

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL  
"LISANDRO ALVARADO"  
DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FUNCIONALES  
SECCIÓN DE FISIOLOGÍA



MANUAL DE PRÁCTICAS  
DE LABORATORIO  
DE FISIOLOGÍA

II SEMESTRE

PROGRAMA DE ENFERMERIA

BARQUISIMETO, Octubre 2018

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL  
“LISANDRO ALVARADO”  
DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FUNCIONALES  
SECCIÓN DE FISIOLÓGÍA

MANUAL DE PRÁCTICAS  
DE LABORATORIO  
DE FISIOLÓGÍA

II SEMESTRE

PROGRAMA DE ENFERMERIA

Modificado Octubre 2018

BARQUISIMETO, VENEZUELA

# CONTENIDO

	<u>Página</u>
.- Presentación.....	4
.- Dedicatoria.....	5
.- Requisitos básicos para asistir a las prácticas .....	6
.- Instrucciones dirigida a los estudiantes para el buen desarrollo de la práctica.....	7
.- <u>Práctica No. 1</u> : Neurofisiología.....	8
.- <u>Práctica No. 2</u> : Determinación de la Sedimentación Globular, Hematocrito y Valoración de la Hemostasia .....	25
.- <u>Práctica No. 3</u> : Principios básicos de Electrocardiografía.....	36
.- <u>Práctica No. 4</u> : Mecanismos de regulación cardiovascular del pulso arterial y la presión arterial.....	54
.- <u>Práctica No. 5</u> : Evaluación de la función pulmonar.....	63
.- <u>Práctica No. 6</u> : Mecanismos de Dilución y Concentración de Orina: características físico-químicas de la orina .....	75
.- <u>Práctica No. 7</u> : Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa.....	88
.- Anexo No. 1: Toma de una Muestra de Sangre Venosa .....	97
.- Anexo No. 2: Lugares anatómicos de exploración de los pulsos arteriales periféricos....	99
.-Anexo No. 3: El uso de los Programas Simuladores en la Fisiología Médica.....	100
.-Anexo No. 4: Enlaces Electrónicos de Interés.....	104

# Presentación

Las Ciencias de la Salud y en especial la Fisiología son ciencias dinámicas, en constante evolución y progreso. Con el avance de las técnicas de investigación, pruebas clásicas de biofísica y fisiología, modelos dinámicos, programas simuladores y otros artificios de los que se valen los fisiólogos para estudiar el funcionamiento del cuerpo humano, se ha logrado transmitir a los estudiantes del área todo un cúmulo de conocimientos alcanzados a lo largo de décadas de análisis y experimentación, para una mejor comprensión de nuestro organismo.

Este manual, y en consonancia con la visión y misión de nuestra Universidad y en particular de nuestro Decanato de Ciencias de la Salud, pretende dar un impulso integral al acto educativo, formando profesionales de la salud con valores científicos, tecnológicos y humanísticos con calidad profesional así como talento humano que egrese con alta pertinencia social para tratar de salvar vidas humanas.

El presente Manual de Prácticas de Fisiología Humana para estudiantes de Fisiología de Enfermería, representa un esfuerzo contundente para consolidar en el mismo un grupo de actividades seleccionadas de laboratorio que pretende enseñar el trabajo en equipo, con una metodología científica apropiada y con técnicas verificadas que permiten enseñar el funcionamiento normal de distintos grupos de células, tejidos y órganos que integran al organismo humano como sistema integral.

Cada práctica diseñada incluye una breve introducción al tema, las instrucciones generales para el buen desarrollo de la misma, las actividades a ejecutar en el laboratorio y una guía de auto-evaluación que permita al estudiante valorar lo aprendido en la respectiva experiencia.

# Dedicatoria

El presente Manual de Laboratorio de Actividades Prácticas de Fisiología para Enfermería está dedicado a todos los Profesores de la Sección de Fisiología que en su momento planificaron las actividades docentes, tanto teóricas como prácticas; a aquellos docentes que hoy día no nos acompañan físicamente (**Dr. Gregorio Tiskow†**) o se encuentran disfrutando de su justa etapa de jubilación y en especial al Maestro de Maestros, al egregio **Dr. Luis Batalla Sotelo** (†) quien dedicó su vida profesional a enseñar Fisiología a estudiantes de pregrado y de postgrado, a proyectar valores humanísticos y éticos, a ser guía espiritual y tutor de muchos de los docentes que hoy orgullosamente formamos parte de la Sección de Fisiología del Decanato de Ciencias de la Salud de nuestra honorable Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA).

## **REQUISITOS BÁSICOS PARA ASISTIR A LAS PRÁCTICAS**

Estimada(o) estudiante,

Para asistir a las actividades prácticas, Ud. debe:

- Usar bata blanca de laboratorio: Normas de Higiene y Seguridad Industrial.
- Asistir con uniforme y zapatos cerrados: Normas de Higiene y Seguridad Industrial.
- Leer previamente y con detalle el guion correspondiente a cada actividad.
- Repasar los conocimientos teóricos facilitados por el docente instructor y consultar su texto guía.
- Seguir debidamente las instrucciones que se encuentran al comienzo de cada actividad y las que se indiquen en el laboratorio.
- No se permitirá la entrada al laboratorio docente a aquellos estudiantes que lleguen con 15 minutos de retraso. Gracias por su colaboración en este sentido: responsabilidad y ética primero.
- Cada grupo de prácticas (A y B) será sub-dividido en 2 sub-grupos para lograr el máximo aprovechamiento del acto educativo. Cada sub-grupo tiene asignado un docente de laboratorio. El docente será responsable de impartir y evaluar las actividades académicas realizadas dentro del laboratorio por los alumnos de dicho sub-grupo, mediante su participación y su desempeño en todas y cada una de las diferentes prácticas.
- No habrá cambios de alumnos(as) de grupo o entre sub-grupos de laboratorio que no sean realizados mediante el trámite administrativo correspondiente ante la Secretaría de Sección y en el período estipulado para tal fin.

## **INSTRUCCIONES DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES PARA EL BUEN DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA**

Para el buen desempeño de las actividades docentes, en cada grupo se seleccionarán voluntarios que colaborarán en la donación y extracción de fluidos orgánicos (cuando sea requerido). Todos los estudiantes deberán participar de las actividades programadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

### **En el Laboratorio:**

Los estudiantes encontrarán los materiales e insumos necesarios para desarrollar la actividad práctica. Cada subgrupo ocupará un mesón y sus integrantes observarán con atención las experiencias y maniobras del instructor(a). Anoten sus resultados en los espacios destinados para tal fin en este manual de prácticas. Posterior a la culminación de las experiencias se establecerá la discusión correspondiente. Se les sugiere participar proactivamente.

NEUROFISIOLOGÍA

PARTE I: SENSIBILIDAD ESPECIAL: LA VISIÓN

PRESENTACIÓN

La presente constituye la guía para la primera parte de la primera actividad práctica (Unidad II–Subunidad 4) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería. Por medio de esta actividad se pretende que el estudiante comprenda los mecanismos neurofisiológicos que intervienen en la captación, elaboración, procesamiento e integración de las señales que conducen a la visión en el ser humano así como a evaluar su funcionalidad.

INTRODUCCIÓN

La visión es un sistema sensorial crucial en la relación con nuestro entorno o mundo exterior. La visión nos permite percibir la luz, la sombra, el color y la forma de la naturaleza. Aunque los detalles de la anatomía ocular no son objeto de la actividad práctica presente, echemos un vistazo a lo más importante.

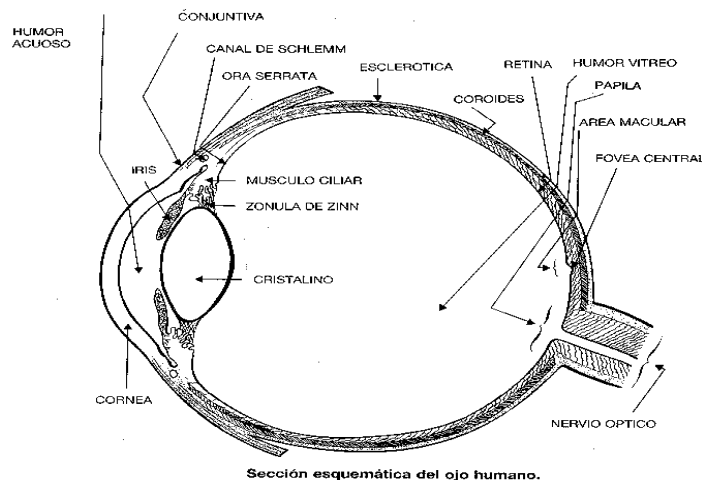


Figura No. 1. Sección esquemática del ojo humano<sup>1</sup>



### **1.-OBJETIVOS A EVALUAR:**

- Describir los parámetros anatómo-fisiológicos que intervienen en la percepción de la luz, color, sombra y forma.
- Identificar desde el punto de vista fisiológico los constituyentes del quebrado de Snellen.
- Caracterizar la funcionalidad de la musculatura intrínseca y extrínseca del ojo humano.

### **2.- MATERIALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA LA PRÁCTICA:**

Linternas de mano, cartas de Snellen, apuntadores, sillas, marcadores, pizarra acrílica.

### **3.- MANIOBRAS EXPERIMENTALES:**

#### **3.1..-EXPLORACIÓN DEL GLOBO OCULAR Y LA PUPILA:**

Aunque la exploración netamente no forma parte del estudio de la fisiología, perteneciendo ésta más a la valoración clínica, cuando se examina el sentido de la visión en un paciente, es importante explorar los globos oculares, siempre haciéndolo en forma simétrica; su ubicación es importante dentro de la cavidad ocular. Puede presentarse una protrusión de los globos oculares (uni o bilateral), o sea, un *exoftalmos*, o al revés, estar hundidos dentro de la cavidad orbitaria lo que se llama *enoftalmos*. Se observa la simetría de los ojos. Se explora visualmente la esclerótica (el blanco de los ojos), la pupila, el iris. Luego se procede a palpar con dos dedos y en forma alternativa, la *tensión de los globos oculares*, que puede estar aumentada como en el caso del glaucoma, o disminuida como en el coma diabético y en toda deshidratación severa.

También se puede percibir la dirección de los globos oculares, que puede estar desviada en uno o ambos ojos, caso del *estrabismo*, que se llama convergente o divergente según se acerquen o alejen entre sí los globos oculares. Observe con detalle la córnea; pueden existir ulceraciones u opacidades. El anillo blanco-grisáceo cerca del limbo ocular, es muy frecuente en los ancianos (el llamado arco senil).

Se evaluará la pupila, la cual representa una estructura de gran valor en la evaluación neurofisiológica del paciente tanto consciente como inconsciente, evaluando tamaño, la forma, la simetría y reflejos fotomotores. El diámetro normal de la pupila es de 2 a 4,5 mm. Valores

---

<sup>1</sup>Tomado de: [www.tarso.com](http://www.tarso.com).

por debajo de 2 mm definen la miosis y valores por encima de 4,5 mm define la midriasis (recordar la función del sistema parasimpático en la modificación del diámetro pupilar).

### **3.2.- EXPLORACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL:**

#### ***¿Qué es la agudeza visual?***

Sencillamente es, la capacidad del ojo para distinguir entre dos puntos cercanos entre sí. Nos permite percibir la forma y figura de los objetos con detalle.

#### ***¿Cómo se explora?***

Mediante el uso de los Carteles de Snellen. Es una prueba que se utiliza para determinar las letras más pequeñas que una persona puede leer en una tabla o tarjeta estandarizada sostenida a una distancia de 6 metros (20 pies). Están formados por filas de letras que van de tamaño más grande a más pequeño conforme bajamos la mirada. Cuanto más abajo logre ver nítido el paciente, mayor agudeza visual tendrá. Se deben retirar los anteojos o los lentes de contacto para llevar a cabo la exploración de la agudeza visual. Ambos ojos deben permanecer abiertos y uno de ellos cubierto y se procede a leer en voz alta la línea más pequeña de las letras que la persona pueda leer en el cartel. Si el paciente no está seguro de la letra, puede adivinar. Se repite el procedimiento con el otro ojo.

#### ***¿Cómo se representa o expresa el resultado?***

Sencillamente como una fracción: el llamado Quebrado de Snellen. Por ser un quebrado, el número superior (numerador) se refiere a la distancia entre el paciente y la tabla la cual es generalmente de 6 metros (20 pies en medida inglesa). El número inferior (denominador) indica la distancia a la que una persona con vista normal podría leer la misma línea que la persona leyó correctamente. Por ejemplo, 20/20 se considera visión normal; 20/40 indica que la línea que el paciente leyó correctamente a los 20 pies (6 metros) pudo ser leída por una persona con visión normal a los 40 pies (12 m).

**20/20 es la visión NORMAL**

**(El sujeto es *emétrope*: la imagen se forma normalmente sobre la retina)**

Ejemplos: Si la visión es 20/15 la visión es mejor que la normal.

Si la visión es 20/100 la visión está disminuida, alterada.

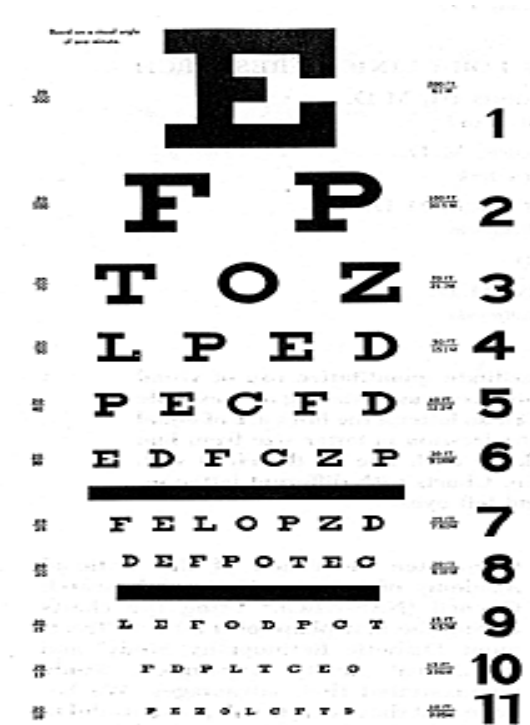


Figura No. 2  
Carta de Snellen

➤ **Procedimiento paso a paso:**

- ✓ Se coloca al paciente sentado frente al cartón de Snellen a 6 metros de distancia.
- ✓ El paciente se tiene que cubrir un ojo sin oprimirlo.
- ✓ Instruir al paciente para que lea progresivamente hasta las letras más pequeñas hasta que llegue a no distinguirlas.
- ✓ Anotar las líneas más pequeñas que pudo leer el paciente (20/20, 20/30, etc.; cuanto menor sea el valor de la fracción más grave será la miopía).
- ✓ Repetir con cada ojo (hay que realizar la prueba con rapidez, evitando que el paciente memorice la tabla).

***Para niños pequeños y analfabetas, existen cartas de Snellen especiales basadas en figuras que ellos(as) pueden reconocer sin dificultad.***

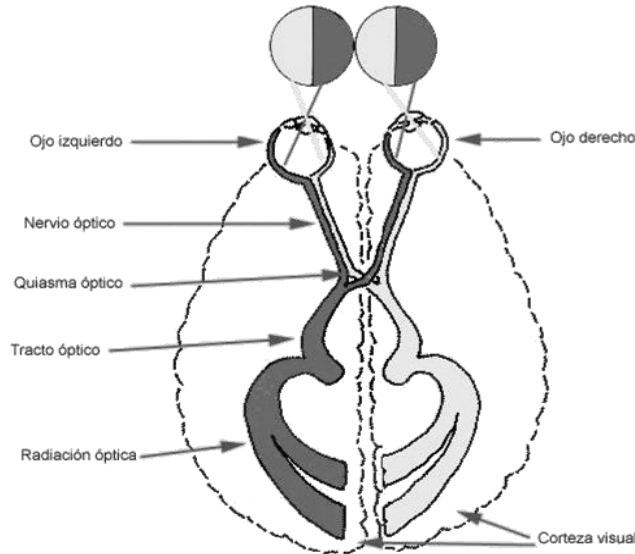
***¿Se puede evaluar la visión a los colores?***

Sí. Mediante el empleo de las láminas u optotipos de Ishihara. El test de Ishihara es el más usado para evaluar los trastornos de la visión de colores y consiste en una serie de láminas

con puntos de colores que dejan entrever números o letras.

***Una vez formada la imagen visual sobre la retina, ¿cómo se transmite la información?***

La imagen visual que se forma sobre la retina es invertida (como en una cámara fotográfica) tanto en el plano vertical como horizontal.



**Figura No. 3**  
**Las Vías Visuales**

La imagen visual, captada por los receptores retinianos (fotoreceptores), transmite la información a través del nervio óptico (derecho e izquierdo) que luego pasa al quiasma óptico (donde hay entrecruzamiento de la información visual). Las imágenes formadas en el cuadrante temporal de la retina se dirigen por la cintilla óptica ipsilateral (del mismo lado) hacia el cuerpo geniculado lateral del tálamo. Las imágenes formadas en el cuadrante nasal de la retina atraviesan el quiasma para finalizar en el cuerpo geniculado contralateral. En el cuerpo geniculado lateral, todas las fibras de las cintillas ópticas terminan y hacen sinapsis con las neuronas allí localizadas. Los axones de estas neuronas se dirigen hacia la corteza visual, donde hacen numerosas sinapsis a distintas profundidades.

**3.3.-ESTUDIO DE LOS REFLEJOS OCULARES:**

**3.3.1.-Reflejo Fotomotor o pupilar directo:**

Se refiere a la contracción (miosis) que presentan las pupilas cuando se expone a la luz.

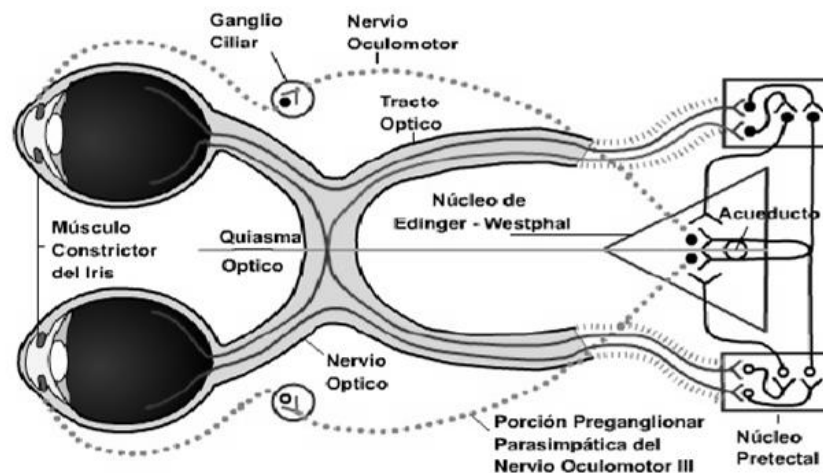
Se trata de un reflejo de protección en el que se evita la entrada excesiva de luz.

### Maniobras de Exploración

Se debe utilizar una linterna de mano para ello. Es conveniente que el haz de luz llegue de lado o tangencialmente y no apuntando directamente al ojo.

### Vía del Reflejo Fotomotor

La vía del reflejo fotomotor comienza en la retina, sigue por el nervio óptico, prosigue por quiasma y cintillas ópticas hasta el cuerpo geniculado externo, donde se separa de la vía óptica dirigiéndose al tubérculo cuadrigémino anterior (núcleos pretectales), de donde salen los estímulos al centro o núcleo de Edinger-Westphal ipsi y contralateral. Desde aquí, sigue la vía eefectora parasimpática haciendo sinapsis en el ganglio ciliar, hasta que llega al esfínter del iris.



**Figura No. 4**  
**Vía del Reflejo Fotomotor**

### 3.3.2.-Reflejo Fotomotor consensual o indirecto:

La respuesta constrictora pupilar a la entrada de luz en el ojo examinado (iluminado) recibe el nombre de reflejo fotomotor directo, reaccionando de la misma forma el ojo contralateral en condiciones normales en cuyo caso hablamos de reflejo fotomotor consensual. La estimulación luminosa de una retina provoca una contracción de la pupila en el ojo contralateral y, si recordamos que parte la proyección a los núcleos de Edinger-Westphal es

bilateral, tendremos la explicación del reflejo consensual.

### **3.4.-ESTUDIO DE LA MUSCULATURA EXTRÍNSECA DEL OJO:**

Para comprender mejor el movimiento de los globos oculares, recordemos su distribución. Existen 6 músculos responsables de los movimientos de los ojos en los tres ejes de movimiento:

Horizontal	{ Aducción Abducción
Vertical	{ Elevación Depresión
Torsión	{ Intorsión Extorsión

Los movimientos horizontales están totalmente controlados por los músculos rectos (externo e interno). Los movimientos verticales comprenden la acción coordinada de los músculos rectos superior e inferior, así como los músculos oblicuos (interno y externo).

#### **La inervación de esta musculatura extrínseca se realiza por los siguientes pares craneales:**

1. Nervio Motor Ocular Común (III par): Inerva los músculos rectos, superior, medio e inferior; el oblicuo menor y el elevador del párpado superior (apertura palpebral).
2. Nervio Patético (IV par): Oblicuo Superior.
3. Nervio Motor Ocular Externo (VI par): Recto Lateral.
4. Nervio Facial (VII par): Orbicular del párpado (cierre palpebral).

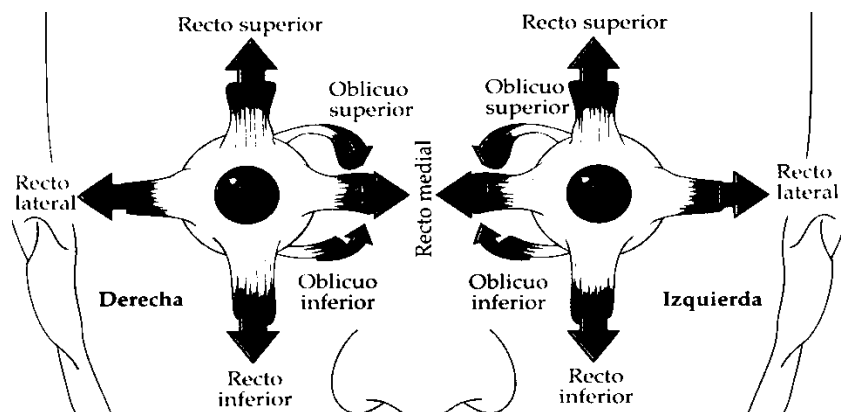
Su evaluación se realiza instando al paciente a que realice los movimientos oculares solicitados; la normalidad de esos movimientos indica un correcto funcionamiento de estos pares craneales. En la exploración vamos a valorar que los ojos estén alineados en la posición

de frente y en las conocidas como las seis posiciones diagnósticas de la mirada.

**Pasos adecuados para la exploración:**

Después de observar la abertura palpebral, vemos si ambos globos oculares se encuentran simétricos o si, por el contrario, alguno de ellos presenta desviación hacia arriba, abajo, afuera, o adentro.

Fije la cabeza del sujeto con una mano e instrúyalo a que siga con su vista un dedo, o un lapicero, que movemos frente a sus ojos. Mueva el dedo, primero en dirección horizontal de derecha a izquierda y viceversa, hasta las posiciones extremas; después, en sentido vertical de abajo a arriba y viceversa. Seguidamente realice el movimiento en las seis direcciones o puntos cardinales de la mirada, partiendo del centro y retornando al punto central, que corresponde a los movimientos que le imprimen al globo ocular cada uno de los músculos extrínsecos. Terminaremos esta exploración moviendo el dedo en dirección circular para imprimir al globo ocular un movimiento rotatorio.



**Figura No. 5**  
**Músculos que intervienen en los movimientos oculares**

## **GUIA DE AUTOEVALUACIÓN POST-LABORATORIO**

1. Defina agudeza visual.
2. ¿Cómo explora Ud. en un paciente la agudeza visual?
3. ¿Qué es el quebrado de Snellen?, ¿Qué representan sus componentes?
4. Haz en tu cuaderno un esquema de las vías visuales. Señale sus partes.
5. ¿Qué entiende por punto o mancha ciega?
6. ¿Cómo están divididos los campos visuales?
7. ¿Cuáles reflejos fotomotores explora Ud. en la práctica clínica?
8. ¿Cuáles son los pares craneales que inervan la musculatura del ojo?
9. ¿Dónde se localiza la corteza visual primaria?
10. ¿Cómo explora Ud. la pupila en la práctica?
11. Mencione los 6 músculos responsables del movimiento de los ojos.



## **PARTE II: ESTUDIO DE LOS REFLEJOS**

### **PRESENTACIÓN**

La presente constituye la guía para la segunda parte de la primera actividad práctica (Unidad II –Subunidad 7) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería. Por medio de esta actividad se pretende que el estudiante conozca y describa en forma integral los mecanismos básicos que participan en la elaboración de los reflejos en el hombre, sus mecanismos intrínsecos y sus respuestas fisiológicas.

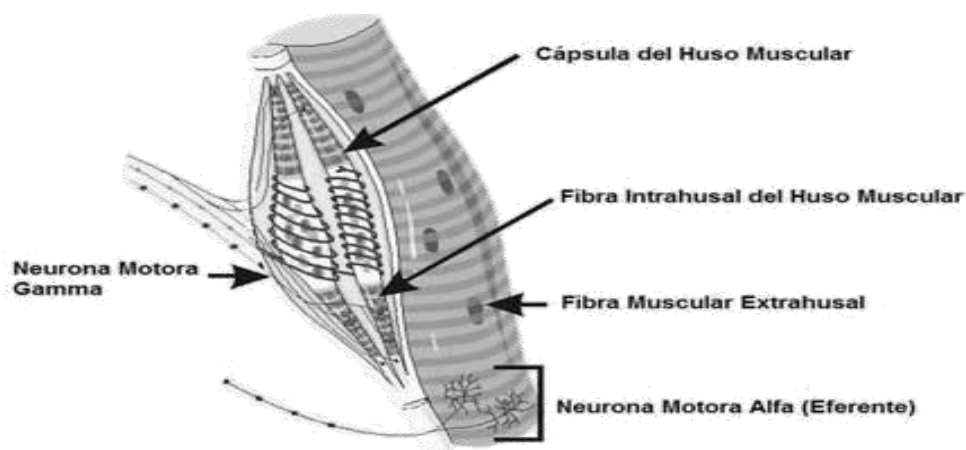
### **INTRODUCCIÓN**

El término *reflejo* (del latín: *re*: atrás; *flectere*: doblar) lo introdujo en la fisiología el biólogo alemán August Unzer en el año 1771 para describir las respuestas automáticas, repetitivas y dirigidas del organismo. Muchos de los reflejos del cuerpo humano son de carácter protector o de comportamiento locomotor y su utilidad consiste en relevar al cerebro de la necesidad de guiar conscientemente los sistemas musculares incluidos en estas acciones, sin embargo, los reflejos continúan bajo el control consciente de los centros motores superiores. Muchos son los ejemplos existentes de reflejos: los tendinosos, el estornudo, el corneal, la deglución, los visuales, los flexores, los de rascado, el del vómito, entre otros.

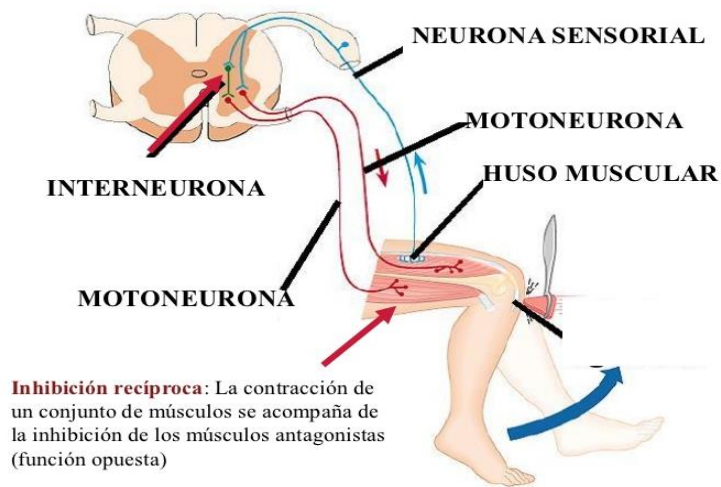
Todos los reflejos constan de un receptor, una vía aferente, una o varias sinapsis centrales (centro de integración), una vía eferente y un tejido efector; en este caso nos referimos al Arco Reflejo. Existen reflejos monosinápticos y reflejos polisinápticos. De todos los reflejos anteriormente señalados, los denominados reflejos tendinosos son los más elementales ya que a nivel central sólo tiene lugar una sola estación de relevo de la información o sinapsis por lo que se considera un reflejo monosináptico.

Los reflejos monosinápticos son llamados también reflejos de estiramiento muscular o elongación o miotáticos y están integrados a nivel de médula espinal (Figura No. 2). Su origen está en los receptores aferentes de tracción, denominados *Husos Musculares*, situados o dispuestos en paralelo en el seno del músculo esquelético (Figura No. 1); estos husos musculares son estructuras fusiformes con una cápsula de tejido conectivo que contiene de 2 a 10 fibras musculares modificadas en su interior: unas denominadas de bolsa nuclear y otras de

cadena nuclear. Como están localizadas en el interior del huso muscular se les llama Fibras Intrafusales, y las restantes fibras musculares que forman la gran masa del músculo se conocen como Fibras Extrafusales. Las fibras intrafusales que constituyen el receptor de tracción poseen inervación sensitiva a través de fibras tipo Ia, las cuales inervan los dos tipos de fibras y se disponen enrollándose en la porción central de las mismas; las fibras intrafusales también reciben inervación sensitiva por fibras del tipo II. La prolongación central tanto de las fibras Ia como las del tipo II constituye la vía aferente, vía que llega al segmento medular respectivo por la raíz dorsal y hace sinapsis directa con las motoneuronas  $\alpha$  localizadas en el asta anterior de la médula. Los axones de estas motoneuronas forman la vía eferente que inervarán el mismo músculo en el que se localiza el receptor y provocan la contracción muscular. Los reflejos miotáticos se exploran en la práctica clínica con el martillo percutor o martillo explorador de reflejos. Siempre que se estira bruscamente un músculo, la activación de los husos musculares causa la contracción refleja de las fibras musculares esqueléticas grandes en el músculo estirado y también en los músculos sinérgicos más íntimamente ligados. Este reflejo miotático o de estiramiento mantiene lo que se llama el tono muscular o nivel funcional basal del músculo, que depende del grado de facilitación a que están sometidas las fibras intrafusales por parte del sistema  $\gamma$ ; cuanto mayor sea esta facilitación, mayor será la respuesta del reflejo miotático. El huso muscular posee inervación motora de las motoneuronas  $\gamma$ , localizadas junto a las motoneuronas  $\alpha$  en las astas medulares anteriores. A través de estas motoneuronas  $\gamma$  pueden estimularse las fibras intrafusales, que si bien no pueden desencadenar una contracción muscular extrafusar de manera directa, éstas se encargan de mantener el tono muscular.

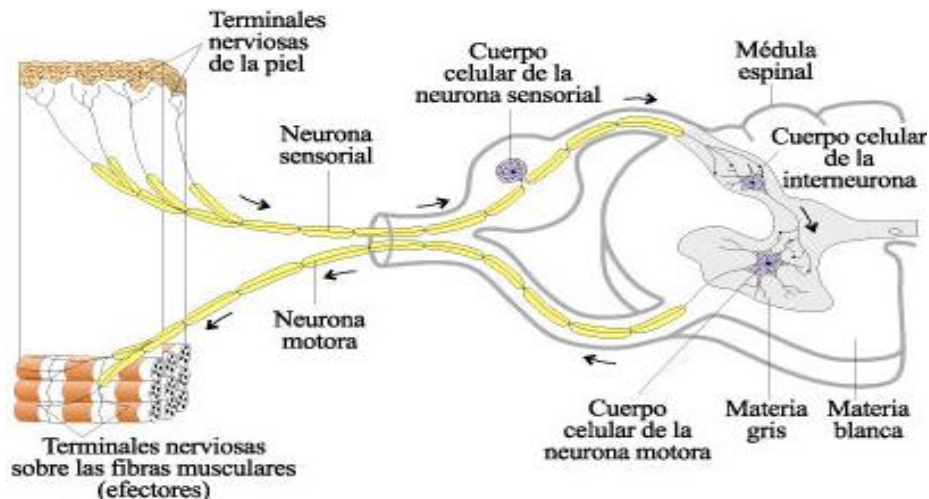


**Figura No. 1**  
**El huso muscular**



**Figura No. 2**  
**Circuito neuronal del reflejo miotático**  
(Obsérvese el mecanismo bineural del arco reflejo)

Los reflejos polisinápticos o llamados también nociceptivos, parten de estímulos procedentes de receptores externos de carácter nociceptor (*noci*: relacionado con estímulos nocivos, dolorosos), tienen una integración medular multineural y producen respuestas flexoras que tienden de inmediato a alejarse del estímulo agresor. Dada su integración multineural a través de cierto tipo de interneuronas (internucleares o intercalares), son reflejos con tiempo de latencia prolongado y demoran en su respuesta, siendo esta respuesta de carácter difuso (la respuesta abarca varios músculos) (Figura No. 4).



**Figura No. 4**  
**Reflejo polisináptico: circuito neuronal**

## Recordemos la estructura y función del ÓRGANO TENDINOSO DE GOLGI

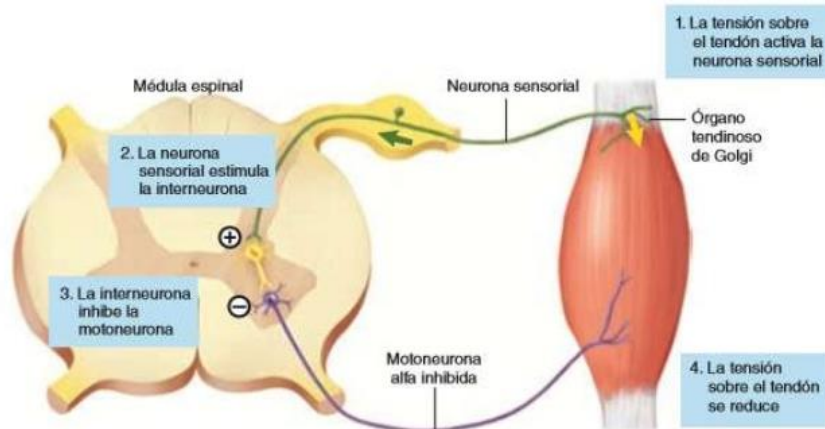


Figura No. 5

### Reflejo polisináptico: Reflejo Miotático inverso

#### 1.- OBJETIVOS DE LA PRIMERA PARTE DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA:

Al finalizar la práctica, las(os) alumnas(os) serán capaces de:

- Describir el circuito neuronal de los reflejos monosinápticos y polisinápticos.
- Identificar la utilidad de estudiar los reflejos monosinápticos y polisinápticos en la práctica clínica.
- Obtener los principales reflejos de utilidad en la práctica clínica.

#### 2.-MATERIAL REQUERIDO PARA LA EXPERIENCIA PRÁCTICA:

Martillos percutores, agujas finas o alfileres, camilla clínica, sillas, marcadores, pizarra acrílica.

#### 3.-MANIOBRAS EXPERIMENTALES:

##### ➤ Técnicas y recomendaciones generales para explorar los reflejos en el hombre:

El individuo a explorar debe estar cómodo y relajado. Se buscarán los reflejos en forma simétrica para comparar los resultados; en condiciones normales las respuestas son simétricas. Las zonas exactas en la cual se estimula el reflejo se llaman zonas reflexógenas. Para evocar los reflejos se debe utilizar el martillo percutor del cual existen varios modelos. Algunos traen incorporada una aguja y un cepillo pequeño para explorar las zonas sensitivas. El martillo percutor tiene la punta de caucho y un mango metálico. Se lo debe tomar con la mano, por su base y siempre percutir con suavidad la zona a explorar con un movimiento péndulo generalmente.

### **3.a) EXPLORACIÓN DE REFLEJOS MONOSINÁPTICOS O MIOTÁTICOS:**

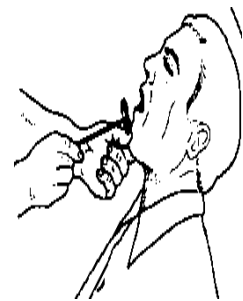
#### **.-Exploración del reflejo Orbicular de los Párpados:**

- a) Maniobra: colocándose detrás del paciente (para evitar el reflejo de oclusión palpebral defensivo), percutir con suavidad la zona de la raíz de la nariz.
- b) Respuesta a obtener: oclusión palpebral bilateral
- c) Segmento de Integración: En la Protuberancia Cerebral. Vía Receptora: V par craneal (Nervio Trigémino); Vía Efectora: VII par craneal (Nervio Facial).



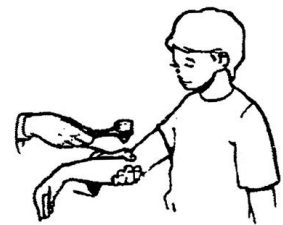
#### **.-Exploración del reflejo Maseterino:**

- a) Maniobra: paciente con la boca ligeramente entreabierta, se le percute directamente el mentón, interponiendo entre el martillo y el mentón el dedo pulgar del explorador.
- b) Cierre brusco de la boca por acción de los músculos maseteros y temporales.
- c) Segmento de Integración: La Protuberancia Cerebral. Tanto la vía receptora como efectora lo forman ramas del Nervio Trigémino.



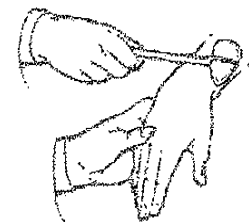
#### **.-Exploración del reflejo Bicipital:**

- a) Maniobra: percusión con el martillo de nuestro dedo pulgar sobre el tendón del bíceps con el antebrazo del sujeto en semiflexión y semisupinación.
- b) Respuesta a obtener: flexión del antebrazo sobre el brazo.
- c) Segmento de Integración: C5-C6



#### **.-Exploración del reflejo del Supinador Largo (Estiloradial):**

- a) Maniobra: percusión del estiloides radial con el antebrazo en semiflexión y semisupinación de 45°.
- b) Respuesta a obtener: contracción del supinador largo con flexión del antebrazo.
- c) Segmento de Integración: C6



**-Exploración del reflejo Tricipital:**

- a) Maniobra: percusión con el martillo del tendón del tríceps por encima del olecranon con el antebrazo en semiflexión.
- b) Respuesta a obtener: extensión del antebrazo.
- c) Segmento de Integración: C7



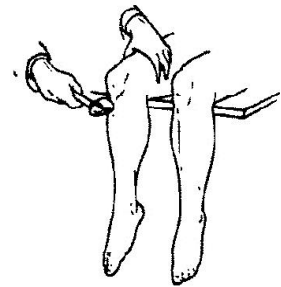
**-Exploración del reflejo de los Pronadores (o cubital):**

- a) Maniobra: percusión con el martillo del estilóide cubital en su cara dorsal con el antebrazo en semiflexión y semipronación.
- b) Respuesta a obtener: movimiento de pronación.
- c) Segmento de Integración: C6, C7 y C8.



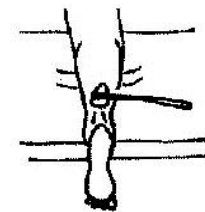
**-Exploración del reflejo Rotuliano o Patelar (o del Cuadríceps):**

- a) Maniobra: con el sujeto sentado en la camilla con las piernas colgando, se percute el tendón rotuliano.
- b) Respuesta a obtener: extensión de la pierna.
- c) Segmento de Integración: L4 (L: segmento medular lumbar)



**-Exploración del reflejo Aquileo (o del Tríceps Sural):**

- a) Maniobra: con el sujeto arrodillado con los pies libres y en semiflexión dorsal, se percute el tendón de Aquiles.
- b) Respuesta a obtener: flexión plantar del pie.
- c) Segmento de Integración: S1 (S: segmento medular sacro)



Arrodillado

**3.b) EXPLORACIÓN DE REFLEJOS POLISINÁPTICOS O NOCICEPTIVOS:**

**-Exploración del reflejo Corneal:**

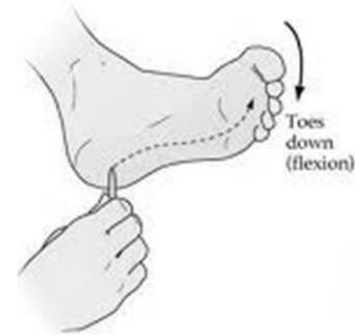
- a) Maniobra: Haciendo mirar al paciente al frente, tocar muy suavemente la córnea con un trocito de algodón o un hisopo limpios, abordando la zona lateralmente.
- b) Respuesta a obtener: oclusión de ambos párpados y elevación del globo ocular.
- c) Segmento de Integración: Respuesta es bilateral. Centro de integración a nivel del núcleo del



nervio facial (VII par craneal). Rama aferente: rama oftálmica del trigémino. Rama eferente: nervio facial.

**.-Exploración del reflejo Cutáneo Plantar:**

- a) Maniobra: Estimular el borde externo de la planta del pie, siempre de atrás hacia adelante con un objeto ligeramente agudo (una aguja o un alfiler)
- b) Respuesta a obtener: flexión plantar de los dedos del pie. Este reflejo da respuesta a partir de los 3 años de edad, o más tarde aún.
- c) Segmento de Integración: L5, S1, S2



**Valor semiológico de las alteraciones de los reflejos:**

Explorados los reflejos en el paciente, éstos tienen valor como elementos de localización topográfica y que, unidos a hechos o hallazgos patológicos, permite un diagnóstico clínico.

Los reflejos pueden presentar las siguientes alteraciones:

- a) Ser normales con un paciente totalmente funcional.
- b) Estar disminuidos (hiporreflexia) o abolidos (arreflexia)
- c) Estar exaltados (hiperreflexia)
  - Escala de gradación de los reflejos.

**3.c) EXPLORACIÓN DEL TONO MUSCULAR:**

El tono muscular es la resistencia a la movilización pasiva. El paciente debe estar completamente relajado. Inspeccione sus 4 miembros. Lo más importante del examen es la resistencia pasiva de los músculos a su manipulación cuando están relajados. Lo ideal es explorar los músculos de las extremidades. Movilice las articulaciones suavemente al comienzo y luego con mayor velocidad; podrá notar una pequeña resistencia a los cambios de posición de los diversos segmentos mioarticulares. Las alteraciones del tono muscular sonde dos tipos: hipotonía (disminución del tono muscular) e hipertonía (aumento del tono muscular).

-----

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- .-Constanzo L. Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2014.
  - .- Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. Decimosegunda Edición. Editorial Elsevier-Saunders; 2011.
  - .-Prieto J. Exploración Clínica Práctica. Vigésima séptima edición. Editorial Elsevier-Saunders; 2011.
  - .-Mazzei E, Rozman C. Semioteconia y fisiopatología. Buenos Aires: El Ateneo; 1978.
- 

## **GUÍA DE AUTOEVALUACIÓN POST-LABORATORIO**

1. ¿Qué se entiende por estímulo?
2. ¿Qué es un reflejo?
3. Dibuje un arco reflejo e indique sus elementos.
4. ¿Qué es el huso muscular?
5. Señale la opción verdadera:

### El reflejo miotático:

- a. Tiene una función postural.
- b. Aumenta su actividad por la acción de las motoneuronas  $\alpha$ .
- c. Produce una pérdida del tono muscular.
- d. Es consecuencia de una respuesta muscular, al contraer el músculo éste responde con un estiramiento.

6. Señale la opción verdadera:

### Los órganos tendinosos de Golgi:

- a. Están inervados por axones sensoriales Ia.
  - b. Se encuentran en la unión del músculo y el tendón.
  - c. Proporcionan a la médula información sobre la longitud muscular.
  - d. Son la única fuente de aferencia propioceptiva desde el músculo.
-



## DETERMINACIÓN DE LA SEDIMENTACIÓN GLOBULAR, HEMATOCRITO Y VALORACIÓN DE LA HEMOSTASIA

### PRESENTACIÓN

La presente constituye la guía para la segunda actividad práctica correspondiente a la Unidad IV: Fisiología del tejido sanguíneo y de la respuesta inmune (Subunidad 1 y 2) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería.

La sangre es un tejido líquido complejo de color rojo la cual se encarga del transporte de gases tales como O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> a través de todo el cuerpo, así como también del transporte de hormonas, nutrientes y sustancias de desecho. Por otra parte, otros fenómenos pueden ser atribuidos al tejido sanguíneo entre los que se pueden citar la termorregulación, homeostasis del agua, balance de electrolitos, la inmunidad a agentes extraños o infecciosos y *la hemostasia*. Esta práctica, pretende ser una actividad en la cual el estudiante pueda verificar mediante la experimentación el método por el cual se determina la velocidad de sedimentación globular y el valor del hematocrito y la existencia de fenómenos fisiológicos intrínsecos al tejido sanguíneo que tienen relación con la coagulación (hemostasia) y algunos factores fisicoquímicos que la alteran.

### INTRODUCCIÓN

No es complicado determinar en un laboratorio de fisiología ciertos parámetros hematológicos que sirven para obtener un perfil hematimétrico de un paciente. Es importante conocer la fundamentación de cada método con el que se trabaja, lo que permite tener bases sólidas para interpretar cualquier resultado y orientar algún diagnóstico.

Entre los varios parámetros hematológicos que se pueden medir en el laboratorio, dos son muy interesantes por sus basamentos biofísicos y son los que se van a estudiar en la actividad de hoy: la Determinación de la Velocidad de Sedimentación Globular (VSG) y el Valor Hematocrito (Hto). La diferencia de gravedad específica entre los eritrocitos y el plasma sanguíneo ocasiona la precipitación de los primeros en el fondo de un tubo que contiene

sangre anticoagulada con una velocidad que es medida en determinada cantidad de tiempo y de denomina *Velocidad de Sedimentación Globular (VSG)*. La eritrosedimentación es una prueba que detecta reactantes de fase aguda; desde el punto de vista clínico es muy inespecífica. Se encuentra elevada en infecciones, enfermedades inflamatorias, reacciones autoinmunes y enfermedades malignas. La eritrosedimentación es particularmente útil en las enfermedades reumatológicas, especialmente en la artritis reumatoidea, en la evaluación de arteritis temporal y en la polimialgia reumática; pueden existir variaciones fisiológicas que se deben tener en cuenta ya que la VSG se puede acelerar en caso de niños y ancianos, en la mujer se aumenta antes y después de la menstruación, durante el embarazo y puede estar elevada uno o dos meses después del parto; la toma de anticonceptivos orales puede también acelerar la velocidad.

El *Hematocrito (Hto)* mide la relación porcentual ocupada por eritrocitos respecto del volumen total de una muestra de sangre, o expresado de otra forma, es la relación entre el volumen de eritrocitos y el de la sangre total. Se expresa como porcentaje (%). Se halla aumentado en quemaduras, infecciones, intoxicaciones, policitemia e insuficiencia respiratoria crónica. Se encuentra disminuido en concentraciones bajas de volumen globular, anemias crónicas, cirrosis, insuficiencias cardíacas y ciertas hiperproteinemias.

Los fenómenos de la hemostasia (Figura No. 1) son los que permiten evitar o detener el sangrado en los vasos sanguíneos que en un momento dado pueden ser lesionados. La hemorragia se produce cuando la integridad de los vasos sanguíneos se altera y es detenida cuando se activan o participan 3 factores:

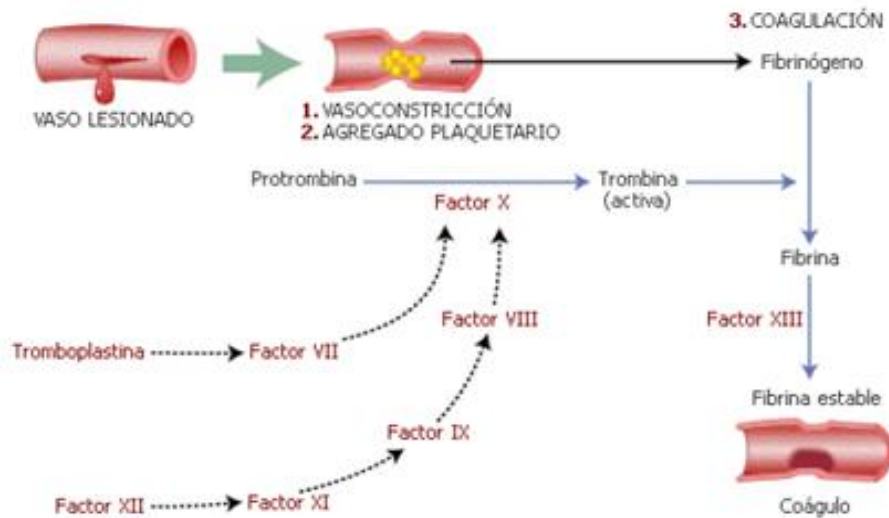
- Vascular
- Plaquetario
- Activación de la cascada de la coagulación

La reacción vascular consiste en un proceso de vasoconstricción local que ocurre de forma inmediata una vez lesionado el vaso. Sucede por la liberación de agentes vasoconstrictores locales como la serotonina.

La respuesta plaquetaria, que ocurre en forma simultánea a la anterior, sucede por fases, dándose en primer lugar la adhesión plaquetaria por la exposición de la colágena vascular, luego la activación de las plaquetas y por último, la agregación de estos elementos

formas, formándose el tapón plaquetario o tapón primario, el cual suele ser laxo los primeros minutos.

La participación de una variedad de proteínas circulantes en el plasma sanguíneo, conduce a la activación de la cascada de la coagulación, la cual consta de varias etapas: la primera o fase trombotrófica tarda de 3 a 10 minutos en producirse; la segunda, llamada la vía común tarda de 12 a 15 segundos, y la tercera, que es la conversión del fibrinógeno en fibrina, de 1 a 2 segundos.



**Figura No. 1**  
**Fases de la hemostasia**

### **1.- OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:**

- Describir el método y el procedimiento necesario para determinar el valor de Velocidad de Sedimentación Globular del Eritrocito (VSG)
- Describir el método de determinación del Valor Hematocrito (Hto)
- Identificar varios factores físicos y químicos que pueden alterar el proceso de coagulación sanguínea.
- Describir ciertos índices que permiten valorar la hemostasia sanguínea.

### **2.- MATERIAL NECESARIO:**

Guantes desechables, tubos de ensayo de vidrios de 75 x 10 mm, astillas de madera o palillos, alcohol etílico, algodón, perlas de vidrio, papel de filtro, envase con trozos de hielo, heparina sódica, gradillas para tubos de ensayo, jeringas descartables y estériles de 10 cc, torniquetes,

cronómetros, algodонера, pipetas Pasteur con bulbos de goma, pipetas volumétricas de vidrio, succionador para pipetas, beakers de 25 ml, baño de maría regulado a 40°C, silicón en spray, agua destilada, lancetas estériles, tubos de Westergreen, tubos de Wintrobe, centrífuga clínica, marcadores, pizarra acrílica.

### **3.- TOMA DE MUESTRAS DE SANGRE:**

3.1. Sangre Venosa: referirse al Anexo No. 1 para detalles del procedimiento de extracción.

## **PARTE I: ESTUDIO DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN GLOBULAR - DETERMINACIÓN DEL VALOR HEMATOCRITO**

### **1. a.- ESTUDIO DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN GLOBULAR (V.S.G)**

Recuerda, ¿qué es la Velocidad de Sedimentación Globular (VSG)? Es la velocidad a la que precipitan (sedimentan) los glóbulos rojos en un período de tiempo de 1 hora (60 minutos). Se mide en mm/hora. Para medirlo, se requiere de un tubo de ensayo especial llamado tubo de Westergreen. ¿Qué se necesita para medirlo? En primer lugar, tomar una muestra de sangre venosa de uno de tus compañera(o)s quien voluntariamente deberá acceder a donarla. En segundo lugar emplear la técnica o método de Westergreen.

**Procedimiento Experimental:** Verter con mucho cuidado mediante una pipeta Pasteur de punta larga en el tubo de Westergreen, una muestra de sangre con heparina (anticoagulante). Dejarla deslizar muy lentamente sobre los bordes del tubo. El tubo de Westergreen es un tubo cilíndrico de vidrio con una graduación que va del 0 a 100 mm leído de arriba hacia abajo, con separación de 1 mm entre cada graduación. Sus extremos son abiertos. Llenar con sangre la pipeta hasta la marca cero y luego colocarla en una gradilla especial que cierra ambos extremos del tubo, mediante unos rodetes de goma. Luego de transcurrida una hora, leer en milímetros la columna de plasma que se forma encima de la masa de eritrocitos sedimentados.

**Valores de referencia** (valores basales o normales):

En adultos sanos: Valores promedio:

**Hombres:** 0 mm a 15 mm /1 hora

**Mujeres:** 0 mm a 20 mm/ 1 hora

Los valores pueden variar dependiendo del sexo, edad y el método empleado.

## 2. a.- DETERMINACIÓN DEL VALOR HEMATOCRITO (Hto)

Recuerdas ¿Qué es el valor Hematocrito o volumen globular? Muy sencillo; es la relación entre el volumen de eritrocitos (masa de glóbulos rojos) y el de la sangre total. Se expresa como porcentaje (%). Para su determinación se emplea el método de Wintrobe.

**Procedimiento Experimental:** Con una pipeta Pasteur tome con cuidado una muestra de sangre heparinizada recién extraída y proceda a llenar el tubo de Wintrobe con delicadeza para no provocar la presencia de espuma, comenzando desde el fondo hasta la marca superior que indica 10 del lado derecho. Proceda a centrifugar a 3000 rpm durante media hora. Leer ahora directamente en el tubo graduado y expresar los resultados en porcentaje.

**Valores de referencia** (valores basales o normales):

En adultos sanos: Valores promedio:

**Hombres:** 45 % a 54 %

**Mujeres:** 36 % a 47 %

Los valores pueden variar con el sexo, la edad y el método empleado (ejemplo: el uso del método del micro-hematocrito).

### ANOTA LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRÁCTICA (PARTE I)

PARÁMETRO EVALUADO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES
Velocidad de Sedimentación Globular (VSG)		
Valor Hematocrito (Hto)		

TABLA No. 1

## PARTE II: ESTUDIO DE LA COAGULACIÓN SANGUÍNEA

### II.1- Algunos factores que pueden alterar el tiempo de coagulación:

**Procedimiento experimental:** Para el estudio de ciertos factores que pueden alterar el proceso normal de la coagulación sanguínea, se requerirá una muestra de sangre **NO** heparinizada de una(o) de la(o) s estudiantes del grupo de prácticas (aproximadamente unos 8 cc) (ver Anexo No. 1).

Antes de recoger la muestra, se dividirá el trabajo en la siguiente forma: se seleccionará

a un(a) alumna(o) que se encargará de recibir un tubo de ensayo marcado para cada experimento y del cual será responsable en cuanto a la medición del tiempo de coagulación (los tubos se hallarán numerados del 1 al 7). Al obtener la muestra (*recuerda que no está heparinizada*) cada alumno (a) recibirá rápidamente 1 ml de la muestra de sangre en el tubo de ensayo del cual es responsable. Cuidar el respectivo tubo.

**Experiencia No. 1:** Efecto de la agitación.

El tubo marcado con el No.1 se moverá (agitará) con movimientos suaves de manera continua. Cada 30 segundos se deberá revisar el menisco de la muestra de sangre en el tubo. Cuando exista inmovilidad del menisco durante la operación de movimiento suave del tubo, ello indicará que la sangre ha coagulado. Anota el tiempo transcurrido en la Tabla No. 2. Ese tiempo será el tiempo de coagulación del tubo No. 1

El tubo No. 2, una vez recibida la muestra de sangre, deberá ser colocado en una gradilla y dejado en reposo. Anota el tiempo de coagulación.

**Experiencia No. 2:** Efecto de la heparina sódica.

El tubo No. 3 contendrá 0,2 ml de una solución de heparina sódica y al cual se le colocará 1 ml de sangre. Observe los resultados y anote.

**Experiencia No. 3:** Efecto de la temperatura.

*.-Efecto del frío:* El tubo No. 4 será aquel el cual estará colocado en un beaker con hielo (0-2°C). Recibida la muestra de sangre sumerja de inmediato el tubo en hielo. Cada 30 segundos este pendiente de la movilidad o no del menisco. Observe y anote los resultados.

*.-Efecto del calor:* El tubo No. 5 será aquel que una vez recibida la muestra de sangre, deberá ser sumergido en un baño de incubación caliente (40-42°C). Cada 30 segundos esté pendiente de la movilidad o no del menisco. Observe y anote los resultados.

**Experiencia No. 4:** Efecto de la superficie de contacto.

*.-Efecto del silicón aplicado a la superficie interna del tubo:* El tubo No. 6 será aquel que previamente el técnico de laboratorio ha impregnado de silicón su superficie interna. Observe el menisco cada 30 segundos. Discuta los resultados.

-Efecto de la colocación de perlititas de vidrio en el interior del tubo: El tubo No. 7 será aquel que el técnico de laboratorio le ha colocado en su interior una cantidad de perlititas de vidrio, que ocupen un volumen aproximado de 0,25 ml (ello permitirá aumentar la superficie de contacto). Al ser colocada la muestra de sangre, cada 30 segundos observe el menisco y anote los resultados.

**TIEMPOS DE COAGULACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS OBSERVADAS**

<b>Tubo con la experiencia observada</b>	<b>Tiempo de coagulación (min)</b>
1 (Movilidad)	
2 (Reposo)	
3 (+ Heparina)	
4 (en frío)	
5 (en calor)	
6 (+ silicón)	
7 (+ perlas de vidrio)	

Tabla No. 2

➤ **Recuerda que el tiempo normal de coagulación en un sujeto sano oscila en promedio entre 1 a 10 minutos.**

**II.2.- Determinación del Tiempo de Sangría (método de Duke):**

Limpe con alcohol el lóbulo de la oreja de un(a) voluntaria(o). Con una lanceta estéril puncione el centro del lóbulo de la oreja y deje que la sangre fluya sin hacer presión en la zona. Con un papel filtro, toque levemente la zona punzada cada medio minuto hasta que deje de observar manchas de sangre en el papel filtro. Anote el tiempo de sangría y expréselo en minutos. Recuerda que el Tiempo de Sangría oscila en promedio en un sujeto sano entre 1 y 6 minutos. Permite evaluar la fase vascular y la fase plaquetaria de la hemostasia sanguínea.



Tiempo de Sangría obtenido: \_\_\_\_\_ (min)

### **Factores que se oponen a la coagulación sanguínea**

En los vasos sanguíneos intactos, la cubierta endotelial normal forma una superficie lisa en la que las plaquetas no pueden adherirse. Así, no hay liberación de los factores plaquetarios y no se desencadena el mecanismo de coagulación de la sangre en los vasos sanguíneos normales.

Además la sangre contiene sustancias llamadas *antitrombinas*, que inactivan a la trombina, y por consecuencia, impiden que el fibrinógeno pueda convertirse en fibrina. La heparina es un constituyente normal de la sangre que actúa como agente antitrombina. Su concentración normal en sangre es muy baja. Las inyecciones de heparina se usan para prevenir la formación de coágulos en los vasos. La cumarina (otro tipo de anticoagulante) altera la utilización hepática de la vitamina K, por lo tanto de manera indirecta, retrasa la coagulación.

### **Factores que aceleran la coagulación**

Un sitio de lesión en el endotelio vascular y la lentitud excesiva en la corriente circulatoria, facilitan la formación de trombos. La aterosclerosis causa irregularidades en sitios endoteliales y aumenta la tendencia a la trombosis. La inmovilidad causa trombosis porque se enlentece el flujo sanguíneo. Una vez que se ha comenzado a formar, el coágulo tiende a crecer. Las plaquetas atrapadas en la red de fibrina, se rompen y liberan más factores de la coagulación.

### **Disolución del coágulo**

La fibrinólisis es el mecanismo fisiológico que causa disolución de los coágulos. De manera ininterrumpida actúan los dos fenómenos antagónicos de formación de coágulos y fibrinólisis. La sangre posee una enzima, la fibrinolisina, que cataliza la hidrólisis de la fibrina, lo cual produce disolución del coágulo. Hay otros factores más que participan en esta disolución.

### **II.3.- Prueba de Retracción del Coágulo:**

Esta prueba constituye una medición indirecta que se utiliza para confirmar algún problema plaquetario, como una trombocitopenia (disminución en la cantidad normal de plaquetas). Únicamente se deja coagular la sangre en un tubo de ensayo sin anticoagulante y



se coloca en un baño de maría a 37 °C hasta observar que se efectúe la retracción del coágulo. Se basa en el hecho de que la sangre total que coagula normalmente, se retrae de las paredes de su recipiente, con lo que se separa el suero transparente y el coágulo. Las plaquetas son muy importantes en el mecanismo de la retracción del coágulo, así que esta reacción se altera cuando las plaquetas disminuyen o funcionan de manera anormal. Además, esta reacción también depende del contenido de fibrinógeno del plasma y de la relación entre el volumen plasmático y eritrocitos.

**Valor de referencia:** normalmente la retracción del coágulo comienza a la hora (60 min) y se completa dentro de las primeras 24 horas.

**Fundamento:** cuando la cascada de coagulación se completa, se formará un coágulo. La trombina actúa sobre el factor XIII, el cual causa que los filamentos se contraigan. La capacidad del coágulo para contraerse (retraerse) depende de la existencia de un número adecuado de plaquetas y de la acción de la trombina; se piensa que las plaquetas pueden proporcionar la energía necesaria a través del ATP. Los filamentos de fibrina del coágulo se unen a los bordes y la retracción es esencial para el proceso de la hemostasia.

Por lo general, el coágulo disminuye a la mitad de su tamaño original en una hora, el fibrinógeno sin suero se expulsa y es visible un margen definido entre el coágulo, el suero y la pared del tubo de ensayo. El coágulo resultante, de ser normal, es mucho más firme que el original.

**Significado fisiológico:** el proceso de retracción del coágulo conduce a la consolidación de un coágulo hemostático o trombo. La retracción ocurre por la interacción entre los pseudópodos de las plaquetas y las hebras de fibrina. Esto ocurre dentro de los 60 minutos y el coágulo ocupa el 50% del volumen total de sangre. La retracción del coágulo resulta en una masa estabilizada de plaquetas y de fibrina que cierra firmemente el vaso lesionado para prevenir pérdidas de sangre importantes.

La retracción del coágulo está *reducida* en la trombocitopenia, enfermedad de von Willebrand cuando las plaquetas son de mala calidad y en las alteraciones causadas por

eritrocitos. La retracción del coágulo *aumenta* en la anemia e hipo-fibrinogenemia como resultado de la formación del coágulo pequeño al aumentar el volumen plasmático.

**Utilidad clínica:**

- Evaluar la función plaquetaria y la estructura de la fibrina en inducir la retracción del coágulo.
- 

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

.-Constanzo L. Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2014.

.- Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. Decimosegunda Edición. Editorial Elsevier-Saunders; 2011.

.- Fernández N. Manual de Laboratorio de Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill; 2011.

**CONCLUSIONES DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA:**

A continuación, y con sus propias palabras proceda a elaborar las principales conclusiones obtenidas de la experiencia efectuada en el laboratorio. Esta actividad la puede realizar posterior a la práctica. Reflexione y piense sobre los datos obtenidos y la importancia de las experiencias efectuadas. Para su futuro profesional: ¿Cuál sería la importancia de tales experiencias?, ¿Qué aplicabilidad tendrían para Ud.?

---

## **GUIA DE AUTOEVALUACIÓN POST-LABORATORIO**

- 1.-Menciona las 3 maniobras básicas para efectuar una adecuada determinación de la Velocidad de Sedimentación Globular (VSG).
- 2.-¿Cuál es el método para determinar la VSG?
- 3.-Mencione los valores normales de VSG en un adulto sano.
- 4.-Menciona dos o tres condiciones fisiológicas en las que puede aumentar la VSG.
- 5.- Menciona dos o tres condiciones fisiológicas en las que puede disminuir la VSG.
- 6.-Definir el valor de Hematocrito.
- 7.-¿Cuáles son los valores normales del hematocrito en un adulto sano?
- 8.-¿En qué condiciones fisiológicas puede variar el valor hematocrito?
- 9.-Consignar el valor normal de osmolaridad del plasma sanguíneo.
- 10.-Describir las características más resaltantes de la sangre coagulada.
- 11.-Describa cómo actúa la heparina como anticoagulante.
- 12.-Mencione el valor normal del tiempo de coagulación sanguínea.
- 13.-Mencione el valor normal del tiempo de sangría.
- 14.-Describa el efecto del frío sobre el tiempo de coagulación.
- 15.-Describa el efecto del calor sobre el tiempo de coagulación.
- 16.-Describa el efecto del aumento de la superficie de contacto sobre el tiempo de coagulación.
- 17.-Consignar los valores normales de plaquetas en el plasma sanguíneo.
- 18.-Menciones los 3 factores fundamentales que intervienen en el proceso de hemostasia.

## PRINCIPIOS BÁSICOS DE ELECTROCARDIOGRAFÍA

### PRESENTACIÓN

La presente guía constituye la tercera actividad práctica (Unidad V - Fisiología del Sistema Cardiovascular) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería. Por medio de esta actividad se pretende que el estudiante comprenda los principios electrofisiológicos básicos de la actividad eléctrica del corazón, aprenda a analizar un trazado electrocardiográfico normal y conozca el fundamento de los pasos a seguir para realizar un electrocardiograma.

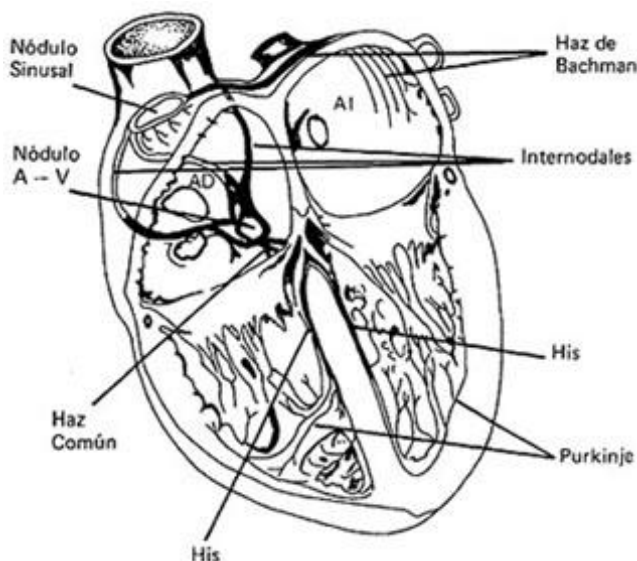
### INTRODUCCIÓN

La formación y propagación de un impulso nervioso o potencial de acción en una célula excitable, bien sea nervio o músculo, va acompañada de cambios del potencial eléctrico. Las fluctuaciones en el potencial producen un flujo eléctrico que es transmitido por medio de los tejidos conductores del cuerpo. Esta actividad eléctrica puede ser registrada desde la superficie exterior del cuerpo colocando detectores de electricidad o electrodos sobre la piel en cualquier parte del paciente. Las fibras musculares cardíacas son estructuras excitables y un estímulo que se origine en cualquier lugar del miocardio se propagará por todas las demás fibras no excitadas que conforman un sincitio funcional.

El sistema de conducción nervioso en el corazón está compuesto de músculo cardíaco con capacidad de descargarse rítmicamente (potencial de marcapaso) (ver Fig. No. 1). Las estructuras que conforman el sistema de conducción son el nodo sino-auricular (SA), vías auriculares internodales, nodo auriculo-ventricular (AV), haz de His (HH) y el sistema de Purkinje.

El registro de las fluctuaciones de los potenciales eléctricos durante el ciclo cardíaco es lo que se conoce como *electrocardiograma* (ECG). El electrocardiograma es la representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón detectada a través de una serie de electrodos colocados en la superficie corporal. Las células cardíacas en reposo se encuentran polarizadas, pero una estimulación eléctrica las despolariza y se genera una onda progresiva de

estimulación que origina un campo eléctrico que se extiende hasta la superficie corporal. El campo eléctrico del corazón excitado resulta del solapamiento de muchos componentes que finalmente generan un vector de excitación. Un vector no es más que la suma algebraica de los potenciales de acción de las diferentes fibras musculares con las distintas direcciones de las mismas.



**Figura No. 1**  
**Sistema de conducción eléctrica del corazón**

### **1.- OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:**

Al finalizar la práctica las (os) alumnas (os) serán capaces de:

- .-Comprender las bases electro-fisiológicas que permiten registrar los eventos eléctricos asociados a la actividad del corazón.
- .-Comprender el fundamento de los pasos a seguir para realizar un electrocardiograma.
- .-Registrar las principales derivaciones estándar.
- .-Registrar e interpretar un ECG normal.

### **2.-MATERIAL REQUERIDO PARA LA EXPERIENCIA PRÁCTICA:**

Electrocardiógrafo portátil, electrodos para electrocardiografía, gel conductor para electrocardiografía, trazados electro-cardiográficos, camilla clínica, sillas, alcohol, algodón, pizarra acrílica, marcadores.

### **3.-MANIOBRAS EXPERIMENTALES:**

Para el desarrollo de la práctica, el grupo de estudiantes recibirá una introducción general sobre aspectos teóricos elementales y luego se cumplirán las siguientes actividades:

1.-Participará activamente en la revisión de los conceptos teóricos necesarios para el desarrollo de la práctica.

2.-Observará la técnica a seguir para la toma del electrocardiograma a un estudiante del grupo, discutiéndose el fundamento de cada paso.

3.-Analizará uno o varios trazos del electrocardiograma que le será(n) facilitado(s) por el instructor(a), describiendo los siguientes aspectos:

Ritmo, Frecuencia, Onda P, Intervalo PR, Complejo QRS, Eje Eléctrico del corazón (AQRS), Segmento ST, Onda T, Intervalo QT.

#### **3.1.-PROCEDIMIENTOS:**

##### **3.1.1.- EXPLICACIÓN AL PACIENTE DE LA PRUEBA A REALIZAR:**

.- Se debe informar al paciente al cual se le va a realizar la prueba que ésta es indolora, no molesta, que debe mantenerse relajado y cómodo.

.- Que se desprenda de los objetos metálicos (reloj, anillos, celular, hebillas)

.- Paciente acostado, con el tórax desnudo, los brazos y piernas extendidas, tobillos y muñecas al descubierto.

.- La zona de la piel donde se van a colocar los electrodos, se frota con un algodón empapado en alcohol. Se procede aplicar pasta conductora (gel) sobre los electrodos y se sujetan los mismos a la piel.

.- Deben tomarse las señales de calibración siempre antes de iniciarse el registro.

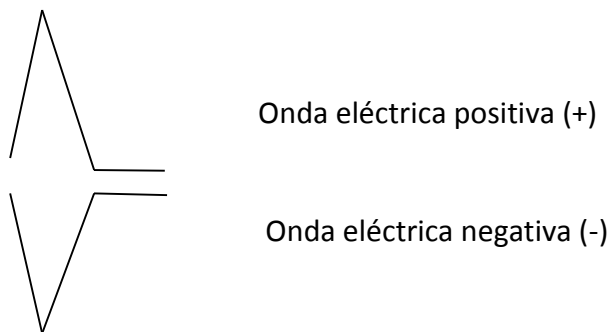
.- Deben evitarse las inferencias de ondas de alta frecuencia utilizando un polo a tierra adecuado.

.- Se debe conectar el sistema inscriptor solamente cuando la línea de base está estable (según el equipo empleado).

### 3.1.2.- UTILIZACIÓN DEL ELECTROCARDIOGRAFO:

El aparato que registra la actividad eléctrica del corazón se llama electrocardiógrafo y el registro obtenido con él, electrocardiograma. Esencialmente el electrocardiógrafo consiste en un galvanómetro de imán fijo que funciona como voltímetro, con un sistema de amplificación. El equipo permite calibrar la sensibilidad (amplitud) y la velocidad de desplazamiento del papel, de forma que pueden estandarizarse los parámetros intensidad de corriente y duración de los fenómenos eléctricos, permitiendo registrar eventos que en realidad son de muy pequeño voltaje y con un tiempo de duración muy corto (1 mV en 1/150 de segundo).

Convencionalmente el aparato está constituido de forma tal que una deflexión hacia arriba de la línea isoeletrica del sistema inscriptor, indica positividad, y hacia abajo negatividad.



El cuerpo humano al contener agua e iones es un buen conductor de la electricidad, constituyendo en su conjunto un volumen conductor de corriente. Si se colocan electrodos sobre la superficie corporal, se obtendrá una deflexión positiva cuando, por ejemplo, el vector eléctrico se desplace hacia el electrodo explorador y una deflexión negativa cuando el vector eléctrico se desplace en dirección opuesta al electrodo explorador.

En forma convencional se aceptan doce (12) derivaciones en el electrocardiograma normal: seis (6) de ellas en el plano frontal (3 bipolares y 3 unipolares de los miembros) y seis unipolares precordiales.

#### **DERIVACIONES BIPOLARES DE LOS MIEMBROS:**

Las **derivaciones bipolares de los miembros en el plano frontal** (Fig. No. 2) establecidas por W. Einthoven miden la diferencia de potencial entre dos electrodos colocados en dos extremidades, uno positivo y otro negativo, siendo la resultante la diferencia de potencial

entre la entrada positiva y la entrada negativa. La derivación DI representa la diferencia de potencial entre el brazo derecho (electrodo negativo) y el brazo izquierdo (electrodo positivo). La derivación DII representa la diferencia de potencial entre la pierna izquierda (electrodo positivo) y el brazo derecho (electrodo negativo). Finalmente, la derivación DIII representa la diferencia de potencial entre la pierna izquierda (electrodo positivo) y el brazo izquierdo (electrodo negativo).

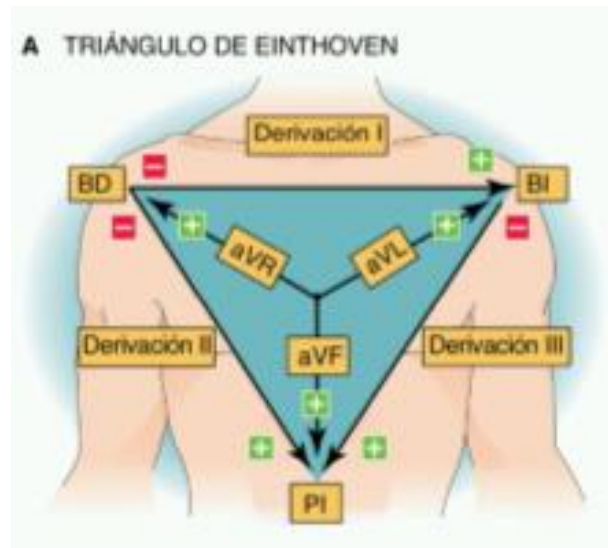


Figura No. 2

**Derivaciones bipolares estándares de los miembros**

Fuente: Fisiología Medica Boron Boulpaep. 3a Edición (2012)

**DERIVACIONES UNIPOLARES:**

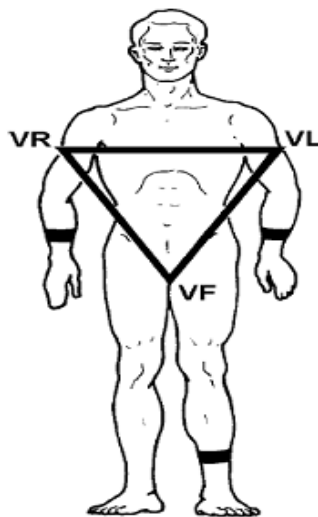
Además, existen las **derivaciones unipolares**, que miden el potencial eléctrico absoluto en un punto específico (electrodo explorador, el cual es positivo); existiendo también un sitio de referencia en el cual el potencial es cero. El negativo o entrada de referencia está formado por un electrodo compuesto, más de un electrodo conectados eléctricamente en lo que se conoce como Central Terminal de Wilson. Las derivaciones unipolares son de dos tipos: unipolares de los miembros (plano frontal) y unipolares precordiales (plano horizontal).

Entre las **derivaciones unipolares amplificadas** de los miembros, como sea que las corrientes eléctricas cardíacas son de muy pequeña magnitud, el electrofisiólogo Goldberger ideó las derivaciones amplificadas o aumentadas para obtener los registros en aVR, aVL, aVF



(Figura No. 3): **aVR** está en el brazo derecho, **aVL** está en el brazo izquierdo y **aVF** está en la pierna izquierda. En cada caso, la entrada positiva corresponde al electrodo colocado en el miembro correspondiente y la entrada negativa anula los otros dos electrodos de los miembros.

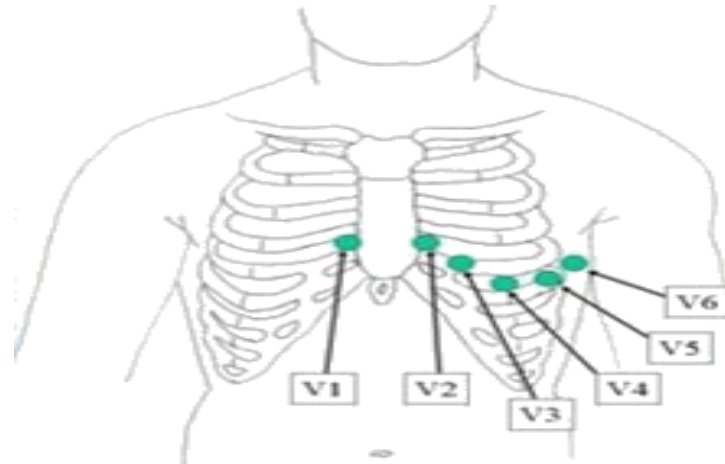
- a: significa aumentado, y se obtiene al eliminar el electrodo negativo dentro del propio aparato de registro.
- V: significa Vector
- R (right), L (left) y F (foot): esto, según el lugar donde se coloque el electrodo positivo, sea en brazo derecho, brazo izquierdo o pierna izquierda.



**Figura No. 3**  
**Derivaciones unipolares de los miembros**

Por su parte, las **derivaciones unipolares precordiales** (según Wilson) registran el potencial de cada electrodo ubicado en seis puntos precordiales conectados a una entrada positiva, siendo la entrada negativa “cero” en la Central Terminal de Wilson. En estas tenemos: **V1** (el electrodo positivo se encuentra en el 4to espacio intercostal derecho con línea paraesternal derecha), **V2** (el electrodo positivo se ubica en el 4to espacio intercostal izquierdo con línea paraesternal izquierda). **V3** (el electrodo se encuentra en un punto intermedio entre V2 y V4), **V4** (el electrodo positivo se encuentra en 5to espacio intercostal izquierdo con línea media claviclar), **V5** (el electrodo se encuentra en el 5to espacio intercostal izquierdo con la

línea axilar anterior) y **V6** (el electrodo se halla en 5to espacio intercostal izquierdo con la línea axilar media).



**Figura No. 4**  
**Derivaciones precordiales unipolares**

### **3.1.3.- DESCRIPCIÓN DEL TABLERO DE MANDO DEL ELECTROCARDIÓGRAFO:**

**Puede variar según la marca y modelo del equipo:**

- ON/OFF: Alimentación de corriente al sistema de amplificación.
- START: Funcionamiento del sistema inscriptor.
- MODE: Selector de modo manual o automático
- SENSITIVITY:  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1-2: Selector de sensibilidad. Fija las condiciones del sistema amplificador tales que, por cada milivoltio que recibe, produce una deflexión de 2,5-5 mm, 10 mm ó 20 mm respectivamente.
- SPEED (Menú): Selector de velocidades mm/seg.
- POWER: Botón ubicado en la parte posterior del equipo.
- POSITION: Sistema que permite mantener o desplazar la línea de base del registro.
- MARK: Marcador.
- STD: (1mv) Botón que aplica en el sistema un impulso de un milivoltio.
- SELECTOR (Menú): De las derivaciones: Selecciona una de las combinaciones deseadas.

### **3.1.4.- EL PAPEL ELECTROCARDIOGRÁFICO:**

Se trata de un papel termosensible (sensible al calor), milimetrado, cuadriculado en el que se distingue una serie de cuadros grandes y cuadros pequeños. Cada cuadro grande mide 5 milímetros por lado y cada cuadro pequeño mide 1 milímetro por lado.

Normalmente se estandarizan dos parámetros: la intensidad de la corriente eléctrica y la duración de los eventos eléctricos; para ello, en el equipo se calibran:

1.- La amplitud de la señal eléctrica (**para estandarizar la intensidad de corriente o voltaje**), colocando el selector de amplitud en 1, de tal manera que 1 milivoltio equivale a 1 cm en sentido vertical (2 cuadros grandes; es decir, 10 cuadritos de 1 mm cada uno corresponden a un voltaje de 1 mV).

2.- La velocidad de desplazamiento del papel (**para la estandarización del parámetro duración del evento eléctrico**), generalmente se coloca en 25 mm/s, de tal manera que cada segundo corresponde a 5 cuadros grandes (25 mm), por lo tanto, cada cuadro grande en sentido horizontal dura 1/5 de segundo (0.20") y como cada cuadro grande contiene 5 cuadros pequeños, cada cuadro pequeño equivale a 0.04" (0.2"/5=0.04") en sentido horizontal.

**En conclusión, cada cuadro grande expresa en sentido vertical 0.5 milivoltios y en sentido horizontal 0.20 segundos y cada cuadro pequeño de 1 mm 0.1 milivoltios en sentido vertical y 0.04 segundo en sentido horizontal.** (Figuras No. 5 y 6).

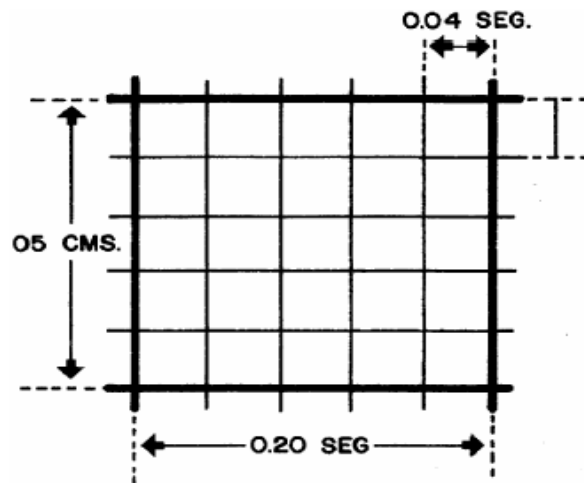


Figura No. 5  
Medidas del papel electrocardiográfico



Figura No. 6  
Ejemplo de un trozo de papel electrocardiográfico

### 3.1.5.- LAS ONDAS EN UN ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL:

#### 3.1.5.1.- Terminología utilizada en electrocardiografía para designar las distintas ondas, intervalos y segmentos de un registro electrocardiográfico:

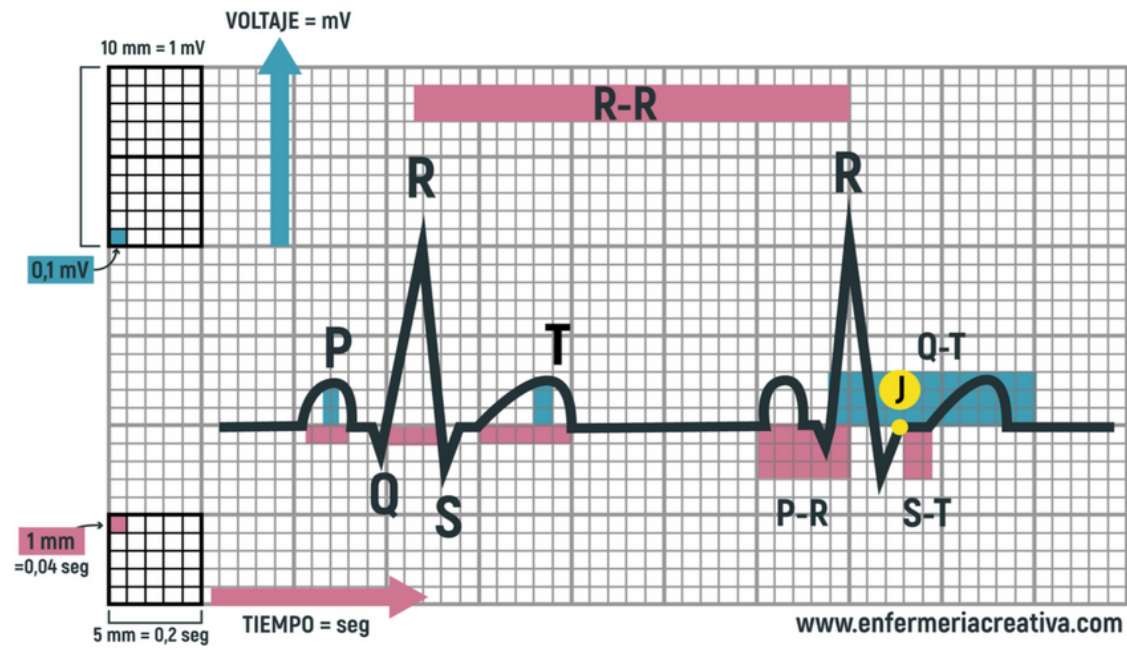
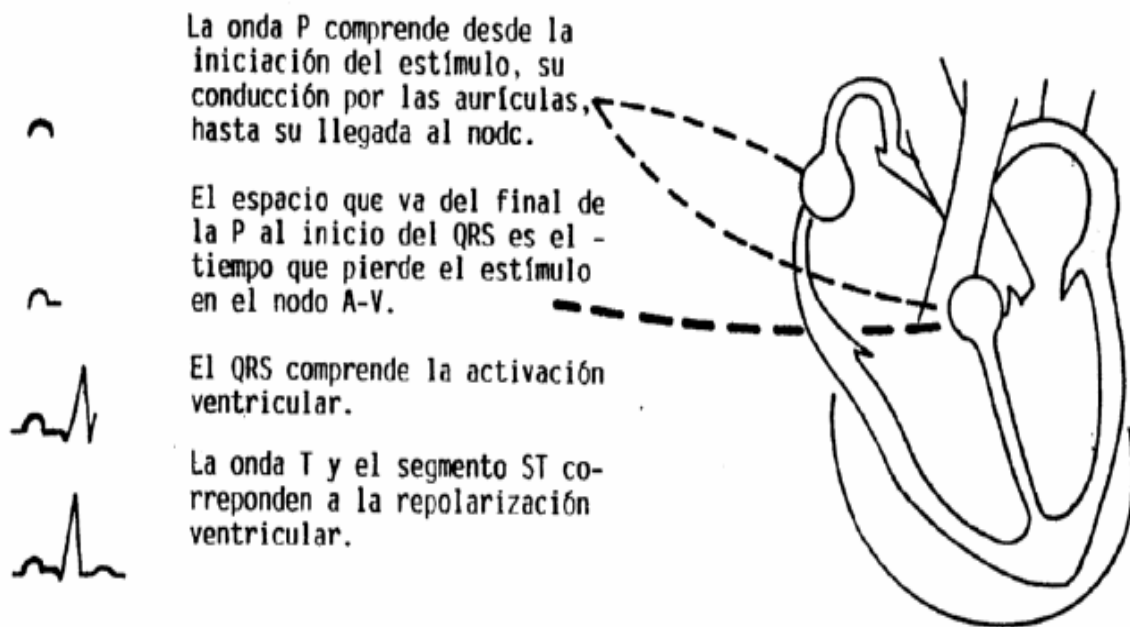


Figura No. 8  
Ondas de un Electrocardiograma

#### 3.1.5.2.- Nomenclatura de las Ondas Electrocardiográficas

<p>(+)</p> <p>Toda onda que se inscriba hacia arriba se denomina "positiva".</p>	<p>(-)</p> <p>Toda onda que inscriba hacia abajo se refiere como "negativa".</p>
<p>P</p> <p>La onda P es una deflexión gruesa (lenta), positiva en todas las derivaciones excepto en <u>AVR</u> que precede al QRS.</p>	<p>Q</p> <p>"Q" es toda negatividad del complejo QRS, que precede a una positividad.</p>
<p>R</p> <p>"R" es toda positividad del complejo QRS.</p>	<p>S</p> <p>"S" es toda negatividad que sigue a una positividad.</p>
<p>QS</p> <p>"QS" es toda negatividad aislada que no se precede o sigue a una positividad.</p>	<p>T</p> <p>"T" es una onda gruesa que sigue al complejo QRS. Es habitualmente positiva excepto en <u>AVR</u>.</p>

- a) **Onda P:** Representa la activación eléctrica o despolarización auricular. Tiene dos componentes: primera mitad correspondiente a la despolarización auricular derecha y segunda mitad a la despolarización auricular izquierda. Duración normal: hasta 0,10 seg, Voltaje normal: 0,25 mV. Es una onda positiva en todas las derivaciones excepto en aVR.
- b) **Onda T:** Representa la repolarización ventricular. No posee valor de duración, ni de voltaje específico. Normalmente tiene forma asimétrica, siendo la primera rama lenta, y la segunda más rápida. Debe tener el mismo sentido del QRS.
- c) **Complejo QRS:** Constituido por tres ondas (Positiva llamada onda R, negativa que precede a la positividad denominada onda Q y negativa que sigue a la positiva dentro del complejo llamada onda S), representa la despolarización ventricular. Duración normal: 0,06 y 0,10 segundos. Debe ser un trazo continuo y homogéneo en sus ascensos y descensos. Morfología variable según la derivación en que se registre.

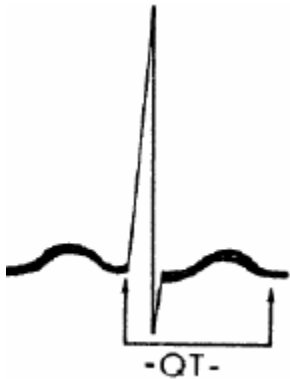


**Figura No. 9**  
**Relación de las ondas con la activación eléctrica**

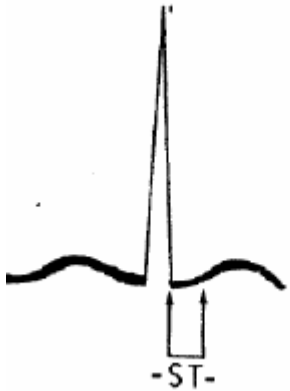
### 3.1.5.3.- Nomenclatura de los intervalos y segmentos



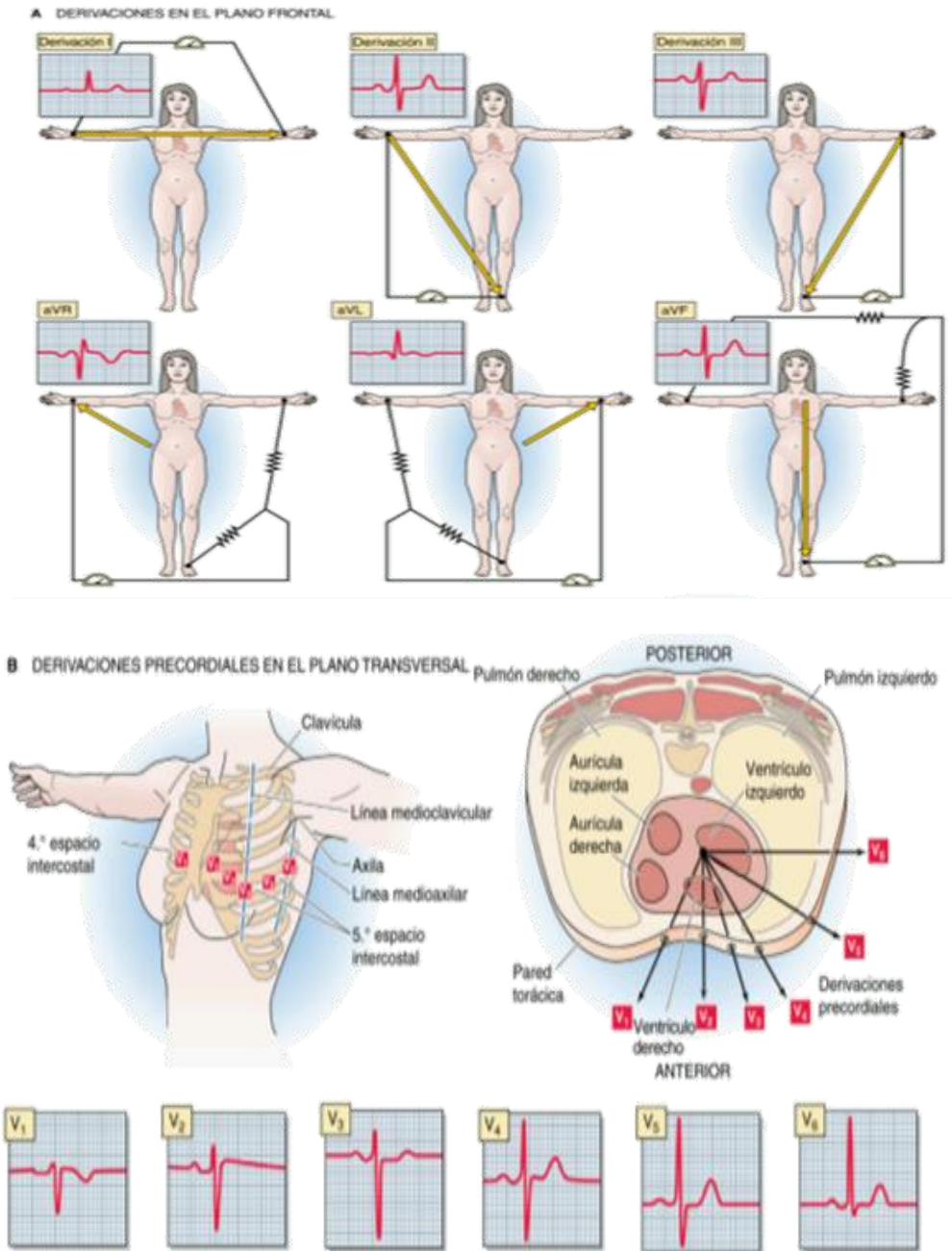
**Intervalo PR:** comprende desde el inicio de la onda P hasta el inicio del complejo QRS. Dura entre 0.12 y 0.20 segundos. Corresponde a la conducción del impulso eléctrico desde los nodos hasta los ventrículos por la red de Purkinje.



**Intervalo QT:** comprende desde el inicio de la onda Q hasta el final de la onda T. Es la sístole electromecánica. Duración: entre 0.36 y 0.40 segundos.



**Segmento ST:** comprende desde el final del complejo QRS hasta el inicio de la onda T. El sitio de inicio del ST se denomina punto J. Representa el momento en el cual toda la masa ventricular está despolarizada.



**Figura No. 10**  
**Registro de las ondas e intervalos en las diferentes derivaciones**  
 Fuente: Fisiología Médica Boron Boulpaep. 3a Edición (2012)

**3.1.5.4.- Descripción de un Trazado Electrocardiográfico:**

Todo electrocardiograma de rutina debe incluir doce (12) derivaciones:

D1, D2, D3 = Bipolares de los miembros

aVR, aVL, aVF = Unipolares de los miembros

V1, V2, V3, V4, V5, V6 = Derivaciones precordiales

Para la interpretación de un electrocardiograma es necesario conocer previamente la edad y el sexo del sujeto. Los parámetros indispensables y el orden en que se recomienda describirlo, son los siguientes:

1. Ritmo
2. Frecuencia por minuto
3. Onda P
4. Duración de intervalo PR
5. Duración de complejo QRS
6. Dirección de AQRS (Eje eléctrico de QRS)
7. Segmento ST
8. Onda T
9. Duración de QT
10. Descripción de anomalías
11. Diagnóstico electro-cardiográfico
12. Correlación con los datos clínicos

#### **3.1.5.4. a. Ritmo:**

El automatismo es una de las propiedades fundamentales del miocardio. Consiste en la capacidad de dicho músculo para iniciar y propagar el estímulo que precede a cada contracción de sus fibras. Se denomina ritmo cardíaco a la secuencia de ciclos cardíacos dada por la existencia de un centro generador de impulsos o marcapasos que, en condiciones fisiológicas, se encuentra localizado en el nódulo sinusal o de Keith- Flack. Ese centro es conocido como primario o normotópico.

Para determinar si un ritmo es sinusal o no, basado en el ECG se requieren los siguientes criterios:

- 1.- Debe haber una onda P
- 2.- La onda P es: positiva en las derivaciones DI y DII, negativa en aVR
- 3.- La onda P siempre precede al complejo QRS (por cada onda P existe un QRS), debe haber una onda P por cada complejo QRS.



**3.1.5.4. b. Frecuencia Cardíaca por minuto (despolarizaciones/minuto) - Métodos para el cálculo:**

A.- Método R-R en milímetros: Se utiliza la medida R-R en milímetros.

Para el cálculo se divide el valor constante 1500 entre el R-R en mm (1500 corresponde al número de segundos que recorre el papel en 60 segundos cuando se desplaza a una velocidad de 25 mm/s).

B.- Método de la tabla: La distancia R-R en mm se expresa en tiempo, multiplicando dicho valor por 0,04 s y el resultado se lleva a la tabla-gráfica de doble entrada que aparece abajo (ver Tabla No 1) para determinar la frecuencia cardíaca que corresponde.

**En cada columna el número de la izquierda, puede presentarse el espacio R-R y el de la derecha la Frecuencia Cardíaca o viceversa: A la izquierda la Frecuencia y a la derecha el espacio R-R.**

R-R	Fr	R-R	Fr.	R-R	Fr	R-R	Fr	R-R	Fr	R-R	Fr
20	300	30	200	40	150	50	120	60	100	70	86
21	286	31	193	41	146	51	117	61	98	71	84
22	273	32	187	42	143	52	115	62	97	72	83
23	261	33	182	43	139	53	113	63	95	73	82
24	250	34	176	44	136	54	111	64	94	74	81
25	240	35	171	45	133	55	109	65	92	75	80
26	230	36	166	46	130	56	107	66	91	76	79
27	223	37	162	47	127	57	105	67	89	77	78
28	214	38	158	48	125	58	103	68	88	78	77
29	207	39	154	49	122	59	101	69	87	79	76
Fr.	R-R	Fr.	R-R	Fr.	R-R	Fr.	R-R	Fr.	R-R	Fr.	R-R

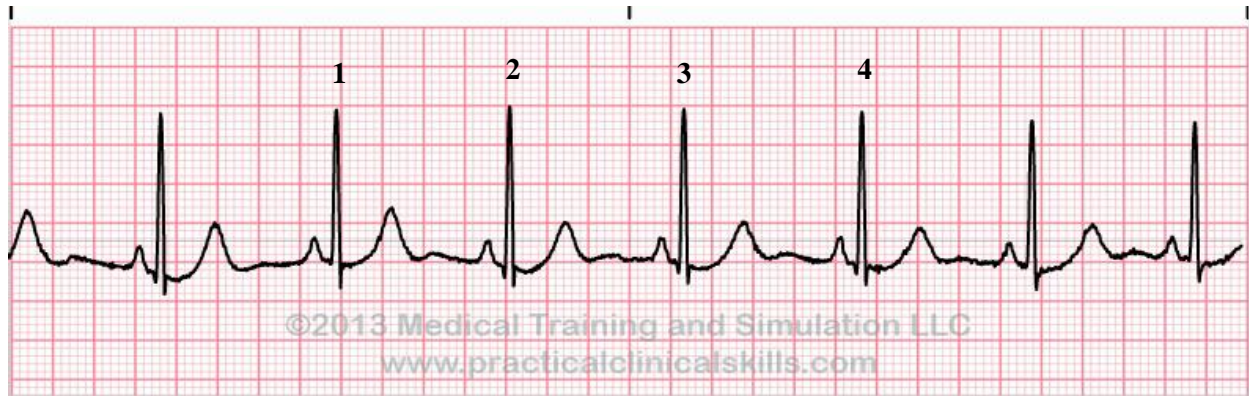
**Tabla No. 1**

C.- Método de 3 segundos o 6 segundos: Este método es útil cuando los espacios R-R son variables, para ello se cuenta el número de ondas R presentes en 3 segundos o en 6 segundos y luego se lleva a 60 segundos (1 minuto).

Cuando se realiza el cálculo en 3 segundos, (este tiempo equivale a 15 cuadros de 0.20 s c/u), se cuentan el número de ondas R presentes en ese tiempo y se multiplica dicho número por el valor constante 20 (éste último resulta de dividir 60 segundos que corresponde al

tiempo en el cual se expresará la frecuencia cardíaca entre 3 segundos que es el tiempo real en el cual la estamos midiendo).

En el ejemplo que se muestra a continuación, en 15 cuadros grandes se cuentan 4 ondas R, por tanto al multiplicar 4 por 20 se obtiene la frecuencia por minuto que sería de 80 despolarizaciones por minuto.



**Figura No. 13**

**Trazado electrocardiográfico para calcular la Frecuencia cardíaca**

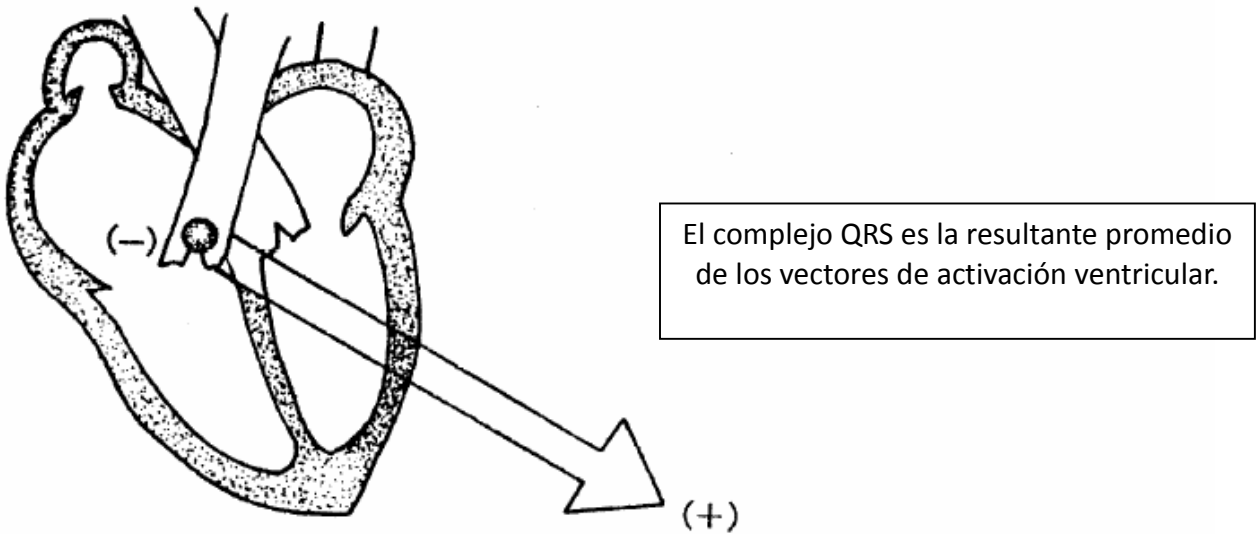
Fuente: Fisiología Medica Boron Boulpaep. 3a Edición (2012)

Cuando se realiza el cálculo en 6 segundos, (este tiempo equivale a 30 cuadros de 0.20s c/u), se cuentan el número de ondas R presentes en ese tiempo y se multiplica por el valor constante 10 (este resulta de dividir 60 segundos que corresponde al tiempo en el cual se expresará la frecuencia cardíaca entre 6 segundos que es el tiempo real en el cual la estamos midiendo).

**La frecuencia cardíaca normalmente debe estar entre 60 y 100 latidos/min**

**3.1.5.4.b- El Eje Eléctrico Cardíaco:**

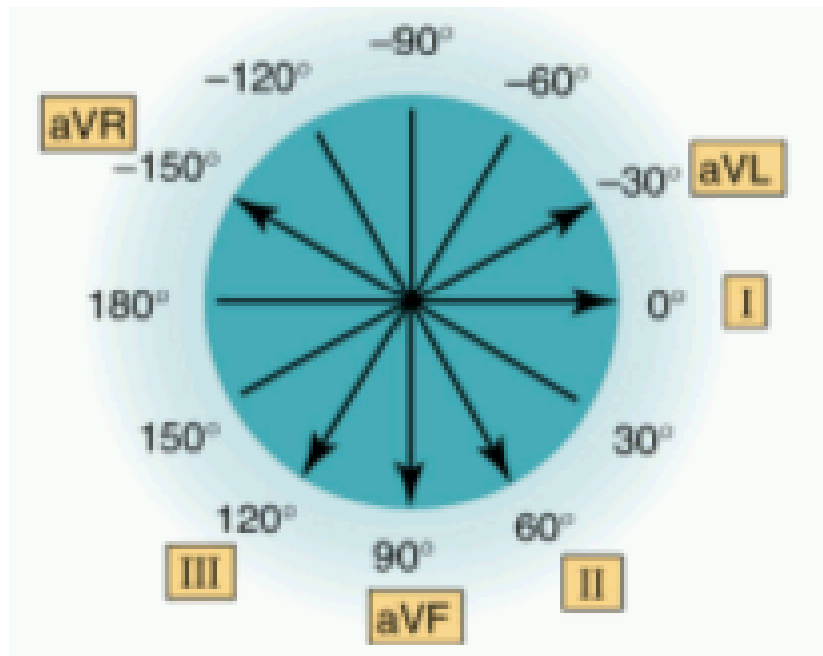
Por eje eléctrico (A QRS), se entiende la dirección promedio que sigue la actividad ventricular. Para simbolizar la actividad eléctrica usamos un vector que es una flecha en la que distinguimos una magnitud (milivoltio), un sentido (positivo a negativo o negativo a positivo) y una dirección (tomado como referencia el cuerpo del sujeto en estudio). El complejo QRS representa la despolarización ventricular, y es la suma de pequeños vectores que van del endocardio al epicardio del corazón.



**Figura No. 11**  
**Vectores de activación ventricular**

La magnitud de este vector es de relativo interés clínico, su sentido es siempre de negativo a positivo, así, interesa pues fundamentalmente su dirección, esto es su relación con el cuerpo del sujeto en estudio o más precisamente con el triángulo que forman las derivaciones en el plano frontal (triángulo de Einthoven).

El eje del complejo QRS va a indicar la dirección del vector del complejo QRS, es decir representa la dirección de la despolarización ventricular. El eje eléctrico del QRS puede determinarse usando el sistema de referencia hexaxial. Este sistema se construye colocando las seis derivaciones del plano frontal de un ECG alrededor del corazón en sus posiciones respectivas y en sus polos positivos. El corazón queda por tanto dividido como si fuera un círculo en segmentos, cada uno separado por 30°. El polo positivo de DI está en 0° y, procediendo en sentido horario, cada división se ubica con incrementos de 30° en una categoría positiva. En dirección anti-horaria desde DI, cada división se incrementa en 30° en una categoría negativa.



**Figura No. 12**

Fuente: Fisiología Medica Boron Boulpaep. 3a Edición (2012)

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- .- Constanzo L. Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- .- Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. Décimo segunda Edición. Editorial Elsevier-Saunders; 2011.
- .- Fernández N. Manual de Laboratorio de Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill; 2011.
- .- Braunwald, E; Zipes, D; Libby, P. Braunwald's Cardiología. Editorial MARBAN; 2004.
- .-Temas de Fisiología Cardiovascular. Profesora Elodia Delgado 2018. Barquisimeto. Enlace <http://www.ucla.edu.ve/dmedicin/DEPARTAMENTOS/fisiologia/Delgado.htm>
- .- Guía didáctica de Electrocardiografía Básica para estudiantes de enfermería. Enlace: <http://www.ucla.edu.ve/dmedicin/DEPARTAMENTOS/fisiologia/Material%20Delgado/GUIA%20EKG.pdf>

## **GUIA DE AUTOEVALUACIÓN POST-LABORATORIO**

- 1.-Proceda a describir y enumerar el sistema de conducción eléctrica a nivel cardiaco.
- 2.-Describir los vectores que compone el complejo QRS.
- 3.-Dibujar un electrocardiograma normal y señale todas sus ondas, segmentos, intervalos.
- 4.- ¿Qué significado tiene el intervalo PR?
- 5.- ¿Qué es el punto J?
- 6.- ¿Qué parámetros se deben valorar en un ECG? Enumérelos en orden.
- 7.-Mencione, ¿cuáles son las derivaciones unipolares y bipolares?
- 8.- ¿Qué onda registra la actividad auricular y cuál la actividad ventricular?
- 9.- ¿Qué es un ritmo sinusal normal? ¿Cuáles elementos deben tomarse en cuenta?
- 10.-Mencione los pasos para calcular el eje eléctrico del corazón.

## MECANISMOS DE REGULACIÓN CARDIOVASCULAR DEL PULSO ARTERIAL Y LA PRESIÓN ARTERIAL

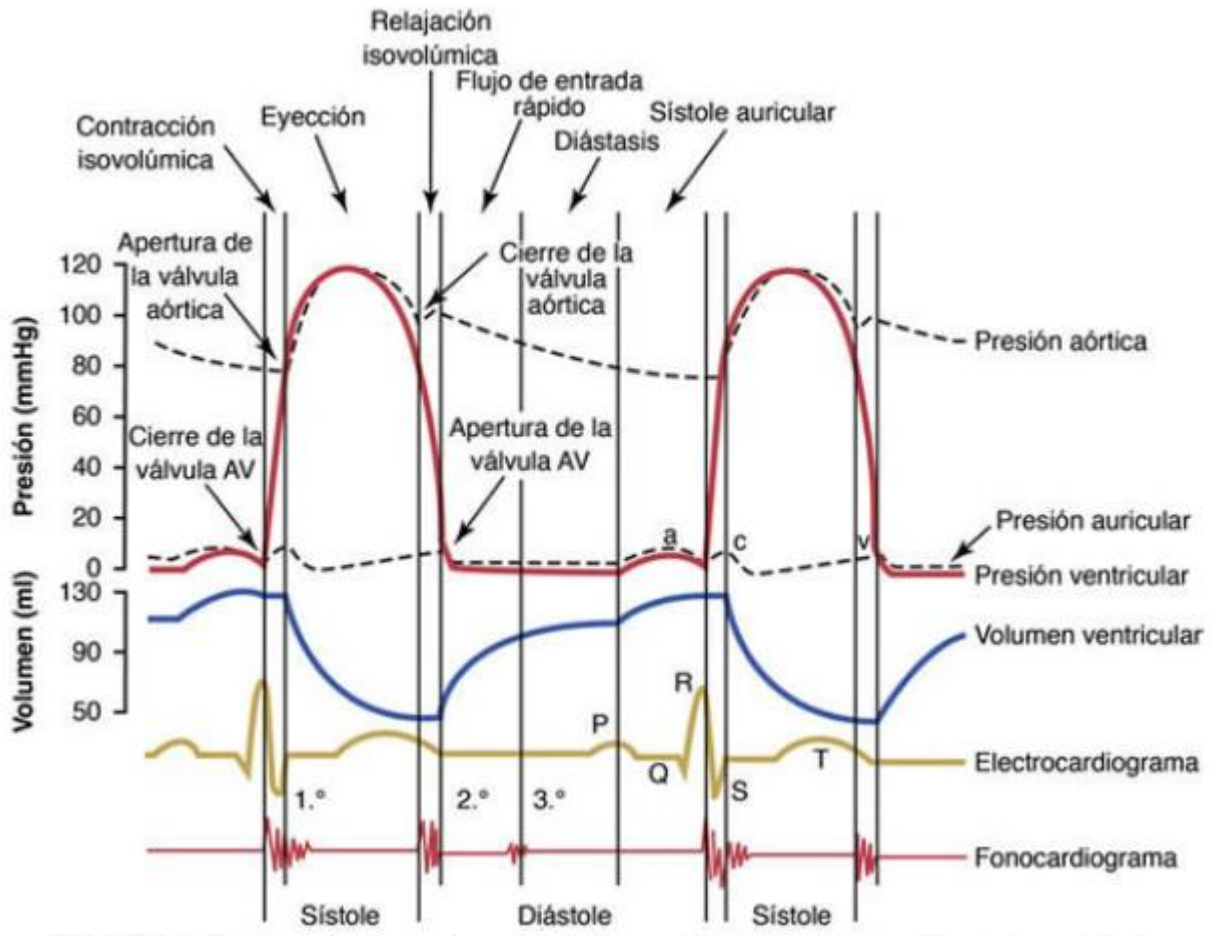
### PRESENTACIÓN

La presente guía constituye la cuarta actividad práctica (Unidad V - Fisiología del Sistema Cardiovascular) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería. Por medio de esta actividad se pretende que el estudiante comprenda los principales mecanismos de regulación cardíacos y vasculares de algunos parámetros cardiovasculares que reflejan el funcionamiento mecánico del sistema; a saber la presión arterial y el pulso arterial.

### INTRODUCCIÓN

Es ya conocido que a nivel cardíaco, todo fenómeno mecánico es precedido o producido por un fenómeno eléctrico. El evento mecánico es la contracción muscular, la cual genera un incremento de presión necesaria para producir el desplazamiento de un volumen de sangre que va a irrigar los tejidos a lo largo del cuerpo. Los eventos citados, cambios de presión y volumen, constituyen el **ciclo cardíaco**. Éste último se define como *la serie de eventos que ocurren en el corazón desde el inicio de una contracción auricular, hasta el inicio de la siguiente contracción auricular*. Tales eventos se agrupan en las dos fases del ciclo cardíaco: **sístole** o período de contracción ventricular y **diástole** o período de relajación ventricular (Fig. No. 1).

Se tiene entonces que, la actividad de la bomba cardíaca, puede ser valorada por el estudio de diferentes parámetros que representan las manifestaciones de la actividad cardíaca: Valoración del pulso y de la presión a nivel de circulación arterial. Por ende el conocimiento de los mecanismos de regulación cardiovascular de la presión arterial y el pulso arterial resulta clave en la comprensión de la mecánica cardíaca.



**Figura No. 1**

**Fases del ciclo cardíaco y sus correspondencias con volúmenes y presiones**

Fuente: Guyton Hall Tratado de Fisiología medica 13ed. (2016)

**1.- OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:**

Al finalizar la práctica las (os) alumnas (os) serán capaces de:

- Describir la respuesta refleja sobre la frecuencia del pulso arterial mediada por el reflejo auricular.
- Explicar la respuesta presora ante el ejercicio a partir de los datos obtenidos en el laboratorio.
- Describir el efecto del cambio postural sobre la presión arterial.
- Explicar la respuesta compensadora del reflejo baroreceptor sobre la presión arterial.
- Explicar el efecto de la modulación autonómica sobre la frecuencia cardíaca-pulso arterial y sobre la presión arterial a través del empleo de un modelo simulado.

## **2.-MATERIAL REQUERIDO PARA LA EXPERIENCIA PRÁCTICA:**

Esfigmomanómetros (aneroide o de mercurio), estetoscopios, camilla clínica, sillas, cronómetros, pizarra acrílica, marcadores, programa simulador en software libre, PC portátil, video beam.

## **PARTE I: REGULACIÓN DEL PULSO ARTERIAL: REFLEJO AURICULAR**

El pulso arterial de un individuo depende de las contracciones del ventrículo izquierdo, la cantidad de sangre que es eyectada en cada sístole cardíaca, la frecuencia y ritmicidad con que ocurre y la onda de presión que se produce a través del sistema arterial. También depende de la distensibilidad de la aorta y de las principales arterias, así como de la resistencia arteriolar periférica. El pulso normal se palpa como una onda de expansión de la pared arterial la cual es sincrónica con la sístole ventricular.

**Maniobras Experimentales:** Para demostrar de manera práctica la modulación de la frecuencia cardíaca y por ende de la frecuencia del pulso arterial mediada por el reflejo auricular, los estudiantes se dividirán en tres grupos. En cada grupo, se escogerá un voluntario en quién se realizarán las maniobras que se detallan a continuación:

### **a. EJERCICIO PRÁCTICO:**

#### **CUENTA CONTROL:**

Número de pulsaciones \_\_\_\_\_/minuto

#### **APNEA INSPIRATORIA:**

Tomar una inspiración profunda y sosteniendo la respiración (apnea inspiratoria) contar las pulsaciones durante 5 segundos \_\_\_\_\_ x 12 = \_\_\_\_\_ pulsaciones/minuto.

#### **APNEA ESPIRATORIA:**

Hacer una espiración profunda y sosteniendo la respiración (apnea espiratoria) cuente las pulsaciones durante 5 segundos \_\_\_\_\_ x 12 = \_\_\_\_\_ pulsaciones/minuto.



-Haga un cuadro anotando la frecuencia del pulso arterial medida bajo las condiciones solicitadas:

<b>SUJETO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
CONTROL			
APNEA INSPIRATORIA			
APNEA ESPIRATORIA			

-Indique si hubo arritmia respiratoria apreciable por este método, y en quiénes lo observó

---

- Explique el fundamento fisiológico por el cual se produce la arritmia respiratoria mediada por el reflejo auricular.

- Represente en un esquema el reflejo auricular.

## **PARTE II: REGULACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL**

La presión arterial expresa el equilibrio entre la capacidad de los vasos sanguíneos y su contenido. La presión en el sistema vascular representa las fuerzas que ejerce la sangre sobre las paredes vasculares. Biofísicamente se representa como:

$$\text{P.A.} = \text{Gasto Cardíaco (GC)} \times \text{Resistencia Periférica (RP)}$$

\* El gasto cardíaco, recuérdese, depende de la frecuencia cardíaca y del volumen latido y la resistencia vascular periférica del radio vascular.

En el hombre la presión sanguínea suele medirse por el método auscultatorio, aunque existen varios métodos para hacerlo. Sencillamente, un brazalete que se puede inflar (brazalete de Riva-Rocci) y que está conectado a un manómetro de mercurio (esfigmomanómetro) o de aire (anaeroide) permite la medición de la presión arterial, la cual se expresa en mmHg.

### **a.- Maniobras Experimentales:**

a.1.- **Indicaciones Previas:** Debe evitarse toda clase de ruidos en el laboratorio, pues interfieren con la precisión en la medida de la presión arterial sanguínea. Es importante ser rigurosos en la ejecución de la técnica puesto que *per se* esta tiene un margen de error entre 5 a 7 mmHg. El estudiante a quien va a determinársele la presión arterial, debe estar cómodo y confortablemente acostado, con el brazo apoyado sobre la camilla o el diván (si está sentado) a la altura del corazón y los músculos relajados. Debe respirar normalmente.

### **a.2.- Maniobra para la medición de la presión arterial:**

Se explica el procedimiento al sujeto, se coloca el manguito del tensiómetro, con el borde inferior del brazalete a 2-3 cm por encima del pliegue del codo, ajustado, sin comprimir, de manera que no se desplace mientras se infla. Uno de los tubos del manguito está unido al tubo de goma del manómetro y el otro tubo estará conectado a la pera insufladora de goma. Durante la medición, la presión del aire en el manguito se eleva por medio de la pera de goma, hasta que quedé ocluida la arteria (ausencia de pulso en la arteria distalmente), lo que indica que la presión en el sistema superó a la presión intraarterial y por ello cesó el flujo (es de acotar que la presión sistólica oscilará en un valor cercano a éste), seguidamente se aumenta la presión en el manguito de 20 a 30 mm/Hg por encima del punto en el que desapareció el pulso distal (para asegurarnos que estamos por encima de la ventana o silencio auscultatorio). Entonces, se abre la válvula de la pera insufladora, dejando salir el aire a una velocidad de 1-3 mmHg por s, por lo que el manguito se desinfla gradualmente. Por debajo de la verdadera presión sistólica, la arteria se reabre permitiendo el flujo de sangre intermitente que pasa por el vaso a alta velocidad y da por resultado unas vibraciones en la pared del vaso, por lo que al auscultar con el estetoscopio inmediatamente distal al brazalete (Ej. arteria humeral) comienzan a escucharse sonidos arteriales en un vaso parcialmente colapsado (ruidos de Korotkoff), los cuales desaparecen al reanudarse el flujo laminar.

La presión del manguito por debajo de la cual empieza a oírse este sonido es, por lo tanto, la presión sistólica, y la presión a la cual el sonido se hace sordo y desaparece, es la presión diastólica. Como se señaló, este método es habitualmente exacto con un margen de error de unos 5-7 mm/Hg.



**Figura No. 2**

**Toma de la presión arterial a nivel de fosa cubital**

**a.3.- Ejercicios prácticos:**

a.3.1.- **Efecto del cambio postural sobre la presión arterial:** Proceda a realizar la toma de la presión arterial (sistólica/diastólica) en un voluntario por cada uno de los grupos antes descritos bajo las condiciones señaladas abajo y anote los resultados. Compare. Emita sus conclusiones.

Sujeto	Presión arterial basal (acostado) (mmHg)	Presión arterial sentado (mmHg)	Presión arterial de pie (mmHg)
1			
2			
3			

- Discuta el efecto que tuvo el cambio postural sobre la presión arterial (PA).
- Describa el concepto de Ortostatismo.
- Explique la respuesta compensadora sobre la PA mediada por el reflejo baroreceptor.

a.3.2.- **Respuesta presora ante el ejercicio:** Se sabe que la actividad física puede aumentar la presión arterial y el pulso arterial; mientras que en “reposo” estas disminuyen, posiblemente porque se reduce el consumo de oxígeno de los músculos relajados. También se sabe que la emoción, ya sea placentera o desagradable aumenta la frecuencia cardiaca, la

presión arterial y la respiración. En esta parte, se evaluará el efecto del ejercicio “agudo” y del reposo sobre la presión arterial.

Se seleccionaran al azar un representante de cada grupo. En cada grupo, el voluntario iniciará con la condición “reposo”, para lo cual se mantendrá durante cinco minutos acostado en el diván, haciendo respiraciones lentas y profundas y realizando en lo posible visualizaciones que le permitan mantenerse en un estado de calma. El ambiente deberá permanecer el silencio durante las experiencias. Seguidamente, el voluntario pasará a la condición “ejercicio”, para ello realizará durante cinco minutos saltos sobre sus pies (o cualquier actividad física similar).

*.- En ambos casos, se determinará simultáneamente el pulso, la presión arterial y la frecuencia respiratoria al transcurrir 5 minutos bajo la condición “reposo-relajación” o “ejercicio.-estrés”; Compárense los resultados con los obtenidos en cada condición.*

<b>Condición</b>	<b>PA sistólica</b>	<b>PA diastólica</b>	<b>Pulso arterial</b>	<b>FR</b>
<i>Reposo 1</i>				
<i>Reposo 2</i>				
<i>Reposo 3</i>				
<i>Ejercicio 1</i>				
<i>Ejercicio 2</i>				
<i>Ejercicio 3</i>				

### **PARTE III: MODULACIÓN AUTONÓMICA DEL PULSO ARTERIAL Y LA PRESIÓN ARTERIAL**

El corazón y los vasos sanguíneos reciben inervación del sistema nervioso autónomo y por ende son regulados extrínsecamente por las divisiones simpática y parasimpática. Al abordar el funcionamiento del SNA, durante el primer bloque, y en los temas de regulación cardiovascular usted revisó el efecto noradrenérgico y colinérgico sobre la frecuencia cardíaca (cronotropismo), contractilidad miocárdica (inotropismo), volumen latido y gasto cardíaco; así como sobre el tono vascular y la resistencia arteriolar. En este segmento, se empleará un simulador (modelo informático correspondiente a un animal experimental, en este caso una

rata) para evaluar el efecto de agonistas y antagonistas adrenérgicos y colinérgicos sobre tres parámetros cardiovasculares: frecuencia cardíaca, contractilidad miocárdica y presión arterial.

**a. Procedimiento:**

- 1.- Se procede a abrir el programa simulador.
- 2.- Se seleccionan los parámetros a evaluar: frecuencia cardíaca, contractilidad miocárdica y presión arterial.
- 3.- Se selecciona la sustancia agonista o antagonista a administrar y la dosis correspondiente.
- 4.- Se administra la sustancia adrenérgica/colinérgica y se registran los cambios en los parámetros estudiados.
- 5.- Haga sus anotaciones en la tabla correspondiente, indicando con una flecha hacia arriba si aumenta, hacia abajo si disminuye o signo de igual si se mantiene invariable.
6. Discusión de los resultados.

Sustancias	Dosis	Efectos Cardiovasculares		
		PA	Contractilidad	Fc
Noradrenalina				
Adrenalina				
Atenolol				
Adrenalina				
Acetilcolina				
Atropina				
Acetilcolina				

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- .- Constanzo L. Fisiología. Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2011.
- .- Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. Decimotercera Edición. Editorial Elsevier-Saunders; 2016.

**ENLACES ELECTRÓNICOS DE INTERES:**

- .- <http://youtube.com/watch?v=N1fbelCzQ-c>.
- .- [http://www.texasheart.org/Education/CME/explore/events/eventdetail\\_6700.cfm](http://www.texasheart.org/Education/CME/explore/events/eventdetail_6700.cfm).
- .- <http://www.youtube.com/watch?v=N1fbelCzQ-c>.

### **CONCLUSIONES DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA:**

A continuación y con sus propias palabras proceda a elaborar las principales conclusiones obtenidas de la experiencia efectuada en el laboratorio. Esta actividad la puede realizar posterior a la práctica. Reflexione y piense sobre los procedimientos y conocimientos obtenidos y la importancia de las experiencias efectuadas. Para su futuro profesional: ¿Cuál sería la importancia de tales experiencias?, ¿Qué aplicabilidad tendrían para ti?

---

### **GUIA DE AUTOEVALUACIÓN POST-LABORATORIO**

- 1.-Señale las formas de medir la presión arterial en el ser humano.
- 2.-Defina presión arterial sistólica y diastólica.
- 3.-Señale los valores normales de presión arterial en un individuo sano.
- 4.-Defina pulso arterial.
- 5.-Señale los valores normales del pulso arterial en un individuo sano.

## EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR

### PRESENTACIÓN

La presente guía constituye la quinta actividad práctica (Unidad VI – Fisiología del Sistema Respiratorio) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería. Por medio de esta actividad se pretende que el estudiante comprenda los mecanismos involucrados en la mecánica respiratoria, así como comprender el proceso de la ventilación pulmonar y aprenda a medir algunos volúmenes y capacidades pulmonares.

### INTRODUCCIÓN

El aparato respiratorio está formado por un órgano de intercambio de gases (los pulmones) y una bomba que lo ventila. La bomba consiste en las paredes del tórax (con su resistencia elástica), los músculos respiratorios que aumentan o disminuyen el tamaño de la cavidad torácica, los centros cerebrales superiores que controlan el proceso y las vías y nervios que conectan el cerebro con estas estructuras. El proceso respiratorio consta de dos etapas: la *inspiración*, que es un proceso **activo** y la *expiración*, el cual es un proceso **pasivo**. La contracción de los músculos inspiratorios (esternocleidomastoideo, trapecio, escaleno, intercostales externos y el diafragma) aumenta el volumen intratorácico. Al iniciarse la inspiración, la presión intrapleurales se hace más negativa y los pulmones se expanden más. La presión en las vías respiratorias se vuelve subatmosférica y el aire logra fluir hacia los pulmones. Durante la *expiración*, el diafragma sólo debe relajarse para que los pulmones se compriman, gracias al retroceso elástico de la pared del tórax, de las estructuras abdominales y de los propios pulmones, todo ello ayudado por los músculos espiratorios (intercostales internos, recto abdominal, oblicuos interno y externo).

El primer intento de la medición de volúmenes pulmonares se remontan al período 129-200 dC cuando Galeno, médico y filósofo griego, inició experimentos en la ventilación volumétrica de humanos. Su experimento hacía que un niño respirara dentro y fuera de

una vejiga descubriendo que el volumen que entraba con cada respiración no variaba. Nada más se supo de este experimento.

En 1681, Giovanni Alfonso Borelli trató de medir el volumen de aire inspirado en una respiración, aspirando una columna de agua en un tubo cilíndrico y midiendo el volumen de aire desplazado por el agua. En su experimento, Borelli se tapó la nariz para evitar que el aire entrara o saliera de sus pulmones afectando la precisión de los resultados. Esta técnica es muy importante aún en el presente para conseguir los parámetros de los volúmenes pulmonares correctos.

El intento por determinar los volúmenes pulmonares fue iniciado por Davy a principios del siglo XIX con la medición residual usando una técnica de dilución del gas hidrógeno. Sin embargo, el origen práctico proviene de los trabajos de John Hutchinson en 1844, quien no solamente hizo el diseño del primer espirómetro sino que también fue el primero en utilizar el término de capacidad vital y desarrolló los estándares normales basándose en las mediciones hechas a 200 personas aproximadamente.

### **1.-OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:**

Al finalizar la práctica las (os) alumnas (os) serán capaces de:

- .-Entender los mecanismos de la ventilación pulmonar.
- .-Determinar algunos volúmenes y capacidades pulmonares.
- .-Aprender a manejar un espirómetro y el registro del mismo.

### **2.-MATERIAL REQUERIDO PARA LA EXPERIENCIA PRÁCTICA:**

Espirómetro portátil, computadora, boquillas, obturadores nasales, marcadores, pizarra acrílica.

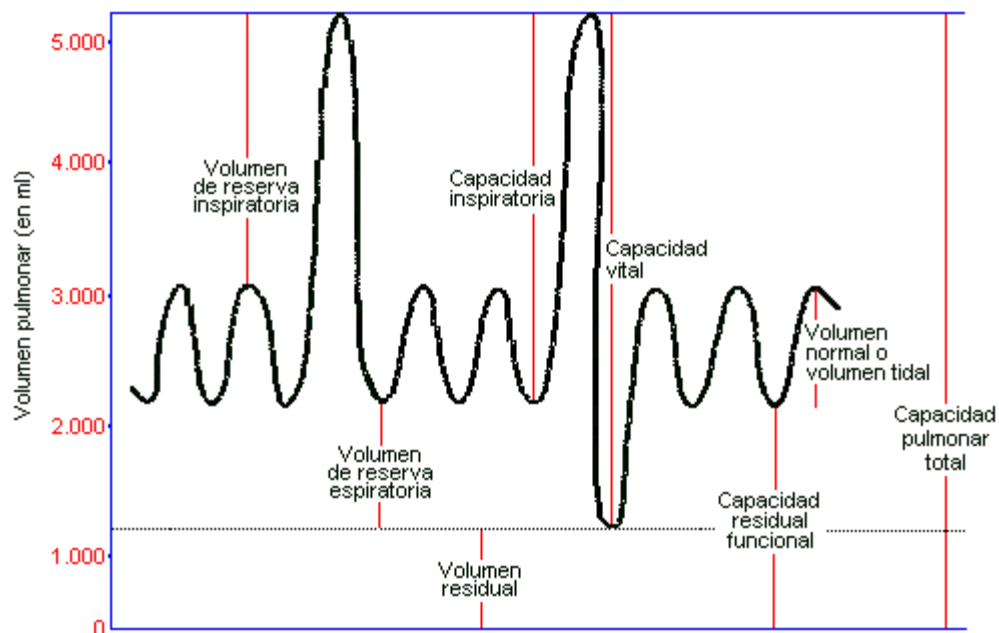
### **GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS:**

- VENTILACIÓN: Proceso fisiológico que tiene por objeto la renovación del gas pulmonar.
- CICLO RESPIRATORIO: Está constituido por la inspiración seguida de la espiración. La duración del ciclo constituye el periodo ventilatorio cuya inversa corresponde a la frecuencia.



- FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR): Número de ciclos respiratorios en la unidad de tiempo. Los valores normales en un humano son de 12-15 rpm.
- ESPACIO MUERTO ANATÓMICO: Volumen de las vías aéreas desde la boca y la nariz hasta la región que participa en el intercambio gaseoso, es decir, los bronquiolos respiratorios, conductos y sacos alveolares.
- VOLUMEN CORRIENTE (VC): Volumen de aire inspirado o espirado en una respiración tranquila.
- CAPACIDAD VITAL (VC): Volumen de aire que puede espirarse después de una inspiración máxima hasta una espiración forzada máxima.
- CAPACIDAD INSPIRATORIA (CI): Volumen máximo de aire que puede inspirarse después de una espiración en reposo.
- VOLUMEN RESIDUAL (VR): Volumen de aire que queda en los pulmones al final de una espiración máxima.
- CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL (CRF): Volumen de aire que queda en los pulmones al final de una espiración en reposo.
- VOLUMEN DE RESERVA INSPIRATORIA (VRI): Volumen de aire que puede inspirarse desde el final de la inspiración corriente.
- VOLUMEN DE RESERVA ESPIRATORIA (VRE): Volumen máximo de aire que puede espirarse después de una espiración en reposo.
- CAPACIDAD PULMONAR TOTAL (CPT): Volumen total de aire que contienen los pulmones.
- CAPACIDADES PULMONARES: Suma de dos o más volúmenes pulmonares; ej.  $CV = VC + VRI + VRE$ .
- VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO ( $VEF_1$ ): Es el máximo volumen de aire que es expulsado del pulmón en el primer segundo de una espiración forzada.
- CAPACIDAD VITAL FORZADA (CVF): Es el máximo volumen de aire que puede ser espirado del pulmón durante una espiración forzada a partir de la Capacidad Pulmonar Total.

- **RELACIÓN VEF<sub>1</sub>/CVF:** expresada como porcentaje, indica la proporción de la CVF que se expulsa durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada. Es el parámetro más importante para valorar si existe una obstrucción y en condiciones normales ha de ser mayor del 80%. Aunque en algunos textos se denomina a esta relación “Índice de Tiffeneau”, esto es incorrecto, pues el índice de Tiffeneau relaciona el VEF<sub>1</sub> con la capacidad vital “lenta” (CV) y no con la capacidad vital forzada (CVF).
- **FLUJO ESPIRATORIO MEDIO FORZADO O FLUJO ESPIRATORIO FORZADO 25-75% (FEF 25-75%):** Es la velocidad media del flujo aéreo en la mitad central de la CVF. Se obtiene identificando los puntos 25 y 75% de la CVF y determinando el tiempo que se tarda espirando el volumen entre esos dos puntos.

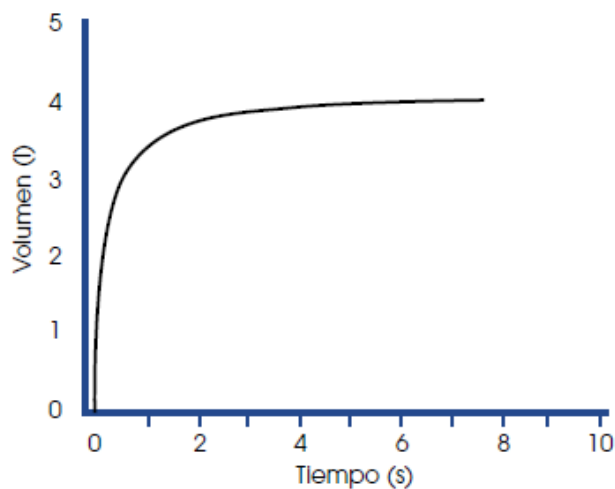


**Figura No. 1**  
**Volúmenes y Capacidades pulmonares**

La espirometría es una prueba funcional de los pulmones. En una prueba de espirometría, usted respira dentro de una boquilla que está conectada a un instrumento llamado espirómetro, el cual registra la cantidad y frecuencia de aire inspirado y espirado durante un período de tiempo. Los resultados de la prueba se comparan con los valores previstos que se calculan a partir de su edad, talla, peso, sexo y grupo étnico. Dos curvas se muestran después de la prueba: la curva volumen/tiempo y la curva flujo/volumen.



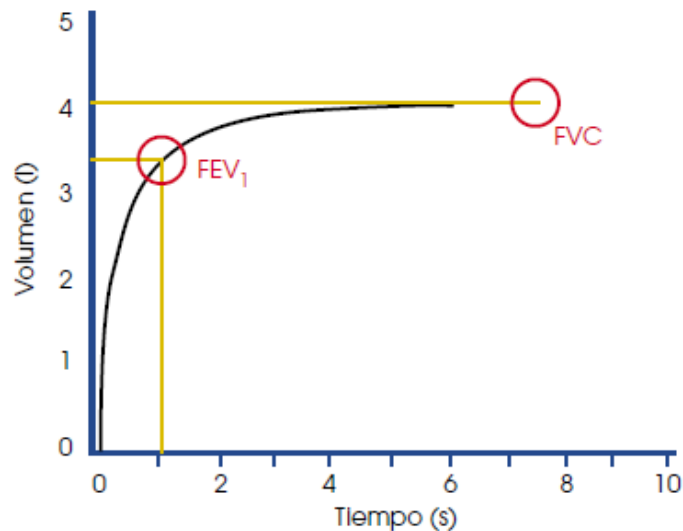
La espirometría mide el volumen y la tasa del flujo del aire que respira una persona para diagnosticar enfermedades o determinar el progreso del tratamiento



**Figura No. 2**  
**Curva Volumen/Tiempo**

La curva volumen/tiempo (Figura No. 2) relaciona el volumen de aire espirado con el tiempo empleado para la espiración. La curva de volumen/tiempo normal comienza idealmente en el punto cero, es decir, donde se corta el eje de volumen y el eje del tiempo. Tiene un inicio con una rápida subida, que al final se suaviza hasta alcanzar una fase de meseta, en la que aunque el paciente siga soplando, no aumenta el volumen registrado. Esta forma se debe a que en un primer momento de la espiración forzada se expulsa mucho volumen de aire en muy poco tiempo, debido a la presión alveolar, y a medida que el sujeto espira, la presión se

reduce y el volumen de aire expulsado es menor cada vez. De la curva volumen/tiempo se obtienen dos medidas fundamentales: la capacidad vital forzada (CVF) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $VEF_1$ ) (Figura No. 3). El punto más elevado de la curva corresponde a la CVF, mientras que si se traza una línea vertical en el primer segundo y se ve donde corta la línea, el volumen correspondiente a ese punto es el  $VEF_1$ .



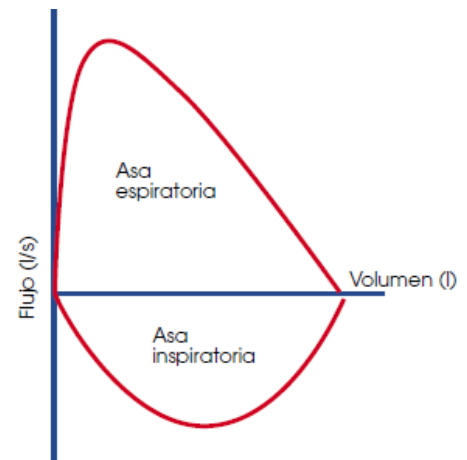
**Figura No. 3**  
**Forma de calcular la CVF y el  $VEF_1$  en la curva volumen/tiempo**

La curva flujo/volumen (Figura No. 4) es una curva complementaria a la de volumen/tiempo y se considera la curva más importante de la espirometría. Tiene un ascenso muy rápido, con una pendiente muy pronunciada, hasta alcanzar un máximo de flujo (Flujo Espiratorio Pico o Máximo). A partir de ese punto, la curva desciende con una pendiente menos pronunciada que en el ascenso, hasta cortar el eje de volumen. Esta curva puede ser dividida en tres partes:

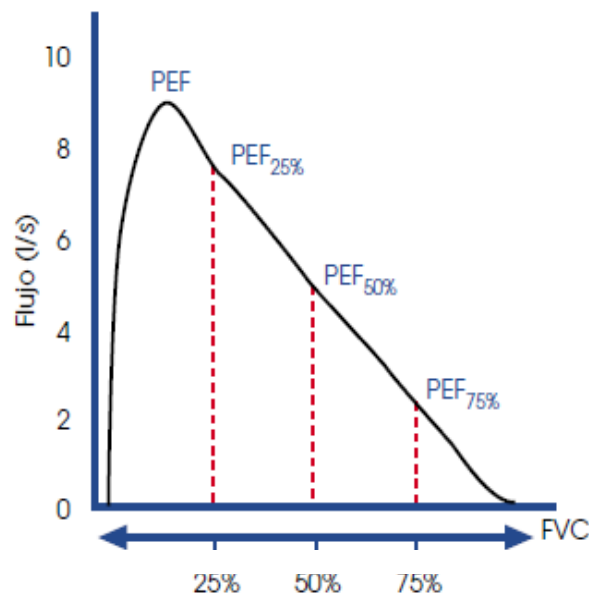
- Una primera parte que dura hasta alcanzar el 70% de CVF. Esta primera parte es esfuerzo dependiente e incluye una aceleración del flujo hasta alcanzar el FEM o FEP y una segunda etapa des aceleración inicial hasta alcanzar el punto de limitación del flujo (es decir, el punto en que, por mucho que se aumente el esfuerzo, no aumenta el flujo).

- La segunda parte comprende prácticamente el resto de la espiración y es esfuerzo independiente.
- La última parte es la parte final de la espiración y en ella el flujo disminuye de manera lenta. Representa el 10% de la espiración.

Las principales medidas que se pueden obtener de la curva flujo/volumen son el Flujo Espiratorio Máximo (FEM) o Flujo Espiratorio Pico (FEP) y la Capacidad Vital Forzada, que es el punto donde la curva corta el eje de las abscisas (volumen). El  $VEF_1$  no puede obtenerse directamente de esta curva, pero se puede ubicar en el último tramo de la parte descendente de la curva. También se pueden obtener otros flujos denominados flujos medios (Figura No. 5).



**Figura No. 4. Curva flujo/volumen**



**Figura No. 5  
Flujos medios en la curva volumen/tiempo**

## **METODOLOGÍA-MANIOBRAS EXPERIMENTALES:**

El paciente se situará en posición sentada, sin ropa que le ajuste, se le colocará una pinza nasal y se comprobará que la boca esté libre de elementos que impidan una buena colocación de la boquilla (por ejemplo prótesis dentales). Se realizará una inspiración relajada pero máxima y al finalizar la misma se colocará la boquilla bien sujeta y el técnico dará una orden enérgica (¡ahora!, ¡ya!) que indica el comienzo de la espiración forzada, que durará, como MÍNIMO, 6 segundos, durante los cuales el técnico animará al paciente a continuarla, vigilará que expulse el aire continuamente y asegurará que ésta mantiene un flujo constante.

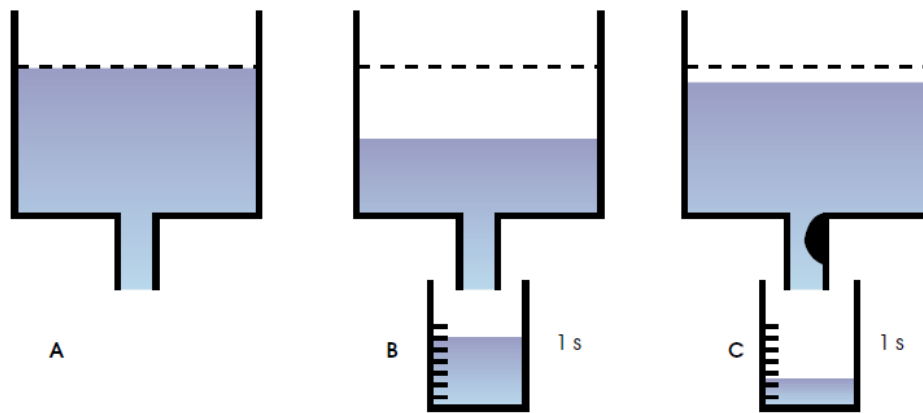
La espirometría se dará por finalizada cuando se obtengan 3 curvas técnicamente satisfactorias, que serán aquellas que duren más de 6 segundos y con diferencias entre los CVF y los VEF<sub>1</sub> de las tres curvas inferiores al 5% o 100 ml. La cooperación del paciente mientras se lleva a cabo el examen es crucial para obtener resultados precisos. Un mal sellado alrededor de la boquilla del espirómetro así como una insuficiencia en el esfuerzo respiratorio puede ocasionar malos resultados que no se podrán interpretar. Los valores obtenidos por el paciente se compararan con los valores previstos o “predictivos” y se considerara normal si el valor obtenido es al menos el 80% del valor esperado o predictivo.

## **CONCEPTOS DE OBSTRUCCIÓN Y RESTRICCIÓN**

Si nos imaginamos un recipiente de un volumen determinado (por ejemplo 10 litros) vemos que al abrir el desagüe de ese recipiente, éste se vacía. El recipiente tarda en vaciarse completamente un tiempo determinado (por ejemplo 5 segundos). Si nosotros, una vez que el recipiente está lleno abrimos durante un segundo el desagüe, y ese líquido lo recogemos en otro envase, estamos midiendo la cantidad de líquido (volumen) que sale en un determinado tiempo (segundo), es decir, es una medida de flujo (Figura No. 6B). Pues bien, si en vez de un recipiente consideramos los pulmones, la medida del volumen total de líquido en el recipiente es la CVF y la medida de flujo es el VEF<sub>1</sub>. El porcentaje de la cantidad total de líquido que sale en un segundo por el desagüe es equivalente a la relación VEF<sub>1</sub>/CVF.

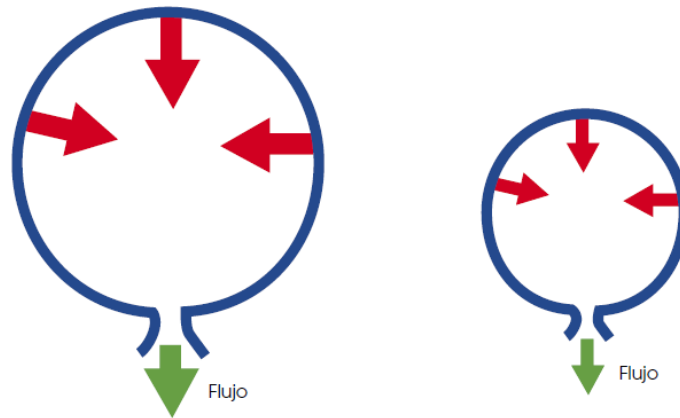
Imaginemos ahora que en el desagüe del recipiente hay una acumulación de detritus o pelos lo que haría que éste quedara parcialmente obstruido (Figura No. 6C). Esta obstrucción todavía deja salir el líquido pero lo hará de una manera más lenta, es decir, el recipiente tiene

un vaciamiento prolongado. Extrapolando podemos decir entonces que, en los procesos obstructivos, la CVF se mantiene normal ( $> 80\%$  del valor predictivo) pero el  $VEF_1$  se encuentra disminuido ( $< 80\%$  del valor predictivo) y por lo tanto la relación  $VEF_1/CVF$  también se encuentra disminuida (es decir, la cantidad de aire que sale en el primer segundo respecto al total del aire expulsado es menor cuando existe una obstrucción).



**Figura No. 6**

El concepto de restricción es un poco más complejo. La CVF está disminuida lo que a su vez condiciona que disminuya el  $VEF_1$ , sin embargo, éste último disminuye proporcionalmente en relación a la disminución de la CVF lo que condiciona que la relación  $VEF_1/CVF$  se mantenga normal. Para comprenderlo mejor pensemos en un globo de goma (Figura No. 7). Cuanto más volumen de aire metamos, más se distiende el globo y hay mayor fuerza de retracción por lo que los flujos iniciales de salida serán altos. Si ese mismo globo lo hinchamos hasta la mitad, la fuerza de retracción será menor y la velocidad de salida del aire también será menor, pero siempre en proporción al volumen que hayamos introducido.



**Figura No. 7**

A la hora de interpretar una espirometría debemos tener en cuenta que sólo seremos capaces de hacerlo correctamente si tenemos muy presente que se trata de un método de ayuda al diagnóstico; la espirometría por sí sola no diagnostica nada, estando su interpretación en función de la historia clínica del paciente. Por ello, a la hora de interpretar las anomalías de una espirometría hablamos de patrones espirométricos tal y como se presentan a continuación:

- **PATRÓN OBSTRUCTIVO**: Existe un obstáculo a la salida de aire. Acordándonos de la fig. 6C, tendremos una espiración prolongada por lo que se tardará más tiempo en llegar a CVF(aunque esta sea normal), el  $VEF_1$  está disminuido y la relación  $VEF_1/CVF$  también se encuentra disminuida. Este tipo de patrones aparecen en las enfermedades obstructivas tales como EPOC, asma, bronquitis, etc.



En el patrón obstructivo están disminuidos el  $FEV_1/FVC$  y el  $FEV_1$ .

- **PATRÓN RESTRICTIVO**: Existe una disminución en la capacidad pulmonar bien sea por una alteración del parénquima pulmonar (fibrosis) o por alteraciones en la caja torácica (fracturas costales, parálisis muscular, etc.). La CVF se encuentra disminuida y proporcionalmente el  $VEF_1$ , por lo cual la relación  $VEF_1/CVF$  se mantiene normal (o pudiera estar aumentada).





En el patrón restrictivo están disminuidos la FVC y el FEV<sub>1</sub>, con el FEV<sub>1</sub>/FVC normal.

- **PATRÓN MIXTO:** Es una mezcla de los dos es decir, combina características del patrón obstructivo y del restrictivo. En este patrón tendremos una CVF disminuida, un VEF<sub>1</sub> disminuido y una relación VEF<sub>1</sub>/CVF también disminuida.



En el patrón mixto están disminuidos los tres parámetros (FEV<sub>1</sub>/FVC, FVC y FEV<sub>1</sub>).

### **CÓMO LEER CORRECTAMENTE UNA ESPIROMETRÍA**



Primero se debe mirar la forma y duración de las curvas; luego, leer los valores de los parámetros espiratorios (primero el FEV<sub>1</sub>/FVC, luego la FVC y por último el FEV<sub>1</sub>).

---

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- .-Constanzo L. Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- .- Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. Decimosegunda Edición. Editorial Elsevier-Saunders; 2011.
- .- Fernández N. Manual de Laboratorio de Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill; 2011.
- .-Climas J, Pérez J. Técnica e interpretación de espirometría en atención primaria [Internet]. Sociedad Asturiana de Medicina de Familia y Comunitaria. Disponible en: [http://www.samfyc.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=283:ideaptecnica-e-interpretacion-de-las-espirometrias-en-ap&catid=36:ultimas-actividades&Itemid=61](http://www.samfyc.org/index.php?option=com_content&view=article&id=283:ideaptecnica-e-interpretacion-de-las-espirometrias-en-ap&catid=36:ultimas-actividades&Itemid=61).

### **CONCLUSIONES DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA:**

A continuación, y con sus propias palabras proceda a elaborar las principales conclusiones obtenidas de la experiencia efectuada en el laboratorio. Esta actividad la puede realizar posterior a la práctica. Reflexione y piense sobre los procedimientos y conocimientos obtenidos y la importancia de las experiencias efectuadas. Para su futuro profesional: ¿Cuál sería la importancia de tales experiencias?, ¿Qué aplicabilidad tendrían para ti?

---

### **GUIA DE AUTOEVALUACIÓN POST-LABORATORIO**

- 1.-Describir los cambios dinámicos de la presión pleural durante las fases de la respiración y explique por qué se mantiene siempre una presión negativa en este espacio.
- 2.-Explicar por qué la respiración puede ser tanto voluntaria como involuntaria.
- 3.-Mencionar los músculos principales que participan en la inspiración y la espiración.
- 4.-Mencione cuáles son los volúmenes y las capacidades pulmonares y sus valores normales.
- 5.-¿Qué es la espirometría? ¿Cómo se interpreta?
- 6.-Explique los diferentes patrones espirométricos descritos.
- 7.-Mencione paso a paso cuales son los pasos para leer correctamente una espirometría.

## **MECANISMOS DE DILUCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE LA ORINA: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA ORINA**

### **PRESENTACIÓN**

La presente guía constituye la sexta actividad práctica (Unidad VIII – Fisiología del Sistema Urinario) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería. Por medio de esta actividad se pretende que el estudiante comprenda los mecanismos involucrados en la concentración y dilución de la orina, así como el papel que juega la hormona antidiurética.

### **INTRODUCCIÓN**

¿Quién no ha vivido la sensación de excretar volúmenes de orina importantes, a veces claras, a veces oscuras?...o, ¿pequeñas cantidades de orina?..., ¿tener sed? Todos.

Pues bien, el deseo de beber líquido está regulado básicamente por la osmolaridad del plasma sanguíneo y el volumen del líquido extracelular. La necesidad de ingesta de líquido aumenta si hay un incremento de la presión osmótica del plasma, si disminuye el volumen de líquido extracelular, por actividad física intensa, por exposición al fuerte calor ambiental, por factores psicológicos, entre otros. Los osmorreceptores son un grupo de receptores o células ubicados en el hipotálamo anterior que son estimuladas de inmediato si aumenta la osmolaridad de los líquidos corporales específicamente la osmolaridad del espacio extracelular (LEC).

Si disminuye el volumen del LEC, esto también induce a la sed (por deshidratación, por hemorragia o cualquier causa que induzca hipovolemia) por medio de un mecanismo distinto a la estimulación de los osmorreceptores. En estos casos parece mediar el sistema renal renina-angiotensina II. Una hipovolemia importante aumenta la secreción de renina con incremento de angiotensina II circulante. Esta última actuaría sobre el órgano subtrigonal, área receptora muy especializada del encéfalo, estimulando áreas neuronales relacionadas con la sed. Hay evidencias adicionales que involucran barorreceptores del corazón y de los vasos sanguíneos.

Recordemos como datos importantes que, en condiciones normales, los glomérulos

renales filtran unos 180 litros de líquido plasmático en 24 horas, siendo el volumen urinario promedio de 1 a 1,5 litros/día (variable). El valor de osmolaridad urinaria puede, sin embargo, variar entre 50 a 1.200 mOsm/L (variable). Por lo tanto, cuando la orina está muy concentrada (exceso de solutos), el agua tiende a ser retenida en exceso con respecto a los solutos y, cuando la orina está muy diluida, el organismo pierde agua en exceso en relación a esos solutos. Estos eventos son claves en el proceso de regulación de osmolaridad de los líquidos corporales.

### **¿Cuándo hablamos de diuresis hídrica o acuosa?**

Si llegamos a ingerir cantidades abundantes de líquidos, sobre todo si éstos son hipotónicos, la osmolaridad del plasma se reduce por dilución de solutos en agua y se produce una disminución en la secreción de hormona antidiurética (HAD) o vasopresina. Esto se inicia aproximadamente unos 15 a 20 minutos después de la ingesta de líquidos y alcanza un máximo en unos 45 minutos. Lo comprobaremos en la actividad práctica. El flujo máximo de orina que puede llegar a producirse durante una diuresis acuosa o hídrica es cercano a 15 ml/min.

### **¡Situación interesante!**

Si se ingiere agua a una velocidad mayor y que supere ese flujo máximo de 15 ml/min, se puede producir síntomas y signos de intoxicación hídrica o acuosa, tales como convulsiones, coma e inclusive la muerte por edematización (hinchamiento) de las neuronas cerebrales. Ahora bien, si existen grandes cantidades de solutos (glucosa, urea, manitol, sacarosa, sodio, entre otros) no reabsorbidos en los túbulos renales, esto ocasiona un incremento en el volumen de orina denominándose este proceso, diuresis osmótica. Los solutos presentes en los túbulos ejercen un efecto osmótico importante (arrastre o dragado osmótico de agua) haciendo que el volumen de agua se incremente (los túbulos “retienen” agua) produciéndose lo que se denomina poliuria.

Entonces, diferenciamos las dos situaciones; en la *diuresis hídrica* la cantidad de agua reabsorbida en las porciones proximales de los túbulos renales es normal, pero existe un flujo máximo de orina que puede llegar a ser de 15 ml/min. En la *diuresis osmótica* el incremento de flujo urinario se debe a la reabsorción disminuida de agua en los túbulos proximales y en las asas de Henle, con producción de volúmenes importantes de orina.

### **1.-OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA:**

- .-Evaluar la influencia que tiene en el individuo el elevado nivel de ingesta de líquidos sobre el volumen y densidad urinaria.
- .-Evaluar la influencia que tiene en el individuo el bajo nivel de ingesta de líquidos sobre el volumen y densidad urinaria.
- .-Describir los mecanismos de dilución y concentración urinaria.
- .-Determinar los sitios de absorción del agua con y sin hormona antidiurética (HAD).

### **2.-MATERIAL REQUERIDO PARA LA EXPERIENCIA PRÁCTICA:**

Envases recolectores de orina, guantes desechables, cilindros no graduados, cilindros graduados de 500 cc, 1000 cc y 2000 cc, vasos de precipitado de 1000 cc, tiras reactivas Combur-Test, densitómetro urinario (urinómetro), balanza de peso, pizarra acrílica, marcadores.

### **3.-MANIOBRAS EXPERIMENTALES:**

#### **3.1.-Instrucciones para el buen desarrollo de la práctica:**

Previo al desarrollo de la actividad práctica, del grupo total de alumnos (as) se seleccionarán dos subgrupos de voluntaria(o)s que participarán como modelos experimentales en la práctica.

#### **Subgrupo 1:** Estudiantes CON RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA.

Se seleccionarán 2 voluntarios para cada subgrupo de práctica. Los mismos, **EVITARAN** en lo posible, **INGERIR CUALQUIER CLASE DE LIQUIDO.**

**GRUPO A:** a partir de las 6 am del día de la práctica hasta las 2 pm.

**GRUPO B:** a partir de las 12 medianoche del día anterior a la práctica hasta las 8 am.

Puede tomar su almuerzo (Grupo A) o desayuno (Grupo B) sin ningún inconveniente ingiriendo la menor cantidad de líquido posible. El (la) integrante del subgrupo, que no siguiendo las instrucciones hubiese ingerido alguna cantidad de líquido, lo anotará y lo reportará al instructor de la práctica (cantidad que ingirió y hora de la toma).

**Subgrupo 2:** *Estudiantes SIN RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA.*

Se seleccionarán 2 voluntarios para cada subgrupo de práctica. Los mismos, intentarán **TOMAR** de **4 A 8 VASOS DE LÍQUIDO (AGUA PREFERIBLEMENTE) (1 A 2 LITROS).**

**GRUPO A:** a partir de las 12m hasta las 2 pm el día de la práctica

**GRUPO B:** a partir de las 6 am hasta las 8 am el día de la práctica.

El (la) estudiante que no siguiendo las instrucciones, hubiese ingerido menor cantidad del líquido solicitado lo deberá informar a su instructor.

**OBSERVACIÓN:**

Todos los estudiantes voluntarios de los subgrupos 1 y 2 **EVITARÁN VACIAR SUS VEJIGAS URINARIAS.**

**GRUPO A:** A PARTIR DE LAS 12 pm HASTA EL MOMENTO DE ACUDIR AL LABORATORIO A RECIBIR LAS INSTRUCCIONES DE VACIADO.

**GRUPO B:** A PARTIR DE LAS 6 am HASTA EL MOMENTO DE ACUDIR AL LABORATORIO A RECIBIR LAS INSTRUCCIONES DE VACIADO.

**3.2.-En el Laboratorio:** Lo(a)s estudiantes encontrarán los materiales e insumos necesarios para desarrollar la actividad práctica. Contarán con la asistencia de un técnico de laboratorio. Cada subgrupo ocupará un mesón y sus integrantes observarán con atención las experiencias y maniobras del instructor(a). Anoten sus resultados en los espacios destinados para tal fin en este guion práctico. Posterior a la culminación de las experiencias se establecerá la discusión correspondiente.

**3.3.-Maniobras experimentales:**

**3.3.1.-Peso Corporal:**

Toda(o)s la(o)s voluntaria(o)s que van a participar en las maniobras experimentales, deben acudir al salón técnico de los Laboratorios Docentes de Fisiología a la hora pautada para que los técnicos procedan a pesarla(o) en la balanza respectiva (anote su peso en Kg) antes de

que procedan a vaciar su vejiga urinaria para lo cual se le dará un envase adecuado para ello. Diríjase al baño más cercano al Laboratorio y vacíe su vejiga. Vuelva con el envase al laboratorio y notifique al técnico responsable. Ahora vuelva a pesarse en la balanza; anote su peso en Kg. en las respectivas Tablas No. 1 o 2.

**Tabla No. 1: ESTUDIANTES CON RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Peso Corporal antes de vaciar su vejiga urinaria (en Kg)	Peso Corporal después de vaciar su vejiga urinaria (en Kg)	Volumen de orina recolectado (en ml)
1			
2			

**Tabla No. 2: ESTUDIANTES SIN RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Peso Corporal antes de vaciar su vejiga urinaria (en Kg)	Peso Corporal después de vaciar su vejiga urinaria (en Kg)	Volumen de orina recolectado (en ml)
1			
2			

- ✓ Proceda a comparar los resultados de las dos tablas. Discuta los resultados con su instructor(a). Anote sus primeras conclusiones:

---



---



---



---

**3.3.2.-Observación y análisis de algunas características de la orina recolectada en los dos subgrupos:**

A continuación, los técnicos del Laboratorio procederán a vaciar la orina recolectada en un vaso de precipitado adecuado para que Ud. en compañía de su instructor(a) proceda a analizar algunas características de la misma. Anote todas estas observaciones en las Tablas No. 3 y 4 correspondientes.

**Nota:** durante el manejo de las muestras de orina Ud. debe utilizar guantes desechables (Normas de Higiene y Seguridad Industrial).

Para el estudio físico de la muestra de orina, Ud. analizará el color de la misma que puede variar de amarillo claro (orina diluida) a amarillo oscuro (orina concentrada), a color pardo o hasta nebuloso si hay presencia de eritrocitos. En cuanto al aspecto, puede ser turbia, ligeramente turbia o límpida (clara). El olor es *sui generis* pudiendo variar según la ingesta de alimentos o medicamentos, entre otros factores. Por supuesto, a una muestra de orina se le puede aplicar un examen microscópico, el cual no es objetivo de esta práctica de laboratorio.

**Tabla No. 3: OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE ORINA DE ESTUDIANTES  
CON RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Color de la orina	Olor de la orina	Turbidez (si o no)
1			
2			

**Tabla No. 4: OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE ORINA DE ESTUDIANTES  
SIN RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Color de la orina	Olor de la orina	Turbidez (si o no)
1			
2			

- ✓ Proceda a comparar los resultados de las dos tablas. Discuta los resultados con su instructor(a).
- ✓ Relacione color, olor y presencia de turbidez de las muestras de orina de los dos subgrupos con la cantidad de líquido ingerido. Razone brevemente y obtenga sus primeras conclusiones. Anote:

---

---



**3.3.3.- A continuación se procederá a analizar algunas otras características fisicoquímicas de la orina de los dos subgrupos de trabajo:**

**3.3.3.1.- pH de la muestra de orina:**

Para la determinación del pH de una muestra de orina puede Ud. utilizar un Peachímetro o tiras reactivas Combur-Test. Utilizaremos éstas últimas en la práctica. Generalmente, el pH de la orina oscila entre 5 y 8 predominando el pH ácido de la misma. Retire del envase un par de tiras reactivas. En una muestra de orina de cada subgrupo sumerja la tira reactiva, espere unos 5 segundos y retire la misma. Una vez retirada la tira reactiva del contacto con la orina, espere unos 30 segundos y observe si hubo algún cambio en el color en el segmento de la tira reactiva correspondiente a la medición de pH; compare ahora con los colores que aparecen impresos en el envase. Anote sus resultados en las tablas No. 5 y 6.

**Tabla No. 5: VALORES DE pH DE LAS MUESTRAS DE ORINA DE ESTUDIANTES CON RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Valor de pH
1	
2	

**Tabla No. 6: VALORES DE pH DE LAS MUESTRAS DE ORINA DE ESTUDIANTES SIN RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Valor de pH
1	
2	

- ✓ Proceda a comparar los resultados de las dos tablas. Discuta los resultados con su instructor(a). Explique brevemente sus hallazgos.

---

---

---

### 3.3.3.2.-Determinación de Glucosa de la muestra de orina:

Para la determinación de la presencia o no de glucosa en una muestra de orina (glucosuria) puede Ud. utilizar un glucómetro o tiras reactivas Combur-Test. Utilizaremos éstas últimas en la práctica. En condiciones fisiológicas, **NO debe aparecer glucosa en orina**. Retire del envase un par de tiras reactivas. En una muestra de orina de cada subgrupo sumerja la tira reactiva, espere unos 5 segundos y retire la misma. Una vez retirada la tira reactiva del contacto con la orina, espere unos 30 segundos y observe si hubo algún cambio en el color en el segmento de la tira reactiva correspondiente a la medición de glucosa; compare ahora con los colores que aparecen impresos en el envase. Anote sus resultados en las tablas No. 7 y 8.

**Tabla No. 7: PRESENCIA DE GLUCOSA EN MUESTRAS DE ORINA DE ESTUDIANTES CON RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Presencia de glucosa
1	+      -
2	+      -

**Tabla No. 8: PRESENCIA DE GLUCOSA EN LAS MUESTRAS DE ORINA DE ESTUDIANTES SIN RÉGIMEN DE RESTRICCIÓN HÍDRICA**

Estudiante	Presencia de glucosa
1	+      -
2	+      -

- ✓ Proceda a comparar los resultados de las dos tablas. Discuta los resultados con su instructor(a). Explique brevemente sus hallazgos.

---

---

---

---

### 3.3.3.3.- Análisis del VOLUMEN de las muestras de orina:

Regrese brevemente a las tablas No. 1 y 2 y observe los volúmenes de orina recolectados en cada subgrupo. Anote nuevamente los valores en la siguiente tabla.

**Tabla No. 9: VOLÚMENES DE ORINA RECOLECTADAS EN LOS DOS SUBGRUPOS**

Estudiante	1	2
Volumen de orina en estudiantes con restricción hídrica (ml)		
Volumen de orina en estudiantes sin restricción hídrica (ml)		

- ✓ Proceda a comparar los resultados de los dos subgrupos. Discuta los mismos con su instructor (a). Explique brevemente sus hallazgos.
- ✓ Relacione el volumen de orina de cada una de las muestras con la cantidad de líquido ingerido.

---

---

---

---

---

- ✓ Ahora relacione los volúmenes de orina con la acción de la Hormona Antidiurética (HAD) o Vasopresina. Anote sus conclusiones.

---

---

---

---

---

### 3.3.3.4.- Análisis de la DENSIDAD de las muestras de orina:

En dos cilindros no graduados, proceda a colocar una parte de la muestra de orina de cada subgrupo hasta llenarlos aproximadamente 3 cm por debajo de su borde. Revise que no se

formen burbujas ni espuma. El técnico de laboratorio le facilitará un densitómetro urinario (urinómetro), un instrumento de vidrio con una parte inferior ancha de contenido naranja y una parte superior delgada con una escala numérica (sobre 1000) en su interior. Generalmente está ajustado para realizar la determinación a 20°C (se puede, para mayor exactitud, añadir 0.001 unidades por cada 3°C por encima de la temperatura óptima). Con mucho cuidado, retírelo de su estuche y manipúlelo con delicadeza. Sujete el densitómetro por su parte superior e introdúzcalo muy lentamente en la muestra contenida en el cilindro no graduado haciéndolo girar simultáneamente sobre sí mismo cuidando que no roce con las paredes del cilindro de vidrio ni con el fondo del mismo. **GRACIAS POR CUIDAR EL INSTRUMENTO. ES PARA TU USO.**

Al detenerse de girar, observe hasta que nivel alcanzó la escala numérica cubierto por la orina (leer en el plano correspondiente al fondo del menisco). Dicha lectura corresponderá a la **DENSIDAD URINARIA**. La densidad urinaria oscila entre 1.010 y 1.030. Retire con sumo cuidado el densitómetro y entréguelo al técnico de laboratorio para su limpieza. Anote sus observaciones en la siguiente tabla:

**Tabla No. 10: DENSIDAD DE LAS MUESTRAS DE ORINA RECOLECTADAS EN LOS DOS SUBGRUPOS**

<b>Estudiante</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Densidad de la orina en estudiantes con restricción hídrica</b>		
<b>Densidad de la orina en estudiantes sin restricción hídrica</b>		

- ✓ Proceda a comparar los resultados de los dos subgrupos. Discuta los mismos con su instructor (a). Explique brevemente sus hallazgos.

---



---



---

- ✓ Relacione la densidad de cada muestra de orina con la cantidad de líquido ingerido:

---



---



---

### Datos de interés general:

La densidad de un fluido, por razonamiento biofísico, es la relación que existe entre el peso (P) y el volumen (V) de ese fluido:

$$D = P / V$$

### Ejercicio práctico de interés:

Se puede, con simples datos obtenidos por análisis de laboratorio, calcular la DEPURACIÓN DE AGUA LIBRE (*Clearance* de agua libre) de un individuo.

- La Depuración de Agua Libre se define como el agua “destilada”, libre de solutos (agua sin solutos). Representa la intensidad con la que se excreta agua libre de solutos en los riñones.
- En la nefrona se origina en los segmentos diluyentes (segmentos impermeables al agua, rama gruesa ascendente de Henle y porción inicial túbulo distal).
- Su medición es importante para evaluar la capacidad del riñón para diluir o concentrar la orina.
- Fórmula para calcularla:

$$C_{H_2O} = V - C_{osm} \quad (\text{en: ml/min})$$

Donde:

$$C_{osm} = \frac{[O]_{osm} \times V}{[P]_{osm}}$$

{

- [O]<sub>osm</sub>: Osmolaridad urinaria
- [P]<sub>osm</sub>: Osmolaridad plasmática
- V: Volumen minuto urinario

### **¿Qué datos necesitamos?**

Supóngase que el *Clearance* o Depuración osmolar de agua ( $C_{osm}$ ) fue de 2 ml/min en los individuos de los dos subgrupos y el volumen urinario por minuto (V) en el subgrupo 1 (individuos con régimen con restricción hídrica) fue de 0,75 ml/min y en el subgrupo 2 (individuos con régimen sin restricción hídrica) fue de 10 ml/min, Ud puede calcular el valor de DEPURACIÓN DE AGUA LIBRE. Calcule.

Tenga en cuenta los siguientes parámetros:

**Si:**

***CH<sub>2</sub>O = 0... no se excreta agua libre de solutos. La orina es isosmótica con el plasma (condición poco frecuente).***

***CH<sub>2</sub>O será Positiva cuando se produce orina hiposmótica.***

***CH<sub>2</sub>O será Negativa cuando se produce orina hiperosmótica.***

Esto indica que, siempre que la osmolaridad de la orina sea mayor a la del plasma, el clearance de agua libre será **negativo**, lo que indica que se está conservando agua.

- ✓ Ahora analice y discuta sus conclusiones sobre las relaciones existentes entre densidad, osmolaridad, clearance osmolar y clearance de agua libre en un individuo con o sin restricción hídrica o acuosa.
- 
- 

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

.-Constanzo L. Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2014.

.- Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. Decimosegunda Edición. Editorial Elsevier-Saunders; 2011.

.- Fernández N. Manual de Laboratorio de Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill; 2011.

## **CONCLUSIONES DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA:**

A continuación, y con sus propias palabras, proceda a elaborar las principales conclusiones obtenidas de la experiencia efectuada en el laboratorio. Esta actividad la puede realizar posterior a la práctica. Reflexione y piense sobre los datos obtenidos y como puede aplicar los conocimientos adquiridos en esta actividad en su práctica como profesional de la enfermería.

---

### **GUIA DE AUTOEVALUACIÓN POST-LABORATORIO**

- 1.- Enumere en orden las partes de la nefrona.
- 2.- Mencione las acciones de la Hormona antidiurética (Vasopresina) a nivel de los túbulos renales.
- 3.- Esquematice los eventos que ocurren a nivel del organismo a partir de un régimen de restricción hídrica.
- 4.- Esquematice los eventos que ocurren a nivel del organismo a partir de un régimen de hiperingesta hídrica.
- 5.- Mencione donde y bajo qué mecanismos se reabsorbe la glucosa a nivel renal.
- 6.- ¿Porque es importante la valoración del pH urinario?
- 7.- Nombre los requisitos necesarios para la producción renal de orina concentrada.
- 8.- Nombre los requisitos necesarios para la producción renal de orina diluida.
- 9.- Calcule la depuración de agua libre de un sujeto que presenta:  $V = 12\text{ml/min}$ ,  $\text{Osm Urinaria} = 80\text{ mOsm/L}$  y  $\text{Osm Plasmática} = 290\text{ mOsm/L}$ .
- 10.- De acuerdo a sus conocimientos, diga que significa un resultado de  $\text{CH}_2\text{O}$  positivo.
- 11.- De acuerdo a sus conocimientos, diga que significa un resultado de  $\text{CH}_2\text{O}$  negativo.

## PRUEBA DE TOLERANCIA ORAL A LA GLUCOSA

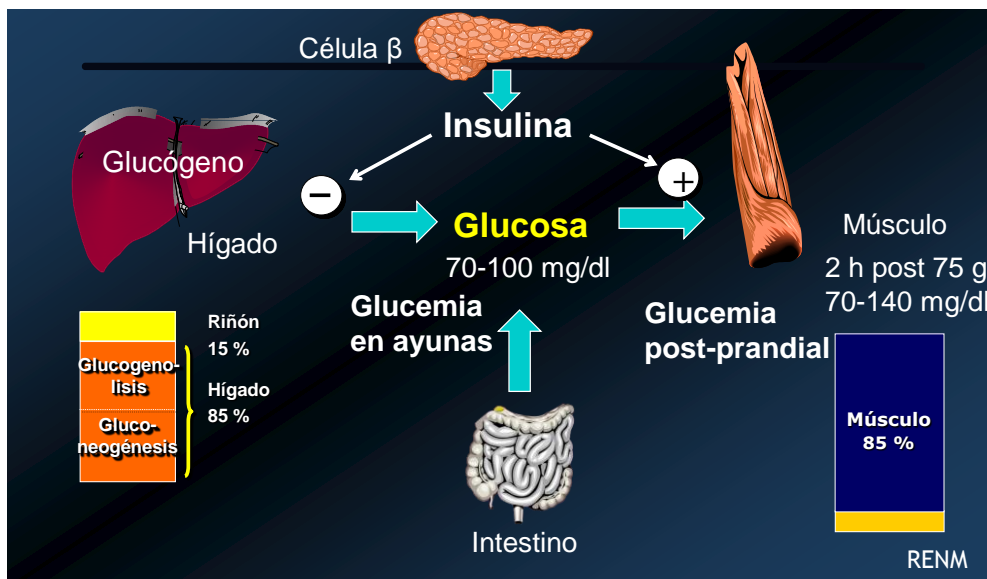
### PRESENTACIÓN

La presente guía constituye la séptima actividad práctica (Unidad IX – Fisiología del Sistema Endocrino-Reproductor) de la asignatura Fisiología del Programa de Enfermería. Por medio de esta actividad se pretende que el estudiante comprenda los mecanismos homeostáticos que regulan los niveles de glucosa sanguínea.

### INTRODUCCIÓN

Los niveles de glucosa sanguínea son finamente regulados por mecanismos neurales y hormonales. En ayunas, los niveles de glucemia dependen fundamentalmente de la producción hepática (endógena) de glucosa (85%). De este modo, los niveles de glucemia en ayunas deben permanecer entre 70 y 100 mg/dl después de 8 horas de ayuno. Si un individuo ingiere una comida rica en carbohidratos, la glucosa que es absorbida a nivel de intestino delgado ingresa a la circulación sanguínea y, en segundos, estimula una rápida secreción de insulina por parte de las células  $\beta$ -pancreáticas (páncreas endocrino). Del mismo modo, se produce una supresión de la secreción de glucagón por parte de las células  $\alpha$  del páncreas. La insulina promueve la captación de glucosa por las células hepáticas, adiposas y principalmente del tejido muscular (85%) para su posterior utilización. De este modo, los niveles de glucemia regresan a los valores normales. Se establece como normal que 2 horas después de una carga de 75 gramos de glucosa anhidra, los niveles de glucemia deben estar entre 70 y 140 mg/dl (Figura 1).





**Figura No. 1**  
Regulación de la glucemia plasmática

### Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa (PTOG)

La PTOG es una prueba que mide la capacidad del organismo para regular los niveles sanguíneos de glucosa. Es utilizada para establecer el diagnóstico de prediabetes o de diabetes mellitus. También es utilizada para el diagnóstico de hipoglicemia reactiva (niveles 2 horas después de la carga de glucosa < 70 mg/dl).

Para realizar la PTOG, luego de 8 horas de ayuno nocturno, se toma la muestra de sangre para medir los niveles de glucemia basal (ayunas). Posteriormente, el sujeto debe ingerir una carga de 75 gramos de glucosa anhidra disuelta en agua tal y como lo establece la Organización Mundial de la Salud. Esta solución debe ser ingerida en un lapso de 5 minutos. Dos horas después, se toma una segunda muestra de sangre para medir los niveles de glucemia post-carga.

#### 1.-OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

Al finalizar la práctica el estudiante deberá estar en capacidad de:

- .-Evaluar los mecanismos de control homeostáticos de los niveles circulantes de glucosa en sangre.
- .-Comprender los mecanismos de liberación y acción de la insulina.
- .-Conocer los métodos para determinar los niveles de glucosa en sangre y orina.

.-Realizar una prueba de tolerancia oral a la glucosa.

.-Leer e interpretar una prueba de tolerancia oral a la glucosa.

## **2.-MATERIAL REQUERIDO PARA LA EXPERIENCIA PRÁCTICA:**

Glucómetro digital portátil, lancetas estériles, algodón, alcohol isopropílico, soluciones glucosadas preparadas (Glicolab), vasos plásticos desechables, pizarra acrílica, marcadores.

## **3.-MANIOBRAS EXPERIMENTALES:**

1.-Se seleccionará con antelación un voluntario(a) en cada subgrupo para la obtención de las muestras de sangre (*que no hayan sido debidamente diagnosticados como diabéticos con anterioridad*).

2.-El voluntario(a) seleccionado(a) deberán cumplir un ayuno riguroso por lo menos de 8 horas la noche anterior a la realización de la práctica. Para esto:

**GRUPO A:** El voluntario(a) no deberá ingerir alimentos después de las 6 am del día de la práctica. Sólo podrá ingerir agua.

**GRUPO B:** El voluntario(a) no deberá ingerir alimentos después de las 10 pm del día previo a la práctica. Sólo podrá ingerir agua.

3.- Al momento de llegar al laboratorio a cada voluntario(a) se le realizará una prueba de glicemia basal en ayunas, la cual se realizará pinchando la yema de un dedo con una lanceta estéril. La muestra será medida en un glucómetro digital. Anotar la hora de la toma de la muestra y el valor de glicemia obtenido.

4.-Preparar la solución glucosada que será ingerida por cada voluntario(a): 75 gramos de glucosa en aproximadamente 300 cc de agua potable fría. Puede utilizarse soluciones comerciales preparadas (Glicolab).

5.-Indicar al voluntario(a) que ingiera la solución en un tiempo no mayor de 5 minutos y comience a contar el tiempo a partir de que ingiera la totalidad de la solución.

6.-Procédase a obtener muestras de sangre de la yema de los dedos a los 60 y 120

minutos de ingerida la solución. Medir los niveles de glicemia con el glucómetro digital.

7.-Anote los resultados obtenidos y gráfíquelos

Cabe mencionar que en la prueba de tolerancia oral a la glucosa los niveles de glucosa deben medirse en el laboratorio. Con fines didácticos, en la práctica serán medidos con un glucómetro y se medirá 1 punto adicional a los 60 minutos. Este valor a los 60 minutos NO debe ser solicitado para establecer el diagnostico de prediabetes o diabetes mellitus ya que no hay valores normales establecidos y no es necesario medirlo. En la práctica, lo mediremos para observar y graficar el ascenso de la glucemia después de ingerir la carga de glucosa y su posterior descenso al rango normal.

#### 4.-RESULTADOS OBTENIDOS-DISCUSIÓN:

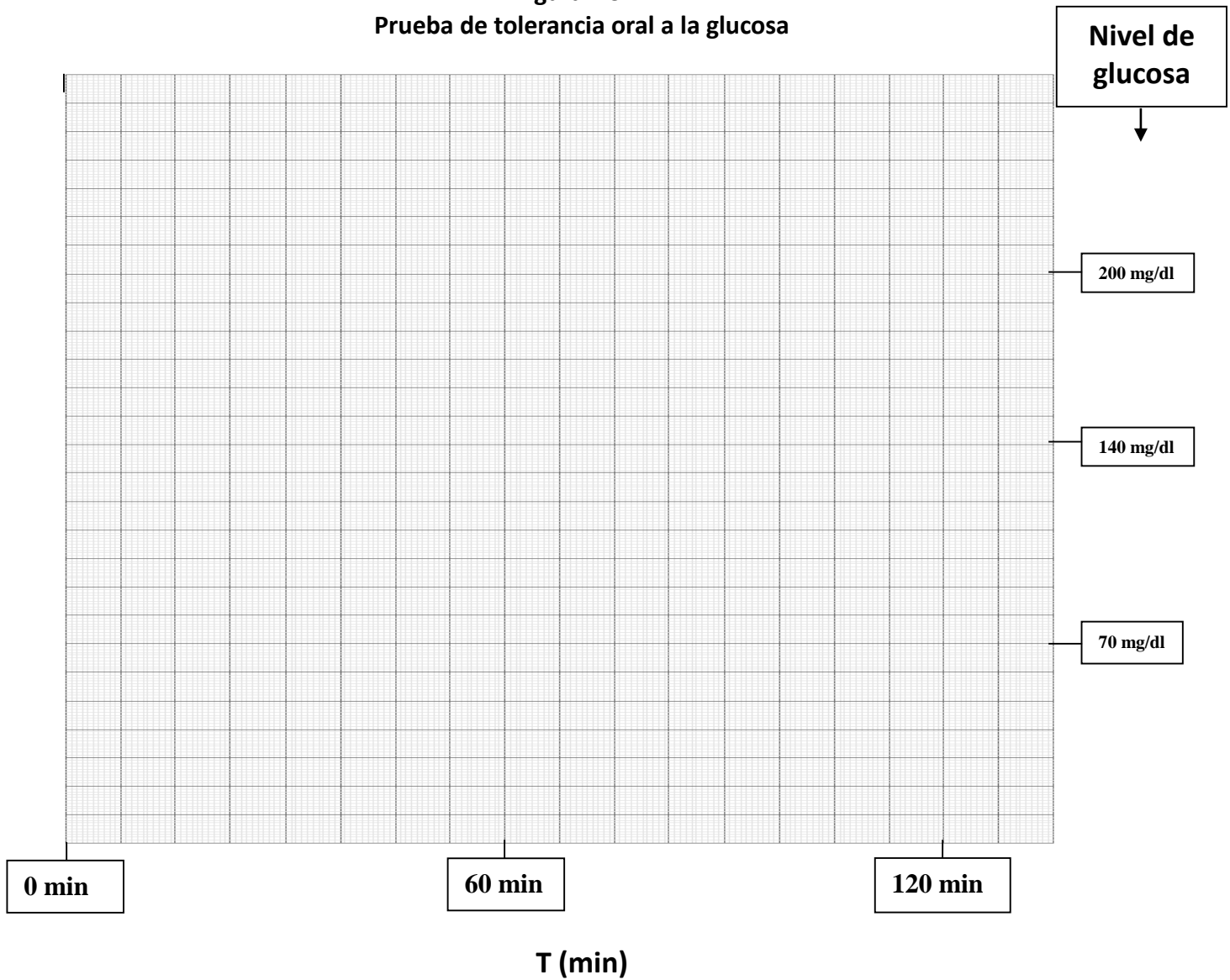
**Tabla No. 1**

**VALORES OBTENIDOS DE GLICEMIA**

	<b>Glicemia en ayunas (mg/dl)</b>	<b>Glicemia a los 60 min (mg/dl)*</b>	<b>Glicemia a los 120 min (mg/dl)</b>
<b>1</b>			

(\*) NO necesaria en la práctica clínica

**Figura No. 2**  
**Prueba de tolerancia oral a la glucosa**



**Interpretación de los resultados obtenidos:**

Niveles elevados de glucosa en sangre suelen indicar diabetes mellitus, pero existen muchas otras situaciones y enfermedades que pueden también causar aumento de glucosa en sangre. En las tablas No. 2 y 3 se resumen el significado de los resultados obtenidos basado en las recomendaciones de la American Diabetes Association (2017).

**Tabla No. 2**

<b>Glicemia en ayunas</b>	
De 70 a 99 mg/dL(3.9 a 5.5 mmol/L)	<b>Tolerancia normal a la glucosa</b>
De 100 a 125 mg/dL(5.6 a 6.9 mmol/L)	<b>Glucemia en ayunas alterada (prediabetes)</b>
$\geq 126$ mg/dL(7.0 mmol/L) <b>en más de una ocasión</b>	<b>Diabetes mellitus</b>

**\*ayuno se define como la ausencia de consumo de calorías de al menos 8 horas**

**Tabla No. 3**

<b>Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa (PTOG)</b> [exceptuando embarazo] (2 horas después de una bebida de 75 gramos de glucosa anhidra)	
< 140 mg/dL (7.8 mmol/L)	<b>Tolerancia normal a la glucosa</b>
De 140 a 199 mg/dL (7.8 a 11mmol/L)	<b>Tolerancia a la glucosa alterada (prediabetes)</b>
$\geq 200$ mg/dL( $\geq 11.1$ mmol/L) <b>en más de una ocasión</b>	<b>Diabetes mellitus</b>

**Análisis y Discusión de los Resultados:**

- a) Mencione el lugar del tubo intestinal donde se absorbe la glucosa ingerida y cuál es su mecanismo básico de absorción. Puede utilizar esquemas o dibujos.
- b) Indique el lugar de producción de la insulina.
- c) ¿Cómo actúa la insulina una vez liberada a la circulación sanguínea? ¿Qué acción tiene a nivel de hígado y músculo?
- d) Explique cómo actúa la insulina a nivel de la membrana plasmática celular para producir la entrada de glucosa a la misma.
- e) Con base a los resultados obtenidos, Ud. graficó la curva de Tolerancia Oral a la Glucosa en tres diferentes tiempos. Analice el gráfico y discuta con su instructor(a) y el resto del grupo las implicaciones y consecuencias fisiológicas derivadas del mismo. Brevemente anote los comentarios más importantes.
- f) Explique la razón del incremento y posterior decremento de la glicemia en la curva de Tolerancia Oral a la Glucosa y discuta las hormonas que pudieran estar implicadas en este efecto fisiológico.
- g) ¿Qué situaciones podrían alterar los resultados dando falsos positivos o falsos negativos?
- h) ¿Con los resultados obtenidos, podría Ud. indicar si los (las) voluntarios(as) participantes en el ensayo son sujetos sanos o padecen alguna alteración de la regulación de la glucosa? Razone su respuesta.

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- .-Constanzo L. Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2014.
- .-Guyton A, Hall J. Textbook of Medical Physiology. Decimotercera Edición. Editorial Elsevier-Saunders. 2016.
- .- Ganong W. Fisiología Médica. 24va edición. Editorial Interamericana. 2013.
- .- Fernández N. Manual de Laboratorio de Fisiología. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill; 2011.
- .- American Diabetes Association. Diabetes Care 2017; 40(1): S11-S24.

## **CONCLUSIONES DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA:**

A continuación y con sus propias palabras proceda a elaborar las principales conclusiones obtenidas de la experiencia efectuada en el laboratorio. Esta actividad la puede realizar posterior a la práctica. Reflexione y piense sobre los datos obtenidos y la importancia de las exploraciones efectuadas. Para su futuro profesional: ¿Cuál sería la importancia de tales experiencias?, ¿Qué lograría con ellas?



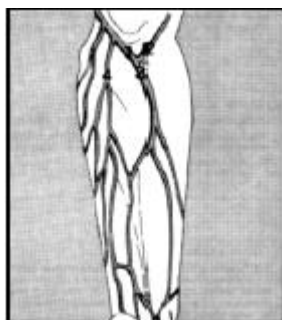


## **TOMA DE UNA MUESTRA DE SANGRE VENOSA**

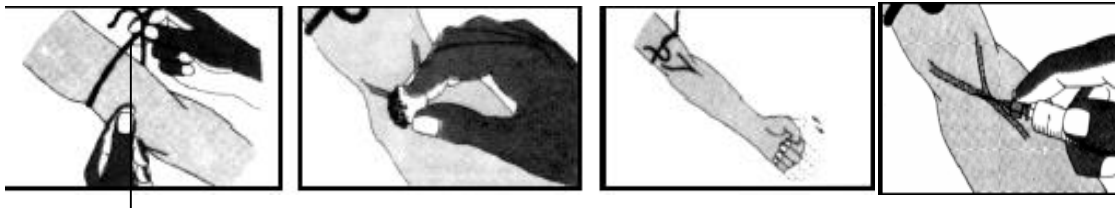
Para la toma de una muestra de sangre por lo general se utiliza una de las venas del pliegue del codo. Ya ha visto en los laboratorios clínicos cómo lo hacen; hoy le tocará hacerlo a Ud. Verifique que todos los elementos o insumos estén listos y a la mano. Colóquese guantes desechables ya que se trabajará con muestras o fluidos orgánicos.

El voluntario(a) deberá estar sentado cómodamente o acostado si es posible. Coloque el torniquete de goma unos 3 a 4 dedos por encima del pliegue del codo y sujete con un medio nudo pero en forma suave. Limpie la zona de extracción con alcohol isopropílico. El (la) donante deberá abrir y cerrar la mano durante unos segundos y luego la mantendrá cerrada para así lograr visualizar mejor las venas del codo. Recuerde que la aguja de la jeringa deberá tener el bisel hacia arriba. Ahora coloque la aguja en dirección paralela a la vena, perforando la piel y penetrando la vena con suavidad.

Aspire ahora la jeringa hasta el volumen necesario para la actividad. Retire el torniquete e indique al (la) donante que deje de apretar el puño. Coloque una torunda de algodón seco sobre de la zona de punción posterior al retiro de la aguja. Deje correr lentamente la sangre por los bordes de un tubo de ensayo (o un vial) que contenga un anticoagulante por lo general heparina (0,5 ml serán suficientes). Agite con suavidad y en círculos el tubo de ensayo para homogenizar mejor la muestra de sangre con la heparina.



**Venas de la fosa cubital (pliegue del codo)**



Tiene que tener presente que la muestra de sangre puede tomarse de distintas zonas del cuerpo: capilar o periférica, venosa y rara vez, arterial. Al tomar una muestra de sangre, ésta se utiliza para valorar distintos parámetros fisiológicos de nuestro sistema corporal. La muestra a analizar puede ser la sangre total o una fracción de la misma (plasma o suero).

La sangre capilar o periférica se obtiene por lo general de las yemas de los dedos, borde del lóbulo de la oreja y del talón (sobre todo en niños muy pequeños). Debe tener en cuenta que muchos parámetros a medir pueden variar al tomar una muestra de sangre arterial comparada con una venosa. Para tomas de muestras venosas es preferible utilizar agujas o scalpels de calibre 21 para adultos y calibre 22 para niños y neonatos.

**LUGARES ANATÓMICOS DE EXPLORACIÓN DE LOS PULSOS**

**ARTERIALES PERIFÉRICOS**



Pulso arterial carotideo



Pulso arterial humeral



Pulso arterial radial



Pulso arterial cubital



Pulso arterial femoral



Pulso arterial poplíteo



Pulso arterial pedio



Pulso tibial posterior

## EL USO DE LOS PROGRAMAS SIMULADORES

### EN LA FISIOLÓGÍA MÉDICA

Hoy en día es posible mejorar la definición convencional de una alternativa. Los desarrollos en la tecnología y en el pensamiento ético y los ejemplos creativos para reemplazar el uso de animales alcanzado en todas las disciplinas de las ciencias de la vida colaboran con dicha mejora. Específicamente, la definición de alternativas dentro de la educación se puede hacer más rigurosa para que incluya solamente alternativas de reemplazo y puede ser ampliada para incluir enfoques que impliquen un trabajo imparcial o beneficioso con animales individuales. Tal definición va más allá de la reducción, reemplazo y refinamiento de los experimentos con animales. Es más apropiado para la naturaleza del conocimiento y la adquisición de técnicas dentro de la educación de la ciencias biológicas y refleja las posibilidades y oportunidades actuales para el reemplazo.

Consecuentemente, las alternativas son soportes educativos humanitarios y enfoques pedagógicos que pueden reemplazar el uso de animales o pueden complementar la educación humanitaria. Son usadas típicamente en combinación para alcanzar los objetivos pedagógicos existentes y proporcionar otros resultados pedagógicos que no se pueden obtener a través de experimentos con animales. Éstas incluyen películas y videos, modelos, maniqués y simuladores, simulación por computadora en multimedia, cadáveres y tejidos de animales obtenidos de fuentes éticas, trabajo clínico con pacientes y voluntarios, auto-experimentación por parte del estudiante, laboratorios in-vitro y finalmente estudios de campo.

La reciente tecnología digital presenta nuevas oportunidades para desarrollar creativamente y maximizar el potencial de los recursos pedagógicos basados en videos en conjunción con software de computadora. La digitalización de videos es sencilla y de bajo costo. La edición de videos digitales, incluyendo la incorporación de comentarios auditivos, fotos y gráficos, su copia y distribución, pueden lograrse con un hardware de computadora común, el

software adecuado y técnicas informáticas básicas. La digitalización permite acceder rápidamente a video-clips y usarlos con facilidad durante una conferencia o laboratorio práctico y se pueden proporcionar las copias vía Internet. El uso creativo de esta tecnología puede proporcionar un soporte para un aprendizaje altamente efectivo.

### ***Modelos, maniqués y simuladores***

Estas alternativas que no usan animales incluyen tanto objetos sintéticos para capacitación diseñados para simular órganos, miembros o animales completos, como aparatos para la capacitación y simulación de funciones fisiológicas o técnicas y escenarios clínicos. Los términos descriptivos se usan flexiblemente y a veces de manera intercambiable. En general, 'modelos' se refiere a objetos diseñados para observar la estructura anatómica; los 'maniqués', o a veces los 'simuladores', son representaciones reales de animales o seres humanos diseñados para la capacitación de técnicas clínicas y los "simuladores" son herramientas para la práctica de técnicas clínicas, cirugía y cuidado crítico, e incluyen maniqués computarizados, dispositivos de capacitación quirúrgica e instructores de suturas.

Los modelos plásticos de animales que muestran sus estructuras internas son comúnmente usados para la enseñanza de la morfología en todo el mundo. Por ejemplo, a través de la plastinación, se puede hacer la disección de cadáveres de animales verdaderos y preservarlos. Dentro de la ortopedia en medicina humana y veterinaria, comúnmente se usan huesos de plástico para ilustrar fracturas.

Se pueden usar simuladores sencillos y de bajo costo para la práctica efectiva de las técnicas psicomotoras y clínicas tales como coordinación ojo-mano o visual-manual, manejo de instrumentos y suturas. Los simuladores de piel y órganos huecos, los simuladores de anastomosis intestinal, instructores de microcirugía y otros están hechos de plásticos o látex especialmente preparados para simular de manera realista los tejidos u órganos relevantes. Por ejemplo, patologías tales como quistes pueden ser incluidas en ciertos simuladores para practicar la extirpación. Incluso las cámaras de las llantas para bicicletas son a veces usadas como equipo práctico apropiado para el nivel básico en la adquisición de técnicas.

### ***Simuladores dinámicos***

Un simulador quirúrgico que se usa para la capacitación de la cirugía mínimamente invasiva puede abarcar órganos de animales obtenidos de fuentes éticas, sobre los cuales se realice la perfusión y la práctica. Otro bajo desarrollo, usa la perfusión en un cadáver de un ser humano obtenido de fuentes éticas, o parte del mismo para proporcionar una alternativa realista a la cirugía en seres vivos. Se llenan las venas y arterias dinámicamente de un líquido teñido con una bomba especialmente diseñada. Ésta también aplica una presión pulsante que puede transmitirse a los vasos, y por ende simula confiablemente el árbol vascular, todo dentro de un sistema cerrado. Se puede realizar disecciones y una variedad de enfoques quirúrgicos y micro-quirúrgicos tales como suturas vasculares, anastomosis y reparación, aplicaciones de grapas para aneurismas, resección de parenquima interno, manejo del sangrado, y procedimientos endoscópicos. Consecuentemente, se puede practicar una cirugía realista y potencialmente aplicar la técnica a fuentes conformadas por cadáveres de seres humanos y de animales.

Otros simuladores incluyen aparatos contruidos por profesores para ilustrar procesos dinámicos tales como la fisiología de la circulación. Pueden ser fácilmente creados usando recursos básicos de laboratorio tales como bombas, tuberías, válvulas y líquidos teñidos o pueden ser simuladores de circuito electrónico para la ilustración de procesos neurofisiológicos.

### ***Simulación por computadora en multimedia***

La aparición y aplicación de tecnologías informáticas han revolucionado la ciencia y la sociedad en su conjunto. Los procesadores de alta velocidad y los poderosos software han transformado el modo en que se recopila y se procesa la información, cómo se moldean y explican los procesos biológicos y cómo se transfiere el conocimiento. Las oportunidades asociadas con el desarrollo de la tecnología basada en la informática que contribuyen a una efectiva educación de las ciencias de la vida han crecido de manera exponencial en la última década. La Internet y el software multimedia disponible en CD-ROM y DVD desempeñan impactantes papeles en muchas universidades y tienen aplicaciones en laboratorios y conferencias, clases individuales y proyectos que pueden ir desde disecciones virtuales y

experimentos en laboratorios bien equipados los cuales los alumnos pueden realizar en un monitor, hasta simulaciones completas de realidad virtual de técnicas clínicas con estructuras táctiles, las posibilidades del aprendizaje asistido por computadora están limitadas sólo por fronteras técnicas e imaginativas.

Mientras que las primeras simulaciones por computadora no eran más que libros de texto en disco, los programas interactivos multimedia de hoy integran un laboratorio virtual, imágenes fotográficas y gráficos en 3D, video clips, e información textual para mejorar significativamente la calidad y profundidad del aprendizaje. Creado por profesores para cumplir mejor con los objetivos de enseñanza de cursos específicos, estos paquetes diseñados profesionalmente pueden facilitar la habilidad de los alumnos para visualizar y comprender estructuras y procesos, experimentar y aprender estrategias para resolver problemas, y obtener una serie de otras técnicas sin la necesidad de sacrificar animales, lo cual es antiético.

## ENLACES ELECTRÓNICOS DE INTERÉS

- .- <http://www.ucla.edu.ve/>Página web de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.
- .- <http://www.ucla.edu.ve/dmedicin/DEPARTAMENTOS/fisiologia/default.htm/>Página web de la Sección de Fisiología.
- .-<http://www.biologia.arizona.edu/>Recursos interactivos en línea para aprender Biología.
- .- <http://www.cellsalive.com/>Página web donde pueden encontrarse imágenes de células vivas y otros organismos muy útiles para campos como la educación y la investigación biomédica.
- .- <http://www.investigacion.fcs.uc.edu.ve/>Página web de la Universidad de Carabobo donde se encuentran disponibles múltiples simuladores.
- .- <http://www.physiologyeducation.org/>Página en inglés sobre cómo aprender a estudiar Fisiología.
- .- [http://wps.aw.com/bc\\_physioex\\_6/](http://wps.aw.com/bc_physioex_6/)Demo del simulador Physioex.6.
- .- <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/materiales-de-clase/>Temas de Fisiología Humana.

☞ Para enlazarse con la respectiva página Web hacer: Ctrl+clic para seguir el vínculo.