

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



Facultad de Estudios Superiores "CUAUTITLAN"

"ESTUDIO RECOPIATIVO DE LA HISTOFISIOLOGIA DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR DE LOS ANIMALES DOMESTICOS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA PRESENTA: ENRIQUE EMILIO HERNANDEZ VILLALPANDO

Director de Tesis: M.V.Z. Carlos Manuel Appendini Tazzer
Asesor de Tesis: M.V.Z. José Alberto Chávez Enriquez

Quautitlán Izcoalli, Edo. de Méx. 1987

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	PAG.
1.- RESUMEN	1
2.-INTRODUCCION	2
3.- CARACTERISTICAS GENERALES	7
4.- ORGANIZACION MURAL	9
FIGURA 1 - DIAGRAMA DE LA ORGANIZACION MURAL DE UNA ARTERIA	11
5.- SISTEMA DE ALTA PRESION	12
5.1.- Arterias elásticas	12
5.2.- Arterias musculares	14
5.3.- Arteriolas	15
6.- SISTEMA DE BAJA PRESION	17
6.1.- Vénulas	18
6.2.- Venas pequeñas	18
6.3.- Venas grandes	19
7.- SISTEMA VASCULAR LINFATICO	20
8.- SISTEMA DE INTERCAMBIO	
8.1.- Capilares	22
8.2.- Sinusoides	22
FIGURA 2- DIAGRAMA DE LAS RELACIONES DE LOS CAPILARES CON LAS ARTERIOLAS Y VENULAS	25
9.- CORAZON	26
9.1.- Irrigación	28
9.2.- Inervación	32
FIGURA 3- ASPECTO DE LA VALVULA AORTICA	29

	PAG.
FIGURA 4 - ESTRUCTURA DEL CORAZON	30
FIGURA 5 - SISTEMA DE CONDUCCION DEL CORAZON	36
FIGURA 6 - PROPAGACION NORMAL DE LA ACTIVIDAD ELECTRICA EN EL CORAZON	37
10.- CONTROL DE LA ACTIVIDAD CARDIACA	
10.1.- Barorreceptores y Quimiorreceptores	40
10.2.- Control nervioso	41
10.3.- Reflejo presorreceptor arterial	42
10.4.- Reflejos quimiorreceptores	43
10.5.- Arritmia sinusal	43
10.6.- Dolor	43
10.7.- Influencia hormonal	43
11.- APENDICE	45
12.- BIBLIOGRAFIA	46

**RESUMEN**

Este trabajo ha tratado de contener una información accesible y actualizada del Sistema Cardiovascular que sirva como parte de los conocimientos básicos de los Médicos Veterinarios Zootecnistas

Inicialmente se presentan las generalidades del Sistema y posteriormente cada uno de los componentes, con sus diferencias entre si, al final se discuten algunos factores que afectan al Sistema.

Se han incluido algunos esquemas para hacer más objetiva la información y por cuestión didáctica. Para que el texto tenga continuidad en su lectura, se omitieron las citas bibliográficas.

## INTRODUCCION

La célula (del latín Cellula, diminutivo de Cella, hueco) es la unidad estructural, anatómica y de origen de todos los seres vivos; estas se agrupan y forman tejidos y éstos a su vez órganos que al unirse forman aparatos y sistemas. Un individuo esta formado por el conjunto de estos últimos.

La Histología (del griego Histos, tejido; Logos, conocimiento, tratado) es la ciencia que se encarga del estudio y descripción, de la forma en que se agrupan las células para constituir tejidos.

La Histología como ciencia ha sido de gran utilidad e importancia para el Hombre. En ella se apoyado para ampliar el conocimiento de un gran número de ciencias, citando algunas: La Fisiología, la Bioquímica, la Genética y la Inmunología; también ha sido la base de muchas otras tales como Biología celular e Ingeniería genética.

Los histólogos definen a los tejidos como un grupo de células semejantes que trabajan conjuntamente para desempeñar determinado papel en la estructura y función del organismo.

A pesar de la complejidad del organismo existen sólo cuatro tejidos: Epitelial, Nervioso, Muscular y Conjuntivo.

### Tejido Epitelial

Epitelio (Gr. Epi, sobre; Thele, pezón) por lo que se entiende que cubre superficies.

Las principales funciones del tejido epitelial son; Revestimiento, absorción, secreción, función sensitiva y protección mecánica.

### Tejido Nervioso

Este tejido está disperso por el organismo interenlazándose y formando una red de comunicaciones que constituyen el sistema nervioso.

El tejido nervioso está formado por dos componentes. Las neuronas y - las células de la neuroglía. Y sus principales funciones son; Detectar, transmitir, analizar y utilizar las informaciones generadas por estímulo sensoriales representados por calor, luz, energía mecánica y modificaciones químicas del ambiente externo e interno y envía respuesta - adecuada a los órganos efectores.

### Tejido Muscular

La función de movimiento de los organismos multicelulares es generalmente asumida por células especializadas, llamadas miocitos o células musculares.

De acuerdo con sus características morfológicas y funcionales se pueden diferenciar tres tipos de tejido muscular: Músculo liso, músculo estriado esquelético, músculo estriado cardiaco.

### Tejido Conjuntivo

A este tejido también se le conoce como conectivo y recibió este nombre porque conecta a otros tejidos y los mantiene unidos.

El tejido conectivo se deriva del mesodermo. Por esta razón esta en po

sición ideal para nutrir y sostener las membranas epiteliales y las glándulas que se desarrollan a partir de ectodermo y endodermo. Existen diversas variedades de tejido conectivo tales como: Tejido conectivo laxo areolar, tejido adiposo o graso, tejidos hematopoyéticos, cartilago y hueso, que desempeñan las funciones de: Sostén, relleno, defensa, unión, reserva, nutrición, amortiguamiento y moldeado del cuerpo.

Dentro de este tejido se encuentran, como ya se señaló, las células sanguíneas las cuales circulan a través de un sistema de conductos cerrados. Esta red de distribución localizada por todo el organismo se llama Sistema Cardiovascular que consta de: Corazón, arterias, venas, capilares sanguíneos, capilares linfáticos, vasos y conductos linfáticos.

El corazón es un vaso sanguíneo modificado, especializado como una bomba doble de propulsión para mover la sangre a través del sistema.

Las arterias transportan la sangre del corazón a los capilares y las venas regresan la sangre al corazón.

Los vasos que transportan la sangre del ventrículo derecho a los pulmones y desde los mismos al atrio izquierdo, constituyen la circulación pulmonar; los vasos que distribuyen la sangre del ventrículo izquierdo al resto del organismo y la devuelven al atrio derecho forman la circulación sistémica.

El sistema linfático transporta la linfa desde los intersticios tisulares hacia las venas reintegrando de esta manera los líquidos tisulares y algunas células al sistema venoso.

Las paredes de los vasos sanguíneos están constituidas por tres capas o túnicas: La túnica íntima o endotelio, la túnica media compuesta de tejido muscular y la túnica adventicia de tejido conjuntivo, que con tiene una gran proporción de componente elástico. Estos tejidos se dis tribuyen en forma variable en las paredes vasculares, a lo largo del - Sistema Cardiovascular.

Por el Sistema Cardiovascular circula la sangre, que sirve como medio de transporte para llevar nutrientes desde el aparato digestivo a los tejidos; productos finales del metabolismo desde las células a los ór ganos de excreción; oxígeno desde los pulmones, a los tejidos; dióxido de carbono desde los tejidos a los pulmones, también por él circulan las secreciones de las glándulas endocrinas. La sangre contribuye tam bién a regular la temperatura orgánica, mantiene una concentración cons tante de agua y electrolitos en las células y defiende al cuerpo con tra los microorganismos. Tanto las células de la sangre como sus compo nentes líquidos tienen un papel en el cumplimiento de estas funciones.

Es de suma importancia para quien ha decidido estudiar una carrera del área de Ciencias Biológicas, en este caso para Médico Veterinario Zoo tecnista, el estudio de la estructura y función del Sistema Cardiovas cular para llegar a tener una mejor comprensión de infinidad de proce sos que se llevan a cabo en un ser vivo.

En México el acceso a material bibliográfico relacionado con el tema - es restringido principalmente por escasez de obras, costos muy elevados , la barrera de otros idiomas y la dificultad de desplazamiento.

Por esto se ha pensado la realización de este trabajo que esperamos - sea de gran utilidad para todos aquellos estudiantes, profesionistas y personas que esten interesados en una información accesible acerca de este tema.

## CARACTERISTICAS GENERALES

La función normal de las células requiere de la existencia de un equilibrio continuo entre la captación de nutrientes y la eliminación de los productos y desechos celulares.

Los organismos unicelulares marinos viven en un ambiente que satisface todas sus necesidades, como alimento, eliminación de desechos y condiciones relativamente constantes para conservar la vida. Al aumentar la complejidad de los seres vivos, para que cada célula este rodeada de un medio externo conveniente es cada vez más difícil.

Los animales domésticos satisfacen estas necesidades por medio de un mecanismo que transporta estas sustancias a las diferentes partes del cuerpo. Es un circuito especializado de tubos o vasos ramificados, cerrados y continuos, o sea el Sistema Cardiovascular.

El sistema Cardiovascular está constituido de órganos especializados para el bombeo, transporte y distribución de las sustancias absorbidas en el tubo digestivo y el  $O_2$  que se capta en los pulmones vaya a los tejidos, así como el  $CO_2$  regrese a estos, y otros productos metabólicos a los riñones. Interviene en la regulación de la temperatura. Acarrea las hormonas de las glándulas endocrinas a otros órganos del cuerpo. Conserva el equilibrio del agua y del PH y en la sangre se encuentran factores importantes de defensa del cuerpo contra las enfermedades.

Este sistema para llevar a cabo sus funciones se vale de la sangre circ

culante y otros líquidos derivados de la misma.

La propulsión de la sangre es realizada por el corazón cuya pared muscular cumple con el trabajo de contracción intermitente, las arterias llevan la sangre del corazón a las diferentes partes del organismo y las venas a su vez la regresan, algunos líquidos tisulares entran a otro sistema cerrado de vasos, los linfáticos, que llevan la linfa al sistema venoso.

Todas las células del organismo tienen acceso a este sistema captan productos de la sangre y le mandan otros, si este sistema falla en una parte del cuerpo, entonces dicha parte pronto muere.

Ya sea en la circulación menor o pulmonar, o en la mayor o sistémica, la sangre es bombeada a las arterias que transportan un volumen pequeño de sangre a alta presión y velocidad. Al ramificarse sucesivamente disminuyen su calibre hasta transformarse en arteriolas, estas terminan en una red capilar que conduce una gran cantidad de sangre a una presión y velocidad mucho más bajas, a este nivel es donde se realizan los intercambios entre el plasma sanguíneo y el líquido intersticial. La sangre vuelve al corazón vía de las vénulas confluentes y de las venas que transportan la sangre a mayor volumen y a muy bajas presiones y velocidades.

## ORGANIZACION MURAL

Todo el Sistema Cardiovascular obedece a un esquema común de organización histológica. Los componentes tisulares se ordenan concentricamente en capas en el siguiente orden de la luz hacia afuera: Túnica íntima, túnica media y túnica adventicia.

Los componentes tisulares de la túnica íntima son: el endotelio, tejido conectivo subendotelial y la lámina elástica interna.

En el corazón el equivalente a la íntima es el endocardio.

El endotelio esta formado de células escamosas típicas, que revisten la luz de los órganos, las células estan sobre una membrana basal que separa al endotelio de los fibroblastos de la cubierta subendotelial. La lámina elástica interna es una condensación de fibras elásticas que separan la túnica íntima de la media.

La túnica media se compone de células musculares, de láminas elásticas y de la lámina elástica externa.

El equivalente de la media en el corazón se le llama miocardio.

Las células musculares lisas se acomodan en forma circular alrededor de la luz y se encuentran en íntima relación con fibras elásticas y colágenas.

La lámina elástica externa se encuentra en la unión entre la túnica media y la adventicia y es una condensación de fibras elásticas.

La túnica adventicia consta principalmente de fibras elásticas, pero-

también contiene fibras de colágena. En la adventicia hay "vasa vaso - rum" y también hay linfáticos. En el corazón viene siendo la capa externa junto con el pericardio visceral y recibe el nombre de Epicardio. Como resultado de adaptaciones particulares a circunstancias locales, algunos componentes de este esquema básico se acentúan, se reducen o se omiten. Estas adaptaciones están influenciadas por dos grupos de factores funcionales:

#### Factores mecánicos

Principalmente la presión sanguínea que determina la cantidad y la disposición de los componentes tisulares elásticos y musculares.

#### Factores metabólicos

Que reflejan las necesidades locales de los tejidos, a este nivel, los únicos elementos estructurales representados están constituidos por el endotelio y su lámina o membrana basal.

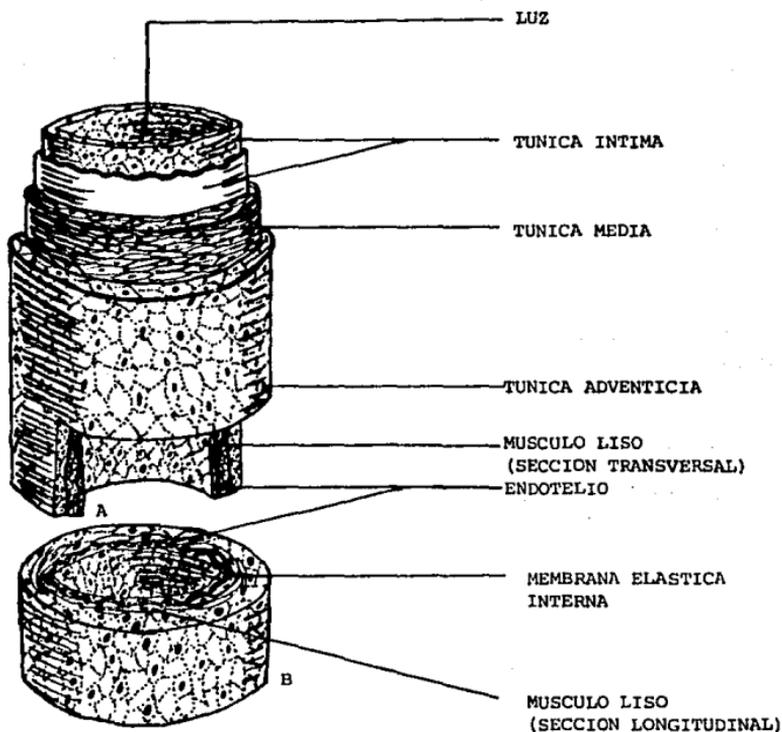


FIGURA 1.- DIAGRAMA DE LA ORGANIZACION MURAL DE UNA ARTERIA. EN CORTES LONGITUDINALES (A) EL MUSCULO LISO DE LA TUNICA MEDIA SE SECCIONA TRANSVERSALMENTE. EN CORTES TRANSVERSALES (B) EL MUSCULO LISO SE SECCIONA LONGITUDINALMENTE.

TOMADO DE BANKS, W.J.

## SISTEMA DE ALTA PRESION

### Arterias

Las arterias son órganos tubulares cuya misión es transportar la sangre impulsada desde el corazón hacia los tejidos.

Las arterias se clasifican en tres tipos: Elásticos o de gran calibre, musculares o de tamaño mediano a pequeño y arteriolas. Esto es en base al espesor relativo y el tipo de tejido de cada una de las capas o túnicas básicas.

Las arterias de más diámetro se conocen como arterias elásticas por su gran contenido de fibras elásticas, en comparación a su luz la pared es relativamente delgada ya que ocupa menos de una décima parte del diámetro del vaso.

La elasticidad es importante para mantener elevada la presión arterial durante la diástole, o sea el período durante el cual los ventrículos están distendidos, y así la presión arterial se conserva más o menos estable hasta que el ventrículo se vuelva a llenar y nuevamente se contrae, es por esto que las paredes de las arterias están formadas por varias capas de fibras elásticas denominadas "láminas".

### Arterias elásticas o de gran calibre

Su pared es bastante delgada en relación a el diámetro del vaso. Este grupo incluye la Aorta y sus ramas principales mayores, tronco braquicocefálico, arterias carótidas comunes, subclavias e iliacas externas.

Tienen todos los elementos de la túnica íntima, el endotelio está constituido por células poligonales en lugar de las escamas.

Las células presentan una unión muy estrecha, reforzada por gran cantidad de interdigitaciones.

La capa subendotelial consiste en fibras elásticas y de colágena con fibroblastos dispersos, y en la porción más profunda de la íntima se encuentran haces pequeños de musculatura lisa.

La túnica elástica interna es difícil de ver con microscopía óptica - sin embargo con la microscopía electrónica aparece, como una banda fenestrada gruesa, compuesta de fibras elásticas íntimamente entretejidas, que se fusiona con la túnica media.

La túnica media de una arteria elástica constituye la mayor parte de su pared y está formada principalmente de láminas fenestradas de fibras elásticas dispuestas concéntricamente que se anastomosan y forman redes complejas. Los espacios entre las membranas concéntricas contienen fibroblastos, substancia fundamental amorfa, una fina red de fibras elásticas y células de musculatura lisa que tienen sentido espiral.

Las células musculares lisas tienen gran número de pequeñas prolongaciones, que están unidas a las mallas de las membranas elásticas.

La adventicia es una capa delgada de tejido conjuntivo poco organizado. No puede distinguirse en forma neta del tejido conectivo vecino. No hay capa o membrana elástica externa precisa. Las fibras de colágena que se presentan en el interior de la adventicia están orientadas en forma

de espiral abierta.

Las arterias elásticas absorben parte de la fuerza de impulsión por expansión de tejido elástico en el interior de sus paredes y hacen que la corriente sanguínea sea menos intermitente de lo que sería si los vasos fueron tubos rígidos. Con frecuencia se les denomina arterias de conducción, término que recalca su función de conducir sangre hacia las ramificaciones más pequeñas del sistema arterial.

#### Arterias musculares o de tamaño mediano a pequeño

También se les denomina arterias de distribución dado que llevan la sangre a distintos órganos y regulan el riego sanguíneo en respuesta a las diferentes necesidades funcionales de los tejidos.

La túnica íntima muestra tres capas. Por abajo del endotelio que se apoya en una delgada lámina basal, se encuentra la capa subendotelial, que incluye fibras finas elásticas y colágenas y algunos fibroblastos. La membrana elástica interna es notable y forma una banda fenestrada gruesa, compuesta de fibras elásticas íntimamente entretejidas.

La túnica media incluye por lo general exclusivamente células de musculatura lisa de ordenamiento circular, entre las capas de músculo hay pequeñas cantidades de tejido conectivo con fibras reticulares de colágena, elásticas y algunos fibroblastos.

La túnica adventicia, que es de considerable espesor, posee una parte interna densa y otra externa laxa; contiene haces de colágena y de fibras elásticas en disposición helicoidal o longitudinal, pocos fibro -

blastos, células adiposas y algunas fibras longitudinales de músculo liso. Entre la túnica adventicia y la túnica media se encuentra una condensación de fibras elásticas. Suele encontrarse una membrana elástica externa bien definida y posee "vasa vasorum", linfáticos y nervios.

### Arteriolas

Los elementos que se reconocen son el endotelio y una membrana elástica interna delgada. La túnica media se compone de una a tres capas de músculo liso distribuidas entre algunas fibras colágenas finas y fibras elásticas. El número de capas de células musculares disminuyen a medida que baja el calibre del vaso. No hay membrana elástica externa y tejido conjuntivo laxo de la túnica adventicia se mezcla de manera imperceptible con el tejido conjuntivo que le rodea.

El enérgico músculo liso que rodea las terminaciones de las arteriolas es decisivo porque controla la cantidad de sangre que penetra en cada capilar. La tensión del músculo alrededor de las arteriolas sirve también para mantener la presión arterial en todo el sistema. En caso de choque las arteriolas se dilatan, de manera que parte de la sangre queda estancada en el lecho capilar, particularmente en el de las vísceras.

Las arterias y venas de diámetro mayor de un milímetro tienen pequeños vasos nutricios, o "vasa vasorum", que llegan a la adventicia y terminan en la red capilar densa que penetra hasta las capas más profundas.

de la media. En la íntima no existen capilares.

Las paredes de los vasos sanguíneos arteriales tienen abundante innervación, que proviene del Sistema Nervioso Autónomo y terminan en relación con las células de la musculatura lisa de la media, estas fibras nerviosas de función receptora o sensorial, especialmente a los cambios de presión (barorreceptores) o a las modificaciones de la composición química de la sangre (quimiorreceptores). Estas fibras terminan en corpúsculos sensoriales libres en las paredes de los vasos.

Las arterias no completan su diferenciación hasta la edad adulta, es difícil delimitar algunas de las etapas finales de diferenciación por los cambios regresivos que suelen aparecer con la edad. En el envejecimiento, los cambios principales ocurren en la túnica íntima y en la túnica media. El tejido elástico muestra engrosamientos irregulares, las fibras elásticas tienden a fragmentarse, hay infiltraciones con grasa del tejido intersticial y en las arterias de tamaño medio, calcificación en la media. También es común la aterosclerosis que es una acumulación de lípidos amorfos en la túnica íntima del vaso, se complica atrofiando la túnica media después de calcificarla, afecta particularmente a las arterias grandes y medianas. (Aorta, coronarias, cerebrales y de los miembros).

## SISTEMA DE BAJA PRESION

### Venas

La presión sanguínea en el sistema venoso es aproximadamente un décimo de la que presentan las arterias, y por ello necesitan acomodar mayor volumen de sangre que el sistema arterial, por lo que el diámetro de las venas es mayor que el de las arterias, pero sus paredes son más delgadas.

En el trayecto de una vena a intervalos regulares, se disponen unos repliegues de la túnica íntima en forma semilunar llamadas válvulas y se encuentran principalmente, donde confluyen varias venas para formar un tronco mayor, esto es para que la sangre se dirija al corazón y no pueda retroceder; la sangre es impulsada en este mismo sentido por la contracción de los músculos que comprimen las partes vecinas. Sin embargo la presión en el interior de las venas es bastante baja, pues la presión arterial no se transmite a través de los angostos capilares.

Todas las venas confluyen a los grandes vasos venosos; venas cavas y pulmonares, los cuales desembocan en los atrios derecho e izquierdo respectivamente.

Los vasos venosos se pueden clasificar en vénulas, venas pequeñas y de tamaño medio y venas grandes; esta clasificación no es completamente satisfactoria, dado que las divisiones no son rígidas y hay variación individual. Venas del mismo calibre pueden tener estructura bastante distinta, e incluso la misma vena puede mostrar grandes diferencias es

estructurales en su trayecto. Por ello no es práctico describir la pared venosa como se hizo con las arterias y trataremos únicamente sus caracteres generales.

### Vénulas

Las vénulas reúnen sangre de los capilares y son de diámetro mayor que los capilares y por su confluencia, cada vez se convierten en troncos mayores.

La transición de capilar a vénula es muy lenta y entraña la adquisición de elementos de tejido conectivo en primer término y fibras de músculo liso posteriormente.

Las vénulas suelen constar, de un tubo simple de endotelio, rodeado por tejido conjuntivo laxo. Las fibras musculares lisas cubren a los vasos formando una capa continua (media).

La túnica adventicia de estos vasos es muy gruesa, comparada con la media.

### Venas pequeñas y de tamaño mediano

Incluyen prácticamente todas las venas con nombres propios y sus ramas principales.

La túnica íntima es delgada, constituida de células endoteliales poligonales, la capa subendotelial es muy delgada y está integrada por pequeños haces de fibras musculares circulares, fibras colágenas y elásticas finas. La adventicia está bien desarrollada y constituye casi toda la pared.

### Venas grandes

Este grupo incluye las venas cavas craneal y caudal, la vena porta y las tributarias principales de estos troncos.

La íntima tiene la misma estructura que las venas pequeñas, pero es un poco más gruesa. La túnica media consta primariamente de fibras colágenas y elásticas. La túnica adventicia está bien desarrollada y es la porción más gruesa de la pared. Se pueden encontrar algunos paquetes de fibras musculares lisas dispersas en esta capa y orientados en forma paralela al eje mayor del vaso.

Las venas presentan una mayor cantidad de "vasa vasorum" que las arterias. Como las venas contienen sangre poco oxigenada, las células de sus paredes probablemente necesiten a veces más oxígeno del que pueden obtener por difusión desde la luz del vaso. Los "vasa vasorum" que llevan sangre arterial hacia el interior de las paredes venosas cubren esta necesidad. Además como la sangre en las venas está sometida a poca presión, los "vasa vasorum" pueden acercarse a la íntima de la pared sin que los ocluya obligadamente la pared del vaso.

## SISTEMA VASCULAR LINFÁTICO

Son tubos que recogen líquido tisular y lo vacían en la corriente sanguínea. El drenaje linfático es unidireccional y no constituye en sentido estricto circulación.

Las paredes de los capilares linfáticos más delgados están formados por una capa de tejido conectivo y un revestimiento endotelial y se inician en un extremo cerrado.

En los vasos de mayor calibre, pueden precisarse tres capas; íntima, media y adventicia, pero por lo regular sus límites son imprecisos. Los vasos linfáticos contienen un número bastante elevado de válvulas más cerca unas de otras que en las venas, están dispuestas en pares y sus bordes libres están dirigidos hacia el centro.

Las paredes de los capilares sanguíneos son suficientemente finas para dejar escapar a su través líquidos; materiales nutritivos y gases, destinados a los espacios intersticiales. Parte del líquido no regresa a los capilares o vénulas directamente, sino que es recogido por vasos linfáticos de paredes en extremo finas. El flujo de la linfa depende en gran parte de la gravedad o de las presiones variables de los órganos vecinos, la linfa se filtra a su paso por órganos interpuestos llamados ganglios, distribuidos irregularmente a lo largo del sistema vascular linfático.

En el torax los vasos linfáticos convergen en dos troncos principales, el gran conducto torácico y un conducto linfático derecho más pequeño

que desembocan en las venas cavas y pulmonares. En ellos se distinguen las tres capas básicas siendo la media la más desarrollada.

Los vasos sanguíneos que riegan la pared de los troncos linfáticos - principales, son muy semejantes a los "vasa vasorum" de los vasos sanguíneos de gran calibre.

## SISTEMA DE INTERCAMBIO

### Capilares

Son los miembros más simples del aparato vascular, pero su función, es en extremo importante, pues son el medio por el cual los metabolitos - llegan a la célula y los productos de desecho dejan el tejido conjuntivo.

Son tubos sencillos endoteliales que conectan los extremos arterial y venoso de la circulación con un diámetro aproximado de 7 a 9 micrometros y por esto es que sólo acomodan un eritrocito a la vez. En su periferia están recubiertos por una membrana basal.

Hay dos tipos básicos de capilares; los continuos son en los que no hay interrupciones en la continuidad de las células endoteliales. El segundo tipo es el fenestrado; esto es, tiene poros distribuidos a lo largo de las paredes del endotelio que pueden cubrirse por un diafragma o bien, están abiertos.

Los capilares están rodeados por una vaina delgada de fibras finas colágenas y reticulares, y ocasionalmente se acompañan por células perivasculares o pericitos. Estas finas células alargadas suelen mostrar un citoplasma muy ramificado. Se ha sugerido que los pericitos pueden ser contráctiles, y por lo tanto, ejercer cierta influencia sobre el diámetro de la luz de la red capilar.

### Sinusoides

Los sinusoides o capilares sinusoides se parecen a los capilares, pero

son de mayor diámetro y de forma irregular, tienen un revestimiento incompleto de células fagocíticas y no fagocíticas. El revestimiento de los sinusoides está separado del parénquima de los órganos solamente por una fina red de fibras reticulares.

Los capilares arteriales o metarteriolas son vasos intermedios entre arterias y capilares y capilares y venas respectivamente, tienen una luz más amplia que los de la red capilar y contienen células musculares lisas dispersas en sus paredes. Estos vasos, llamados también áreas de esfínter capilar, intervienen en el control del flujo sanguíneo en el lecho capilar. La pared está formada por un revestimiento endotelial, una lámina basal y una capa delgada de tejido conectivo que contiene pericitos y estos últimos se hallan en mayor número que la red capilar.

#### Anastomosis arteriovenosas

Además de las conexiones capilares y sinusoidales entre arterias y venas, en los sitios donde el flujo sanguíneo varía mucho, las arterias están en comunicación directa con las venas por anastomosis arteriovenosas.

Estas conexiones directas permiten que, ante una necesidad, pueda pasar más sangre del árbol arterial al venoso que la que dejan pasar los capilares. Como es el caso de las extremidades cuando están sometidas al frío manteniendo su temperatura y cuando es necesario un aumento de la carga de O<sub>2</sub> en los pulmones.

El endotelio se encuentra directamente sobre una túnica muscular espe

cializada que incluye un esfínter, la túnica adventicia de las anastomosis contiene gran número de fibras nerviosas.

Como se vió anteriormente, la pared capilar es una delgada membrana - constituida por células endoteliales. Las sustancias pasan por las -- uniones entre las células endoteliales y algunas también pueden pasar - a través de las células por transporte vesicular.

Los factores distintos al transporte vesicular, responsables del transporte a través de la red capilar son la difusión y la filtración. La - difusión es cuantitativamente mucho más importante en términos del intercambio de nutrientes y materiales de desecho entre la sangre y el - tejido. El  $O_2$  y la glucosa están en mayor concentración en la corriente sanguínea que en el líquido intersticial y se difunde hacia él, en tanto que el  $CO_2$  se difunde en dirección opuesta.

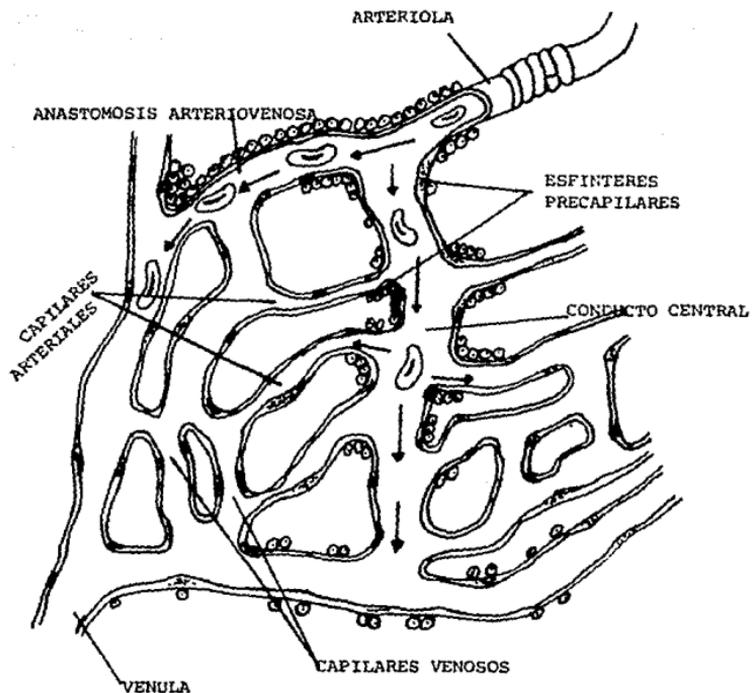


FIGURA 2.- DIAGRAMA QUE MUESTRA LAS RELACIONES DE LOS CAPILARES CON LAS ARTERIOLAS Y VENULAS. EL CONDUCTO CENTRAL, RODEADO POR MUSCULO LI SO, SE DENOMINA METARTERIOLA.

TOMADO DE BANKS, W.J.

## CORAZON

Básicamente, el corazón es un segmento del sistema vascular que se ha especializado como una bomba de músculo estriado y que es capaz de contraerse rítmicamente en forma espontánea a fin de impulsar la sangre a través de los vasos sanguíneos.

La pared del corazón consta de tres capas:

### Endocardio

Es la contraparte cardíaca de la túnica íntima. El endotelio es de tipo continuo, similar al de los grandes vasos y se extiende sobre una lámina basal. Recubre todas las estructuras que se proyectan en el interior del corazón.

Abajo del endotelio hay una estrecha zona de fibras colágenas finas -- que forman la capa subendotelial, y una capa subendocárdica más profunda de tejido conjuntivo laxo, además de unir el endocardio al miocardio esta capa a nivel de ventrículos contiene el sistema de conducción de impulsos del corazón, denominado células de Purkinje.

### Miocardio

Se compara con la túnica media de los vasos, consta principalmente de músculo cardíaco, fibras de tejido conjuntivo, nervios y vasos sanguíneos.

### Epicardio

Tiene funciones muy parecidas a la túnica adventicia y es una membrana serosa.

El corazón se divide en dos porciones derecha e izquierda; en cada porción hay un atrio y un ventrículo, entre el atrio y el ventrículo, de cada lado se interpone una válvula llamada atrioventricular. La de la izquierda se llama también bicúspide o mitral debido a que tiene dos alas y la derecha recibe el nombre de tricúspide por tener tres alas. Estas válvulas de entrada a los ventrículos tienen forma de hojuelas o nido de golondrina. (Figura 3 pag. 29)

Estas válvulas están formadas esencialmente por pliegues de endocardio reforzados con una placa fibrosa central de tejido conectivo denso, y de la cara ventricular de cada hojuela se extienden fibras tendinosas formadas de tejido conectivo colágeno denso que terminan en los músculos papilares en los ventrículos.

Estas fibras tendinosas tienen la función de evitar que las hojuelas de las válvulas se inviertan hacia los atrios cuando la presión ventricular excede a la de los atrios.

El músculo cardíaco y las válvulas están sostenidos por un esqueleto cardíaco de tejido conjuntivo fibroso blanco denso. Algunos componentes de este esqueleto pueden ser también cartilagosos u óseos en algunas especies. Los siguientes elementos constituyen el esqueleto cardíaco: Los anillos fibrosos, rodean los orígenes de la aorta y la arteria pulmonar y los conductos atrioventriculares. Estos anillos se continúan con el Triángulo fibroso que es una masa de tejido conjuntivo denso entre los conductos atrioventriculares. El tabique membranoso, es la porción fibrosa del tabique interventricular.

Las válvulas semilunares de la aorta y la arteria pulmonar son semejantes en su estructura a las válvulas atrioventriculares. Cada válvula tiene tres hojas. La placa fibrosa central de cada válvula forma un engrosamiento llamado Nódulo de Arancio en el borde libre. Carecen de fibras tendinosas y son más delgadas, su función es evitar la regresión de la sangre hacia los ventrículos y se abren cuando la presión ventricular, provocada por su respectiva contracción, se ve aumentada.

Las venas cava craneal y caudal traen sangre corporal a el atrio derecho, sitio donde la sangre pasa al ventrículo derecho. Del ventrículo derecho es impulsada a los pulmones, en donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso, y vuelve al corazón por las venas pulmonares al atrio izquierdo, de aquí pasa al ventrículo izquierdo, y de ahí es expulsada al cuerpo por medio de la aorta y sus ramas.

### Irrigación

La circulación nutricia del corazón se realiza por las arterias coronarias, que son de tipo muscular. Estas se originan de la porción del arco aórtico, detrás de las valvas de la válvula aórtica, en la raíz de la aorta. Al llegar al miocardio se dividen en abundante red capilar que drena en las venas coronarias y desembocan en el atrio derecho por el seno coronario. En las tres capas del corazón se hallan capilares linfáticos.

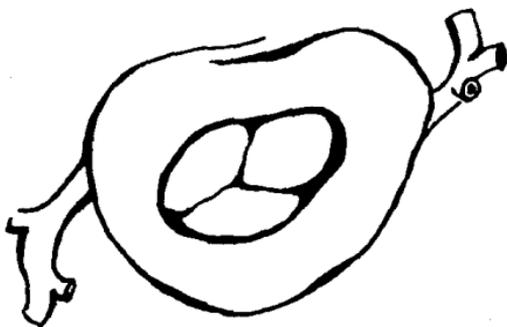
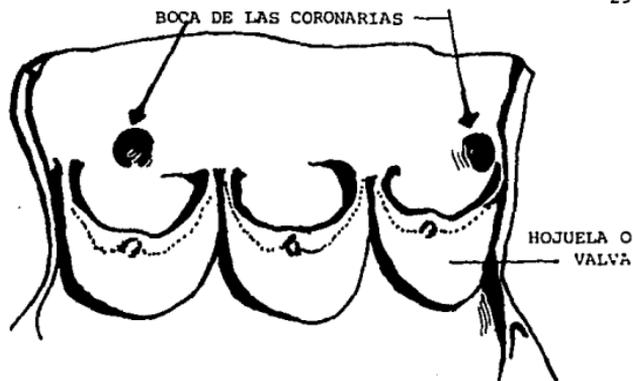


FIGURA 3.- LAS TRES HOJUELAS DE LA VALVULA AORTICA CUANDO EL VASO ESTA ABIERTO Y APOYADO EN UNA SUPERFICIE PLANA.

ABAJO, ASPECTO DE LA VALVULA CERRADA VISTA DESDE ABAJO.

TOMADO DE HAM, W.A.

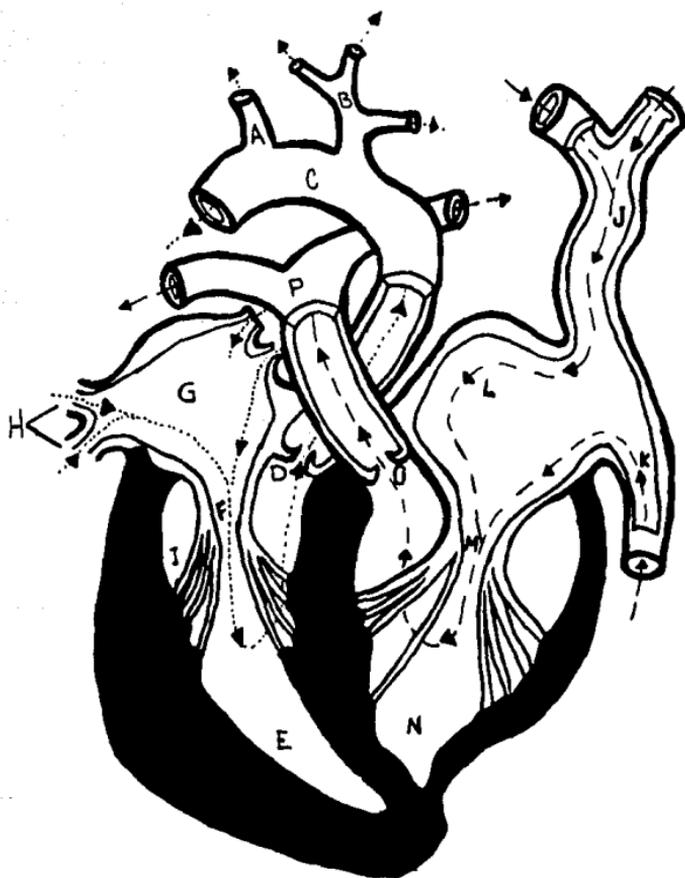


FIGURA 4.- ESTRUCTURA DEL CORAZON. LAS FLECHAS INDICAN LA DIRECCION DE LA CORRIENTE SANGUINEA. LAS LINEAS DE PUNTOS REPRESENTAN EL CURSO DE LA SANGRE OXIGENADA (ARTERIAL): LAS LINEAS DE TRAZOS, EL DE SANGRE VENOSA (NO OXIGENADA).

TOMADO DE BANKS, W. J.

## RELACION DE NOMBRES Y LETRAS DEL ESQUEMA ANTERIOR.

- A.- Arteria subclavia izquierda.
- B.- Tronco de las carótidas.
- C.- Aorta.
- D.- Válvula aórtica.
- E.- Ventrículo izquierdo.
- F.- Válvula atrioventricular izquierda.
- G.- Atrio izquierdo.
- H.- Venas pulmonares.
- I.- Músculos papilares.
- J.- Vena cava craneal.
- K.- Vena cava caudal.
- L.- Atrio derecho.
- M.- Válvula atrioventricular derecha.
- N.- Ventrículo derecho.
- O.- Válvula pulmonar.
- P.- Arteria pulmonar.

### Inervación

Al corazón llegan fibras del nervio neumogástrico y de la división simpática del sistema autónomo, que tienen acción antagónica entre sí, - las fibras del primero inhiben la acción del corazón y las fibras del segundo la aceleran, suelen asociarse con pequeños ganglios autónomos y se relacionan con los nódulos senoatrial y atrioventricular, y a lo largo del haz atrioventricular y los vasos coronarios. En ellos hay - terminaciones nerviosas sensoriales y motoras.

Esta inervación permite al corazón llevar a cabo su función basada en contracciones, que conforman el llamado ciclo cardiaco.

Por ciclo cardiaco se entiende la sucesión de fenómenos producidos en el curso de un latido. Estos fenómenos aparecen siempre en una sucesión ordenada y continua.

La diástole (dilatación, del Gr. dia-aparte; stello-poner) se refiere a la distensión de una cavidad del corazón justo antes y durante su - llenado , puede ser de un atrio o de un ventrículo, derechos o izquierdos,

La sístole, que en griego significa contracción se refiere a la de una cavidad cardiaca, con el resultado de que desaloja su contenido. Puede ser también atrial o ventricular de uno u otro lado.

En un ciclo cardiaco, la sangre penetra en los atrios derecho e izquierdo proveniente de las venas cavas y pulmonares, respectivamente. Parte de la sangre pasa directamente a los ventrículos relajados, el res

to llena los atrios. Luego los dos atrios se contraen al mismo tiempo vaciando su contenido en los ventrículos parcialmente llenos, lo cual completa su repleción. Sigue la contracción de los ventrículos que cierra las válvulas atrioventriculares y abre las válvulas pulmonar y aórtica, a través de las cuales su contenido va a parar a las arterias pulmonar y aórtica respectivamente. Durante ese tiempo los atrios vuelven a llenarse. (Figura 4 pag. 30-31)

El corazón incluye un sistema de fibras cardíacas especializadas cuya función es coordinar el ciclo cardíaco al regular las contracciones de los atrios y los ventrículos. En el subendocardio ventricular se encuentran fibras modificadas de este sistema (fibras de Purkinje), que tienen velocidad de conducción más rápida que las fibras musculares cardíacas corrientes, estas fibras pierden gradualmente sus características específicas y por transición gradualmente se transforman en fibras cardíacas corrientes.

Para que en un ciclo cardíaco este asegurado el origen apropiado de la secuencia de las contracciones atriales y ventriculares se ha desarrollado un sistema de conducción de impulsos y está constituido por el nodo sinatrial (marcapaso, SA), el nodo atrioventricular (AV) así como el paquete atrioventricular (Haz de His), los componentes histológicos de estos elementos son las fibras de Purkinje que tienen mayor diámetro que las fibra cardíacas corrientes y también más sarcolema que contiene gran cantidad de glucógeno.

El impulso se inicia en el nodo sinatrial que se encuentra en la desem

bocadura de la vena cava craneal en el atrio de derecho, a partir de este punto el impulso se disemina, como las ondas concéntricas que se emiten radialmente a partir del punto de impacto cuando se arroja una piedra sobre una superficie de agua, hacia el nodo atrioventricular que se encuentra en la pared septal que divide ambos atrios y cerca de la cúspide del tabique de la válvula atrioventricular derecha.

Los extremos del nodo sinoatrial se fusionan con las fibras musculares atriales vecinas, y los impulsos nacidos en el nodo SA viajan hacia afuera penetrando estas fibras, y finalmente llega al nodo AV. Sin embargo, la conducción es algo más rápida en varios pequeños haces de fibras musculares atriales, algunas de las cuales pasan directamente del nodo SA al nodo AV. A continuación se mencionan los haces y el músculo atrial y ventricular:

Músculo atrial: 0.3 mts./seg.

Haces internodales auriculares: 0.4 mts./seg.

- Haz anterior de Backman
- Haz posterior de Thorel
- Haz intermedio de Weenckebal

Haz de His: 4 mts./seg.

Músculo ventricular: 0.4 mts./seg.

El nodo AV se continua en un haz común, el Haz de His o fascículos interventriculares que se encuentran en la porción membranosa del tabique interventricular. Este Haz se divide en gran cantidad de ramificaciones de la masa miocárdica, sitio en donde se ponen en contacto con las fi-

bras cardiacas corrientes.

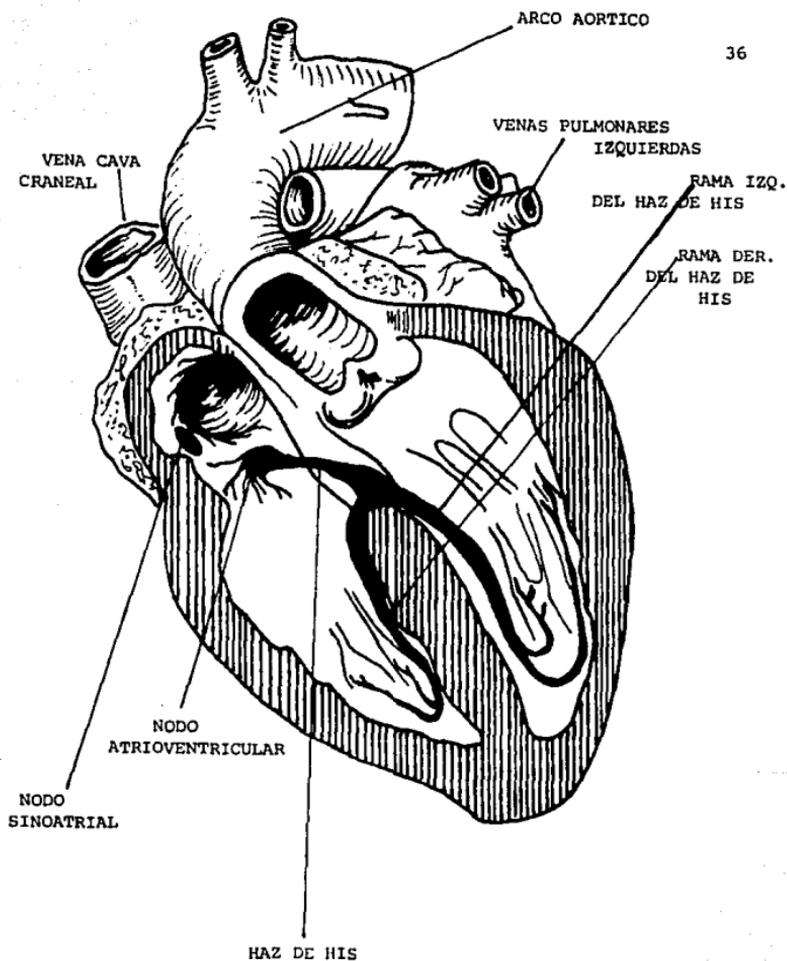
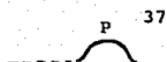
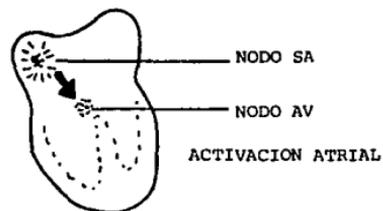
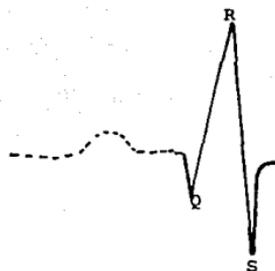
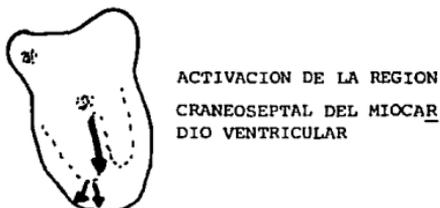


FIGURA 5.- SISTEMA DE CONDUCCION DEL CORAZON

TOMADO DE GANONG, W.F.



SISTOLE ATRIAL



SISTOLE VENTRICULAR

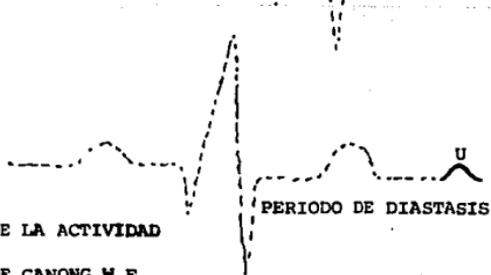
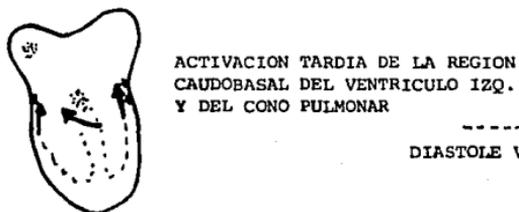
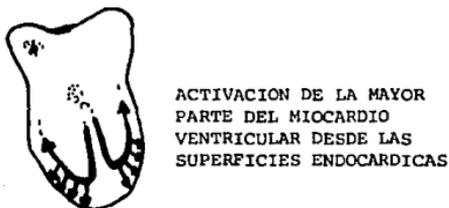


FIGURA 6.- PROPAGACION NORMAL DE LA ACTIVIDAD  
ELECTRICA DEL CORAZON. TOMADO DE GANONG, W.F.

Cuando el impulso cardiaco atraviesa el corazón, corrientes eléctricas difunden hacia los tejidos que lo rodean; y una pequeña parte de ellas llega hasta la superficie corporal. En donde por medio de electrodos, pueden ser medidos por el electrocardiógrafo y al registro se le denomina electrocardiograma.

El electrocardiograma normal está formado por una onda P, un "complejo QRS" y una onda T. La onda QRS en realidad incluye tres ondas separadas, la Q, la R y la S.

La onda P empieza inmediatamente antes de ocurrir aumento de la presión atrial y esto va seguido de contracción atrial. Aproximadamente 0.16 de segundo después de iniciada la onda P aparecen ondas QRS antes de que los ventrículos se contraigan y hace que la presión en su interior empiece a elevarse. La onda T ocurre ligeramente antes de terminar la relajación ventricular.

Todos los registros de electrocardiograma se efectúan con líneas de calibración adecuada en el papel de registro. O bien estas líneas de calibración ya están impresas en el papel como es el caso del electrocardiógrafo de pluma, o se marcan en el papel al mismo tiempo que se registra el electrocardiograma como ocurre con los electrocardiógrafos de tipo óptico.

Cualquier cambio en la transmisión del impulso a través del corazón, origina corrientes eléctricas anormales, que pueden alterar la forma de las ondas del electrocardiograma. Por tal motivo, casi todas las anomalías graves del músculo cardiaco pueden describirse analizando los con

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

39

tornos de las diferentes ondas electrocardiográficas.

(Figuras 5 y 6 pags. 36 y 37)

## CONTROL DE LA ACTIVIDAD CARDIACA

Dado que el sistema cardiovascular es un contribuyente muy importante en la homeostasis, su actividad es regulada en forma autónoma. La regulación cardiovascular es la suma de la regulación de la circulación periférica y el corazón, aunque la de cada componente afecta al otro - se enfatizará la regulación cardiaca.

Lo esencial en la regulación cardiovascular es asegurar una cantidad adecuada de sangre en los tejidos en volumen y presión, hay muchos factores que influyen en el corazón y vasos periféricos para que esto se lleve a cabo.

Quimiorreceptores; cuerpos carotídeos y aórticos.

Barorreceptores; seno carotídeo y aórtico.

Por su respuesta a concentraciones sanguíneas o presiones parciales de bióxido de carbono ( $pCO_2$ ) y oxígeno ( $pO_2$ ) los cuerpos carotídeos y los aórticos ejercen una influencia importante en los aparatos cardiovascular y respiratorio.

Los cuerpos carotídeos son pequeñas condensaciones de células ubicadas en relación con la arteria carótida común, tienen estructura similar a la de una glándula endócrina; está formado de cordones de acúmulos de células de tipo epitelial y se hallan provistas abundantemente de terminaciones nerviosas, y el tejido en su conjunto se presenta muy vascularizado.

Estas células tienen funciones sensitivas y secretoras. Durante los periodos de  $pCO_2$  y  $pO_2$  normales, las células parecen secretar dopamina

y las terminales aferentes relacionadas con ellas, se descargan espontáneamente logrando un control de retroalimentación negativa sobre los centros localizados en el tallo cerebral. Durante los periodos de  $pCO_2$  alta y  $pO_2$  baja, disminuye la descarga y ello libera la inhibición central.

Los cuerpos aórticos son estructuras parecidas a los cuerpos carotídeos. El seno carotídeo y el aórtico son áreas receptoras que responden a alteraciones en la presión sanguínea.

El seno carotídeo es una dilatación de la arteria carótida interna en su origen a partir de la arteria carótida común. La túnica media del seno carotídeo posee pocas fibras musculares lisas y más fibras elásticas y colágenas que las porciones adyacentes de la arteria. En la adventicia de esta estructura se ramifican numerosas aferentes terminales provenientes del nervio glosofaríngeo. El nervio vago inerva el seno aórtico.

Los receptores son estimulados por la distensión de las estructuras en donde están situados, estimulando a su vez los centros de control que originan un reflejo de bradicardia, vasodilatación y caída de la presión sanguínea.

#### Control nervioso

Sobre los vasos de todas las partes del organismo terminan fibras adrenérgicas que tienen función vasoconstrictora además de poseer también fibras con función vasodilatadora.

Los impulsos de los nervios adrenérgicos simpáticos aumentan la frecuencia (efecto cronotrópico) y la fuerza de contracción (efecto inotrópico). Los impulsos de las fibras cardíacas vagales colinérgicas disminuyen la frecuencia cardíaca.

La inervación doble del miocardio proporciona un medio preciso y eficaz para regular la actividad cardíaca. Esta se determina por el equilibrio entre los nervios colinérgicos inhibitorios del vago y las fibras adrenérgicas estimuladoras de los nervios simpáticos.

#### Reflejo presorreceptor arterial

Los barorreceptores arteriales están en el organismo como componentes integrales de los elementos murales de estos vasos. Ejemplos de ellos son; para presión alta, las células musculares de los apéndices atriales, y para presión baja el aparato yuxtaglomerular. Constituyen un mecanismo reflejo de retroacción que opera para estabilizar la presión sanguínea y la frecuencia cardíaca.

Un aumento en la presión sanguínea estimula el área vasodepresora en tanto bloquea el área vasopresora. Por tanto, un aumento en la presión sanguínea causa en forma refleja disminución del gasto cardíaco y vasodilatación periférica. Esta combinación disminuye con eficacia la presión sanguínea.

Una presión sanguínea baja tiene el efecto opuesto sobre el sistema cardiovascular.

### Reflejos quimiorreceptores

Utilizan los cuerpos carotídeos y aórticos. El cuerpo carotídeo, por ejemplo, en un incremento de PH libera la inhibición central, los efectos cardiacos se aprecian porque la hipoxia periférica deprime la actividad cardiaca. Los quimiorreceptores ayudan a coordinar la actividad para un índice apropiado de ventilación/perfusión.

### Arritmia sinusal

Es una alteración del ritmo cardiaco aunado con la actividad respiratoria. La inspiración se acompaña de taquicardia, y bradicardia en la espiración. Esto es conforme los pulmones se distienden, hay un incremento en la descarga de los receptores de estiramiento en el pulmón, esta información asciende por el vago e inhibe la descarga de los cuerpos celulares del centro cardioinhibidor, de este modo disminuye el tono vagal y se produce taquicardia y viceversa.

### Dolor

Se manifiesta con diferentes influencias sobre el sistema. Un estímulo doloroso suele causar elevación de la presión sanguínea a través de un incremento en la actividad de los centros vasopresores. Se produce por tanto vasoconstricción. El dolor cutáneo y visceral profundo, por lo general tienen efectos opuestos.

### Influencia hormonal

La liberación de catecolaminas de la médula suprarrenal proporciona una influencia de larga duración del sistema simpático sobre el cardío

vascular.

La hormona antidiurética (HAD) se libera después de una hemorragia reteniendo agua y tal vez tenga efecto presor directo sobre los vasos sanguíneos. Este efecto puede ser muy importante en los ajustes de periodos prolongados de volumen sanguíneo después de pérdidas de sangre leves.

Apéndice

Arritmia - Término que se emplea principalmente para designar las alteraciones del ritmo cardiaco con respecto a su frecuencia, regularidad e igualdad de las contracciones.

Bradicardia - Lentitud de los latidos cardiacos.

Cardiopatía - Nombre genérico de todas las afecciones del corazón.

Fibrilación - Es cuando no hay contracción atrial coordinada.

Taquicardia - Aceleración del ritmo de los latidos cardiacos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Banks, W.J. "Histología Veterinaria Aplicada" Ed, EL Manual Moderno, México.1986.
- 2.- Bereford. "Lo esencial de la Histología" Ed. El Manual Moderno, México. 1975.
- 3.- Blom, W. and Fawcell,W.D. "A text book of Histology" 10a. ed. Ed. W.B. Saunders Company USA. 1975.
- 4.- Craigmyle, M.B.C. "A Colour Atlas of Histology" Ed. Wolfe Medical Publications LTD, London. 1975.
- 5.- Dellman, H.D. "Histología Veterinaria" Ed. Acribia España. 1981
- 6.- Dellman, H.D. "Veterinary Histology" 2a. ed. Ed. Reston Publishing Co. USA, 1981
- 7.- Difiore, M.S. "Atlas de Histología normal" Ed. Ateneo, Argentina 1981.
- 8.- Dodd E. Everett "Atlas of Histology" USA. 1979.
- 9.- Dukes,H.H. y Swenson, M.J. "Fisiología de los Animales Domésticos" TomoI, 4a. ed. Ed. Interamericana, México. 1981.

- 10.- Frandson, R.D. "Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos"  
3a. ed. Ed. Interamericana, México. 1985.
- 11.- Ganong, W.F. "Fisiología Médica" 9a. ed. Ed. El Manual Moderno,  
México . 1981.
- 12.- Garnier, M; Delamare, V. "Diccionario de los Términos técnicos de  
Medicina" 20a. ed. Ed. Norma S.A. Madrid y Maloine S.A. Paris.  
1981.
- 13.- Getty, R. "Anatomía de los Animales Domésticos" Tomo I Y II 5a.  
ed. Ed. Salvat, Barcelona. 1982.
- 14.- Gürtier, H; Ketz, A; Kolb, E; Schoröder, L y Seidel, H.  
"Fisiología Veterinaria" 2a. ed. Acribia Zaragoza. 1976.
- 15.- Guyton, A.C. "Fisiología Médica" 5a. ed. Ed. Interamericana,  
México. 1977.
- 16.- Ham, W.A. "Tratado de Histología" 8a. ed. Ed. Interamericana  
México. 1970.
- 17.- Holtzman Eric; Alex B Nivikoff. "Estructura y Dinámica de la Célula"  
2a, ed. Ed. Interamericana, 1981.
- 18.- Junqueira, L. "Histología Básica" 2a. ed. Ed. Salvat, España. 1979
- 19.- Lesson, C. "Hisyología" Ed. Interamericana, México. 1970.

- 20.- Lesson, C. "Atlas de Histología" Ed. Interamericana, México.1982.
- 21.- Lentz, M.D. "Cell Fine Estructure" Ed. W.B. Saunders Co,USA 1971
- 22.- Phillis, J.W. "Veterinary Physiology" Ed. W.B. Saunders Co. USA.  
1976.
- 23.- Sokoloffi, L. and Bland,J.H. "The musculoskeletal System" Ed. Wi  
lliams and Wilkins. 1975.
- 24.-Tolosa,S.J; Hernández,G.R. "Morfología Veterinaria" Programa del  
libro de Texto Universitario, México.1985.
- 25.- Tolosa, S.J. "Histología Veterinaria" Facultad de Medicina  
Veterinaria y Zootecnia UNAM, México. 1983.
- 26.- Weiss, L. "Histología " 4a. ed. Ed. Ateneo, España. 1982.
- 27.- William,F.W. "Histología" 5a. ed. Ed. Mc Graw-Hill.  
Ed. Latinoamericana S.A. 1977.