



CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
RAFAEL NÚÑEZ
PARA QUE TU DESARROLLO CONTINÚE SU MARCHA

PRÁCTICAS DE BIOFÍSICA

I semestre

Carlos Alberto Aníbal Hernández

Médico – Especialista en Gestión del Riesgo Laboral

Neyder Contreras Puentes

Químico Farmacéutico – M.Sc. Ciencias Farmacéuticas

Hugo Corrales Santander

Médico - M.Sc. Toxicología

Facultad de Ciencias de la Salud

Programa de Medicina





© **Corporación Universitaria Rafael Núñez**
Institución Universitaria | Vigilada Mineducación
2019
Hecho en Colombia

Rector

Miguel Ángel Henríquez López

Vicerrector General

Miguel Henríquez Emiliani

Vicerrectora Académica

Patricia De Moya Carazo

Vicerrector Administrativo y Financiero

Nicolás Arrázola Merlano

Directora Institucional de la Calidad

Rosario López Guerrero

Directora de Investigación

Judith Herrera Hernández

Director programa de Medicina

Heliana Padilla Santos

Mónica Rocha Carrascal

Director de Biblioteca Miguel Henríquez Castañeda-Cartagena

Luis Fernando Rodríguez L.

Revisión técnica disciplinar

Heliana Padilla Santos

Revisión y corrección de estilo

Raúl Padrón Villafañe

Autor

Carlos Alberto Aníbal Hernández

Neyder Contreras Puentes

Hugo Corrales Santander



TABLA DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN GENERAL.....	4
NORMAS GENERALES DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO.....	5
PLAN DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE.....	6
MATERIALES PARA TODAS LAS CLASES.....	7
PRÁCTICA N° 1. MEDIDAS Y CÁLCULOS BÁSICOS EN BIOFÍSICA.....	9
PRÁCTICA N° 2. CÁLCULO DE CONCENTRACIONES Y CÁLCULO DE DOSIS.....	19
PRÁCTICA N° 3. MEDICIÓN Y ANTROPOMETRÍA.....	27
PRÁCTICA N° 4. DETERMINACIÓN DEL ESTIMULO UMBRAL SIN REGISTRO.....	41
PRÁCTICA N° 5. REGULACIÓN VOLUNTARIA DE LA FUERZA DE CONTRACCIÓN.....	47
PRÁCTICA N° 6. REFLEJOS	53
PRÁCTICA N° 7. SENSIBILIDAD GENERAL EN EL HOMBRE.....	58
PRÁCTICA N° 8. CALOR Y TEMPERATURA.....	64
PRÁCTICA N° 9. VISIÓN.....	72
PRÁCTICA N° 10. SONIDO Y AUDICIÓN.....	77
PRÁCTICA N° 11. PRESIÓN ARTERIAL.....	82
PRÁCTICA N° 12. REGISTRO ELECTROCARDIOGRÁFICO.....	89
PRÁCTICA N° 13. CORRELACIÓN PULSO-FONOCARDIOGRAMA- ELECTROCARDIOGRAMA.....	96
PRÁCTICA N° 14. PRINCIPIOS DE IMAGENES DIAGNÓSTICAS.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	112



PRESENTACIÓN GENERAL

El estudio de la biofísica médica forma parte de las asignaturas básicas e imprescindibles en la formación de los profesionales de la salud; sin embargo, las competencias actuales para estos profesionales exigen, no sólo el conocimiento de la biofísica, sino también su interrelación con otras asignaturas del currículo académico, propiciando el aprendizaje significativo y autónomo que permita asegurar la aplicación de los contenidos teóricos al quehacer clínico, de forma razonada y asertiva.

Las acciones del profesional de la salud deben estar fundamentadas en sus conocimientos científicos y técnicos en el campo de las ciencias básicas médicas y humanísticas de forma interrelacionada, lo que implica ir más allá del aprendizaje de contenidos puros, lo cual obliga a reevaluar los proyectos de docencia y a generar materiales que sirvan de apoyo al estudiante en el camino por alcanzar sus metas de formación integral.

El propósito del presente texto es entregar al estudiante unos métodos prácticos que le permitan el afianzamiento de los conocimientos teóricos, a la vez que adquieren y/o fortalecen conocimientos científicos y técnicos relacionados con la biofísica médica. Para ello se ha direccionado de herramientas textuales que permitan la descripción de bitácoras de procedimientos que permita la consecución de resultados afianzados y el desarrollo independiente del estudiante. Los temas propuestos fueron seleccionados con el fin de entregar al estudiante un material útil en su práctica clínica. La metodología que se emplea pretende que el estudiante aprenda a realizar y a interpretar los procedimientos clínicos, con base científica y no de forma empírica, identificando y controlando las condiciones bio-psico-sociales y ambientales que pueden afectar sus resultados. Al final de cada guía se incluyen elementos para la auto-evaluación de conocimientos adquiridos y para la profundización de estos saberes en otras áreas de uso médico.



NORMAS GENERALES DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO

1. Utilizar siempre los elementos de barrera de protección apropiados según las necesidades: bata, gorro, guantes, tapabocas y gafas etc. Nunca Circular con ropa de calle y/o cambiarse de ropa dentro del Laboratorio.
2. Siempre respetar las señalizaciones de Bioseguridad.
3. Reportar siempre a su docente los accidentes ocurridos en el Laboratorio.
4. Si padece lesiones exudativas o dermatitis debe evitar el contacto con los pacientes y con los equipos de trabajo, hasta que estas sanen.
5. Absténgase de comer, beber o fumar en el laboratorio.
6. No ingresar teléfonos celulares, u otros dispositivos electrónicos a las salas de prácticas (tablets, portátil, etc).
7. Utilizar adecuadamente los equipos y proporcionarles un mantenimiento conveniente y permanente, si un equipo se contamina con una muestra biológica, deberá se descontaminado con hipoclorito de sodio al 7% y luego limpiarlo de acuerdo con las especificaciones del fabricante.



PLAN DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

1. Previamente a la práctica, lea los procedimientos que se va a realizar y prepare todos los aspectos teóricos correspondientes, los materiales y/o muestras necesarias para la ejecución de la misma.
2. Anote cuidadosamente sus resultados: el examen de la práctica, no sólo se limitará a la información proporcionada por el manual o el docente, sino también de sus propias observaciones, investigaciones y deducciones.
3. La práctica debe realizarse en completo orden.
4. Siempre tenga en cuenta las normas de bioseguridad.
5. En la mesa de trabajo sólo debe estar el material necesario para la realización de la práctica, esta debe estar limpia y ordenada. Identifique los materiales que se dan para la realización de la práctica, y familiarícese con su apariencia real. Aprenda el nombre correcto de cada elemento o instrumento, tratando siempre de utilizar la terminología técnica adecuada para referirse a ellos.
6. Los materiales de laboratorio de simulación y los modelos anatómicos deben ser dejados en orden.
7. Practique varias veces el procedimiento y en caso de dudas pregunte a su docente.
8. A medida que vaya recopilando datos, no olvide registrarlos en la hoja preparada para tal fin (Hoja de registro de datos que aparece al final de cada guía), teniendo la precaución de escribir las unidades correspondientes, a cada magnitud física.
9. El informe sobre el experimento, será entregado al profesor, una vez finalizado este. Al final de cada experimento encontrará un cuestionario, el cual resolverá y entregará en la práctica siguiente con las respectivas referencias bibliográficas (libros de consulta y páginas de Internet).



MATERIALES PARA TODAS LAS CLASES

1. Elementos audiovisuales.
2. Pizarrón y textos guías.
3. Sachet de azúcar.
4. Jeringa de 10 cc (o mL).
5. Ampolla de muestra a utilizar.
6. Báscula para adulto.
7. Cinta métrica.
8. Polígrafo: Unidad de Powerlab.
9. Bioamplificador.
10. Electrodo de Registro.
11. Electrodo de Estimulación.
12. Torundas de Algodón
13. Gel conductor de corriente
14. Alcohol.
15. Camilla.
16. Martillo de reflejos.
17. Alfiler.
18. Linterna.
19. Tubos de ensayo.
20. Alfileres de seguridad.
21. Cepillo suave.
22. Llave.
23. Moneda.
24. Termómetro de mercurio.
25. Lámpara de luz.
26. Oftalmoscopio.
27. Tablas de Snellen.
28. Diapasón.



29. Fonendoscopio (estetoscopio).
30. Esfigmomanómetro.
31. Electrocardiógrafo digital.
32. Dispositivo de vídeo.
33. Gasas.
34. Electrodo para registro del electrocardiograma.
35. Estetoscopio electrónico.
36. Transductor de pulso.
37. Negatoscopio.
38. Placas de radiografías.
39. Placas de TAC.
40. Atlas virtual de radiología.
41. Imágenes de ecografías.
42. Imágenes de RMN.



PRÁCTICA N° 1

MEDIDAS Y CÁLCULOS BÁSICOS EN BIOFÍSICA

I. INTRODUCCIÓN

Dosificar o administrarle una dosis correcta de un medicamento prescrito a un paciente es una de las responsabilidades más importantes que debe tener el médico ya que de la forma como se haga dependerá la evolución del enfermo que podría ser según las circunstancias.

Para ello, las matemáticas en medicina juegan un papel muy preponderante y esencial para el buen juicio en el cálculo de las dosis de un medicamento, esto, aplicado a los conocimientos mínimos en Biofísica que van de la mano en la buena práctica médica. En este caso, las matemáticas dejan a un lado los procesos de cálculos difíciles para aquellos estudiantes apáticos de ella y resuelve de manera fácil y rápida para su comprensión un modelo exacto para poder calcular las dosis esenciales a un paciente sin derecho a equivocaciones y amargas experiencias de las buenas prácticas médicas. Por lo anterior, aquí se aplica la REGLA DE TRES, un método fácil de aprender y ameno que puede recrear diversos tipos de ejercicios matemáticos útiles en medicina.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la importancia de las unidades de medidas y cálculos aplicados en biofísica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recordar las medidas de cálculo y conversiones para aplicarlas de manera práctica en el manejo de los medicamentos.
- Realizar operaciones matemáticas para el cálculo de dosis mediante el uso de la regla de tres.



FUNDAMENTO

Masa: la unidad de masa en el Sistema internacional (SI) es el kilogramo (Kg), pero, en Medicina, solo se usará esta unidad cuando se quiera, por ejemplo, expresar el peso de un individuo. También se puede usar para expresar la masa de agua de una solución, pero, por lo general, para indicar cantidades de solutos es más habitual usar gramos (g) o miligramos (mg), por ser unidades más apropiadas.

UNIDAD	SIMBOLO
Kilogramo	kg.
Gramo	g
Miligramo	mg
Microgramo	μg
Nanogramo	ng
Picogramo	pg

Equivalencias

1 Kg	=	1000 g.
1 g	=	1000 mg
1 mg	=	1000 μg
1 mcg	=	1000 ng
1 ng.	=	1000 pg
1 pg	=	1000 fg

Si usted cuenta el número de ceros que hay desde 1 g hasta ng habrá contado nueve (9) por lo tanto 1 g tiene 10^9 ng.

Ejercicio: ¿Cuántos mg hay en 0,2 g?

Solución:

$$\begin{array}{l} 1\text{g} \rightarrow 1000 \text{ mg} \\ 0,2 \text{ g} \rightarrow X \end{array} \quad \frac{1000 \text{ mg} \times 0,2 \text{ g}}{1 \text{ g}} = 200 \text{ mg}$$

1 miligramo (mg) = 1000 microgramos (mcg).

Entonces: 1 kilogramo (kg) = 1.000 gramos (g),

0,001 kilogramo (kg) = 1 gramo (g)

1 miligramo (mg) = 0,001 gramo (g).

1000 miligramos (mg) = 1 gramo (g)

1 microgramo (μg) = 0,000001 gramo (g).



Para convertir gramos en miligramos basta multiplicar por 1000, y para convertir de miligramos a microgramos también hay que multiplicar por 1000.

Para convertir microgramos a miligramos se divide entre 1000, para convertir de miligramos a gramos hay que dividir entre 1000. Como podemos darnos cuenta, para conversión de unidades mayores a unidades menores **se multiplica por 1000**, y de unidades menores a unidades mayores se utiliza la operación inversa, **dividir entre 1000**.

Para la dilución de medicamentos y la obtención de dosis exactas, las potencias o unidades deberán quedar bajo las mismas unidades es decir g en g; mg en mg y mL en mL.

Medidas de capacidad: volumen

La unidad de volumen en el SI es el metro cúbico (m^3), pero resulta más conveniente usar el decímetro cúbico (dm^3) y el centímetro cúbico (cm^3). Estas unidades de volumen deberán ir reemplazando al tradicional litro (L) y mililitro (mL). Una unidad muy usada en Medicina es el decilitro (dL), igual a 100 mL o 100 cm^3 .

UNIDAD	SIMBOLO	Equivalencias		
Litro	L			
Mililitro	mL	Si	1 L =	1000 mL
Microlitro	mcL o μ L	cue	1 mL =	1000 mcL
Nanolitro	nL	nta	1 mcL =	1000 nL
Picolitro	pL	el	1 nL =	1000 pL
Femtolitro	fL		1 pL =	1000 fL

número de ceros desde 1 L hasta femtolitros habrá contado quince (15). Es decir que $1 L = 10^{15}$ (femtolitros). Podemos decir que el volumen del glóbulo rojo es de 90fL o 90×10^{-15} .

$1 \text{ mL} \rightarrow 1000 \text{ mcL}$ $0.5 \text{ mL} \rightarrow X = 500 \text{ mcL}$	$\frac{100 \text{ mcL} \times 0.5 \text{ mL}}{1 \text{ mL}} = 500 \text{ mcL}$
--	--



Combinación de las dos unidades: volumen y masa

Disuelva 3 g de sal en 1 L de agua y diga su concentración por mL

Solución:

$\begin{aligned} 3 \text{ g} &\rightarrow 1000 \text{ mL} \\ X &\rightarrow 500 \text{ mL} \end{aligned}$	$\frac{3 \text{ g} \times 1 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = 0.003 \text{ g/mL}$
---	--

Podemos escribir también 3 mg/mL

1 mL = 1 centímetro cúbico o cm³ (cc). 1 decilitro (dL) = 0,1 litro (L)

UNIDAD	NOTACIÓN
Kilogramo	10^3
Gramo	1
Miligramo	10^{-3}
Microgramo	10^{-6}
Nanogramo	10^{-9}
Picogramo	10^{-12}
Femtogramo	10^{-15}

UNIDAD	NOTACIÓN
	Litros
cm ³	10^{-3}
dm ³	1
Litro	1
Mililitro	10^{-3}
Microlitro	10^{-6}
Nanolitro	10^{-9}
Picolitro	10^{-12}

CÁLCULO DE LA DOSIS

Para saber cuánto medicamento debemos administrar a una persona debemos realizar cálculos matemáticos basados en una fórmula muy sencilla: **LA REGLA DE TRES.**

Por ejemplo, para administrar Penicilina G cristalina de 800.000 UI (unidades internacionales) a un paciente y sabemos que el frasco o vial o ampolla viene rotulado por 1.000.000 UI/mL, ¿cuántos mL debemos colocar a ese paciente?

Por otro lado, es importante tener en cuenta para el cálculo de dosis aspectos claves como:

- La dosis diaria
- La dosis por toma



DOSIS DIARIA

Nos indica la cantidad de medicamento que debe tomar el paciente en 24 horas o día.

Ejemplo. Tomar 2 cápsulas de Ampicilina diarias o al día o en 24 horas.

En este caso se hace necesario que conozcas la cantidad o la presentación del medicamento en este caso Ampicilina (por lo general la ampicilina viene en cápsulas de 500 mg), si conoces este dato entonces deducirás cuántas cápsulas o miligramos debes dar al paciente en 24 horas. Ejemplo: ampicilina cápsulas de 500 mg, tomar dos cápsulas en 24 horas.

Pregunta:

1. ¿Cuántos miligramos (mg) estaría tomando el paciente?
2. ¿A cuántos gramos equivale?

- **Respuesta 1:** si una cápsula de ampicilina tiene 500 mg, 2 cápsulas serán 1000 mg. $500 \text{ mg} + 500 \text{ mg}$.
- **Respuesta 2:** sabemos que 1 gramo equivale a 1000 mg o 1000 mg equivalen a 1 g. ¿De dónde salen los 1000 mg? De la sumatoria de las 2 cápsulas de 500 mg cada una.

$$500\text{mg} + 500\text{mg} = 1000 \text{ mg.}$$

De otra forma usando los decimales: 500 mg es lo mismo decir 0,5 g. Es decir, la mitad de un gramo.

$$\text{Entonces } 0,5 \text{ g} + 0,5 \text{ g} = 1\text{g o } 1000 \text{ mg.}$$

DOSIS POR TOMA

Indica la cantidad de medicamento a administrar por unidad de tiempo, o sea, cuántas = cantidad de medicamento, veces = número de tomas del medicamento, al día= unidad de tiempo, debemos administrar el medicamento.



Ejemplo: Ampicilina 500 mg (0,5g), dar una cápsula cada 6 horas.

Pregunta 1. ¿Cuántas veces al día debes de dar la misma cápsula de 500 mg?

Respuesta 1: 4 veces la misma cápsula de 500 mg al día.

Pero, ¿cómo sabes que son 4 veces al día?

Divide el tiempo, es decir las horas del día = 24 horas y la divides por el número de tomas (cada 6 horas), ósea, 6 horas, ejemplo.

$$\begin{array}{ccc} 24 \text{ horas} / 6 \text{ horas} = 4 \text{ veces} & & \\ \downarrow & & \downarrow \\ \text{Unidad de} & & \text{Cada cuánto Tiempo} \end{array}$$

Estos son algunos ejemplos sencillos pero que ayudan al alumno a orientarse o tener por lo menos el contenido de un análisis para tener en cuenta en los diferentes componentes principales que deben tener en cuenta a la hora de realizar una regla de tres para su mejor entendimiento o comprensión.

REGLA DE TRES

Como su palabra lo dice, proviene de una fórmula matemática que analiza o saca resultados teniendo en cuenta TRES datos básicos de la misma, estos 3 datos básicos son obtenidos de la formulación de la dosis de un medicamento.

Fórmula aplicada para la regla de Tres:

- Conocer las cifras que en la fórmula multiplican y dividen.
- Diagrama.

Ejemplos:

- Tenemos a un paciente al que debemos administrar paracetamol a 10 mg/Kg para controlar la fiebre. Si el paciente pesa 8 Kg, la dosis de paracetamol es:

Los datos serán:

- Peso del paciente: 8 Kg.



- Presentación del medicamento: 10 mg/Kg
- Cantidad del medicamento a suministrar: ¿x?

Primer dato:

Establecer la regla de tres:

10 mg de paracetamol → Kg

x mg de paracetamol → 8 Kg

$$X \text{ mg de paracetamol} = \frac{8 \cancel{\text{Kg}} \times 10 \text{ mg de paracetamol}}{1 \cancel{\text{Kg}}} = 80 \text{ mg de paracetamol}$$

- La dosis de difenhidramina es de 5 mg/Kg. ¿Cuál será el volumen a administrar a un paciente de 50 Kg de peso, si la solución está al 5%?

Datos conocidos:

- Difenhidramina 5mg/Kg
- Peso del Paciente 50 Kg
- Volumen de administración 5% (X)

Con los siguientes datos podemos entonces realizar la regla de tres:

5%= Significa que hay 5 g de medicamento disuelto en 100 mL disolución, recuerde que en este ejercicio la dosis del medicamento viene en mg (5mg/Kg), luego entonces:

5 g = 5.000 mg, estarán disueltos en 100 mL.

5 mg x 50 Kg (peso del paciente) = 250 mg. Regla de tres para este proceso:

Si 5 mg por cada 1 Kg de peso del paciente. Entonces: ¿cuántos mg deberá aplicársele a este paciente si pesa 50 Kg?

5 mg → 1 Kg peso
X → 50 Kg

$$\frac{5 \text{ mg} \times 50 \text{ Kg}}{1 \text{ Kg}} = \frac{250 \text{ mg} / \cancel{\text{Kg}}}{1000 \cancel{\text{Kg}}} = 250 \text{ mg} \quad \text{OK}$$



Despejado lo anterior, hay que hallar el volumen, por lo tanto 5 g equivalen en volumen a 100 cc (centímetros cúbicos) que es lo mismo decir en mL.

Reemplace por la fórmula de la regla de tres:

5.000 mg están en 100 mL; ¿250 mg en cuántos mL estarán?

Despeje:

$$\frac{250 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{5.000 \text{ mg}} = \frac{25.000 \cancel{\text{mg}}/\text{mL}}{5.000 \cancel{\text{mg}}} = 5 \text{ mL} \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, debemos administrarle al paciente 5 mL de medicamento y estaremos cumpliendo con la dosis que es de 5 mg por Kg de peso.

• **Tenemos una botella de cefaclor etiquetada: 125 mg/5 mL. Si deben administrarse 60 mg, ¿Cuántos mL se precisan?**

Tenemos nuestra proporcionalidad conocida: 125 mg en 5 mL.

Tenemos nuestra proporcionalidad buscada: 60 mg en x mL.

$$x = \frac{60 \text{ mg} \times 5 \text{ mL}}{125 \text{ mL}} = 2.4 \text{ mL de cefaclor}$$

• **A un paciente se le administran 1.000 mL/día de suero glucosado al 5%, ¿cuántos mg de glucosa recibe al día?**

La concentración de suero glucosado al 5% indica que en 100 mL de concentración hay 5 g de glucosa (proporcionalidad conocida), por lo que en 1.000 mL hay X g de glucosa (proporcionalidad buscada).

$$x = \frac{5 \text{ g} \times 1.000 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 50 \text{ g de glucosa}$$

Según las equivalencias estudiadas 50 g = 50.000 mg de glucosa diarios



- **Administre a su paciente 2 g de naltrexona. Tenga en cuenta que el vial de naltrexona tiene la siguiente presentación comercial 500 mg/mL. Cada vial contiene 10 mL. ¿Cuántos mL debe administrar?**

Presentación del medicamento: 500 mg/5 mL, con un volumen total de 10 mL.

Conociendo que se desea administrar 2 g del medicamento, ¿x mL se desean administrar?

En primera instancia, realizamos la conversión de los 2 g a mg. Esto equivale a 2000 mg.

$$x = \frac{2000 \text{ mg} \times 5 \text{ mL}}{500 \text{ mg}} = 4 \text{ mL de naltrexona}$$

III. REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS

- Bolsa de suero fisiológico.
- Bolsa de dextrosa al 5%.
- Jeringa.
- Ampolla de muestra de fármaco a utilizar.

IV. MUESTRA

No Aplica.

V. PROCEDIMIENTO

1. Tenemos un fármaco en presentación de ampolla de Adrenalina de 1 mg/1mL y vamos a diluirla en suero fisiológico bolsa de 500 mL. Recuerde convertir a las mismas unidades.
2. Calcule la concentración de la adrenalina en los 500 mL.
3. ¿Cuántos microgramos hay en cada mL?
4. Si se administra en un tiempo de 2 h. ¿Cuántos mL debo pasar a una velocidad de 2 mL/min?



VI. TALLER DE PREGUNTAS

1. Un frasco de ampicilina inyectable de 1g, lo disolvemos en 4 mL de agua destilada. Tenemos que inyectar 250 mg.
 - ¿Cuántos mL vamos a inyectar?
 - ¿Cuántos mg hay en 1 mL?
 - ¿En cuántos mL hay 250 mg?
2. Si la dosis de acetaminofén (Dolex) es 1 mg/kg y su presentación en jarabe es de 0,2 mg/mL. ¿Cuánto habrá que aplicarle a un niño de 4 años de edad que pesa 9,3 kg?
3. Es necesario administrar a un niño 375 mg de ampicilina. El vial de ampicilina contiene 2 ml de solución con 500 mg de ampicilina. ¿Qué volumen de solución de ampicilina tenemos que tomar para administrar los 375 mg de ampicilina?
4. Hay que administrar a un paciente 375 mg de ácido acetilsalicílico ASA. Si un comprimido de ASA tiene una concentración de 500 mg/2g (el comprimido que pesa 2g contiene 500 mg de ácido acetilsalicílico). ¿Qué cantidad de comprimido hay que administrar?
5. Una ampolla de adrenalina contiene 1 mg/ml del fármaco ¿Cuál es la concentración de adrenalina expresada en porcentaje? Acuérdesse que la concentración se expresa en g/100 mL.



PRÁCTICA N° 2

CÁLCULO DE CONCENTRACIONES Y CÁLCULO DE DOSIS

I. INTRODUCCIÓN

Muchas de las preparaciones para uso terapéutico vienen expresadas en determinados valores de concentraciones con la finalidad de administrar una dosis establecida a un paciente; de esta manera con la presente práctica se abordará temas relacionados con el cálculo de concentraciones y cálculo de dosis para lograr una ampliación del conocimiento y un entendimiento claro de dichas temáticas.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Conocer los principales cálculos de concentraciones y de dosis aplicados en medicina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comprender el cálculo de concentración de soluto en una solución en distintas unidades.
2. Utilizar diluciones para modificar la concentración de una solución.
3. Comprender las diferentes maneras de calcular dosis de medicamentos por peso y por superficie de área corporal.

III. FUNDAMENTO

CONCENTRACIONES Y DILUCIONES

Concentración: para conocer la situación de una sustancia en un compartimiento biológico se hace necesario conocer la masa de la sustancia en estudio y el volumen en que se encuentra distribuida. Así, será posible decir que un



determinado paciente tiene un volumen plasmático de 3800 mL y una masa de urea, disuelta en ese plasma, de 14 g. Se está dando la información completa sobre el soluto UREA en el compartimiento PLASMA. Sin embargo, ésta no es la forma habitual de expresar la relación existente entre el soluto y el solvente.

Lo corriente es que al paciente se le extraiga una *muestra* de sangre, generalmente de unos pocos mililitros y se separe, por centrifugación, el plasma, y en él se analice con algún método apropiado, la *concentración* de esa sustancia (Fig. 1.8). En el ejemplo que hemos puesto de la urea, sería:

Masa: 14 g de urea

Volumen: 3.800 mL

Concentración: Masa/Volumen = 14 g/3.800 mL

$$\begin{array}{l} 14 \text{ g de urea} \rightarrow 3.800 \text{ mL} \\ x \text{ g de urea} \rightarrow 1 \text{ mL} \end{array} \quad x = \frac{1 \text{ mL} \times 14 \text{ g}}{3.800 \text{ mL}} = 0,0036 \text{ g por cada mL}$$

Haciendo la conversión quedará 3.6 mg/mL por lo tanto el resultado del laboratorio habría sido 3,6 mg de urea por mL.=3,6 mg/mL.

CÓMO SE PREPARA UNA SOLUCIÓN

Las expresiones g/L o mg/100 mL y, más aún la muy usada “%”, como indicación de una solución, suelen crear dudas sobre cómo se hace para prepararlas en el laboratorio. ¿Cuál es la masa y cuál es el volumen que hay que poner para preparar una solución de glucosa al 5%? Básicamente, será cuestión de pesar 5g de glucosa, ponerlos en un matraz de 100 mL y agregar agua hasta la marca.

La expresión “5%” indica que hay 5 g de glucosa por cada 100 mL de SOLUCIÓN y que esta está formada por el volumen del soluto y el volumen del solvente. Los productos farmacéuticos y las recetas magistrales se preparan de ese modo y así el “recipe” o “receta” de la solución al 5% establece:

Glucosa 5 g agua
Agua destilada c.s.p 100 mL



Donde c.s.p. quiere decir “cantidad suficiente para”, el volumen necesario para completar los 100 mL. Sabiendo que las concentraciones es una propiedad intensiva, será cuestión de preparar, manteniendo la concentración constante, el volumen de solución que se desee. Si se necesitan 500 mL de solución al 5% se pesarán 25 g de glucosa y se agregará agua hasta 500 mL, si se necesitan 10 L se pesarán 500 g, etc.

Concentración expresada como porcentaje

El porcentaje expresa la cantidad de soluto que hay en 100 de disolución. Por ejemplo, 0,9 g de sal (NaCl) en 100 mL de disolución es igual al 0,9% enteremos que porcentaje significa g de un soluto en 100 mL de solución.

El porcentaje puede expresarse con el signo %, o como una fracción en la que el denominador es 100 o como un número decimal.

Ejemplo 1: una solución de glucosa al 50% = 50 g de glucosa en 100 mL de solución.

Ejemplo 2: el aire tiene una concentración de 21% de oxígeno (O₂) lo cual podemos expresarlo como fracción = 21/100 = 0,21 y como nosotros inspiramos oxígeno diremos que la fracción de inspirada de oxígeno (FIO₂) es de = 0,21 o 21%.

El porcentaje de un soluto en una solución que puede expresarse de diferentes formas según la magnitud de la medida empleada. Así, podemos expresarlo en peso, en volumen, o en otras magnitudes como por ejemplo en Unidades Internacionales (UI), en miliequivalentes (mEq.), etc.

% volumen/volumen (% v/v): es una medida de la concentración que indica el volumen de soluto por cada 100 unidades de volumen de la solución.

$$\% v/v = \frac{\text{mL de soluto}}{100 \text{ mL de solución}} \times 100 \%$$

Ejemplo 1: glicerina 5% v/v = 5 mL de glicerina en 100 mL de disolución.



Ejemplo 2: se desea preparar una solución que contiene 5 mL de alcohol etílico en 90 mL de solución. Calcule el % v/v de dicha solución.

$$\% \text{ v/v} = \frac{5 \text{ mL de alcohol etílico}}{90 \text{ mL de solución}} \times 100 = 5,5 \% \text{ v/v}$$

% peso/peso (% p/p): es una medida de la concentración que indica la cantidad de soluto por cada 100 unidades de cantidad de la solución.

$$\% \text{ p/p} = \frac{\text{g de soluto}}{100 \text{ g de solución}} \times 100 \%$$

Ejemplo 1: en 90 gramos de agua se disuelven 5 gramos de cloruro de sodio. Calcular la concentración de la solución.

En primera instancia calculamos los g totales de solución (5 g soluto + 90 g de agua= 110 g de solución).

$$\% \text{ p/p} = \frac{5 \text{ g de cloruro de sodio}}{110 \text{ g de solución}} \times 100 \% = 4,5 \% \text{ p/p}$$

Ejemplo 2: se desea administrar 2.5 g de glucosa a un individuo, para ello se preparará 100 mL de solución que tiene como densidad 1.05 g/mL. Calcule el % p/p de dicha solución

Inicialmente, se calcula los g de solución que son equivalentes a 100 mL, para ello tenemos en cuenta el valor de densidad de 1.05 g/mL.

$$\begin{array}{l} 1.05 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ mL} \\ x \rightarrow 100 \text{ mL} \end{array} \quad x = \frac{1.05 \text{ g} \times 100 \cancel{\text{ mL}}}{1 \cancel{\text{ mL}}} = 105 \text{ g de agua}$$

A continuación, se calcula el % p/p de la solución.



$$\% \text{ p/p} = \frac{2.5 \text{ g de glucosa}}{105 \text{ g de solución}} \times 100\% = 2.38\% \text{ p/p}$$

Ejemplo 3: a un paciente se le suministró una 120 g solución de una solución de un antibiótico que presentaba una concentración de 0.5 % p/p. Calcule la cantidad en g del antibiótico suministrado.

Como primera medida se ordenan los respectivos datos de acuerdo a lo planteado.

$$0.5 \% \text{ p/p} = \frac{x \text{ g de antibiótico}}{120 \text{ g de solución}} \times 100\%$$

Seguidamente, despejamos x que es la cantidad de antibiótico que deseamos conocer.

$$X \text{ g de antibiótico} = \frac{(0.5 \% \times 120 \text{ g})}{100 \%} = 0.6 \text{ g de antibiótico}$$

% peso/volumen (% p/v): es una medida de la concentración que indica la cantidad de soluto por cada 100 unidades de volumen de la solución.

$$\% \text{ p/v} = \frac{\text{g de soluto}}{100 \text{ mL de solución}} \times 100\%$$

Ejemplo 1: solución 25 % = 25 mg soluto/100 mL solución.

Ejemplo 2: la creatinina en el plasma sanguíneo es de 1 g por cada 100 mL de sangre lo cual podemos expresarlo 1 % de creatinina.

$$\% \text{ p/v} = \frac{1 \text{ g de creatinina}}{100 \text{ mL de solución}} \times 100\% = 1\% \text{ p/v}$$



Unidad Internacional (UI) o Unidad (U): se emplea para medir algunos productos de origen biológico, en los que no existe una relación directa entre el peso o el volumen del producto y la potencia de acción, por lo que se mide ésta directamente comparándola con una unidad patrón. Por ejemplo, UI de insulina (equivalen a una cantidad de insulina con una potencia de acción 10 veces superior a la de la unidad de insulina patrón). También pueden utilizarse estas unidades para expresar una concentración. Por ejemplo, 10 UI% equivale a una concentración de 10 Unidades internacionales por 100 mL de solución.

Cálculo de dosis según área de superficie corporal SC

Esto puede obtenerse por fórmula en función del peso y la talla del paciente, como el área de superficie corporal se expresa en m². Calcularemos la dosis: Dosis (en mg) = dosis/ unidad de superficie corporal SC (en mg/m²) x área de superficie corporal del paciente (en m²).

Por ejemplo: se administra Aciclovir a un paciente que tiene 1.5 m² de superficie corporal. La dosis habitual es de 750 mg/m²/d. ¿Cuál es la dosis/d que debe tomar el paciente?

$$\text{Dosis día (mg/d)} = 750 \text{ mg/m}^2 \text{ por día} \times 1.5 \text{ m}^2 = 1.125 \text{ mg/d}$$

Cálculo de dosis de medicamentos líquidos de uso oral

Generalmente, esta dosis se especifica en volumen (mL); pero en muchos casos se expresa en unidades caseras como gotas o cucharadas.

Si con el medicamento no se proporciona ningún cuenta gotas se asume 20 gotas = 1 mL, y se calcula la dosis en mL.

Por ejemplo: ¿Qué volumen debemos preparar a un paciente al que se le ha prescrito una dosis de 45 gotas de meleril? En este caso se dispensan 30 gotas por cada mL.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL} \rightarrow 30 \text{ gotas} \\ X \text{ mL} \rightarrow 45 \text{ gotas} \end{array} \quad X \text{ mL} = \frac{45 \text{ gotas} \times 1 \text{ mL}}{30 \text{ gotas}} = 1.5 \text{ mL de Meleril gotas}$$



Cálculo del goteo o perfusión

Para calcular el número de gotas que deben pasar en 1 minuto, se puede usar una fórmula fácil de recordar que dice:

La cantidad de mL que pasan en una hora, es igual a las microgotas que pasan por minuto".

Si queremos pasar a gotas tenemos que dividir entre 3, porque 3 microgotas son iguales a 1 gota.

Ejemplo 1.

El doctor ordenó que a Doña Tomasa se le pasaran 3 litros de solución mixta en 24 horas. ¿Cuántas gotas le pasarán en 1 minuto?

3 L = 3.000 mL.

Para saber cuántos mL deben pasar en 1 hora dividimos 3,000 mL por 24 h.

$$3,000/24 = 125 \text{ mL en 1 hora.}$$

En 1 hora tienen que pasar 125 mL. Aplicamos la fórmula: "mL que pasan en 1 hora son iguales a microgotas que pasan en 1 minuto".

$$125 \text{ mL en 1 hora} = 125 \text{ microgotas en 1 minuto.}$$

Si queremos saber la cantidad de gotas por minuto dividiremos el número de microgotas entre 3,

$$125 \text{ microgotas}/3 = 41.6 \text{ o sea, más o menos } 42 \text{ gotas por minuto.}$$

Ejemplo 2.

Toñito tiene que recibir 480 mL de solución mixta en 24 horas ¿Cuántas microgotas le pasaremos en 1 minuto?

$$480 \text{ mL}/24 \text{ h} = 20 \text{ microgotas por minuto.}$$

Si no tenemos microgotas le pasaremos $20 \text{ microgotas} \div 3 = 6.6$

O sea, más o menos **6 a 7 gotas por minuto.**



IV. REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS

1. Sachet de azúcar (5).
2. Jeringa de 10 cc.
3. Ampolla de muestra de fármaco a utilizar.
4. Jeringa.

V. MUESTRA

No Aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

1. En un recipiente limpio tome 1 sobre de azúcar (5 g) y disuélvalo en 300 mL de agua.
2. En otro recipiente limpio tome 4 sobres de azúcar (20 g) y disuélvalos en 300 mL de agua.
3. Calcule la concentración de cada una de las soluciones que preparó en los puntos anteriores y anótelo en la hoja para entregar al docente.
4. Observe la etiqueta del frasco de acetaminofén y explique la concentración del medicamento.
5. Observe la ampolla de adrenalina y explique la concentración del medicamento.
6. Observe la bolsa de solución salina y explique la concentración.
7. Prepare una solución de adrenalina con las especificaciones que le dé el docente durante la práctica.
10 ppm, 1mg/L y 1% p/p

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la diferencia entre % p/p y %p/v?
2. Defina qué es una solución, dilución y concentración.
3. ¿En qué se basa el cálculo de dosis por área de superficie corporal y por goteo?
4. ¿Cuál es la importancia del ajuste de dosis en medicina?
5. Mencione otros ejemplos de cálculo de dosis.



PRÁCTICA N° 3 MEDICIÓN Y ANTROPOMETRÍA

I. INTRODUCCIÓN

Las medidas y mediciones son pilares fundamentales en el área de las biofísicas como un elemento para el desarrollo del campo de la medicina, en primera instancia para el conocimiento de las unidades establecidas actualmente y en segundo aspecto como elemento introductorio para el estudio de la antropometría como derivación y aplicación en un sin número de elementos que permiten establecer comparaciones y criterios médicos con la finalidad de asociarlos a diagnósticos de alteraciones o conocer comportamientos fisiológicos en el organismo.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la importancia de la medición y su aplicación en antropometría.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer la importancia de la medición en la medicina.
2. Reconocer los principales escalares en medicina

III. FUNDAMENTO

Nombre adoptado por la XI Conferencia General de Pesas y Medidas para un sistema universal, unificado y coherente de unidades de medida, basado en el sistema mks (metro-kilogramo-segundo).

El sistema métrico fue una de las muchas reformas aparecidas durante el periodo de la Revolución Francesa. A partir de 1790, la Asamblea Nacional Francesa, hizo un encargo a la Academia Francesa de Ciencias para el desarrollo de un sistema único de unidades. La estabilización internacional del Sistema Métrico Decimal comenzó en 1875 mediante el tratado denominado la Convención del Metro. En 1960 la 11^a Conferencia General de Pesas y Medidas estableció definitivamente el



S.I., basado en 6 unidades fundamentales: metro, kilogramo, segundo, ampere, Kelvin y candela. En 1971 se agregó la séptima unidad fundamental: el mol.

Encontramos entonces Unidades básicas (**Tabla 3.1**) Unidades derivadas, Unidades aceptadas que no pertenecen al S. I., Unidades en uso temporal con el S.I., Unidades desaprobadas por el S.I., Múltiplos y submúltiplos decimales (**Tabla 3.2**).

Tabla 3.1. Unidades Básicas

Magnitud Física	Símbolo dimensional	Unidad Básica	Símbolo de la Unidad	Observaciones
Longitud	L	Metro	M	Se define fijando el valor de la velocidad de la luz en el vacío
Tiempo	T	segundo	S	Se define de acuerdo a una propiedad intrínseca del átomo de cesio.
Masa	M	kilogramo	Kg	Es la masa del «cilindro patrón» custodiado en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, en Sèvres (Francia).
Intensidad de corriente eléctrica	S	amperio	A	Se define fijando el valor de constante magnética.
Temperatura	Θ	Kelvin	K	Se define fijando el valor de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
Cantidad de sustancia	N	Mol	Mol	Se define fijando el valor de la masa molar del átomo de carbono-12 a 12 gramos/mol.
Intensidad luminosa	J	candela	Cd	Se define fijando la radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz, que tiene una intensidad de radiación de $1/683$ W/sr.



Tabla 3.2. Múltiplos y Submúltiplos del sistema

MÚLTIPLOS			SUBMÚLTIPLOS		
Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	Femto	f
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	Pico	p
10^9	Giga	G	10^{-9}	Nano	n
10^6	Mega	M	10^{-6}	Micro	mc
10^3	Kilo	K	10^{-3}	Mili	m
10^2	Hecta	H	10^{-2}	Centi	c
10^1	Deca	Da	10^{-1}	Deci	d
100			10^1		

ANTROPOMETRÍA

Los primeros conocimientos sobre la utilidad de las mediciones del cuerpo humano se remontan a los inicios de la historia, generalmente como referencia a la necesidad y utilidad de estas en la selección de las personas más idóneas para la guerra o el trabajo, así como para valoraciones estéticas y artísticas.

La antropometría o cineantropometría fue presentada como una ciencia en 1976, en el Congreso Internacional de las Ciencias de la Actividad Física, celebrado en Montreal, y 2 años después fue aceptada como ciencia por la UNESCO, en el International Council of Sport and Physical Education. Se define como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal, y funciones generales del organismo, con el objetivo de describir las características físicas, evaluar y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física.

Se basa en 4 pilares básicos: las medidas corporales, el estudio del somatotipo, el estudio de la proporcionalidad y el estudio de la composición corporal. En el campo de la salud y seguridad en el trabajo y de la ergonomía, la antropometría permite establecer algunos métodos y variables que unen los objetivos de diferentes campos de aplicación para caracterizar las relaciones espaciales y cómo determinan en la salud y la seguridad.

Recomendaciones Para Realizar Las Medidas

- Sala limpia ordenada y climatizada.
- Sujeto con menor ropa posible, descalzo.



- Instrumentos calibrados para evitar errores de medición.
- Trato adecuado, digno respetuoso y ético con el sujeto de medición.

Ejes, Planos, Posición Y Puntos Anatómicos De Referencia

Ejes y planos:

Consideremos ahora los tres ejes del espacio:

- El eje vertical va de la cabeza a los pies: es un eje 'cráneo-caudal' ('cabeza-cola').
- El eje horizontal va de lado a lado: es un eje latero-lateral. Que ejerce una fuerza del cuello hacia los dedos.
- El eje anteroposterior va de adelante hacia atrás: es un eje ventro-dorsal.

Los tres ejes conforman los planos del espacio; los principales son:

- Los planos frontales o coronales se orientan de manera vertical, de forma tal que dividen al cuerpo en anterior y posterior.
- Los planos sagitales o laterales al igual que el plano coronal, se orientan verticalmente; sin embargo, son perpendiculares a los planos coronales, y de esta forma dividen del cuerpo en zonas derecha e izquierda. Al plano que discurre centralmente en el cuerpo y a su vez forma en igual medida a las zonas izquierda y derecha se le llama plano medio sagital.
- Los planos transversos, horizontales o axiales son relativos a una estructura en particular, y son perpendiculares al eje longitudinal de dicha estructura. Si la estructura es el cuerpo en su conjunto, son equivalentes a los planos horizontales. Definen las zonas proximal y distal.
- Los planos oblicuos cortan parte del cuerpo en una dirección que no es paralela a ninguno de los planos anteriores (**Figura 3.1**).

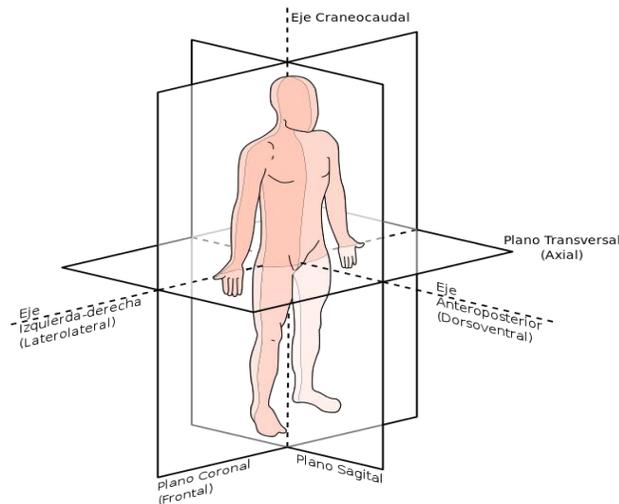


Figura 3.1. Planos y puntos anatómicos de referencia

(Tomado de Drake, R. L. Gray anatomía para estudiantes. 3^{era} Ed. Barcelona: Elsevier, D.L.; 2015. 1069).

Puntos anatómicos de referencia:

- Vertex o vértice: punto superior cabeza en el plano sagital.
- Mesoesternal: situado en el cuerpo del esternón a nivel de la cuarta articulación condroesternal.
- Mamilar: situado a nivel del pezón mamario.
- Umbilical: punto medio de la cicatriz umbilical.
- Cervical: punto posterior de la séptima vértebra cervical o prominente.
- Glúteo: articulación sacro-coxígea.
- Acromial: situado en el borde superior externo del acromion
- Ileocrestal: punto más lateral del tubérculo iliaco de la cresta iliaca.
- Calcáneo: punto posterior del talón del pie.

Posiciones:

- **Anatómica:** por convención se considera la adecuada para el estudio anatómico del cuerpo humano y que es como sigue: el cuerpo erecto, con la cabeza y cuello también erectos, mirando al frente, hacia adelante, los brazos se dejarán caer a ambos lados del cuerpo extendidos hacia el suelo y con las

palmas de las manos hacia delante. Las piernas deberán estar extendidas y ligeramente separadas, con los pies y los tobillos extendidos (**Figura 3.2**).



Figura 3.2. Posiciones anatómicas en el ser humano

(Tomado de Plano anatómico. *Wikipedia*. 2018 [Citado mayo 6, 2018]. Disponible en https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Plano_anat%C3%B3mico&oldid=106080122)

Posición cineantropométrica, de atención antropométrica o estándar erecta:

variación de la Posición Anatómica, en la que el sujeto está de pie (bipedestación), postura erguida y vista al frente, con la cabeza y los ojos dirigidos hacia el punto de fijación, las extremidades superiores relajadas a lo largo del cuerpo con los dedos extendidos, apoyando el peso del cuerpo por igual en ambas piernas, los pies con los talones juntos formando un ángulo de 45°. En esta posición las palmas de las manos se colocan tocando ligeramente la parte lateral de los muslos, a diferencia de la posición anatómica tradicional en que las palmas están colocadas hacia el frente, para procurar la comodidad de la persona.

Las principales medidas antropométricas son:

- **Estatura, Talla o Altura del ser Humano:** es la medida en centímetros del cuerpo humano en sentido vertical desde el vertex o vértice craneal (punto más alto o prominente de la bóveda craneal) hasta el borde del talón (superficie de sustentación).

Se determina, con la persona en posición erecta (sin calzado), con los miembros superiores a ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo, mirando hacia el frente, en bipedestación, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies (**posición de atención antropométrica**), usando para ello un tallímetro vertical o cinta métrica.



En niños y niñas que no pueden mantener la posición de bipedestación se determina usando un tallímetro horizontal (ver figura).

La estatura de un ser humano depende de muchas variables como su estado nutricional, la raza, la edad, actividad física y factores ambientales.

- **Peso:** vector que tiene magnitud y dirección, y apunta aproximadamente hacia el centro de la Tierra. Fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo, originado por la aceleración de la gravedad, cuando actúa sobre la masa del cuerpo. Para determinarlo se usa una báscula, balanza o pesa y se expresa en Kilogramos (Kg). En fetos, neonatos y lactantes menores se expresa en gramos (gr). Para determinarlos se utiliza la misma posición base, **posición de atención antropométrica**, exceptuando a bebés y niños pequeños y adultos que por alguna razón no puedan adoptar la posición erguida.

Es un reflejo de la masa corporal total de un individuo (tejido magro, tejido graso y fluidos intra y extracelulares), y es de suma importancia para monitorear el crecimiento de los niños, reflejando el balance energético.

Índice de Masa Corporal (IMC): según la Organización Mundial para la Salud, OMS, la clasificación por índice de masa corporal, es un índice simple de peso para la altura, que se utiliza comúnmente para clasificar **bajo peso (<18.5)**, **peso normal (18.5 – 24.99)**, **sobre peso (25 – 29.99)** y **obesidad (>30)**, (Tabla 3.3). Es definido como el peso en kilogramos dividido por la altura en metros al cuadrado (kg/m^2). Por ejemplo, un adulto que pesa 70kg y cuya altura es 1.75m tendrá un IMC de 22.9.

$$\text{IMC} = 70 \text{ Kg} / (1.75 \text{ m})^2 = 70 / 3,0625 = 22.9 \text{ Kg/m}^2$$

Clasificación		IMC (Kg/m^2)
Bajo Peso	Delgadez severa	< 16
	Delgadez moderada	16 – 16.99
	Delgadez leve	17 – 18.44
Rango Normal		18.5 – 24.99



Exceso de Peso	Preobeso (sobrepeso)	25 – 29.99
	Obesidad	≥ 30
	Obesidad clase I	30 – 34.99
	Obesidad clase II	35 – 39.99
	Obesidad clase III	≥ 40

Tabla 3.3. La Clasificación Internacional de adulto de Bajo peso, Sobre peso y Obesidad según IMC

Adaptado de WHO, 1995, WHO, 2000 and WHO 2004.

La evaluación médica del peso, la talla y el crecimiento en los niños se evalúa de acuerdo a las tablas de crecimiento que publica la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Al final de este capítulo se anexan las tablas de índice de masa corporal y longitud/talla para la edad para niños y niñas colombianos menores de 18 años.

Otras Medidas Antropométricas De Importancia

- **Perímetro Cefálico:** es la medición del perímetro de la cabeza estableciendo una línea horizontal a nivel del occipucio y por encima de las cejas. Se mide la distancia que va desde la parte por encima de las cejas y de las orejas y alrededor de la parte posterior de la cabeza. La medición del perímetro cefálico es una parte importante del control del niño sano. A través de los años, se han obtenido los valores para las tasas normales de crecimiento de las cabezas de niños. Los rangos normales están basados en el sexo y la edad (semanas, meses). Se determina usando una cinta métrica, en bebés en posición horizontal (decúbito supino) y en niños y adultos en **posición de atención antropométrica**. Una desviación del crecimiento normal de la cabeza esperada puede alertar sobre un posible problema. Por ejemplo, una cabeza más grande de lo normal o cuyo tamaño se está incrementando más rápidamente de lo normal puede ser una señal de aumento de la presión intracraneal, lo cual puede ser causado por muchos problemas, incluyendo agua en el cerebro (hidrocefalia). Un tamaño demasiado pequeño de la cabeza (llamado microcefalia) o una tasa de crecimiento demasiado lenta puede ser una señal de que el cerebro no se está desarrollando apropiadamente.



- **Perímetro Torácico:** circunferencia máxima del pecho expresada en centímetros de una línea a nivel del cuarto espacio intercostal sobre el esternón que rodea al tórax manteniéndose horizontal. Se utiliza una cinta métrica con los extremos superpuestos y con precisión de 1 mm, durante la medición, el paciente debe de estar erecto y con los brazos a los costados. En bebés, la cinta debe ser colocada justo donde se ubican los botones mamarios del recién nacido y debe quedar en plano perpendicular al tronco del cuerpo. La lectura de la medición debe realizarse en la parte frontal del pecho al final del evento espiratorio y no se debe de ejercer presión sobre la piel; la cinta únicamente debe de estar en el contorno del pecho.

- **Perímetro Abdominal:** es la medida en centímetros de la máxima circunferencia de la cintura, colocando la cinta métrica sobre una línea horizontal en el punto medio entre la última costilla y la cresta iliaca, que puede o no coincidir con la cicatriz umbilical.

Al igual que las anteriores medidas, en bebés se toma en posición decúbito supino y en niños y adultos en posición de bipedestación.

- **Perímetro de cadera o glúteo:** es el perímetro de la cadera, a nivel del máximo relieve de los músculos glúteos, casi siempre coincidente con el nivel de la sínfisis pubiana en la parte frontal del sujeto. Durante la medición el sujeto permanece parado con los pies juntos y la masa glútea completamente relajada.

- **Índice cintura/cadera:** la circunferencia de la cintura de una persona se utiliza para determinar obesidad. Un exceso de grasa abdominal es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardíacas y otras enfermedades relacionadas con el sobrepeso. El Instituto Nacional del Corazón, Pulmones y Sangre de los Estados Unidos (*The National, Heart, Lung and Blood Institute, NHLBI*) categoriza el riesgo de enfermedades relacionadas con la obesidad como alto si la circunferencia de la cintura es mayor que 102 cm y 88 cm, para los varones y las mujeres, respectivamente. En Latinoamérica, se consideran 94cm para hombres y 80 cm para las mujeres como valores de riesgo para enfermedad cardiovascular.



Un estudio publicado por The European Heart Journal en abril de 2007 mostró que la circunferencia de la cintura, al igual que el índice cintura/cadera ayudan a predecir problemas cardiovasculares.

Se ha visto que una relación entre cintura y cadera superior a 0.95 en varones y a 0.8 en mujeres está asociada a un aumento en la probabilidad de contraer diversas enfermedades (diabetes mellitus, enfermedades coronarias, tensión arterial, entre otras).

El índice se obtiene midiendo el perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante, y el perímetro máximo de la cadera a nivel de los glúteos.

$$ICC = \frac{\text{Cintura (cm)}}{\text{Cadera (cm)}}$$

Interpretación:

ICC = 0,71-0,80 normal para mujeres.

ICC = 0,78-0,94 normal para hombres.

Valores mayores: Síndrome androide (cuerpo de manzana).

Valores menores: Síndrome ginecoide (cuerpo de pera).

- **Distancia Cráneo – Glútea:** es la distancia medidas en centímetros, en posición erguida para niños y adultos y decúbito prono para bebés, desde el vertex hasta el pliegue interglúteo.
- **Distancia Sacro-Talón:** es la distancia medidas en centímetros, en posición erguida para niños y adultos y decúbito prono para bebés, desde la prominencia sacra (unión de la quinta vértebra lumbar y la primera sacra (L5-S1) hasta el borde de apoyo de superficie del talón.
- **Distancia Intercantal Externa e Interna:** es la distancia medida en centímetros entre los cantos externos e internos de ambos ojos, utilizando para ello una regla transparente, cinta métrica o calibre tipo Vernier, en posición de bipedestación o sedestación con la cabeza en posición recta y erecta, con la mirada al frente. La distancia entre los ojos puede aparentar ser mayor o menor dependiendo la anchura facial, la forma del área de la glabella, la presencia de

pliegues epicánticos, la anchura y forma del puente nasal. La distancia intercantal interna está disminuida en la holoprosencefalia y si se encuentra aumentada se denomina telecanto (**Figura 3.3**).

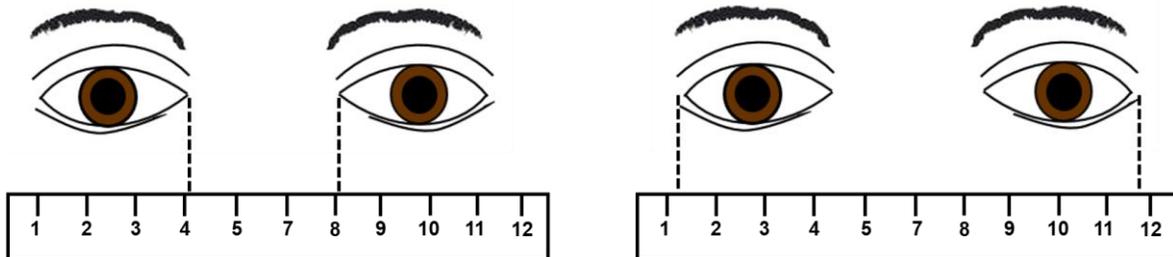


Figura 3.3. Distancia Intercantal externa e interna
Fuente: Docentes CURN

- **Medida del filtrum:** el surco nasolabial, también conocido como infranasal, es la depresión que se forma durante el desarrollo embrionario humano, como las áreas nasomedial, la mandíbula y la cara, en concreto es la pequeña depresión entre la boca (el labio superior) y la nariz. Está definido por las dos crestas ligeras en la piel que lo circunscriben. Su longitud y anchura son variables. Acaba inferiormente en una prolongación llamada tubérculo labial.
- **Distancia palmar o largura de la mano:** es la distancia vertical desde la base de la mano (primer pliegue de la muñeca) hasta la punta (pulpejo) del tercer dedo (medio).
- **Distancia plantar o largura del pie:** es la distancia horizontal desde el talón a la punta (pulpejo) del dedo más prominente del pie.
- **Área de superficie corporal:** la medición de la Superficie Corporal es un instrumento de notable importancia en la práctica clínica sobretudo en el ámbito de la medicina crítica en el cálculo de dosis farmacológicas y de valores hemodinámicas; así mismo en la fisiología, la ergonomía, la toxicología y la nutrición. Los fenómenos fisiológicos están más estrechamente relacionados con el área de superficie corporal que con el peso o la estatura, sin embargo, sigue siendo difícil de medir. Debido a lo anterior, el cálculo de la superficie corporal se vale de nomogramas (**Tabla 3.4 y Figura 3.4**), conociendo el peso y la altura, o se



obtiene a partir de fórmulas entre ellas la más comúnmente usadas es la de Mosteller, publicada en 1987 (área en metros cuadrados, peso en kilogramos y altura en centímetros):

$$SC (m^2) = \sqrt{\frac{\text{Peso} \times \text{Altura}}{3600}}$$

Otra fórmula más sencilla, más rápida y de mayor aplicación clínica es la Fórmula de Carvajal:

$$SC(m^2) = \frac{\text{Peso} \times 4 + 7}{\text{Peso} + 90}$$

Kg □	45	49.5	54	58.5	63	67.5	72	76.5	81	85.5	90	94.5	99	103.5	108	112.5	117	121.5
Cm □																		
152.4	1.38	1.44	1.50	1.55	1.60	1.65	1.69	1.74	1.78	1.82	1.86	1.90	1.94	1.97	2.01	2.04	2.08	2.11
154.9	1.40	1.46	1.52	1.57	1.62	1.67	1.71	1.76	1.80	1.84	1.88	1.92	1.96	2.00	2.03	2.07	2.11	2.14
157.5	1.42	1.48	1.53	1.59	1.64	1.69	1.73	1.78	1.82	1.86	1.91	1.94	1.98	2.02	2.06	2.09	2.13	2.16
160.0	1.43	1.49	1.55	1.61	1.66	1.71	1.75	1.80	1.84	1.88	1.93	1.97	2.01	2.04	2.08	2.12	2.16	2.19
162.6	1.45	1.51	1.57	1.62	1.68	1.73	1.77	1.82	1.86	1.91	1.95	1.99	2.03	2.07	2.11	2.14	2.18	2.21
165.1	1.47	1.53	1.59	1.64	1.70	1.74	1.79	1.84	1.88	1.93	1.97	2.01	2.05	2.09	2.13	2.17	2.20	2.24
167.6	1.48	1.55	1.60	1.66	1.71	1.76	1.81	1.86	1.90	1.95	1.99	2.03	2.08	2.11	2.15	2.19	2.23	2.26
170.2	1.50	1.56	1.62	1.68	1.73	1.78	1.83	1.88	1.93	1.97	2.02	2.06	2.10	2.14	2.18	2.21	2.25	2.29
172.7	1.52	1.58	1.64	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95	1.99	2.04	2.08	2.12	2.16	2.20	2.24	2.28	2.31
175.3	1.53	1.60	1.66	1.72	1.77	1.82	1.87	1.92	1.97	2.01	2.06	2.10	2.14	2.18	2.22	2.26	2.30	2.34
177.8	1.55	1.61	1.67	1.73	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.03	2.08	2.12	2.17	2.21	2.25	2.29	2.33	2.36
180.3	1.56	1.63	1.69	1.75	1.81	1.86	1.91	1.96	2.01	2.05	2.10	2.15	2.19	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39
182.3	1.58	1.64	1.71	1.76	1.82	1.87	1.93	1.98	2.02	2.07	2.12	2.16	2.21	2.25	2.29	2.33	2.37	2.41
185.4	1.60	1.66	1.73	1.79	1.84	1.90	1.95	2.00	2.05	2.10	2.14	2.19	2.23	2.27	2.32	2.36	2.40	2.44
188.0	1.61	1.68	1.74	1.80	1.86	1.92	1.97	2.02	2.07	2.12	2.17	2.21	2.26	2.30	2.34	2.38	2.42	2.46
190.5	1.63	1.70	1.76	1.82	1.88	1.94	1.99	2.04	2.09	2.14	2.19	2.23	2.28	2.32	2.36	2.40	2.45	2.48
193.0	1.64	1.71	1.78	1.84	1.90	1.95	2.01	2.06	2.11	2.16	2.21	2.25	2.30	2.34	2.38	2.43	2.47	2.51
195.6	1.66	1.73	1.79	1.86	1.92	1.97	2.03	2.08	2.13	2.18	2.23	2.28	2.32	2.36	2.41	2.45	2.49	2.53
198.0	1.67	1.74	1.81	1.87	1.93	1.99	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30	2.34	2.39	2.43	2.47	2.52	2.56

Tabla 3.4. Tabla para cálculo de superficie corporal

Tomado de Del Castillo L., Salamanca A., Liñán F., Trespalacio I. Guía Práctica – Biofísica Médica. Corporación Universitaria Rafael Núñez; 2014. p. 152.



Para adultos

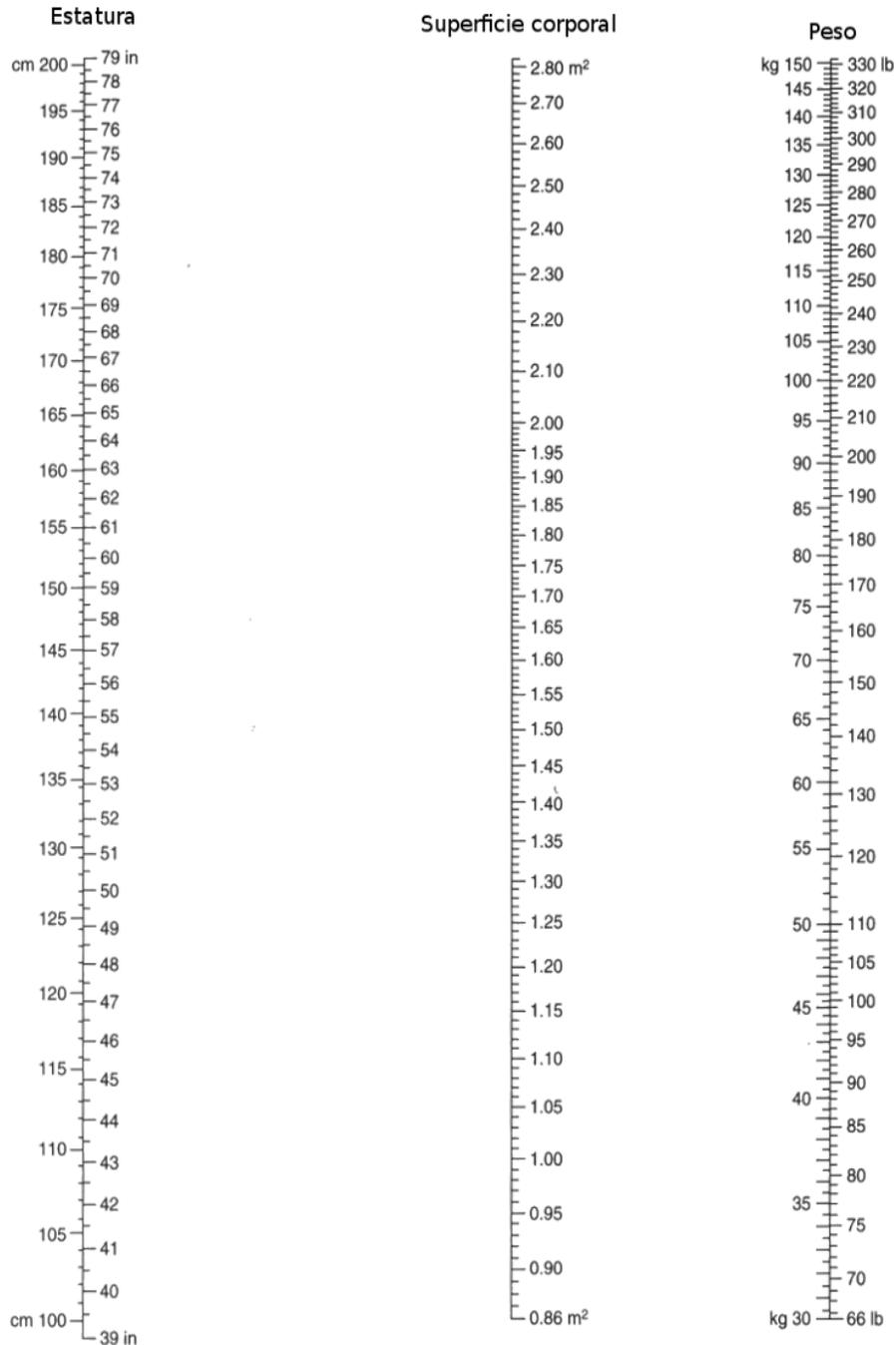


Figura 3.4. Nomograma para cálculo de superficie corporal
Tomado de IQB [Internet]. Superficie corporal; 2016. [Citada 12 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.iqb.es/monografia/fichas/ficha136.htm>



IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Báscula para adultos.
2. Cinta métrica.

V. MUESTRA

No Aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

1. En grupos de máximo 5 estudiantes, consignar en la siguiente tabla la información solicitada de cada integrante.
2. Pesarse y tallar a todos los integrantes del grupo y consignar los datos correspondientes a cada uno en la tabla.
3. Realizar el cálculo de IMC a cada uno, según la fórmula y consignar en la tabla.
4. Clasificar según los datos de la OMS, de acuerdo a los resultados obtenidos.
5. Medir perímetro abdominal y perímetro de cadera a cada uno de los integrantes del grupo y anotar la información en la tabla.
6. Calcular el índice cintura/cadera e interpretar los resultados.
7. Calcular el área de superficie corporal.

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. Defina cada uno de los parámetros de medidas antropométricas.
2. Indique la importancia de cada parámetro.
3. ¿Cómo puede asociar cada parámetro en el diagnóstico clínico?
4. Describa la diferencia entre magnitud y unidad.
5. ¿Cuál es la utilidad médica del índice de masa corporal?
6. Según el IMC. ¿cómo clasificaría a un paciente que pesa 80kg y mide 1.65m?
7. El mismo paciente anterior tiene un perímetro abdominal de 107cm y perímetro cadera de 100, interprete el ICC.
8. ¿Qué recomendaciones le daría a este paciente?
9. Calcule la superficie corporal de un niño 3 años de edad de 15kg de peso.



PRÁCTICA N° 4

DETERMINACIÓN DEL ESTÍMULO UMBRAL SIN REGISTRO

I. INTRODUCCIÓN

La actividad biológica, iónica y eléctrica de cualquier célula permite mantener cualquier sistema en procesos de cambios constantes, pero de manera directa siempre a condiciones fisiológicas normales se mantienen regulados, estas regulaciones están dados por el funcionamiento hormonal, inmunológico, iónico y eléctrico. De esta manera, los cambios iónicos que se generan en cualquier ambiente parecen inducir cambios de potenciales a nivel celular que parecen estar relacionados con la activación de procesos de una manera secuencial y en forma sucesiva. En esta práctica de laboratorio se darán a conocer los fundamentos y medidas de la determinación del estímulo umbral sin registro de la actividad celular para lograr su comprensión y aclaración de sus conceptos y mecanismos relacionados.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los fundamentos que inciden en los procesos de estimulación y registro de potenciales eléctricos en la membrana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comprender la importancia del mecanismo transportes en relación con la teoría iónica.
2. Establecer la importancia del potencial de reposo y el potencial de acción y su relación en proceso de conducción estímulo-respuesta en el sistema nervioso.
3. Analizar los diferentes tipos de estímulos eléctricos y sus aplicaciones en medicina.



III. FUNDAMENTO

La célula es la unidad básica morfológica y funcional de todo ser vivo. En ella se pueden distinguir a grosso modo tres grandes partes: la membrana celular, el citoplasma celular y el núcleo, cada una con funciones específicas. De acuerdo al modelo del mosaico fluido (1972, Singer y Nicholson) la membrana celular es una estructura delgada, flexible y elástica, compuesta en un 55% por proteínas, 25% fosfolípidos, 13% colesterol, 4% otros lípidos y 3% de hidratos de carbono. Cada uno de sus componentes tiene funciones importantes, los fosfolípidos, forman una bicapa lipídica, la cual es impermeable a sustancias hidrosolubles (iones, urea y glucosa), y permeable a las liposolubles (alcohol, oxígeno y dióxido de carbono); entre las proteínas, se encuentran las proteínas integrales, las cuales cumplen función de canales para las sustancias hidrosolubles, de transporte y funciones enzimáticas, y las proteínas periféricas cumplen funciones enzimáticas; y los hidratos de carbono, son receptores de sustancia, cumplen reacciones inmunitarias, una otras células y repele objetivos con carga negativo.

Debido a estas características particulares de la membrana celular, se requiere de mecanismos de transporte transmembrana para el intercambio de sustancias entre el medio intracelular y el medio extracelular. La composición del medio extracelular y del medio intracelular es diferente en su contenido iónico, habiendo un mayor predominio de iones positivos (cationes) en el exterior de la célula y mayor contenido de iones negativos (aniones) en el interior lo cual genera una diferencia de cargas transmembrana haciéndose esta más positiva en el exterior con relación al interior. Lo que se traduce a un estado de polarización.

El transporte transmembrana ocurre de manera pasiva (a favor de gradientes) como activa (en contra de gradientes, requiere energía) y que de acuerdo a diferencias de concentraciones y/o cargas eléctricas generan grandes diferencias entre el medio intracelular con respecto al medio extracelular (**Figura 4.1**).

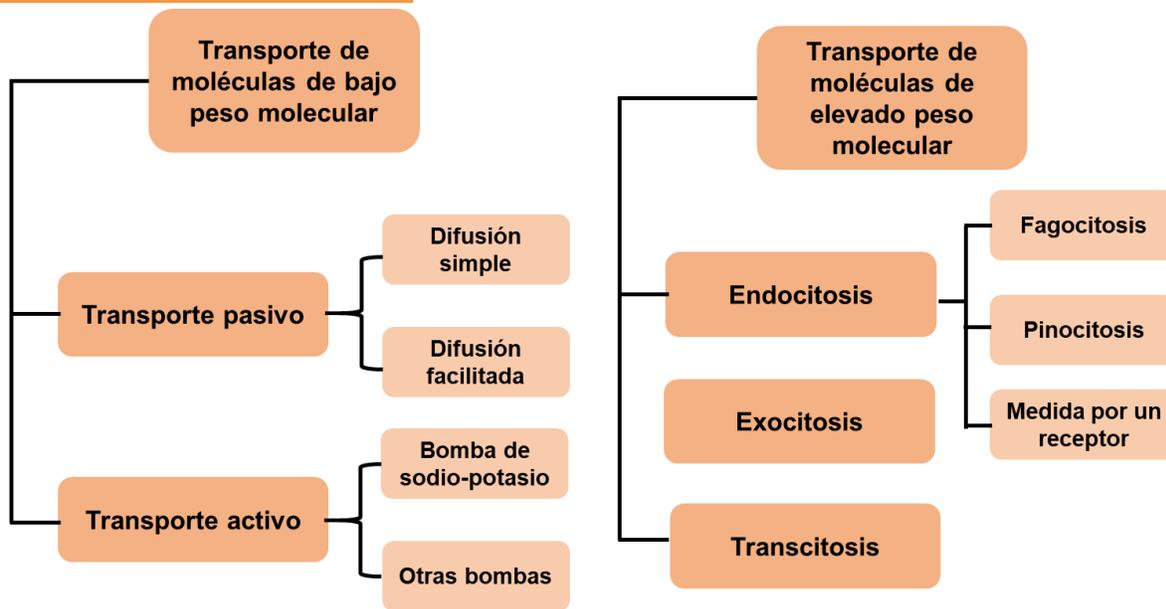


Figura 4.1. Mecanismos de transporte transmembrana.
Fuente: Docentes CURN

Potenciales de membrana

Todas las células vivas poseen potencial electroquímico entre la parte interna y la externa de la membrana celular, este recibe el nombre de potencial de membrana en reposo o simplemente potencial de membrana. Este potencial puede modificarse mediante la aplicación de estímulo eléctrico mecánico o químico en las células que se conocen como excitables (nerviosas, musculares y glandulares). Cuando el estímulo aplicado a una célula excitable es de suficiente intensidad para llevar el potencial de membrana en reposo hasta el potencial umbral, se generan potenciales propagados que se llaman potenciales de acción y mediante ellos se modifica la función celular o se transmite información a otras células.

En el medio experimental, los estímulos que más se utilizan para el estudio de los tejidos excitables son los eléctricos. Al principio se recurría a estimuladores de bulbos, en la actualidad se recurre a la tecnología electroquímica más avanzada para fabricar estimuladores de mayor precisión que puedan controlarse mediante la computadora.



Para utilizar un estimulador en humanos debe tenerse en cuenta la seguridad de que el equipo se diseñó y aprobó para ello, porque los requisitos de seguridad son distintos a los de otros estimuladores. En general el equipo aprobado para empleo en humanos lo especifica mediante símbolos visibles en la parte frontal. Por lo tanto, cada vez que se vaya a usar equipo con seres humanos, verifíquese que fue diseñado para ello. En el equipo Power Lab de ADInstruments, en el que se basan las prácticas de esta guía podemos ver estos símbolos, su docente se los mostrará.

Los electrodos de estimulación sirven para llevar el estímulo eléctrico hasta el órgano, tejido o sujeto de experimentación, por lo que deben ser de un material que conduzca en forma adecuada la corriente eléctrica.

Los potenciales que producen los tejidos (potencial de membrana, potenciales de acción) se registran mediante electrodos que unen el órgano, tejido o sujeto a un sistema que detecta el cambio de voltaje o el flujo de corriente en relación con el tiempo. Como el voltaje es una diferencia de cargas entre dos puntos, para su medición se requieren dos electrodos dispuestos en sitios distintos.

Otro instrumento al que se recurre con frecuencia para medir parámetros fisiológicos es el transductor. Su función radica en transformar un tipo de energía en energía eléctrica. Entre los parámetros que se miden en el ser humano con ayuda de un transductor se encuentran la fuerza y la tensión muscular. Estos fenómenos representan energía mecánica que se transforma en energía eléctrica para su medición con ayuda del transductor adecuado.

Los parámetros medidos con electrodos o transductores deben enviarse a un sistema de registro adecuado para medición y análisis. Los cambios de voltaje que ocurren en los tejidos ofrecen cierta dificultad para su registro a causa de la rapidez con la que ocurren; por ejemplo, el potencial de acción neuronal dura sólo 1ms en promedio.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Equipo de PowerLab.

2. Estudiantes y/o voluntarios.
3. Gel conductor de corriente.

V. MUESTRA

No Aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

En esta actividad se realizará estimulación nerviosa, pero no será registrada.

Observe detenidamente la **Figura 4.2** y a medida que lea las indicaciones de la técnica correlacione con dicha figura.



Figura 4.2. Equipo de PowerLab para el registro de actividad.
Fuente: CURN

1. Colocar la Barra con los Electrodo de Estimulación en el Nervio Cubital del Voluntario, a nivel de la muñeca. Verifique que los cables del Electrodo estén dirigidos hacia la mano.
2. Oprimir el botón INICIAR en la pantalla y ponga el interruptor del Estimulador en ON (el foco debe parpadear y ser de color verde). Cada vez que usted dé CLICK en el botón INICIAR este enviará un Estímulo.
3. Observe la contracción muscular del Pulgar y de los otros dedos de la mano del sujeto.



4. Comience con los estímulos más bajos hasta que el voluntario empiece a sentir y usted visualice respuesta muscular.
5. Algunos de los Efectos que se pueden observar serán:
 - a. Flexión de la muñeca (M. Flexor del Carpo).
 - b. Flexión de la porción distal de los dedos (M. Flexor Largo de los Dedos).
 - c. Movimientos de contracción de todos los dedos (M. Intrínsecos).
 - d. Elevación del dedo Pulgar (Músculos Tenares en la base del dedo Pulgar).
6. Trate de estimular al Nervio Cubital, a nivel del codo, a su paso por detrás del Epicóndilo Medial.

Una vez terminada la Estimulación, pulse el botón DETENER, coloque el botón del Interruptor en OFF y cierre la ventana.

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. Investigue los músculos que participan en cada uno de los movimientos observados:
 - a. Flexión de la muñeca.
 - b. Flexión de la porción distal de los dedos.
 - c. Movimiento de todos los dedos.
 - d. Elevación del pulgar.
2. Explique la razón por la cual cuando se aplican estímulos menores el individuo no los percibe ni se observa respuesta.
3. Explique la razón por la cual cuando se aplican estímulos mayores el individuo los percibe, pero no se observa respuesta.
4. Explique la razón por la cual cuando se aplican estímulos más grandes el individuo los percibe y se observa respuesta.
5. Explique en forma ordenada los pasos que se suceden desde el momento en que usted aplica el estímulo a nivel del codo hasta el momento en que usted observa la respuesta.



PRÁCTICA N° 5

REGULACIÓN VOLUNTARIA DE LA FUERZA DE CONTRACCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

La contracción muscular está regulada por una serie de etapas secuenciales y en cadenas que involucran la activación o inhibición mediante fenómenos iónicos y eléctricos el desarrollo de señalización de procesos biológicos que activarán una sucesión de elementos químicos, moléculas y proteínas para generar efectos biológicos sostenidos y equilibrados como la contracción a nivel muscular. Estos procesos pueden ser determinados mediante la medición de equipos sensibles para la captación de los registros eléctricos y motrices. En esta práctica se estudiará el desarrollo regulatorio voluntario de la fuerza de contracción, así comprender sus conceptos preliminares y cada proceso que lo origina. Por lo tanto, se realizará un abordaje teórico-práctico de los mecanismos de contracción muscular, determinación mediante registro electrocardiográfico, interpretación y análisis del efecto neuronal en dicho proceso.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los fundamentos de la regulación voluntaria de la fuerza de contracción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar la técnica de registro electromiográfico.
2. Utilizar la integración de la señal electromiográfica para interpretar el registro.
3. Analizar el mecanismo de la Contracción Muscular.
4. Comparar el mecanismo de la Contracción Muscular en la sacudida simple con el reclutamiento.
5. Analizar la forma en la que el Sistema Nervioso regula la fuerza de Contracción.



6. Analizar el mecanismo y el efecto de la co-activación de músculos antagonistas.

III. FUNDAMENTO

Contracción muscular

El movimiento corporal ocurre gracias al sistema musculo esquelético; el músculo, al contraerse, mueve las articulaciones a través de sus inserciones óseas, ya sean directas o mediante tendones. La estimulación nerviosa la proporcionan las motoneuronas alfa que se encuentran en la asta anterior de la médula espinal. Estas motoneuronas reciben información proveniente de centros motores superiores, como corteza cerebral, cerebelo y núcleos basales, así como información periférica proveniente del huso muscular, tanto del mismo músculo como de músculos antagonistas. La información llega a la moto-neurona a través de sinapsis y se procesa. La moto –neurona genera potenciales de acción que se conducen a la fibra muscular y producen su contracción; en caso contrario, la motoneurona no produce potenciales de acción y el músculo no se contrae.

La secuencia de hechos que ocurre durante la contracción del músculo esquelético es la siguiente:

1. Producción de potenciales de acción en la moto-neurona alfa.
2. Ingreso del potencial de acción a la terminal pre-sináptica y liberación del neurotransmisor acetilcolina en la placa mioneural.
3. Unión de la acetilcolina con sus receptores nicotínicos en la membrana de la célula muscular.
4. Aumento de la conductancia de Na^+ y K^+ en la membrana muscular.
5. Generación del potencial de placa terminal.
6. Generación del potencial de acción en la célula muscular.
7. Propagación del potencial de acción a través de los túbulos T.
8. Liberación de Ca^{++} de las cisternas terminales del retículo sarcoplásmico.
9. Unión del Ca^{++} con la subunidad C de la troponina.

10. Deslizamiento de tropomiosina y liberación de los sitios de unión de la actina.
11. Formación de enlaces cruzados entre la actina y la miosina.
12. Desplazamiento de los filamentos delgados sobre los gruesos, lo que produce acortamiento de la sarcómera.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Polígrafo: Unidad de Powerlab.
2. Bioamplificador.
3. Electrodo de Registro.
4. Electrodo de Estimulación.
5. Torundas de Algodón.
6. Gel conductor de corriente.
7. Alcohol o torundas de algodón.

V. MUESTRA

No aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

Registro de la Contracción Muscular.

Sobre la mesa encontrará la Unidad de Powerlab y el Bioamplificador con un cable conectado; a este se conectan a su vez los electrodos para Registro y Tierra.

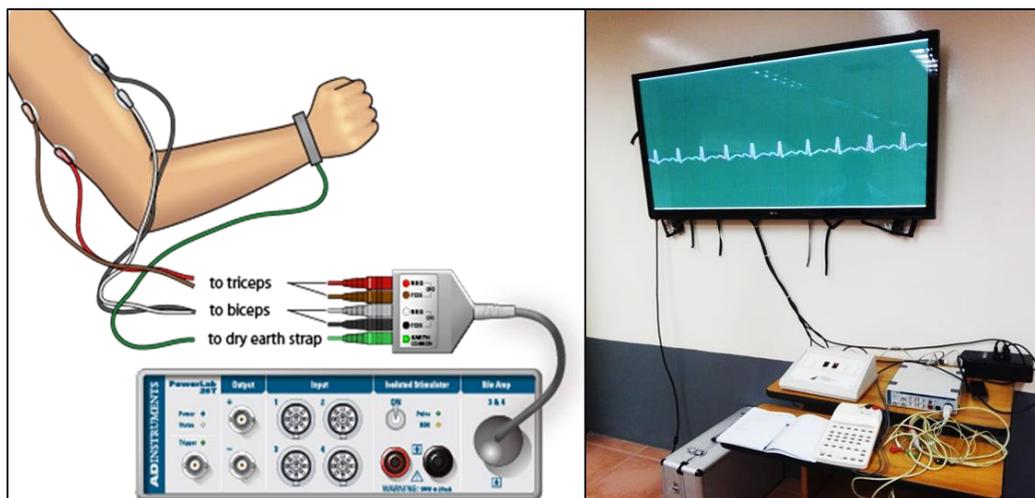


Figura 5.1. Conexión de los cables de cada electrodo al canal correspondiente y representación del efecto de contracción. Tomado de Prosthetic.66. 2018. [Citado 18 de noviembre de 2019.

Disponible en

https://silklab.it.tufts.edu/courses/BME0066/spring2018/home/Laughton_Maya/prosthetic66/post3.html. E Imagen original obtenida de la Corporación Universitaria Rafael Núñez (CURN).

Dos de los Electrodo de Registro se instalan sobre la masa muscular del Bíceps Canal 1 (Ch 1) Blanco y Negro y dos Electrodo sobre el Tríceps Canal 2 (Ch 2) Rojo y Marrón (**Figura 5.1**).

Con Torundas de Algodón empapados en alcohol limpie la zona de la piel en la que se colocaron los Electrodo y luego marque el sitio con dos pequeñas cruces; los dos Electrodo deben estar alineados con el eje longitudinal del Brazo y una distancia de 3-5 cm.

Asegúrese que todos los Electrodo están conectados en forma adecuada al voluntario. Importante iniciar la conexión con el cable de Tierra, banda que se coloca firmemente a la muñeca del voluntario y el cable del Electrodo en el sitio correspondiente a Tierra (earth) como muestra la **Figura 5.1**.

En este experimento no tiene importancia la polaridad (negativo o positivo), pero los Electrodo del Bíceps deben estar conectados a los cables correspondientes del Canal 1 (Ch 1) y los del Tríceps, al Canal 2 (Ch 2); el canal de cada cable está marcado en el conector de Electrodo.

Inicio del Programa e Instrucciones generales.

Haga Clic en el inicio de acceso directo a Chart 5 en la pantalla del Escritorio; en la nueva pantalla que se despliega se abre una pequeña ventana. Seleccione Contracción voluntaria de la lista. Una vez abierta, deben verse los registros de la siguiente manera:

1. Canal 1 (Int. Bíceps). Calcula la integral de la actividad del Bíceps que se registra en el canal 3.



2. Canal 2 (Int. Tríceps). Calcula la integral de la actividad del Tríceps que se registra en el canal 4.
3. Canal 3 (Bíceps). Registra directamente la actividad muscular del Bíceps.
4. Canal 4 (Tríceps). Registra directamente la actividad muscular del Tríceps.

Como se puede ver, la actividad de bíceps y Tríceps se registra en dos formas diferentes: en los canales 3 y 4 se registra de manera directa la actividad eléctrica de las fibras musculares, es decir, potenciales de acción. Sin embargo; como la cantidad de potenciales de acción es muy alta, no es posible distinguir muy bien cada uno de ellos para hacer mediciones; por lo que se recurre a calcular la integral de esta actividad mediante la programación de los canales 1 y 2, lo que ya se hizo en su computadora.

Para iniciar el registro, el voluntario debe estar sentado en posición relajada, con el brazo flexionado 90° y la mano sobre la mesa con la palma hacia arriba.

En el canal 3, presione la flecha que se halla a un lado de Bíceps y en el menú seleccione Bioamplificador. Pida al voluntario que contraiga fuertemente el Bíceps; esto se logra al tratar de flexionar el brazo al tiempo que otro compañero opone resistencia al movimiento.

Ajuste, siguiendo los mismos pasos, la señal de registro del Tríceps. Aquí también pida al sujeto que contraiga el Tríceps y usted oponga resistencia al movimiento para obtener el máximo registro.

Presione el botón **Iniciar** en la pantalla de registro. Pida al sujeto que realice una contracción máxima del Bíceps y después del Tríceps. Presione el botón Detener y verifique que la amplitud del registro sea la adecuada; de lo contrario ajuste la escala.

Pida de nuevo al sujeto que se coloque en posición relajada con el brazo flexionado 90° y con la palma de la mano hacia arriba, pero ahora sin descansar la mano en la mesa.

Presione el botón **Iniciar** y escriba en la barra de comentarios "Registro Basal". Después de unos cuantos segundos anote "1" en comentarios y coloque un libro de peso regular sobre la mano del sujeto. Registre durante 3 a 4 segundos y retire



el libro. Repita el proceso con un peso cada vez mayor (dos, tres o más libros) sobre la mano del sujeto; anote el número en comentarios y haga el registro correspondiente.

Análisis.

Desplácese a lo largo del registro y observe los cambios en la actividad registrada del Bíceps (Canal 3). Observe también que la actividad del tríceps casi no se modifica al colocar peso sobre la mano. Note que la amplificación de la actividad bicipital presenta gran cantidad de potenciales de acción y relaciónela con el registro de la integral del Bíceps en el canal 1. La amplitud de la integral corresponde a la suma de la actividad de cada potencial registrado directo en el canal 3 (Bíceps) y permite observar en forma más clara la intensidad de la actividad eléctrica del músculo.

Para esta actividad el sujeto debe estar sentado en posición relajada, con el brazo flexionado 90° y la palma de la mano hacia arriba, sin descansarla sobre la mesa.

Pida al sujeto que contraiga en forma alternada el Bíceps y el Tríceps. El Bíceps se activa al flexionar el brazo contra resistencia y el Tríceps al intentar extenderlo también contra resistencia. Uno de los compañeros puede ayudar oponiendo resistencia a la flexión o la extensión del brazo. Practiquen este procedimiento un par de veces antes de iniciar el registro.

A continuación, presione el botón Iniciar y registre la contracción alternada del Bíceps y el Tríceps por 20 a 30 s. Presione el botón Detener.

TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la función del bíceps?
2. ¿Cuál es la función del tríceps?
3. ¿Cuál es el nervio encargado de inervar al bíceps?
4. ¿Cuál es el nervio que inerva al tríceps?
5. ¿Qué es un musculo agonista?
6. ¿Qué es un musculo antagonista?



PRÁCTICA N° 6

REFLEJOS

I. INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano evidencia fundamentalmente sistemas de control donde establecen circuitos que permiten detectar a las modificaciones que se originan dentro o fuera de nuestro organismo y como elemento consecuente se origina una respuesta motora o sensitiva. Estas respuestas son de carácter marcado y dadas de manera mecánica, no consciente o refleja cada vez que se realice cualquier estímulo de características adecuadas en los receptores asociados y específicos. Esta respuesta se conoce como reflejo y a los circuitos que los desencadenan les llamamos arcos reflejos.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los conceptos de reflejos y sensibilidad general en el humano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comprender el concepto de reflejos y su aplicación médica.
2. Identificar los diferentes tipos de reflejos humanos.
3. Determinar la importancia de los reflejos humanos en la práctica clínica.

III. FUNDAMENTO

Reflejos: el reflejo es una respuesta inmediata, involuntaria que obedece a un estímulo, el cuál generalmente es enérgico. De acuerdo con sus características los reflejos se dividen en profundos y superficiales.

Reflejos profundos o tendinosos: se originan cuando al producirse una distensión muscular se activan los receptores de estiramientos (huso muscular) y envían un estímulo por el nervio periférico hasta la médula espinal.

El impulso entra a la médula por la raíz posterior del mismo lado, establece sinapsis con fibras nerviosas de las astas anteriores de la médula espinal, sale



con la raíz anterior (neurona raquídea motora) el impulso atraviesa la unión neuromuscular y establece la contracción del músculo.

Teniendo en cuenta lo anterior diremos que habrá respuesta refleja cuando los elementos anatómicos que participan en un acto reflejo estén intactos. Estos elementos son:

- Receptores sensitivos (Ej. huso muscular).
- Neurona aferente o sensitiva.
- Integración central (sinapsis).
- Neurona eferente o motora.
- Órgano efector (músculo).

Si faltan alguno de los elementos anteriormente descritos la respuesta refleja estará disminuido o abolido. La intensidad de la respuesta refleja está modulada por sus conexiones con las vías supra segmentarias (Ej. Vía corticoespinal) cuando dichas conexiones están alteradas ocurre hiperreflexia.

Los reflejos profundos se gradúan de acuerdo con la intensidad de la respuesta muscular.

La escala utiliza números o letras y de esta manera se registra en la Historia Clínica:

- | | | |
|---|------|---|
| 0 | - | Sin respuesta. |
| 1 | + | Respuesta ligeramente disminuida. |
| 2 | ++ | Respuesta promedio o normal. |
| 3 | +++ | Respuesta más intensa de lo normal. |
| 4 | ++++ | Respuesta muy intensa por lo común indica enfermedad. |

Reflejos superficiales: se realizan cuando se necesitan estímulos cutáneos en vez de distensión muscular. Aunque las respuestas tendinosas profundas son inhibidas por vías de neurona superior, los reflejos superficiales deben viajar a la médula espinal y volver para que se desencadene la respuesta. Por esta razón, cuando las vías de neurona motora superior se encuentran alteradas los reflejos



tendinosos profundos se vuelven hiperactivos y los reflejos superficiales disminuyen.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Camilla.
2. Martillo de reflejos.
3. Alfiler.
4. Linterna.
5. Algodón.

V. MUESTRA

No aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

TÉCNICA DE EXPLORACIÓN

- a. Mantenga el mango del martillo entre los dedos.
- b. Conserve la muñeca en un estado relajado y el martillo se mantenga oscilante capaz de formar una semicircunferencia.
- c. Golpee suavemente de manera rápida y directa.

1. Reflejo bicipital

Este reflejo tiene su centro reflexógeno a nivel de C5, C6 y su vía aferente y eferente es el nervio musculocutáneo.

- a. Pida al paciente que coloque el codo en flexión ligera y el antebrazo descansando en el regazo.
- b. Palpe el tendón del bíceps con el dedo pulgar y haga presión hasta producir tensión moderada. (Al quitar la flojedad del tendón se permite que el impulso del martillo distienda mejor el músculo).
- c. Para distender el tendón, el explorador propina el golpe en su pulgar.

2. Reflejo braquiorradial

Este reflejo se integra a nivel de los segmentos C5-C6.

- Coloque el brazo en el regazo con el codo encorvado y el antebrazo en una posición entre pronación y supinación.
- Palpe la apófisis estiloides del radio (en la muñeca, a la altura de la base del pulgar) y mueva el dedo unos cinco centímetros en sentido contrario al pulgar, luego mueva el dedo unos cinco centímetros en sentido proximal.
- Palpe el tendón sobre el radio. El explorador provoca distensión del tendón propinando el golpe en su pulgar.

3. Reflejo rotuliano o patelar

Explora las raíces L2 - L4 y tiene como vía aferente y eferente el nervio crural.

- Coloque el explorador a un lado, cerca de las rodillas del paciente.
- Coloque su mano izquierda debajo de la rodilla derecha y apoye la palma en la rodilla izquierda.
- Levante con el antebrazo izquierdo, de tal forma que la rodilla derecha se eleve hasta alcanzar una inclinación de más o menos 145 grados (**Figura 6.1**).
- Para la rodilla izquierda, apoye el antebrazo sobre la rodilla derecha, y páselo por debajo de la rodilla izquierda, para levantarla de la manera ya explicada.
- Localice el tendón justo por debajo de la rótula.
- Golpee fuertemente y observe extensión de la rodilla o contracción del músculo cuádriceps.

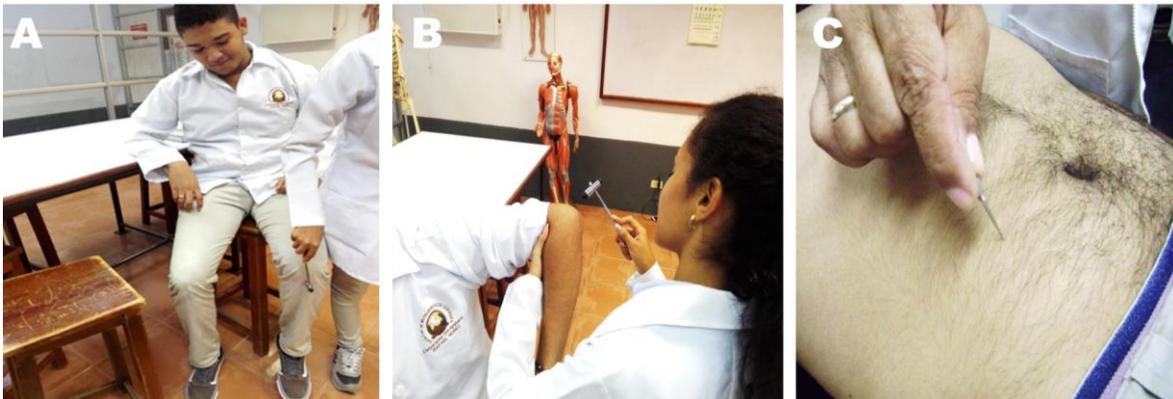




Figura 6.1. Exploración de reflejos en el cuerpo humano. A) Reflejo rotuliano o patelar. B) Reflejo tricípital. C) Reflejo abdominal. Fuente: CURN.

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿Cuál es el receptor de los reflejos profundos y cuál es el estímulo que los excita?
2. Mencione en forma ordenada y secuencial los elementos que participan en el arco reflejo.
3. En los reflejos bicipital, tricípital, rotuliano y aquiliano, mencione vía aferente - eferente y centro reflexógeno.



PRÁCTICA N° 7

SENSIBILIDAD GENERAL EN EL HUMANO

I. INTRODUCCIÓN

La conciencia del mundo está determinada por los mecanismos fisiológicos comprometidos en el procesamiento de la información aferente. Para tales efectos se requiere de la transformación de las modalidades sensoriales en impulsos nerviosos, función llevada a cabo por los distintos receptores. Es posible que la información aferente puede estar o no incorporada al conocimiento consciente del mundo físico. La información aferente que tiene un correlacionado consciente se denomina "información sensorial o percepción". En esta práctica abordaremos diferentes temáticas para la comprensión de los conceptos a cerca de los reflejos presentes en el cuerpo humano y llegar a la comprensión de su punto de origen.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los conceptos de reflejos y sensibilidad general en el humano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Valorar las funciones sensitivas humanas.
2. Identificar los dermatomas humanos.
3. Examinar las funciones sensitivas en cabeza, brazos, tórax y piernas.
4. Interpretar los resultados de cada prueba.

III. FUNDAMENTO

FIBRAS AFERENTES GENERALES

Las fibras sensitivas del tipo aferente general tienen sus células de origen en los ganglios espinal y craneal. Las fibras aferentes generales conducen los impulsos exteroceptivos (dolor, temperatura y tacto) y propioceptivas de las terminaciones sensitivas de la pared del cuerpo, tendones y articulaciones.



Las fibras viscerales aferentes generales conducen impulsos sensitivos de las vísceras (órganos, huesos y glándulas), dentro del tórax, abdomen y cavidad pélvica.

Las fibras somáticas especiales conducen impulsos desde los órganos sensitivos especiales en el ojo y oído (visión - audición - equilibrio).

Las fibras aferentes viscerales especiales conducen información desde los receptores gustativos y olfatorios. Estas fibras son designadas como viscerales por la relación funcional de estas sensaciones con el aparato digestivo.

Esencialmente todas las sensaciones provenientes de los receptores inferiores al nivel de la cabeza son llevadas al sistema nervioso central por las raíces posteriores cuyos cuerpos celulares se localizan en los ganglios raquídeos de la médula espinal. Cada célula ganglionar tiene una sola fibra nerviosa, la cual se divide en forma de T con una rama que se dirige a la médula espinal (prolongación axónica) y otra que viene de un órgano receptor. No hay sinapsis en el ganglio raquídeo. El sitio en el cual las fibras de las raíces posteriores entran a la médula espinal, en la región del surco postero - lateral, se conoce como zona de las raíces posteriores.

SENSACIÓN SOMÁTICA

Los receptores somáticos responden a la estimulación somática de la piel o vellos y de los tejidos subyacentes, rotación o doblamiento de las articulaciones, cambio de temperatura y posiblemente, algunos cambios químicos. Su activación origina las sensaciones de tacto, presión, calor, frío, dolor, conciencia de la posición y movimiento de las partes del cuerpo. Cada una de estas sensaciones se asocia con un tipo específico de receptor que se encarga de transformar la modalidad sensorial en impulso eléctrico para poder ser llevado a la corteza cerebral; esta transformación la realiza el receptor mediante la creación de un potencial generador. Al aplicar un estímulo sensorial se altera la permeabilidad de la membrana del receptor que se traduce en entrada de Na^+ , lo que genera un potencial eléctrico que conlleva a un potencial de acción que viaja sin interrupción



(todo o nada) por el axón de la neurona hasta hacer contacto con otras neuronas y de esta manera llegar a la corteza cerebral.

La información de los receptores sensoriales somáticos puede alcanzar la corteza cerebral participando en los procesos cognoscitivos del cerebro o percibir de manera consciente un estímulo sensorial. También la información de los receptores sensoriales puede constituir el primer lazo en los arcos reflejos; por ejemplo, la señal de estiramiento de un músculo esquelético puede ser percibida de manera consciente (alcanzó la corteza cerebral) o facilitar la postura (transmisión de los centros medulares o cerebelo) a través de distintas interneuronas.

Las pruebas sensitivas valoran los aspectos de la sensación. La modalidad indica sitios de la médula espinal que conducen sensaciones de:

- a. Posición y vibración (cordón o fascículo posterior).
- b. Dolor y temperaturas (vías espinotalámicas).
- c. Tacto burdo (vías espinotalámicas anteriores).

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Tubos de ensayo.
2. Alfileres de seguridad.
3. Cepillo suave.
4. Algodón.
5. Llave.
6. Moneda.
7. Agua caliente y frío.
8. Alcohol.

V. MUESTRA

No aplica.



VI. PROCEDIMIENTO

Prueba de sensación dolorosa.

Inicie la prueba de sensación dolorosa con la ayuda de un alfiler de seguridad.

Prueba de sensación a la temperatura

- a. Continúe con la prueba de sensación de temperatura. Esta suele valorarse si la sensación de dolor está afectada (ambas sensaciones viajan por las vías espinotalámicas laterales).
- b. Emplee tubos de ensayos llenos con agua caliente y fría; seguir los mismos patrones que se emplearon para explorar la sensación de dolor.

Prueba de sensibilidad táctil

- a. Toque ligeramente al paciente con un cepillo suave o una torunda de algodón.
- b. Indique al paciente que diga si o no, cuando perciba la sensación o deje de hacerlo.

Sensación vibratoria

1. Emplee un diapasón de baja intensidad, de preferencia el de 128Hz.
2. Sostenga el instrumento cerca de su base y activarlo golpeándolo contra el canto de la mano. Haga presión, siempre sobre una prominencia ósea.
3. Pregunte al paciente si siente la vibración y cuándo deja de sentirla. Si el explorador puede percibir la vibración cuando el paciente ya no la siente, ello indica pérdida sensitiva.
4. Para hacer más objetiva la prueba, detenga en forma ocasional el diapasón en forma prematura, para asegurarse que el paciente responde con precisión.
5. Inicie con la articulación proximal. El orden para realizar la prueba en la extremidad superior es:
 - Articulación interfalángica distal o metacarpofalángica de los dedos.
 - Muñeca (apófisis estiloides del radio o del cúbito).



- Codo.
- Esternón.

El orden para exploración en la extremidad inferior es:

- Articulación interfalángica del dedo gordo del pie.
- Tobillo (en el maléolo, rodilla, cresta iliaca).

Si es notable la pérdida del sentido vibratorio, trate de determinar el nivel sensitivo, tocando con el diapasón en cada apófisis espinosa posterior, en sentido ascendente, una a la vez.

Sentido de posición

- a. Sostenga por los lados el dedo gordo del pie del paciente.
- b. Para evitar confusión, demuestre los movimientos hacia arriba y hacia abajo, permitiendo que el paciente tenga los ojos abiertos. La articulación debe estar en relajación completa.
- c. En seguida indique al paciente que mantenga los ojos cerrados:
- d. Al principio haga movimientos grandes. El paciente debe responder "arriba", "abajo", o no sé.
- e. Haga los movimientos cada vez más pequeños. En condiciones normales movimientos tan pequeños como de 1 a 2 milímetros pueden ser identificados.
- f. Siga el mismo orden de exploración de articulaciones que se emplean para la vibración.
- g. Asegure de mover al azar hacia arriba y hacia abajo de tal forma que el paciente no pueda predecir la siguiente dirección.
- h. Explore en sentido más proximal si la sensación distal se encuentra afectada.

Estereognosia: esta prueba evalúa la capacidad de identificar objetos mediante el tacto y se emplea como prueba de selección para este grupo.



- a. Use un objeto que sea conocido por la población general; por ejemplo: llave, moneda, sujetador de papeles o lápiz.
- b. Coloque el objeto en la mano de paciente y pida que lo identifique.
- c. La prueba es normal si el paciente es capaz de identificar en forma correcta el objeto mediante el tacto.

Pruebe en cada lado. Si la respuesta es anormal se continúa con las siguientes pruebas.

Grafestesia: la prueba determina la capacidad para identificar objetos dibujados en la piel, es especialmente útil cuando no se puede efectuar la prueba para estereognosia por la presencia de parálisis.

- a. Use el extremo romo de un lápiz o una pluma. Dibuje algún número del 0 al 9 en la palma de la mano. Haga el dibujo vertical como si lo estuviera leyendo.
- b. La prueba es normal si el paciente es capaz de identificarlo en forma correcta. Esta prueba también se puede hacer en la espalda y en la planta del pie.

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿Qué son los dermatomas?
2. Mencione los siguientes dermatomas:
 - a. Cuello.
 - b. Dedo pulgar.
 - c. Tetilla.
 - d. Ombligo.
 - e. Muslo y región anterior de la pierna.
 - f. Región posterior de la pierna.
 - g. Glúteos.
3. Mencione los receptores implicados en la sensibilidad táctil.
4. Mencione las vías implicadas en la transmisión de la sensibilidad táctil, vibratoria y dolorosa.



PRÁCTICA N° 8

CALOR Y TEMPERATURA

I. INTRODUCCIÓN

Diferentes formas de energía pueden ser descritas en el campo de la física, la química y las biología. Una de estas formas de energía altamente estudiadas es el calor y como elemento de medida se ha establecido la temperatura. Durante mucho tiempo múltiples conceptualizaciones y ramas científicas han aparecido, describiendo su origen, importancia y aplicaciones en el campo de las ciencias biológicas incluyendo la medicina. En este apartado, incluiremos el estudio del calor y de la temperatura como un área de interés, como sus fundamentos, mediciones y escalas de medidas más importantes.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar la importancia del concepto de calor y temperatura

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer la importancia de la medición de la temperatura en medicina
2. Reconocer las principales escalas de temperatura

III. FUNDAMENTO

El calor está definido como la forma de energía que se transfiere entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas; sin embargo, en termodinámica generalmente el término calor significa simplemente transferencia de energía. El calor es una cantidad de energía y es una expresión del movimiento de las moléculas que componen un cuerpo.

Cuando el calor entra en un cuerpo se produce calentamiento y cuando sale, enfriamiento. Incluso los objetos más fríos poseen algo de calor porque sus átomos se están moviendo. (Leer tercera ley de la termodinámica).



La temperatura es la medida del calor de un cuerpo y no la cantidad de calor que este contiene o puede rendir. Todos sabemos que cuando calentamos un objeto su temperatura aumenta. El calor es una forma de energía que caracteriza el movimiento de las moléculas en un cuerpo, por otro lado, la temperatura es la medida de la energía. Por lo tanto, el calor es dependiente de la velocidad, número, tamaño y tipo de partículas, en contraste con la temperatura que no depende del tamaño, ni del número ni del tipo.

Por ejemplo, al evaporar agua en dos tipos de recipientes de diferente volumen, el registro de temperatura será la misma para los dos (100°C), pero el de mayor volumen de líquido presenta una mayor cantidad de calor.

El calor es lo que hace que la temperatura aumente o disminuya. Si añadimos calor, la temperatura aumenta. Si quitamos calor, la temperatura disminuye.

La temperatura no es energía sino una medida de ella; sin embargo, el calor sí es energía.

La temperatura corporal puede ser regulada por mecanismos a nivel central, a través del hipotálamo. El hipotálamo ejerce un control a través de sensores de temperatura importantes. Algunos de estos mecanismos, se establece con la sudoración y cuando la temperatura de la piel de 37°C ., aumenta súbitamente por encima de este valor. No obstante, si la temperatura de la piel cae descendiendo a un valor al referente, se activan respuestas para mantener el calor en el cuerpo y aumentar la termogénesis. Estos incluyen:

- Vasoconstricción cutánea.
- Disminución de la sudoración.
- Espasmos musculares aumentando la producción de calor.
- Liberación de neurotransmisores y hormonas para aumentar la producción de calor.
- Piloerección aumentando el aislamiento.

La termorregulación es la capacidad del cuerpo para regular su temperatura. Los animales homeotermos tienen capacidad para regular su propia temperatura. Igualmente, se ha establecido que no existe una sola temperatura central que



pueda considerarse normal, las mediciones efectuadas en muchas personas sanas revelan un intervalo normal de temperaturas bucales, desde los 36°C hasta más de 37,5°C. La temperatura central normal suele variar entre 36,5 y 37°C si se mide en la boca y resulta 0,6°C más alta si se mide en el recto.

La temperatura corporal normal varía de acuerdo a diferentes factores: sexo, actividad física, la hora del día y, cambios hormonales. La temperatura corporal normal, de acuerdo con la Asociación Médica Americana, puede variar entre 36,5 y 37,2 °C.

El momento del día en el que se hace la medición: +0,5°C entre las 6 y las 18 horas.

- La estación: un poco más elevada en invierno que en verano (donde se dan las cuatro estaciones).
- La edad: es mayor en primera infancia y adolescencia, entre 0,2 y 0,3°C.
- El sexo: en la población femenina, la temperatura es superior en 0,2°C de media respecto a la población masculina, pero varía en función de la actividad genital, con un incremento de alrededor de 0,5°C en la segunda parte del ciclo, así como al inicio de un embarazo.
- La posición durante la medición: en decúbito y en posición sentada, la temperatura, en general, es inferior en 0,3°C a 0,4°C a la medida en posición de pie.
- La alimentación, el estrés, la emoción y la actividad física son capaces de aumentar la temperatura entre 0,5 grados y 1 grado.
- La ingestión de alcohol puede provocar variaciones en los dos sentidos según el intervalo de tiempo entre la ingestión y la medición de la temperatura, y según la cantidad ingerida.

Métodos

- **La termometría rectal.**

La termometría rectal es la forma de medición más precisa para medir la temperatura. La temperatura rectal presenta variaciones más lentas de la temperatura interna y se mantiene durante periodos extensos durante su determinación. Sin embargo, presentan varias limitaciones, como la posibilidad de inducir perforaciones rectales, y si no se controla un ambiente aséptico, condicionaría la propagación de contaminantes por contacto con las heces. El periodo de uso de un termómetro rectal es aproximadamente 1 minuto introducido a nivel de esta vía.

- **La termometría axilar.**

Es una técnica muy fácil de aplicar para determinar la temperatura, y puede proporcionar los resultados cuantitativos más imprecisos de la temperatura interna.

Para proceder con la obtención del valor de temperatura, es fundamental emplear un termómetro convencional de mercurio en contacto con el área axilar exterior, donde se establece el paso de la arteria axilar. La evaluación de la técnica puede presentar un tiempo máximo de 5 minutos. Algunas desventajas es la exposición de factores ambientales que modifican la medida con precisión (**Figura 8.1**).



Figura 8.1. Determinación de la temperatura axilar. Fuente CURN



- **La termometría bucal.**

El método proporcional algunas ventajas como la accesibilidad de la zona sublingual y se basa en la temperatura medible por parte de las arterias linguales. Sin embargo, la temperatura bucal se presentan variaciones por factores como los alimentos o de bebidas y la emanación de gases durante la respiración por la boca. La medición de la temperatura bucal se debe practicar con el área bucal cerrada y la lengua extendida durante un intervalo comprendido entre 2 a 3 minutos.

- **La termometría auricular.**

La termometría auricular se basa en la medición del calor generado mediante el uso de termómetros de luz infrarroja, capaces de emitir radiación sobre la estructura timpánica y mediante sensores específicos detectan el grado de calor generado, visualizándolos numéricamente en la pantalla.

La temperatura corporal suele expresarse en grados centígrados, aunque en algunos países se expresa en grados Fahrenheit. Para la conversión en uno y otro sentido debe tenerse en cuenta la escala (**Figura 8.2**):

- **La escala de grados centígrados o Celsius:** para establecer una base de medida de la temperatura Anders Celsius utilizó (en 1742) los puntos de fusión y ebullición del agua. Una mezcla de agua y vapor de agua (sin aire) en equilibrio a 1 atm de presión se considera que está en el punto de ebullición. Celsius dividió el intervalo de temperatura que existe entre dos puntos en 100 partes iguales a las que llamó grados centígrados °C.
- **La escala Fahrenheit:** toma divisiones entre el punto de congelación de una disolución de cloruro amónico (a la que le asigna valor cero) y la temperatura normal corporal humana (a la que le asigna valor 100). Es una unidad típicamente usada en los Estados Unidos. Fahrenheit originalmente estableció una escala en la que la temperatura de una mezcla de hielo-agua-sal de



amonio estaba fijada a 0 grados. Fahrenheit midió la temperatura del agua hirviendo a 32°F, y su punto de ebullición a 212 °F, haciendo que el intervalo entre el punto de ebullición y congelamiento del agua fuera de 180 grados.

Por ende, 100°C=180°F. Entonces, mediante una operación sencilla, podemos decir que:

$$\begin{array}{l} 100^{\circ} \text{ C} \longrightarrow 180^{\circ} \text{ F} \\ 1^{\circ} \text{ C} \longrightarrow x \end{array} \quad x = \frac{1^{\circ} \text{ C} \cdot 180^{\circ} \text{ F}}{100^{\circ} \text{ C}} = \frac{9}{5}^{\circ} \text{ F} = 1^{\circ} \text{ C}$$

Pero como el cero de la escala de Celsius corresponde a 32°F, para realizar la conversión de grados centígrados a grados Fahrenheit queda así:

$$^{\circ} \text{ F} = \frac{9}{5} n^{\circ} \text{ C} + 32$$

Para convertir grados Fahrenheit a grados Celsius se despeja °C en la fórmula anterior.

Lo anterior es equivalente a la siguiente ecuación:

- De grados Fahrenheit a grados Celsius $^{\circ} \text{ C} = (^{\circ} \text{ F} - 32) / 1.8$
- De grados Celsius a grados Fahrenheit $^{\circ} \text{ F} = (9^{\circ} \text{ C} + 160) / 5$

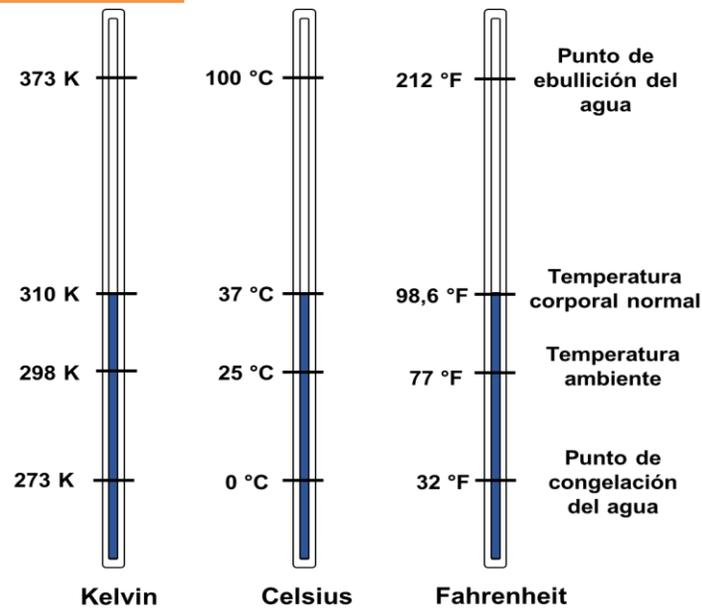


Figura 8.2. Escalas de temperatura más relevantes. Fuente: CURN

Ejemplos:

<p>1. Convertir 310 K en °C $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$ $^{\circ}\text{C} = 310 - 273 = 37^{\circ}\text{C}$</p>	<p>2. Convertir 68 °F a °C $^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$ $^{\circ}\text{C} = 5/9 (68 - 32) = 20^{\circ}\text{C}$</p>
<p>3. Convertir 10° C a K $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$ $^{\circ}\text{C} = 10 + 273 = 37\text{ K}$</p>	<p>4. Convertir 100 °K a °F $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$ $^{\circ}\text{C} = 100 - 273 = -173^{\circ}\text{C}$, Luego se calculan los °F $^{\circ}\text{F} = (9/5 \times ^{\circ}\text{C}) + 32$ $^{\circ}\text{F} = (9/5 \times -173) + 32 = -279,4^{\circ}\text{F}$</p>
<p>5. Convertir 100°C a °F $^{\circ}\text{F} = (9/5 \times ^{\circ}\text{C}) + 32$ $^{\circ}\text{F} = 1.8 \times 100 + 32 = 212^{\circ}\text{F}$</p>	<p>6. Convertir 32 °F a °K $^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$ $^{\circ}\text{C} = 5/9 (32 - 32) = 0^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$ $^{\circ}\text{K} = 0 + 273 = 273^{\circ}\text{K}$</p>

IV. REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS

1. Termómetro de mercurio.

V. MUESTRA

No aplica.



VI. PROCEDIMIENTO

1. Usando termómetros de mercurio tomar técnicamente la temperatura oral y axilar de un compañero de grupo y registrar las diferencias.
2. Comparar en un mismo sujeto la temperatura corporal tomada con termómetro de mercurio y digital.
3. Tomar la temperatura corporal incluyendo variaciones en las condiciones ambientales y del sujeto, antes y después de la exposición (cambio de temperatura ambiental exponiendo al sujeto a temperatura ambiente y a aire acondicionado, después de comer alimentos fríos y calientes y antes y después de actividad física).
4. Realizar ejercicios en salón de clases de conversión de temperatura entre las escalas de Celsius, Kelvin y Fahrenheit.

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. Describa la importancia del calor y la temperatura
2. Con relación a la temperatura corporal investigue los siguientes conceptos:
 - a. Hipertermia.
 - b. Hipotermia.
 - c. Fiebre.
3. Haga la equivalencia a grados centígrados de 92°F. Si esta es la temperatura corporal de una persona diga si es normal o no.



PRÁCTICA 9

VISIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la óptica es una de las áreas de interés en el campo de la medicina y biofísica, con la finalidad de determinar su importancia como fenómeno físico, origen, fundamentación y principios, aplicaciones a nivel biológico y clínico. Como todas las áreas de acción existentes, se presenta gran interés en la visión debido a que hace parte de los sentidos especiales de nuestro cuerpo, sin ellos sería muy difícil la interacción con el medio ambiente y la sociedad. Por lo tanto, de manera puntual se revisarán los tópicos pertinentes para la mejor comprensión y realización de la práctica de laboratorio de estos sentidos.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Comprender el proceso físico de la visión, la anatomía y fisiología básica del ojo humano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características y propiedades de la luz, el espectro electromagnético y el espectro de luz visible.
2. Comprender la teoría del color.
3. Identificar la base biofísica de las pruebas de agudeza visual y reflejo fotomotor
4. Conocer los métodos de valoración de reflejos, agudeza visual, campo visual y fondo de ojo.
5. Evaluar la utilidad diagnóstica de las mismas.



III. FUNDAMENTO

Diferentes fenómenos físicos son establecidos por la generación de campos eléctricos y magnéticos, producto de la interacción de cargas eléctricas, capaces de inducir un campo electromagnético y caracterizado por reproducir de manera continua oscilaciones que pueden propagarse por diferentes medios. Las energías en forma de radiaciones electromagnéticas pueden desplazarse a la velocidad de la luz la cual puede establecer un valor característico. En forma característica, la luz puede clasificarse como una forma de energía constituida por partículas subatómicas y por comportarse como una onda. La partícula que se relaciona con la luz es denominada fotón, mientras que el comportamiento ondulatorio permite establecer que se puede propagar en un medio, absorber en diferentes tipos de cuerpos y transformarse en otras formas de energía. Por lo tanto, con el descubrimiento del espectro, se ha observado la interpretación de un rango de visibilidad. El rango de luz visible comprende un intervalo electromagnético entre 370 – 700 nm y las cuales son captadas debido al desarrollo de la visión humana.

Visión

La visión es posible gracias a su órgano principal que es el ojo humano, el cual es como una Cámara en miniatura suspendida en la mitad anterior de la órbita. Está conformado por tres capas concéntricas, La capa externa o fibrosa, que es una capa protectora, está formada en 5/6 partes por la esclerótica y 1/6 parte por la córnea.

La capa media vascular, la cual se compone de atrás adelante por la coroides, que contiene plexos venosos y túnicas capilares que son responsables de la nutrición de las capas adyacentes de la retina, el cuerpo ciliar que por medio de los procesos ciliares, produce el humor acuoso, y a través de los músculos ciliares participa en el proceso de acomodación, ya que cuando se contrae protruye el



cristalino y por último el iris, es un diafragma contráctil que posee una apertura central circular que da paso a la luz, llamada pupila.

La capa Interna o retina, que a su vez se compone de dos capas, una capa de células pigmentarias y una capa neuronal interna.

REFRACCIÓN: es el cambio de dirección de los rayos luminosos al pasar de un medio transparente (dióptrico) a otro de diferente densidad (refringente); durante el proceso de visión las ondas luminosas en su camino hacia la retina, atraviesan estructuras de diferente densidad: córnea, humor acuoso, cristalino y cuero vítreo, constituyendo estas estructuras los medios refringentes del ojo.

Lentes: son medio refringente transparente de cristal o acrílico constituida por una o ambas superficies curvas.

Sistema dióptrico: la Dioptría es la medida de poder de refracción, siendo este la capacidad de un lente de desviar los rayos de luz, la cual es positiva para los lentes convergentes y negativa para los divergentes

$$\text{Dioptría} = 1\text{metro}/\text{Distancia focal}$$

Siendo la distancia focal aquella en que los rayos paralelos convergen en un punto focal común y que puede ser modificada por algunos factores, como son la fuente de luz (paralela o si es una fuente, puntual) y la convexidad de la lente.

Acomodación: es la capacidad del ojo para modificar la posición del foco, en esta interviene el Cristalino, los Ligamentos Suspensorios y el Musculo Ciliar

Agudeza visual: es el poder del ojo de observar discriminadamente los detalles de un objeto, esta es la medida de la función macular y determina la función o capacidad visual del ojo. Es expresada en decimales o quebrados, entre lo que el examinado ve, y lo que debería ver, numerador: distancia al optotipo y el denominador: distancia a la que el sujeto normal ve ese optotipo. Y para su valoración de utiliza la tabla de Snellen.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Lámpara de luz.
2. Oftalmoscopio.
3. Tablas de Snellen.

V. MUESTRA

No aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

Primera Parte: ÓPTICA

Determinación de agudeza visual: mediante las tablas de Snellen examine cada ojo por separado, con el paciente colocado a 6 metros de la tabla para evaluar la visión de lejos. La agudeza visual se determinará acorde a la última línea que el paciente pueda identificar con nitidez (**Figura 9.1**).



Figura 9.1 Uso de la carta de Snellen.

Fuente: CURN

Determinación de campo visual: se realiza exploración gruesa del campo visual, identificando las zonas de visión de ambos ojos entre los 150 y 160 grados, Para ello, se ubica al examinado, quien debe mantener la mirada al frente, mientras el examinador le muestra un objeto en el centro y en los extremos del campo visual de cada ojo.

Examen de fondo de ojo: la exploración del fondo de ojo u oftalmoscopia consiste en la visualización a través de la pupila y de los medios transparentes del globo ocular (córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo) de la retina y del disco óptico. Es un componente importante de la evaluación clínica de muchas enfermedades y es la única localización donde puede observarse in vivo el lecho vascular de forma incruenta (**Figura 9.2**).



Figura 9.2. Examen de fondo de ojo.

Fuente: CURN

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿Qué son el espectro electromagnético y la luz?
2. ¿Cuál es la importancia del ojo humano?
3. ¿Cómo se forman las imágenes en ojo humano?
4. ¿Cuál es la importancia de los conos y bastones?
5. ¿Qué son la hipermetropía, miopía, presbicia y astigmatismo?



PRÁCTICA 10

AUDICIÓN Y SONIDO

I. INTRODUCCIÓN

Desde que nacemos estamos percibiendo formas sonoras del mundo con el que interactuamos y el cual se articula en forma conjunta con otros órganos de los sentidos. Este tipo de adaptaciones y sincronías están dadas de forma anatómica y fisiológica desde el punto de vista de la estimulación de los órganos de la audición e involucra procesos de tipo psicológicos como una secuela del acto de percibirlos y clasificarlos debido al grado de intensidad y efecto generado en nuestro organismo. La audición al igual que todos los demás órganos de los sentidos son indispensables para mantener el equilibrio funcional del cuerpo. De esta manera, en esta práctica abordaremos variadas temáticas relacionadas como los principios físicos de la audición, funcionamiento y procesos de captación e interpretación de las sensaciones sonoras y diagnóstico ante anomalías presentadas.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la importancia de los fundamentos biofísicos de la audición y el sonido.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comprender el proceso físico de la audición.
2. Determinar las diferencias físicas de las técnicas de exploración Rinne y Weber.

III. FUNDAMENTO

El sonido: es un fenómeno vibratorio, que a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce, se propaga en ese medio, bajo la forma de una variación periódica de presión.

Es un fenómeno que involucre la transmisión de ondas u oscilaciones generalmente a través de un medio característico que favorezca su propagación,



en la cual se generará perturbaciones en diferentes sentidos. Los mecanismos de propagación del sonido involucra la participación energía en el transporte, en forma de ondas por medio de sistema elástico de naturaleza sólida, líquida o gaseosa.

Si las vibraciones se producen en la misma dirección en la que se propaga el sonido, se trata de una onda longitudinal y si las vibraciones son perpendiculares a la dirección de propagación es una onda transversal.

La audición humana se basa en la propagación de ondas sonoras que se producen cuando perturbaciones en el aire, son transformadas en registros ondulatorios mecánicos que son captados por el oído humano, percibidas y sensibilizadas por el cerebro para su interpretación final.

Sus principales características son la intensidad, el tono y el timbre.

La intensidad del sonido: es la cantidad de energía que atraviesa una unidad de área perpendicular a la dirección de propagación de una onda en 1 segundo, expresa la mayor o menor amplitud de las ondas sonoras. Sus unidades: watio/m²; Belio = logaritmo de la intensidad real, 1 belio = aumento 10 veces la energía sonora, 1 decibelio = 0.1 belio.

El tono: es la respuesta del oído a las frecuencias del sonido. En el espectro audible, encontramos los Tonos graves que van desde 16 Hz a los 256 Hz, Tonos medios de 256 Hz a 2kHz y los Tonos agudos de 2 kHz a 16 kHz. Fuera del espectro audible, encontramos los Ultrasonidos que son ondas acústicas de frecuencias superiores a los 20 kHz y los Infrasonidos que son ondas acústicas inferiores a los 20 Hz.

El timbre: es la calidad en la combinación de armónicos, ya que una nota musical esta formada por varios armónicos, y de acuerdo al instrumento que este interpretando la nota musical, solo algunos de los armónicos serán excitados. Por lo que una nota musical se escucha diferente al ser tocada por varios instrumentos.

Espectro del sonido audible: el espectro audible, también denominado campo tonal, corresponde a las audiodfrecuencias, es decir, toda la gama de frecuencias que pueden ser percibidas por el oído humano comprendidas entre

los 20 Hz y los 20 kHz. No obstante, este margen varía según cada persona y se reduce con la edad, es la Presbiacusia, así se llama la pérdida de audición con la edad (**Figura 10.1**).

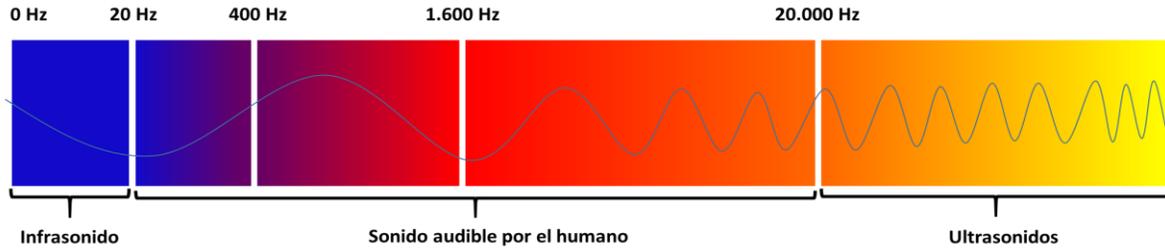


Figura 10.1. Espectro del sonido.

Fuente: CURN

El ruido: cuando se habla de ruido, a menudo se piensa en una sensación sonora molesta o en caso extremo incluso dolorosa. Desde el punto de vista físico, un ruido es una mezcla compleja de sonidos de varias frecuencias.

El oído humano: el oído es un órgano del cuerpo humano muy sensible y avanzado. La función del oído es transmitir los sonidos al cerebro a través de sus distintas partes: el oído externo, el oído medio y el oído interno (**Figura 10.2**).

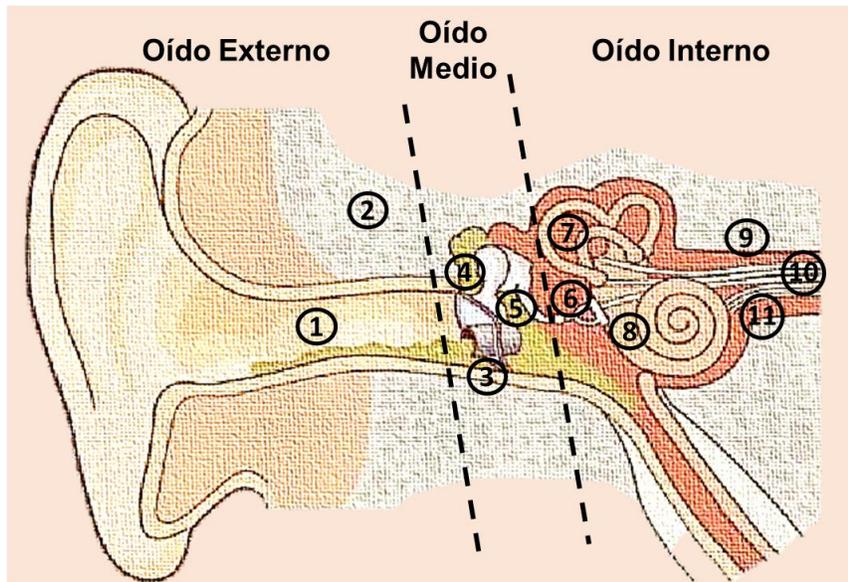
La tarea principal es por tanto detectar, transmitir y convertir los sonidos en impulsos eléctricos. Otra función importante es mantener nuestro sentido del equilibrio.

Para que se produzca la audición las ondas sonoras deben penetrar por el conducto auditivo externo hasta alcanzar el tímpano, la vibración de la membrana timpánica se transmite a través de los huesecillos del oído medio, pasando del martillo al yunque y de este al estribo, este transmite las vibraciones a la perilinfa del oído interno a través de la ventana oval. En la cóclea, la energía mecánica de las señales acústicas se transforma en impulsos eléctricos que, a través de nervio acústico, son transportados a la región temporal de la corteza cerebral donde se procesan. Por tanto, podría decirse que el órgano con el que en realidad escuchamos es el cerebro.

La **vía aérea**: es la capacidad para detectar sonidos presentados/transmitidos a través del aire, estimulando el tímpano.

La **vía ósea**: evalúa la capacidad para detectar sonidos transmitidos a través de los huesos de la cabeza estimulando el órgano de Corti.

Se conoce con el nombre de sordera central o agnosia auditiva a la dificultad que presentan algunas personas para reconocer sonidos debido a una lesión cerebral que afecta a las áreas relacionadas con la audición. Estas personas tienen sin embargo todas las partes del oído y el nervio auditivo en buena situación funcional por lo que la deficiencia en la capacidad para discriminar sonidos se debe únicamente a la lesión del cerebro



- | | | | |
|--------------------------|------------|--------------------------|------------------|
| ① Canal Auditivo externo | ④ Martillo | ⑦ Canales semicirculares | ⑩ Nervio Facial |
| ② Hueso temporal | ⑤ Yunque | ⑧ Cóclea | ⑪ Nervio Coclear |
| ③ Tímpano | ⑥ Estribo | ⑨ Nervio Vestibular | |

Figura 10.2. El oído humano y sus partes. Fuente: CURN

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

Diapasón.

V. MUESTRA

No aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

1. **Prueba Weber:** en parejas uno de los estudiantes, coloca el diapasón vibrando en el vertex craneal del compañero y le pregunta si la vibración se desvía lateralmente hacia la derecha o hacia la izquierda (**Figura 10.3.A**).
2. **Prueba de Rinne:** en parejas uno de los estudiantes, coloca el diapasón vibrando sobre la apófisis mastoidea del compañero hasta que este diga que ha dejado de percibir la vibración, momento en el cual, se lo coloca rápidamente delante del conducto auditivo externo del mismo lado. En condiciones normales se debe continuar percibiendo la vibración cuando se coloca el diapasón frente al conducto auditivo externo, el doble de tiempo percibido sobre la mastoides (Rinne +) (**Figura 10.3.B-C**).

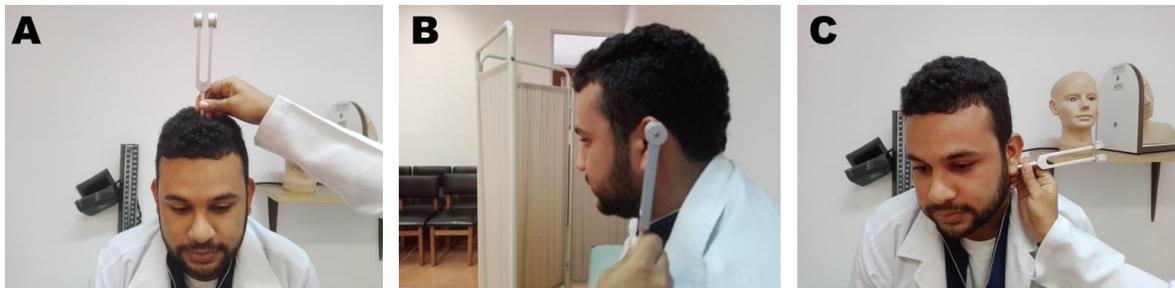


Figura 10.3. Determinación de la capacidad auditiva.

A) Prueba de Weber. B y C) Prueba de Rinne. Fuente: CURN

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la diferencia biofísica entre tono e intensidad del sonido?
2. ¿En qué consiste la audiometría? ¿Cómo se realiza?
3. Establezca las diferencias entre la prueba de Rinne y Webber.
4. ¿Cómo se describe la sordera?
5. Indique cual es el valor umbral de dolor y mencione algunos ejemplos.



PRÁCTICA 11

PRESIÓN ARTERIAL

I. INTRODUCCIÓN

Cuando el corazón impulsa sangre hacia la aorta, la presión en esta será evidentemente alta y debido a que el bombeo del corazón es pulsátil, la presión arterial fluctuará entre un valor máximo (sistólico) y un valor mínimo (diastólico). Si las cifras de presión arterial se elevan por encima de los valores normales se ponen en peligro la calidad de la vida de las personas.

La presión arterial se puede determinar en forma directa mediante cateterización de una arteria, obteniéndose una cifra muy exacta; sin embargo, el uso de este método directo se ve limitado por el peligro de accidentes vasculares y/o infecciones. En la práctica rutinaria la presión arterial se determina mediante el uso del método indirecto, el cual se fundamenta en el colapso de una arteria al aplicarle externamente una presión, por lo menos ligeramente superior a la que le distiende. El dispositivo utilizado para este fin está unido a un manómetro que registra la presión necesaria para colapsar la arteria, de esta forma es posible registrar indirectamente la presión arterial, obteniéndose una cifra muy cercana a la real.

En esta práctica se pretende conocer los fundamentos que rigen el comportamiento cardiovascular y las medidas correctas para los registros de presión arterial de los individuos.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los fundamentos y la importancia de la medición de la presión arterial y su relación con el funcionamiento cardiovascular.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Tomar correctamente la presión arterial manejando adecuadamente el esfigmomanómetro y el estetoscopio.
2. Interpretar los resultados de la práctica.
3. Manejar los criterios del Séptimo Comité Nacional Conjunto (JNC VII) para el diagnóstico de la hipertensión arterial en adultos.

III. FUNDAMENTO

Determinación de la presión arterial indirectamente: el dispositivo usado para la toma de presión arterial por el método indirecto se denomina esfigmomanómetro y consta de un brazalete elaborado con material no distensible y en su interior una bolsa de caucho denominada manguito, el cual es el encargado de ejercer presión sobre la arteria para conseguir el colapso.

El uso incorrecto del esfigmomanómetro trae como resultado el registro de cifras de presión muy apartadas de la realidad. Uno de los errores más frecuentes es la utilización de esfigmomanómetros con manguitos inapropiados.

La anchura del manguito es un factor importante para la correcta toma de presión arterial, ya que su zona central es la que ejerce más presión; por tanto, un manguito más ancho tendría una mayor área de compresión y colapsará más rápidamente la arteria, en comparación con un manguito menos ancho. Para evitar este error se deben tomar manguitos adecuados, los cuales deben utilizarse de acuerdo con la circunferencia del miembro donde se tomará la presión arterial. Al considerar la escogencia del manguito se debe tener en cuenta que su ancho sea el 40% de la circunferencia del miembro y su longitud el 80%. Ejemplo, un brazo con una circunferencia de 30 cm. necesitará un manguito de 12 cm. de ancho por 24 de largo.



Clasificación de Presión Arterial en Adultos: teniendo en cuenta la significativa relación existente entre las cifras sistólicas y diastólicas de presión arterial y el riesgo cardiovascular, se deriva que el objetivo principal de la detección y tratamiento de un paciente hipertenso debe ser la reducción de dicho riesgo y el de la morbimortalidad acompañante.

La clasificación de la presión arterial propuesta por los expertos del Séptimo Comité Nacional Conjunto (JNC VII) fue diseñada con el propósito de identificar a los individuos de alto riesgo cardiovascular y proveer las guías para su seguimiento y manejo:

- Es una clasificación hecha para adultos de 18 años o más, que no tomen medicación antihipertensiva y que no padezcan enfermedades terminales.
- Está basada en el promedio de dos o más registros de presión arterial realizados de acuerdo a las recomendaciones ya descritas en dos o más visitas luego de la detección inicial.
- En casos donde la presión arterial sistólica y diastólica caen en diferentes categorías, debe seleccionarse la categoría más alta para clasificar al individuo.
- Define como presión arterial normal las cifras menores o iguales de 120/80 mm Hg, ya que se encontró como la que representa el menor riesgo cardiovascular para un individuo.
- Define la hipertensión arterial sistólica aislada (HTASA) como la presión sistólica mayor o igual a 140 mm Hg con presión diastólica mayor de 90 mm Hg. De acuerdo a la cifra de presión arterial sistólica, la HTASA se clasificará según el cuadro descrito previamente. Es de anotar que la HTASA ha adquirido cada vez más importancia, a la vez que se ha correlacionado como uno de los factores de riesgo cardiovascular más importante en particular en pacientes mayores de 60 años.

Estratificación de Riesgo en el Paciente Hipertenso: a partir de las observaciones de diversos estudios que demostraron un incremento progresivo y consistente del riesgo de complicaciones cardiovasculares y muerte, conforme

incrementaban los niveles de presión arterial (efecto que se hace notorio desde valores de 130 a 140 mm Hg de presión arterial sistólica y de 80 a 85 mm Hg de presión arterial diastólica), se orientó al diagnóstico y la posterior clasificación del hipertenso con miras a poderlo definir dentro de una escala de riesgo cardiovascular, que permitiera dar una orientación de su manejo posterior.

IV. REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPOS

1. Fonendoscopio (estetoscopio).
2. Esfigmomanómetro.

V. MUESTRA

No aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

Toma de Presión Arterial: Método Auscultatorio - Ruidos de Korotkoff

- a. Escoja a un compañero del grupo de trabajo para la toma de presión arterial. (**Figura 11.1**).
- b. Palpe la arteria humeral de la siguiente forma: presione con cuatro dedos cerca del sitio de intersección del tendón del bíceps, luego desplace los dedos hasta localizar la arteria.





Figura 11.1. Determinación de presión arterial

Fuente: CURN

- c. Marque la arteria y coloque el manguito de tal manera que su parte media quede sobre la arteria. Algunos esfigmomanómetros tienen una flecha que coinciden con la parte medida del manguito y sirve de señal para colocarlo correctamente; sin embargo, tenga en cuenta que no todos los aparatos tienen esta flecha correctamente ubicada.
- d. Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones al escoger el tamaño de los manguitos y recuerde un manguito pequeño para el brazo da lugar a las lecturas elevadas falsas, mientras uno muy grande origina lecturas bajas falsas.
 - Tamaño grande para adulto, se emplea en los brazos de personas obesas.
 - Tamaño adulto normal, es el más usado.
 - Manguito pediátrico, para brazos muy delgados.
- e. Envuelva el manguito apretadamente sobre la piel, manteniéndolo 2.5 cm. arriba del pliegue del codo.
- f. Haga presión firme contra la piel en el extremo que tiene el indicador y mantenga la presión conforme enrolla el resto del manguito alrededor del brazo. Una vez que el cierre velcro se adhiere retire los dedos del extremo y envuelva el resto del manguito apretadamente alrededor del brazo. Verifique que quepan dos dedos debajo del manguito.
- g. Coloque las olivas auriculares del estetoscopio en los oídos del examinador, de modo que las ramas metálicas y la cápsula queden delante de su pecho.
- h. Sostenga el brazo del paciente a la altura del corazón y coloque la mano entre el codo y la cintura del examinador; esto permite mantener ambas manos libres.
- i. Oprima el insuflador con una mano y palpe el pulso radial con la otra.



- j. Para determinar el pulso arterial radial proceda de la siguiente forma:
- Localice el pulso radial en la cara interna del hueso radial. Suele ser más fácil palpar a uno o dos cm. de la apófisis estiloides del radio.
 - Presione con las yemas de los dos dedos en el surco natural.

 - Empuje hacia dentro en dirección a la cara anterior de la muñeca hasta que el pulso se quede centrado en las yemas de los dedos. Recuerde que una presión demasiado fuerte provocará oclusión del pulso.
 - Insufle el manguito hasta que no se perciba el pulso radial, luego siga insuflando hasta alcanzar otros 30 torr (mm/Hg).
 - Tome la válvula de liberación con la mano que sostiene la pera de caucho y ábrala con lentitud; comience a desinflar el manguito a una velocidad aproximada de 2-3 torr por segundo (aproximadamente una rayita por segundo).
 - Con el incremento regular y lento de la presión en el manguito (2 a 3 mm Hg /seg.) suele percibirse cinco fases después del silencio inicial, denominados ruidos de Korotkoff. Estos son:
 - Fase I. Sonido moderadamente intenso de tipo golpeante.
 - Fase II. Sonido de soplo más o menos rasposo añadido al anterior y sustituyéndolo.
 - Fase III. Nuevamente ruidos de golpes más intensos que fase I.
 - Fase IV. Brusca disminución de la intensidad de los sonidos escuchados durante la fase III.
 - Fase V. Silencio.
 - A medida que desinfe el manguito, ausculte los ruidos del paciente. Los primeros latidos se desvanecerán con el ciclo respiratorio.
 - Tome en cuenta la presencia de cuando menos dos latidos consecutivos intensos para anotar la presión sistólica. En forma normal la lectura sistólica oscila entre 2 y 3 torr.



- Continúe desinflando el manguito hasta que los ruidos se apaguen y desaparezcan. Registre el punto en que desaparecen los ruidos como presión diastólica.
- En algunos pacientes los latidos tardan en desaparecer, en ese caso registre el momento en que se apagan y el punto en que desaparecen por separado, Ejemplo. 120/80/44.

Tenga en cuenta los siguientes consejos.

- Si las lecturas de presión se toman más de dos veces seguidas, desinfele el manguito y eleve el brazo del paciente por unos segundos para estimular el drenaje venoso.
- Algunos pacientes presentan el "intervalo auscultatorio", intervalo silencioso entre sístole y diástole que a menudo se observa en la hipertensión sistólica. Estos intervalos auscultatorios pueden hacer que se subestime la cifra de presión sistólica, ya que se leerá como presión sistólica la fase III que presenta ruidos mucho más intensos que la fase I, pero esta fase III aparece hasta 30 mm Hg por debajo de la fase I.

VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. Haga un cuadro donde resuma la clasificación de la presión arterial de acuerdo al JOINT VII.
2. ¿Qué es la presión arterial media y cómo se calcula?
3. ¿Qué es la presión de pulso y cómo se calcula?
4. ¿Qué factores afectan fisiológicamente las cifras de presión arterial?



PRÁCTICA 12

REGISTRO ELECTROCARDIOGRÁFICO

I. INTRODUCCIÓN

El corazón es considerado como una especie de bomba de tejido muscular. Pero dicha acción de bombeo del corazón proviene de un sistema de conducción eléctrica que coordina la contracción de las cavidades del corazón y permite realizar todos los mecanismos necesarios para su funcionamiento y prolongación durante toda nuestra vida. Sin embargo, algunas alteraciones eléctricas pueden repercutir en el desarrollo anormal del corazón como maquina general del sistema circulatorio. Por lo cual es pertinente el estudio de su comportamiento eléctrico mediante el desarrollo y determinación del registro electrocardiográfico. De este modo, se estudiará el funcionamiento de las técnicas y métodos de estudio en electrocardiografía, mediciones, interpretación de resultados tanto en condiciones normales como patológicas empelando registro representados en electrocardiogramas. Así, en esta práctica se abordarán los fundamentos, ubicación de electrodos para la determinación de registros y su importancia a nivel cardiovascular.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la importancia del sistema cardiovascular y del registro electrocardiográfico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar y reconocer las principales estructuras del sistema cardiovascular.
2. Reconocer las partes y funcionamiento del electrocardiógrafo.
3. Identificar un electrocardiograma normal.
4. Hallar en el electrocardiograma Frecuencia cardiaca y Eje cardiaco.

III. FUNDAMENTO

Sistema de Conducción

Para poder realizar su función como bomba, el corazón necesita del SISTEMA DE CONDUCCIÓN que es el encargado de generar el estímulo a partir de potenciales de acción que viajan a través del musculo cardiaco, el Sistema de Conducción (**Figura 12.1**), está formado por un conjunto de fibras excitadoras y conductoras especializadas, con capacidad de autoexcitación.

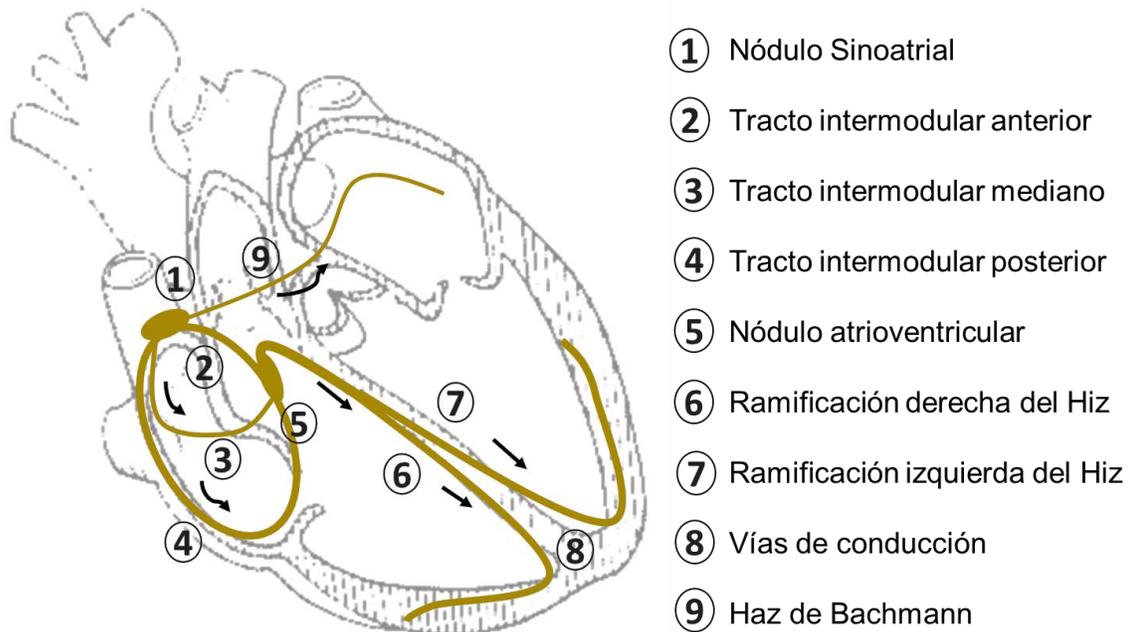


Figura 12.1. Sistema de Conducción del corazón
Fuente: CURN

Tiene su origen en el Nodo Sinusal, el cual se encuentra en la pared supero lateral posterior de la aurícula derecha, el Nodo Sinusal carece de elementos contráctiles y tiene la mayor capacidad de autoexcitación, por lo que funciona como un marcapaso, controlando habitualmente el latido de todo el corazón.

El impulso generado es entonces conducido a través de los tractos internodulares por las aurículas y en fracción aproximada de 0.03seg llega al Nodo



Auriculoventricular, el cual está localizado en la pared posterior de la aurícula derecha, allí el impulso se retrasa aproximadamente 0,09 seg, este retraso es necesario para que las aurículas vacíen su contenido a los ventrículos, antes de que comience la contracción ventricular; finalmente el impulso es conducido desde el Nodo A-V por las fibras de Purkinje a los ventrículos a través del haz de His ; las fibras de Purkinje son fibras muy grandes, incluso mayor que la fibra ventricular normal y son las más rápidas de todo el sistema de conducción con una velocidad de 1.5 a 4 m/seg.

El Electrocardiograma (EKG): es el registro de los potenciales eléctricos del corazón, los cuales cuando el impulso cardiaco atraviesa el corazón se propagan a los tejidos que los rodean, y una pequeña parte de ellos se extiende difusamente por todas partes, hasta llegar a la superficie del cuerpo.

De esta manera si se colocan unos electrodos sobre la piel a uno y otro lado del corazón, se pueden registrar los potenciales eléctricos generados por esta corriente. Se puede determinar si un paciente presenta trastornos en la generación de estímulos, trastornos de la conducción, lesión miocárdica y pericárdica, anomalías cavitarias y trastornos eléctricos.

El EKG normal está formado por una onda P, un complejo QRS y una onda T; además por unos segmentos, el PR y segmento ST e intervalos, el PR y el intervalo QT. La onda P representa la contracción auricular, luego, la corriente eléctrica se propaga hacia abajo mediante el haz de His hasta las cavidades inferiores del corazón (ventrículos), el complejo QRS representa la contracción ventricular, en seguida, la corriente eléctrica se propaga sobre los ventrículos en la dirección opuesta, ósea la Repolarización ventricular, esto se representa en la onda T, también llamada onda de recuperación.



El EKG se estructura en la medición del potencial eléctrico entre varios puntos corporales. Las derivaciones I, II y III se miden sobre los miembros: la DI va del brazo derecho al izquierdo, la DII del brazo derecho a la pierna izquierda y la DIII del brazo izquierdo a la pierna izquierda. A partir de esto se obtiene el punto imaginario V, localizado en el centro del pecho, por encima del corazón.

Las otras nueve derivaciones provienen del potencial entre este punto, las tres derivaciones de los miembros (aVR, aVL y aVF) y las seis derivaciones precordiales (V1-V6).

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Electrocardiógrafo digital.
2. Camilla de procedimientos.
3. Gasas.
4. Alcohol.
5. Gel conductor.

V. MUESTRA

No aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

1. Reconocimiento de las partes y funcionamiento del electrocardiógrafo.
2. Con la colaboración de un alumno como paciente, en decúbito supino sobre una camilla, se inicia la colocación de los electrodos precordiales y de los miembros superiores e inferiores y se toma electrocardiograma de 12 derivaciones según la técnica siguiente.



3. Retire al paciente todos los objetos metálicos, debido a que son conductores eléctricos y podría alterar el registro.
4. Se le indica que el paciente se mantenga en decúbito supino. Con acceso libre a las muñecas y los tobillos.
5. Limpie con alcohol la zona interior de las muñecas y de los tobillos del paciente. Posteriormente, adicione gel conductor entre los electrodos y el paciente.
6. Coloque los cuatro electrodos periféricos en las muñecas y los tobillos.
 1. Conecte el cable RA (right arm o brazo derecho).
 2. Conecte el cable LA (left arm o brazo izquierdo).
 3. Conecte el cable LL (left leg o pierna izquierda).
 4. Conecte el cable RL (right leg o pierna derecha).
7. Mantenga el tórax del paciente libre. Limpie con una gasa impregnada con alcohol las zonas donde ubicará los electrodos precordiales.
8. Adicione el gel conductor en los electrodos y ubíquelos en la respectiva área torácica (**Figura 12.2**):
 - **V1.** Cuarto espacio intercostal derecho, junto al esternón.
 - **V2.** Cuarto espacio intercostal izquierdo, junto al esternón
 - **V3.** En un lugar equidistante entre V2 y V4 (a mitad del camino de la línea que une ambas derivaciones).
 - **V4.** Quinto espacio intercostal izquierdo, en la línea medioclavicular.
 - **V5.** Quinto espacio intercostal izquierdo, en la línea axilar anterior.
 - **V6.** Quinto espacio intercostal izquierdo, en la línea axilar media.

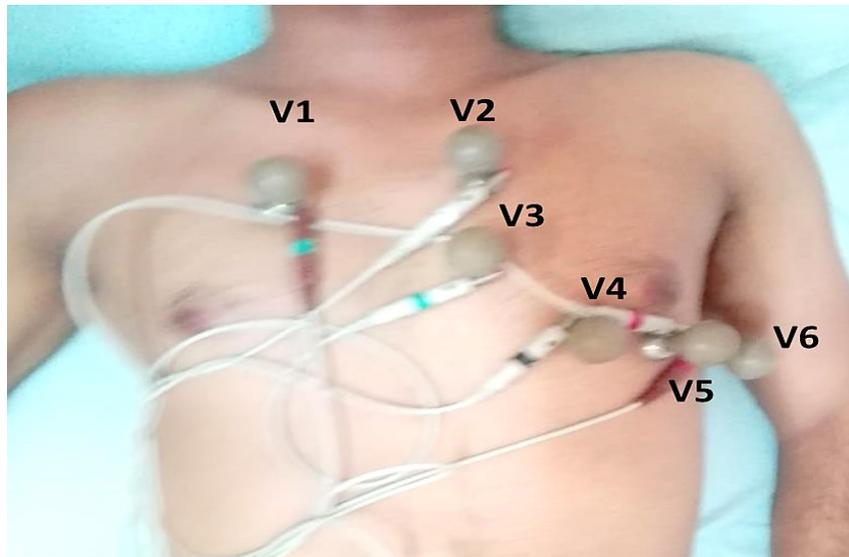


Figura 12.2. Ubicación de electrodos torácicos (V1-V6).
Fuente: CURN

9. Seleccione la velocidad convencional (25 mm/segundo). Posteriormente, se obtiene el registro como se representa en la **Figura 12.3**.
10. Al finalizar el registro apague el aparato y retire los electrodos. Limpie la piel del paciente e indíquelo que ya puede vestirse.
11. Identificación de Morfología, Voltaje y Duración de las ondas en las distintas derivaciones.
12. Determinación del Ritmo, la Frecuencia y Eje Cardíaco.

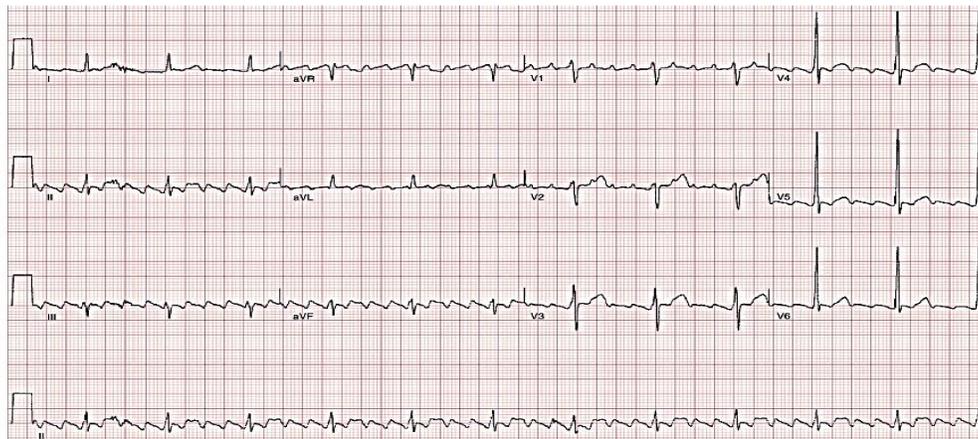


Figura 12.3. Ejemplo representativo de un electrocardiograma (EKG).
Fuente: Equipo de electrocardiográfica - CURN



VII. TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿En qué consiste la teoría de dipolo?
2. ¿Cuál es la dirección de los vectores cardíacos que generan la gráfica electrocardiografía de la onda P y el QRS?
3. Explique dos métodos por los cuales se puede hallar la frecuencia cardíaca en el electrocardiograma.



PRÁCTICA 13

CORRELACIÓN PULSO-FONOCARDIOGRAMA-ELECTROCARDIOGRAMA

I. INTRODUCCIÓN

La auscultación y la determinación del pulso a nivel cardíaco son herramientas importantes de exploración inicial del paciente, con la finalidad de iniciar el proceso correcto de diagnóstico de cualquier alteración cardíaca desde diferentes etiologías. Presentan unos orígenes desde hace unos siglos cuando René Laënnec-Hales estudiaron en su orden el efecto de cambio cíclicos presentados en la actividad cardíaca y la presión arterial; en segunda instancia Harvey junto con Skoda desarrollan los primeros estetoscopios y la determinación de los sonidos y soplos cardíacos. De esta manera, se ha considerado que estas técnicas constituyen parte fundamental en la exploración que debe ser completamente conjunta y complementaria en el desarrollo del examen general a un individuo, considerándose por tanto que debe entrenarse adecuadamente para identificar la palpación de los pulsos a variados niveles, la auscultación pulmonar y el efecto del comportamiento eléctrico del corazón. Por lo tanto, en esta práctica se abordará los elementos y fundamentos necesarios para el estudio de este tipo de técnicas de manera formativa y aclaratoria de los conceptos y llevarlos a su representación.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la correlación de los elementos de pulso, sonidos cardíacos y electrocardiografía

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los fenómenos eléctricos y mecánicos que ocurren durante el ciclo cardíaco en una persona sana.



2. Correlacionar temporo-espacialmente la actividad eléctrica del corazón con los fenómenos mecánicos y los cambios de presión y volumen que ocurren durante el ciclo cardiaco.

III. FUNDAMENTO

El sistema cardiovascular está compuesto principalmente por la bomba cardiaca, y el sistema venoso-arterial; el cual cumple la función de transporte de nutrientes, transportan el oxígeno y CO_2 a través de los eritrocitos, que también transportan desechos tóxicos.

El corazón es el órgano principal del aparato circulatorio, es un musculo estriado, que funciona como bomba aspirante e impelente, que aspira hacia las aurículas la sangre que circula por las venas y la impulsa desde los ventrículos hasta las arterias. Cuenta con cuatro cavidades: Dos aurículas y dos ventrículos.

- El proceso de la circulación sanguínea se realiza por dos circuitos a partir del corazón: circulación mayor, somática o sistémica, y circulación menor, pulmonar o central.

Todos los tejidos del organismo requieren permanentemente un suministro de nutrientes y oxígeno para su buen funcionamiento, lo cual necesita un sistema de circulación que son las arterias, venas y capilares, y un órgano encargado de bombear la sangre que es el corazón. Todo en conjunto abarca el sistema cardiovascular.

La función del corazón como una bomba es impulsar la sangre hacia los pulmones o a los órganos periféricos.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Simuladores para auscultación de ruidos cardiacos.
2. Fonendoscopios.
3. Cable para electrodos.
4. Electrodos para registro del electrocardiograma.



5. Estetoscopio electrónico.
6. Transductor de pulso.

V. MUESTRA

No aplica.

VI. PROCEDIMIENTO

Antes de iniciar la práctica en el PowerLab, cada estudiante de biofísica, debe aprender a reconocer los ruidos cardíacos, para lo cual se utilizarán los fonendoscopios disponibles en los laboratorios de simulación. La auscultación de los ruidos cardíacos se realizará tanto entre los mismos estudiantes como en los simuladores disponibles con tal objeto. Identificando lo normal y logrando diferenciarlo de lo anormal sin identificar las anomalías halladas en la auscultación anormal.

Para esta práctica de auscultación se indicarán los focos y las zonas de auscultación. (**Figura 13.1**):

- Zona de la válvula aórtica: 2º espacio intercostal derecho en el borde esternal.
- Zona de la válvula pulmonar: 2º espacio intercostal izquierdo en el borde esternal.
- Zona de la válvula tricúspide: 4º espacio intercostal izquierdo en el espacio esternal.
- Zona de la válvula mitral: Ápex cardíaco en el 5º espacio intercostal izquierdo a nivel de la línea medioclavicular.

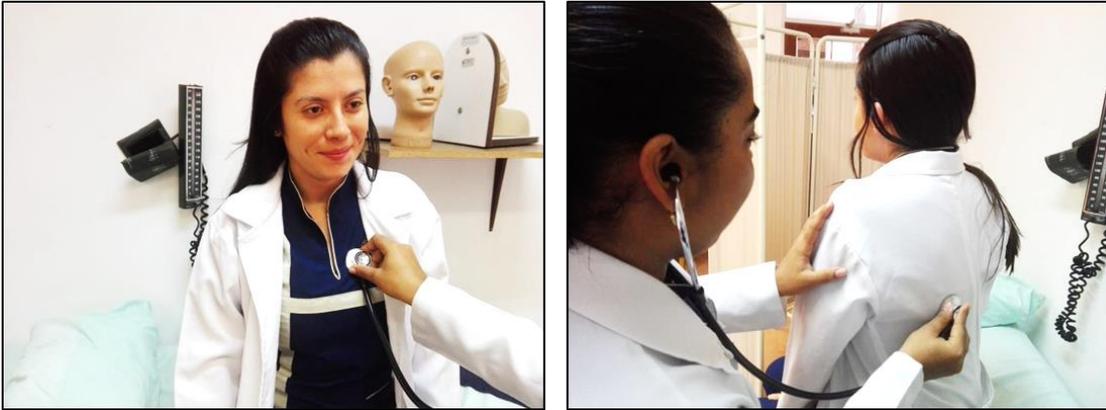


Figura 13.1. Técnica de auscultación
Fuente: CURN

Técnica de la auscultación:

- Ambiente silencioso.
- Sujeto en posición cómoda.
- Colocar el diafragma del estetoscopio directamente en la piel.
- Identificar, inicialmente, el primer ruido cardiaco seguido de una pausa.
- Identificar el segundo ruido cardiaco, más corto y más agudo que el primero. Seguido de una pausa más larga.
- Realice la auscultación en todos los focos de manera ordenada sin olvidar ninguno. (Nota: al hacerlo con el paciente, el paciente debe levantarse o retirarse la ropa de la parte superior del cuerpo, las mujeres deben permanecer con la ropa interior).

PROCEDIMIENTO

Registro de electrocardiograma, fonocardiograma y pulso.

Seleccionar un voluntario varón para el registro. Debe despojarse de reloj, pulseras y cualquier otro objeto metálico.

- Limpie la piel del voluntario y frótela con las almohadillas abrasivas en los sitios donde colocara los electrodos para registro en DI.
- Coloque los electrodos.



- Coloque el transductor de pulso en la falange distal del dedo medio e índice, con el diafragma sobre la cara palmar del dedo y sujete con la cinta de velcro; la sujeción debe ser firme, pero sin impedir el riego sanguíneo. El transductor que debe estar conectado a al canal 1, se halla provisto de un diafragma que detecta los cambios de volumen provocados por las variaciones del riego sanguíneo.
- Para registrar los ruidos cardiacos utilice un estetoscopio electrónico que detecta los sonidos y los amplifica. Además, posee un transductor que transforma la energía acústica en corriente eléctrica para registrar el ruido. El estetoscopio debe estar conectado al canal 2.

El estetoscopio tiene los siguientes controles:

- **Botón de encendido y apagado.** Localizado en la parte superior del aparato; con presión suave se enciende o apaga. El estetoscopio se apaga de manera automática después de 3 minutos, de manera que, si se está escuchando y registrando y, de repente, se interrumpen el sonido y el registro, puede encenderlo de nuevo con el botón.
- **Filtros.** El estetoscopio posee un filtro de alta frecuencia (H) y uno de baja (L), para escuchar los ruidos cardiacos debe estar activado el de baja frecuencia, el cual se selección a con un selector localizado en la parte inferior; la letra L debe estar visible en este sitio.
- **Volumen.** En la parte inferior también se halla el control de volumen. Girándolo en dirección de la flecha disminuye el volumen; siempre iniciar con el volumen al mínimo, por lo general suficiente para escuchar los ruidos cardiacos.
- Para iniciar el programa haga click en el icono de acceso directo a Chart, en la pantalla que aparece se abre una ventana. Haga click en el archivo *Experiments Gallery* y de la lista seleccione ECG + fonocardiograma; una vez abierta la pantalla aparecen tres canales para registro que corresponden a ECG, fonocardiograma y pulso.



El registro del fonocardiograma se realiza en el segundo canal. El diafragma del estetoscopio debe colocarse directo en la piel del voluntario, de manera firme sin presionar demasiado.

- Coloque el diafragma del estetoscopio sobre uno de los focos de auscultación descritos con anterioridad y trate de identificar los sonidos. Una vez identificados, correlaciónelos con el registro de la pantalla y muestre la parte del registro que corresponde al primero y al segundo ruidos cardiacos. Registre colocando el estetoscopio en cada foco de auscultación. Anote en comentarios el foco en el que se esta registrando y después compare los diferentes registros obtenidos.
- Enseguida realice el registro simultáneo del EKG, fonocardiograma y pulso. Registre simultáneamente pulso, EKG y fonocardiograma por 20 a 30 segundos.
- Coloque el cursor en la parte inferior de la pantalla sobre la escala de tiempo con el botón del ratón presionado. Elija una sección nítida del registro en los tres canales que abarque los ciclos cardiacos completos, haga click en el zoom en medio de la parte superior y analice el registro. Explique cómo se relacionan en el tiempo los componentes del EKG con la actividad mecánica del cierre de las válvulas y el máximo de presión del pulso periférico.

VIII. TALLER DE PREGUNTAS

1. ¿Qué origina el primer ruido cardíaco?
2. ¿Qué origina el segundo ruido cardíaco?
3. ¿Cuáles son las zonas y focos de auscultación cardíaca?
4. Describa brevemente los diferentes eventos mecánicos, eléctricos y hemodinámicas que suceden durante el ciclo cardíaco y la relación temporal que ellos tienen.



PRÁCTICA 14

PRINCIPIOS DE IMÁGENES DIAGNOSTICAS

I. INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de los rayos X en 1895, ocurrió hace algo más de un siglo, dicho descubrimiento fue realizado por Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), científico alemán de la Universidad de Würzburg, quien descubrió una radiación de origen desconocido, en aquel momento, que tenía la propiedad de penetrar los cuerpos opacos. Al tiempo, decidió experimentar con el cuerpo humano. Su esposa expuso su mano a los rayos y la colocó sobre la placa. Obtuvieron así la primera radiografía del cuerpo humano (incluyendo su anillo), un avance que revolucionaría posteriormente la medicina. Röntgen decidió llamar a su descubrimiento “rayos incógnita”, o “rayos X”. Sus estudios tuvieron un alto impacto en la comunidad científica, obteniendo en 1901 el Premio Nobel de Física.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar la importancia de las imágenes diagnósticas y sus aplicaciones en la medicina

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las diferencias físicas de las técnicas imagenológicas.
2. Categorizar las etapas del proceso para las diferentes técnicas de imágenes.
3. Conocer las técnicas imagenológicas como herramienta diagnóstica en algunas patologías.
4. Realizar una aproximación sobre las indicaciones y contraindicaciones de cada técnica.

III. FUNDAMENTO

Los Rayos X son un paquete discreto de energía electromagnética llamada fotón, estos se diferencian de la luz visible porque tienen mayor frecuencia (longitud de onda), mayor energía (fotón de luz: 1eV - fotón de Rx: 30 keV) y mayor capacidad de ionización que esta última.

Se producen dentro de un tubo emisor de Rx, que es un tubo de vidrio al vacío, que tiene varias partes (**Figura 14.1**):

1. Un emisor de electrones (cátodo) que es un filamento de tungsteno, el cual es llevado a la incandescencia por medio de la corriente, generando así un efecto termo-iónico, con la consiguiente liberación de electrones, la cual aumenta en proporción directa a la intensidad de la corriente.
2. Una diana metálica (ánodo) que es una aleación de tungsteno, hacia la cual son acelerados los electrones, gracias a la diferencia de potencial eléctrico de 100 Kv que se crea entre el ánodo y el cátodo, quedando así cargado cada electrón con esta energía eléctrica.
3. Una ventana de salida, por la cual son emitidos los electrones, en forma de energía electromagnética (fotón) para interactuar con los tejidos.

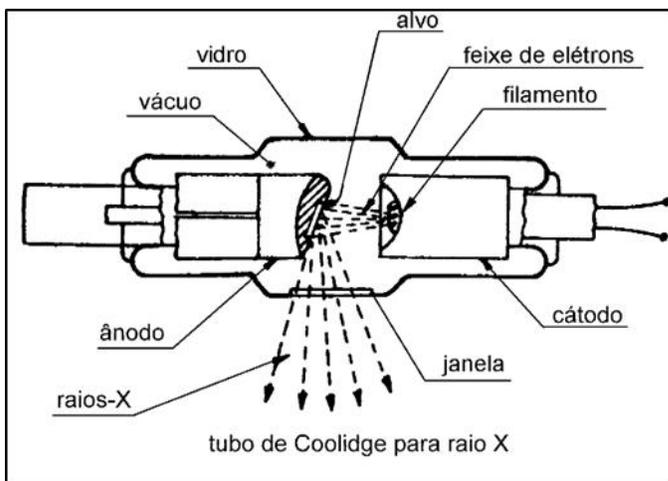


Figura 14.1. Principio de funcionamiento de rayos X.

Tomado de Haase A, Landwehr G, Umbach E. Röntgen Centennial: X-rays in Natural and Life Sciences, Singapur: World Scientific; 1997. pp. 7-8.

Radiografía: es una técnica de imágenes diagnóstica, por medio de la cual se pueden observar estructuras anatómicas, a través de la emisión de los Rayos X que atraviesan el cuerpo, y en relación de las densidades de cada uno de los tejidos se imprimirá una placa fotográfica. Los tejidos con mayor densidad como el hueso son los que más absorben los rayos X y se observarán en la radiografía, de color blanco (radiopacos), por el contrario, los pulmones por estar aireados, se observarán de color oscuro (radiolúcidos). **Figura 8.2.**



Figura 8.2. Rayos X resultante posterior de una evaluación.

Fuente: CURN

Fluoroscopia: la fluoroscopia es una forma de diagnóstico radiológico que a través de rayos X y con la ayuda de un agente o medio de contraste, permite al médico visualizar el órgano o área de interés. La fluoroscopia es un estudio de las estructuras del cuerpo en movimiento - similar a una película de rayos X. Se hace pasar un haz continuo de rayos X a través de la parte del cuerpo que va a examinarse, y se transmite a un monitor parecido a una televisión de forma que pueda verse en detalle la parte del cuerpo y su movimiento en tiempo real. La fluoroscopia se utiliza en muchos tipos de exámenes y procedimientos diagnósticos, en los rayos X con bario, la fluoroscopia le permite al médico ver el movimiento de los intestinos a medida que el bario (medio de contraste) los recorre.



La fluoroscopia es usada en muchos tipos de exámenes y procedimientos como en los estudios contrastados que son en los que se administra un material generalmente radiopaco (bario, materiales iodados) ya sea por vía oral (faringe, esófago, serie gastroduodenal, tránsito intestinal), rectal (colon por enema), venosa (venografía), arterial (arteriografía), articular (artrografía), cavidad uterina (histerosalpingografía), vías aéreas (broncografía), linfática (linfografía), conductos salivales (sialografía), conducto raquídeo (mielografía).

La tomografía axial computarizada: este concepto, conocido con el nombre de tomografía computarizada, ya había sido publicado por el físico sudafricano Allan Cormack (1924-1998) en el año 1963; sin embargo, sus estudios no tuvieron un resultado práctico (probablemente por las dificultades de las computadoras de su época para realizar todos los cálculos necesarios en un tiempo razonable).

Desde esta perspectiva, Hounsfield es la figura central ya que, tras arduos trabajos y en forma totalmente independiente de Cormack, desarrolló en 1967 para EMI lo que sería la mayor revolución en el campo del Diagnóstico por Imágenes desde que Röntgen descubriera los rayos X: la TAC, siglas de Tomografía Axial Computada (en inglés: Computarized Axial Tomography -CAT-).

En 1967 concluyó su primer escáner o tomógrafo de rayos X cerebral y, a partir de ese entonces, se dedicó a perfeccionar este prototipo. Tres años después, Hounsfield creó el primer escáner para el cuerpo y en 1972, al concedérsele la patente de su invento, presentó el tomógrafo ante la comunidad científica internacional e inmediatamente se publicaron los primeros resultados clínicos.

La tomografía computada es un proceso radiológico y como tal, se basa en el mismo principio. Consiste en la emisión de un haz de rayos X a través de una fuente (tubo); que atraviesa un objeto y luego sensibiliza una serie de detectores. Como decimos entonces, es un proceso radiológico, pero que presenta una serie de diferencias: El tubo gira alrededor del paciente en forma longitudinal (axial); por



lo tanto, se obtiene una imagen en forma de rodaja. Los rayos emitidos actúan durante todo su trayecto sobre una serie de detectores que se encuentran alojados en el externo opuesto al tubo. Por ser electrónicos los detectores, dan origen a una señal eléctrica; convierten y son procesadas por una computadora.

Esta procesa la información de cada rodaja orgánica y la reconstruye en forma de cuadraditos. Se forma entonces una matriz de igual tamaño y profundidad (forma de cubo). Los cuadrados que forman la matriz se llaman Pixels, al tomar forma cúbica se los denomina Voxels.

A cada cuadrado se le asigna un tono de la escala de grises. Este conjunto de tonos es llevado a la pantalla de un monitor. La imagen reconstruida es la que nosotros podemos observar luego.

Para la descripción de las diferentes densidades de los tejidos en la TAC, se utilizan las unidades Hounsfield que son unidades de atenuación lineal, estas describen la escala de grises en que se visualizan los tejidos en la TAC acorde a su densidad. Los tejidos con mayor densidad reciben la denominación de hiperdensos y los de menor densidad hipodensos.

Tomografía axial computarizada 3D: la TAC es más útil en enfermedades del tórax y abdomen. La tomografía helicoidal de alta definición, permite realizar estudios de todas las regiones del cuerpo de rutina, así como reconstrucciones avanzadas multiplanares y en 3D.

Esta tomografía permite la atención de todo tipo de pacientes, además, utilizando medios de contraste vía endovenosa permite evaluar la vascularización (arterias y venas) de los órganos y sus lesiones.



Siendo una excelente opción no invasiva de diagnóstico por imagen, este sistema tiene las siguientes bondades: proporciona imágenes de alta fidelidad a bajo costo, la radiación a la que se expone el paciente es mínima, la amplia gama de tonos de gris que maneja permite identificar con precisión los diferentes tejidos y finalmente, controla por computadora la dosificación del medio de contraste.

PRINCIPIOS DE IMÁGENES DIAGNOSTICAS – PARTE 2

Ecografía: El uso de los ultrasonidos presenta sus inicios alrededor del descubrimiento del fenómeno piezoeléctrico, que se remonta al año 1890 y planteado por Pierre Curie. en la cual se resalta la relación con los principios de la radiología. Los fenómenos piezoeléctricos, se caracterizan en algunas sustancias cristalinas de conducir electricidad y transformar dicha energía en oscilaciones de tipo ondulatorias, caracterizadas por presentar un mayor valor de frecuencia totalmente no perceptibles.

Posteriormente, hacia 1951 Douglas Howry en conjunto con Joseph Holmes, desarrollaron el primer scanner bidimensional.

La técnica utiliza ondas de sonido de alta frecuencia (3 – 10 MHz), mediante la detección de estas ondas reflejadas por diferentes partes del cuerpo y evidenciando el sonido reflejado mediante una escala de grises o en color.

La ecografía: es una de la técnica de imágenes médicas más utilizada, debido a su excelente poder de discriminación entre dos tejidos diferentes y a su prácticamente total inocuidad. **Figura 8.3.**



Figura 8.3. Ecografía e imagen resultante.

Ecomedica [Internet]. Quito: Centros de Ecografía Ecomedica; 2015-2018c. [Citado el 16 de agosto de 2018]. Disponible en:
<http://www.ecomedica.med.ec/web/index.php/contenido/item/abdominal-piloro-pediatria>.

Ecografía 3D y 4D: el estudio 3D y 4D radica en la obtención de un tercer plano de la imagen (3D o tercera dimensión), que se utiliza para obtener una imagen volumétrica. Si el 3D ha dotado de volumen a la ecografía tradicional, la ecografía 4D aporta una cuarta dimensión: el tiempo.

La tecnología 4D es capaz de procesar instantáneamente las imágenes generados por los transductores 3D y presentarlos con movimientos en tiempo real. Una imagen en 3D permite visualizar el rostro y el cuerpo del bebé con formas muy definidas y volúmenes de gran precisión pero en forma estática. La calidad de estas imágenes invariablemente realza al entorno del bebé, pero también permite al especialista visualizar rasgos físicos fetales que la ecografía 2D no muestra o muestra sólo parcialmente, por lo que la ecografía 3D constituye, además, un importante instrumento diagnóstico.

La ecografía 4D permite obtener imágenes en movimiento con lo cual se pueden ver expresiones del feto como sonrisas, muecas, parpadeos, bostezos y sus movimientos corporales en general.



Pero los beneficios del diagnóstico obstétrico 3D/4D van mucho más allá: aporta datos de la morfología y funcionamiento de áreas de la anatomía fetal.

Las imágenes 3D resultan de gran utilidad para la detección de anomalías fetales, especialmente en rostro, extremidades, tórax, espina dorsal o sistema nervioso central.

Por su parte, la ecografía 4D permite un completo seguimiento del desarrollo motor del feto.

Resonancia magnética nuclear (RMN): en 1971, hace casi 50 años, el doctor Raymond Damadian demostró que la resonancia magnética podía ser usada para detectar enfermedades porque distintos tipos de tejidos emiten señales que varían en su duración, en respuesta al campo magnético.

Damadian creó el primer equipo de resonancia magnética en 1972. Pocos meses más tarde aplicó a una patente para su invento con el título “Aparato y método para detectar tejidos cancerígenos”. La patente fue otorgada el 1974 en Estados Unidos, y fue la primera que se dio en el campo de la resonancia magnética.

Reconociendo la importancia del descubrimiento de Damadian, el investigador Paul Lauterbur desarrolló la técnica para generar las primeras imágenes en resonancia magnética en 2 y 3 dimensiones utilizando gradientes, y publicó la primera en 1973.

Peter Mansfield, un físico de la Universidad de Nottingham en Inglaterra, extendió el uso de los gradientes mediante un modelo matemático que permitía acelerar muchísimo el tiempo de captura de imágenes, de horas a tan sólo segundos, y producirlas con mejor definición. Mansfield y Lauterbur recibieron en 2003 el

premio Nobel de Medicina por sus descubrimientos en el campo de las imágenes de resonancia magnética.

La resonancia magnética nuclear (RMN) es un examen médico no invasivo que se usa para diagnosticar enfermedades. **Figura 8.4.**

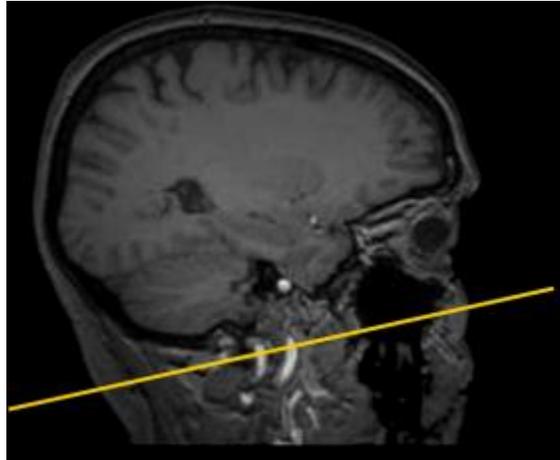


Figura 8.4. Imágenes producto de la aplicación de Resonancia Magnética Nuclear (RMN).

Tomado de Finkelmeyer A, He J, Maclachlan L, Blamire AM, Newton JL. Intracranial compliance is associated with symptoms of orthostatic intolerance in chronic fatigue syndrome. PLoS ONE. 2018; 13(7): e0200068.

IV. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Atlas virtual de radiología.
2. Imágenes de ecografías.
3. Imágenes de RMN.
4. Video beam.
5. Negatoscopio.
6. Placas de radiografías.
7. Placas de TAC.

V. MUESTRA

No aplica.



VI. PROCEDIMIENTO

1. Visualizar en el negatoscopio las placas radiográficas e identificar las estructuras anatómicas allí encontradas, relacionando los grados de penetración de los rayos en cada estructura.
2. Visualizar en el negatoscopio las placas de tomografía axial computarizada e identificar las estructuras anatómicas allí encontradas, relacionando los grados de atenuación de los rayos acorde a las diferentes densidades de las estructuras.
3. Identificación de estructuras en imágenes virtuales de ecografías y relacionarlas con sus diferentes ecos.



BIBLIOGRAFÍA

1. Allan HG. Física para las ciencias de la vida. 2ª Ed. Barcelona: Editorial Reverte; 2009.
2. Aurengo A, Petitclerc T. Biofísica. 1ª Ed. España: McGraw-Hill Interamericana; 2008.
3. Berne RM, Levy MN. Fisiología. 3ª Ed. Barcelona: Harcourt Brace España; 2005.
4. Boron WF, Boulpaep EL. Medical Physiology. 2ª Ed. New York: Elsevier – Saunders; 2009.
5. Constanzo L. Fisiología. 5ª Ed. España: Elsevier; 2014. p. 520.
6. Del Castillo L. Práctica de fisiología médica. Santa Marta, Colombia: Ediciones Universitarias-Universidad del Magdalena; 2008. p. 180.
7. Del Castillo L., Salamanca A., Liñán F, Trespalacio I. Guía Práctica – Biofísica Médica. Corporación Universitaria Rafael Núñez; 2014. p. 152.
8. Del Cura L, Pedraza S, Gayete A. Radiología Esencial. 2ª Ed. Panamericana; 2010.
9. Dimieri L. Aspectos físicos de la visión humana. Tesis. Argentina: Universidad Nacional del Sur; 2015.
10. Drake RL. Gray anatomía para estudiantes. 3ª Ed. Barcelona: Elsevier D.L.; 2015.
11. Ecomedica [Internet]. Quito: Centros de Ecografía Ecomedica; 2015-2018c. [Citado el 16 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.ecomedica.med.ec/web/index.php/contenido/item/abdominal-piloro-pediatria>.
12. Fernández E. Manual de Laboratorio de Fisiología. McGraw-Hill; 2008
13. Feingold M, Bossert WH. Normal values for select physical parameters: an aid to síndrome delineation. Birth defects: Original Article Series. 1974; 13:1-15.



14. Finkelmeyer A, He J, Maclachlan L, Blamire AM, Newton JL. Intracranial compliance is associated with symptoms of orthostatic intolerance in chronic fatigue syndrome. PLoS ONE. 2018; 13(7): e0200068.
15. Garrido-Robres JA., et al. Exploración neurológica y atención primaria. Bloque II: Motilidad voluntaria, funciones corticales, superiores y movimientos anómalos. Elsevier. 2011; 37(8): 418 – 425.
16. Gromer AH. Física para las ciencias de la vida. 2ª Ed. Barcelona: Editorial Reverte; 2009.
17. Ganong, W. Fisiología Médica. McGraw Hill. 2010.
18. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiología médica. 10ª Ed. Madrid: McGraw Hill; 2005.
19. Guyton, A. Fisiología Médica. 11ª Ed, México D.F.: Editorial Mc Graw Hill-Iberoamericana; 2009.
20. Guyton AC. Fisiología y Fisiopatología. Ed 12ª. España: Editorial Mc Graw Hill Iberoamericana; 2012.
21. Haase A, Landwehr G, Umbach E. Röntgen Centennial: X-rays in Natural and Life Sciences, Singapur: World Scientific; 1997. pp. 7–8.
22. IQB [Internet]. Superficie corporal; 2016. [Citada 12 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.iqb.es/monografia/fichas/ficha136.htm>
23. Montoreano R. Manual de fisiología y biofísica para estudiantes de medicina. 3rd ed. [ebook] Valencia, Venezuela: Universidad de Carabobo; 2005. p.645.
24. Piña MC. La física en la medicina. 2ª Ed. México D.F, México: Fondo de cultura económica; 1998.
25. Sellén CJ. Hipertensión arterial: diagnóstico, tratamiento y control. Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria; 2008. p. 334.
26. Surós A. Semiología Médica. 7ª Ed. España: Elsevier Masson; 2007.
27. Universidad de Barcelona [Internet]. Barcelona, España: Grup d'Innovació Docent en Fisiología Neuromuscular. 2012 [Citado 10 de mayo de 2018]. Universidad de Barcelona. Disponible en: http://www.ub.edu/LabFisio/index.php?option=com_content&view=article&id=116&Itemid=218



28. Wikipedia [Internet]. España: Wikipedia: La enciclopedia libre. 2018 [Citado: mayo 6, 2018]. Planos Anatómicos. Disponible en https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Plano_anat%C3%B3mico&oldid=106080122).
29. WHO [Internet]. Estados Unidos: WHO; Octubre de 2015. [Citado mayo de 2018]. Obesidad y sobrepeso. Disponible en <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.



CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
RAFAEL NÚÑEZ
PARA QUE TU DESARROLLO CONTINÚE SU MARCHA

Campus Cartagena
Centro Comercial Pasaje de la Moneda
Cra. 8B #8-56
Tel. 6517088 Ext 1202

Campus Barranquilla
Cra 54 #66-54
Tel. (5) 3602197 Ext 1319

www.curn.edu.co

Institución Universitaria | Vigilada Mineducación
Reconocimiento personería jurídica: Resolución 6644 del 5 de junio de 1985 Mineducación.

