



Escuela de Medicina

Curso MED301A Integrado de Clínicas II

Capítulo Fisiopatología Cardiovascular – Dr. Jorge Jalil M.

Ayudante Alumno: Valentina de Petris V. Sept 2012

TEMA 2. HEMODINAMIA BÁSICA

Un elemento fundamental para evaluar y comprender la función cardiovascular es a través de la determinación de parámetros hemodinámicos. En clínica, se pueden determinar directamente las presiones de las cavidades cardíacas, el contenido de oxígeno de la sangre y el débito cardíaco

La **presión intracardiaca** es la presión hidrostática ejercida por la sangre contra la pared de las cavidades cardíacas. Es el resultado de varios **factores**, entre los que se incluyen:

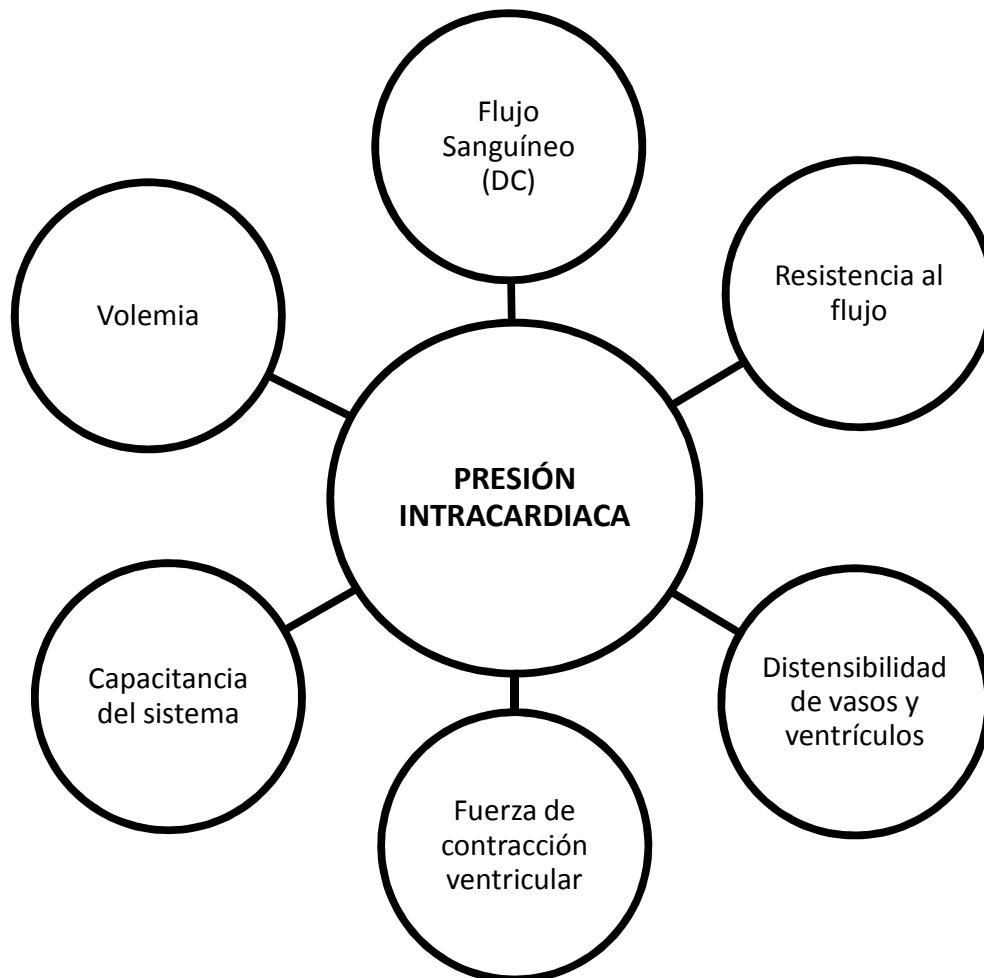
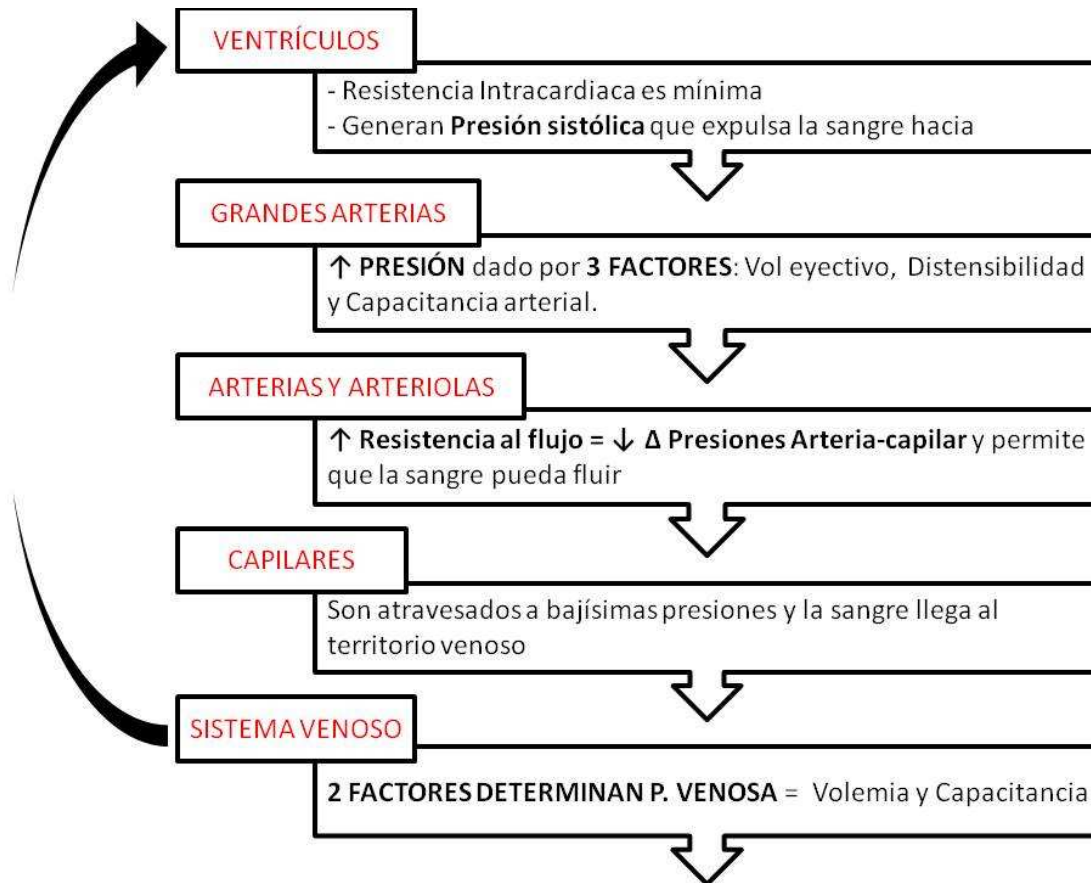


Figura 1. Factores que influyen en la presión intracardiaca.

En el siguiente esquema se detallan a groso modo los cambios de presión y resistencia a lo largo del recorrido de la sangre desde los ventrículos.



Los **valores hemodinámicos normales**, son los siguientes:

- Débito cardiaco 5-6 L/min
- Índice Cardiaco 2,5 – 3,5 L/min/m²
- Fracción de eyección (FE) 65 – 75%
- Presión Arterial 120/80 mm Hg (media = 93 mm Hg)
- PFDVI 5 – 12 mm Hg
- Presión de capilar pulmonar (PCP) 5 – 10 mm Hg
- Presión de arteria pulmonar (PAP) 15 – 30 mm Hg / 5 – 10 mm Hg
- Presión venosa central (PVC) 2 – 8 mm Hg
- Resistencia vascular sistémica (RVS) 900 – 1200 dyn/seg/cm⁵
- Saturación venosa de oxígeno (Sv O₂) > 65 %

Dentro de estos parámetros, las presiones intracardíacas deben medirse directamente por métodos invasivos.

La fracción de eyección se puede determinar por métodos no invasivos (como ecocardiografía o cintigrafía) o invasivos (angiografía). La presión arterial se puede determinar con el esfigmomanómetro común o digital. La saturación de O₂ se determina en una muestra de sangre arterial (y en sangre venosa mezclada).

El débito e índice cardíaco pueden calcularse mediante fórmulas, que veremos a continuación.

Cálculo del Gasto o Débito Cardíaco

Como se vio anteriormente, el gasto cardíaco se define como:

$$\text{Gasto Cardíaco (GC)} = \text{Volumen de Eyección} \times \text{Frecuencia cardíaca}$$

De acuerdo a esto, el VFD determina la precarga y con esto el Volumen de Eyección.

Sin embargo, en condiciones tanto fisiológicas (por ejemplo ejercicio físico, estrés emocional) como patológicas (fiebre, hipertiroidismo, anemia y estados hiperdinámicos en general) pueden hacer variar el gasto cardíaco, donde la Frecuencia Cardíaca juega un rol fundamental ya que es fácilmente perceptible clínicamente.

El gasto cardíaco se indexa por la superficie corporal para comparar distintos individuos entre sí:

$$\text{Índice Cardíaco} = \frac{\text{Gasto Cardíaco}}{\text{Superficie corporal}}$$

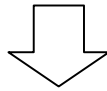
Los valores normales de Índice Cardíaco fluctúan entre 2,6 y 3,4 L/min/m².

En cuanto a la medición del gasto cardíaco, existen maneras más específicas que permiten **relacionarlo con el consumo de oxígeno**, el que aumenta en estos estados hiperdinámicos fisiológicos y patológicos previamente mencionados. Para efectuar este cálculo, nos basaremos específicamente en el **Principio de Fick**.

El Principio de Fick establece que **la diferencia de contenido de Oxígeno entre la sangre arterial y la sangre venosa mezclada (AV) es directamente proporcional al consumo de oxígeno e inversamente proporcional al débito cardíaco (DC)**. Esto se explica porque una mayor diferencia de contenido AV de oxígeno debe a mayor extracción tisular de oxígeno, que es inversamente proporcional al DC. Si hay menos DC hay mayor extracción tisular de oxígeno.

La fórmula para determinar de esta manera el DC, por tanto, queda de la siguiente forma:

$$\Delta a - v O_2 = \frac{\text{Consumo } O_2}{DC}$$



$\text{Gasto Cardíaco (L/min)} = \frac{\text{Consumo } O_2 \text{ (ml/min)}}{\Delta a - v O_2 \text{ (ml/L)}}$
--

Para usar este método debemos, por lo tanto, conocer el **Consumo de Oxígeno y el contenido de Oxígeno de la sangre arterial y de la sangre venosa mezclada.**

El **consumo de Oxígeno** es un valor relativamente complejo de medir, por lo que habitualmente se utilizan tablas por edad, sexo y superficie corporal. Estos valores son adecuados para el cálculo del gasto en condiciones basales (reposo), pero inapropiados cuando existen situaciones que afecten significativamente la actividad metabólica (infecciones, ansiedad, hipertiroidismo, shock, etc.).

El **contenido de oxígeno de sangre venosa mezclada** se debe obtener de muestras de sangre de arteria pulmonar o aurícula derecha, para asegurar una adecuada mezcla de la sangre venosa corporal, debido a la diferente saturación de O_2 en ambas venas cavas. Este contenido se determina en Cy se calcula en base a la saturación de oxígeno en sangre venosa mezclada y a la cantidad de hemoglobina de la sangre, teniendo presente que *cada gramo de hemoglobina oxigenada es capaz de transportar 1,36 ml de O_2* . Para esto, la fórmula que utilizaremos es la fórmula para calcular el Contenido de O:

$$\text{Contenido de } O_2 \text{ (a o v)} = Hb * 1,36 * \% \text{ Saturación de } O_2 \text{ (a o v)} * 10$$

- Hben gramos por 100 ml
- 1,36 ml es la capacidad de transporte de O_2 por cada gramo de hemoglobina oxigenada.

Para ver la aplicación de estos parámetros, realizaremos un ejercicio demostrativo.

Ejercicio: Calcule el gasto e índice cardíaco para una persona cuyo consumo de O_2 es 270 mL/min, su superficie corporal de 1,80 m², su hemoglobina de 14 gr%, con 95% de saturación arterial y 75% de saturación venosa en sangre mezclada:

a) Cálculo de la diferencia de contenido A-v de O₂:

$$\text{Contenido arterial} = 14 \times 1,36 \times 0,95 \times 10 = 180,08 \text{ ml/L}$$

$$\text{Contenido venoso} = 14 \times 1,34 \times 0,70 \times 10 = 133,28 \text{ ml/M}$$

$$\rightarrow \Delta a - v O_2 = 180,08 - 133,28 = 46,8 \text{ ml/L}$$

b) Cálculo del Gasto Cardíaco y del Índice Cardíaco:

$$\text{Gasto Cardíaco} = 270 \text{ ml/min} / 46,8 \text{ ml/L} = 5,77 \text{ L/min}$$

Ahora calculamos el índice cardíaco:

$$\text{Índice cardíaco} = 5,77 \text{ L/min} / 1,80 \text{ m}^2 = 3,20 \text{ L/min/m}^2$$