

Fisiología

Corazón, Respiración y EDA



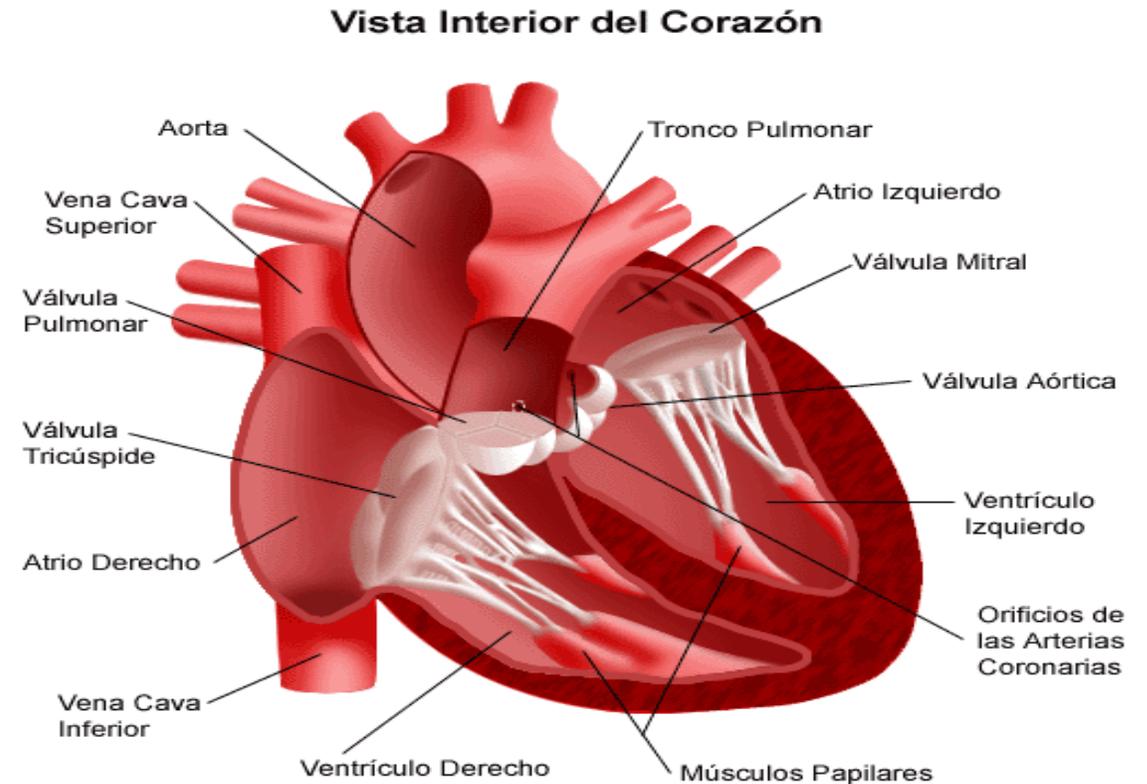
El Corazón



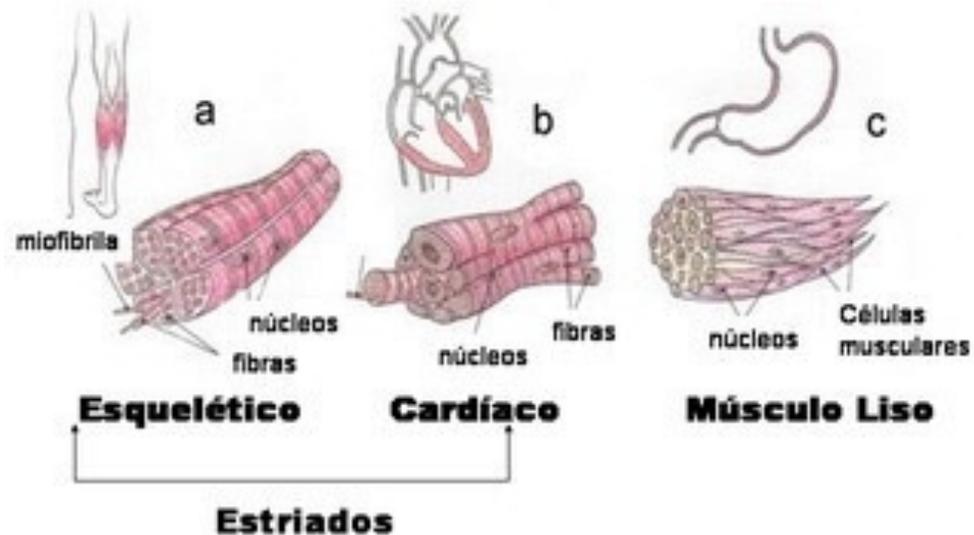
Corazón

Es un órgano hueco de cuatro cavidades compuesto por:

1. Fibras musculares
2. Fibras de conducción de impulsos eléctricos
3. Vasos sanguíneos
4. Válvulas
5. Recubrimiento



Tejido Muscular

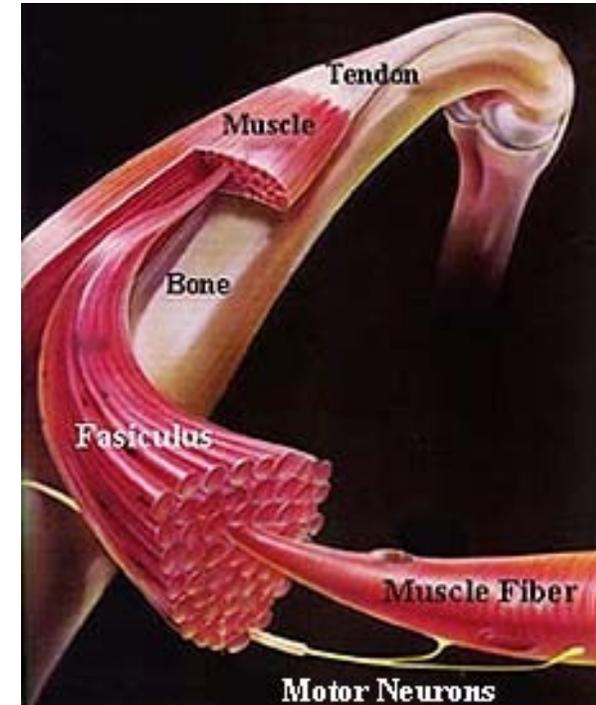


Tres tipos de tejido muscular:

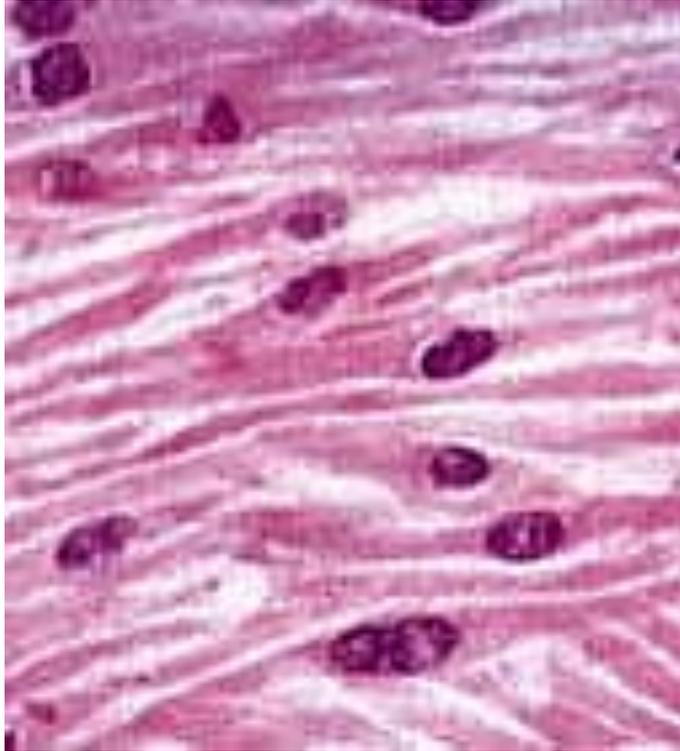
- Músculo esquelético
- Músculo Cardíaco
- Músculo liso

Tejido Muscular Esquelético

- Encargado de generar el movimiento de una parte o de la totalidad del cuerpo
- Formado por fibras largas, cilíndricas que se unen unas con otras
- Es uno de los músculos **estriados** porque en el microscopio se ven bandas o **estriás**



Tejido Muscular Liso



- También llamado, **músculo involuntario** ya que su contracción depende de las necesidades del organismo para mantener la homeostasis y no del deseo del sujeto de que se produzca una contracción.
- Carece de sarcolema



Tejido Muscular Liso

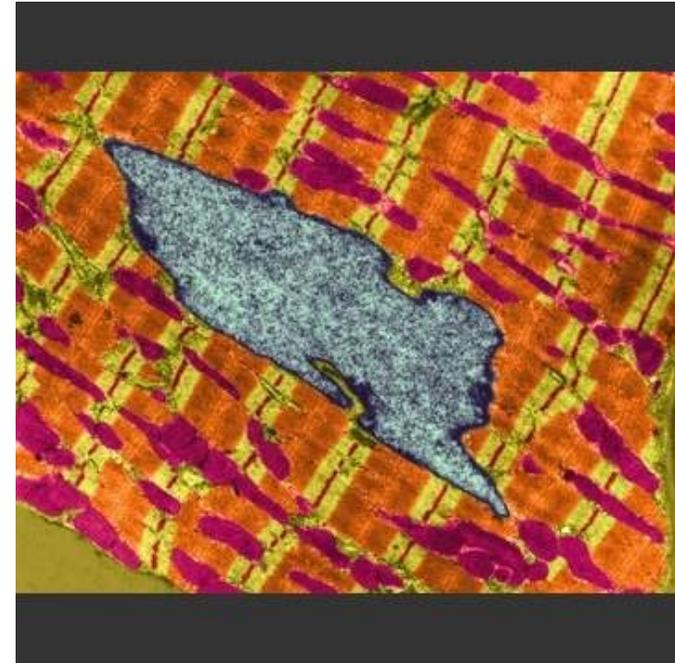


- Consume menos O_2 que los otros sistemas musculares
- Forma parte de:
 - Sistema gastrointestinal
 - Sistema respiratorio
 - Sistema vascular
 - Sistema urinario
 - Sistema óptico
 - Sistema reproductor femenino



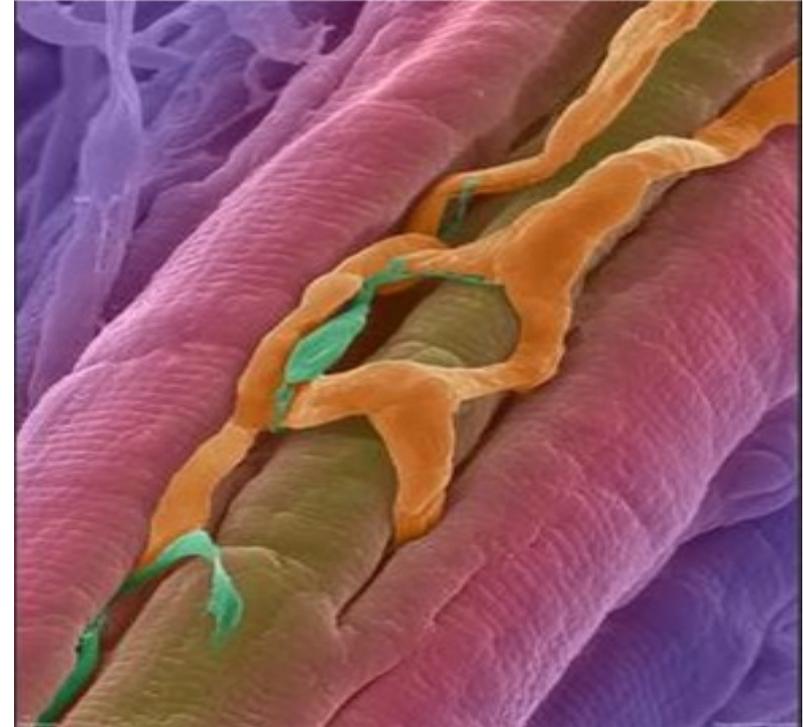
Músculo Cardíaco

- En parte tiene características del músculo esquelético (sarcolema) y en parte de músculo liso (control involuntario)
- Sus propiedades estriadas hacen que la contracción se realice de la forma ya vista (actina - miosina)



MÚSCULO CARDIACO

- Tiene:
 1. células contráctiles verdaderas,
 2. células de conducción eléctrica (fibras de Purkinje) y
 3. células que rigen la contracción, es decir, **marcapasos** (nódulo sinoauricular y nódulo auriculoventricular)



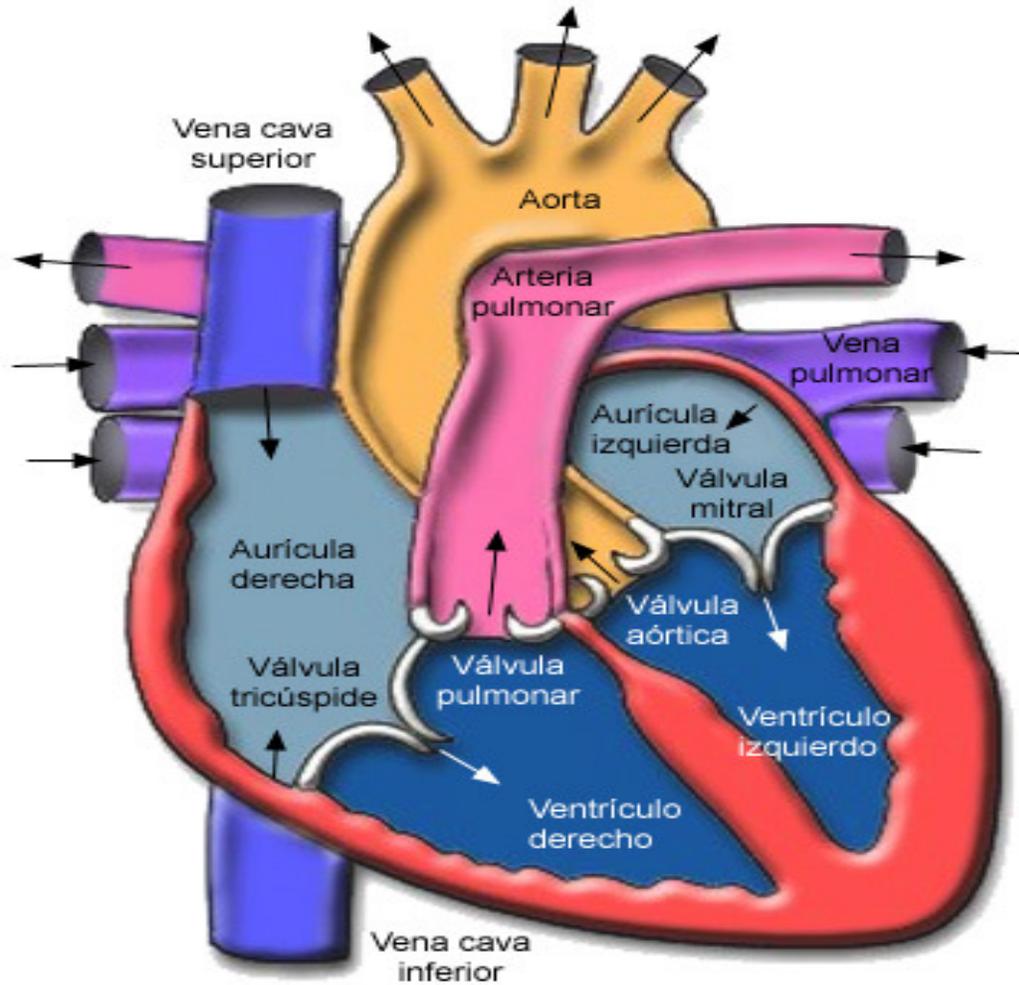
Las 5 propiedades miocárdicas

- Frecuencia de contracción (**cronotropismo**)
- Conductibilidad del impulso (**dromotropismo**)
- Contractibilidad o fuerza de contracción (**inotropismo**)
- Relajación (lusitropismo)
- Excitabilidad (batmotropismo)



Worth 1000.com





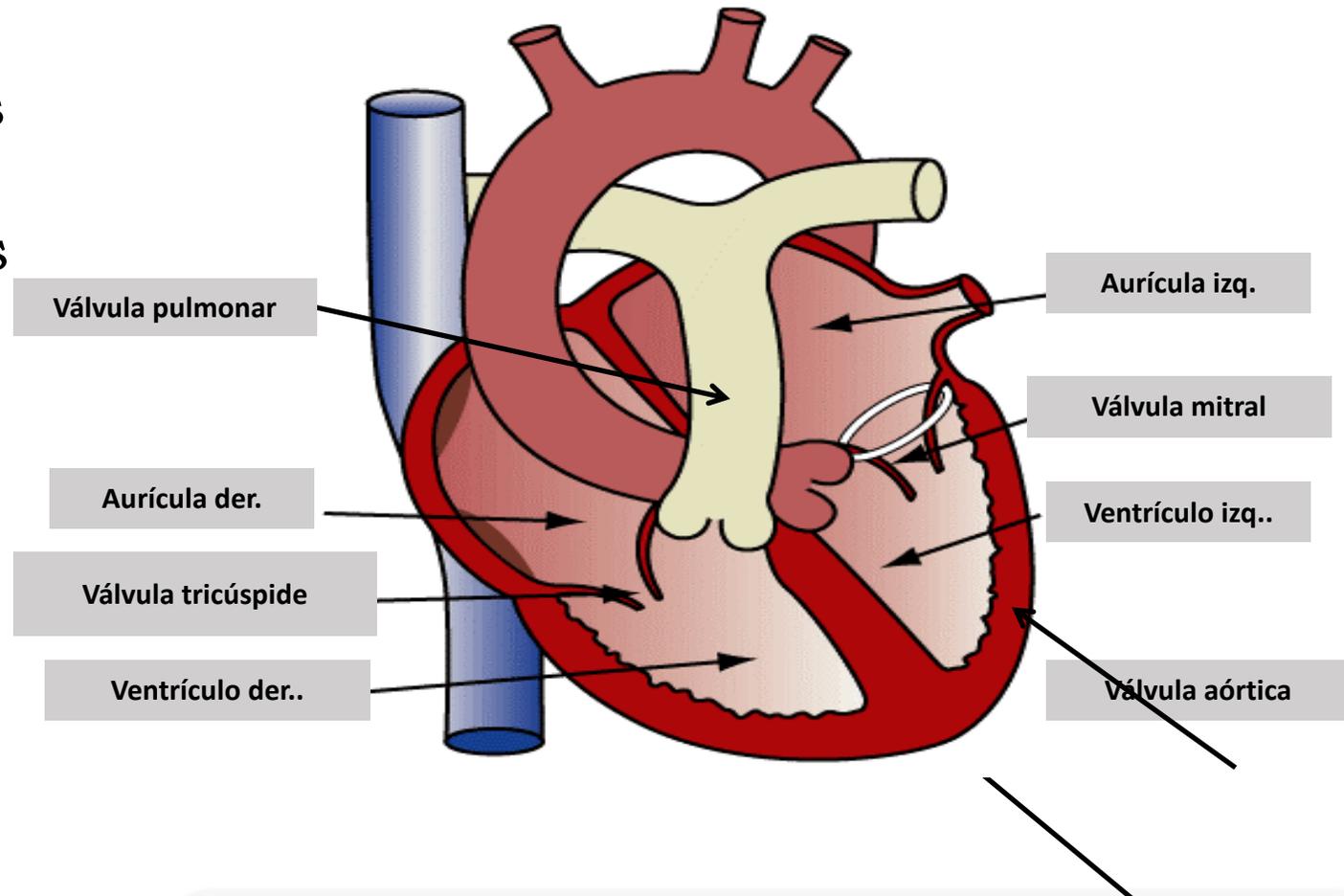
Estructura Interna del Corazón



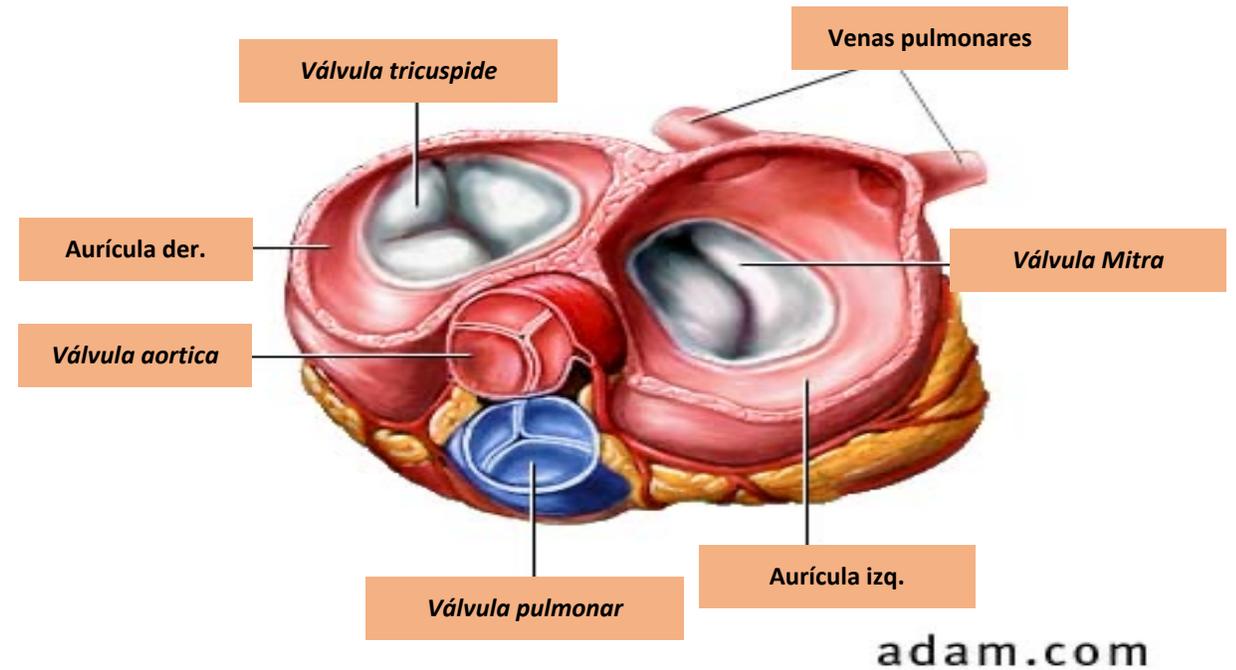
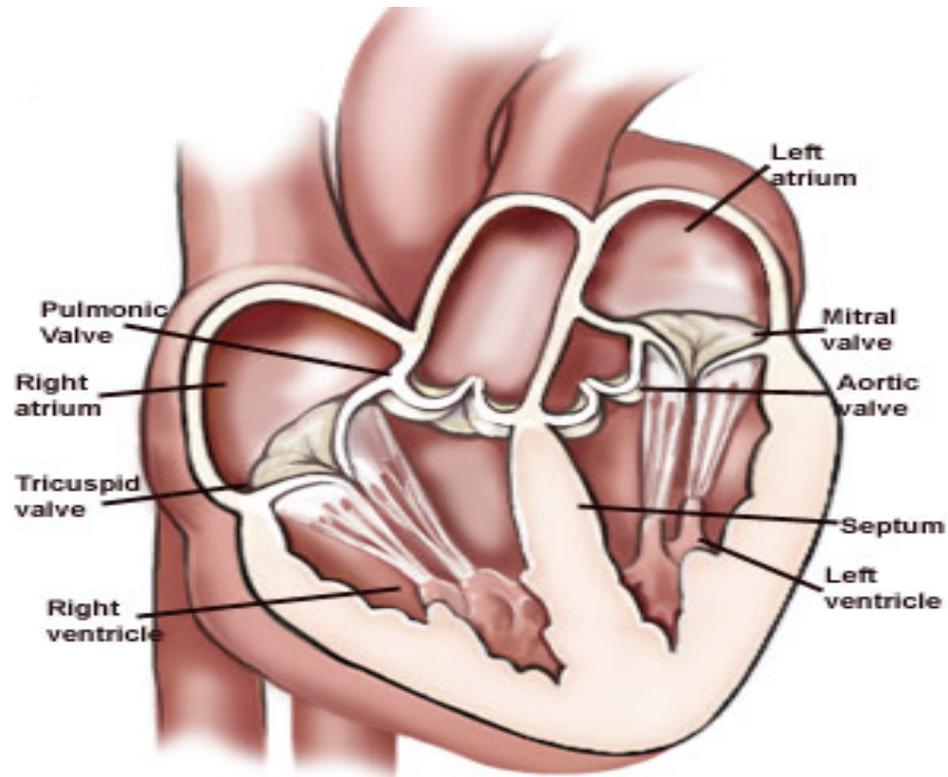
Válvulas Cardiacas

Posee 4 válvulas:

- 2 entre las aurículas y los ventrículos
- 2 en la salida de los vasos sanguíneos
- Auriculoventriculares
 - Tricúspide
 - Mitral
- De vasos sanguíneos
 - Aórtica
 - Pulmonar



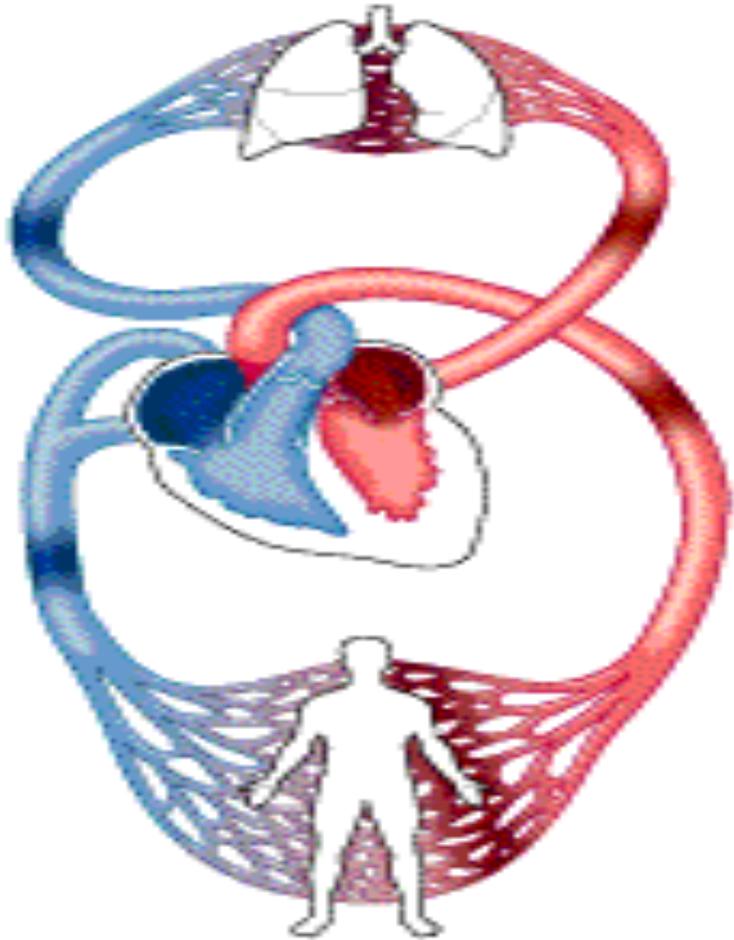
Válvulas Cardiacas



Circuitos Cardiacos



El Corazón como Bomba

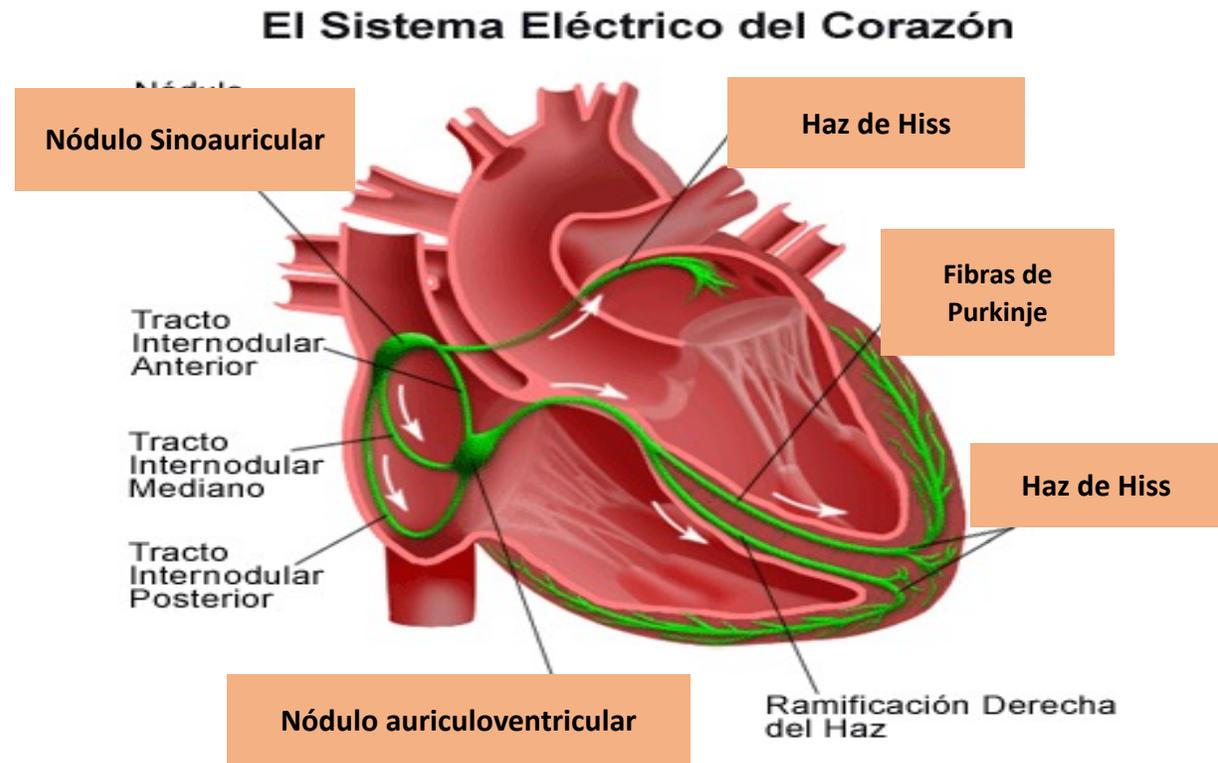


El corazón bombea durante la vida de una persona de 60 años, cerca de 700.000 litros es decir, 19 carrotanques pequeños (10.000 galones)



Sistema Eléctrico del Corazón: Frecuencia de Descarga de los Marcapasos

- El **nodo sinoauricular** descarga a 60 a 80 veces por minuto
- El **nodo auriculoventricular** descarga a 40 a 60 veces por minuto
- El **Haz de Hiss y las fibras de Purkinje** descargan a 15 a 40 veces por minuto



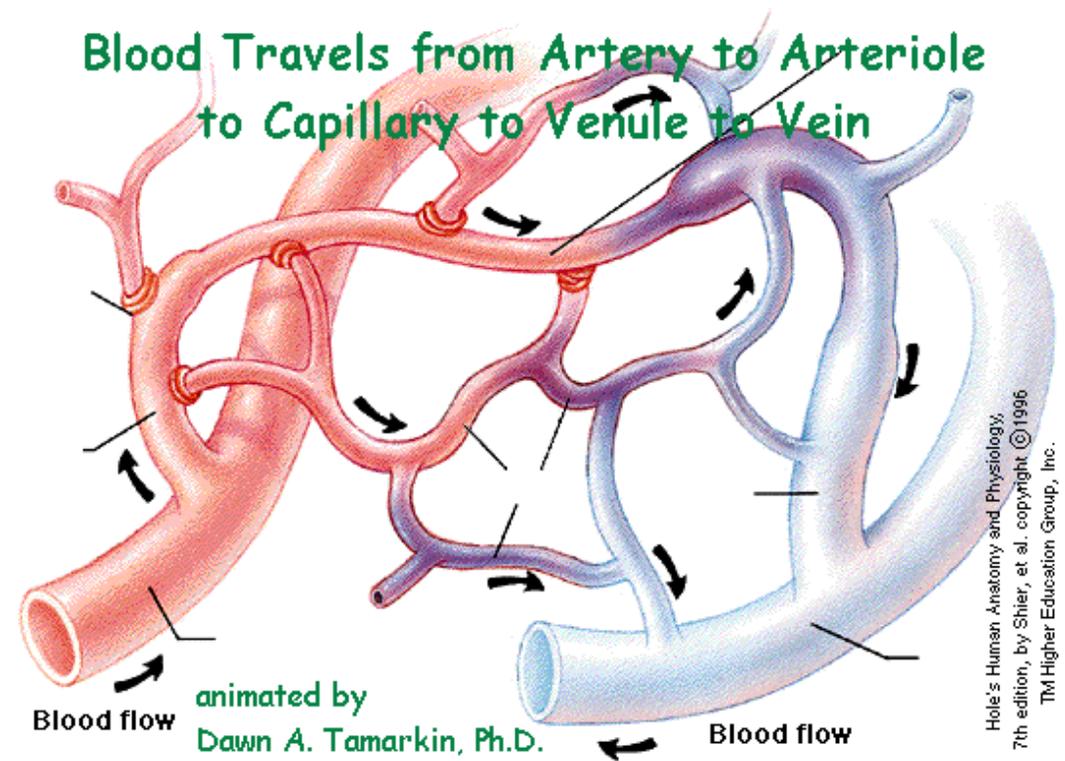
Efectos del Sistema Nervioso Autónomo sobre el Corazón

	Frecuencia Cardíaca	Conducción	Contracción
	Efecto Cronotrópico ↑	Efecto Dromotrópico ↑	Efecto Inotrópico ↑
SIMPÁTICO	↑	↑	↑
PARASIMPÁTICO	↓	↓	



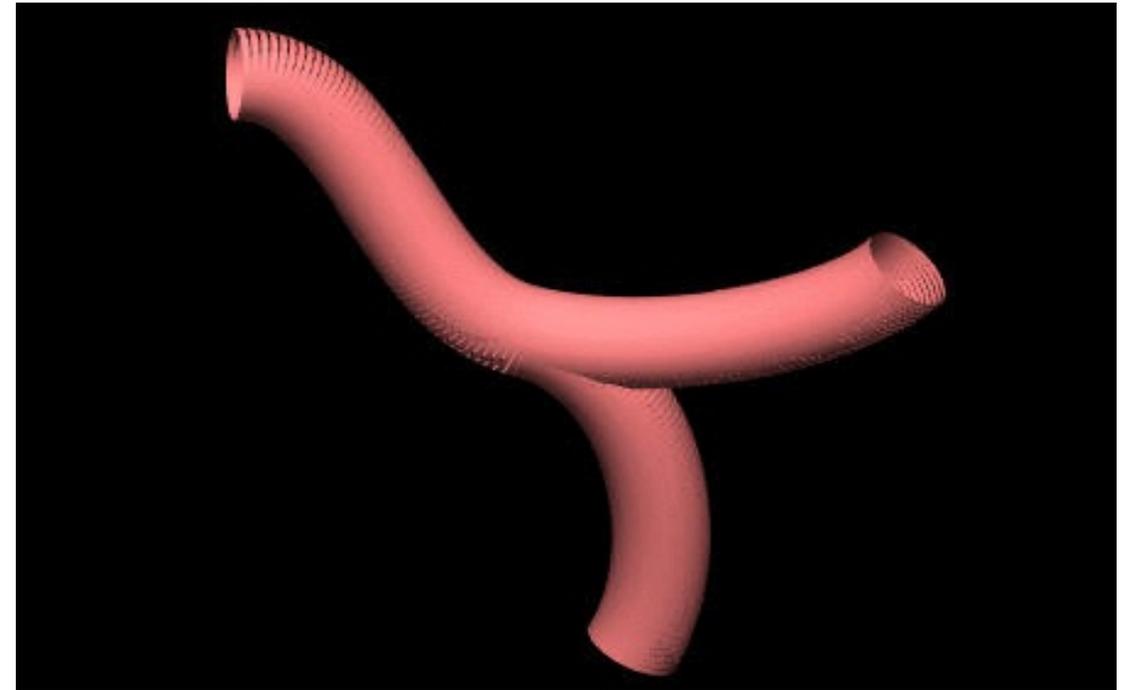
Vasos Sanguíneos

- - ARTERIAS
- - ARTERIOLAS
- CAPILARES: Arteriales
 - Venos
- - VENULAS
- - VENAS



Presión Arterial

- Es la presión que ejerce la sangre sobre la pared de los vasos sanguíneos
- En general cuando hablamos de la tensión o presión arterial, hablamos de la que hay en las arterias
- Se mide en milímetros de mercurio (mm/Hg)



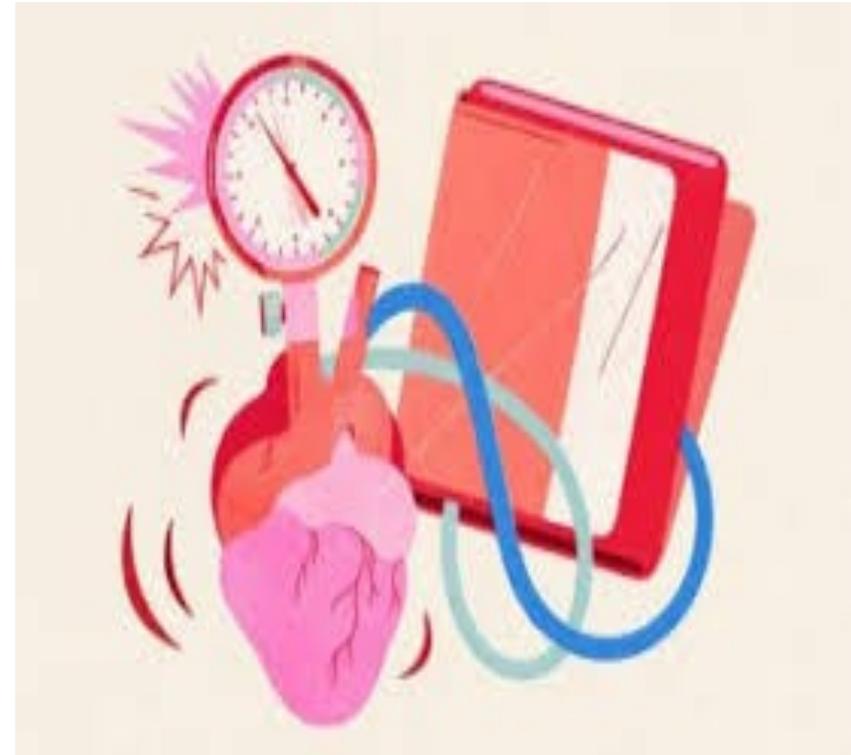
Presión Arterial

• **Depende de:**

CAUDAL: volumen/tiempo

PRESION: fuerza/área

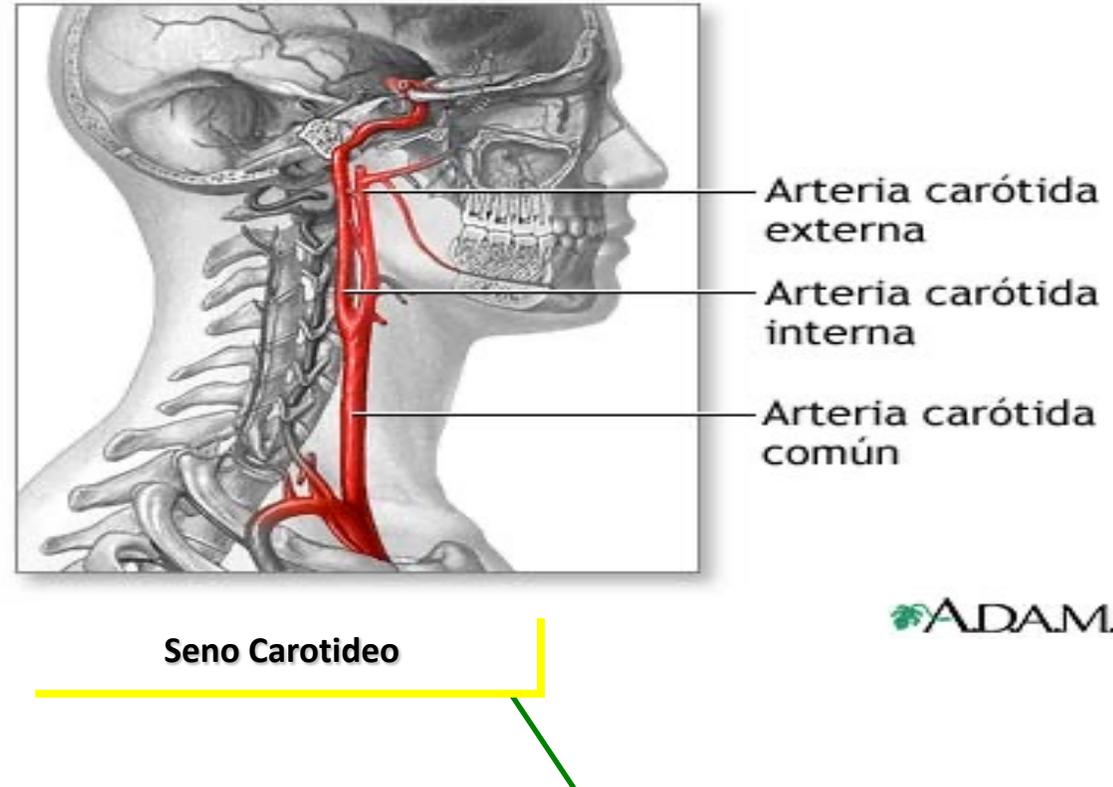
- Volumen Sistólico y Frecuencia Cardíaca
- Distensibilidad de la aorta y de las grandes arterias.
- Resistencia Periférica Total
- Volemia (volumen sanguíneo total)



Regulación de la Tensión Arterial

- BARORRECEPTORES

- MECANORRECEPTORES: localizados en seno carotídeo y cayado aórtico. La información que recopilan es procesada en el tallo cerebral
- Sensibles a cambios bruscos de presión más que a presiones altas o bajas sostenidas.



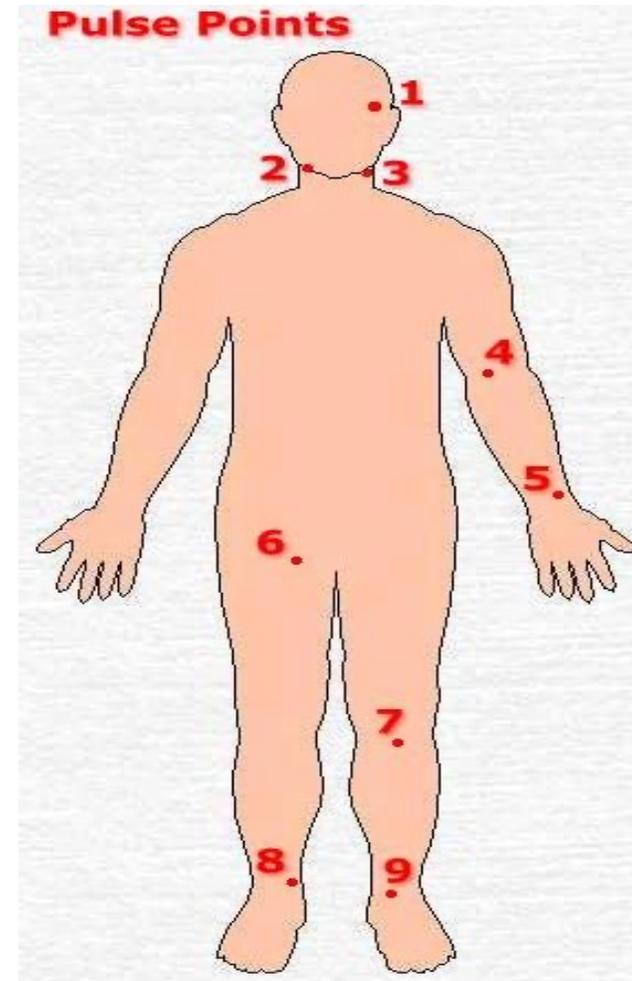
Regulación de la Tensión Arterial. Componente Simpático

CORAZÓN: NODO SA	Incremento de F.C. Aumento de volumen/latido
MÚSCULO LISO ARTERIAL	Contracción
ARTERIOLAS	Contracción
VENAS	Constricción Aumento de resistencia periférica total

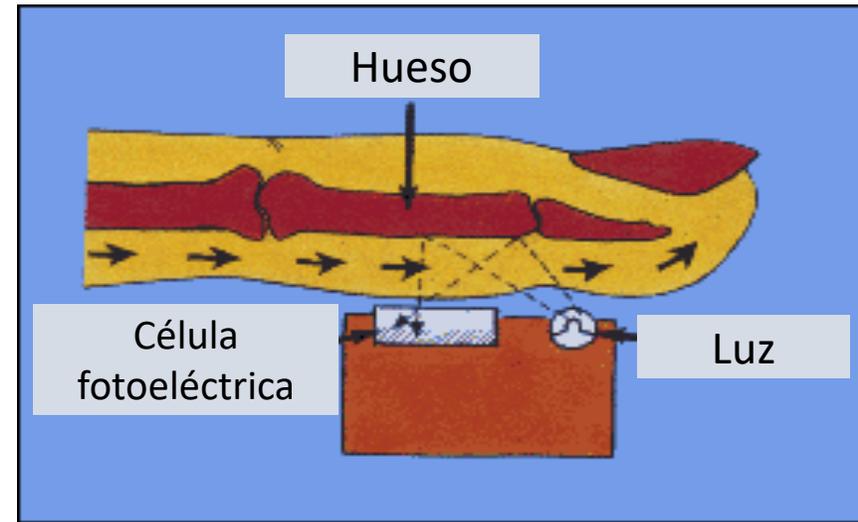
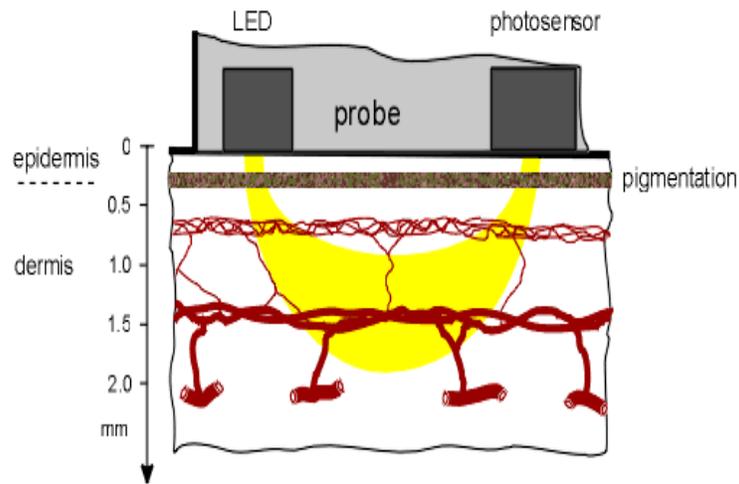


Puntos de Pulso

1. Temporal superficial
2. Submaxilar
3. Carótida
4. Braquial
5. Radial
6. Femoral
7. Poplitea
8. Tibial posterior
9. Pedia



PULSOXÍMETRO



- El pulsoxímetro consta de un diodo que emite haces de luz infrarroja y un foto-sensor que recoge la luz reflejada.
- Permite la determinación del volumen sanguíneo de un órgano a través de la medición de los cambios en la absorción de luz

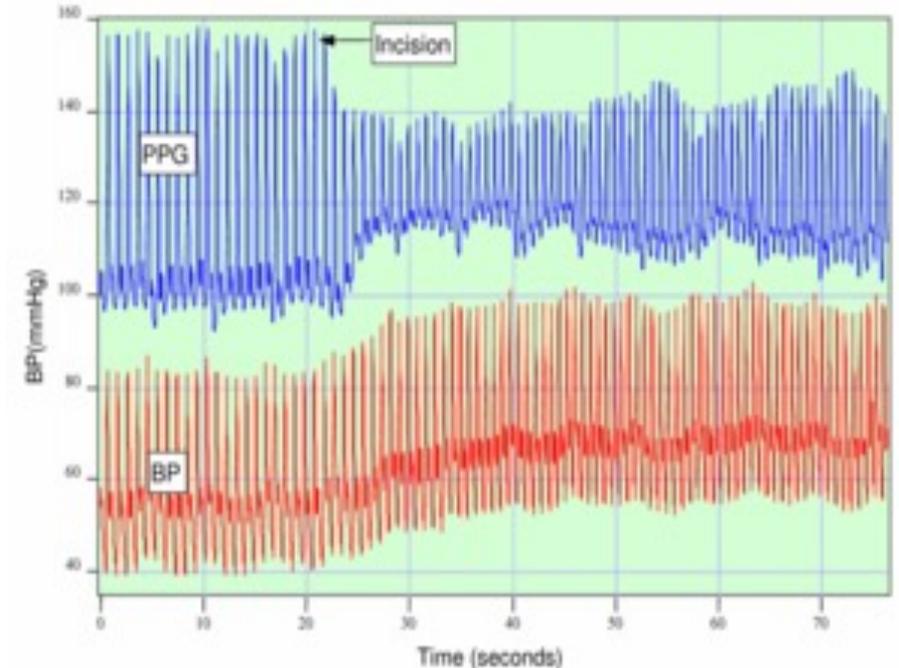
PULSOXÍMETRO

- En poligrafía, el pulsoxímetro, permite apreciar la vasoconstricción simpática refleja a nivel de los capilares arteriales
- Los cambios en la cantidad de luz son proporcionales a volumen de sangre en la piel del pulpejo.



PULSOXÍMETRO

- Mide los cambios en la circulación periférica. La amplitud en la onda está relacionada con los cambios en el volumen sanguíneo de los vasos en donde se está realizando la medición.
- La disminución de la amplitud de la onda indicará, entre otras muchas cosas, una vasoconstricción.
- Un aumento en la amplitud indicará vasodilatación y se asociará a calor, aumento de temperatura corporal, hipercapnia, ausencia de dolor, etc.



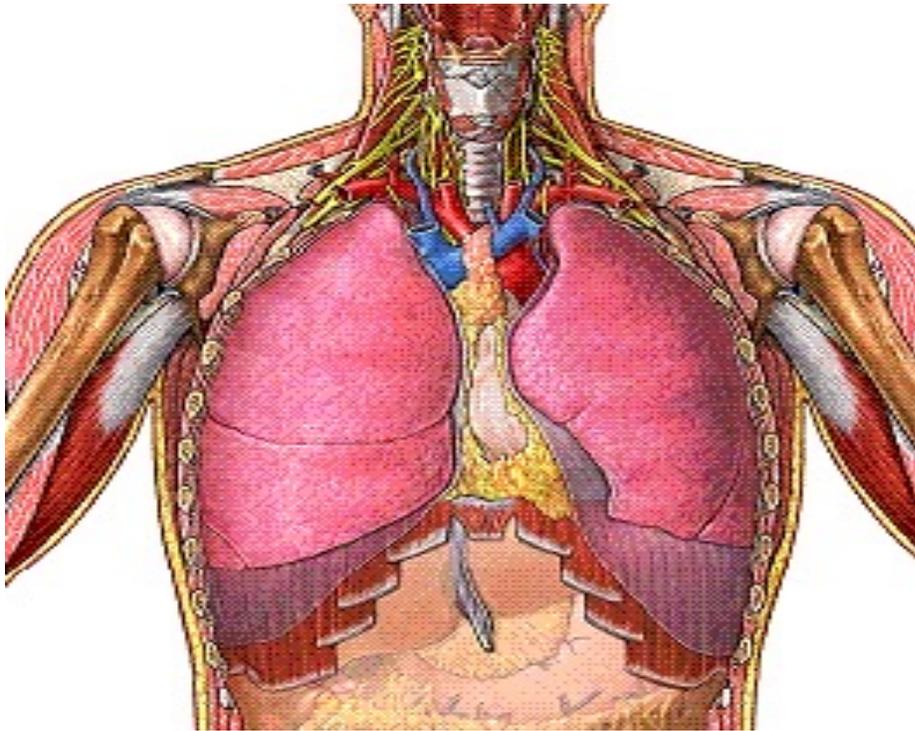
Pulsoxímetro para indicar profundidad de anestesia en el momento de la incisión



RESPIRACIÓN



ESTRUCTURA DEL SISTEMA RESPIRATORIO

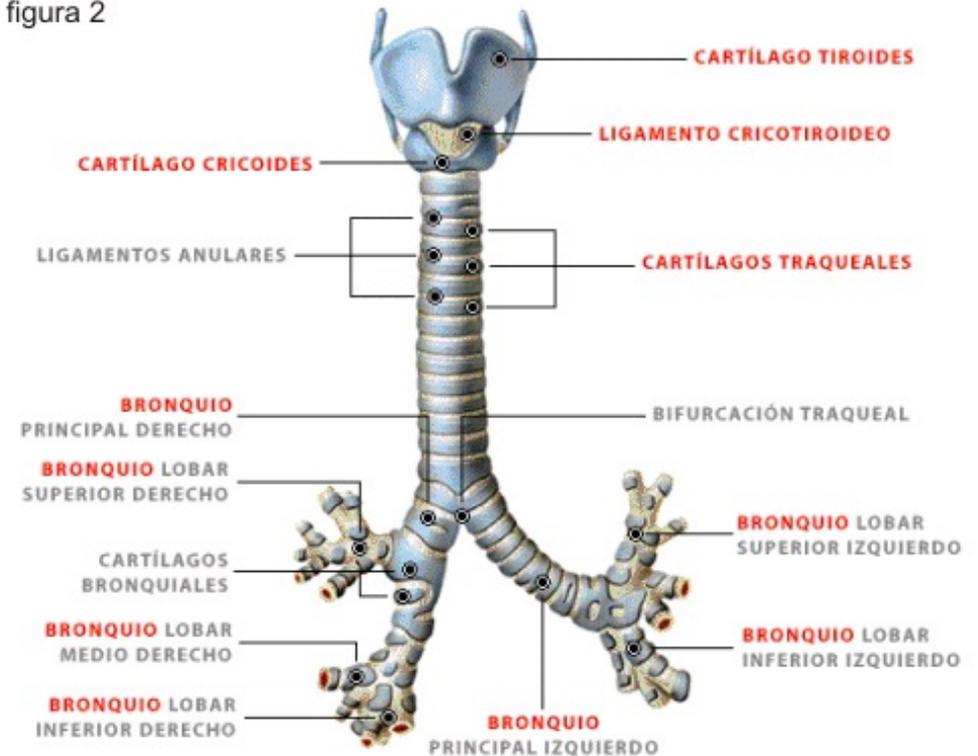


- Está compuesto por :
 - Vías respiratorias
 - ✓ Altas
 - ✓ Bajas
 - Pulmones

VÍAS RESPIRATORIA BAJA - BRONQUIOS

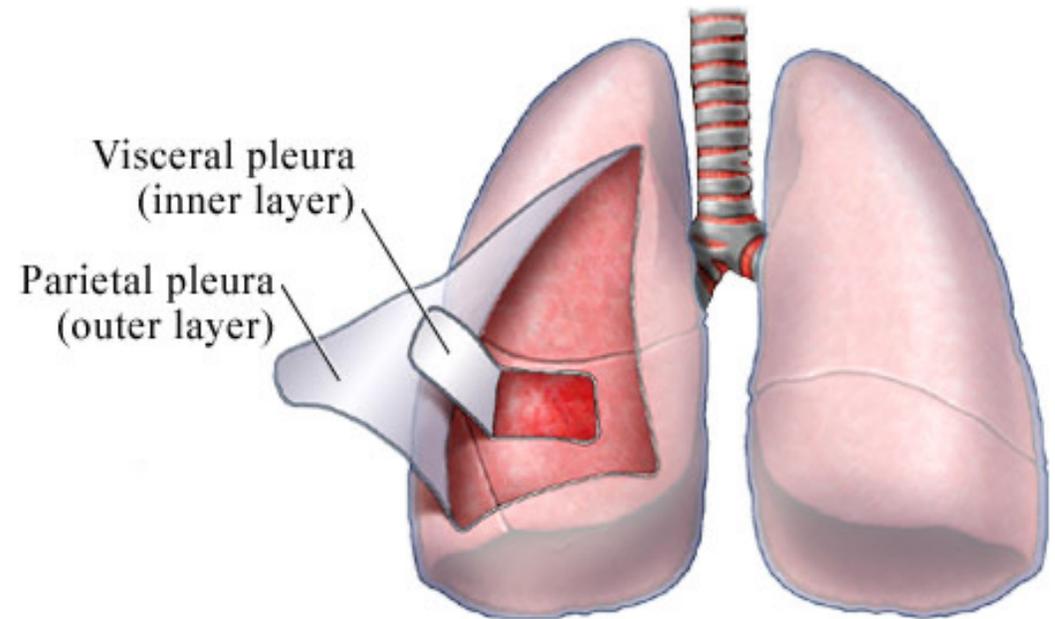
- A medida que el árbol bronquial se divide, reduce su calibre y se va perdiendo el cartílago de manera que a nivel de los bronquíolos, la pared es sólo de musculatura lisa.
- La disposición dicotómica hace que el aire dentro de ellas cada vez se mueva mas rápidamente al disminuirse la luz

figura 2



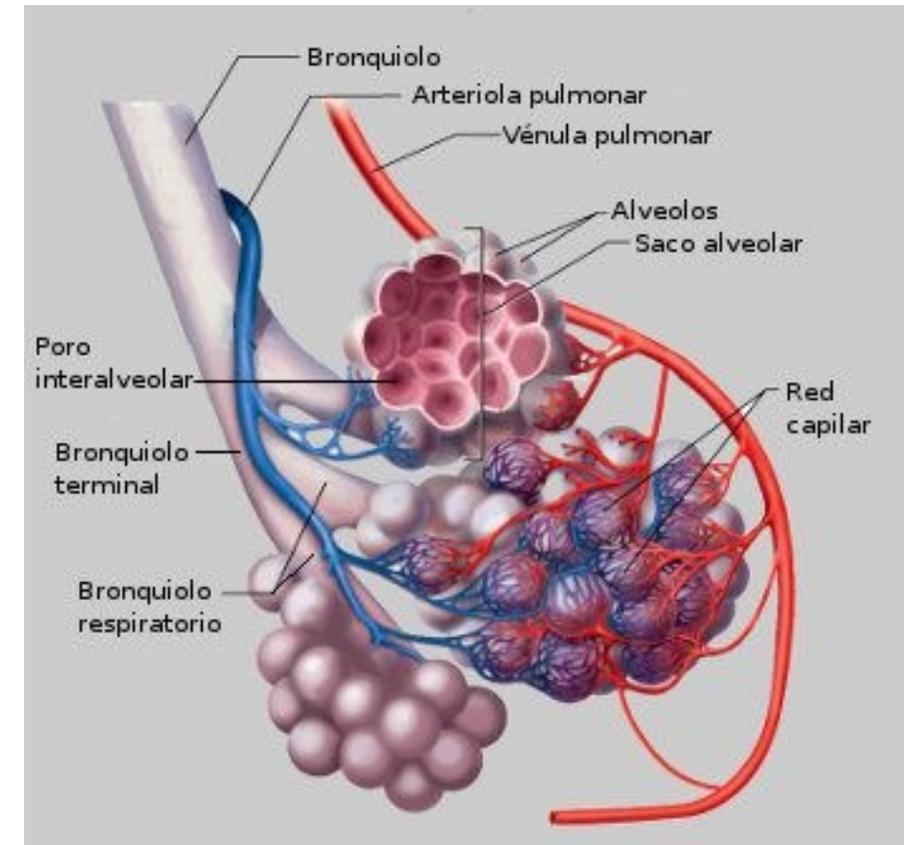
PULMONES

- Son los órganos respiratorios en los que se produce el intercambio de gases
- Constan de 2 lóbulos en el izquierdo y 3 en el derecho
- Se encuentran recubiertos por una membrana: ***pleura***



ALVEOLOS

- Es la unidad funcional del pulmón.
- Son estructuras esféricas, con disposición similar a racimos de uvas, en número de 300 millones
- Miden cerca de 200 nanomicras
- Conforman una superficie total de alrededor de 140 m² en el adulto



ALVEOLOS

- En los alvéolos se produce el intercambio de oxígeno por monóxido y dióxido de carbono
- Además de diferencia de presiones de estos gases, se requiere de *surfactante* que se encarga de modificar la tensión superficial del líquido intra-alveolar.
- Se comienza a producir entre las semanas 24-28^{ava} y se encuentra ya totalmente presente por encima de la 35^{ava} semana de gestación.



RESPIRACIÓN



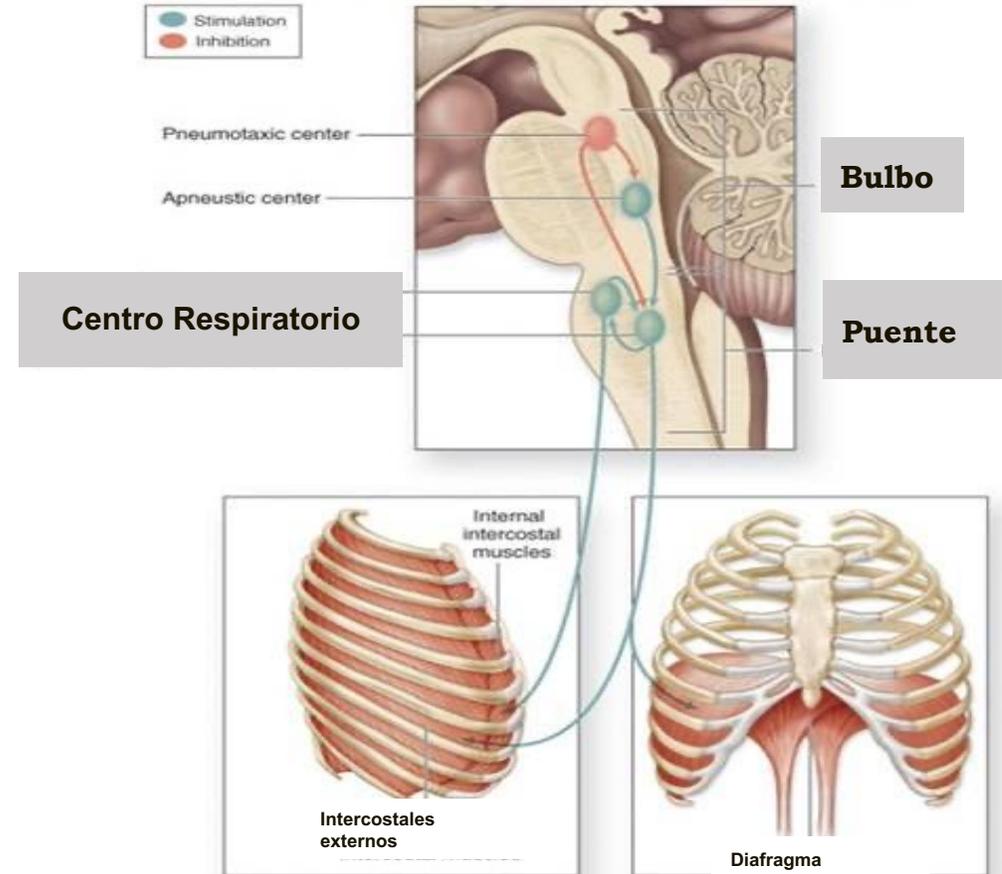
Existen dos grandes movimientos ventilatorios:

- ***Inspiración***: ingreso de aire a los pulmones
- ***Espiración***: salida de aire de los pulmones



MECÁNICA DE LA RESPIRACIÓN

- La frecuencia respiratoria depende del centro respiratorio que a su vez, responde a la cantidad de oxígeno y CO_2 presentes en la sangre a través de:
 - **Quimiorreceptores periféricos y centrales**
 - **Receptores intercostales internos pulmonares de estiramiento**
 - **Receptores de músculos y articulaciones**



MÚSCULOS DE LA RESPIRACIÓN

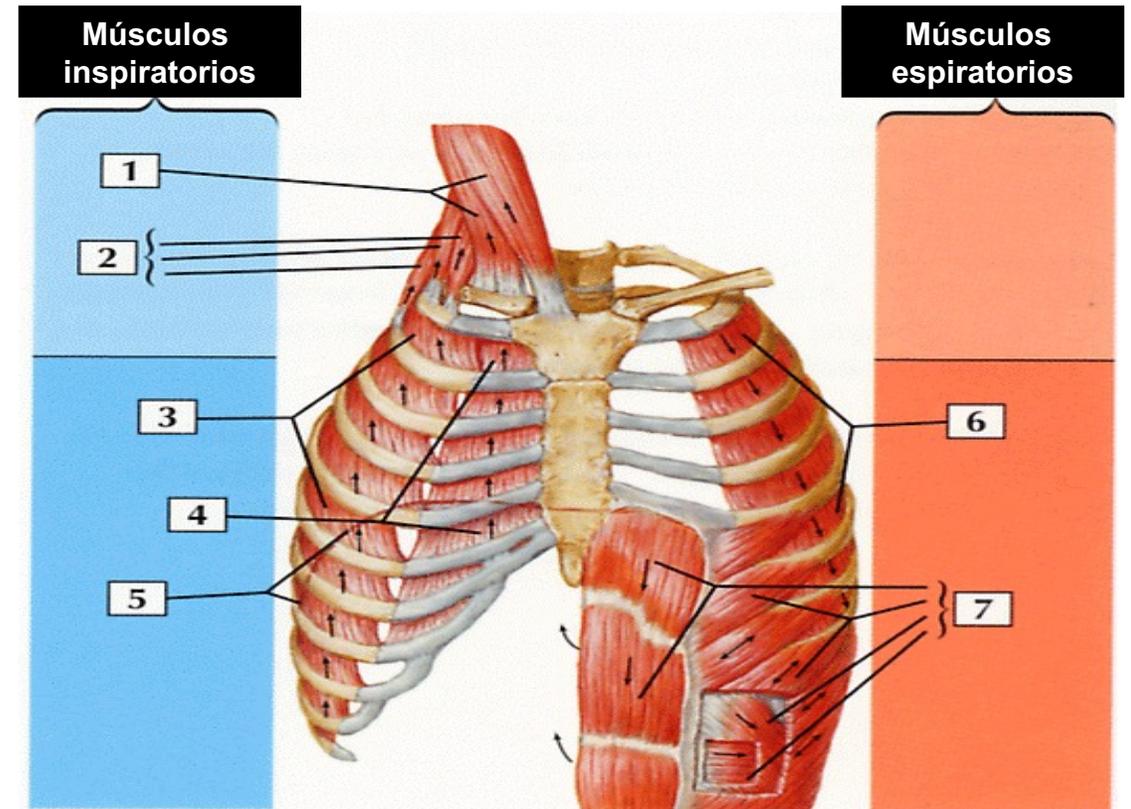
- ***INSPIRATORIOS***

- 1. Esternocleidomastoidios
- 2. Escalenos
- 3. Intercostales externos
- 4. Intercostales internos
- 5. Diafragma (línea punteada)

- 6. Abdominales

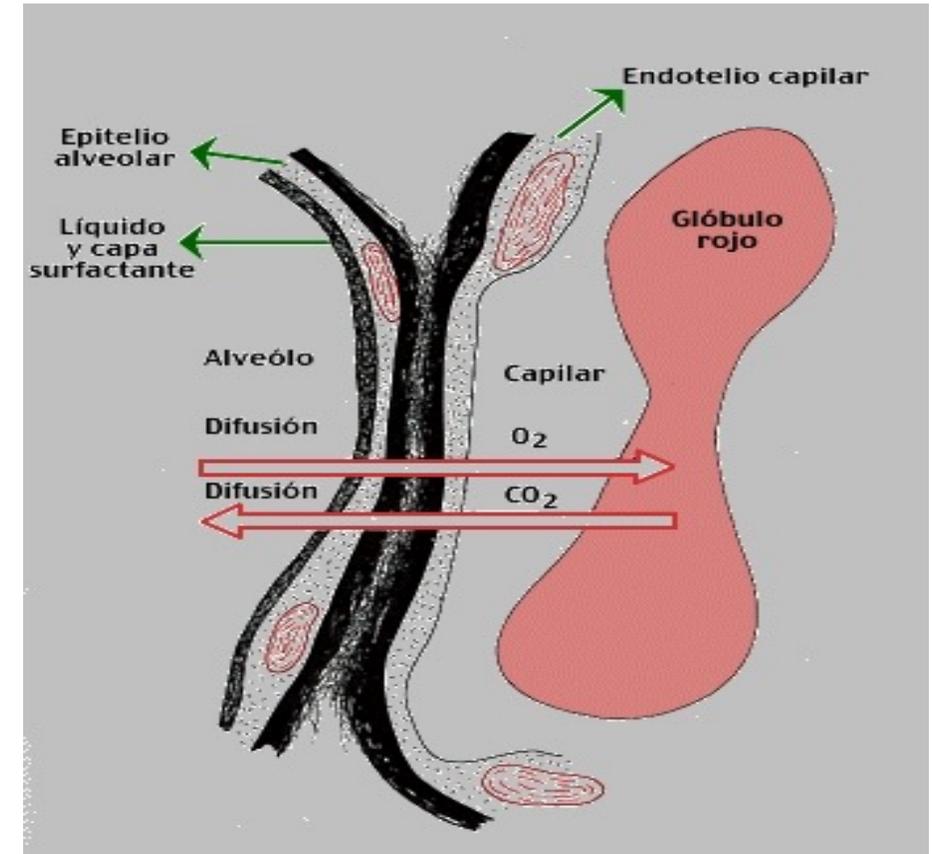
- ***ESPIRATORIOS***

- 6. Intercostales internos
- 7. Abdominales



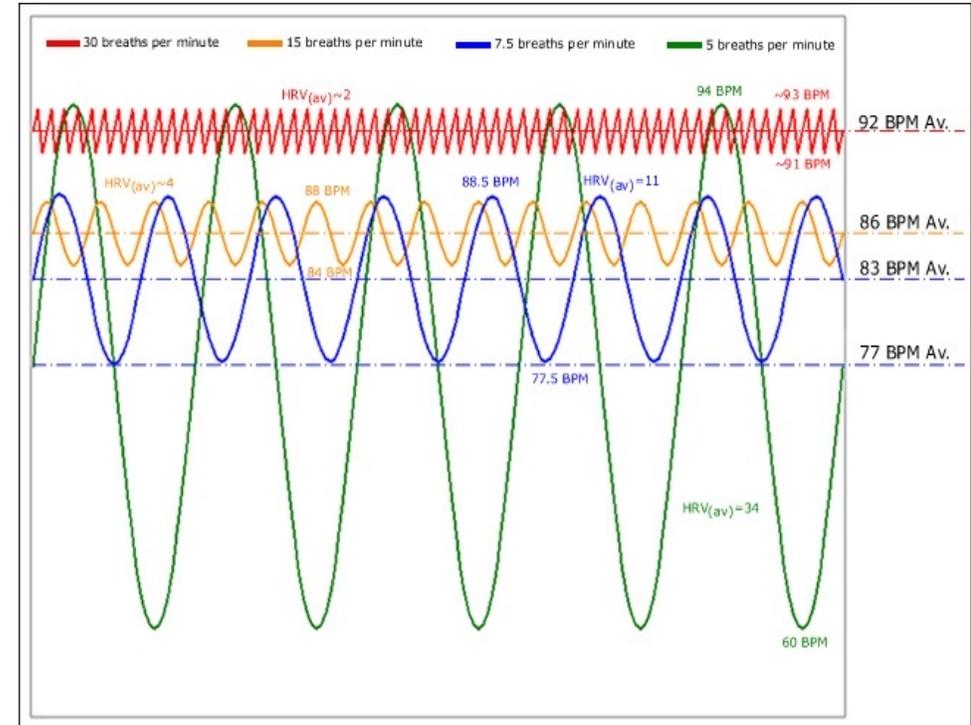
INTERCAMBIO GASEOSO

- El oxígeno libre en el torrente sanguíneo, no es útil
- Para que se produzca un intercambio gaseoso, el oxígeno debe estar fijado a una molécula que lo transporte hasta los tejidos.



FRECUENCIA RESPIRATORIA

- El ritmo respiratorio normal para un adulto sano, en reposo, es de **12-18 rpm**.
- Bradipnea: menos de 12 rpm
- Taquipnea: más de 18 rpm
- Apnea: ausencia de respiración



RESPIRACIÓN EN LAS GRÁFICAS POLIGRÁFICAS

- ✓ Lo que usualmente se observa en las cartas poligráficas en relación con la respiración, es un **cambio** en el patrón respiratorio en el momento de efectuar una pregunta.
- ✓ Este **cambio** se puede presentar fundamentalmente en:
 - ◆ Amplitud de los movimientos ventilatorios
 - ◆ Frecuencia respiratoria (*rata*)
 - ◆ Cambios en llenado o vaciamiento de los pulmones (cambios en la línea de base)
 - ◆ Cambio en la proporción entre la inspiración y la espiración



PIEL Y RESPUESTAS ELECTRODÉRMICAS



AXIOMA DE LA ACTIVIDAD ELECTRODÉRMICA

Cada estímulo que se acompaña de una respuesta de memoria y de una emoción, produce una desviación en el EDA, la cual es directamente proporcional a la vivacidad y la actualidad del recuerdo recobrado y a la emoción que se experimenta



RESPUESTA ELECTRODÉRMICA

- Se entiende por ***Respuesta Electro dérmica*** los cambios en las propiedades eléctricas de la piel de una persona, causadas por una interacción entre los eventos ambientales (estímulo) y el estado psicológico de dicha persona (respuesta), lo que genera cambios en la condiciones eléctricas de la piel.



MEDIDAS ELECTRODERMICAS

Medida	Definición	Valores
Nivel de Conductancia	Nivel tónico	2 – 20/50 μS
Cambios en Conductancia	Cambio gradual	1 – 3 μS
Frecuencia de eventos inespecíficos	Eventos eléctricos en ausencia de estímulo identificable	1-3 por min.
Amplitud de respuesta de Conductancia	Incremento fásico	0,2 a 1 μS
Latencia	Intervalo entre estímulo / respuesta	1 – 3 seg
Habitación	Cantidad de presentación de estímulos con posibilidad de no-respuesta	2 – 8 presentaciones de estímulos

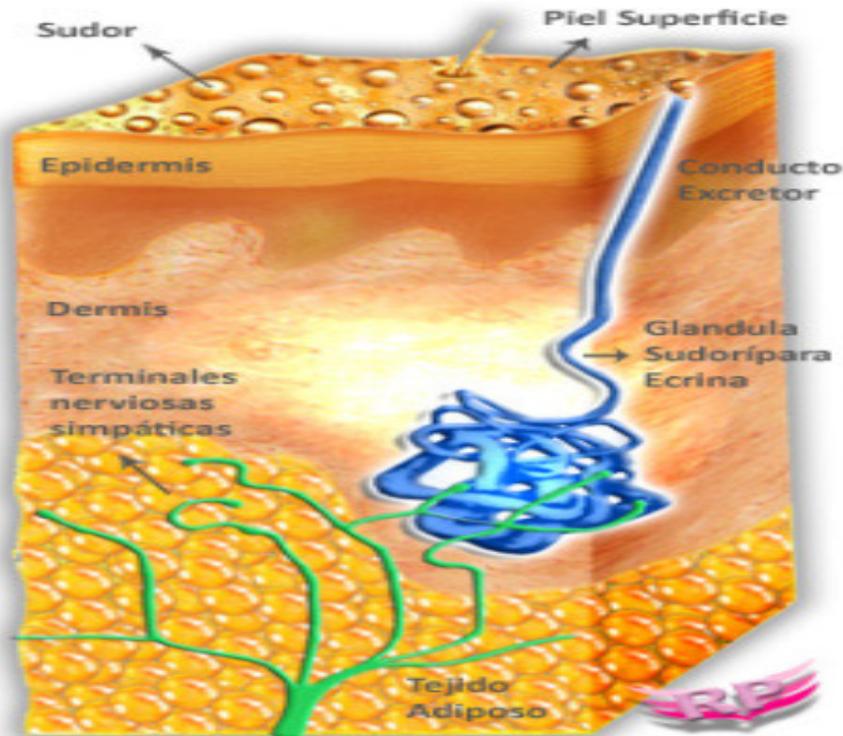


CONCEPTOS ASOCIADOS CON RESPUESTAS ELECTRODÉRMICAS

Concepto	Sigla en Ingles
Actividad Electrodermica	EDA
Nivel Electrodermico	EDL
Respuesta Electrodermica	EDR
Nivel de Conductancia de Piel	SCL
Respuesta de Conductancia de Piel	SCR
Nivel de Resistencia de Piel	SRL
Respuesta de Resistencia de Piel	SRR
Nivel de Potencial de Piel	SPL
Respuesta de Potencial de Piel	SPR
Respuesta Galvánica de Piel	GSR



ANATOMÍA DE LA PIEL

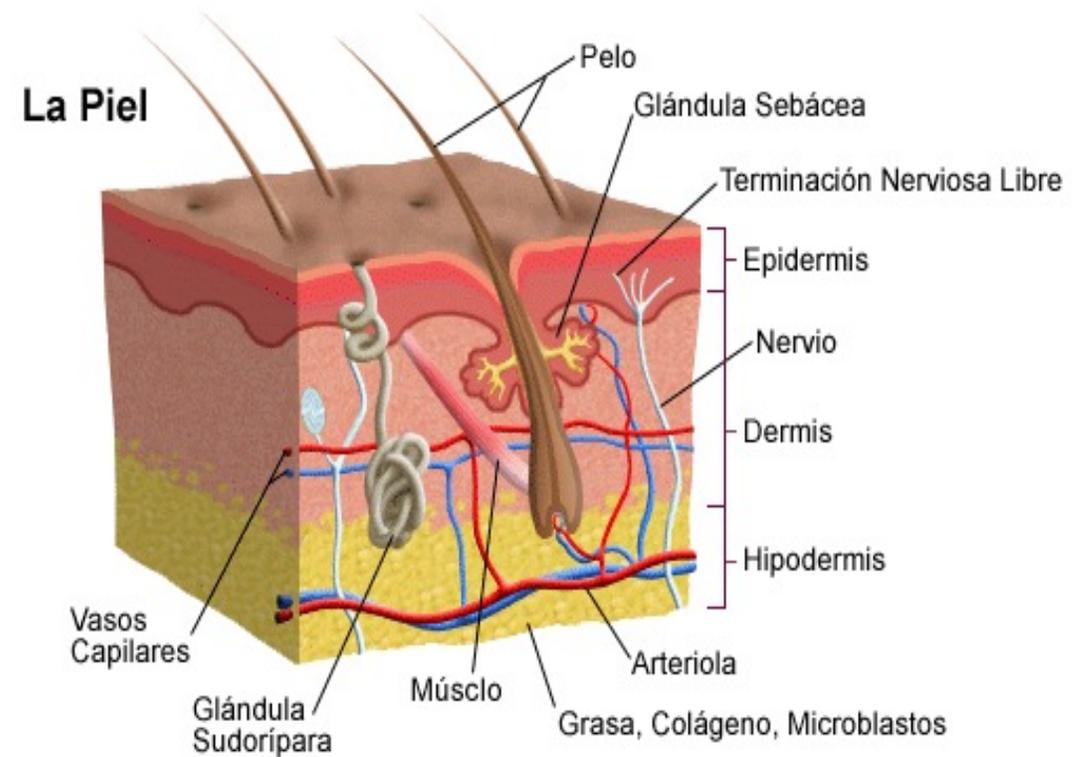


Consta de:

- ✓ Epidermis
- ✓ Dermis
- ✓ Tejido subcutáneo
- ✓ Estructuras anexas

Dermis

- ✓ Posee fibras elásticas
- ✓ Celulas de defensa, y mastocitos
- ✓ Pelo y músculos
- ✓ Glándulas sudoríparas y sebáceas
- ✓ Múltiples receptores sensoriales
- ✓ Vasos sanguíneos



GLANDULAS APÓCRINAS

- Las glándulas apocrinas vierten su contenido principalmente en los folículos pilosos.
- Son las encargadas de la **generación de aromas** corporales, en interacción con las bacterias de la piel y además, de la producción de **feromonas**.



GLÁNDULAS APÓCRINAS

- Se tiene evidencia que las glándulas apocrinas también responden a los estímulos emocionales que causan activación del sistema simpático
- Se localizan en las axilas, pezones, periné, área perianal y conducto auditivo externo.



GLÁNDULAS ÉCRINAS

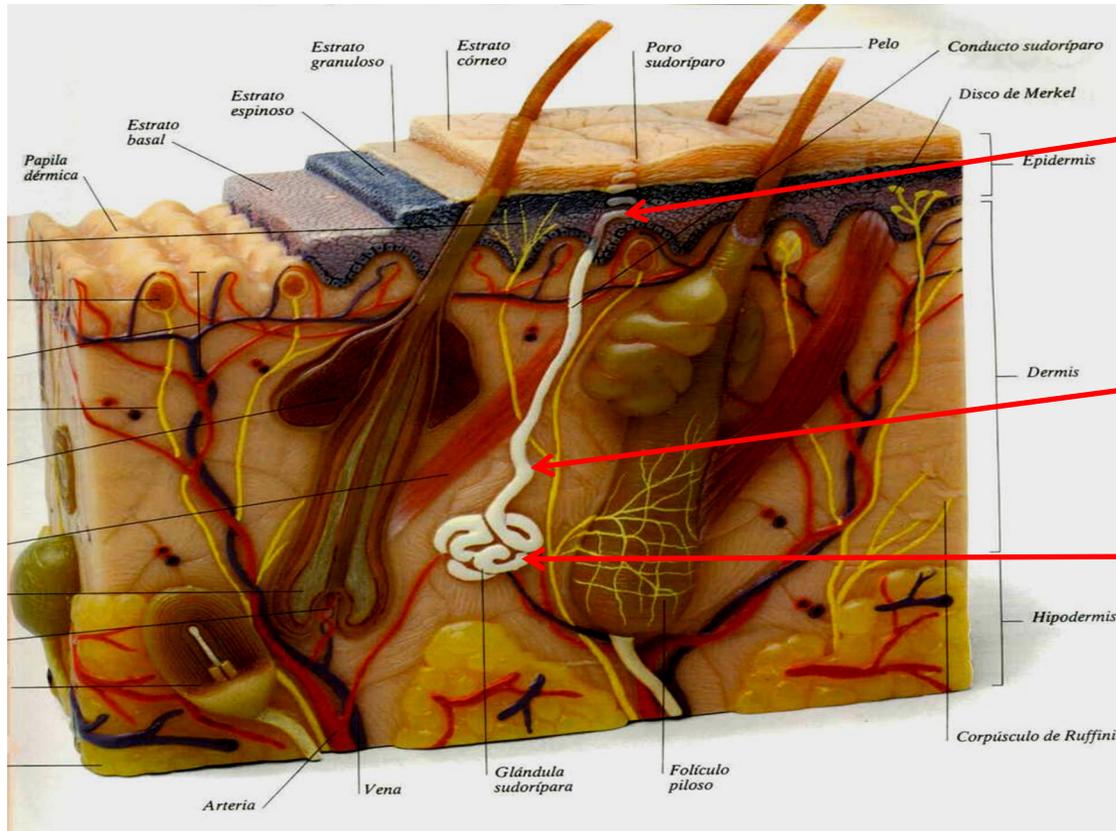
Su función primaria es la **termorregulación**

- Sin embargo las que se encuentran situadas en palmas y plantas responden más a **estímulos emocionales** que a control térmico

Su concentración está alrededor de 600-800 por cm² de piel.



ANATOMÍA DE LAS GLÁNDULAS ÉCRINAS



Conducto: porción en espiral

Conducto: porción recta

Glómérulo de la glándula. Porción glandular en forma de ovillo. Compuesta por dos tipos de células: capa externa de células contráctiles y capa interna de células secretoras



COMPOSICIÓN DEL SUDOR

- El sudor tiene características discretamente diferentes en cada uno de los tipos de glándulas.
- ✓ **Sudoración apócrina:** es turbio, de pH neutro o ligeramente alcalino, de olor agrio; depende en parte de la maduración sexual y se relaciona con el ciclo menstrual. Contiene predominantemente agua pero también creatinina, toxinas, sulfatos, ácido láctico y lactatos, lípidos, o-cresol y p-cresol (sustancias que le confieren parte de su olor)



COMPOSICIÓN DEL SUDOR

- **Sudoración ecrina:** Inoloro, con una química similar a la de la solución salina

Compuesto por:

→ Agua 98-99%

→ Sales minerales y electrolitos (Na, Cl, K, Mg) 0.6%

→ Creatinina, sulfatos 0.4%



INCREMENTO DE ACTIVIDAD ELECTRODÉRMICA DEPENDIENTE DE FACTORES PSICÓGENOS

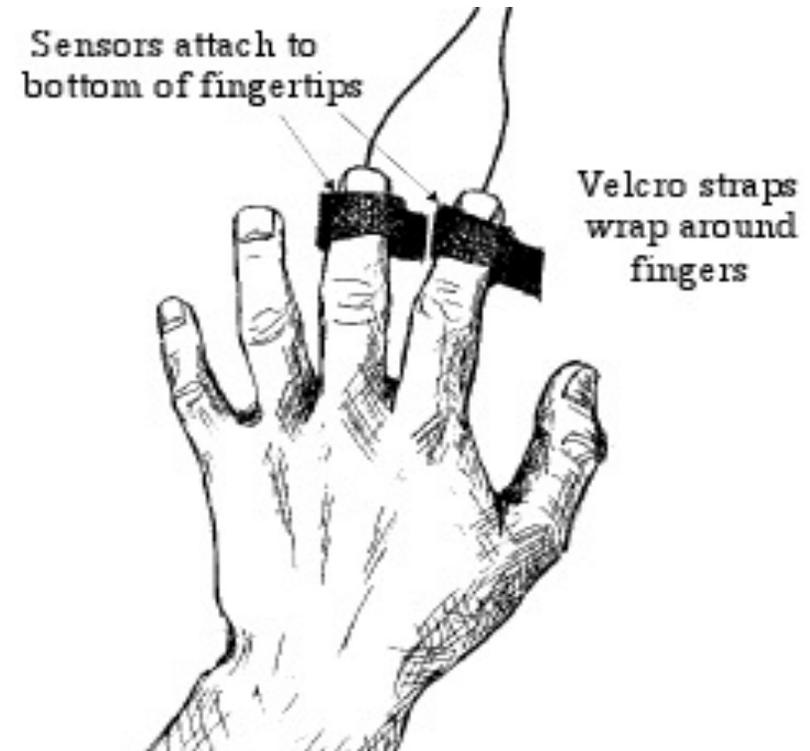
- ✓ Novedad del estímulo
- ✓ Intensidad que el estímulo tiene para el sujeto
- ✓ Contenido del estímulo y asociaciones emocionales que genera éste en el sujeto
- ✓ Significación personal del estímulo
- Todos estos generan una **actividad orientadora de respuesta**, es decir, una activación de SNA



CONCEPTOS ELECTRICOS



- La electricidad fluye a través de un circuito eléctrico debido a la diferencia de presión eléctrica existente entre el principio y el final de dicho circuito.



- Así pues, la presión eléctrica o fuerza eléctrica puede comprenderse como la diferencia de altura entre un tanque de agua y el suelo.

Esta fuerza eléctrica (E) se mide en voltios (V)

• Al flujo de la electricidad desde su sitio de origen hasta su punto de destino, se le llama **corriente (I)** y es medido en **amperios**



En la medida en que la electricidad fluye por un circuito, se presenta una **resistencia (R)** ante ese flujo, que se mide en **ohmios (Ω)**

La situación es similar al flujo de agua por una tubería: este depende no sólo de la diferencia de presión entre los extremos de la tubería, sino también de la resistencia que opone la propia tubería

La cantidad de corriente que fluye por un circuito depende pues del voltaje que suministra la fuente y de la resistencia que opone el material conductor al flujo de la carga eléctrica.



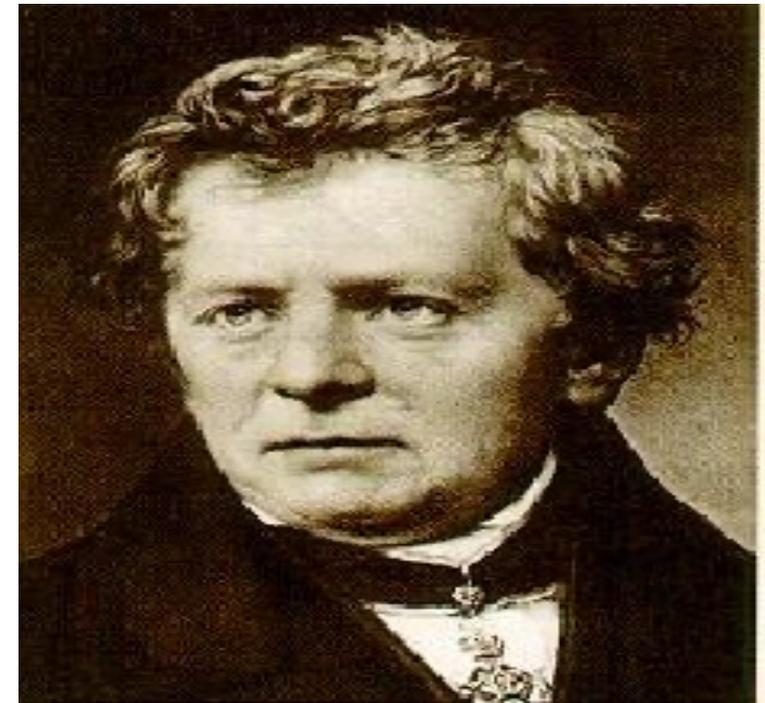
Georg Simon Ohm en la primera mitad del siglo XIX plantea que la cantidad de corriente que pasa por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito

Corriente = presión de flujo resistencia

Expresada matemáticamente

$$I \text{ (amperios)} = \frac{V \text{ (voltios)}}{R \text{ (ohmios)}}$$

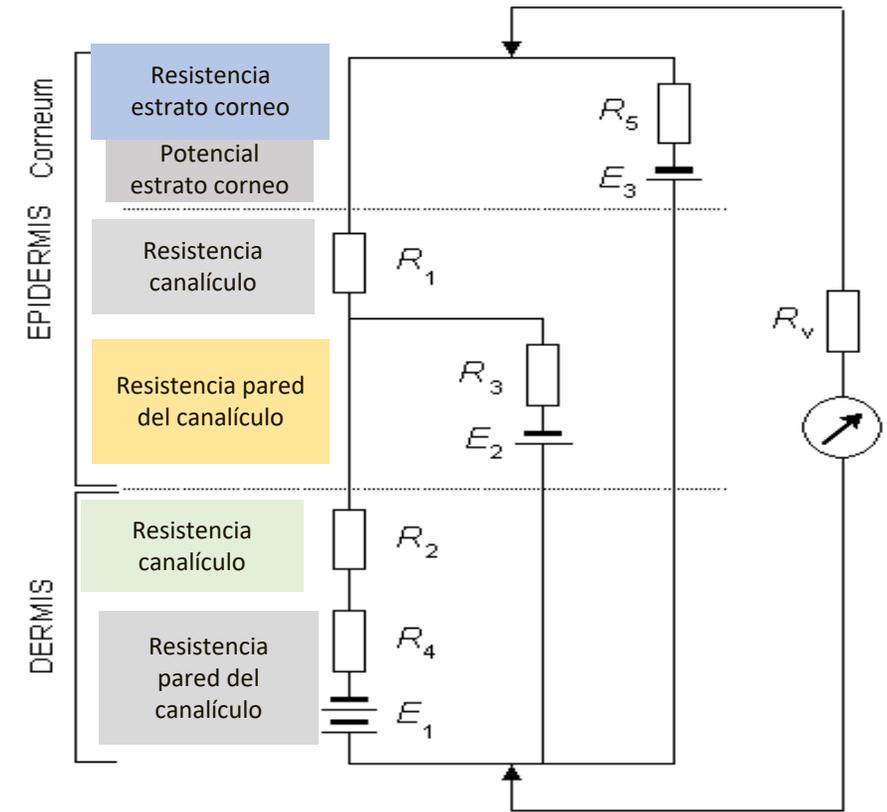
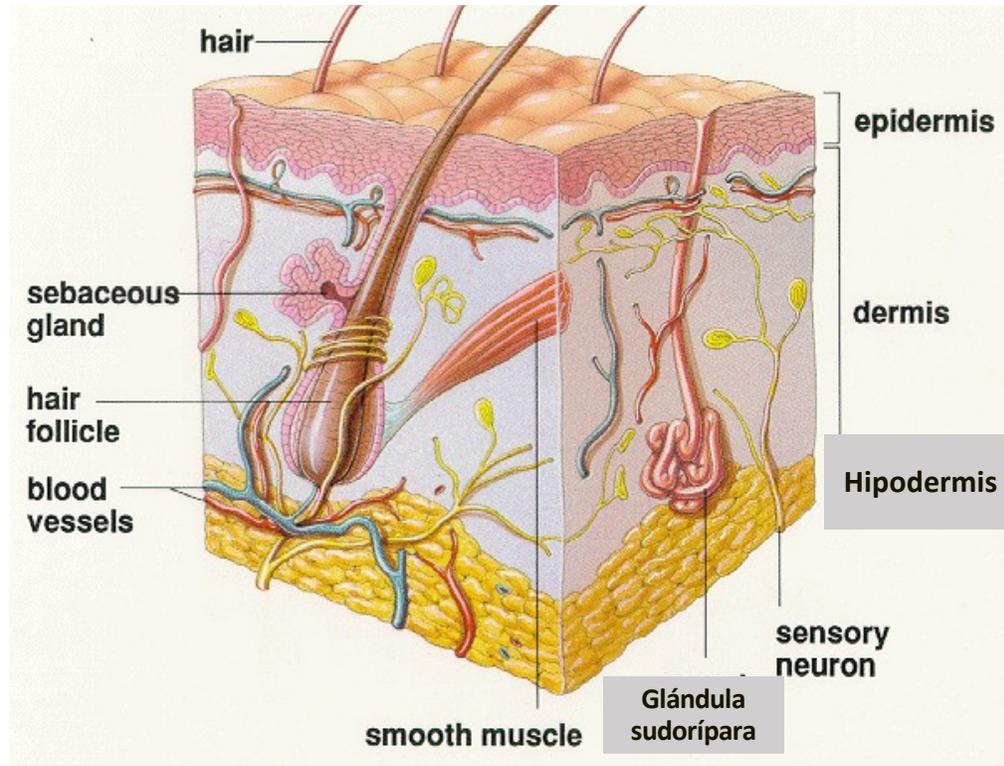
LEY DE OHM



EDA EN POLIGRAFÍA



RESISTENCIA DE LA PIEL



POSIBILIDAD DE RESPUESTA (“responsividad”) EN EDA

- Los porcentajes de responsividad encontrados varían en función del impacto que el estímulo tenga para el sujeto y de qué nivel de procesamiento que se requiera ante el estímulo.
- Si se utilizan estímulos poco intensos y poco significativos los porcentajes de no-responsivos pueden situarse en torno al 30%.
- Sin embargo se ha planteado la hipótesis de que la no-respuesta electrodérmica podría deberse a una gran excitación o activación simpática, es decir, el nivel de activación del SNA sería *tan alto* que los estímulos presentados no serían suficientes para producir un cambio en la conductancia eléctrica de piel.



HABITUACIÓN DE EDA

- Cuando se produce una respuesta ante un estímulo nuevo, uno de los componentes de dicha respuesta consiste en un aumento de la conductancia eléctrica de la piel.
- Así pues, la respuesta electrodérmica implica una activación momentánea del organismo. Pero si el estímulo nuevo se presenta repetidamente, la respuesta se debilita paulatinamente hasta que desaparece.
- Es decir el sujeto y su organismo se habitúan



EDA EN DIFERENTES TIPOS DE PERSONAS

- Se ha encontrado que entre el 40-60 % de las personas **deprimidas** tienen una muy baja respuesta de activación y que el 30% se habitúan muy rápidamente a los estímulos, disminuyendo la respuesta de SNA.
- El porcentaje de sujetos que no presentan una activación ("no responsivos") puede llegar hasta el 90% entre depresivos con intentos de **suicidio**.
- La no responsividad no es solamente característica de las muestras de sujetos depresivos sino que ha sido encontrada en distintas proporciones en **esquizofrénicos**, más en aquellos que tienen síntomas negativos



EDA EN DIFERENTES TIPOS DE PERSONAS

- Se han encontrado niveles más bajos de conductividad electrodérmica en los niños hiperactivos cuando se los compara con niños normales.
- Se han hallado respuestas disminuidas de EDA en sujetos con intoxicación crónica por plomo
- **Modifications of the sympathetic skin response in workers chronically exposed to lead**
- **Braz. j. med. biol. res = Rev. bras. pesqui. m,d. biol;40(1):81-87, Jan. 2007**



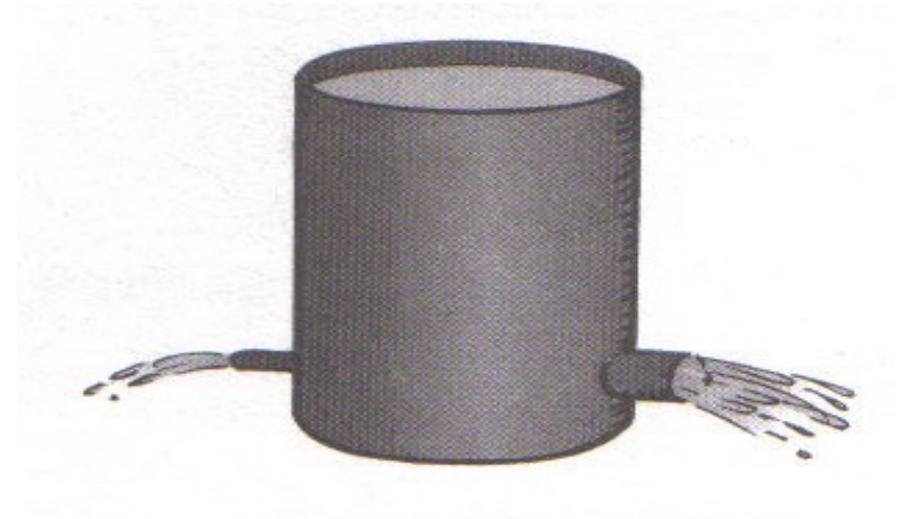
CONDUCTANCIA TERMINOS ASOCIADOS

- **Conductancia eléctrica** (G) es la medida inversa de la resistencia que un material conductor le opone al movimiento de los electrones

$$G = 1 / R \text{ en siemens}$$

$$G = I / V$$

- **Conducción** es el mecanismo mediante el cual la carga fluye,
- **Conductividad** es la propiedad que tiene el material para facilitar o dificultar la conducción.



SENSIBILIDAD DE LA CONDUCTANCIA

- La CONDUCTANCIA de piel tiene una relación directa mas con el **número de glándulas activadas**, que con la cantidad de secreción existente en los conductos.

La conductancia en un circuito resulta simplemente de la suma de las conductancias parciales existentes en el circuito.

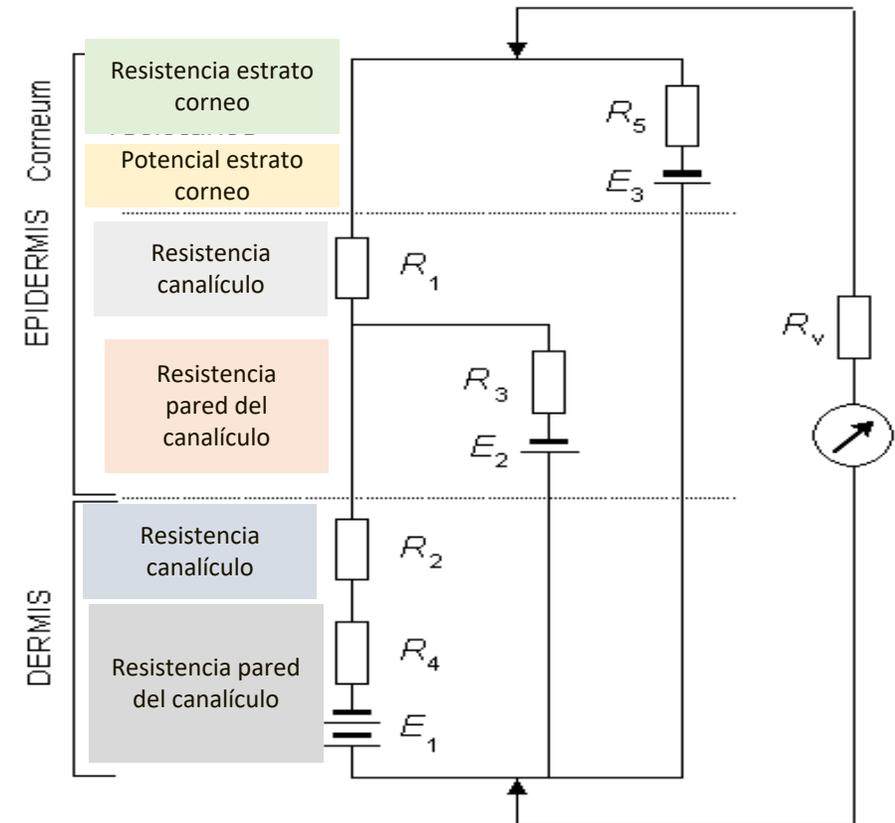
Necesitaría una reacción del simpático relativamente pequeña, para registrarla



SENSIBILIDAD DE LA RESISTENCIA

Por otra parte, la **RESISTENCIA** total de un circuito en paralelo es una función compleja de cada una de las resistencias individualmente consideradas.

Esto haría que la medida fuera menos sensible que la de la CONDUCTANCIA



Conductividad Tónica

Es el nivel basal de la conductividad de la piel, en ausencia de estímulos psicológicos o ambientales.

Se le llama *nivel de conductividad de piel*

Se presenta cuando se secreta el sudor en la piel o cuando este es reabsorbido por las glándulas sudoríparas



Conductividad Fásica

Es el grado o **cantidad de respuesta galvánica de piel (GSR)** que se generan ante estímulos psicológicos o ambientales y que se relacionan con la respuesta de activación de SNA.

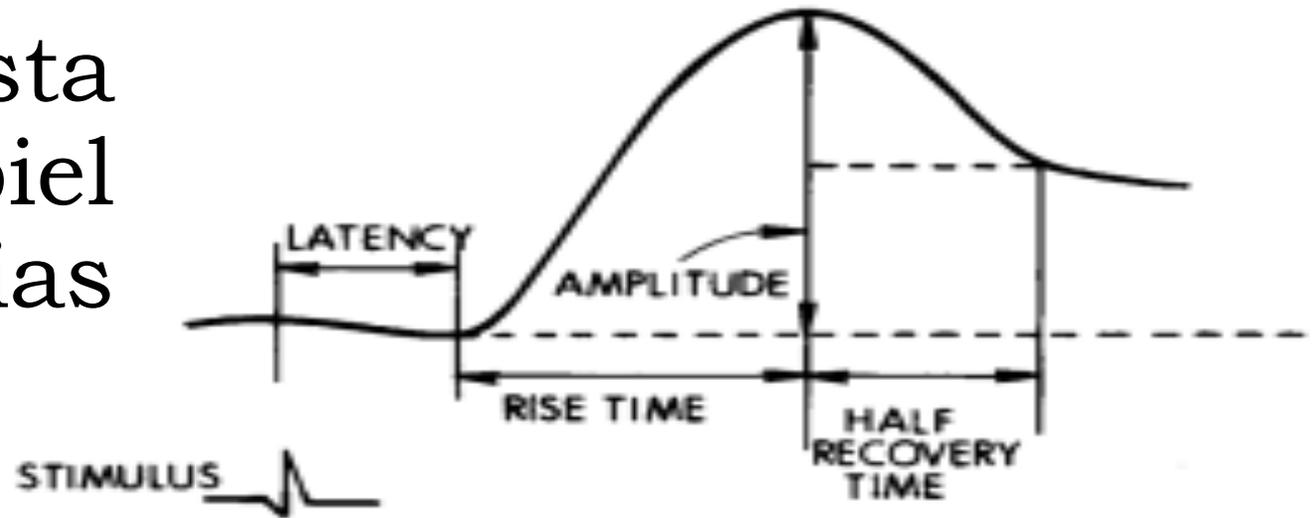
Implica un aumento en la conductancia eléctrica de piel que dura entre 10-20 seg. antes de retornar a la basal

- Se presenta cuando se llenan las glándulas sudoríparas.



CARACTERÍSTICAS DE EDA

La onda formada en la respuesta eléctrica de la piel posee varias características



CARACTERÍSTICAS DIAGNOSTICAS DE EDA EN POLIGRAFÍA

- En Poligrafia existen tres fenómenos fisiológicos o características de diagnóstico fundamentales que se pueden utilizar para la evaluación de la actividad electrodérmica:
 - ✓ Amplitud
 - ✓ Complejidad de la Reacción
 - ✓ Duración



¿QUÉ SE GRAFICA EN EDA EN POLIGRAFÍA?

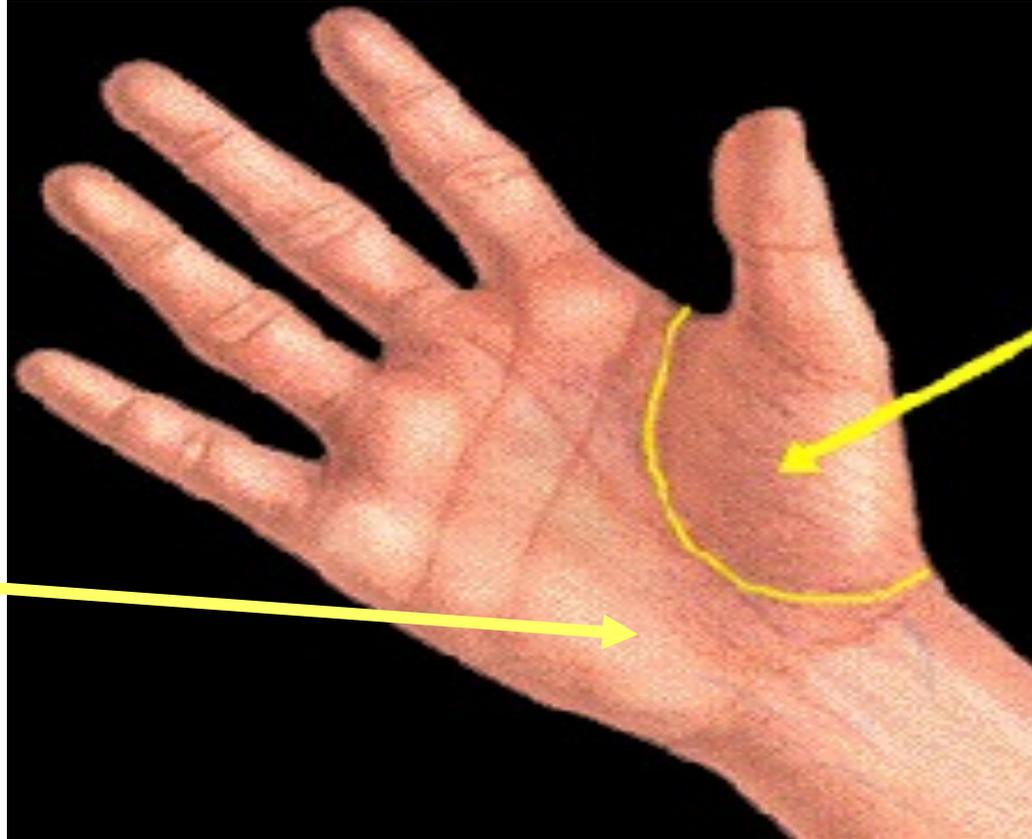
La piel humana conduce electricidad.

- Cuando se aplica una corriente débil en la piel, se pueden medir los cambios de conducción eléctrica ante aquella señal
- Es decir que lo que se mide con el polígrafo o cualquier otro instrumento empleado en retroalimentación biológica (*biofeedback*) es *la resistencia* de la piel y/o *la conductividad eléctrica* (conductancia) de la misma



LOCALIZACIÓN ANATÓMICA

**Eminencia
Hipotenar**



**Eminencia
Tenar**



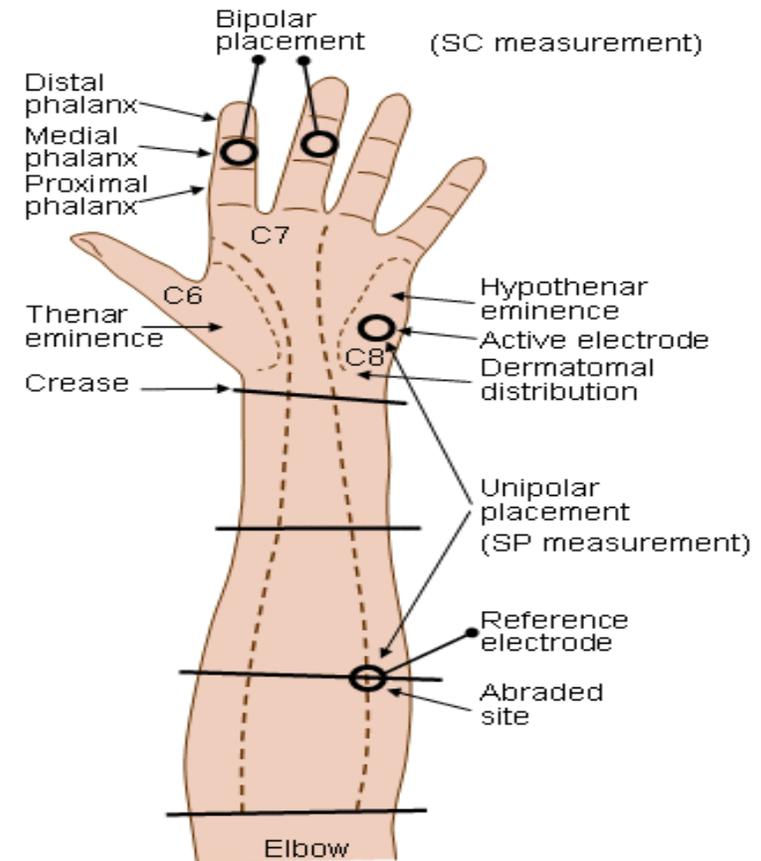
RESPUESTA ELECTRODÉRMICA

El método

Se aplica un voltaje constante en la piel por medio de electrodos de manera tal que el flujo eléctrico pueda ser medido entre dos puntos diferentes.

El voltaje es tan pequeño que resulta imperceptible para el sujeto

A pesar de eso, es factible registrar los cambios que se presentan en el flujo eléctrico ya que este se modifica en relación con la conductancia de la piel



LOCALIZACIÓN DE ELECTRODOS

Los electrodos de CONDUCTANCIA pueden colocarse en varios sitios; sin embargo la amplitud de la SCR y SCL son más altas en las localizaciones distales; se usan:

- ✓ Eminencia tenar / hipoténar
- ✓ Eminencia tenar / falange
- ✓ Eminencia tenar / apófisis estiloides del codo



ELECTRODOS

- ✓ Se propone el uso de electrodos de **plata-cloruro de plata** para la medición ya que disminuyen la posibilidad de que se produzca polarización en la zona de contacto, mejorando las lecturas.
- ✓ Se emplean también **de latón plateado/níquel**
- ✓ Los valores de la CONDUCTANCIA se modifican en razón con el área de contacto de los electrodos.



GEL CONDUCTOR

- No se recomienda el uso de gel para EEG o EKG ya que contiene cantidades altas de NaCl que infla las medidas del NIVEL DE CONDUCTANCIA.
- ✓ Se ha propuesto un gel preparado de manera magistral a base de metil celulosa con 0.05 M de NaCl Grey, S.J., et al. A Comparison between commercially available electrodes gels and purpose-made gel in the measurement of electrodermal activity. *Psychophysiology* 21(551-7), 1.984
- ✓ O uno a base de solución electrolítica de cloruro de potasio en agar. Fowles, D.C. et al. Publication recommendations for electrodermal measurements. *Psychophysiology* 18 (232-9) 1.981
- ✓ Se propone que cuando se usan los sensores de CONDUCTANCIA, no se emplee ningún gel, o a lo sumo, solución salina+base neutra o lubricante KY.



LIMPIEZA DE LA ZONA

- ✓ No se recomienda el uso de alcohol o abrasivos para limpiar la zona de colocación ya que pueden alterar las propiedades de resistencia/conductancia de piel
- ✓ Puede pedírsele al sujeto que se bañe las manos con agua y jabón (no abrasivo) antes de la colocación de los sensores.



LOCALIZACIÓN DE ELECTRODOS

- ✓ Usualmente se emplea el MSD para la localización de los electrodos.
- ✓ Sin embargo se ha dicho que se podrían colocar en la mano no dominante (MSI) debido a que tiene menor estrato corneo que la dominante y mayor cantidad de glándulas ecrinas.
- ✓ Por otra parte la sudoración de la mano dominante se encuentra controlada



GRÁFICAS

- ✓ Se considera **respuesta de CONDUCTANCIA** (fase fásica) la que se presente entre los primeros 1-3 segundos después de haberse presentado el estímulo.
- ✓ Este es el tiempo de ventana para evitar contaminaciones con respuestas “espontaneas” o “inespecíficas”
- ✓ Para que se considere que una se ha producido una respuesta, su intensidad debe ser entre 2 a 20 μS

