



**Prof. Edgar Lopategui Corsino**  
*M.A., Fisiología de Ejercicios*

ACCESO: [http://saludmed.com/ejercicio/contenido/Sist-Cardiovascular\\_Edgar-Lopategui.pdf](http://saludmed.com/ejercicio/contenido/Sist-Cardiovascular_Edgar-Lopategui.pdf)

## **EL SISTEMA CARDIOVASCULAR**

### **INTRODUCCIÓN**

El aparato circulatorio se compone del corazón y el sistema vascular (arterias, arteriolas, venas, vénulas y capilares).

El sistema cardiovascular o circulatorio representa un conjunto de órganos especializados en transportar los alimentos y gases respiratorios por todo el cuerpo, es decir, se encargan de facilitar la circulación de la sangre a través del organismo.

### **FUNCIONES DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR**

El sistema cardiovascular sirve para:

- Distribuir los nutrientes por todo el cuerpo.
- Está relacionado con el intercambio de gases (oxígeno y bióxido de carbono). Recoge y retira los productos de desecho del metabolismo celular y los lleva al sistema excretor.
- Distribuye el producto del metabolismo celular.
- Transporta reguladores químicos, tales como hormonas o sustancias formadas en las glándulas de secreción interna (endocrinas).
- Equilibra la composición química de las células.
- Lleva energía calorífica desde las regiones internas del cuerpo hasta la piel, o sea, tiene que ver con la regulación de la temperatura corporal.
- Defiende al organismo contra los microorganismos.

### **EL CORAZÓN**

#### **Descripción General**

El corazón es el órgano más importante del sistema circulatorio. Representa un órgano muscular hueco que se encarga de bombear la sangre por todo el cuerpo. Su vértice está situado sobre el diafragma (arriba de éste), localizándose entre los dos pulmones, un poco hacia la izquierda en el tórax. El corazón se encuentra hiperprotegido por el frente con las costillas y por atrás con la columna vertebral.

Tabla 1: Descripción General del Corazón

**Concepto:**

- El corazón es un órgano hueco muscular, compuesto de cuatro cámaras (o cavidades), el cual se encarga de bombear la sangre por las arterias y venas del cuerpo.

**Localización:**

- El corazón descansa entre los pulmones en el mediastino medio.

**Orientación:**

- Aproximadamente dos-tercios de su masa está orientada hacia la izquierda de la línea media.

**Forma Paradójica:**

- La forma del corazón es como la de un cono invertido, con su ápice dirigido hacia abajo.

**Tamaño:**

- Es aproximadamente del tamaño del puño de un hombre.

**Peso:**

- Pesa alrededor de 275 - 300 gramos en el varón normal.

**Protección:**

- **El corazón está hiperprotegido:**
  - Por el frente con las costillas.
  - Por atrás con la columna vertebral.

## Estructura

***Túnicas y paredes del corazón.*** El corazón se encuentra rodeado por una estructura de consistencia fibrosa y serosa, conocido como ***pericardio***. El pericardio es, pues, un saco o revestimiento externo. Las paredes del corazón consisten en el epicardio, miocardio y endocardio. El ***epicardio*** representa una capa serosa interna, que se adhiere al corazón. De hecho, el epicardio es la porción serosa del pericardio (***pericardio visceral***). El ***miocardio*** representa la pared media muscular o músculo cardíaco. Es la capa cardíaca responsable para la habilidad del corazón en contraerse. Debido a que su estructura es muscular, se le da el nombre de miocardio (mio = músculo y cardio = corazón), que significa músculo cardíaco. La masa muscular o miocardio consiste en haces musculares de las aurículas y ventrículos; el ***haz auricular-ventricular de His*** y una banda de fibras nerviosas colocadas en la unión muscular interna. La otra pared del corazón consiste en una capa o túnica externa conocida como ***endocardio***, el cual reviste el interior de la pared miocárdica.

***Cavidades o cámaras.*** El corazón se divide en cavidades o cámaras. El ***tabique muscular*** o ***septum interventricular*** divide al corazón en dos mitades: izquierda y derecha. Cada mitad del corazón se compone de un atrio y un ventrículo. Las cámaras superiores se conocen como ***aurículas*** (o ***atrios***) y las inferiores como ***ventrículos***. La sangre llega a la aurícula derecha del corazón a través de la vena cava superior y sale del corazón hacia los pulmones desde el ventrículo derecho a través de la arteria pulmonar. El ventrículo derecho lleva sangre a la arteria pulmonar y el izquierdo hacia la aorta. La

sangre retorna de los pulmones a la aurícula izquierda a través de las dos venas pulmonares (derecha e izquierda) (ver Gráfico 1).

El corazón tiene varias válvulas que impiden el reflujo de la sangre. Estas son, a saber:

- Tricúspide o auriculoventricular derecha.
- Bicúspide o mitral (auriculoventricular izquierda).
- Semilunares:
  - **Aórtica:** Localizada entre la aorta y el ventrículo izquierdo.
  - **Pulmonar:** Ubicada entre la arteria pulmonar y el ventrículo derecho.

Tabla 2: Estructura del Corazón

### **Tabique (Septum) Interventricular: Divide al corazón en dos mitades:**

- Corazón venoso (bomba derecha)
- Corazón arterial (bomba izquierda)

### **Cavidades (Cámaras del Corazón):**

- **Dos atrios (o aurículas) superiores:** Derecha e izquierda
- **Dos ventrículos:** Derecho e izquierdo

### **Válvulas del Corazón:**

- **Funciones:**
  - Comunican los atrios con los ventrículos
  - Abren el paso al flujo sanguíneo de los atrios hacia los ventrículos (en ésta sola dirección)
- **Tipos de válvulas:**
  - **Válvulas atrio-ventriculares:**
    - ✓ Tricúspide (tres aletas)
    - ✓ Bicúspide o mitral (2 aletas)
  - **Válvulas semilunares:**
    - ✓ **Pulmonar:** Localizada entre la arteria pulmonar y el ventrículo derecho
    - ✓ **Aórtica:** Localizada entre la base de la aorta y el ventrículo izquierdo

## Riego Sanguíneo: El Circuito Coronario

Las arterias coronarias derecha e izquierda y las venas cardíacas suplen la circulación del corazón. El circuito coronario es el responsable de la irrigación sanguínea cardíaca (miocardio) a través de las arterias coronarias.

Tabla 3: El Circuito Coronario

- **Función:**
  - El responsable de la irrigación sanguínea en el corazón a través de las arterias coronarias.
- **Origen:**
  - Nacen de la aorta y se riegan hacia la superficie del corazón.
- **Destino:**
  - Se ramifican en arteriolas, capilares y venas para desembocar en las venas cava inferior y superior.

## Inervación

El estímulo nervioso proviene de dos mecanismos reflejos. Uno de ellos son las fibras inhibitoras del *nervio vago*, que induce una reducción en la contracción del corazón. El otro componente nervioso consiste en las fibras cardio-aceleradoras, encargadas de aumentar la rapidez y fuerza contráctil del miocardio.

### EXPERIENCIAS DE LABORATORIOS

Los estudiantes deberán de realizar el *Laboratorio 8 (El Electrocardiograma en Reposo de 12 Derivaciones)*, el cual se encuentra en la sección de Laboratorios, en el portal de la página web adscrita al curso. El mencionado laboratorio se puede acceder desde la siguiente dirección: [http://saludmed.com/ejercicio/laboratorios/LAB-8\\_Electrocardiograma\\_12-Derivaciones.pdf](http://saludmed.com/ejercicio/laboratorios/LAB-8_Electrocardiograma_12-Derivaciones.pdf)

## EL SISTEMA VASCULAR - LOS VASOS SANGUÍNEOS

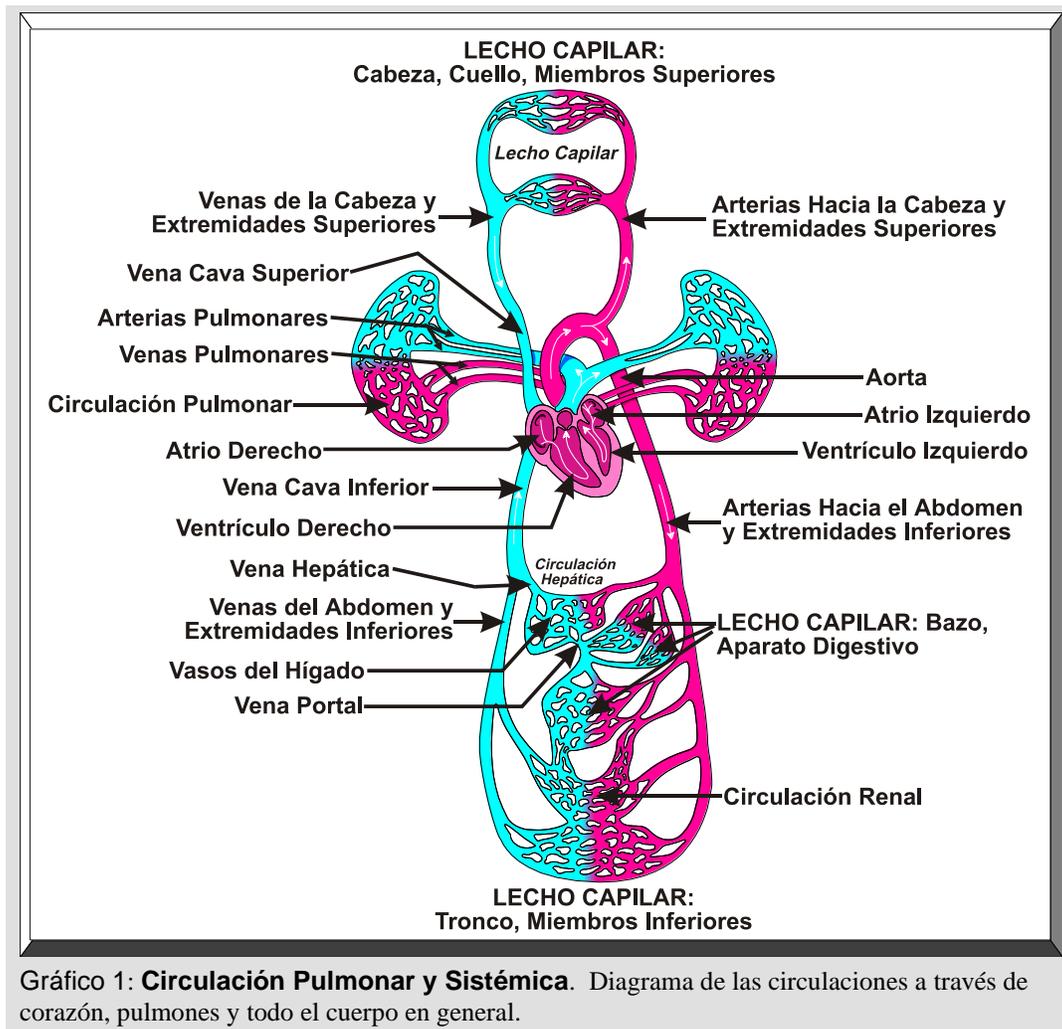
### Funciones Generales

Las funciones de los vasos sanguíneos se pueden resumir a continuación:

- Transportar oxígeno, nutrientes y hormonas a las células.
- Transportar bióxido de carbono y desechos metabólicos, provenientes de los tejidos, hacia los pulmones para su eventual eliminación.
- Mantenimiento del volumen extracelular (plasma, linfa, líquido intersticial y transcelular).
- Mecanismo de defensa contra materiales extraños (Ej: microorganismos).

## Organización General del Sistema Vascul

Hay tres clases de vasos sanguíneos de mayor importancia: arterias, venas y capilares.



## Las Arterias

Por definición son aquellos vasos sanguíneos que salen del corazón y transportan la sangre hacia las distintas vísceras del organismo humano. Todas las arterias, excepto la pulmonar y sus ramificaciones, llevan sangre oxigenada. Las arterias pequeñas se

conocen como *arteriolas*, las cuales vuelven a ramificarse en *capilares*. Éstos, al unirse nuevamente con los vasos venosos, forman las venas. Las paredes de las arterias son muy elásticas y están formadas por tres capas (túnicas). Sus paredes se expanden cuando el corazón bombea la sangre, de allí que se origine la medida de la presión arterial (véase Laboratorio 7, p. 29) como medio diagnóstico. Las arterias, contrario a las venas, se localizan profundamente a lo largo de los huesos o debajo de los músculos.

Las arterias principales son la aorta y la pulmonar. La aorta es un vaso sanguíneo grueso que sale del ventrículo izquierdo en forma de arco, del cual se originan las arterias que dirigen al cuello, cabeza y brazos. La aorta desciende a lo largo de la columna vertebral, atravesando toda la cavidad torácica y el abdomen, y termina en las dos arterias ilíacas que se orientan hacia las piernas. Esta arteria principal, al pasar por cada cavidad del cuerpo, se subdivide/ramifica para suplir sangre a los diversos órganos.

La mayor parte de las arterias se encuentra acompañadas por un nervio y una o dos venas, formando una relación vasculo-nerviosa cubierta por tejido conectivo. Con el envejecimiento o en algunas personas que poseen uno o más factores de riesgo para cardiopatías coronarias, las paredes arteriales (Ej: las coronarias) se endurecen y pierden su elasticidad. Esta patología (enfermedad) se conoce como *arteriosclerosis*.

## Las Venas

Las venas representan vasos sanguíneos microscópicos mayores que las arterias, las mismas corren superficialmente por la piel. Su circulación se establece por la presión de la sangre que afluye de los capilares, la contracción de los músculos esqueléticos y de sus válvulas. Éstas, forman dos sistemas de vasos, los de la circulación pulmonar y la circulación general. Las venas pulmonares llevan sangre oxigenada de los pulmones a la aurícula izquierda. Comienza en los alvéolos hasta formar tres troncos venosos dirigidos al pulmón derecho y dos para el izquierdo. Luego, se une al lóbulo superior del pulmón derecho, donde sale desde el lóbulo medio pulmonar para formar cuatro venas pulmonares: dos para cada pulmón.

Las venas de la circulación general traen sangre de todas las regiones del cuerpo a la aurícula derecha del corazón. Incluyen las venas que se vacían en el corazón, las que van a la vena cava superior y a la vena cava inferior.

La sangre venosa es de un color rojo oscuro. Ésta, contiene bióxido de carbono y menos oxígeno en comparación con la arterial.

## Los Capilares

Son vasos sanguíneos que surgen como pequeñas ramificaciones de las arterias a lo largo de todo el cuerpo y cerca de la superficie de la piel. Transportan nutrientes y oxígeno hacia las células de todo el cuerpo. Luego extraen de éstas los productos de desecho metabólico para llevarlo a la circulación venosa. Al reunirse nuevamente forman vasos más gruesos conocidos como *vénuclas*. Éstas se conectan con otros vasos para formar las venas.

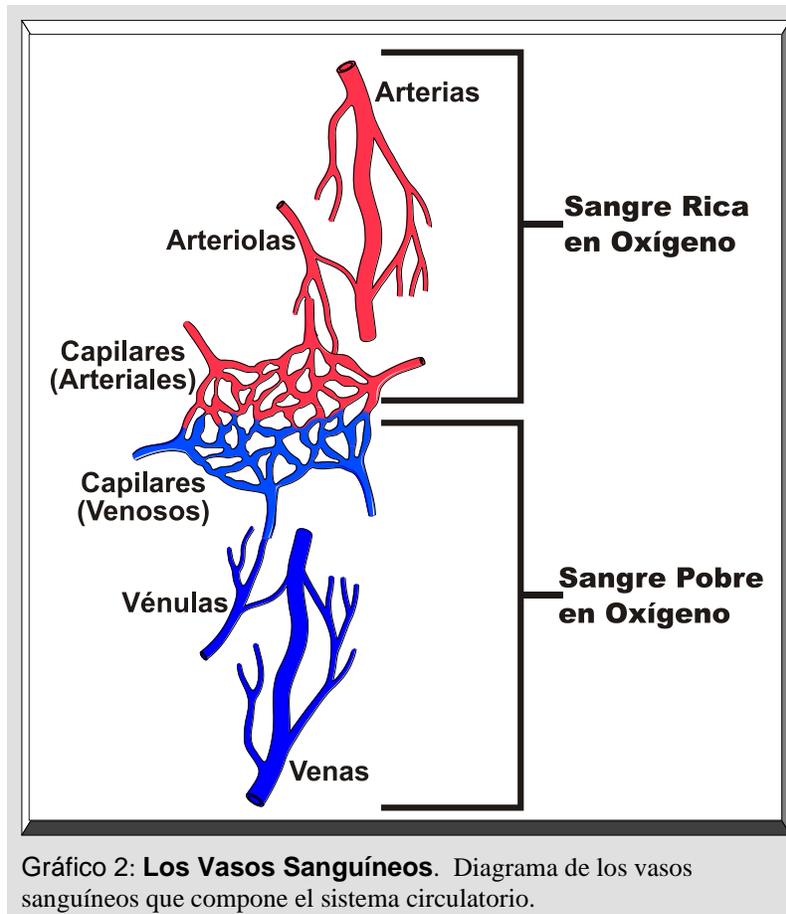


Tabla 4: Los Vasos Sanguíneos

- **Las Arterias:**
  - Vasos elásticos que salen del corazón y llevan sangre oxigenada y nutrientes a los tejidos del cuerpo.
  - **Excepción:** Las arterias pulmonares salen del corazón, pero llevan sangre pobre en oxígeno (a ser oxigenada en el pulmón).
- **Los Capilares:**
  - Son vasos sanguíneos finos que surgen de pequeñas ramificaciones de las arterias.
  - Llevan nutrientes y oxígeno a la célula y traen de ésta productos de desecho y bióxido de carbono.
  - Al reunirse forman las vénulas (venas pequeñas).
- **Las Venas:**
  - Vasos sanguíneos que transportan la sangre pobre en oxígeno de los tejidos hacia el corazón.
  - **Excepción:** Las venas pulmonares salen de los tejidos (pulmones) para ir al corazón, pero llevan sangre rica en oxígeno.

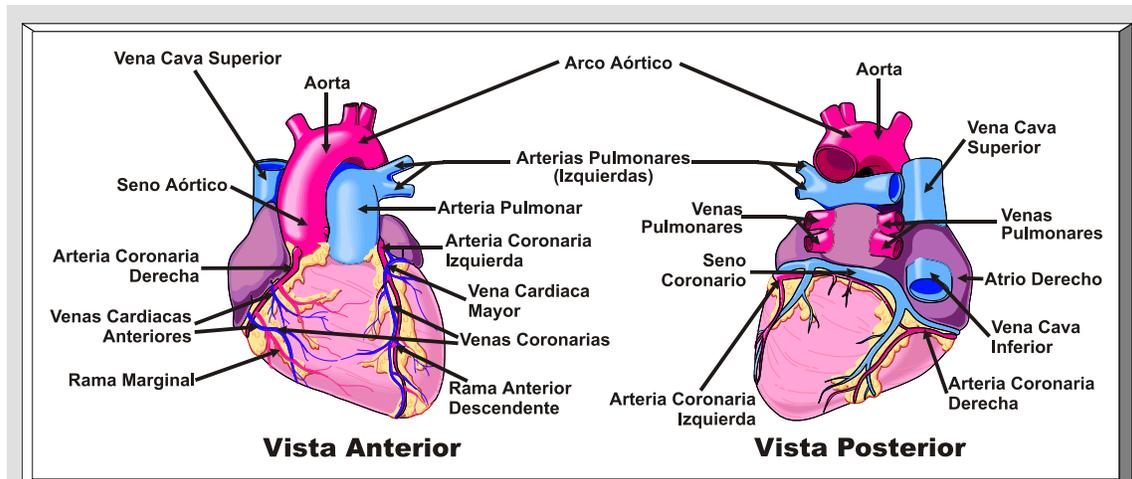


Gráfico 3: **El Corazón y la Circulación Coronaria.** Vistas externas (anterior y posterior). Incluye la circulación de los vasos sanguíneos coronarios

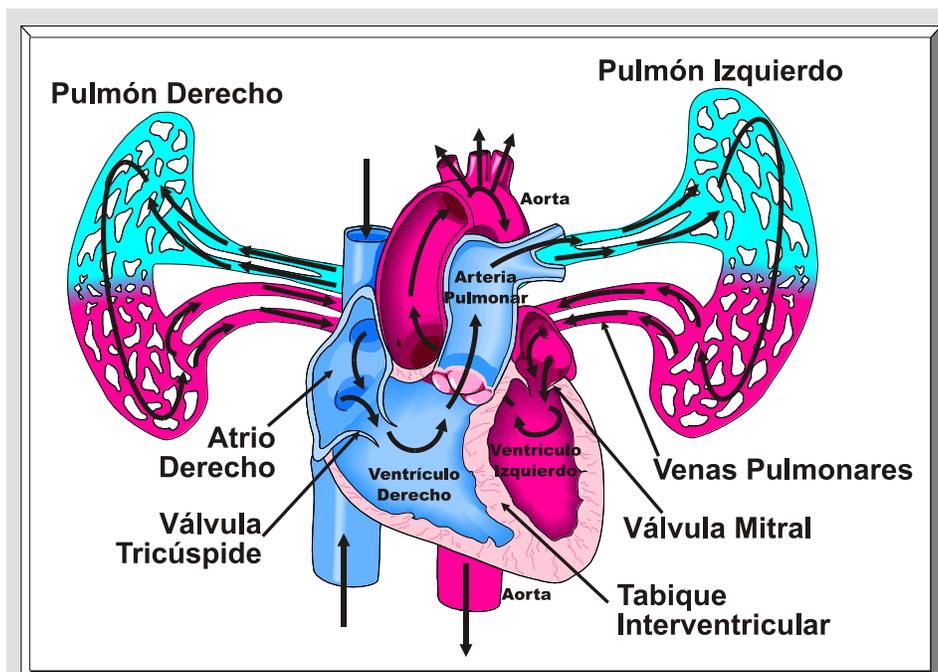


Gráfico 4 **El Ciclo Cardíaco.** Descripción diagramática del camino que sigue la sangre dentro del corazón, los pulmones y el restantes de los tejidos del organismo.

## EXPERIENCIAS DE LABORATORIOS

Los estudiantes deberán de realizar el *Laboratorio 6 (Procedimientos a seguir para Tomar la Frecuencia Cardíaca en Reposo)*, el cual se encuentra en la sección de Laboratorios, en el portal de la página web adscrita al curso. El mencionado laboratorio se puede acceder desde la siguiente dirección:

[http://saludmed.com/ejercicio/laboratorios/LAB-6\\_Determinacion\\_Frecuencia-Cardiaca.pdf](http://saludmed.com/ejercicio/laboratorios/LAB-6_Determinacion_Frecuencia-Cardiaca.pdf)

## LA SANGRE

Representa un tejido vascular acuoso que corre por el sistema circulatorio. La sangre se encarga de transportar nutrientes, oxígeno, calor, entre otras sustancias, hacia lugares necesarios de las estructuras internas del organismo (Ej: fibra muscular), así como al sistema renal, de manera que se eliminen los productos de desecho corporal. Además, este tejido vascular defiende al organismo contra la entrada de partículas extrañas, tales como patógenos microscópicos. La sangre se compone del **plasma**, de los **hematíes** o eritrocitos (comúnmente conocidos como glóbulos rojos), los **glóbulos blancos** y las **plaquetas**. El plasma representa la parte líquida de la sangre, la cual se encarga de trasladar las sustancias nutritivas, los desechos y las hormonas. Los glóbulos rojos transportan el oxígeno. Estas estructuras hematológicas contienen hemoglobina, la cual es un pigmento rojo que contiene hierro y que toma el oxígeno de los pulmones y lo convierte en **oxihemoglobina**, a fin de ser llevado a los tejidos. Por otro lado, los glóbulos blancos se encargan de combatir a los microbios. Finalmente, las plaquetas producen la coagulación de la sangre.

Tabla 5: La Sangre

### Concepto:

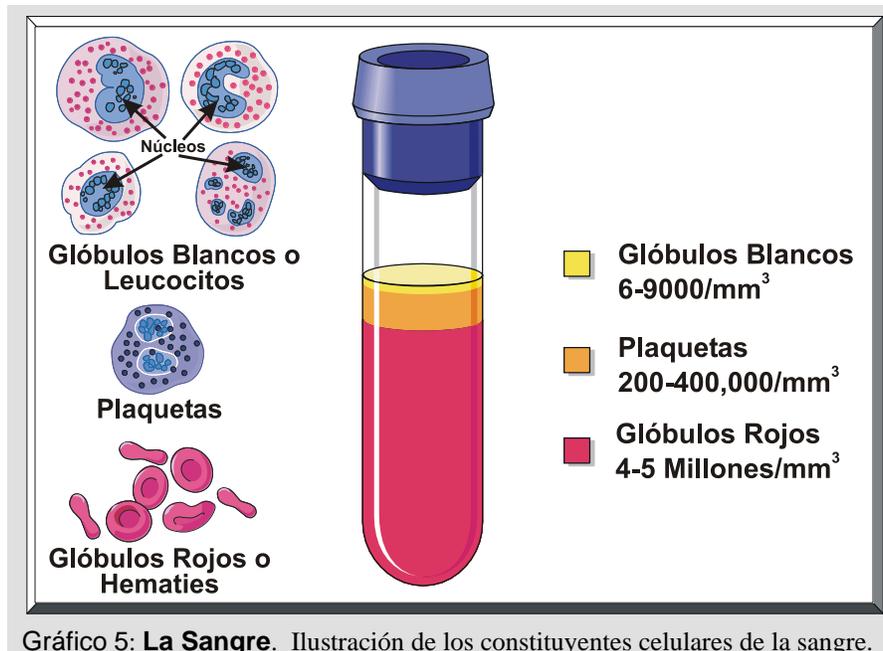
Tejido vascular acuoso que corre por el sistema circulatorio.

### Funciones:

Transportar alimentos, oxígeno y calor a los lugares necesarios en el cuerpo. A su vez, se lleva a los riñones para eliminar aquellas sustancias que el cuerpo no utilizará (los productos de desecho).

### Componentes:

- **Plasma:** Parte líquida de la sangre, la cual se encarga de trasladar los alimentos, los desechos y las hormonas.
- **Glóbulos Rojos:** Se encarga de transportar el oxígeno:
  - **Hemoglobina:** Pigmento rojo que contiene hierro y que toma el oxígeno de los pulmones y lo convierte en oxihemoglobina, de manera que sean transportados hacia los tejidos.
- **Glóbulos Blancos:** Su función es combatir a los microbios.
- **Plaquetas:** Estos tejidos sanguíneos producen la coagulación.



## LA PRESIÓN SANGUÍNEA

La presión sanguínea representa la fuerza motriz que tiende a mover la sangre a través del sistema circulatorio. La sangre siempre fluye desde un área de mayor presión a una de menor.

### Presión Sistólica

La *sístole*, se refiere cuando el corazón se contrae (bombea sangre). La presión sistólica representa la presión más alta obtenida (120 mm Hg). Mientras la sangre es impulsada hacia las arterias durante la sístole ventricular (contracción del ventrículo izquierdo), la presión aumenta a un máximo.

### Presión Diastólica

El término *diástole* se refiere cuando el corazón se relaja (recibe sangre). Esto quiere decir que la presión diastólica presenta la más baja obtenida (80 mm Hg). Mientras se drena la sangre durante la diástole ventricular, la presión disminuye a un mínimo.

## Factores que Determinan la Presión Sanguínea

La presión sanguínea dependerá del diámetro del vaso, la elasticidad de las arterias, la cantidad total de sangre, la viscosidad de la sangre, la frecuencia cardiaca y el volumen de eyección sistólica.

### Diámetro del Vaso

Si el diámetro del vaso sanguíneo disminuye, aumenta la presión y si el diámetro es mayor, entonces la presión baja. Si el vaso sanguíneo se contrae (*vasoconstricción*), su diámetro disminuye y si el vaso se dilata (*vasodilatación*) su diámetro aumenta.

### **Elasticidad de las Arterias**

Entre más duras y menos elásticas son las arterias, mayor tendrá que ser la presión ejercida durante la sístole ventricular.

### **Cantidad total de Sangre**

Entre más sangre halla en el cuerpo, mayor será la presión. Por otro lado, entre menos sangre esté disponible en la circulación general, menor será la presión sanguínea.

### **Viscosidad de la Sangre**

Si la sangre pierde una cantidad considerable de su plasma (Ej: durante la deshidratación), ésta se vuelve más espesa o viscosa y, como consecuencia, la presión arterial tiende a subir.

### **La Frecuencia Cardíaca (FC)**

La frecuencia cardíaca significa el número de veces que un corazón late por minuto. Por lo regular, cuando aumenta la frecuencia cardíaca también aumenta la presión arterial; y cuando disminuye, la presión tiende a bajar.

### **Volumen de Eyección Sistólica (VES)**

Esta variable cardiovascular representa la cantidad de sangre que bombea el corazón por latido hacia las principales arterias del organismo. Si la cantidad de sangre que eyecta el corazón en cada latido aumenta, esto provocará un correspondiente incremento en la presión arterial. En otro ámbito; cuando el volumen de sangre bombeada es menor, la presión disminuye.

### **Gasto Cardíaco (GC), Rendimiento Cardíaco o Minuto Cardíaco**

También conocido como el trabajo del corazón, representa la cantidad de sangre que bombea el corazón por cada minuto hacia las principales arterias. Comúnmente, un aumento en el gasto cardíaco resulta también en un incremento de la presión arterial. En otro contexto, la disminución en el gasto cardíaco puede inducir una reducción en la presión arterial.

## EXPERIENCIAS DE LABORATORIOS

Los estudiantes deberán de realizar el *Laboratorio 7 (Procedimientos a Seguir para Determinar la Presión Arterial en Reposo)*, el cual se encuentra en la sección de Laboratorios, en el portal de la página web adscrita al curso. El mencionado laboratorio se puede acceder desde la siguiente dirección:

[http://saludmed.com/ejercicio/laboratorios/LAB-7-Determinacion\\_Presion-Arterial.pdf](http://saludmed.com/ejercicio/laboratorios/LAB-7-Determinacion_Presion-Arterial.pdf)

### **MEDIOS MEDIANTE EL CUAL LA SANGRE REGRESA AL CORAZÓN (RETORNO VENOSO)**

La cantidad de sangre venosa (pobre en oxígeno) que pueda regresar al corazón se encuentra determinada por varias vías que ayudan al *retorno venoso*. Básicamente, existen cuatro mecanismos fisiológicos que contribuyen a que la sangre venosa o desoxigenada regrese al corazón derecho, de manera que puede eventualmente ser oxigenada. Estos son, a saber: el bombeo o masaje muscular, las válvulas de las venas, la venoconstricción y la bomba respiratoria.

#### **El Bombeo Muscular**

Según los músculos se contraen, sus venas son comprimidas y la sangre dentro de ellas es forzada a moverse hacia el corazón. Esto también se conoce como la acción de ordeño que ejercen los músculos esqueléticos activos sobre los vasos sanguíneos venosos.

#### **Las Válvulas de las Venas**

Las válvulas de las venas evitan que la sangre fluya hacia atrás, lo cual permite que se dirija únicamente hacia el corazón.

#### **La Venoconstricción**

Cuando las venas se contraen (venoconstricción), se reduce la capacidad del volumen del sistema venoso, lo cual hace que la presión venosa aumente; consecuentemente, la sangre es forzada a salir hacia el corazón. En realidad, lo que hace que las venas se contraigan es la estimulación de éstas por parte del sistema nervioso simpático (ver Gráfico 6).

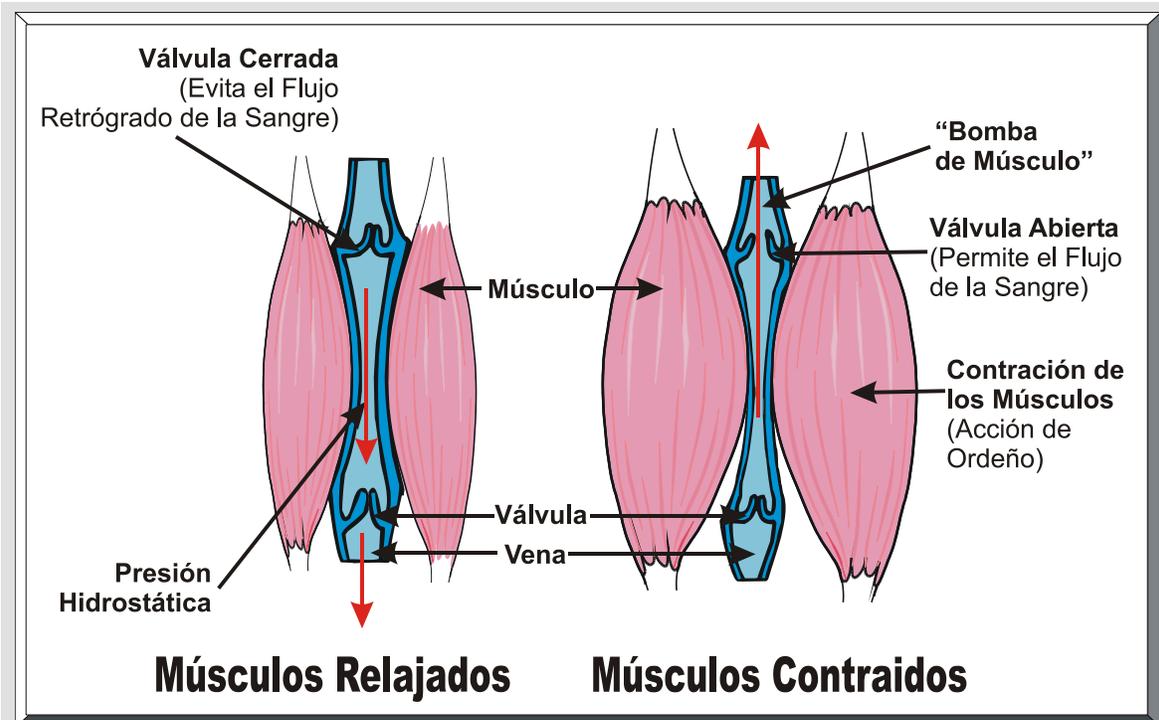


Gráfico 6: **Las Venas, sus Válvulas y la Función de los Músculos Esqueléticos.** Esquema de las venas y de sus válvulas, uno de los mecanismos para el retorno venoso hacia el corazón. En reposo, las válvulas de las venas se encuentran cerradas, lo cual previene el flujo retrógrado de la sangre. Durante la contracción muscular, las válvulas se abren, permitiendo el flujo de sangre por la válvula. Estos es lo que se conoce como la “bomba muscular” o la acción de “ordeño” de los músculos esqueléticos.

## La Bomba Respiratoria

La sangre que contiene las venas del tórax y abdomen se vacían en dirección hacia el corazón durante la inspiración. La razón de esto es que la presión dentro del abdomen aumenta, lo cual fuerza la sangre hacia arriba.

## TERMINOLOGÍA ASOCIADA

**Arterias:** Vasos elásticos encargados de transportar la sangre oxigenada (alta en oxígeno) desde la bomba izquierda del corazón hacia los tejidos del cuerpo.

**Arterias coronarias:** Las arterias que suministran sangre y nutrimento al músculo cardíaco (miocardio).

**Arteriosclerosis:** Significa el endurecimiento de las arterias. Enfermedad arterial frecuente que se caracteriza por engrosamiento, pérdida de elasticidad y calcificación de las paredes arteriales, que condiciona una disminución del riego sanguíneo, especialmente del cerebro y las extremidades inferiores.

**Atrio:** Prefijo que significa "relativo a la aurícula cardiaca".

**Aurícula del corazón:** Cualquiera de las dos cámaras superiores del corazón. La aurícula derecha recibe sangre desoxigenada de la vena cava superior, la vena cava inferior y el seno coronario, mientras que la aurícula izquierda recibe sangre oxigenada de las venas pulmonares. La sangre de las aurículas se vacía en los ventrículos durante la diástole.

**Auricular:** Relativo a la oreja; relativo a una de las dos cámaras superiores del corazón.

**Auriculoventricular, Tabique (Septum Auriculoventricular):** Pequeña porción de tabique membranoso que separa las aurículas de los ventrículos del corazón.

**Auriculoventricular, Válvula:** Cada una de las dos válvulas cardiacas a través de las cuales fluye sangre desde las aurículas a los ventrículos. La válvula existente entre la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo se denomina válvula mitral, mientras que la derecha se denomina válvula tricúspide.

**Auscultación:** Acción de escuchar los sonidos provenientes del interior del cuerpo para estudiar el estado del corazón, los pulmones, la pleura, el intestino u otros órganos, o para detectar el latido cardíaco fetal. La auscultación puede realizarse directamente, pero la técnica más habitual es con el empleo del estetoscopio (fonendoscopio), para determinar la frecuencia, intensidad, duración y calidad de los sonidos.

**Barorreceptores (presorreceptores):** Son las terminaciones neuronales que responden a cambios en la presión arterial (receptores de estiramiento). Se localizan en senos carotídeos, aórticos, cardíacos derechos, y ventriculares. Actúan sobre los centros cardíacos de la médula oblongata (envían fibras nerviosas aferentes hacia los centros de control bulbar) por medio de tres reflejos (reflejo del seno carotídeo, reflejo aórtico, reflejo atrial derecho o reflejo de Bainbridge, y reflejo de los receptores ventriculares).

**Bazo:** Órgano considerado parte del sistema linfático de forma más o menos ovoidea, de consistencia blanda y muy vascularizado situado entre el estómago y el diafragma, el cual interviene en distintas funciones como la defensa, hematopoyesis (síntesis de glóbulos rojos o hematíes), el almacenamiento de sangre y la destrucción de hematíes y plaquetas.

**Bradycardia:** Contracción regular del miocardio con una frecuencia inferior a 60 latidos por minuto.

**Bradycardia atlética o inducida por el entrenamiento:** Se refiere a una adaptación morfofuncional del corazón en reposo como resultado de un ejercicio crónico (particularmente cardiovascular o aeróbico) caracterizada por una frecuencia cardíaca menor de 60 latidos por minuto. Por ejemplo, se han registrado en corredores pedestres de larga distancia de clasificación elite una frecuencia cardíaca de reposo entre 15 a 25 latidos/min menor que aquella de la población general. Este tipo de bradicardia puede ser causada por: (1) alteraciones en la actividad del sistema nervioso autónomo/central (aumento en la actividad parasimpática a través de un incremento en el tono vagal, y una reducción en la actividad simpática al nodo SA), (2) un aumento en el volumen de

eyección sistólica. Este incremento en la cantidad de sangre que bombea el corazón posiblemente apasione una disminución en el estímulo nervioso que se dirige al corazón (es decir, una retroalimentación negativa), de manera que se reduzca la frecuencia cardíaca.

**Braquial, Pulso:** Pulso de la arteria braquial que se palpa en el espacio antecubital.

**Capilares:** Vasos sanguíneos finos (microscópicos) que surgen de pequeñas ramificaciones de las arterias encargados de llevar nutrientes y oxígeno a la célula y traer de ésta productos de desecho y bióxido de carbono.

**Cardiopulmonar:** Relativo al corazón y pulmones.

**Cardiorrespiratorio:** Relativo al corazón y a la respiración.

**Centro cardioacelerador:** Grupo de neuronas que envían fibras simpáticas que descienden en uno de los tractos de la médula espinal, salen de esta última y forman los *nervios cardíacos*, que inervan a los nodos sinoatrial y atrioventricular y algunas partes del miocardio.

**Centro cardioinhibidor:** Grupo de neuronas que envían fibras parasimpáticas que llegan al corazón como parte del *nervio vago*; dichas fibras inervan los nodos sinoatrial y atrioventricular.

**Circuito coronario:** Es el responsable de la irrigación sanguínea cardíaca (miocardio) a través de las arterias coronarias.

**Circulación de la sangre:** Flujo de sangre por vasos dispuestos para formar un circuito o círculo.

**Circulación/circuito pulmonar o menor:** Consiste en el flujo de sangre desoxigenada o venosa del ventrículo derecho a los pulmones, y el regreso de sangre oxigenada, de los pulmones al atrio izquierdo. Gracias a la circulación pulmonar, la sangre se oxigena antes de pasar a la circulación sistémica.

**Circulación sistémica (circuito mayor o general):** Representa la sangre que fluye del corazón (ventrículo izquierdo) a todos los vasos sanguíneos y las partes del cuerpo, y vuelve al atrio derecho del corazón (es decir, la distribución de la sangre oxigenada que sale del ventrículo izquierdo por la aorta, a todas las partes del cuerpo, incluido el parénquima pulmonar). El ventrículo izquierdo impulsa sangre a la aorta ascendente, desde la cual fluye a arterias que la transportan a los diversos órganos y tejidos de la economía.

**Circulación de la sangre:** Flujo de sangre por vasos dispuestos para formar un circuito o círculo.

**Corazón:** Órgano hueco muscular, compuesto de cuatro cámaras (o cavidades), el cual se encarga de bombear la sangre por las arterias y venas del cuerpo.

**Coronario:** Relativo a arterias y venas del corazón.

**Diferencia arterio-venosa de oxígeno (Dif a-vO<sub>2</sub>):** Representa diferencia en el contenido de oxígeno entre la sangre arterial (la sangre que ingresa en los capilares pulmonares) y la sangre venosa mixta (aquella que deja los capilares pulmonares) del lado derecho del corazón. La Dif a-vO<sub>2</sub> se expresa en términos de **Vol %**: mL de oxígeno/100 mL de sangre (mL/100 mL ó mL/dL). Esta variable se determina analizando el contenido arterial de oxígeno (C<sub>a</sub>O<sub>2</sub>) y el contenido de oxígeno en la sangre venosa mixta (C<sub>v</sub>O<sub>2</sub>). Matemáticamente, la Dif a-vO<sub>2</sub> se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Dif\ a-vO_2 = C_aO_2 - C_vO_2$$

**Fick, principio de Fick:** Postula que el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) es igual al gasto cardíaco (Q o GC) por la diferencia arterio-venosa (Dif a-vO<sub>2</sub>). El gasto cardíaco es igual a la frecuencia cardíaca (FC) por el volumen de eyección sistólica (VES). En términos cuantitativos, este principio lo describe la siguiente ecuación:

$$VO_2 = Q \times Dif\ a-vO_2$$

(mL/min) (mL/min) (mL de O<sub>2</sub>/100 mL sangre)

$$VO_2 = FC \times VES \times Dif\ a-vO_2$$

(mL/min) (latidos/min) (mL/latido) (mL de O<sub>2</sub>/100 mL sangre)

$$VO_{2m\acute{a}x} = FC_{m\acute{a}x} \times VES_{m\acute{a}x} \times Dif\ a-vO_{2m\acute{a}x}$$

(mL/min) (Latidos/min) (mL/latido) (mL de O<sub>2</sub>/100 mL sangre)

**Gasto cardíaco, volumen minuto cardíaco o débitos cardíaco (Q ó GC):**

Representa el volumen de sangre en litros (L) o mililitros (ml) que eyecta (impulsa) cada ventrículo del corazón hacia la principal arteria (pulmonar o aórtica) por cada minuto. El gasto cardíaco se encuentra regulado por diversos factores, tales como: el volumen de eyección sistólica, la frecuencia cardíaca, la precarga (la longitud de las células musculares [del miocardio] estiradas antes de la contracción), la poscarga, o la presión dentro de la aorta (es la resistencia vascular que ofrece la aorta al flujo de sangre que eyecta el ventrículo izquierdo hacia ésta), y la contractilidad (o fuerza de contracción del miocardio). Las unidades de medida utilizadas para expresar el GC son, a saber: Litros (L) por minuto (min): **L/min**, y mililitros (mL) por minuto (min): **mL/min**. Los límites normales en reposo en la posición supina es 5.6 L/min en el varón joven y sano, y 5.0 L/min en todos los adultos (incluyendo personas de edad avanzada y mujeres).

**Hemoglobina:** Pigmento respiratorio que le da el color rojo de la sangre, contenido en los hematies (glóbulos rojos), el cual se encarga de transportar el oxígeno mediante el torrente sanguíneo.

**Hipertensión:** Tensión o tono que es mayor de la normal. Se refiere a presión sanguínea alta, tanto sistólica como diastólica. Trastorno/condición en la cual el paciente posee una presión sanguínea más alta que la juzgada ser normal. En adultos se define como aquella presión excediendo 140/90 mm Hg.

**Ley de Starling del corazón:** Postula que el volumen de eyección sistólica aumenta como respuesta al aumento en el volumen del llenado sanguíneo en el ventrículo del corazón durante el diástole (relajación ventricular).

**Líquido extracelular:** Es el líquido que se halla por fuera de las células (las rodea), e incluye el *líquido intersticial* (el líquido que llena los espacios microscópicos entre las células y los tejidos) y el *plasma* (la porción líquida de la sangre).

**Marcapaso cardíaco:** Se encarga de iniciar el impulso nervioso para la contracción del corazón y establece el ritmo de los latidos cardíacos.

**Miocardio:** El músculo del corazón. Más específicamente, representa la túnica/capa media muscular o músculo cardíaco. Es la capa cardíaca responsable para la habilidad del corazón en contraerse. El miocardio consiste de haces entrelazados de fibras musculares cardíacas.

**Oxígeno, sistema de transporte de:** El consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), es decir, el producto del flujo sanguíneo sistémico central (gasto cardíaco) y la extracción de oxígeno de la sangre sistémica en la periferia (diferencia arterio-venosa de oxígeno). El sistema cardiorrespiratorio compuesto por el volumen de eyección sistólica (VES), la frecuencia cardíaca (FC) y la diferencia arterio-venosa de oxígeno ( $Dif\ a-vO_2$ ).

**Paroxístico:** Un fenómeno patológico (arritmia, ataques, crisis, entre otras) que aparece de manera súbita y brusca.

**Presión diastólica:** Representa la presión más baja obtenida. Mientras drena la sangre desde las arterias durante la diástole ventricular, la presión disminuye a un mínimo. Los límites normales de la presión diastólica se encuentran entre 80 y 90 mm Hg.

**Presión sanguínea:** La fuerza motriz que tiende a mover la sangre a través del sistema circulatorio. La fuerza de la sangre que distiende las paredes arteriales.

**Presión sistólica:** Representa la presión más alta obtenida. Mientras la sangre es impulsada hacia las arterias durante la sístole ventricular, la presión aumenta a un máximo. Los límites normales de la presión sistólica se encuentran entre 120 y 140 mm Hg.

**Pulso:** La expansión y la disminución de calibre por rebote elástico de una arteria, que ocurren alternadamente.

**Pulso, frecuencia de:** La frecuencia de las ondas de presión (ondas por minuto) propagadas a lo largo de las arterias periféricas, como la arteria carótida o la radial. En individuos sanos y normales, la frecuencia del pulso y frecuencia cardíaca son idénticas. Sin embargo, en personas con arritmias cardíacas, estas dos frecuencias no son las mismas.

**Quimiorreceptores:** Terminaciones nerviosas sensoriales, sensibles a los cambios químicos en su medio interno. Tales receptores están localizados en el cayado de la aorta, bifurcación de la carótida, y otros vasos del organismo.

**Resistencia periférica:** La resistencia que presentan los vasos sanguíneos al paso de la sangre, como resultado de la fricción que se genera entre la sangre y las paredes de dichos vasos. Esta dependerá de la viscosidad de la sangre, y e diámetro de las arteriolas.

**Retorno venoso:** Representa la cantidad de sangre que puede regresar al corazón derecho (ventrículo derecho) por medio de la circulación sistémica venosa. Los factores que regulan el retorno venoso son, a saber: las gradientes (diferencias) de presión (causa que circule la sangre), la velocidad del flujo sanguíneo, las contracciones musculares y valvas/válvulas (combinación de las contracciones musculares, por un lado, y las valvas de las venas por el otro [acción de "ordeño"], y la respiración (establece el diferencial de presión).

**Sistema Cardiovascular:** Conjunto de órganos especializados en transportar los alimentos y gases respiratorios por todo el cuerpo.

**Taquiarritmia:** Forma rápida e irregular del ritmo cardíaco.

**Taquicardia:** Frecuencia cardíaca acelerada, igual o mayor de 100 latidos por minuto.

**Tono vascular:** El término utilizado para indicar el estado contráctil general de un vaso o región vascular.

**Venas:** Vasos que transportan la sangre pobre en oxígeno de los tejidos al corazón.

**Vénulas:** Pequeños vasos encargados de colectar/drenar la sangre de los lechos capilares y vaciarla en las venas. Constituyen la continuación de los capilares, y se unen para formar las venas.

**Volumen de eyección sistólica (VES), volumen sistólico (VS) o Volumen Latido (VL):** Representa la cantidad (volumen) de sangre en litros (L) o mililitros (ml) que bombea cada ventrículo hacia las principales arterias por cada eyección o latido. El volumen de sangre eyectada hacia la arteria principal por cada contracción (sístole o latido del corazón). Los valores normales del VES son se encuentran entre 60 - 70 mL/latido para la posición erecta/de pie, y entre 60 - 130 mL/latido para los límites normales amplios. El VES está determinado por el retorno venoso, tamaño del corazón, potencia contráctil del corazón (estado inotrópico). Cuantitativamente, el VES se calcula dividiendo el gasto cardíaco (Q) por la frecuencia cardíaca (FC):

$$VES = \frac{Q \text{ (L/min)} \times 1000}{FC \text{ (Latidos/min)}}$$

## REFERENCIAS

- American College of Sports Medicine Staff. (Ed.) (2005). *ACSM's Resource Manual for Exercise Testing and Prescription* (5ta. ed.). Baltimore: Williams & Wilkins. 848 pp.
- Anthony, C. P., & Thibodeau, G. A. (1983). *Anatomía y Fisiología* (10ma. ed.). México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. 724 pp.
- Åstrand, P.-O., & Rodahl, K (1986). *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise* (3ra. ed.). New York: McGraw-Hill Book Company. 756 pp.
- Barnard, C., & Illmann, J. (1981). *La Máquina del Cuerpo*. Madrid, España: Ediciones Generales ANAYA.
- Berne, R. M., & Levy, M. N. (Eds.). (1988). *Physiology* (2da. ed.). St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1077 pp.
- Berne, R. M., & Levy, M. N. (1986). *Cardiovascular Physiology* (5ta. ed.). St. Louis: The C.V. Mosby Company. 261 pp.
- Brooks, G A., & Fahey, T. D. (1987). *Fundamentals of Human Performance*. New York: Macmillan Publishing Company. 464 pp.
- Bullock, J., III, Michael, J. B., & Wang, M. B. (1984). (Eds.). *Physiology: The National Medical Series for Independent Study*. Pennsylvania: Harwal Publishing Company. 392 pp.
- Bullock, J., Boyle, J. III, Wang, M., & Ajello, R. *The National Medical Series for Independent Study: Physiology*. Wiley Medical.
- Chaffee, E. E. & Lytle, I. M. (1980). *Basic Physiology and Anatomy* (4ta. ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott Company. 628 pp.
- De Vries, H. A. (1986). *Physiology of Exercise: for Physical Education and Athletics* (4ta. ed.). Dubuque, Iowa: Wm C. Brown Publishers. 591 pp.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1988). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics* (4ta. ed.). Philadelphia: Saunders College Publishing Co. 734 pp.
- Ganong, W. F. (1985). *Fisiología Médica* (10ma ed.). México: Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. 660 pp.

- Guyton, A. (1977). *Tratado de Fisiología Médica* (5ta. ed.). México: Nueva Editorial Interamericana. 1159 pp.
- Jacob, S. W., Francone, C. A., & Lossow, W. J. (1978). *Structure and Function in Man*. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 678 pp.
- Jacob, S. (1984). *Anatomía y Fisiología Humana* (4ta. ed.). México: Nueva Editorial Interamericana. 711 pp.
- Katz, A. M. (1977). *Physiology of the Heart*. New York: Raven Press Books, Ltd. 450 pp.
- Lamb, D. R. (1984). *Physiology of Exercise: Responses & Adaptations* (2da. ed.). New York: Macmillan Publishing Company. 489 pp.
- Little, R. C. (1977). *Physiology of the Heart & Circulation*. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc. 334 pp.
- Marieb, E. N. (1989). *Human Anatomy and Physiology*. Redwood, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1991). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance* (3ra. ed.). Philadelphia: Lea & Febiger, 853 pp.
- McNaught, A. B., & Callander, R. (1983). *Fisiología Ilustrada*. Barcelona: Editorial JIMS, 1983. 288 pp.
- Morhrman, D. E., & Heller, L. J. (1986). *Cardiovascular Physiology* (2da. ed.). New York: McGraw-Hill Company, 212 pp.
- Noble, B. J. (1986). *Physiology of Exercise and Sport*. St.Louis: Times Mirror/Mosby College Publishing, 570 pp.
- Parker, A. C., & Thibodeau, G. A. (1984). *Anatomía y Fisiología* (10ma. ed.). México: Nueva Editorial Interamerica. 724 pp.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (1990). *Exercise Physiology: Theory and Applications*. Dubuque, I.A.: Wm. C. Brown Publishers, [589] pp.
- Puhl, J. L. (1986). Women and endurance: Some factors influencing performance. En B. L Drinkwater (Ed.), *Female Endurance Athletes* (p. 41). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.

- Rowell, L. B., & Sherphard, J. T. (Eds.). (1996). *Handbook of Physiology: A Critical, Comprehensive Presentation of Physiological Knowledge and Concepts. Section 12: Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. New York: The American Physiological Society. 1210 pp.
- Seeley, R. R, Stephens, T. D., & Tate, P. (2002). *Essentials of Anatomy & Physiology* (4ta. ed., pp 292-372). New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Shephard, R. J. (1982). *Physiology and Biochemistry of Exercise*. New York: Praeger Publishers. 672 pp.
- Smith, J., & Camping, J. P. (1984). *Fisiología Circulatoria: Conceptos Fundamentales* (2da. ed.). Argentina: Editorial Panamericana. 326 pp.
- Squires, B. P. (1984). *Anatomía y Fisiología. Ejercicios: Raíces, Prefijos y Sufijos*. México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.
- Strand, F. L. (1982). *Fisiología Humana: Un Enfoque Hacia los Mecanismos Reguladores*. México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. 694 pp.
- Thibodeau, G. A. (1987). *Anatomy and Physiology*. St. Louis, MO: Times Mirror/Mosby College Publishing. 813 pp.
- Tortora, G. J. (1991). *Introduction to Human Body: The Essentials of Anatomy and Physiology* (2da. ed.). New York: HarperCollins Publishers, Inc.
- Tortora, G. J., & Anagnostakos, N. P. (1984). *Principios de Anatomía y Fisiología* (3ra ed.). México: Harper and Row Latinoamericano. 1034 pp.
- Van De Graaff, K. M., & Rhee, R. W. (1999). *Anatomía y Fisiología Humanas*. México: McGraw-Hill Interamericana. 1034 pp.
- Vander, A. J., Sherman, J. H., & Luciano, D. S. (1985). *Human Physiology: The Mechanism of Body Function* (4ta ed.). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Vander, A. J., Sherman, J. H., & Luciano, D. S. (1978). *Fisiología Humana*. Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill Latinoamericano. 466 pp.
- West. J. B. (Ed.). (1986). *Best y Taylor Bases Fisiológicas de la Práctica Médica* (11ma. ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 1572 pp.