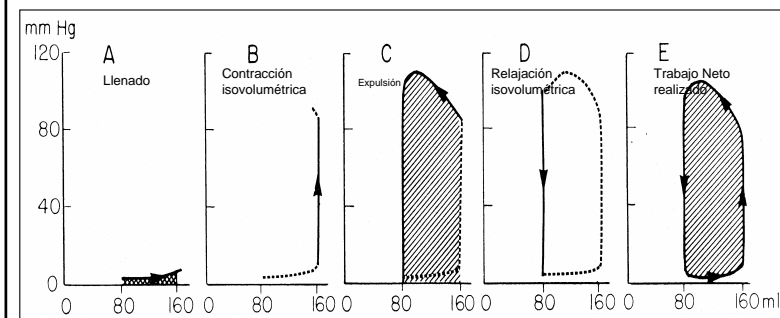
Función Ventricular

El corazón muestra un amplio margen de actividades y capacidades funcionales, lo que le permite desarrollar una asombrosa cantidad de trabajo a lo largo de toda la vida de un individuo. Puede actuar independientemente de estímulos extra-cardíacos (transplantes), pero su funcionamiento se encuentra sometido a la acción de factores humorales y nerviosos.

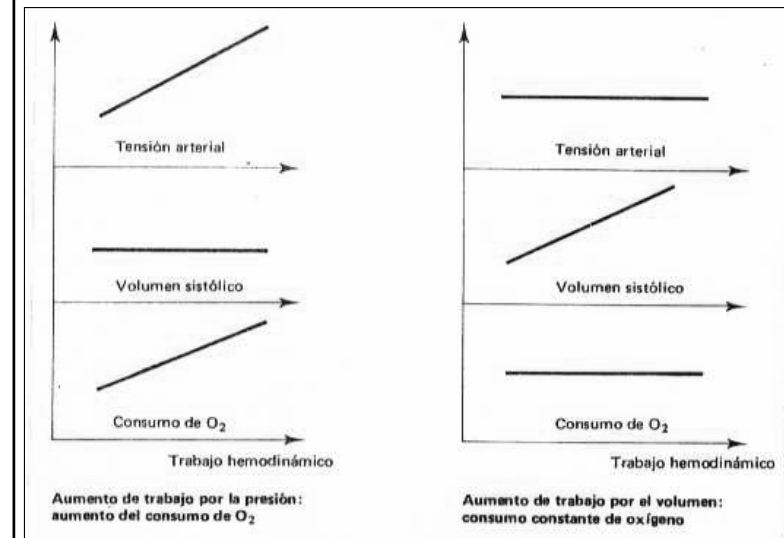
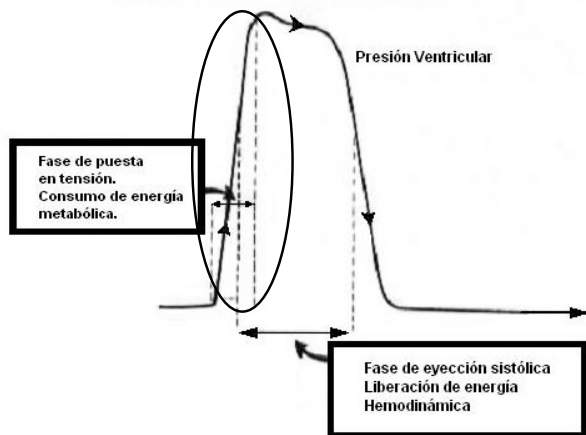
Presiones en el Circuito Mayor y Menor.



Trabajo realizado en el VI



Distinción entre Fases de Consumo y de Liberación de Energía



Relación Presión - Tensión

- > **Ventrículo izquierdo:**
 - Paredes Infinitamente Delgadas
 - Esférico
- > Según Laplace: $T = \frac{P \times r}{2e}$ (Esfera)

Factores de Tensión:

- > **Gradiente de Presión entre:**
Interior del ventrículo izquierdo y la presión interna del pericardio. Ej: P_i debe ser mayor que la presión de la aorta para expulsar la sangre (abrir la válvula sigmoídea)
- > **Radio Ventricular:**
A mayor radio ventricular, mayor será la tensión de la pared para una misma presión para expulsar sangre.
Ej: ventrículo dilatado genera mayor tensión en la pared para producir una misma presión para expulsar sangre.

Trabajo Expulsivo

Es la cantidad de energía entregada por el ventrículo a la sangre

- Trabajo = $P \times \Delta VOL$ ____
- Trabajo Expulsivo = $PA \times VE$

Trabajo Externo:

- Generación de presión intraventricular suficiente para abrir la válvula sigmoídea.
- Acortamiento de las fibras miocárdicas ventriculares.
- Cambio de volumen intraventricular.
- Expulsión de Sangre.

Trabajo Interno:

- Miocardio Contraído
- Cambio de la Geometría Ventricular
- Generación de Tensión en el Sentido de las Fibras Miocárdicas Ventriculares
- Acortamiento de las Fibras Miocárdicas Ventriculares

Factores Determinantes del Volumen Expulsivo

- Precarga (Ley de Starling, VDF)
- Postcarga (PA, radio ventricular)
- Inotropismo (Concentración de Ca^{++} en las células cardíacas)

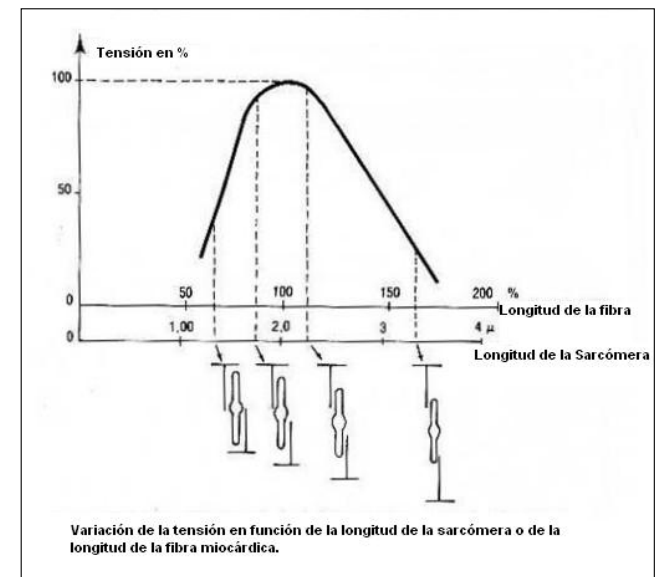
Factores Determinantes del Volumen Expulsivo

- Precarga (Ley de Starling, VDF)
- Postcarga (PA, radio ventricular)
- Inotropismo (Concentración de Ca^{++} en las células cardíacas)

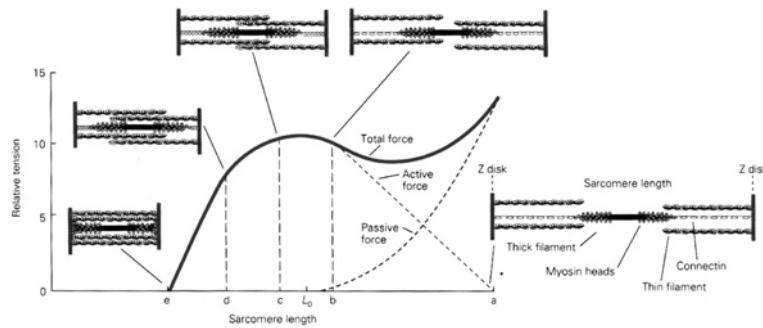
Precarga

Generación de un mayor N° de Puentes A-M, por cambios en la Longitud de la Fibra Miocárdica.

- Longitud de Reposo de la Fibra Miocárdica:
1.9 μ mide el sarcómero
- Longitud Óptima (L_o) de la Fibra Miocárdica:
2.4 μ mide el sarcómero (160ml)



Longitud Óptima



Ley de Starlig o Curva de Frank - Starling

Dice que a mayor VDF, mayor VE:

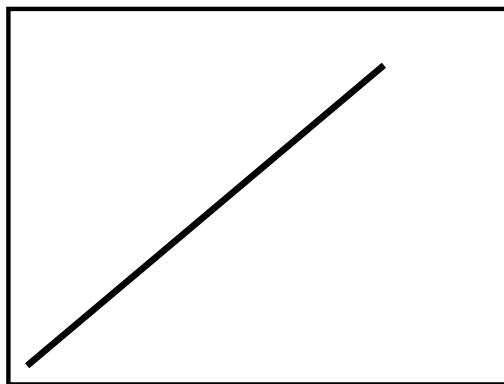
con un VDF mayor + Lleno el Ventrículo + Larga la Fibra (L_o) + generación de puentes A-M y + Tensión + VE.

Pero ¿qué sucede con un aumento de VDF más allá de la “ L_o ”?:

Las Fibras miocárdicas serán estiradas más allá de la L_o , esto produce una disminución en la capacidad de los sarcómeros de generar puente A-M, así la tensión cae y el VE disminuye.

LEY DE STARLING

VE



VDF

Factores Determinantes del VDF

- PTM del ventrículo (Presión Transmural) al final de la diástole.
- Distensibilidad de la pared ventricular.
- Presión Auricular (25% del llenado ventricular), la que está determinada por la gradiente de retorno venoso (RV).

Factores Determinantes del Volumen Expulsivo

- Precarga (Ley de Starling, VDF)
- Postcarga (PA, radio ventricular)
- Inotropismo (Concentración de Ca^{++} en las células cardíacas)

Postcarga

Es la Tensión que debe generar el ventrículo para expulsar la sangre.

Factores que determinan la Postcarga:

- Presión de la aorta: A mayor presión, mayor Postcarga y menor VE.
- Radio Ventricular: A mayor radio, mayor tensión, por lo que hay mayor Postcarga. El radio ventricular está determinado por el llenado ventricular.

Postcarga

A mayor Postcarga, menor VE porque:

La mayoría de los puentes formados se usan para generar tensión y pocos quedan para generar velocidad de acortamiento, por lo cual, a mayor postcarga el ventrículo necesita generar mayor Tensión en sus paredes y menor será la velocidad de acortamiento de la fibra miocárdica. Esto lleva a que la expulsión de sangre se reduce significativamente o es igual a cero, por lo tanto, el VE es menor o es igual a cero.

Factores Determinantes del Volumen Expulsivo

- Precarga (Ley de Starling, VDF)
- Postcarga (PA, radio ventricular)
- Inotropismo (Concentración de Ca^{++} en las células cardíacas)

Inotropismo

Cambios de la concentración de calcio dentro de la célula miocárdica. Al aumentar el inotropismo, mayor es el VE.

En el miocardio la liberación de calcio es graduada

Procedencia del calcio:

- **Calcio Extracelular:** entra a la célula por canales de Ca^{++} que se abren en la meseta del potencial de acción.
- **Calcio del Retículo Sarcoplásmico:** a través de canales que hay en la membrana del retículo.

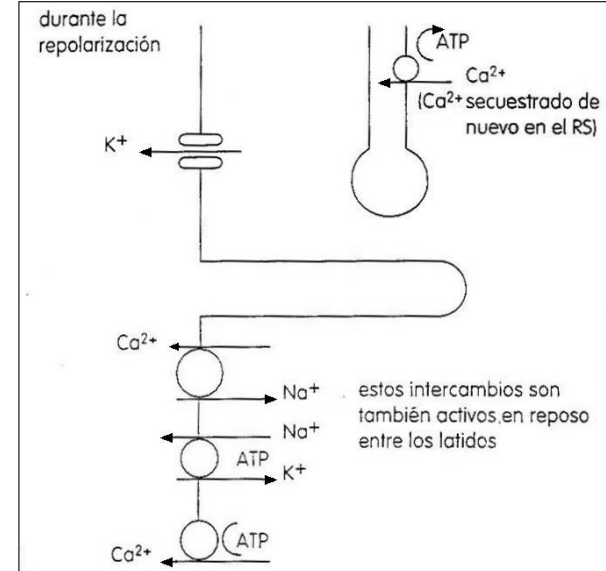
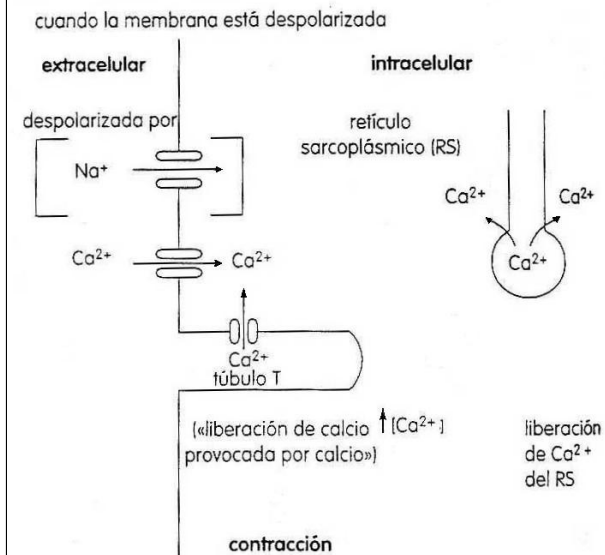
Inotropismo

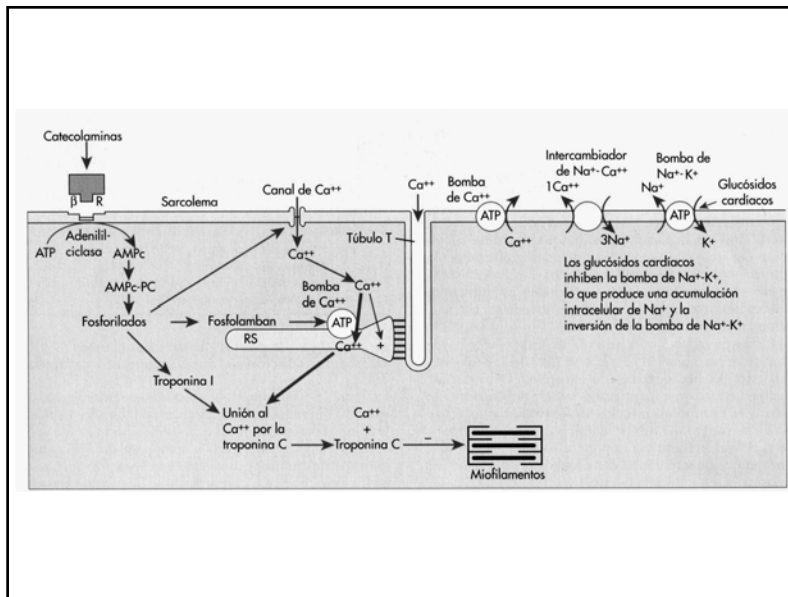
La liberación de calcio depende de:

- Magnitud de la corriente de calcio del sarcolema
- Contenido de calcio del retículo

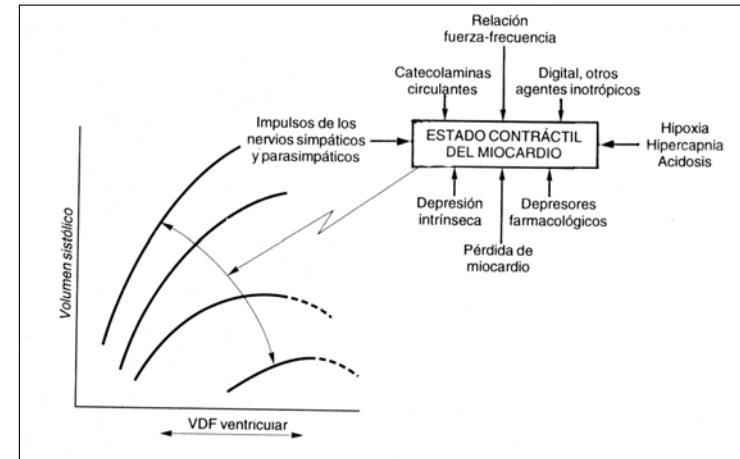
Ej: efecto inótropo (+) de las catecolaminas

Al aumentar la concentración de Ca^{++} intracelular, aumenta el n° de puentes A-M, lo que aumenta la tensión generada y/o aumenta la velocidad de acortamiento de las fibras, lo que aumenta el VE.





Efecto de la contractilidad del miocardio en la curva de Frank – Starling.



- Agentes Inotrópos positivos: aumentan la contractilidad del músculo cardíaco.
 - Noradrenalina, Adrenalina.
 - Xantinas (teofilina y cafeína).
 - Glucagón.
 - Fármacos Digitalicos (digoxina), inhiben la bomba $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPasa}$.
- Agentes Inotrópos negativos: disminuyen la contractilidad del músculo cardíaco.
 - Metabólicos (hipercapnia, hipoxia, acidosis).
 - Fármacos (quinidina, procainamidas, barbituricos).

Efecto de varias condiciones sobre el Gasto Cardíaco

- **No Cambia con:**
 - Sueño
 - Cambios moderados de la temperatura ambiente
- **Aumenta con:**
 - Ansiedad, Excitación (50 a 100%)
 - Comida (30%)
 - Ejercicio (hasta $\pm 700\%$)
 - Temperatura ambiente Alta
 - Embarazo tardío
 - Adrenalina
 - Histamina
- **Disminuye con:**
 - Sentarse o Levantarse de la Posición Supina (20-30%)
 - Arritmias Rápidas
 - Enfermedades Cardíacas

Presiones

1. Presión Sistólica o máxima (PS):

Es la mayor presión medida en la arteria y que se verifica durante el periodo de sístole ventricular. Es de 120 mmHg aprox.

2. Presión Diastólica o Mínima:

Es la presión medida en la arteria que se verifica durante todo el periodo de la diástole ventricular (o antes que se inicie la sístole siguiente). Es de 80 mmHg aprox.

3. Presión Diferencial o de Pulso:

Es la diferencia entre la presión máxima y mínima (PS - PD) de la arteria, producida por la expulsión rápida desde el ventrículo. (es +/- 40 mmHg).

Presiones

4. Presión Media:

Valor medio (promedio) entre los valores de la curva de presión durante el ciclo cardíaco.
+/- 93 mmHg.

$$PM = \frac{PS + 2 PD}{3}$$

5. Presión Crítica de cierre:

Es la presión mínima que permite el paso de un flujo de sangre a través de los vasos. Es de +/- 10 mmHg.

Presiones Arteriales Durante El Ciclo Cardíaco

Presión Mínima o Diastólica depende de:

- FC: Si aumenta la FC, aumenta la PD. Se adelanta la sístole siguiente.
- Resistencia Arterioalar: Al aumentar, disminuye el volumen que sale de las arteriolas, aumenta el volumen de sangre que queda en el territorio arterial, por lo que aumenta la PD.
- Distensibilidad: si aumenta la distensibilidad, disminuye la PD

Presión Diferencial o de Pulso depende de:

- VE: al aumentar el VE, aumenta la Presión Diferencial
- Flujo Expulsivo: (Velocidad con que se expulsa la sangre) a mayor flujo expulsivo, mayor presión diferencial.
- Distensibilidad: A menor distensibilidad de la pared arterial, mayor Presión Diferencial.

Presiones Arteriales Durante El Ciclo Cardíaco

Presión Sistólica o Máxima:

Depende de todos los factores que modifican las presiones diastólica y diferencial.

Presión Arterial Media depende de:

- GC: al aumentar el GC, aumenta la PAM.
- RPT: al aumentar la RPT aumenta la PAM.