

# Manual de Prácticas de Laboratorio de Fisiología

# Fisiología

2011-12



## DIRECTORIO

|   |  |
|---|--|
| <b>Dr. Enrique Graue Wiechers</b>       | Director   |
| <b>Dra. Rosalinda Guevara Guzmán</b>    | Secretaria General   |
| <b>Dr. Pelayo Vilar Puig</b>            | Jefe de la División de Estudios de Posgrado                  |
| <b>Dr. Guillermo Robles Díaz</b>        | Jefe de la División de Investigación                         |
| <b>Dr. Melchor Sánchez Mendiola</b>     | Secretario de Educación Médica                               |
| <b>Dra. Irene Durante Montiel</b>       | Secretaria del Consejo Técnico                               |
| <b>Dr. Leobardo Ruiz Pérez</b>          | Secretario de Enseñanza Clínica, Internado y Servicio Social |
| <b>Dr. Ricardo Valdivieso Calderón</b>  | Secretario de Servicios Escolares                            |
| <b>C.P. Graciela Zúñiga González</b>    | Secretaria Administrativa                                    |
| <b>Lic. Raúl A. Aguilar Tamayo</b>      | Secretario Jurídico y de Control Administrativo              |
| <b>Dra. Teresa Fortoul van der Goes</b> | Coordinadora de Ciencias Básicas                             |
| <b>Dra. María Eugenia Ponce de León</b> | Coordinadora de Planes de Estudio                            |
| <b>Dr. Arturo Ruíz Ruisánchez</b>       | Coordinador de Servicios a la Comunidad                      |

En la elaboración de este manual participaron los siguientes profesores:

Jorge A. Alegría Baños

Cristina Paredes Carbajal

Eva Álvarez Romo

Bertha Prieto Gómez

Gilberto Arredondo Mendoza

Leticia R. Quesnel Galván

Axel A. Cayetano Arcaráz

Judit Ramírez Negrete

María Eugenia Gallegos Arriaga

Rodolfo Servín Blanco

David E. García Díaz

Mireya Velázquez Paniagua

Ma. Del Carmen García Pantoja

Josafat Gutiérrez Ruiz

Jesús Hernández Falcón

Elizabeth Ibarra Coronado

Virginia Inclán Rubio

Alan G. León Cardona

Carlos Medina Ángel

Marco Antonio Mendoza Ojeda

Erika F. Montiel Lemus

Enrique Moreno Sáenz

Adriana Nieves Valderdi

Septiembre de 2011

## PREFACIO

El Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UNAM tiene entre sus funciones mantener actualizados, de manera constante, el proceso de enseñanza y los contenidos temáticos de esta asignatura. Para el ciclo escolar 2011 – 2012 se agrega a esta obligación continua del Departamento, el cambio en el paradigma educativo que implica un Plan de Estudios por Competencias. Este cambio fue aprobado en febrero de 2010 y para el Departamento de Fisiología entra en funciones al iniciar el ciclo escolar 2011 - 2012.

Fisiología es una asignatura teórico – práctica y para esta última faceta se ha rescatado el espíritu formativo de las prácticas de laboratorio que es fundamental en la formación científica del futuro médico. Los materiales se presentan a continuación.

## EL EQUIPO DOCENTE

Para el ciclo escolar 2011-2012, se constituyen equipos docentes formados por un profesor coordinador, dos profesores asociados y dos profesores de laboratorio. **Es necesario destacar que los cinco profesores deben estar involucrados en todo el proceso de enseñanza a lo largo del ciclo escolar.**

La conducción del proceso de aprendizaje en el laboratorio de prácticas requiere, de manera indispensable, la integración e interacción de todos los miembros del equipo docente. El profesor coordinador, responsable de cada grupo, deberá reunirse con el resto del equipo docente para acordar las formas de conducción, las técnicas y métodos de aprendizaje, los trabajos programados y los mecanismos para la resolución de los problemas que surjan durante el curso. Estas reuniones deben ser frecuentes para mantener la comunicación y monitorear el desarrollo de los estudiantes. **Su función primordial es la de coordinar el proceso de evaluación formativa.**

## EL MANUAL DE PRÁCTICAS

El Manual de Prácticas de Laboratorio de Fisiología tiene una nueva presentación. El formato de las prácticas presentadas parte de las competencias que el estudiante debe desarrollar durante el curso y que serán evaluadas constantemente. Para cada práctica se inicia con un problema de tipo médico-fisiológico y cuatro preguntas básicas que los estudiantes, de manera individual o por equipo, deben resolver durante la práctica. Le siguen los prerrequisitos que debe cumplir el estudiante para realizar su práctica, el marco teórico mínimo indispensable, los materiales con que se cuenta y los métodos básicos para realizar la práctica. La forma de evaluación y las referencias mínimas necesarias.

Al final se incluye un conjunto extra de maniobras comunes para la resolución de los problemas más frecuentes en torno a la práctica.

## EL CUADERNO DE TRABAJO

Debido a esta estructura del laboratorio no se recomienda el uso del llamado “protocolo de práctica”. Se sugiere usar un **cuaderno de trabajo** por equipo, lo que le brindará al profesor la posibilidad de evaluar el progreso continuo de cada grupo de estudiantes y evita la lectura de trabajos que, en lo esencial, dicen lo mismo y suelen tener los mismos errores y omisiones.

Se recomienda que el cuaderno de trabajo contenga los problemas planteados (ya estructurados después de la discusión en grupo, en equipo y con el profesor), las hipótesis elaboradas, el diseño experimental y los resultados obtenidos (cuando haya registros de fisiógrafo o impresos de los programas de computadora, deberán anexarse – pegarse – directamente en el cuaderno de trabajo). En la medida que es una labor de equipo, este mismo cuaderno de trabajo deberá contener todas las etapas de análisis, gráficas, tablas y las conclusiones a las que se haya llegado. De esta manera, se podrá seguir sin mayor problema el progreso en el proceso formativo de cada estudiante y del equipo de estudiantes. El cuaderno de trabajo será uno de los elementos importantes en el proceso de evaluación tanto individual como por equipo.

El objetivo del laboratorio es formativo, entendiendo esto como la obtención de habilidades y destrezas que involucran la aplicación del método científico en la resolución de problemas, el uso de juicio crítico, el aprendizaje autorregulado y continuo, la comunicación efectiva, el manejo de información de las áreas físicas, biológicas, químicas y matemáticas aplicadas a la resolución de

los problemas planteados, el análisis de la información, la formulación de hipótesis y el diseño de experimentos básicos y su análisis e interpretación posterior. Como se ve, es indispensable que el profesor de laboratorio, junto con el resto del equipo docente, guíe al estudiante en este camino.

Todo trabajo académico está sujeto a errores, modificaciones y mejoras, pero ello requiere de la participación activa del profesorado involucrado, con mayor razón en el inicio de un cambio tan importante como es la enseñanza por competencias. Todas las observaciones que profesores y estudiantes hagan llegar a la Jefatura o a la Coordinación de Enseñanza del Departamento, no sólo serán bienvenidas, son indispensables para mantener una mejora constante.

De acuerdo con el Programa Académico de Fisiología que se encuentra publicado en la página electrónica de la Facultad de Medicina (<http://www.facmed.unam.mx/deptos/fisiologia/>), los objetivos y competencias a las que contribuye la asignatura para el Perfil Intermedio I (Primera Fase, primero y segundo años de la carrera de Medicina) son:

### **OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA DE FISIOLÓGÍA**

1. Identificar y describir mediante el razonamiento experimental, las características funcionales de los tejidos, órganos y sistemas del ser humano.
2. Identificar las funciones normales del ser humano en relación con los parámetros establecidos.
3. Interpretar las variaciones que existen en las funciones del cuerpo humano utilizando el método científico para la solución de problemas clínicos.

### **PERFIL INTERMEDIO I.**

#### **Competencias relacionadas con la asignatura de fisiología, en orden de importancia.**

**Competencia 4.** Conocimiento y aplicación de las ciencias biomédicas, sociomédicas y clínicas en el ejercicio de la medicina.

- Conoce las bases fisiológicas de la práctica médica y su futura aplicación clínica.

**Competencia 1.** Pensamiento crítico, juicio clínico, toma de decisiones y manejo de información.

- Reconoce la importancia del método científico en la formación médica y lo utiliza en la solución de problemas. Aplica de manera crítica y reflexiva los conocimientos provenientes de las fuentes de información médica-científica.

**Competencia 2.** Aprendizaje autorregulado y permanente.

- Asume su responsabilidad en la adquisición de conocimiento, hábitos de estudio, búsqueda de información y trabajo de equipo.

**Competencia 3.** Comunicación efectiva.

- Fundamenta y argumenta sus razonamientos. Utiliza lenguaje médico coherente y congruente en forma oral y escrita.

**CURSO PRÁCTICO DE FISIOLÓGÍA****CALENDARIO DE PRÁCTICAS**

| <b>Práctica</b>  | <b>Fechas</b>                          |
|--|--|
| 1: Método Científico                                   | 5 a 9 de septiembre de 2011            |
| 2: Instrumentación y Técnicas de Registro              | 12 a 16 de septiembre de 2011          |
| 3: Electromiografía                                    | 19 a 23 de septiembre de 2011          |
| 4: Potenciales Evocados                                | 26 a 30 de septiembre de 2011          |
| 5: Electroencefalografía                               | 3 a 7 de octubre de 2011               |
| 6: Reflejos en el Humano I                             | 10 a 14 de octubre de 2011             |
| <b>Primer examen parcial</b>                           | 17 a 21 de octubre de 2011             |
| 7. Reflejos en el Humano II                            | 24 al 28 de octubre de 2011            |
| 8. Sistemas Sensoriales                                | 31 de octubre al 4 de noviembre 2011   |
| 9: Electrocardiografía                                 | 7 a 11 de noviembre de 2011            |
| 10: Tensión Arterial                                   | 14 a 18 de noviembre de 2011           |
| 11: Ciclo Cardíaco (ECG, FCG, TA)                      | 21 s 25 de noviembre 2011              |
| 12: Ruidos Cardíacos (CECAM)                           | 28 de noviembre al 2 de diciembre 2011 |
| 13: Espirometría                                       | 5 a 9 de diciembre de 2011             |
| 14: Ejercicio  | 12 a 16 de diciembre de 2011           |
| 15: Regulación del volumen urinario                    | 9 a 13 de enero de 2012                |
| 16: Integración Cardiorrespiratoria y renal            | 16 a 20 de enero de 2012               |
| <b>Segundo examen parcial</b>                          | 23 a 27 de enero de 2012               |
| 17: Masticación y digestión salival                    | 30 de enero a 3 de febrero de 2012     |
| 18: Masticación y digestión salival 2                  | 6 a 10 de febrero de 2012              |
| 19: Nutrición y metabolismo                            | 13 a 17 de febrero de 2012             |
| 20: Manejo de material biológico                       | 20 a 24 de febrero de 2012             |
| 21: Metabolismo de la glucosa en la rata               | 27 de febrero a 2 de marzo de 2012     |
| 22: Acciones de la oxitocina sobre el útero de la rata | 5 a 9 de marzo de 2012                 |
| 23: Acciones de la tiroides en la rata                 | 12 a 16 de marzo de 2012               |
| 24: Efectos del estrés en la rata                      | 19 a 23 de marzo de 2012               |
| Tercer examen parcial                                  | 26 a 30 de marzo de 2012               |
| Reposición de Prácticas                                | 9 a 20 de abril de 2012                |
| <b>Examen Final</b>                                    | 23 a 27 de abril de 2012               |

## LINEAMIENTOS GENERALES

En el laboratorio de prácticas el proceso de evaluación formativa cobra la mayor importancia pues es en este sitio donde tiene lugar la mayor parte del proceso formativo del alumno. La evaluación formativa se realizará a partir del conjunto de competencias, habilidades y destrezas, que se encuentran en la lista de cotejo que se encuentra al final de este párrafo. Es en torno a esta lista que se desarrollarán las prácticas, esto facilitará el proceso formativo y el de evaluación.

La evaluación formativa requiere de una etapa previa de entrenamiento y se ha escogido el método más sencillo y concreto para llevarla a cabo. Este consiste en la utilización de una lista de cotejo (ver tabla 1) que facilitará al profesor y a los alumnos el proceso de evaluación.

Habrán tres sesiones de evaluación a lo largo del curso. La primera al término de la primera Unidad Temática (Fisiología Celular y del Sistema Nervioso), la segunda al término de la Unidad Temática II (Fisiología Cardiovascular, Respiratoria y Renal) y la tercera al final del curso, al terminar la Unidad Temática III (Fisiología Endocrina y Digestiva).

La evaluación de cada práctica se llevará a cabo de acuerdo con la siguiente tabla que incluye las competencias, las habilidades y las destrezas que se deben obtener y las sugerencias de evaluación.

## EVALUACIÓN

### (Lista de cotejo)

Al terminar cada práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

La siguiente es la tabla fuente elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **ocho competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las sugerencias para su evaluación.

| <b>Competencia</b>                                    | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|---|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i> | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>      | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo                              | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                       | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>   |
|--|---|--|
| <i>4. Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano |

## PRESENTACIÓN PARA EL ESTUDIANTE:

En un esfuerzo por orientar las prácticas de Laboratorio de Fisiología hacia los aspectos médicos, para cada Unidad Temática hemos realizado algunos cambios importantes. Por principio de cuentas partiremos de qué se espera que logre el estudiante dentro de un proceso de formación continua, para ello usaremos un problema de tipo médico, un paciente, que no por ficticio es menos real y frecuente, al cual se enfrentará usted, su equipo de trabajo y todo el equipo docente del laboratorio. Se presenta no como una historia clínica en forma, pues ello no corresponde al segundo año de la carrera de Medicina, sino como un extracto que lleva en sí mismo los elementos necesarios para que el estudiante identifique uno o varios problemas de carácter fisiológico, proponga hipótesis de trabajo y continúe de esta manera usando el método científico para desarrollar habilidades de pensamiento y algunas destrezas psicomotrices. Este problema médico será diferente para cada una de las prácticas de las diferentes Unidades Temáticas y será presentado al inicio de cada práctica.

El segundo punto importante que se presenta se refiere a cómo será el proceso de evaluación. Esta deberá ser formativa en todos los casos y para ello incluimos una de las diferentes formas en que puede hacerse, **una lista de cotejo**, que es de los métodos más sencillos y útiles. Esta lista no significa que será la única manera de evaluar, el equipo docente puede decidir si la usa o prefiere otros métodos que acuerden desde el inicio del curso. El estudiante deberá estar informado de ellos con la mayor claridad y desde la primera sesión de laboratorio.

Reiteramos a estudiantes y profesores de los equipos docentes la necesidad de la retroalimentación para mejorar constantemente esta guía de prácticas. Todo comentario o sugerencia deberá dirigirse a la Coordinación de Enseñanza o a la Jefatura del Departamento de Fisiología.

**PRÁCTICA NO. 1: MÉTODO CIENTÍFICO**  
**(5 a 9 de septiembre de 2011)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. **Identificar un Problema**
2. **Formular una pregunta**
4. **Aplicar la información a la solución del problema.**
5. **Usar el razonamiento científico.**
3. **Usar lenguaje médico coherente y congruente**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Un estudiante de segundo año de medicina está preocupado por su salud pues fuma una cajetilla diaria de cigarros. Ha leído un poco acerca de los efectos nocivos que produce el tabaquismo sobre la salud, pero le gustaría idear un modo de comprobarlo. Así que decide experimentar sobre las consecuencias del humo de tabaco en las constantes vitales.

En este caso:

1. **¿Identifica usted un problema médico?**
2. **¿Puede formular una pregunta?**
3. **¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
4. **¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos:**

Concepto de variable dependiente e independiente. Concepto de deducción, inducción e inferencia. Diferencia entre información, dato y opinión. Método de Descartes.

**Marco Teórico.**

Más que saber ¿qué es la ciencia?, debemos saber, que su propósito es el entendimiento del Universo de una manera objetiva y racional. Para el objetivo que perseguimos, existe una manera sistemática de llegar a esa misión, esta es, el Método Científico. Debido a que la cantidad de conocimientos es grande, no existe una única ciencia, sino un conjunto de ellas que se interesan por una parte específica del todo. Es importante aclarar que, además de llegar al conocimiento del Universo, la clave de la información obtenida es la aplicación de la misma en una mejora social y humanitaria.

El método científico es, literal y etimológicamente, el camino que conduce al conocimiento. En realidad, la diferencia entre la gente que no es científica y la que sí lo es, es la aplicación rigurosa y racional de un procedimiento basado en la experiencia de los hechos para llegar al conocimiento. Este procedimiento es una serie de pasos no rígidos y en donde la creatividad, imaginación y habilidad del ejecutor entran en juego. Algunos autores concuerdan en que no existe un único método científico, sino que se adapta de acuerdo a las necesidades de las diferentes ciencias.

Subrayando que no existe un único método y que el mismo no es rígido sino flexible de acuerdo con las circunstancias, los pasos generales son los siguientes:

- a. Observación de un problema, algo que no sepamos, y la curiosidad de querer resolverlo.
- b. Delimitación y descripción del problema. Dividirlo de forma tal, que podamos trabajar con sólo dos variables.
- c. Formulación de una pregunta, clara y concreta, que pueda contestarse mediante el diseño de un experimento. La pregunta deberá relacionar los dos factores o variables previamente establecidos y su dependencia entre sí.
- d. Enunciar una hipótesis, esto es, una respuesta posible a la pregunta antes formulada. La hipótesis deberá poder ser contrastada con la realidad mediante la experiencia o la experimentación.
- e. Diseñar y ejecutar un modelo experimental en el cuál se pueda poner a prueba la hipótesis enunciada y poder decidir si es verdadera o no.
- f. Comunicar los resultados, plasmando la experiencia obtenida y la dirección sobre futuros trabajos relacionados con el mismo tema.
- g. Generalizar el conocimiento obtenido y aplicarlo en la práctica.

Existen algunas consideraciones generales sobre el método científico. Por ejemplo, una buena aplicación de este nos llevaría a formularnos nuevas preguntas sobre problemas que surgen de la solución del primero. Igualmente, que el método científico, en realidad, se ha establecido a partir de su funcionalidad, practicidad y resultados. Además, el método científico no es infalible, sino perfectible. Por último, la última palabra acerca de los problemas del conocimiento la tiene la experimentación, es decir, los hechos que se presenten.

La medicina es una ciencia cuyo objeto de estudio es el paciente y sus enfermedades. A través del reconocimiento de un conjunto de signos y síntomas, el médico establece un síndrome para después categorizar al paciente en una enfermedad específica. Este proceso se llama diagnóstico y para llegar a él, el clínico puede valerse de cuatro estrategias.

- Estrategia de reconocimiento del patrón: Es la comprensión inmediata de que la presentación del paciente corresponde a una descripción aprendida previamente (o patrón) de la enfermedad. Este reconocimiento no es reflexivo.
- Estrategia de arborización: Progreso a través de un gran número de vías potenciales, preestablecidas mediante un método en que la respuesta a cada interrogante diagnóstica determina de manera automática la siguiente pregunta y finalmente lleva al diagnóstico correcto. Este proceso debe incluir todas las causas o conductas relevantes respecto del problema presentado.
- Estrategia exhaustiva: Investigación concienzuda e invariable (sin prestarle atención inmediata) de todos los hechos médicos respecto del paciente, seguida de la selección de los datos útiles para el diagnóstico.
- Estrategia hipotético-deductiva: Es la formulación, a partir de los primeros datos acerca del paciente, de una lista breve de diagnósticos o acciones potenciales, seguido de la realización de aquellas conductas clínicas (historia y examen físico) y para-clínicas (estudios de gabinete o laboratorio) que reducirán mejor la longitud de la lista.

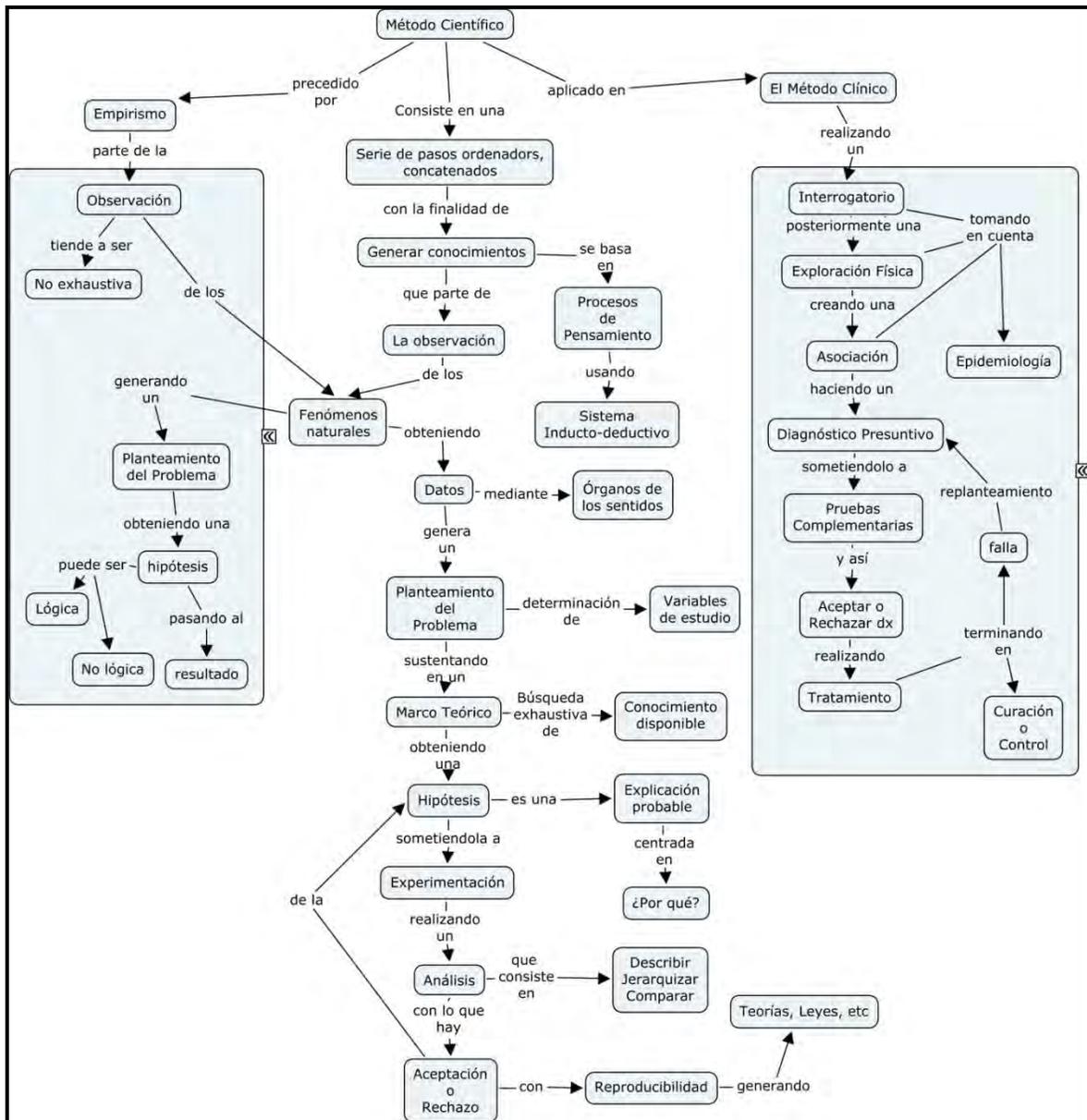
La última estrategia es la que toma los principios del método de la ciencia, por lo tanto es la que mejor se acerca como herramienta para obtener un conocimiento. Es por eso que para cualquier estudiante de medicina, y profesional de la salud, es de suma importancia conocer y dominar el Método Científico.

A continuación ejemplificaremos la aplicación del método científico a la solución del problema inicial de la práctica, para que después cada equipo pueda trabajar de la misma forma y, en general, en las demás prácticas del curso.

- **Observación del Problema:** En este caso, no sabemos cuál es la relación entre el humo del tabaco y las alteraciones de ciertos factores fisiológicos. Es importante tener el espíritu científico de querer saber ese aspecto de la Naturaleza.
- **Definición del Problema:** Es necesario que definamos muy bien el problema. Nuestro problema se centra en el humo de tabaco y su repercusión sobre variables fisiológicas como la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal. Habrá que dividirlo para facilitar el estudio y tratar de minimizar lo más que podemos las confusiones sobre las variables. En este caso, tomaremos sólo una variable, la frecuencia cardiaca y su relación con el humo de tabaco.
- **Formulación de una pregunta:** “¿Cuál es la relación entre la frecuencia cardiaca y el humo de tabaco?” De esta forma hemos definido el problema a una relación entre dos variables, y habrá mayor control sobre ellas. Lo que sigue es sugerir una hipótesis, recordando siempre que deberá ser una que pueda ser comprobada con la realidad por medio de un diseño experimental.
- **Enunciar una hipótesis:** “Al inhalar humo de tabaco, la frecuencia cardiaca aumenta” Hay que hacer notar que nuestra hipótesis relaciona dos factores, donde uno de ellos afectará directamente al otro, la variable dependiente y la independiente. Así pues, cuando diseñemos el experimento, modificaremos una variable, la independiente, para medir los cambios sobre la dependiente.
- **Diseñar un experimento:** Habrá que definir bien las variables. En este caso, el humo de tabaco se puede interpretar de muchas maneras. Debemos controlar la cantidad, el tiempo de espera, el tipo de filtro que contengan los cigarros, etc. También deberemos establecer el formato de medida en cuanto a la frecuencia cardiaca. Puede ser que midamos el número de pulsaciones de una arteria, que igualmente deberemos definir, o el número de ruidos cardiacos, todo esto por un minuto. “El humo de tabaco lo definiremos como el consumo de un cigarrillo en un tiempo determinado” “La frecuencia cardiaca se medirá de acuerdo al número de ruidos cardiacos por un minuto” Primero se tomará un control, donde el sujeto experimental estará en reposo total y se le medirá su frecuencia cardiaca. Después se le pedirá que fume un cigarro con filtro. Se medirá la frecuencia cardiaca a intervalos de medio minuto. Se anotarán los datos en una tabla para que su manejo sea más fácil.
- **Ejecutar el diseño experimental:**
- **Contrastar la Hipótesis con la realidad:** ¿La hipótesis fue certera? En caso contrario, ¿qué cambios se le pueden hacer? *En nuestro experimento, la hipótesis fue correcta, pues la frecuencia cardiaca aumenta con el humo de cigarro.*
- **Aplicar el nuevo conocimiento:** ¿Qué nuevas preguntas surgen a partir de este nuevo conocimiento? ¿Se podrá realizar un mejor diseño experimental? ¿Qué más se puede controlar dentro de las variables? ¿Sería mejor controlar el tiempo de inhalación del humo de cigarro? ¿Los resultados cambian de acuerdo al sujeto de experimentación? *Una vez que sabemos lo anterior, surgen nuevas dudas y nuevos problemas de conocimiento, toca al estudiante la elaboración de las mismas.*

¿Qué otros cambios fisiológicos se relacionan con el humo de tabaco? ¿Podrían ser objeto de estudio? Ahora los invitamos a aplicar el método científico para resolver otro aspecto de nuestro problema inicial. Recuerden anotar la definición del problema, la pregunta de investigación, su hipótesis, su diseño experimental, sus resultados y conclusiones.

A continuación se presenta el mapa conceptual del problema. Puede usted seguir cada una de las interconexiones que hay en él y correlacionarlas con los pasos que dio para resolver el problema inicial.



## Conclusiones:

### Cierre de la práctica.

Más que saber cuál es la relación entre el humo del tabaco y los cambios que produce en la frecuencia cardíaca, respiratoria y temperatura corporal, el objetivo de esta práctica es comprender la aplicación del método científico en la medicina. El pensamiento científico y, por lo tanto, sistemático, es la base para el desarrollo de la estrategia hipotético-deductiva que utilizan los clínicos. La delimitación de un problema médico, la posterior formulación de una pregunta clara y precisa que pueda ser respondida por varias hipótesis y después, una vez formulado el camino para contrastar éstas hipótesis con la realidad, ayudarse de todas las herramientas que tiene el clínico a la mano para aceptar o rechazar sus hipótesis, será el método que caracterizará a un médico con mente científica.

Referencias:

1. Semiología Médica: Fisiopatología, Semiotecnia y Propedéutica: Enseñanza basada en el paciente. Argente, Horacio A., Marcelo E. Álvarez, 1ª Edición. Buenos Aires. Editorial Panamericana 2009.
2. Propedéutica fundamental. Ortega Cardona M. Editorial Méndez. 15ª Edición. México.
3. El pensamiento científico. Hugo Padilla. Editorial Trillas. 3ª Edición. México. 1990.
4. El método de las ciencias: nociones elementales. Elí de Gortari. Editorial Grijalbo México 1979 12ª Edición.
5. La ciencia, su método y su filosofía. Bunge, Mario. Editorial Nueva Imagen, México, 1990.
6. Introducción al estudio de la medicina experimental. Claude Bernard. UNAM 1987 México.
7. Sackett DL, *et al.* Estrategias para el diagnóstico clínico.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia

Una competencia

Dos competencias

Más de dos competencias

**Calificación:**

5

6

8

10

## **PRÁCTICA NO. 2: INSTRUMENTACIÓN Y TÉCNICAS DE REGISTRO GRÁFICO (12 A 16 DE SEPTIEMBRE DE 2011)**

### **Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico. Paciente del sexo femenino, de 33 años de edad, cursa embarazo del tercer trimestre. Se encuentra en la sala de admisión con trabajo de parto iniciado. El médico adscrito le solicita que determine usted cuál es el estado de la actividad uterina y el de la actividad cardíaca del producto para evaluar la posibilidad de admitirla a la sala de expulsión.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

### **Prerrequisitos:**

Método científico. Sistema de Coordenadas Cartesianas. Concepto de variable dependiente e independiente. Concepto de función. Variabilidad individual. Conceptos de media, desviación estándar y varianza. Sistemas de información.

### **Marco Teórico.**

La generación de conocimiento, en particular del conocimiento científico, tiene como característica importante la obtención de información y su almacenamiento. Esta información es posteriormente analizada, comparada entre sí y con respecto a otros bancos de información, antes de que sea aceptada para formar parte del conocimiento. En muchas ocasiones el proceso continúa en la puesta a prueba de la misma información y de las conclusiones que de ella se derivan.

Para obtener la información generalmente nos valemos de nuestros sistemas sensoriales; para almacenarla de nuestro cerebro y es este último órgano el que usamos para las labores de comparación, clasificación, interpretación, etcétera.

La información que podemos obtener a partir de nuestros sistemas sensoriales es muy variada y principia en cosas tan simples como la presencia o no de un cierto fenómeno y poco a poco se complica con la descripción de sus características. La observación de los fenómenos es el primer paso en la obtención de la información y está limitada por nuestras propias capacidades sensoriales. "Una lluvia intensa" es una expresión relativa y nos dice poco en cuanto a las

características de la misma. Sin embargo podemos decir un poco más si medimos la cantidad de agua que cayó. Más aún, la descripción del fenómeno se enriquece si además podemos decir cuánto tiempo duró y a qué hora del día o de la noche ocurrió. Una descripción aún mejor la tendremos si podemos decir cómo ocurrió (gotas grandes, poca al principio y mucha después, etc.). Para cumplir con estos aspectos es necesario obtener datos, medir variables propias del fenómeno y correlacionarlas entre sí o de otra manera. Un proceso común es referirnos al curso temporal de los fenómenos: “empezó a llover a las 17:00 horas y llovió durante los siguientes treinta minutos, primero pocas gotas, luego era una cortina de agua y finalmente otra vez pocas gotas. De manera intuitiva es posible imaginar un sistema de coordenadas cartesianas en las cuales en el eje de las abscisas se encuentra el tiempo y en el de las ordenadas la cantidad de lluvia. Con esto tenemos una gráfica.

Siempre es más útil tener datos concretos, es decir, en los primeros diez minutos cayeron 5000 ml, en los segundos 30000 ml y en los últimos 2500 ml. Ahora la gráfica adquiere un sentido más claro y es posible comparar estos datos con los de otros días o de otras épocas, de manera que se puedan establecer conclusiones de algún tipo.

La obtención de la información se facilita si contamos con un sistema de registro automatizado que, además, nos permita visualizar fenómenos para los cuales nuestros sistemas sensoriales no están capacitados. Por ejemplo, los cambios de potencial que ocurren en el corazón durante un ciclo cardíaco normal. Para ello, un sistema de registro debe contar con tres elementos fundamentales: un transductor, un amplificador y un visualizador.

Denominamos **transductor** a todo instrumento que sea capaz de transformar un tipo de energía en energía eléctrica que pueda alimentar al **amplificador**. Éste, por otro lado, se encargará de aumentar las características de la señal de entrada sin pérdida de la calidad y fidelidad de la misma. El **visualizador** permite graficar la señal amplificada y mantenerla en forma permanente para su análisis posterior.

Los sistemas de registro, entonces, permiten correlacionar dos variables una independiente y una variable dependiente o variable función. En el ámbito de la fisiología existen muchas combinaciones pero una que es común es relacionar los fenómenos con el tiempo. Sin embargo es posible encontrar muchas otras, por ejemplo la relación entre la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco, la presión arterial y la tasa de filtrado glomerular, etcétera. Es posible correlacionar dos o más variables mediante la recolección de los valores de cada una de ellas a intervalos regulares. También, cuando se modifica una y las demás se mantienen constantes. En muchos de estos casos el tiempo suele ser una variable con la cual relacionamos las otras. Es muy común “seguir en el tiempo” los cambios que ocurren como resultado de alguna modificación que el experimentador realiza. En la clínica suele obtenerse información de cómo fluctúa, en el tiempo otra vez, la temperatura corporal de un paciente hospitalizado, cuántas veces al día orina un paciente deambulatorio, etcétera. En la actualidad existe un gran número de sistemas de registro automatizado que nos permiten observar, de una mirada, las condiciones del paciente. Tal es el caso de las centrales de registro en las unidades de cuidados intensivos. En todos estos casos, lo que se muestra es la relación entre el fenómeno biológico, la actividad eléctrica del corazón por ejemplo, y su relación con el tiempo. Además es posible observar otras características del fenómeno (amplitud, duración y forma de las señales electrocardiográficas, por ejemplo) lo que nos brinda información respecto a la situación del paciente.

En la mayoría de los casos los instrumentos de registro requieren de un proceso de calibración, es decir un punto de referencia con respecto al cual comparar los resultados obtenidos. Ejemplo de esto es la calibración que se requiere para tomar e interpretar un electrocardiograma

(ECG). En este caso se tiene como calibración  $1 \text{ mV} = 1 \text{ cm}$  y la velocidad de barrido, o de recorrido el papel de registro, es de  $2.5 \text{ cm/s}$ .

De esta manera en todos los sistemas de registro se tiene una referencia que permite compararlos con diferentes condiciones experimentales y entre diferentes individuos.

## Material y Métodos

- Fisiógrafo con cables y acopladores de alta ganancia
- Cables
- Computadora con el sistema BioPac en versión profesional

### *Fisiógrafo*

En el laboratorio de fisiología se cuenta con diversos instrumentos de registro, uno es el Fisiógrafo. Se trata de un instrumento que permite correlacionar la variable tiempo con cambios de potencial eléctrico.

Esto significa que es posible utilizar diversos accesorios que permitan realizar la transducción de diversos fenómenos en cambios de potencial. Por ejemplo un transductor de fuerza o de presión, en el cual el cambio mecánico es convertido en un cambio eléctrico. Posteriormente la señal eléctrica es amplificada de manera que sea visible para el experimentador. Un caso especial es el registro de fenómenos eléctricos, electrocardiograma o electroencefalograma por ejemplo, los cuales no son transformados sino solamente amplificados. Las señales así amplificadas, son visualizadas mediante un galvanómetro. Éste es un instrumento que en su extremo tiene colocada una plumilla con tinta. Las modificaciones de potencial eléctrico provocan que el vástago del galvanómetro gire y sobre éste la plumilla que describirá un semicírculo proporcional al voltaje recibido.

El Fisiógrafo cuenta con dos tipos de preamplificadores, también llamados acopladores. Para amplificar señales lentas, contracción muscular o presión arterial, se requiere de un acoplador de tipo DC, al cual se envía una señal de referencia, la calibración, y se relaciona con una cierta amplitud de desplazamiento de la plumilla.

Para señales rápidas, se requiere de un acoplador de tipo AC de alta ganancia que permite amplificar señales pequeñas, del orden de las decenas de microvoltios ( $\mu\text{V}$ ), y que sean relativamente rápidas. Es el tipo de instrumento que se utiliza para obtener un ECG o un electroencefalograma (EEG).

*Procedimiento de calibración de un acoplador de tipo AC:* Para calibrar un acoplador de tipo AC, y en general de cualquier tipo de acoplador, se requiere:

1. encender el Fisiógrafo (ver figura 1), el cual debe estar aterrizado.
2. Seleccionar una velocidad de papel baja, por ejemplo  $0.1 \text{ cm/s}$ .
3. Encender el amplificador (figura 2).
4. Verificar el tipo de filtro a usar de acuerdo con la ganancia requerida (en el caso del ECG y del EEG el filtro de  $3.2 \times 1000$  es el adecuado debido a las características de la señal).
5. Colocar la perilla de amplificación en su valor mínimo (1000, que corresponde a esta cantidad de milivoltios por centímetro)
6. Colocar el filtro del amplificador en su valor mínimo (100 kHz)
7. Activar el registro del amplificador (botón derecho del mismo)
8. En este momento el acoplador debe estar en posición de apagado/calibración (off/cal)

9. Seleccionar una posición de la plumilla que permita un recorrido de la misma y que sea equidistante entre el punto cero (botón "record" apagado) y la máxima excursión de la misma tanto en sentido positivo (hacia arriba) como negativo (hacia abajo).
10. Presionar la palanca de calibración (figura 2) y verificar cuánto se ha desplazado la plumilla.
11. En el caso del ECG la calibración es de  $1 \text{ mV} = 1 \text{ cm}$ , es decir que cuando la palanca de calibración se desciende, la plumilla debe recorrer un centímetro hacia arriba a partir del punto cero.
12. Si ello no ocurre, aumente el factor de amplificación de 1000 a 500 (es decir ahora el recorrido de 1 cm de la plumilla representa 500 mV).
13. Repita la operación hasta que cada vez que descienda la palanca el desplazamiento sea de 1 cm hacia arriba y al soltarla de 1 cm hacia abajo.

Esta forma de calibración es equivalente para prácticamente todos los instrumentos de registro (incluido el BioPac), las variantes tienen detalles propios que no alteran los principios mencionados.

A continuación repita la calibración pero usando otros factores como  $1 \text{ mV} = 2 \text{ cm}$ , etc.



Figura 2.1. Fisiógrafo típico. Se indican las partes principales.



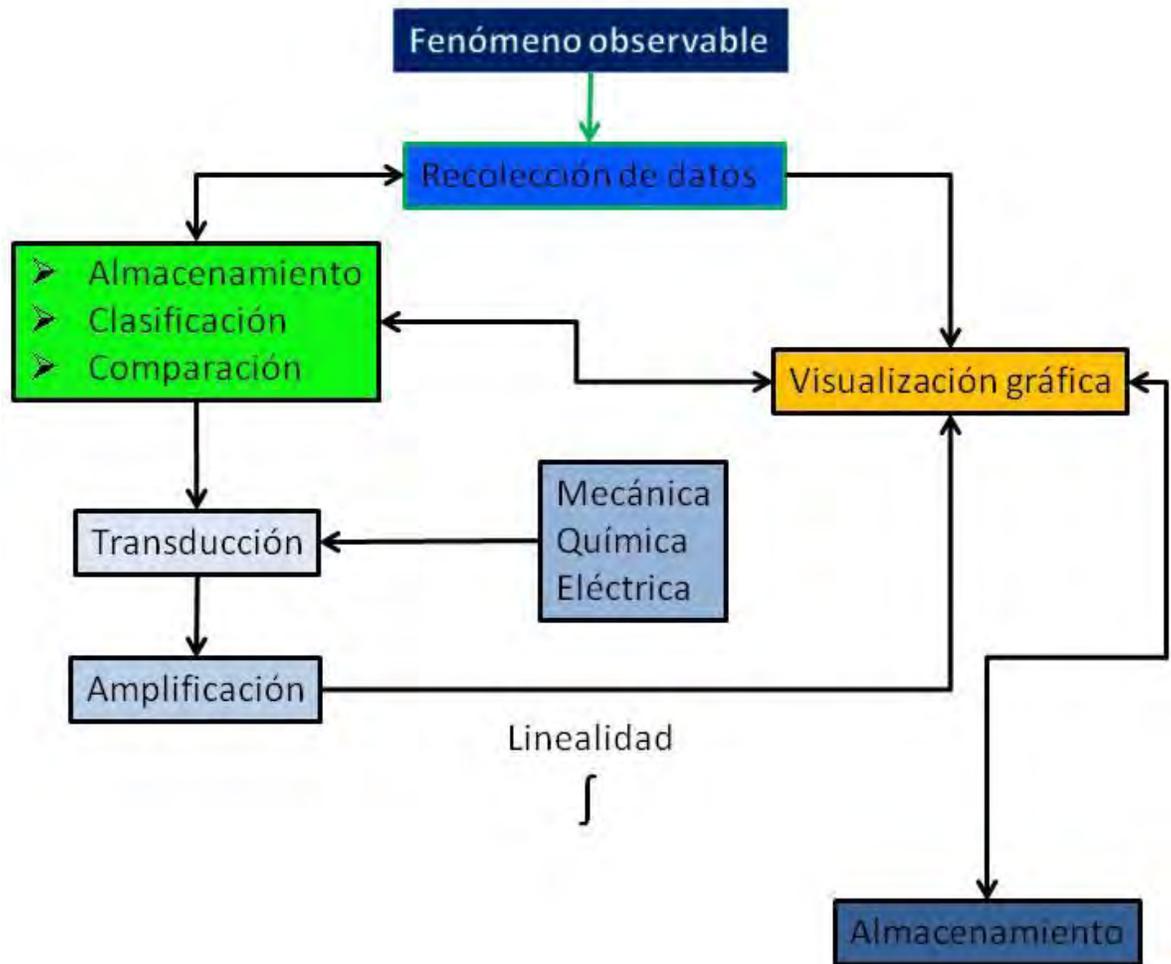
Figura 2.2. Aspecto de los galvanómetros de registro de un Fisiógrafo con las plumillas insertadas.



Figura 2.3. Acoplador para ECG.

Recuerde que en su cuaderno de trabajo debe anotar todas y cada una las hipótesis y problemas planteados, el diseño experimental, las maniobras realizadas, los obstáculos encontrados, las observaciones hechas, los análisis y las gráficas obtenidas, así como sus conclusiones y referencias bibliográficas.

El siguiente es un mapa conceptual del proceso trabajado.



**Cierre de práctica.**

¿Lo realizado en esta práctica le permite responder su pregunta inicial? ¿Cómo podría describir, en forma gráfica, la actividad uterina de la paciente y el estado de la actividad cardiaca del producto?

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia

Una competencia

Dos competencias

Más de dos competencias

**Calificación:**

5

6

8

10

**PRÁCTICA NO. 3: Electromiografía  
(19 A 23 DE SEPTIEMBRE DE 2011)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. **Identificar un Problema**
2. **Formular una pregunta**
4. **Aplicar la información a la solución del problema.**
5. **Usar el razonamiento científico.**
3. **Usar lenguaje médico coherente y congruente**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Francisco tiene 36 años, hace algunos días tuvo un percance en su hogar. Refiere que trasportaba un objeto pesado con su brazo izquierdo y repentinamente los sintió débil y el objeto se le cayó. Francisco tuvo un tío que fue diagnosticado con esclerosis lateral amiotrófica a los 48 años, y recuerda que la enfermedad comenzó a manifestarse con un accidente similar, que paulatinamente fue progresando hasta causarle parálisis total.

En este caso:

5. **¿Identifica usted un problema médico?**
6. **¿Puede formular una pregunta?**
7. **¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
8. **¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos:**

Potencial de membrana y potencial de acción. Conducción nerviosa, sinapsis neuromuscular. Organización del musculo esquelético del nivel molecular al microscópico. Unidad motora. Mecanismo de contracción muscular. Contracción isométrica y contracción isotónica. Suma de fibras musculares, suma de frecuencias. Tétanos y fatiga muscular.

**Marco Teórico.**

Un músculo está formado por haces paralelos de fibras musculares. La activación de cada fibra muscular se hace a través del axón de la motoneurona que la inerva. Según la posición y la función del músculo, el número de fibras musculares inervadas por un mismo axón puede variar entre uno o más de mil. En general, los músculos pequeños que reaccionan rápidamente y cuyo control debe ser exacto tienen más fibras nerviosas para menos fibras musculares y aquellos músculos grandes que no precisan de un control fino presentan motoneuronas que inervan varios centenares de fibras musculares. El conjunto formado por la motoneurona en la espina dorsal, su axón y las fibras musculares que ésta inerva constituye la unidad funcional básica del sistema muscular que se denomina unidad motora. El número de fibras musculares que contiene cada unidad motora determina la finura o la delicadeza de los movimientos que puede ejecutar. Este

número de unidades recibe el nombre de “tasa de inervación” y cuanto menor sea (es decir, muchas motoneuronas y pocas fibras musculares) más flexibilidad motora tendrá el músculo. Por lo tanto, la fuerza de la contracción muscular se gradúa controlando el número de axones que se estimulan y la frecuencia de estimulación de cada axón. De estos dos aspectos se derivan los conceptos de suma de fibras o reclutamiento y suma de frecuencias de excitación.

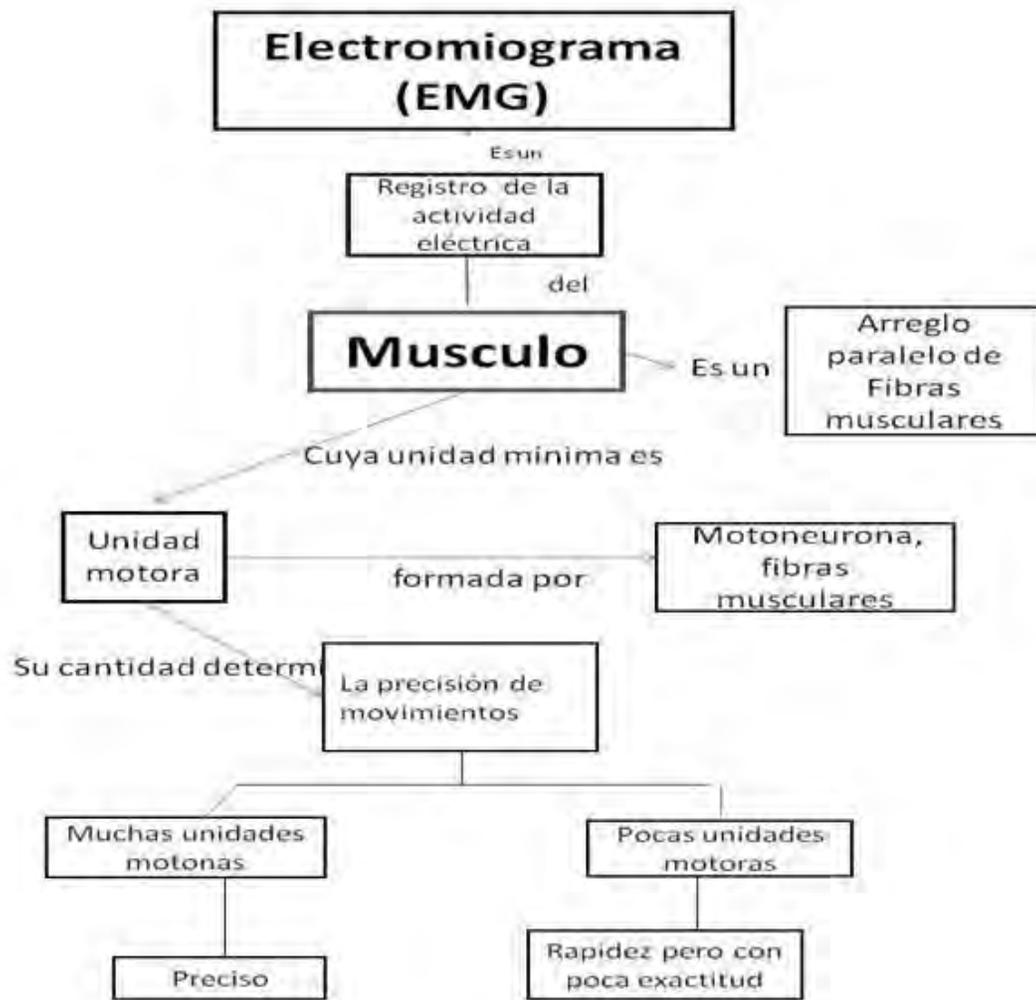
La suma de fibras permite que se produzcan graduaciones de la fuerza muscular, durante la contracción muscular débil en escalones pequeños, mientras que los escalones serán cada vez mayores cuando sea necesaria gran cantidad de fuerza. La suma de frecuencias permite incrementar la fuerza de contracción de un músculo debida a un incremento en la frecuencia de excitación. Cuando la frecuencia alcanza un nivel crítico las contracciones sucesivas se vuelven tan rápidas que se fusionan entre sí y la contracción del músculo entero parece continua, dicho fenómeno se denomina tétanos, contracción tetánica o simplemente tetanización.

La contracción prolongada e intensa de un músculo da lugar al estado conocido como fatiga muscular.

La electromiografía es el registro de la actividad eléctrica del músculo esquelético. En él se puede distinguir la activación de sus unidades motoras, las variaciones características de estas activaciones y las relaciones de unas unidades con otras. Esta técnica es de valor diagnóstico en enfermedades neuromusculares como la esclerosis lateral amiotrófica y la atrofia muscular de Duchenne.

El registro electromiográfico puede realizarse con electrodos de superficie. Con ellos se puede obtener una idea de la electrogénesis global de músculo. También es posible registrar mediante la inserción de electrodos profundos, que son de utilidad en la localización del territorio de la unidad motora. Este territorio aumenta en los procesos patológicos de carácter neurógeno (en los cuales hay lesión del nervio motor) y disminuye en las lesiones musculares como la distrofia muscular de Duchenne.

A continuación se presenta un mapa conceptual de la electromiografía. Usted puede ampliarlo incluyendo más elementos que le dejen claro tanto el origen como los principales usos de esta técnica.



Francisco tenía un poco de incertidumbre, no sabía si su percance se podía relacionar con la enfermedad de su tío, por lo que decidió ir al médico.

El médico, le indica que para estar seguros de su condición precisa de realizarle un electromiograma, el cual le ayudara a evaluar el estado de los músculos del brazo con el cual tuvo el accidente.

Note que el electromiograma que requiere Francisco es uno obtenido mediante electrodos profundos, ya que se busca conocer el territorio de las unidades motoras del brazo en cuestión. Recuerde que Este territorio aumenta en los procesos patológicos en los cuales hay lesión del nervio motor y disminuye en las lesiones musculares.

### **Material y Métodos**

Para la realización de esta práctica puede utilizarse cualquiera de los siguientes equipos: fisiógrafo, sistema biopac o electromiógrafo. De acuerdo al equipo empleado será necesarios cables, conectores y electrodos (de superficie) para electromiografía.

Antes de realizar los procedimientos sugeridos por el estudiante en formación, se recomienda realizar la demostración del registro electromiográfico de una contracción isotónica y una contracción isométrica.

- Contracción isotónica.

Coloque los electrodos en los extremos del bíceps braquial y pida al paciente que levante una mancuerna, registre el EMG de dicho movimiento.

- Contracción isométrica

Coloque los electrodos en los extremos del bíceps braquial y pida al paciente que mantenga la mancuerna levantada manteniendo un ángulo de 45° entre el brazo y el antebrazo, registre el EMG de este fenómeno.

### **Resultados**

## Conclusiones

### Cierre de la práctica

Antes de realizar el registro electromiográfico y durante la revisión, el médico realizó una serie de preguntas, dentro de las cuales se obtuvo información valiosa:

- Francisco realiza levantamiento de pesas continuamente, y gusta de ejercitar brazos y manos. En fechas recientes ha estado ejercitándose más horas de las habituales.

Al finalizar el estudio electromiográfico, el médico refiere a Francisco que no hay problema con sus músculos, y que el exceso de ejercicio explica su accidente, el sobreentrenamiento y la fatiga muscular que de él se desprende.

### Referencias

Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.

Electromiografía. Instrumentación biomédica. Universidad de Alcalá. Disponible en:

<http://usuarios.multimania.es/legajius/dir/protocolos/electromiografia/electromiografia.pdf>

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia

Una competencia

Dos competencias

Más de dos competencias

**Calificación:**

5

6

8

10

## PRÁCTICA No. 4: POTENCIALES EVOCADOS (26 a 30 de septiembre de 2011)

### **Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. *Identificar un Problema*
2. *Formular una pregunta*
4. *Aplicar la información a la solución del problema.*
5. *Usar el razonamiento científico.*
3. *Usar lenguaje médico coherente y congruente*

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente del sexo masculino de 27 años de edad que refiere entumecimiento de la mano derecha, particularmente en la región palmar. El trastorno inició hace tres días después de una caída en la que se golpeó la espalda. El trastorno no se acompaña de alteraciones en la fuerza o el movimiento. A la exploración física se encuentran signos vitales dentro de límites normales, no hay alteraciones en la extremidad superior derecha pero sí múltiples laceraciones en espalda y cara posterior del brazo derecho.

En este caso:

1. *¿Identifica usted un problema médico?*
2. *¿Puede formular una pregunta?*
3. *¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?*
4. *¿Cómo resolverlo?*

### **Prerrequisitos**

Receptores sensoriales. Vías sensoriales. Conducción nerviosa. Vías mielínicas y amielínicas. Corteza somatosensorial. Potenciales de campo, relaciones estímulo-respuesta, codificación neural del estímulo sensorial. Métodos de exploración.

### **Marco Teórico.**

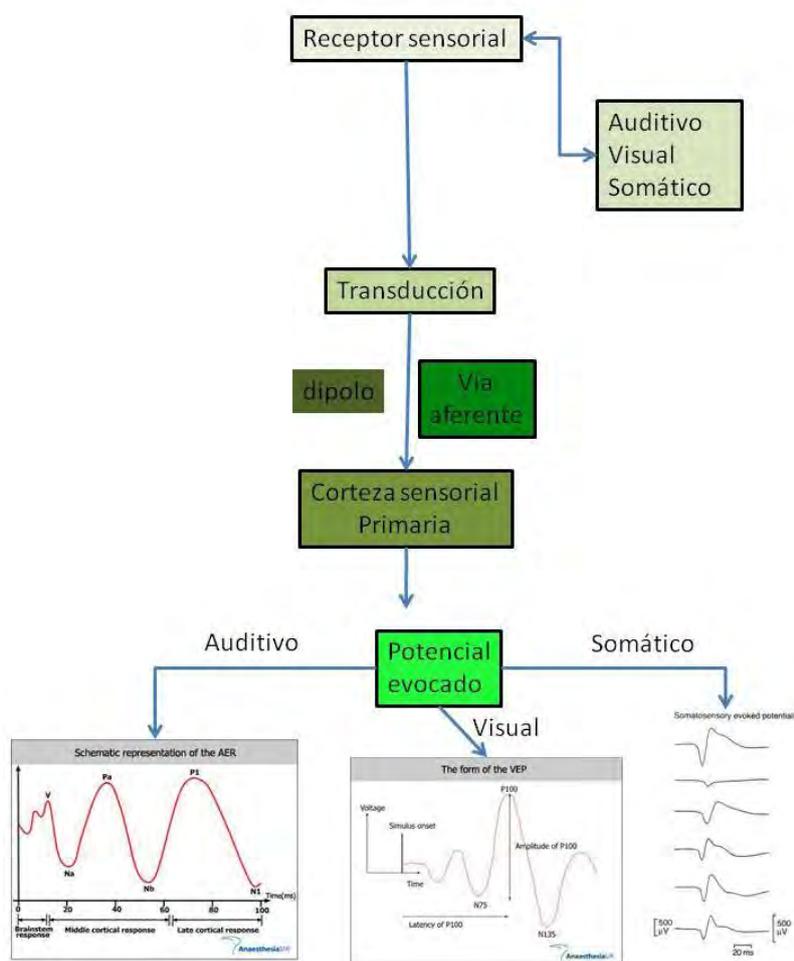
Los sistemas sensoriales se encargan de obtener información del medio, codificarla y dirigirla hacia la corteza sensorial correspondiente. Los elementos comunes de los sistemas sensoriales son el receptor, la vía aferente, la corteza sensorial correspondiente y las cortezas de asociación que terminan de procesar la información. En todos los casos es necesario distinguir entre sensación y percepción. En general se acepta que la primera se refiere al proceso que va desde la detección del estímulo, su codificación en potenciales de acción que viajan por la vía aferente y el arribo de esta información a la capa IV de la corteza sensorial primaria. Desde aquí establecen las interconexiones que constituyen la identificación del estímulo, la extracción de sus características, su correlación con la memoria y el significado emocional que pueda tener. Todo esto es, más o menos, lo que constituye la percepción sensorial.

Es posible obtener información respecto a estos eventos de dos formas. Para el caso de la sensación es posible determinar la funcionalidad de la actividad de los receptores sensoriales, el estado de la vía aferente e incluso la llegada de la información a la corteza sensorial. Para la

percepción las posibilidades son pocas y bastante subjetivas, aunque las nuevas técnicas de imagen pueden proveernos de información de algunos de los procesos, el resto suele ser interpretación del paciente y del médico.

Para estudiar la primera parte existe una técnica que permite registrar la actividad eléctrica de la vía sensorial, a partir de que la actividad eléctrica de la vía constituye un dipolo que viaja por la misma desde su origen y hasta la corteza. Así pues, se pueden colocar electrodos en diversas regiones de la vía, aplicar el estímulo adecuado en la región receptora y registrar el viaje de la señal hasta la corteza. El caso más sencillo corresponde a la vía somatosensorial donde podemos colocar electrodos de superficie en diversas regiones del cuerpo, aplicar un estímulo táctil y, después de amplificar la señal eléctrica, registrar los cambios de voltaje que se asocian con el estímulo. A partir de lo anterior, resulta evidente que es posible mediante este método estudiar la integridad de la vía y diversos trastornos en la misma. Dependiendo de la vía sensorial estudiada son las características del potencial evocado.

A continuación se presenta el mapa conceptual del tema.



### Material:

- Fisiógrafo con acoplador de AC o Sistema BioPac
- Un par de electrodos de superficie
- Cables para Fisiógrafo.
- Gel o pasta conductora
- Fotoestimulador
- Pincel de pelo delgado.

**Método:**

*Potenciales evocados somatosensoriales:*

- Coloque los electrodos de superficie en la región del brazo o antebrazo que desee explorar cubriendo la región con pasta conductora. Recuerde que la inervación sensitivo-motora del brazo está dada por las ramas del plexo braquial – C5 a T1 – y que se distribuyen en el brazo como nervios cubital o *ulnar* – desde la epitroclea hasta la región hipotenar y la parte proximal de la palma de la mano; el nervio *musculocutáneo* – desde la región coracobraquial, región anterior del brazo y antebrazo hasta la muñeca – cara anterior de la muñeca; nervio *mediano* – cara medial del brazo hasta región tenar y palma de la mano – hasta los dedos pulgar, índice, medio y cara lateral del anular; y el nervio *radial* – cara posterior del brazo hasta palma de la mano – inervando los primeros cuatro dedos de la mano y región distal de la palma.
- calibre el Fisiógrafo de manera que  $1 \text{ mV} = 2 \text{ cm}$ .
- Aplique estímulos de diferentes intensidades sobre la cara mano en la región que corresponda a la posición de los electrodos.
- Registre los cambios que ocurren.
- Cambie la posición de los electrodos hacia una región más alejada del sitio de estimulación.
- A partir de sus resultados calcule la velocidad de conducción de la vía sensorial.
- Repita los pasos anteriores pero colocando los electrodos en la región occipital y aplicando estímulos luminosos.

**Resultados.**

**Conclusiones.**

**Cierre de la práctica.**

El médico indico un estudio de potenciales evocados y un EMG. Encontró que una contractura muscular en la región del codo podía explicar el entumecimiento del paciente.

**Referencias**

- Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
- Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia

Una competencia

Dos competencias

Más de dos competencias

**Calificación:**

5

6

8

10

**PRÁCTICA NO. 5: ELECTROENCEFALOGRAFÍA  
(3 A 7 DE OCTUBRE DE 2011)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico:

Paciente femenino de 19 años de edad, estudiante de Medicina del segundo año de la carrera, que tiene departamental el día de mañana a las 10:00 AM por lo que decide empezar a estudiar hoy a las 9:00 PM. Como el temario es muy extenso, decide no dormir para terminar de estudiar. Se presenta a su examen y durante el desarrollo del mismo se encuentra irritable, inmensamente casada y con dolor muscular; así mismo nota temblor de sus miembros superiores e incapacidad para recordar lo que estudió la noche previa. Lo que más le preocupa es que nota percepciones visuales erróneas por lo que decide entregar su departamental y asistir al Servicio Médico.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos:** Potencial de membrana, potencial de acción, potencial postsináptico excitatorio, potencial postsináptico inhibitorio, potencial de campo, dipolo eléctrico, conductor de volumen, derivación monopolar y bipolar, sistema "Diez-Veinte".

**Marco teórico.**

La electroencefalografía (EEG) es una exploración neurofisiológica de la actividad bioeléctrica cerebral de distintas poblaciones neuronales, cuyo principio general es el registro de potencial de campo, que no es otra cosa sino la suma total de los potenciales postsinápticos en un medio que funcione como conductor de volumen. El EEG goza de extraordinaria vigencia dado que nos da una aproximación del funcionamiento cerebral en tiempo real.

**Electrogénesis cerebral.**

El tejido nervioso presenta como una de sus funciones básicas la capacidad de generar potenciales eléctricos que son la base de la excitabilidad del organismo. Para comprender la forma en que se generan estos potenciales es preciso un conocimiento de la estructura y las conexiones de aquellas partes del cerebro que los originan. En rigor, todo el sistema nervioso posee capacidad electrogénica. Sin embargo, para los propósitos del EEG bastará con considerar la corteza cerebral y las regiones directamente relacionadas con ella.

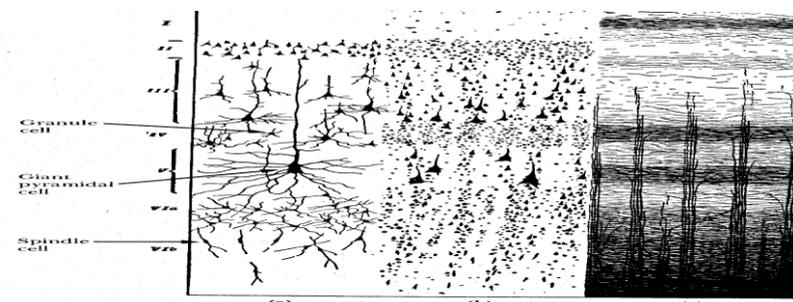


Figura 5.1 Las células de las capas III y V son efectoras. Las de las capas II y IV son receptoras.

Los principales responsables de las ondas registradas en el EEG son los potenciales postsinápticos (PPS) procedentes de las neuronas piramidales orientadas verticalmente en la corteza cerebral, debido a que afectan a una superficie más extensa de membrana y tienen mayor duración, haciendo posible su suma tanto a nivel temporal como espacial.

*Obtención del EEG.*

El sistema internacional de posicionamiento de los electrodos superficiales «Diez-Veinte» es el más utilizado en el momento actual para el registro del EEG. Como regla general, los electrodos del lado izquierdo llevan numeración impar mientras que los del lado derecho la llevan par. Los electrodos de la línea media reciben el subíndice «z» (por «zero», cero en inglés).

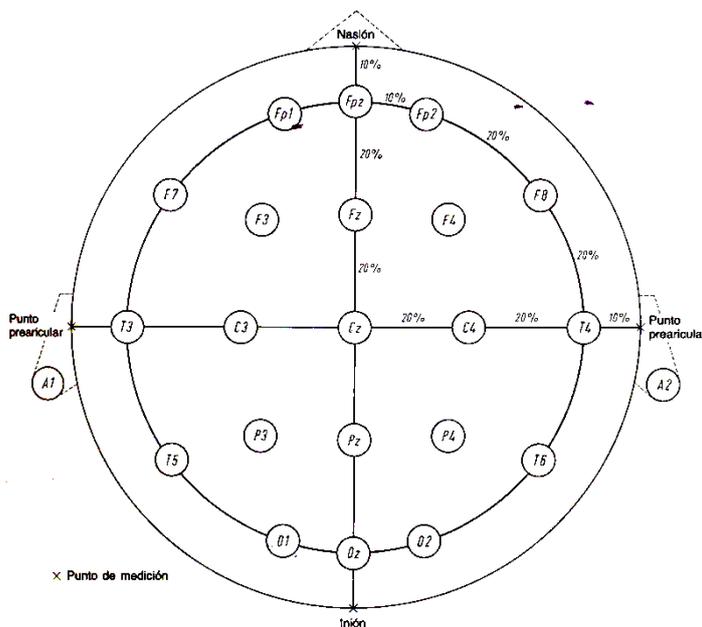


Figura 5.2. Distribución de los electrodos de registro según el sistema «Diez-Veinte», así como los puntos anatómicos de referencia.

*Ondas del EEG.*

Existen cuatro ritmos periódicos simples detectados en un EEG estándar: alfa, beta, delta y teta. Estos ritmos son identificados por su frecuencia (ciclos/s o Hz) y amplitud la cual es del orden de los microvoltios ( $\mu\text{V}$  o  $1/1,000,000$  de Voltio).

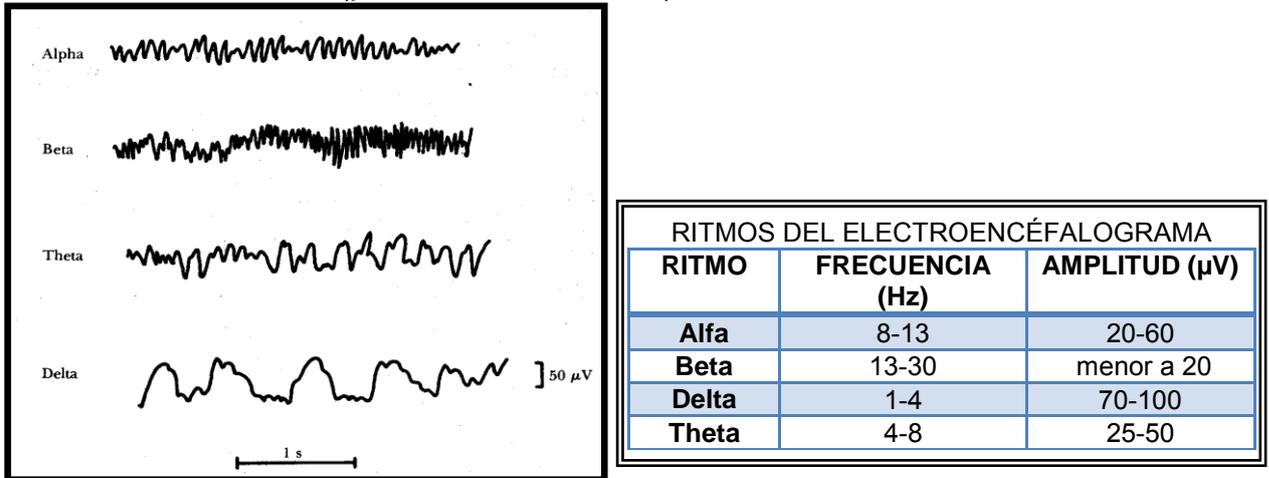


Figura 5.3. Trazos típicos de un electroencéfalo y cuadro de frecuencias y amplitudes promedio.



MAPA MENTAL DEL ELECTROENFECALOGRAMA

**Material:**

- Juego de cables para sistema BIOPAC (SSL2)
- Electrodo desechables.

- Gel conductor.
- Programa BIOPAC PRO
- Unidad de adquisición BIOPAC (MP30)
- Fisiógrafo con amplificador de AC
- Cables para Fisiógrafo
- Alcohol
- Algodón

**Métodos:**

- Se coloca un par de electrodos sobre la superficie del cuero cabelludo teniendo cuidado de limpiar previamente la región.
- Se calibra el sistema BioPac o el Fisiógrafo de manera que  $0.1 \text{ mV} = 2 \text{ cm}$ .
- Se registrara un EEG durante 15 segundos de un sujeto en reposo y con los ojos cerrados sin moverlos, se medirán las ondas de los trazos para detectar la presencia de los ritmos básicos del EEG.

| RITMO | Frecuencia (Hz) | Amplitud ( $\mu\text{V}$ ) | PRESENTE (Si o No) |
|-------|-----------------|----------------------------|--------------------|
| Alfa  |                 |                            |                    |
| Beta  |                 |                            |                    |
| Delta |                 |                            |                    |
| Theta |                 |                            |                    |

Con respecto a los valores de referencia nota usted algún cambio o se conservan. Comente brevemente sus resultados.

---



---



---



---

*Maniobras de activación:* Están diseñadas para poner de manifiesto alteraciones latentes.

- Apertura y cierre de ojos: Se registra el EEG, pidiéndole al sujeto experimental que alterne entre estos 2 estados con un periodo de duración aproximada de 10 segundos cada uno, con 4 repeticiones que se realizan luego de la toma inicial de EEG en reposo con ojos cerrados. Se analizaran los resultados y se confrontaran con los obtenidos en el primer registro (1).

---



---



---



---

- Hiperventilación: Comienza el registro del EEG pidiéndole al sujeto experimental que hiperventile durante 3 minutos. Cada minuto se oprime F9 en la computadora para señalar los intervalos de tiempo.

Si encuentra usted algún cambio en el trazo, indique a que atribuye la modificación.

---

---

---

---

- Fotoestimulación: Se reduce la iluminación del laboratorio y se registra el EEG en el sujeto experimental con la proyección simultánea de estímulos luminosos desde un estroboscopio o un estimulador fótico a una distancia de 30 a 50 cm con frecuencia de 8 – 15 Hz.

Se analizaran los resultados y se confrontaran con los obtenidos en el primer registro (1).

¿Por qué se utiliza una frecuencia de 8 a 15 Hz en los estímulos luminosos?

---

---

---

---

- Privación de sueño: Previo consentimiento del sujeto experimental y descartando cualquier patología del mismo, se le solicitará que se prive de sueño durante un lapso de 8 horas, sin ingerir ninguna sustancia para dicho fin. Una vez en el laboratorio se comenzará el registro del EEG de inmediato. Esta maniobra se puede combinar con otras técnicas de activación ya descritas.

Se analizaran los resultados y se confrontaran con los obtenidos en el primer registro (1)

### Cierre de la práctica.

Con respecto al problema clínico mencionado al principio de esta práctica y las maniobras de activación ¿qué similitudes encuentra y qué esperaría encontrar en el trazo del EEG? ¿Esta exploración de la actividad eléctrica cerebral proporciona una solución al problema?

---

---

---

---

### Referencias:

- Franco Salazar Guillermo. Manual de ECG y EEG. El Manual Moderno. 2007.
- Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
- Kandel, E., Schwartz, J. H., Jessell, T. L. Principles of neural science. McGraw-Hill. 2000.
- Nagael Antonio, Parra Jaime, Iriarte Jorge. Manual de EEG. McGraw-Hill. 2007.
- Simon Olga. EEG Introducción y Atlas. Salvat editores. 1983.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia

Una competencia

Dos competencias

Más de dos competencias

**Calificación:**

5

6

8

10

## PRÁCTICAS NOS. 6 Y 7: EXPLORACIÓN DE REFLEJOS EN EL HUMANO I Y II (10 a 14 de octubre de 2011 y 24 a 28 de octubre de 2011)

### Prefacio:

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. **Identificar un Problema**
2. **Formular una pregunta**
3. **Usar lenguaje médico coherente y congruente**
4. **Aplicar la información a la solución del problema.**
5. **Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente masculino de 62 años de edad que acude al servicio de urgencias por referir cefalea generalizada, sensación de adormecimiento de hemicuerpo izquierdo, posteriormente presenta dificultad para movilizar las extremidades del mismo lado. A la exploración del sistema motor se encuentra al paciente con hemiplejía corporal del lado izquierdo y espasticidad de las extremidades ipsilaterales. Presenta reflejos osteotendinosos hiperreflexicos del lado izquierdo con respuesta plantar extensora del lado izquierdo y flexora del lado derecho.

En este caso:

1. **¿Identifica usted un problema médico?**
2. **¿Puede formular una pregunta?**
3. **¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
4. **¿Cómo resolverlo?**

### Prerrequisitos

Potencial de membrana. Potencial de acción. Características del músculo. Proceso de excitación- contracción. Unidad motora. Huso muscular. Arco reflejo.

### Marco Teórico.

Un reflejo es una respuesta mecánica no consciente que resulta de la estimulación de un receptor periférico.

Anatómicamente el reflejo requiere, para producirse, vías aferentes que conduzcan el estímulo, un centro al que llegue éste y elabore la respuesta y vías eferentes, por las que la incitación del centro alcance el órgano ejecutor de la respuesta. Esto constituye el arco reflejo.

El arco reflejo está integrado por: a) una rama aferente constituida por el receptor periférico del estímulo y la neurona sensitiva, cuyo cuerpo está situado en el ganglio espinal de la raíz posterior, y cuyas prolongaciones periféricas y central hacen llegar la excitación al sistema nervioso central. b) una rama eferente constituida por la neurona motora, cuyas prolongaciones conducen los impulsos desde el sistema nervioso central a un órgano efector, c) un centro integrador, situado en la sustancia gris del sistema nervioso central, constituido por el cuerpo celular de la neurona eferente, situada en el asta anterior medular, y sus sinapsis con la prolongación central de la neurona aferente

Quizá el reflejo medular más importante, y con seguridad el más estudiado, es el reflejo miotático, una contracción muscular que se produce cuando un músculo se alarga.

El reflejo miotático es de utilidad clínica fundamental para evaluar el nivel de las lesiones nerviosas que comprometen al sistema motor.

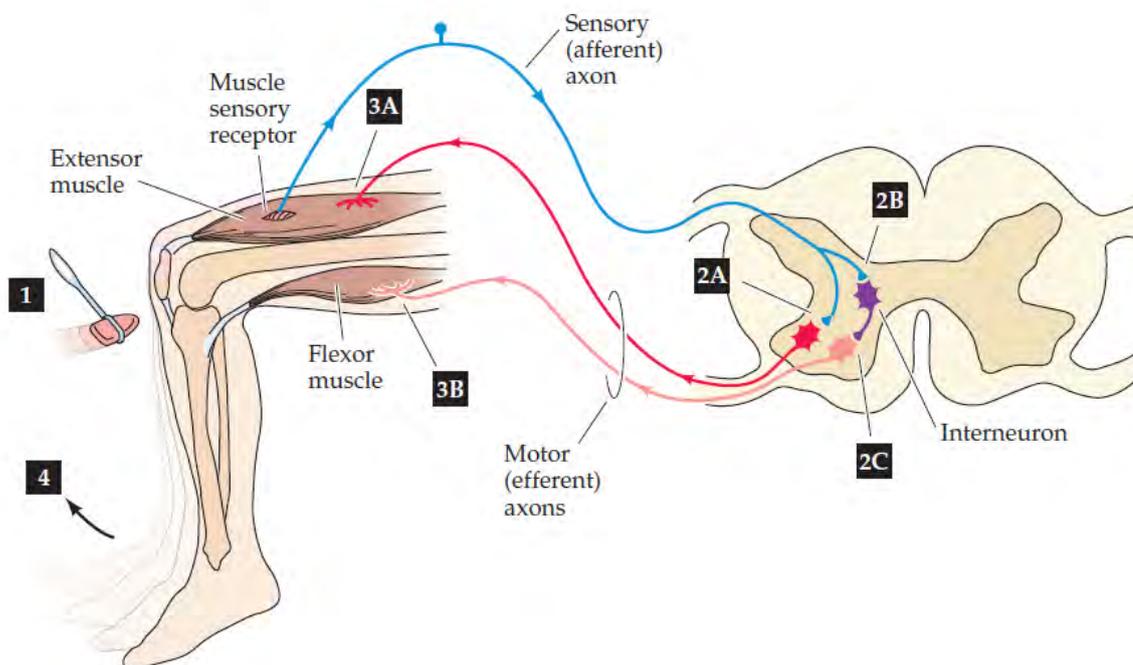


Figura 6.1. El arco reflejo. Se ilustran las relaciones anatómicas y funcionales del reflejo y el papel de los músculos agonistas y antagonistas.

**Material:**

- Martillo de reflejos
- Lámpara de mano
- Abatelenguas
- Hojas para registro
- Objeto romo
- Tarjetas de cartón
- Fisiógrafo con preamplificador de AC
- Papel para registro y tinta.

**Método**

Reflejos profundos:

En todos los casos es necesario aplicar un pequeño golpe en el tendón del músculo a explorar. Es necesario asegurarse que el músculo explorado se encuentre relajado para obtener una respuesta clara.

Reflejos profundos de los miembros superiores:

- Reflejo estilorracial

- Reflejo cubitopronador.
- Reflejo flexor de los dedos.
- Reflejo bicipital.
- Reflejo tripital.

Reflejos profundos de los miembros inferiores:

- Reflejo rotuliano.
- Reflejo aquiliano.

Reflejos profundos de la cabeza:

- Reflejo nasopalpebral.
- Reflejo superciliar.
- Reflejo maseterino.

Reflejos superficiales o cutáneomucosos:

- Reflejo corneano o conjuntival.
- Reflejo de estornudo.
- Reflejos cutáneos abdominales.

Reflejos Pupilares:

- Reflejo fotomotor:

El explorador se coloca frente al sujeto que se encontrará sentado confortablemente en una silla. Se pide al sujeto que cierre los ojos durante al menos 30 segundos. Posteriormente el explorador cubre uno de los ojos con una tarjeta negra, acerca una tarjeta milimétrica al ojo cerrado y pide al explorado que abra los ojos. El explorador deberá medir el diámetro pupilar inmediatamente después de que el sujeto abra los ojos y observar y medir el cambio en el diámetro cada 20 segundos. Deberá repetir la maniobra pero usando una lámpara de exploración iluminando directamente el ojo. Puede repetir las observaciones con el ojo contralateral.

- Reflejo consensual:

Este se realiza de manera similar al anterior, pero ahora se le pide al sujeto que abra ambos ojos, se ilumina uno de ellos y se observa la respuesta del ojo no iluminado. Deben hacerse las mismas mediciones.

- Reflejo de acomodación:

Se pide al sujeto explorado que mire fijamente a la distancia (al fondo del laboratorio). Se toman las mediciones correspondientes de los diámetros pupilares. Ahora se pide al sujeto que mire una figura a 10 cm de distancia de los ojos y se repiten las mediciones en ambos ojos.

A continuación se presenta el mapa conceptual del tema.



**Resultados:**

**Conclusiones:**

**Cierre de la práctica.**

A continuación se presenta información importante que puede contribuir a hacer más clara la utilidad del estudio de los reflejos en la clínica.

Síndrome de la unidad motora superior.

Por neurona motora superior se entiende la agrupación de los centros de control supraespinal.

La lesión de la corteza y de la sustancia blanca subyacente afecta a los haces corticoespinal y corticobulbar, de modo que las motoneuronas  $\alpha$  y  $\gamma$  no reciben inervación y las áreas del sistema ventromedial, normalmente bajo control cortical, quedan liberadas. Así, la postura del sujeto en el lado lesionado presenta un aumento en el tono muscular extensor en el

miembro inferior contralateral, debido a que desaparecen áreas de la corteza que por lo general estimulan la formación reticular bulbar (inhibidora del tono extensor). En el miembro superior se presenta una respuesta hipertónica en flexión debido al efecto de estimulación del núcleo rojo que desequilibra el tono hacia la flexión. Esta respuesta hipertónica se conoce como espasticidad.

**Referencias:**

- Kandel ER, Schwartz JH & Jessell TM. *Principios de Neurociencia*. 4ª Ed. McGraw-Hill; 2000.
- Fustinoni 1993, 12 Ed. El Ateneo.
- Purves. *Neurociencia*. 3a. Ed. Panamericana, 2007.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia

Una competencia

Dos competencias

Más de dos competencias

**Calificación:**

5

6

8

10

## PRÁCTICA No. 8: SISTEMAS SENSORIALES (31 de octubre a 4 de noviembre de 2011)

### Prefacio:

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. *Identificar un Problema*
2. *Formular una pregunta*
4. *Aplicar la información a la solución del problema.*
5. *Usar el razonamiento científico.*
3. *Usar lenguaje médico coherente y congruente*

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Fátima de 22 años de edad, estudiante de ingeniería bioquímica industrial, con hábito tabáquico desde hace 5 años, a razón de 3 cigarrillos al día, aumentando su consumo a 11 cigarrillos en periodo de exámenes, se mantiene bajo inhalación continua de disolventes orgánicos desde hace 3 años, debido a su profesión. Acude a consulta acompañada de su novio, refiriendo disminución de la agudeza visual, pérdida de la sensibilidad gruesa y fina en brazo izquierdo, cacosmia ocasional, su novio agrega que en 2 discusiones, presentó incapacidad para la bipedestación. A la exploración física, lenguaje coherente, con elevación brusca del tono de la voz, irritabilidad, contenido del lenguaje no acorde con la situación. En la exploración dirigida, disgeusia e hiposmia, resto normal.

En este caso:

4. *¿Identifica usted un problema médico?*
5. *¿Puede formular una pregunta?*
6. *¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?*
4. *¿Cómo resolverlo?*

### Prerrequisitos:

Mecanismos básicos de los sistemas sensoriales, los receptores y las vías aferentes al sistema nervioso central de las modalidades sensoriales, activación de los órganos sensoriales y su exploración.

### Marco teórico:

Los organismos están expuestos a constantes modificaciones físicas y químicas del medio ambiente y de su medio interno. En los organismos existen estructuras que se activan específicamente ante dichas modificaciones, a estas estructuras se les denomina receptores sensoriales. Se denomina estímulo, a cualquier modificación específica que active a un receptor. Una impresión sensorial o sensación es el primer signo subjetivo de que un receptor ha sido estimulado. Una sensación se convierte en percepción, cuando la sensación se integra e interpreta con base en la experiencia y tiene un significado para el organismo. En último término, se puede afirmar que los diferentes sentidos proporcionan al organismo el medio de obtener una representación espacial y temporal cuantitativa de las propiedades de su ambiente interno y externo.

El propósito de la presente práctica es introducir al alumno en el estudio de la Fisiología de los órganos de los sentidos. Muchos de los elementos necesarios para establecer un

diagnóstico durante la práctica clínica provienen de las sensaciones que refiere el paciente, así como de la interpretación de la respuesta refleja ante la activación de los órganos de los sentidos. Así pues, la práctica clínica requiere que el médico esté familiarizado con las particularidades de funcionamiento de los diversos sistemas sensoriales.

Los sistemas sensoriales obtienen información del medio, la codifican y la envían a la corteza sensorial primaria correspondiente. En los sistemas sensoriales siempre están presentes el receptor, la vía aferente, la corteza sensorial primaria y las cortezas de asociación que terminan de procesar la información. Es de particular importancia distinguir entre sensación y percepción. La primera se refiere al proceso que se origina en la detección del estímulo, su codificación en forma de potenciales de acción que viajan por la vía aferente, y la llegada de esta información a la capa IV de la corteza sensorial primaria. A partir de aquí nuestro conocimiento es más bien escaso y lo que sigue constituye la percepción sensorial. Sabemos que se establecen interconexiones múltiples que forman parte del proceso de identificación del estímulo, se extraen sus características espacio-temporales, se correlacionan con la memoria y se les asigna un significado emocional.

Es posible obtener información respecto a estos eventos de dos formas. Se puede determinar la funcionalidad de la vía sensorial mediante el estudio de potenciales evocados o de otras técnicas de imagen. Para la percepción las posibilidades son pocas y bastante subjetivas, en la mayoría de los casos se trata de aplicar pruebas de discriminación en las cuales el papel más importante lo juega la respuesta del sujeto experimental. Este tipo de pruebas van desde la detección de umbrales auditivos, olfatorios, de iluminación, táctiles, hasta aquellas en las que se exploran los campos receptivos de una determinada modalidad sensorial.

### **Material:**

#### *Biológico (sujetos de experimentación)*

4 voluntarios (dos hombres y dos mujeres de la misma edad que no conozcan el contenido de la práctica)

#### *Instrumental*

- Regla milimétrica y cinta métrica
- Navaja de rasurar
- Papel milimétrico
- Bolígrafo de punta fina y lápiz
- Alfiler
- Lupa
- Hilo común de algodón
- Hilo de seda
- Hilo metálico
- Varillas de vidrio de 10cm de longitud con punta fina y roma
- Vasos de precipitados de 50 ml
- Toallas de papel
- Pinzas finas
- 2 tarjetas de cartulina de 8X12cm
- Vela y cerillos
- Plastilina
- Vidrio azul
- Torundas de algodón
- Gasa estéril
- Tubo de hule

- Palillos

#### Reactivos

- Estesiómetro
- Mechero de Bunsen
- Compás estesiométrico
- Termómetro
- Colodión
- Diapasón
- Cristales de sacarosa
- Sacarosa al 5% (frasco etiquetado "sabor dulce")
- Bisulfato de quinina al 1% (frasco etiquetado "sabor amargo")
- Ácido cítrico al 2% (frasco etiquetado "sabor ácido")
- Cloruro de sodio al 2% (frasco etiquetado "sabor salado")
- Solución de sacarosa al 1:1000, 1:800, 1:400, 1:200
- Aceite de clavo o alcohol alcanforado
- Esencia de vainilla
- 

#### Métodos:

##### 1) EXPLORACIÓN DE LA SENSIBILIDAD CUTÁNEA

###### a) Sensibilidad táctil superficial

###### i. Sensibilidad táctil de la piel del dorso de la mano con vello

- En el dorso de la mano de uno de sus compañeros, trace con un bolígrafo un cuadrado de 1 cm de lado y subdivídalo en cuadros de 1 mm de lado. En el papel milimétrico trace un cuadrado de 10 cm de lado y subdivídalo en cuadros de 1 cm de lado. Este cuadrado representa en escala de 10:1 el cuadrado dibujado en la mano.
- Vende los ojos a su compañero.
- Aplique suavemente la cerda del estesiómetro, con ayuda de una lupa, en alguno de los cuadrados de 1mm de lado dibujado en la mano de su compañero, y pídale que diga sí cuando sienta el contacto. Repita la operación hasta que todos los cuadritos hayan sido explorados.
- Con un punto registre en el papel milimétrico las zonas donde obtuvo la respuesta sí. Represente en el papel milimétrico la localización del vello de la región explorada, señalando tanto su raíz como su orientación.

###### ii. Sensibilidad táctil superficial de la piel del dorso de la mano sin vello.

- Rasure el vello de la zona explorada anteriormente, con ayuda de la lupa, teniendo cuidado de no ocasionar una herida o irritación en caso de que esto ocurra se retirará al sujeto de experimentación y deberá visar inmediatamente al profesor de laboratorio.
- Repita la exploración de la misma zona y anote en el papel, con diferente clave los resultados obtenidos.

###### iii. Sensibilidad táctil en otras zonas del cuerpo

- Mediante los procedimientos señalados en i. y ii. Efectúe exploraciones semejantes y haga los registros correspondientes para el cuello, la palma de la mano y la frente.

b) *Sensibilidad térmica*

- En un vaso de precipitados coloque agua a 45°C y sumerja 5 varillas de vidrio
- En otro vaso coloque agua a 15°C y sumerja las otras 5 varillas.
- Explore cada una de las áreas del experimento anterior con alguna de las varillas que sacó del agua y secó rápidamente con una toalla de papel, para esto toque solamente la piel con una varilla durante un segundo y sin ejercer presión.
- Pídale a su compañero que diga “frío” o “caliente” según lo sienta al aplicársele las varillas.

c) *Discriminación de dos puntos*

- Vende los ojos de uno de sus compañeros. Aplique suavemente, el compás de la piel de dorso y de la palma de la mano, la frente, la nuca y la espalda.
- Alterne al azar la aplicación de una o de las 2 puntas del compás. Aguzando la vista separe a 1mm la punta del compás.
- Determine la mínima separación de las puntas del compás con la cual es posible provocar la sensación de 2 estímulos simultáneos.
- Pídale a su compañero que diga “uno “ o “dos”, según sea la sensación desencadenada al aplicar el estesiómetro.

2) *SENSIBILIDAD DOLOROSA DE LA PIEL*

a) *Sensación punzante*

- En un sujeto con los ojos vendados, con una gota de colodión o mediante un nudo, fije el hilo de seda a una vello. Imprima rápidamente un movimiento de rotación de un vello.
- Sobre una zona cutánea adyacente al vello manipulado anteriormente, aplique inmediatamente el estesiómetro.
- Sobre un punto cutáneo adyacente al mismo vello, aplique y retire el extremo de un hilo metálico calentado a 65°C
- Reporte las sensaciones experimentadas por el sujeto experimental

b) *Sensación de quemadura*

- Sin ejercer presión, aplique el hilo metálico calentado a 65°C a algunas zonas de la piel durante 3 s.
- Sobre el pelo fijado al hilo de seda ejerza un tracción persistente durante 3 s.
- Con unas pinzas finas sujete un delgado pliegue cutáneo y apriete suavemente durante 3 s.
- Anote sus observaciones

c) *Velocidad de transmisión de las sensaciones algógenas*

- Con unas pinzas finas pellizque rápidamente 2 veces la base ungueal de algún dedo de la mano, ocasionando dolor con cada pellizco.
- Haga lo mismo con la base ungueal de algún dedo del pie.
- Reporte sus anotaciones

### 3) SENSACIONES PROPIOCEPTIVAS

#### a) Localización en el espacio

- A un sujeto con los ojos vendados y con sus brazos extendidos, pídale que de un solo intento junte una con otra los pulpejos de sus dedos índices a la altura de su plexo solar. Advierta que en caso de no lograrlo, no corrija la posición y pídale que se quede quieto.
- Mida la separación que haya quedado entre los pulpejos de los dedos.
- Repita 5 veces la prueba
- Pida al sujeto que haga lo mismo pero ahora junte los pulpejos de los dedos estirando los brazos sobre su cabeza. Repita la prueba 5 veces
- Pida al sujeto que haga lo mismo pero ahora atrás de su espalda. Repita la prueba 5 veces.
- Reporte los datos obtenidos

#### b) Sensibilidad vestibular

- Pídale a un sujeto que gire hacia su derecha, estando de pie, a razón de una vuelta por segundo aproximadamente, hasta completar 5 vueltas. Al terminar procure que su cara quede frente a usted.
- Observe cuidadosamente los ojos del sujeto
- Repita la maniobra después de 3 minutos de descanso, pero pidiéndole que gire 10 y 20 vueltas.
- Repita los procedimientos con vueltas a la izquierda y observe los ojos cuidadosamente.
- Describa lo observado

### 4) SENSIBILIDAD VISUAL

#### a) La acomodación. Experimento de Scheiner

- Seleccione un ambiente bien iluminado para este experimento
- Mida el diámetro pupilar del sujeto de experimentación
- Observe verticalmente la tarjeta y divídala mentalmente en 3 zonas con líneas horizontales.
- En medio de la zona superior haga 2 perforaciones con el alfiler, alineadas horizontalmente y separadas entre sí a la misma distancia que tiene el diámetro pupilar.
- Con ayuda de la plastilina coloque verticalmente la tarjeta sobre el borde de la mesa.
- A 20 cm de la tarjeta encaje un alfiler sobre la mesa a un metro, con ayuda de la plastilina, coloque verticalmente un lápiz, de tal forma que queden alineados, la tarjeta, el alfiler y el lápiz.
- Pídale al sujeto que, con el ojo derecho, mientras el izquierdo lo mantiene cerrado, observe el alfiler a través de los 2 orificios simultáneamente.
- Pídale que diga cuando ya vea nítidamente el alfiler.
- Pídale que sin enmendar el enfoque, diga cómo se ve el lápiz.
- Repita el experimento varias veces hasta que el sujeto esté completamente seguro de su percepción.

- Ahora repita la prueba y cuando el sujeto reporte otra vez, los mismos resultados anteriores, otro compañero tapaná cuidadosamente el orificio del lado derecho. Pídale que reporte lo que ve.
- Repita la prueba, pero ahora se tapaná el orificio del lado izquierdo. ¿Cuál es el resultado?
- Repita todos los procedimientos anteriores, pero pídale al sujeto que vea nítidamente el lápiz y que reporte la percepción de la imagen del alfiler.
- Haga un esquema de un ojo y del dispositivo usado con el cual se expliquen los fenómenos de percepción reportados por el sujeto.

b) *La acomodación. Las imágenes de Purkinje.*

- Seleccione un ambiente con luz sumamente tenue para este experimento.
- Coloque la vela encendida a 25 cm de los ojos del sujeto experimental e invítelo a observar el techo del laboratorio.
- Observe cuidadosamente las 3 imágenes de las velas que se forman en el globo ocular del sujeto.
- Represente estas imágenes en un esquema del ojo.
- Ahora invite al sujeto a que enfoque la mirada en el cuerpo de la vela, evitando que mire la llama. Observe las imágenes en el globo ocular y haga un esquema de ellas.
- Compare sus 2 esquemas y explique las diferencias encontradas.

c) *El punto ciego y la ancha amarilla*

*i. El punto ciego.*

- En una tarjeta blanca de 8x12 cm, dibuje una cruz con brazos de 1 cm de longitud
- A 6 cm a la izquierda de la cruz dibuje un círculo negro de 2 cm de diámetro.
- Al mirar la cruz con el ojo derecho, manteniendo cerrado el ojo izquierdo, sosteniendo la tarjeta con su brazo extendido, acerque la tarjeta lentamente, hay una distancia (anótela) en la que notará que ya no percibe el círculo negro, para volver a hacerlo después.
- Haga un esquema del ojo y de la figura usada con el que se explique el fenómeno.

*ii. La mancha amarilla*

- Cierre ambos ojos por un momento
- Después mire con el derecho a través del vidrio azul.
- Explique la percepción de una mancha en el campo visual

d) *Perimetría visual*

- Dibuje en el pizarrón un círculo de 60 cm de diámetro, y divídalo con diámetros que formen ángulos entre sí de 30 °
- El centro del círculo se situará a la altura de los ojos del sujeto en exploración, colocándose a este a 20 cm del pizarrón
- Debe fijar la mirada de uno de sus ojos en el centro del esquema, mientras que el otro ojo permanece cerrado.
- Para determinar el campo visual, otro compañero recorre con la punta de su dedo índice cada uno de los diámetros desde la periferia del círculo hacia el centro.
- Pídale al sujeto que indique el momento en que perciba la punta del dedo y marque el lugar en el pizarrón.
- Siga el mismo procedimiento para el otro ojo.

## 5) SENSIBILIDAD AUDITIVA

### a) *Transmisión aérea y transmisión ósea*

- Golpee el diapasón en su codo y acérquelo al oído derecho del sujeto experimental.
- Pídale que indique el momento en que deje de percibir el sonido
- Cuando así lo haga, coloque la base del diapasón en la cabeza del sujeto, sobre el cuero cabelludo en el punto bregma.
- Pídale al sujeto que indique si vuelve a percibir el sonido y que indique también en que oído lo percibe con más intensidad.
- Repita la maniobra, pero ahora acerque el diapasón al oído izquierdo.

## 6) SENSIBILIDAD GUSTATIVA

### a) *Distribución topográfica de los receptores gustativos*

- Con una torunda de algodón o de gasa esterilizada seque la lengua del sujeto experimental, el cual no debe estar enterado de la naturaleza y sucesión de las pruebas que se le van a hacer.
- Sobre la porción apical de la lengua, coloque un cristal de sacarosa
- Pídale al sujeto que con una señal en la mano indique el momento en que percibe algún sabor
- En un esquema de la superficie de la lengua registre el lugar estimulado y el tiempo transcurrido entre la aplicación del cristal y la percepción del sabor
- Pida al sujeto que se enjuague la boca con agua.
- Con el mismo procedimiento explore toda la superficie de la lengua aplicando ahora una torunda de algodón, montada en un palillo y humedecida en una de las soluciones de sabor.
- Continúe la explotación con los otros sabores
- Use códigos diferentes en sus registros
- Compare entre sí los diferentes registros.

### b) *Umbral gustativo*

- Seque la lengua de su sujeto experimental y humedézcale toda la superficie con una solución de sacarosa al 1:1000.
- Pídale al sujeto que exprese su percepción.
- Repita la misma maniobra pero con soluciones de sacarosa al 1:800, 1:600, 1:400 y 1:200
- Compare lo reportado por el sujeto en las diferentes pruebas
- Seleccione a un sujeto fumador y repita el procedimiento anterior.
- Compare estos resultados con los de un sujeto no fumador.

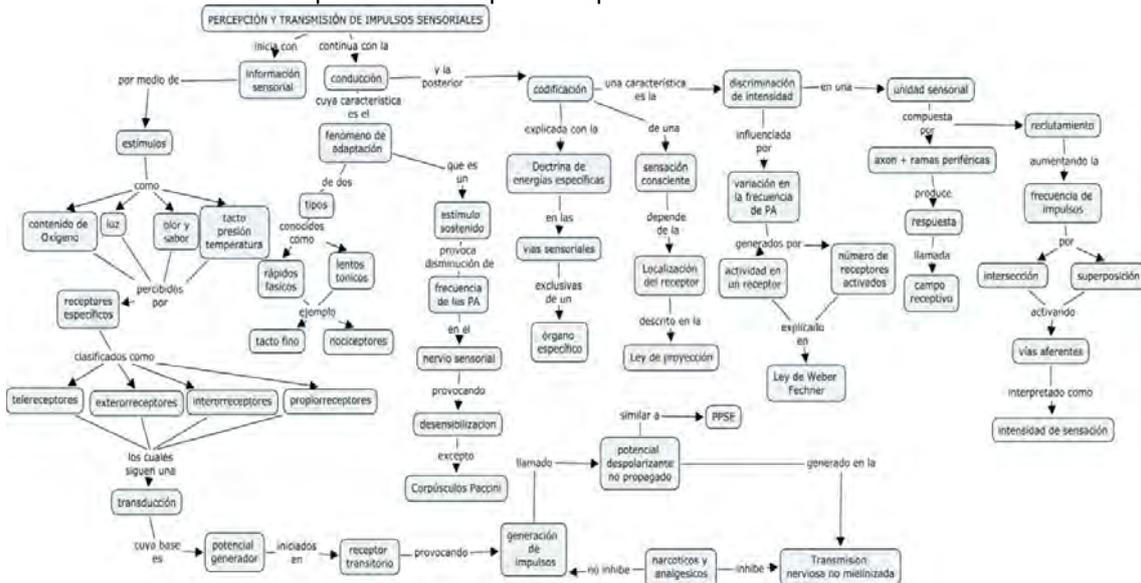
## 7) SENSIBILIDAD OLFATORIA

- Introduzca una pequeña porción del tubo de hule a través del orificio nasal del sujeto experimental.

- Introduzca ahora el otro extremo del tubo en un frasco que contenga aceite de clavo, alcohol alcanforado o alguna otra sustancia volátil, cuidando que el tubo no quede en contacto con la sustancia.
- Invite al sujeto a que inhale suavemente y que con una señal de la mano indique el momento en que perciba el olor.
- Mida el tiempo entre la inhalación y la señal.
- Después de esta prueba, empuje cuidadosamente el extremo nasal del tubo hasta que penetre en la porción más alta de la fosa nasal.
- Invite al sujeto a que inhale suavemente y a que vuelva a señalar el momento en que perciba el olor.
- Mida el tiempo entre la inhalación y la señal.
- Pídale al sujeto que indique en cuál de los 2 ensayos percibió más intensamente el olor.
- Compare los lapsos transcurridos entre inhalación y señal registrados en los 2 ensayos.
- Vende los ojos al sujeto.
- Pídale que en una escala de 5 califique la intensidad del olor de los diferentes frascos que le va a ofrecer y que contienen la misma sustancia (vainilla) a diversas concentraciones.
- Adviértale que dispone solo de un segundo para efectuar una inhalación profunda y que inmediatamente le va a ofrecer otro y otro sucesivamente.
- La prueba debe durar no menos de 5 min
- Realmente usted le va a ofrecer el mismo frasco
- Registre los valores reportados por el sujeto.

**Nota: Además de reportar lo observado y de comentar los fenómenos para cada una de las maniobras realizadas, indique su posible aplicación y utilidad en la exploración y diagnóstico de un paciente; especule sobre los posibles resultados que ante las maniobras que usted acaba de realizar, pudieran obtenerse ante ciertos padecimientos o lesiones neurológicas**

A continuación se presenta el mapa conceptual del tema.



### **Análisis**

- 1.- Identificar las características de las variables físicas o químicas y algunas circunstancias que determinan la activación de los órganos sensoriales táctiles, visuales, auditivos, gustativos y olfatorios mediante la respuesta e informe las que un sujeto experimental presente.
- 2.- Identificar algunas características de la respuesta de los órganos sensoriales táctiles, visuales, auditivos, gustativos y olfatorios mediante la respuesta e informe las que un sujeto experimental presente.
- 3.- Diferencia entre unidad sensorial y campo sensorial. Reconocer la localización de los receptores táctiles y térmicos. Identificar las circunstancias que determinan la activación de los receptores táctiles.
- 4.- Describir el fenómeno de nistagmo y las circunstancias que lo generan.
- 5.- Diferenciar el fenómeno de acomodación cercana del de lejana. Determinar el campo visual.
- 6.- Diferenciar el fenómeno de transmisión aérea del fenómeno de transmisión ósea.
- 7.- Describir la distribución de los receptores gustativos. Determinar el umbral gustativo para un sabor.
- 8.- Describir las circunstancias que determinan el fenómeno de adaptación olfatoria.

### **Conclusiones.**

### **Cierre de la práctica.**

El estudio de la sensibilidad en sus diferentes modalidades permite obtener información del estado funcional de los receptores sensoriales, de las vías aferentes y de la etapa de percepción sensorial. ¿Las pruebas efectuadas le permiten resolver el problema planteado al principio de esta práctica? ¿Hay otras?

### **Referencias:**

- Purves (Ed.). (2004), 3rd Ed. Sinauer.
- Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
- Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia

Una competencia

Dos competencias

Más de dos competencias

**Calificación:**

5

6

8

10

## PRÁCTICA NO. 9: ELECTROCARDIOGRAFÍA (7 a 11 de noviembre de 2011).

### **Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico:

Paciente del sexo femenino, 31 años de edad, con vida sexual activa. Se presenta a la consulta externa y refiere dificultad respiratoria al subir escaleras (disnea de medianos esfuerzos), que se acompaña de palpitaciones y dolor precordial, mareos, náusea y vómito ocasional; aumento de peso desde hace tres meses y edema distal discreto (+) de miembros inferiores de aparición vespertino nocturna.

A la exploración física se le encuentra en buen estado de hidratación, frecuencia cardíaca de 75 latidos por minuto, ruidos cardíacos ligeramente atenuados y claros, presión arterial de 125/90 mmHg; frecuencia respiratoria de 20 respiraciones por minuto, desplazamiento de caja torácica durante la respiración disminuida. No se le encuentra edema de miembros inferiores. Se le indica un estudio electrocardiográfico en el cual el dato más sobresaliente es un eje eléctrico del corazón desviado hacia la derecha.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

### **Prerrequisitos**

Potenciales electroquímicos, equilibrio de Donnan, ley de Ohm, potencial de membrana en reposo, potencial de acción, ecuación de Nernst, excitabilidad del músculo cardíaco, automatismo, sistema de excitación y conducción del impulso cardíaco, potenciales de campo, concepto de dipolo y conductor de volumen, ciclo cardíaco.

### **Marco Teórico**

El ciclo cardíaco se compone de una contracción, sístole, seguida de una relajación, diástole. Es iniciado por la despolarización del nodo SA, la propagación de ésta hacia las aurículas y el nodo AV y, finalmente, la despolarización del Haz de His, la red de Purkinje y los ventrículos. Estos cambios eléctricos van seguidos por el acortamiento de las fibras musculares, el cual origina cambios de presión dentro de las cavidades cardíacas y flujos de sangre desde ellas y hacia ellas.

El electrocardiograma (ECG) es el registro gráfico de los cambios temporales que ocurren en el potencial eléctrico del corazón durante un ciclo cardíaco. Se obtiene cuando se colocan dos electrodos sobre la superficie corporal, referidos a un electrodo de tierra o bien mediante un electrodo activo y un electrodo indiferente. Corresponde a la suma algebraica de todos los cambios de potencial que ocurren durante un ciclo cardíaco. Debido a que la activación eléctrica del corazón progresa por él de una manera compleja y tridimensional, la configuración precisa del ECG cambia de un individuo a otro y por tanto la forma del ECG cambia dependiendo de la colocación de los electrodos. Ello ha llevado a que la colocación de los electrodos siga un patrón estándar, las llamadas derivaciones electrocardiográficas. En general la forma del ECG consiste de un conjunto de ondas, P, QRS y T (Figura 9.1). El intervalo PR (o de manera más precisa el intervalo PQ) es una medida del tiempo que transcurre desde el inicio de la activación auricular, al inicio de la activación ventricular (0.12 a 0.20 s). Una fracción considerable de este tiempo involucra el paso del impulso por el sistema de conducción AV. La configuración y amplitud del complejo QRS varía considerablemente entre los individuos. La duración está en general en el intervalo 0.06 y 0.1 s. Durante el intervalo ST el miocardio ventricular está despolarizado en su totalidad, por lo tanto el segmento ST cae, en condiciones normales, en la línea isoeletrica. El intervalo QT se considera de "sístole eléctrica" de los ventrículos. Su duración es del orden de 0.4 s pero varía de manera inversa con la frecuencia cardíaca. En la mayoría de las derivaciones la onda T en la misma dirección que la onda R.

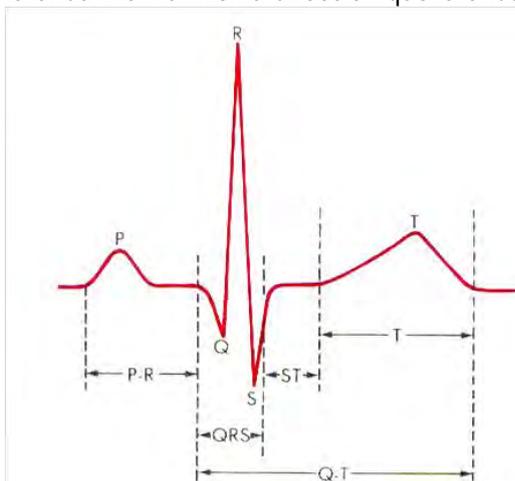


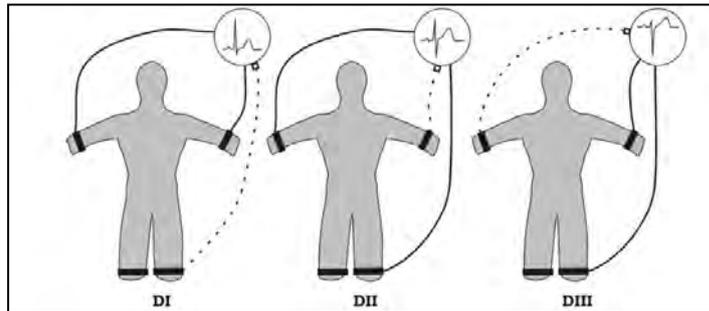
Figura 9.1. Electrocardiograma típico de un sujeto normal sano

#### *Derivaciones estándar:*

Las diversas fuerzas electromotrices que existen en el corazón en cualquier momento se pueden representar por un vector tridimensional.

En el sistema de derivaciones estándar el vector cardíaco resultante (la suma de vectores de toda la actividad eléctrica que ocurre en el corazón en un momento dado), se considera que se encuentra localizado en el centro de un triángulo (equilátero) formado por los hombros izquierdo y derecho y por el pubis. El triángulo (llamado triángulo de Einthoven) está orientado en el plano frontal del cuerpo, de manera que es ésta la única proyección que detecta este sistema de derivaciones. Por convención los electrodos se conectan no en los hombros sino en las muñecas y en la pierna en lugar del pubis.

Por convención, de nueva cuenta, se tienen tres derivaciones estándar (Figura 9.2), también llamadas bipolares:



**Figura 9.2.** Derivaciones bipolares.

Si se representa la proyección frontal del vector cardiaco resultante, en un cierto momento, por una flecha (punta positiva, base negativa) (Figura 9.3), entonces la diferencia de potencial  $V_{LA} - V_{RA}$ , registrada en DI, se representa por el componente del vector proyectado sobre la línea horizontal entre LA y RA (siglas de left arm and right arm, Fig. 9.3). Lo mismo se puede hacer con las otras dos derivaciones. Resulta claro que la suma de estos tres vectores producirá un vector resultante que indica la proyección frontal del sistema de activación del corazón, también conocido como eje eléctrico del corazón (QRS), el cual se puede inscribir en un círculo geométrico (invertido) para medir la orientación del mismo. Para individuos normales el eje eléctrico se encuentra en aproximadamente  $60^\circ$ . El sistema hexaxial muestra la organización general de los vectores de despolarización para el complejo QRS en las derivaciones estándar (o bipolares) y en las llamadas monopulares que revisaremos a continuación.

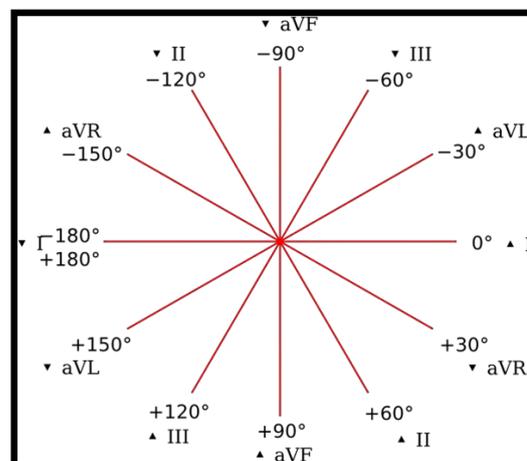


Figura 9.3 Sistema hexaxial de distribución de los vectores de despolarización. Por convención, los nombres de brazos y piernas y su ubicación (derecha, izquierda) se expresan en inglés, de manera que LA corresponde a brazo izquierdo, RA a brazo derecho, y F a pierna derecha. La letra a, se refiere a derivación aumentada.

En la electrocardiografía clínica también se registran otras nueve derivaciones llamadas unipolares, en las cuales se mide la diferencia de potencial entre un electrodo explorador y uno indiferente. Tres de ellas se denominan aumentadas o amplificadas y resultan de medir la diferencia de potencial entre una extremidad y las otras dos, se les denomina aVR (derivación aumentada del brazo derecho), aVL (derivación aumentada del brazo izquierdo),

y aVF (derivación aumentada de la pierna). Las seis derivaciones unipolares restantes son llamadas precordiales y se les localiza en la región cercana al corazón (Figura 9.4). Ellas son,

- V1: cuarto espacio intercostal, en la línea paraesternal derecha
- V2: cuarto espacio intercostal, en la línea paraesternal izquierda
- V3: quinto espacio intercostal, en la línea paraesternal izquierda
- V4: quinto espacio intercostal, en la línea medioclavicular
- V5: quinto espacio intercostal, entre V4 y V6
- V6: quinto espacio intercostal, en la línea axilar media.

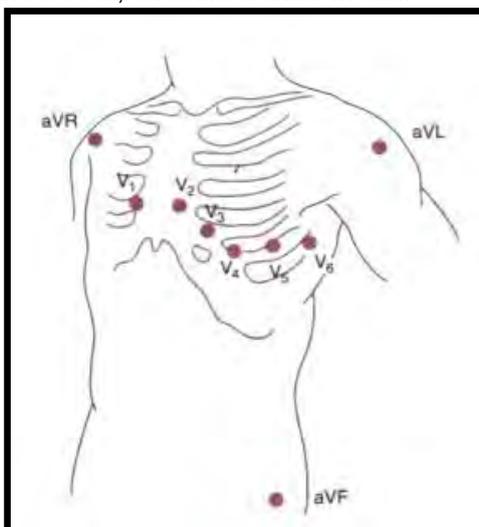


Figura 9.4. Localización de los sitios donde se colocan los electrodos para obtener las derivaciones electrocardiográficas aumentadas (aVR, aVL y AVf) y las precordiales (V1 a V6)

**Material:**

En el laboratorio contará con el siguiente material por equipo:

- Fisiógrafo con preamplificadores de AC
- Electrodo de placa y cables de conexión
- Caja de conexión múltiple para electrocardiografía con cables y conectores
- Micrófono cardíaco con cables de conexión
- Electrocardiógrafo portátil con cables, conectores y electrodos
- Estetoscopio
- Papel y tinta para fisiógrafo.

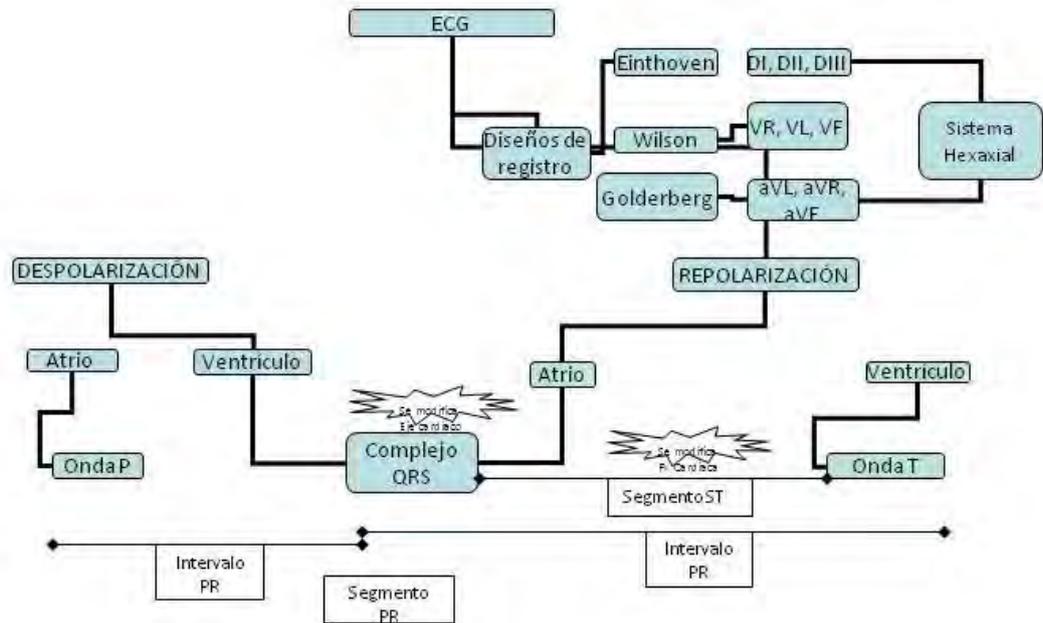
**Método:**

Junto con su profesor de laboratorio diseñe y explore distintas configuraciones para la colocación de los electrodos. Identifique los accidentes registrados y establezca si existe, y cuál es, la correlación entre ellos.

Recuerde que para obtener un ECG se requiere de establecer una calibración previa, es decir un punto de referencia que por convención se sitúa en  $1 \text{ mV} = 1 \text{ cm}$ . Es decir, todo potencial generado por el corazón que sea igual a  $1 \text{ mV}$ , producirá un desplazamiento de la plumilla de registro de  $1 \text{ cm}$ .

De acuerdo con la formación e información disponible hasta el momento de esta práctica las manipulaciones que se recomienda realizar consisten en colocar los electrodos en posiciones atípicas. Primero con solamente un par de electrodos, para demostrar que las características del ECG dependen de la posición de los electrodos. Luego puede obtener un segmento de registro de cada una de las derivaciones, estándar, aumentadas y precordiales.

A continuación se presenta el mapa conceptual del tema.



Mapa conceptual del ECG

**Resultados.**

De acuerdo con los resultados obtenidos determine la utilidad de usar un sistema estandarizado para el registro y comparación de los trazos electrocardiográficos. También podrá definir si existen variaciones en la forma y amplitud del ECG en los diferentes sujetos.

Haga las gráficas necesarias para demostrar y explicar lo anterior y lleve un registro cuidadoso de todo el proceso en su cuaderno de trabajo.

**Conclusiones**

**Cierre de la práctica.**

¿Los signos y síntomas que presenta la paciente justifican la obtención de un ECG? ¿A partir de sus resultados es posible decir si la desviación del eje eléctrico del corazón, encontrada en la paciente, es anormal?

**Referencias:**

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolando la información al humano  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Domina:</b>          |  |
| Ninguna competencia     |  |
| Una competencia         |  |
| Dos competencias        |  |
| Más de dos competencias |  |

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>Calificación:</b> |    |
|                      | 5  |
|                      | 6  |
|                      | 8  |
|                      | 10 |

## PRÁCTICA NO. 10: TENSIÓN ARTERIAL Y PULSO EN EL HUMANO (14 a 18 de noviembre de 2011)

### Prefacio:

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. **Identificar un Problema**
2. **Formular una pregunta**
4. **Aplicar la información a la solución del problema.**
5. **Usar el razonamiento científico.**
3. **Usar lenguaje médico coherente y congruente**
8. **Realizar tareas de autoevaluación**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente femenino de 54 años de edad, que se presenta a la consulta externa solamente para una revisión anual de rutina. Se reporta asintomática.

A la exploración física se le encuentra en buenas condiciones de hidratación, peso acorde a su estatura, frecuencia cardiaca de 80 latidos por minuto, presión arterial de 180/130, frecuencia respiratoria de 20 respiraciones por minuto.

En este caso:

1. **¿Identifica usted un problema médico?**
2. **¿Puede formular una pregunta?**
3. **¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
4. **¿Cómo resolverlo?**

### Prerrequisitos

Concepto de presión, ley de Pascal, principio de Bernoulli, ley de Ohm, ciclo cardiaco, flujo laminar y turbulento, número de Reynolds, pulso arterial, función de los vasos sanguíneos (arterias, arteriolas y venas).

### Marco Teórico

El corazón es una bomba pulsátil, es decir impele sangre a intervalos regulares, durante la sístole, y deja de hacerlo durante la diástole.

Desde el punto de vista físico se define presión como la fuerza por unidad de área aplicada en una dirección perpendicular a la superficie de un objeto ( $F/A$ ) y por lo tanto sus unidades en el Sistema Internacional son **pascales**, que equivalen a newton/metro cuadrado. En general la presión se mide por la capacidad de una fuerza para desplazar la columna de un líquido en un manómetro. Los más comunes son manómetros de agua o de mercurio y las unidades se expresan en cm de agua o mm de mercurio. Un mm de mercurio equivale a 1 torr; 1 torr = 133.322 Pa.

Se define presión arterial como la fuerza perpendicular que ejerce la sangre sobre la pared de un vaso y que determina una distensión sobre la misma o **tensión**. La tensión la soporta el vaso, se encuentra en sentido tangencial a su pared y es en parte consecuencia de la presión de flujo. La presión y la tensión se encuentran relacionadas por medio de la ley de Laplace:

$$T = \frac{P \times r}{2e}$$

Donde:

- T = tensión
- P = presión
- r = radio del tubo
- e = espesor o altura

Es decir, la tensión a un determinado valor de presión es directamente proporcional al radio.

El flujo sanguíneo se mantiene constante en el sistema vascular debido a tres elementos, la *vis a tergo* (la fuerza a distancia, o fuerza impelente del corazón), la distensibilidad vascular y la resistencia periférica. La eyección ventricular llena las arterias y es gracias a la distensibilidad de ellas (y a la presencia de la resistencia periférica presente en las arteriolas y representada por el esfínter precapilar) que continúa fluyendo durante la diástole.

Cuando el corazón se contrae y expulsa la sangre hacia la aorta, se produce una ola de presión que se puede registrar a través del pulso, onda de presión, que se transmite a las arterias llenas de líquido. La onda de presión se desplaza a una velocidad unas diez veces mayor que la de la sangre.

El movimiento de la sangre en el sistema vascular no produce ruido debido a que se trata de un flujo laminar (Figura 10.1).

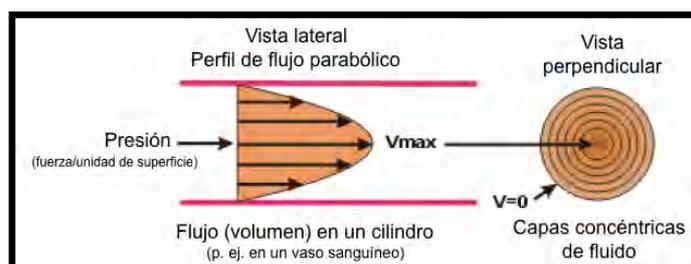


Figura 10.1 Perfil del movimiento de un líquido en un cilindro mientras se mantiene el patrón laminar de desplazamiento de las capas concéntricas de líquido

Cuando la velocidad de flujo aumenta el flujo se vuelve turbulento. El choque de diferentes porciones del líquido entre sí produce ruido. Este cambio depende del número de Reynolds, unidad adimensional que toma en cuenta la velocidad, el diámetro y la viscosidad del líquido que se mueve.

#### Material:

- El material con el que cuenta en el laboratorio es el siguiente,
- Esfigmomanómetro (aneroide o de columna de mercurio)
- Estetoscopio

#### Método:

Técnica para palpar el pulso arterial:

Los pulsos se pueden palpar mejor en las arterias cercanas a la superficie corporal y que descansan sobre huesos. Estas arterias son principalmente la carótida, la braquial, la radial, la femoral, la poplítea, la dorsal del pie y la tibial posterior.

Explore los pulsos arteriales con los pulpejos de los dedos índice y medio. Palpe firmemente, pero no con excesiva fuerza ya que puede ocluir la arteria. En ciertas zonas la grasa

o el edema pueden hacer difícil la palpación de pulsos. Explore con cuidado e intente variar la presión que esté ejerciendo. Cuando lo encuentre asegúrese de que no siente su propio pulso.

A los pulsos se les puede estudiar frecuencia, ritmo, forma de la onda, amplitud (fuerza) y simetría con el lado contralateral.

La amplitud se suele describir en una escala de 0 a 4

0 = ausente o no palpable

1 = apenas palpable o disminuido

2 = esperado

3 = aumentado

4 = saltón.

Técnica para medir la presión arterial

Método palpatório.

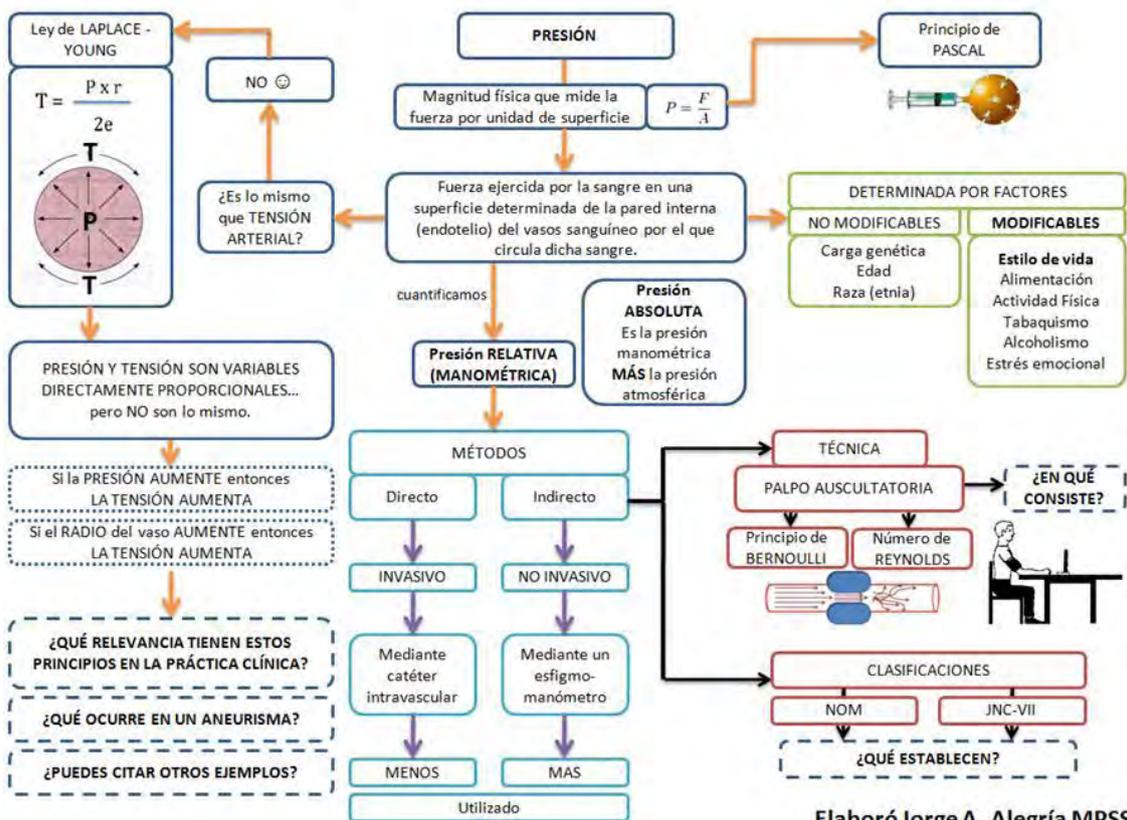
1. Vacíe la bolsa de caucho del aire que pudiera tener (el manguito) y enróllela alrededor del brazo de un voluntario que permanecerá sentado y con el brazo extendido sobre la mesa. La porción central de la bolsa debe quedar por encima del tercio interno de la cara anterior del brazo y 3 cm, aproximadamente, arriba del pliegue del codo.
2. Localice el pulso radial en el mismo brazo.
3. Cierre la válvula de la perilla e insufla hasta que deje de sentir el pulso radial. Anote la presión que indica el manómetro.
4. Suba la presión en el manguito unos 10 mmHg y abra con cuidado la válvula dejando escapar el aire lentamente. Anote la presión en que se recupera el pulso radial.
5. Deje salir el aire por completo, hasta llegar a 0 mmHg, Todo el procedimiento no debe durar más de un minuto.

Método auscultatorio

1. Coloque el brazalete como se indicó anteriormente.
2. Palpe el pulso braquial inmediatamente abajo del manguito y antes del pliegue del codo.
3. Coloque las olivas del estetoscopio en sus oídos y la cápsula del mismo sobre el sitio donde identificó el pulso.
4. Llene de aire el manguito hasta que la presión sea unos 10 mmHg mayor a la presión sistólica medida con el método anterior.
5. Abra la válvula y deje salir el aire lentamente. Escuche los ruidos que se producen cuando la sangre empieza a circular de nuevo (ruidos de Korotkoff).

Se recomienda la medición de la presión arterial de cada uno de los integrantes del equipo de trabajo y el análisis de los resultados para todo el grupo. Como tarea complementaria se puede pedir que realicen las mediciones en sujetos de otros intervalos de edad de manera que puedan tener una aproximación a los cambios relacionados con la edad, el estado nutricional, la presencia de estrés, etcétera.

A continuación se presenta el mapa conceptual del tema.



Elaboró Jorge A. Alegría MPSS

Mapa conceptual de la presión arterial

**Resultados.**

**Conclusiones.**

**Cierre de la práctica.**

La medición de la presión arterial es un estudio de rutina en el consultorio y en la clínica. Sin embargo, es muy frecuente que el médico encargue su obtención al personal de enfermería y que no preste atención a los errores de procedimiento que pueda haber. La hipertensión arterial es un problema de salud muy importante en la población mexicana y es necesario que el médico conozca cómo medirla para que pueda educar al personal de apoyo. Las técnicas de medición de la presión arterial y las clasificaciones de los procesos hipertensivos se encuentran en la

Norma Oficial Mexicana (NOM-030-SSA2-1999, apéndice Normativo B), los datos para ubicarla se encuentran en las referencias.

Referencias:

1. Purves (Ed.). (2004), 3rd Ed. Sinauer.
2. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
3. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
4. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.
5. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-030-SSA2-1999, PARA LA PREVENCIÓN, TRATAMIENTO Y CONTROL DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL. Secretaría de Salud del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. 2001.  
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/030ssa29.html>

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolando la información al humano  |

| <b>Domina:</b>          |
|-------------------------|
| Ninguna competencia     |
| Una competencia         |
| Dos competencias        |
| Más de dos competencias |

| <b>Calificación:</b> |
|----------------------|
| 5                    |
| 6                    |
| 8                    |
| 10                   |

**PRÁCTICA NO. 11: CICLO CARDIACO (ECG, FCG, TA)  
(21a 25 de noviembre de 2011)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 8. Realizar tareas de autoevaluación**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente masculino de 65 años de edad que es llevado al servicio de urgencias por presentar trastornos de conducta derivados de alcoholismo crónico. A la exploración paciente agresivo, inquieto, deshidratado, con manchas oscuras en la piel la cual es frágil y friable. Delirante, con alucinaciones auditivas, somáticas y visuales. A la exploración física se le encuentra con fuerte aliento alcohólico, delgado, abdomen globoso y con contenido líquido. FC de 120 latidos por minuto, FR de 35 respiraciones por minuto. Ruidos cardiacos débiles y con un soplo sistólico en foco aórtico. TA de 150/110 mm hg. Se ingresa a terapia intensiva para tratar de controlarlo.

**Marco teórico:**

Esta práctica tiene como propósito que usted conjunte los conocimientos y las habilidades y destrezas ganadas hasta este momento del curso en un problema de tipo integrativo. Las relaciones entre la actividad eléctrica y mecánica del corazón y su repercusión en la tensión arterial. De esta manera, el marco teórico ya ha sido revisado en las sesiones anteriores y no se requiere ahondar más en él.

**Material y Método**

- Estetoscopio
- Esfigmomanómetro
- Electrocardiógrafo o Fisiógrafo con aditamentos.

**Métodos:**

Ellos han sido descritos en las prácticas previas, de manera que no es necesario insistir en ello. Consulte su cuaderno de trabajo para aclarar dudas, pero recuerde que en esta ocasión deberá obtener la relación temporal entre el electrocardiograma, los ruidos cardiacos y la presión arterial durante el ciclo cardiaco y cómo se ajustan estas variables a los cambios en la demanda metabólica del sujeto.

**Resultados**

## Conclusiones

### Cierre de la práctica

En esta práctica usted encontró cuál es la correlación entre los fenómenos eléctricos, auditivos y hemodinámicos de un sujeto normal. En un sujeto como el del problema médico planteado debe estar alterada en la medida que tiene una desnutrición severa y líquido en la cavidad abdominal, lo que implica cambios hemodinámicos importantes que, de nueva cuenta, a través de las correlaciones encontradas y de su conocimiento del sistema cardiovascular, pueden ser explicados con facilidad.

### Referencias:

- Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
- Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia  
Una competencia  
Dos competencias  
Más de dos competencias

**Calificación:**

5  
6  
8  
10

**PRÁCTICA NO. 12: RUIDOS CARDIACOS (CECAM)**  
**(28 de noviembre a 2 de diciembre de 2011)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente masculino de 18 años de edad. Se presenta a la consulta externa y refiere disnea de medianos esfuerzos, mareos ocasionales, fatiga frecuente. A la exploración física se le encuentra en buen estado de hidratación, frecuencia cardiaca de 75 latidos por minuto, ruidos cardiacos con soplo sistólico y eje eléctrico desviado hacia la izquierda.

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos**

Ciclo cardiaco, flujo laminar y flujo turbulento, número de Reynolds, funcionamiento valvular.

**Marco Teórico**

El marco teórico para esta práctica es el mismo que presentamos en la práctica previa, de manera que no nos extenderemos en él.

**Material**

El material disponible es el que se encuentra en el CECAM y consiste del modelo denominado "Harvey" y los aparatos reproductores correspondientes.

**Método**

La operación de Harvey y demás equipo del CECAM correrá a cargo del personal del Centro. Los estudiantes y profesores solamente pedirán las modificaciones necesarias de acuerdo con sus hipótesis de trabajo y su diseño experimental.

**Resultados.**

## **Conclusiones.**

### **Cierre de la práctica.**

El conocimiento de las relaciones temporales entre los diferentes eventos del ciclo cardiaco y de las razones funcionales de cada uno de ellos, permite al médico encontrar las alteraciones que se producen como consecuencia de alteraciones valvulares y de sus consecuencias sobre la dinámica de la sangre y la actividad cardiaca. En este caso, ¿puede usted determinar el origen del soplo encontrado?

### **Referencias:**

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

| <b>Domina:</b>          |
|-------------------------|
| Ninguna competencia     |
| Una competencia         |
| Dos competencias        |
| Más de dos competencias |

| <b>Calificación:</b> |
|----------------------|
| 5                    |
| 6                    |
| 8                    |
| 10                   |

## PRÁCTICA NO. 13: ESPIROMETRÍA EN EL HUMANO (5 al 9 de diciembre de 2011)

### Prefacio:

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. **Identificar un Problema**
2. **Formular una pregunta**
3. **Usar lenguaje médico coherente y congruente**
4. **Aplicar la información a la solución del problema.**
5. **Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Ixtchel es una estudiante de veterinaria de 20 años de edad. Decide acudir al médico debido a que cada vez que sube escaleras siente que “le falta el aire”, sin embargo no siempre sucede esto, solamente cuando sube de manera brusca y cuando son más de 20 escalones. Se siente preocupada porque, aunque no fuma, está expuesta al humo de tabaco ya que toda su familia consume cigarrillos. Ixtchel quisiera saber si su función pulmonar es normal o tiene alguna afección.

En este caso:

1. **¿Identifica usted un problema médico?**
2. **¿Puede formular una pregunta?**
3. **¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
4. **¿Cómo resolverlo?**

### Prerrequisitos

Estructura del aparato respiratorio. Mecánica Ventilatoria. Ley de Boyle. Control de la ventilación. Circulación pulmonar. Pruebas de función pulmonar. Síndrome obstructivo. Síndrome restrictivo. Indicaciones de la espirometría. Contraindicaciones para espirometría. Capacidad vital. Volumen de reserva inspiratoria. Volumen de reserva espiratoria. Capacidad pulmonar total. Volumen residual.

### Marco teórico.

El sistema respiratorio tiene dos funciones básicas: ventilación (entrada y salida de aire) e intercambio de gases. La función ventilatoria del sistema depende fundamentalmente de la diferencia de presiones que existe, entre la atmósfera y los alvéolos. Esto se debe a que, como todos los fluidos, el aire se desplaza de, un sitio de mayor presión a otro de menor, hasta el punto en donde se equilibran las presiones y se detiene el flujo. Durante la inspiración, al abatirse el diafragma de manera involuntaria, se aumenta el diámetro de la caja torácica lo que, de acuerdo a la ley de Boyle, disminuye la presión dentro de la misma (presión intratorácica), provocando un aumento en el tamaño alveolar debido al gradiente de presión transmural a través de la pared alveolar, lo que causa un decremento en la presión intraalveolar y favorece de este modo el flujo de aire. La contracción de los músculos de la inspiración, primordialmente del diafragma, proporciona la fuerza necesaria para vencer el retroceso elástico del pulmón y para superar la resistencia de fricción del aire en su paso por el árbol bronquial. El proceso de la espiración es completamente pasivo, excepto cuando existe resistencia en el tracto en donde, para poder vencerla se requiere contracción de músculos del abdomen y tórax.

Para poder evaluar las dos funciones básicas del sistema respiratorio contamos con diversos estudios como la gasometría, la cual evalúa el intercambio gaseoso, o la oximetría, prueba no invasiva que también proporciona información acerca de la hematosi. Para poder determinar la función ventilatoria el examen más utilizado, por la gran cantidad de información que nos brinda, es la espirometría.

La espirometría evalúa la cantidad de aire que puede movilizarse dentro y fuera del sistema ventilatorio, esto nos habla de los componentes mecánicos que intervienen en la ventilación. Lo anterior se logra registrando el volumen de aire que se respira a través del tiempo (Figura 13.1) y con la medición de los flujos, la cual correlaciona la velocidad del aire espirado o inspirado con el volumen de aire, con lo que se logra una curva denominada flujo-volumen. (Figura 13.2).

Los parámetros que se pueden obtener con la realización de la espirometría son: capacidad vital (CV), volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $VEF_1$ ), relación entre la  $VEF_1$  y la CV, así como el flujo espiratorio máximo (FEM), flujo inspiratorio máximo (FIM) entre otros.

Existen dos síndromes principales que se pueden diagnosticar por medio de la espirometría: el obstructivo y el restrictivo. (Figura 13.1).

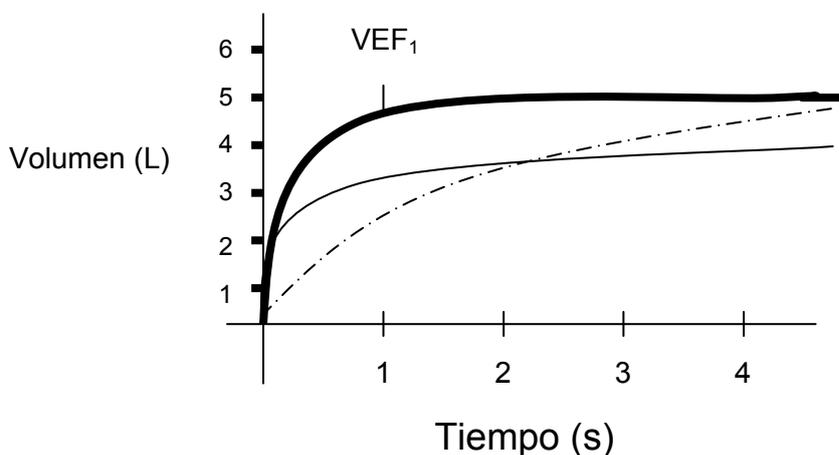


Figura 13.1. Espirometría. Se relaciona el tiempo contra el volumen durante una espiración máxima. La línea oscura representa el patrón normal, la línea punteada hace mención a un patrón obstructivo, mientras que la línea delgada lo hace a un patrón restrictivo.

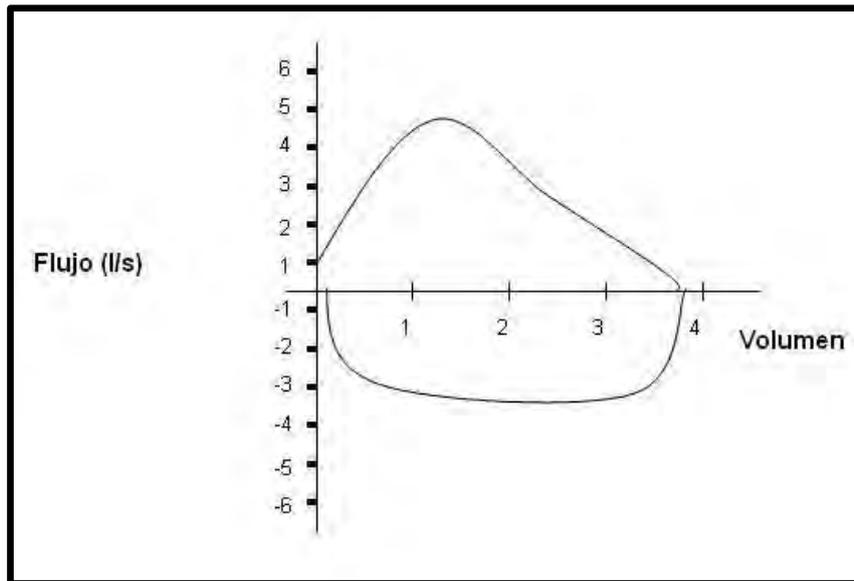


Figura 13.2. Curva de flujo-Volumen. Esta correlaciona la velocidad de desplazamiento del aire contra el volumen de la CV.

### Material

En el laboratorio contará con el siguiente material por equipo.

Para realizar la espirometría con el sistema Biopac,

- Programa Biopac Student Lab instalado en una computadora personal.
- Unidad de adquisición de datos MP30 (MP35) con transformador y cables.
- Transductor de flujo de aire (SS11LA)
- Filtro bacteriológico (AFT1)
- Boquilla desechable (AFT2) (reutilizada después de esterilizarla)
- Pinza para nariz (AFT3)
- Jeringa de calibración de 0.6 l

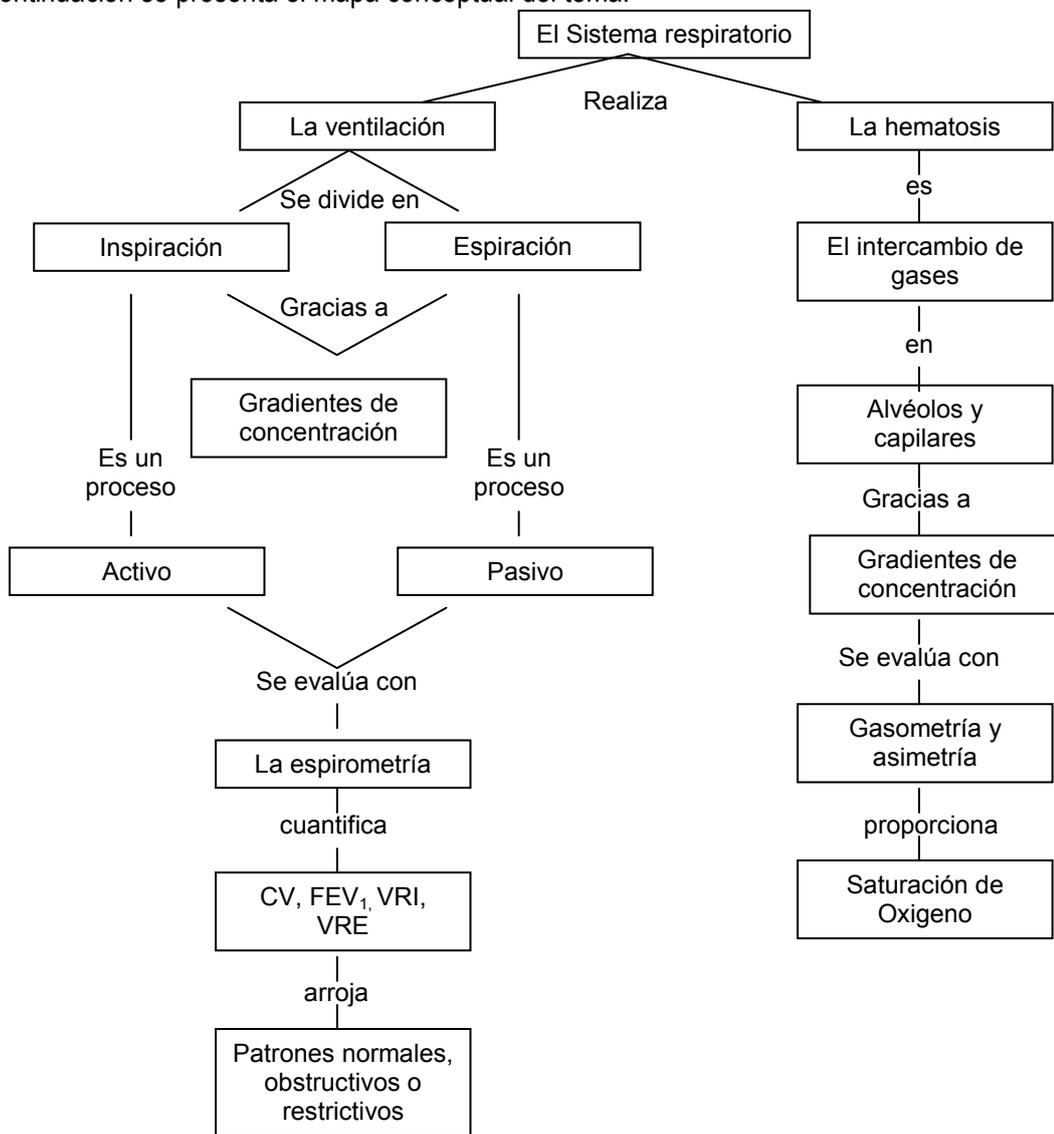
### Método:

Espirometría.

- Conecte la tarjeta convertidora analógico/digital (Unidad de adquisición de datos MP30 ó MP35) a la corriente alterna y después a un puerto USB de una computadora personal.
- Conecte el cable del transductor de flujo de aire a la unidad MP30 (MP35) en el canal 1 de la misma.
- Puesto que la espirometría se refiere a la medición de volúmenes respiratorios, es necesario calibrar el espirómetro. Para ello deberá colocar un filtro bacteriológico (AFT1) en la boquilla desechable (AFT2). Una vez armado este dispositivo deberá conectarlo a la jeringa de 0.6 l y al transductor de flujo de aire. Asegúrese que antes de conectar la jeringa ella debe estar llena de aire.
- Abra el programa Biopac – Student Lab en la lección 12 (Espirometría) y en ella active el botón de calibración. Para realizarla empuje el émbolo de la jeringa hasta el fondo de la misma (1 segundo), espere un par de segundos y luego retire el émbolo por completo (1 segundo) y espere otro par de segundos. Es necesario repetir este proceso en unas tres o cuatro ocasiones más, hasta que el valor de la calibración sea estable.
- Después de calibrar el dispositivo sustituya la jeringa por una pieza bucal.

- Ahora puede empezar a medir y capturar en la computadora al mismo tiempo. Debe colocar unas pinzas de nariz para cerrar las narinas y que el sujeto respire por la boca.
  - Las maniobras que se sugieren se refieren a la respiración tranquila y la respiración forzada.
  - Determine los volúmenes pulmonares y, a partir de ellos, las capacidades pulmonares.
  - Determine si existe obstrucción en las vías ventilatorias de los sujetos voluntarios.
- (Específicamente en esta lección se trata de realizar las maniobras que permitan medir el volumen espiratorio forzado y la ventilación voluntaria máxima)

A continuación se presenta el mapa conceptual del tema.



Mapa conceptual de la ventilación y la espirometría

## Resultados

Conforme vaya obteniendo datos de la espirometría registre los resultados en esta sección, se sugiere el uso de tabla o gráficas.

---



---



---

### Conclusiones

---

---

---

---

---

---

### Cierre de la práctica

¿Las espirometrías realizadas en esta practica te ayudaron a resolver el problema de Ixtchel? Explica

### Referencias:

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**

Ninguna competencia  
Una competencia  
Dos competencias  
Más de dos competencias

**Calificación:**

5  
6  
8  
10

**PRÁCTICA NO. 14: EJERCICIO  
(12 al 16 de diciembre de 2011)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente femenino de 24 años. Se presenta a la consulta externa para valoración cardiovascular pues desea incorporarse a pruebas atléticas de larga distancia pero manifiesta gran fatiga y dificultad respiratoria con ejercicio moderado. A la exploración física no se encuentran alteraciones. Signos vitales dentro de límites normales.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos**

Ciclo cardíaco, gasto cardíaco. Regulación del gasto cardíaco. Ajustes respiratorios al ejercicio físico. Balance hidroelectrolítico

**Marco teórico**

Durante el ejercicio físico los sistemas cardiovascular y respiratorio trabajan en concierto para satisfacer las aumentadas demandas metabólicas. El incremento de la actividad muscular requiere de un aumento en el flujo sanguíneo y mayor extracción de oxígeno de la sangre. Para ello el sistema cardiovascular aumenta el gasto cardíaco a través de un aumento en la frecuencia cardíaca y ajustes en la distribución de sangre en los diferentes territorios corporales. De esto resulta que se preserva el aporte a órganos vitales como cerebro y riñón y se reduce en los demás excepto en los propios músculos esqueléticos. Por su lado el sistema respiratorio ajustará los volúmenes de aire que entran y salen a la caja torácica, incrementa el flujo sanguíneo en los capilares pulmonares y todo ello converge en una mayor oxigenación de la sangre. Al mismo tiempo el sistema renal ajusta las pérdidas de agua y sal de manera que se mantengan concentraciones de solutos en el plasma y volúmenes sanguíneos circulantes que satisfagan las demandas metabólicas.

**Material**

- Estetoscopio
- Esfigmomanómetro
- Electrocardiógrafo o Fisiógrafo
- Cables de conexión
- Gel conductor.

### **Métodos:**

Para este momento del curso usted ya sabe obtener un electrocardiograma, identificar los ruidos cardiacos y medir tensión arterial, de manera que ya no requiere de una descripción de los métodos para realizarlas.

La maniobra experimental consiste en poner a un sujeto a realizar un ejercicio moderado (10 sentadillas o lagartijas) y compararlo con uno que haga ejercicio intenso (bajar y subir las escaleras de 4 pisos).

Es importante relacionar temporalmente las variables de manera que se obtenga un tiempo de recuperación y se pueda calcular la eficiencia de cada sujeto.

### **Resultados**

### **Conclusiones**

#### **Cierre de práctica.**

El ejercicio moderado es compensado por el conjunto cardiorrespiratorio y renal de manera que las demandas metabólicas son cubiertas. Sin embargo, cuando el ejercicio se realiza sin calentamiento previo y de forma brusca, los sistemas mencionados no son capaces de solventar los requerimientos metabólicos. Por último, el entrenamiento a largo plazo permite al aparato muscular y a los otros sistemas adaptarse y ajustarse lentamente para ejercicios de mayor rendimiento cada vez. ¿Esto ayuda a resolver el problema planteado al inicio de la práctica?

#### **Referencias:**

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Domina:</b>          |  |
| Ninguna competencia     |  |
| Una competencia         |  |
| Dos competencias        |  |
| Más de dos competencias |  |

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>Calificación:</b> |    |
|                      | 5  |
|                      | 6  |
|                      | 8  |
|                      | 10 |

## PRÁCTICA NO. 15: REGULACION DEL VOLUMEN URINARIO (9 a 13 de enero de 2012)

### Prefacio:

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Ornelia de 28 años de edad, ama de casa, sin enfermedades de base y con antecedentes materno de Diabetes Mellitus tipo II, acude a consulta externa, refiere aumento notable en la frecuencia y cantidad de orina eliminada al día (aproximadamente 8 litros al día) desde hace un mes. Destaca del interrogatorio la necesidad compulsiva de beber abundante agua. A la exploración física se encuentran signos vitales dentro de límites normales.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

### Prerrequisitos

Agua y líquidos corporales, manejo renal del agua, equilibrio ácido – base, filtración, reabsorción, secreción y excreción renal, formación de orina.

### Marco teórico

Las funciones básicas del riñón son de tres tipos:

- Excreción de productos de desecho del metabolismo (urea, creatinina, etc.).
- Regulación del medio interno.
- Equilibrio hidroelectrolítico y acidobásico.
- Función endocrina. Síntesis de metabolitos activos de la vitamina D, sistema renina-angiotensina, síntesis de eritropoyetina, quininas y prostaglandinas.

Estas funciones se llevan a cabo en diferentes zonas del riñón. Las dos primeras, es decir, la excretora y reguladora del medio interno, se consiguen con la formación y eliminación de una orina de composición adecuada a la situación y necesidades del organismo. Tras formarse en el glomérulo un ultrafiltrado del plasma, el túbulo se encarga, en sus diferentes porciones, de modificar la composición de dicho ultrafiltrado hasta formar orina de composición definitiva, que se elimina a través de las vías urinarias.

### Filtración Glomerular

Consiste en la formación de un ultrafiltrado a partir del plasma que pasa por los capilares glomerulares. Se denomina ultrafiltrado, pues sólo contiene solutos de pequeño tamaño capaces de atravesar la membrana semipermeable que constituye la pared de los capilares.

La orina primitiva, que se recoge en el espacio urinario del glomérulo, y que a continuación pasa al túbulo proximal, está constituida por agua y solutos pequeños en una concentración idéntica a la del plasma y carece de células, proteínas y otras sustancias de peso molecular elevado.

El filtrado es producto únicamente de fuerzas físicas. La presión sanguínea en el interior del capilar que favorece la filtración glomerular, la presión oncótica ejercida por las proteínas del plasma y la presión hidrostática del espacio urinario que actúan en contra de la filtración.

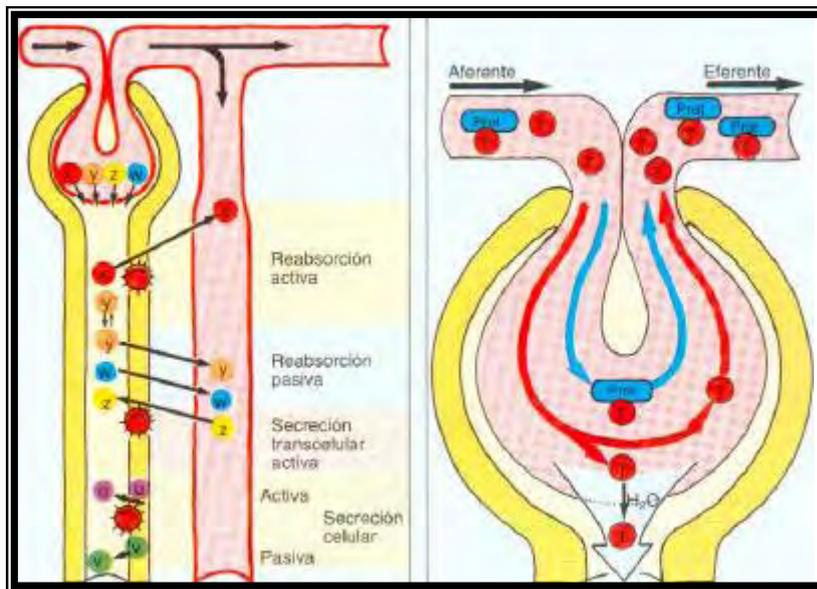


Fig. 11.1. Fuerzas que actúan en la formación del filtrado glomerular.

### Función Tubular

Gran parte del volumen de agua y solutos filtrados por el glomérulo son reabsorbidos en el túbulo renal. Si no fuera así, y teniendo en cuenta el volumen del filtrado glomerular normal, el volumen de orina excretada podría llegar a 160 l/día. En lugar del litro y medio habitual.

En las células tubulares el transporte de sustancias puede efectuarse por mecanismos activos o pasivos. Por uno u otro de estos mecanismos, la mayor parte del agua y sustancias disueltas que se filtran por el glomérulo son reabsorbidas y pasan a los capilares peritubulares y de esta forma nuevamente al torrente sanguíneo.

Así como existe la capacidad de reabsorber sustancias, el túbulo renal también es capaz de secretarlas pasando desde el torrente sanguíneo a la luz tubular.

Mediante estas funciones, reguladas por mecanismos hemodinámicos y hormonales, el riñón produce orina en un volumen que oscila entre 500 y 2.000 ml. Al día, con un pH habitualmente ácido pero que puede oscilar entre 5 y 8, y con una densidad entre 1.010 y 1.030. Estas variables, así como la concentración de los diversos solutos, cambiarán en función de las necesidades del organismo.

En el túbulo proximal se reabsorbe del 65 al 70% del filtrado glomerular. Esto ocurre gracias a una reabsorción activa de sodio en este segmento, que arrastra de forma pasiva el agua. Además de sodio y agua, en este segmento se reabsorbe gran parte del bicarbonato, de la glucosa y aminoácidos filtrados por el glomérulo.

El asa de Henle tiene como función crear un intersticio medular con una osmolaridad creciente a medida que nos acercamos a la papila renal; en este segmento se reabsorbe un 25% del cloruro sódico y un 15% del agua filtrados, de tal forma que el contenido tubular a la salida de este segmento es hipoosmótico respecto al plasma (contiene menos concentración de solutos). Finalmente, en el túbulo distal, además de secretarse potasio e hidrogeniones (estos últimos contribuyen a la acidificación de la orina), se reabsorben fracciones variables del 10% de sodio y 15% de agua restantes del filtrado glomerular.

#### Regulación de la excreción de agua

En función del estado de hidratación del individuo, el riñón es capaz de eliminar orina más o menos concentrada, es decir, la misma cantidad de solutos, disueltos en menor o mayor cantidad de agua.

Esta es una función básicamente del túbulo renal. Además de la variable fracción de sodio o agua reabsorbidos en el túbulo proximal, la acción de la hormona antidiurética en el túbulo colector hace a éste más o menos permeable al agua, condicionando una mayor o menor reabsorción del 15% de ésta que llega a ese segmento y, por tanto, una orina más o menos diluida.

#### Regulación de la excreción de sodio

En condiciones normales, menos de un 1% del sodio filtrado por el glomérulo es excretado en la orina. El principal factor que determina la reabsorción tubular de sodio es el volumen extracelular.

#### Regulación de la excreción de potasio

El potasio filtrado por el glomérulo es reabsorbido en su totalidad por el túbulo proximal (70%) y el asa de Henle (30%), el balance entre secreción y reabsorción en el túbulo distal es el que determina la cantidad excretada en la orina.

#### **Material:**

- 4 Vasos de precipitados graduados de 500 mL para preparar los tratamientos
- 4 pipetas graduadas
- Tiras reactivas diagnósticas para orina (4 por sujeto experimental).
- 1 densitómetro
- 1 frasco gotero con nitrato de plata al 2.9%
- 1 frasco gotero con bicromato de potasio al 1.0%
- 1 gotero
- 4 tubos de ensaye
- Agua destilada
- Solución de cloruro de sodio al 0.9%
- Solución de bicarbonato de sodio al 0.1%
- Solución de glucosa al 3%

**Método:**

**Procedimiento Pre-Laboratorio:**

Empezando en la cena del día anterior, procure consumir cantidades normales de agua. El día de la práctica, intente tener un vaso/botella entre una o dos horas antes del laboratorio. Evite beber café o alcohol antes de la sesión.

**Tratamientos:**

|          |   |
|----------|---|
| Sujeto 1 | Agua destilada equivalente al 1% del peso corporal<br>Ejemplo: Si pesa 60 Kg beberá 600ml.                              |
| Sujeto 2 | Solución de cloruro de sodio al 0.9% equivalente a 0.5% del peso corporal. Ejemplo: Si pesa 50 kg, beberá 250 ml.       |
| Sujeto 3 | Solución de bicarbonato de sodio al 0.1% equivalente al 0.75% del peso corporal. Ejemplo: Si pesa 70 kg, beberá 525 ml. |
| Sujeto 4 | 350 ml de agua  |
| Sujeto 5 | Solución glucosada al 3% equivalente a 1.5% del peso corporal. Ejemplo: Si pesa 60 kg, beberá 900ml.                    |

\* Los volúmenes deben ajustarse al peso corporal

\*El sujeto 4 es el control del grupo

\*Cada sujeto experimental también es control del mismo al tomar una muestra de orina antes y después de los tratamientos descritos.

**La recolección de la orina y los horarios de consumo de líquidos:**

Recolectar cada 30 minutos el total de la orina producida:

1. Al inicio de la sesión, cada sujeto debe vaciar su vejiga y anotar la hora.  
**Nota:** No recolectar esta muestra.
2. Vaciar la vejiga 30 minutos después, esta vez recolectando toda la muestra.  
**Nota:** La muestra servirá como control pre-tratamiento.
3. Posterior al paso 2, inmediatamente, los sujetos 1, 2, 3 y 5 deben beber el tratamiento correspondiente.
4. 30 minutos después del paso 2, nuevamente, cada sujeto debe vaciar su vejiga recolectando toda la muestra. Repetir este paso dos veces más, cada 30 minutos.

\*Si las muestras no están listas a los 30 minutos, asegurarse de registrar el tiempo exacto entre cada recolección de orina.

**Mediciones:**

1. Medición de volúmenes: Usar una probeta graduada para medir el volumen de cada muestra.
2. Valorar subjetivamente la coloración de la orina (**con el método de + a +++++, en donde + es amarillo claro y +++++ es amarillo muy oscuro**).

3. Medición del pH: Usando las tiras reactivas obtener el pH. **Nota:** Realizar la lectura siguiendo las instrucciones del proveedor.
4. Registrar el resto de datos obtenidos en las tiras reactivas en cada medición: proteínas, hemoglobina, leucocitos, cetonas, nitritos, bilirrubinas y glucosa.
5. Concentración de Cloruro: Se medirá directamente, mientras que la concentración de Na se asumirá que es igual la concentración de Cl.  
**Nota:** Algunas sustancias empleadas en esta prueba pueden irritar la piel. Úselos con cuidado.
  - a. Colocar 10 gotas de orina en un tubo de ensaye usando una pipeta.
  - b. Agregar una gota de solución de Cromato de Potasio al 1%
  - c. Agregar solución de nitrato de plata al 2.9% gota a gota, mezclando continuamente.
  - d. Contar el número de gotas requeridas para cambiar la coloración urinaria de amarillo claro a café (color mamey).
6. Medición de la gravedad específica: Usar un densitómetro.
  - a. Vaciar la muestra de orina en la probeta. Debe haber un volumen suficiente para permitir que el densitómetro flote.
  - b. Colocar el densitómetro en la muestra de orina y girarlo lentamente. Asegurarse de que el densitómetro no toque los lados de la probeta.
  - c. Cuando el densitómetro pare de girar, anotar el punto en el que el menisco de la orina intersecta la escala y leer la gravedad específica indicada a ese punto.
  - d. Todos los números de la escala representan una gravedad específica de 1.000 o más. Solamente los últimos dos dígitos de la lectura puede que sean vistos en algún punto de la escala. Por ejemplo, si el menisco intersecta la línea indicada de 23, la gravedad específica que debe registrarse es 1.023
  - e. Es necesario usar un factor de corrección de la temperatura cuando se determina la gravedad específica de una muestra por que los densitómetros están calibrados para su uso a 15°C y la orina generalmente es medida a mayores temperaturas. Medir la temperatura de cada muestra al momento de adquirir la densidad específica. Por cada 3°C arriba de 15°C, agregar 0.001 a la gravedad específica obtenida con el densitómetro.
  - f. Lavar el hidrómetro con agua destilada y secar después de cada medición, de lo contrario pueden ocurrir errores en las mediciones subsecuentes.
  - g. Si el volumen urinario no es suficiente para que flote el densitómetro, realizar las otras mediciones indicadas en la práctica y después, diluir la muestra, medir la densidad urinaria y hacer una corrección de la densidad específica medida.

**Cálculos:**

1. Tasa de producción urinaria en ml/min. Dividir los ml de orina por el número de minutos desde la última recolección.
2. Contenido de Cloruro de Sodio: Cada gota de nitrato de plata agregada a la orina representa 1.0 g/L NaCl  
La cantidad total de NaCl en una muestra de orina se calcula de la siguiente manera:

$$\text{NaCl (g)} = V \times g$$

Donde:

V = Volumen total de la muestra de orina en l

G = número de gotas de AgHN<sub>3</sub>

3. Determinar la osmolaridad urinaria:  
En la mayoría de los casos la densidad específica varía en forma predecible con la osmolaridad. Si la gravedad específica aumenta .001 existe un incremento de 35 a 40 mosmol/Kg en la osmolaridad. Ejemplo: Una osmolaridad urinaria de 280 mosmol/Kg está asociada con una gravedad específica de 1.008 o 1.009

**Análisis de resultados**

Explique qué pasa con el flujo urinario, gravedad específica y el resto de los parámetros en cada sujeto experimental. Encuentre una explicación de los mecanismos fisiológicos involucrados en cada sujeto. Se anotarán y se analizarán los resultados con el profesor, tan extensamente como sea posible.

**Resultados de Tiras Reactivas****Tratamiento:**

| <b>Parámetros</b>   | <b>Medición 1</b> | <b>Medición 2</b> | <b>Medición 3</b> | <b>Medición 4</b> |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| pH                  |                   |                   |                   |                   |
| Gravedad específica |                   |                   |                   |                   |
| Proteínas           |                   |                   |                   |                   |
| Eritrocitos (Hb)    |                   |                   |                   |                   |
| Leucocitos          |                   |                   |                   |                   |
| Cetonas             |                   |                   |                   |                   |
| Nitritos            |                   |                   |                   |                   |
| Bilirrubina         |                   |                   |                   |                   |
| Glucosa             |                   |                   |                   |                   |

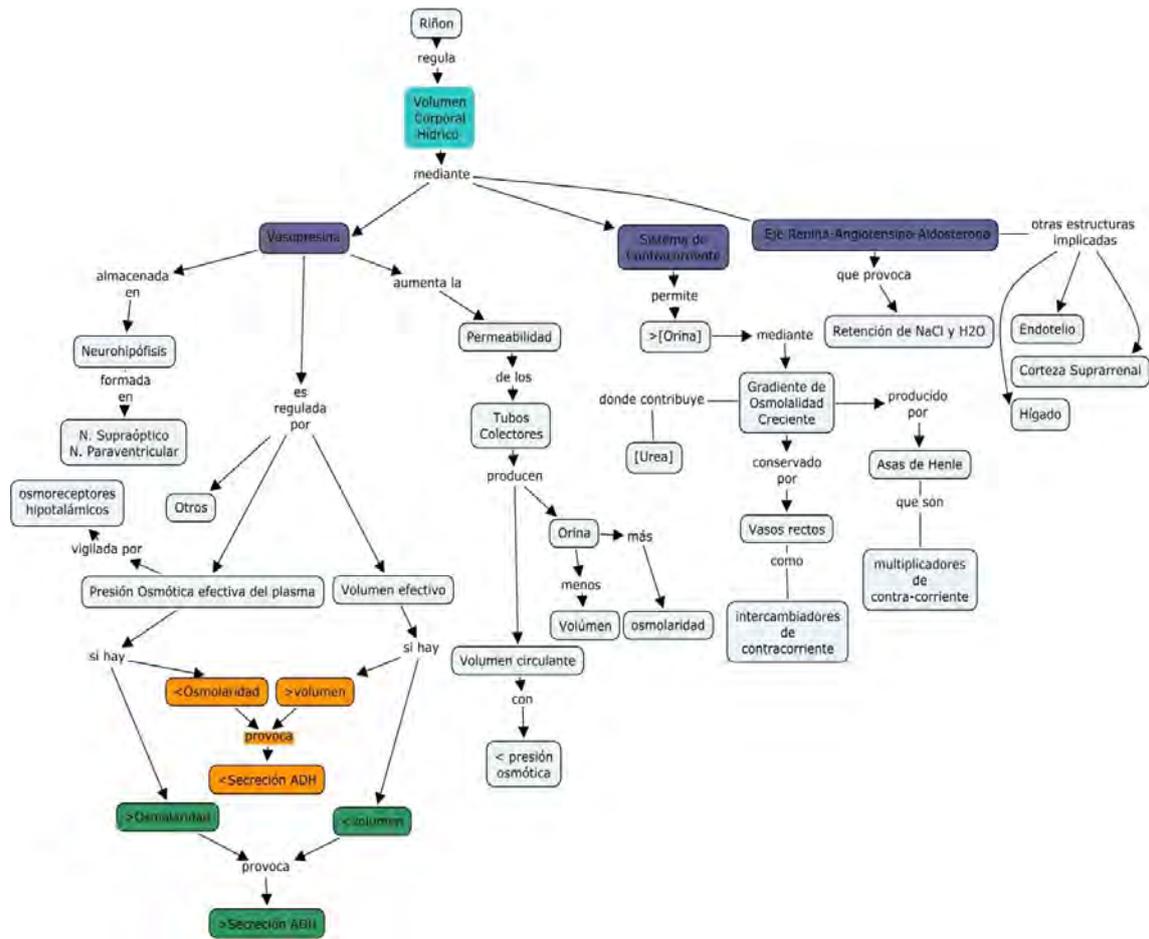
**Medición de la Función Renal****Tratamiento:**

| <b>Parámetros</b>           | <b>M1</b> | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b> |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tiempo (min):               |           |           |           |           |
| Volumen (ml)                |           |           |           |           |
| Gravedad específica         |           |           |           |           |
| Osmolaridad Urinaria        |           |           |           |           |
| Tasa de producción Urinaria |           |           |           |           |
| [NaCl]                      |           |           |           |           |

**Cierre de la práctica.**

Retomando el escenario planteado al inicio de la práctica:

1. ¿Cómo es que la ingesta exagerada de agua afecta los mecanismos renales de concentración y dilución urinaria?
2. ¿Cómo esperarías encontrar los parámetros utilizados en esta práctica si la paciente presentara una resistencia a la hormona antidiurética?



Referencias:

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Domina:</b>          |  |
| Ninguna competencia     |  |
| Una competencia         |  |
| Dos competencias        |  |
| Más de dos competencias |  |

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>Calificación:</b> |    |
|                      | 5  |
|                      | 6  |
|                      | 8  |
|                      | 10 |

**PRÁCTICA NO. 16: INTEGRACIÓN CARDIOVASCULAR, RESPIRATORIA Y RENAL  
(CECAM)  
(16 al 20 de enero de 2012)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente masculino de 38 años de edad, se presenta a la consulta externa refiriendo malestar general, palpitations, tinitus (zumbido de oídos), fosfenos (ve puntos luminosos), palpitations, disnea de medianos esfuerzos y anuria de 24 horas.

A la exploración física se le encuentra con diaforesis profusa, acrocianosis, frecuencia cardiaca de 60 latidos por minuto, pulso muy tenue, presión arterial de 90/60 mm Hg, respiración superficial, frecuencia respiratoria de 35 respiraciones por minuto.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos**

Excitabilidad del músculo cardiaco, automatismo, sistema de excitación y conducción del impulso cardiaco, potenciales de campo, concepto de dipolo y conductor de volumen, ciclo cardiaco, pulso arterial, función de los vasos sanguíneos (arterias, arteriolas y venas), estructura del aparato respiratorio, volúmenes pulmonares, regulación de la presión arterial por el riñón, manejo renal del agua, ajustes ácido – base.

Esta es una práctica que pretende realizar la integración cardiovascular, respiratoria y renal en el Centro de Certificación y Acreditación de Aptitudes Médicas. En él, se cuenta con modelos de humano en los cuales se puede realizar el registro de diversas variables funcionales como son electrocardiograma, fonocardiograma, presión arterial, pulso, respiración, saturación de oxígeno, producción de orina, etcétera.

**Marco teórico**

El marco teórico para esta práctica comprende todos los aspectos básicos de la función cardiovascular, la respiratoria y la renal.

### **Material**

En el CECAM contará con la asesoría del personal responsable. En este caso se usará un modelo de humano (por equipo) en el que se pueden medir de manera simultánea variables como el ECG, el FCG, la presión arterial, la respiración, las presiones parciales de gases en sangre, el volumen urinario.

### **Método**

Es el personal del Centro el que se encargará de diseñar los algoritmos necesarios para explorar las variables solicitadas. A través de la Coordinación de Enseñanza se distribuirá a cada profesor de laboratorio la información necesaria para tratar diferentes problemas de tipo médico que podrán ser abordados en el CECAM. Es importante señalar que antes de que el grupo acuda al CECAM los estudiantes y el profesor de laboratorio deben definir cuáles serán las variables a medir y las condiciones en las que serán medidas para que el personal del CECAM diseñe los algoritmos correspondientes.

Se partirá de las condiciones normales para integrar las funciones y, dependiendo de la disponibilidad de tiempo y del estado de los simuladores del CECAM, será posible introducir variables de tipo funcional primero y posteriormente de carácter patológico.

El personal del CECAM se encargará de la operación de los simuladores y los profesores de Laboratorio de Prácticas de Fisiología coordinarán el progreso de la práctica, las preguntas y el análisis de resultados.

Esta sesión se llevará a cabo solamente durante una semana.

### **Referencias:**

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 3 competencias (1, 2 y 3,)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Domina:</b>          |  |
| Ninguna competencia     |  |
| Una competencia         |  |
| Dos competencias        |  |
| Más de dos competencias |  |

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>Calificación:</b> |    |
|                      | 5  |
|                      | 6  |
|                      | 8  |
|                      | 10 |

## **PRÁCTICA NO. 17: MASTICACIÓN Y DIGESTIÓN SALIVAL EN EL HUMANO (1 Y 2)** **(30 de enero al 3 de febrero de 2012 y del 6 al 10 de febrero de 2012)**

### **Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente del sexo masculino de 36 años de edad que acude a la consulta externa refiriendo sequedad bucal, dificultad al habla y a la deglución. A la exploración se le encuentra con signos vitales dentro de límites normales. Boca con mucosa seca y con laceraciones en diversas áreas. Saliva escasa y espesa.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

### **Prerrequisitos**

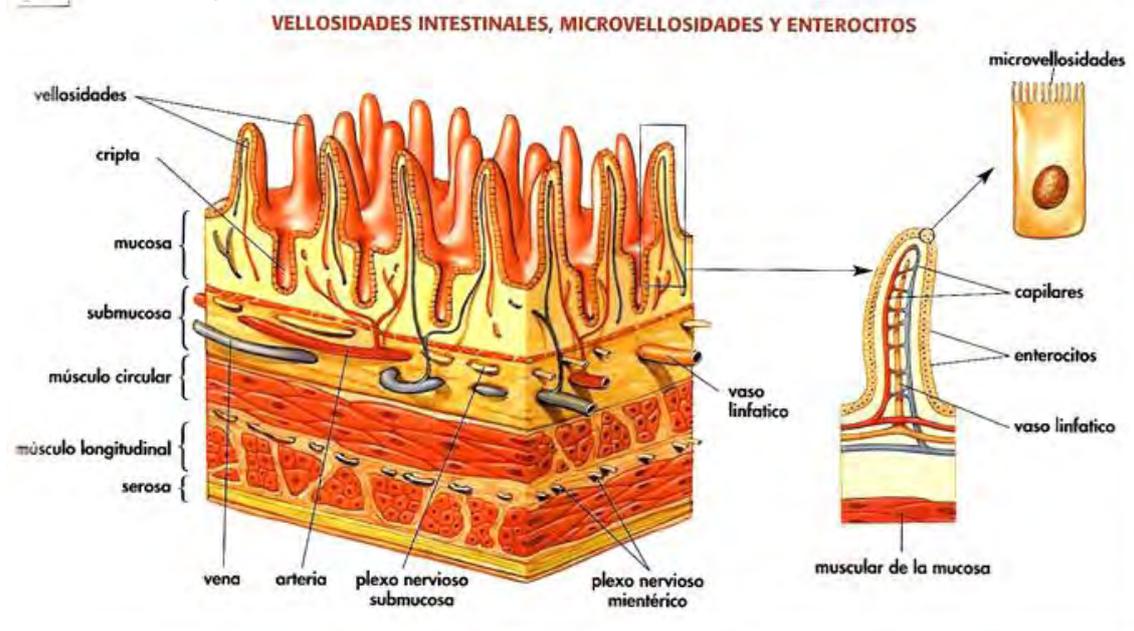
Masticación. Hidrólisis enzimática de carbohidratos, proteínas y lípidos. Enzimas digestivas, ubicación y sustrato. Absorción gastrointestinal, transporte de glucosa, aminoácidos y lípidos.

### **Marco teórico**

La digestión es el proceso de transformación de los alimentos, previamente ingeridos, en sustancias más sencillas para ser absorbidos, ya que en términos generales la mucosa gastrointestinal no puede hacerlo cuando los alimentos están en su forma natural. El alimento se emplea para generar y reparar tejidos y para la obtención de energía. La digestión se lleva a cabo en el aparato digestivo o tracto gastrointestinal. El aparato digestivo, como un todo es un tubo con un solo sentido, con órganos accesorios como el hígado, la vesícula biliar y el páncreas, que asisten en el proceso químico involucrado en la digestión. La digestión se divide en dos etapas; la digestión mecánica (masticación) y la división química (enzimas que degradan el alimento en sus compuestos más simples) ambos inician en la cavidad oral. La masticación corta, muele y tritura la comida sólida, facilitando la deglución y exponiendo una mayor superficie del alimento a las enzimas digestivas

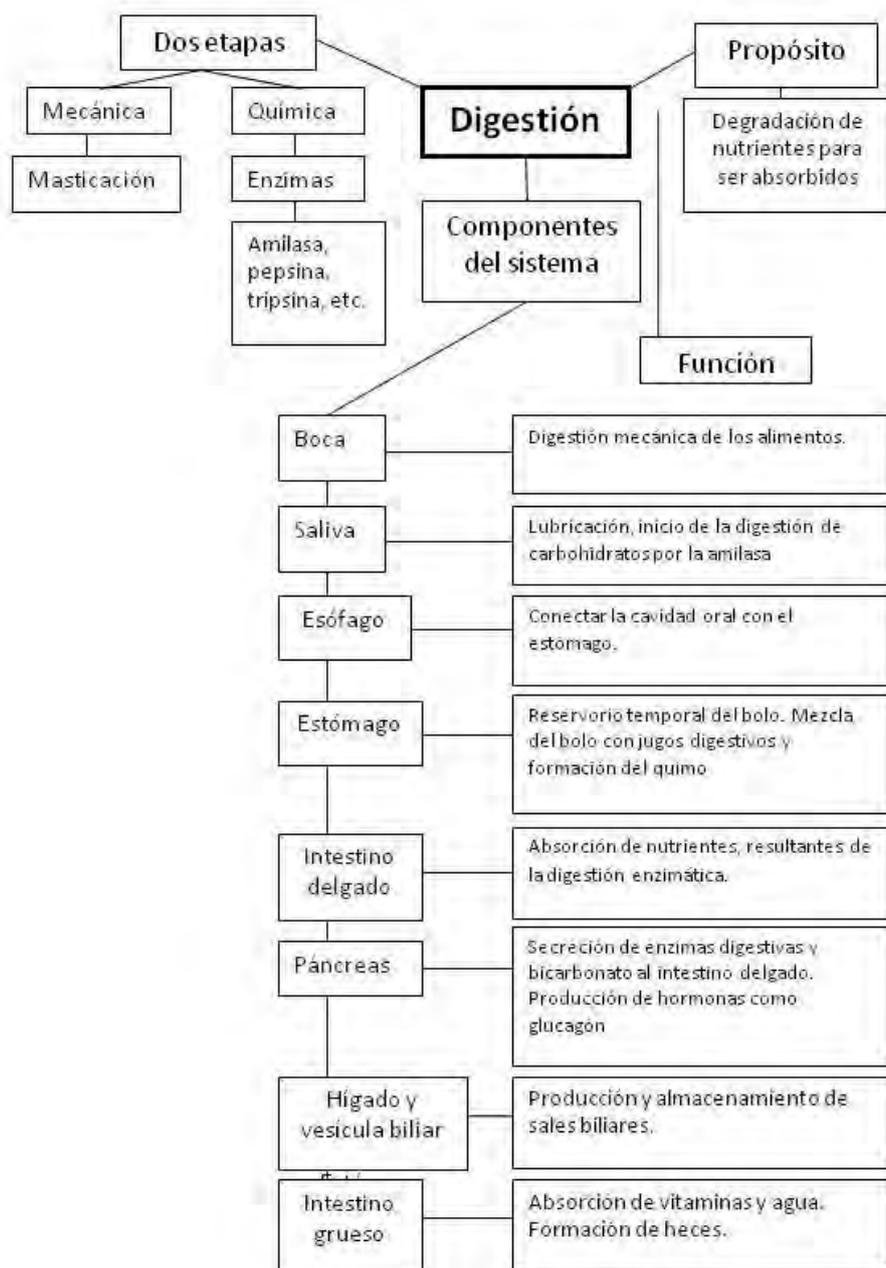
La digestión comienza en la boca donde los alimentos se mastican y se mezclan con la saliva que contiene enzimas que inician el proceso químico de la digestión, entre ellas la enzima digestiva llamada amilasa salival que comienza a hidrolizar los polisacáridos complejos. La comida es comprimida y dirigida desde la boca hacia el esófago mediante la deglución, y del esófago al estómago, donde los alimentos son mezclados con ácido clorhídrico que desnaturaliza a las proteínas. Debido a los cambios de acidez (pH) en los distintos tramos del tubo digestivo, se activan o inactivan diferentes enzimas que descomponen los alimentos. El pepsinógeno interactúa con el HCL, éste último convierte al pepsinógeno en pepsina, la pepsina

a su vez activa más pepsinógeno comenzando una reacción en cadena. La pepsina inicia la digestión química de las proteínas. Separa las cadenas polipeptídicas en polipéptidos más pequeños. Esta acción prepara las proteínas para su digestión posterior, la cual ocurre en el intestino delgado. El alimento, antes bolo alimenticio ahora se denomina quimo. En el intestino delgado, debido a la bilis secretada por el hígado, se favorece la emulsión de las grasas y gracias a las lipasas de la secreción pancreática se produce su degradación a ácidos grasos y glicerol. Además, en el intestino delgado se secretan las enzimas tripsina y quimotripsina que rompen los polipéptidos de cadena corta que resultaron de la digestión por la pepsina. El alimento se absorbe en las microvellosidades del intestino delgado (Figura 1). Cada microvellosidad contiene diminutos capilares sanguíneos y un pequeño vaso linfático. Los nutrientes pasan primero a través del epitelio intestinal y después por las delgadas paredes del vaso linfático o capilares.



A continuación se presenta el mapa conceptual del proceso.

## Mapa conceptual

**Material:**

Para la realización de esta práctica cuenta con lo siguiente:

- ácido clorhídrico 1N.
- solución amortiguadora de fosfatos (PBS) pH 7.4
- tripsina/colagenasa tipo IV
- almidón
- lugol (solución de  $I_2/KI$ )
- tubos de ensayo
- bisturí
- bilis de pollo (el alumno la traerá)
- aceite
- grenetina (el alumno la traerá)
- antiácidos.

## Método

Como primera maniobra, puede determinar la importancia del pH en la digestión enzimática. Para ello, coloque cuatro tubos de ensayo con solución de almidón, tres de ellos en PBS, el cuarto con HCl, agregue un par de gotas de la solución de lugol, observe. Posteriormente adicione volúmenes iguales de amilasa salival a dos de los tubos con PBS y al tubo con HCl, agregue al tubo restante un volumen de agua igual al agregado de amilasa a los otros tubos. Espere unos minutos, registre sus observaciones.

### *Digestión de proteínas*

La gelatina es una mezcla coloidal, obtenida a partir del colágeno del tejido conectivo de animales.

Coloque en 4 tubos de ensayo 1ml de una preparación de gelatina comercial o grenetina. Posterior a la solidificación adicione cantidades diferentes de colagenasa tipo IV y observe.

### *Emulsificación de grasas.*

Tome las vesículas biliares de pollo y con una jeringa extraiga la bilis. Tome tres tubos de ensayo y agregue a cada uno 1ml de agua y 1 ml de aceite de cocina. Al tubo 1 adicione 0.5 ml de bilis, al tubo 2 agregue 1 ml y al tubo 3 no agregue nada. Mezcle fuertemente los tres tubos y observe.

## Resultados

### Influencia del pH sobre la digestión enzimática de carbohidratos

|               | Tubo    |         |         |         |
|---------------|---------|---------|---------|---------|
|               | 1       | 2       | 3       | 4       |
| PBS           | 1 ml    | 1 ml    | 1 ml    |         |
| HCL           |         |         |         | 1 ml    |
| Amilasa       | X       | X       |         | X       |
| Agua          |         |         | X       |         |
| Lugol         | 2 gotas | 2 gotas | 2 gotas | 2 gotas |
| Color inicial |         |         |         |         |

Color después  
de 5 min

Color después  
de 15 min

### Digestión enzimática de proteínas

|                           | Tubo |        |      |         |        |
|---------------------------|------|--------|------|---------|--------|
|                           | 1    | 2      | 3    | 4       | 5      |
| Gelatina 2%               | 1 ml | 1 ml   | 1 ml | 1 ml    | 1 ml   |
| HCL                       |      |        |      | 5 gotas |        |
| Colagenasa IV<br>(2mg/ml) | 1 ml | 0.5 ml |      | 1 ml    | 0.5 ml |

|  |      |        |
|--|------|--------|
| Agua   | 1 ml |        |
| Tripsina                                     |      | 0.5 ml |
| Aspecto después de 1 hora a 37°C + 15min 4°C |      |        |

Emulsificación de grasas.

|                     | Tubo   |      |      |
|---------------------|--------|------|------|
|                     | 1      | 2    | 3    |
| Aceite de cocina    | 1 ml   | 1 ml | 1 ml |
| Agua                | 1 ml   | 1 ml | 1 ml |
| Bilis               | 0.5 ml | 1 ml |      |
| Aspecto tras agitar |        |      |      |

## Conclusiones

### Cierre de la práctica

Una condición relativamente rara es la Xerostomía, en la cual la producción de saliva está reducida o ausente. Las consecuencias funcionales de esta condición se reflejan en la integridad de la mucosa oral y del esmalte dental. Por otro lado, la actividad enzimática de las diferentes porciones del tubo digestivo se puede alterar por diversos padecimientos. ¿Lo realizado en esta práctica le permite resolver el caso planteado al principio de la misma?

### Referencias:

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.
4. AM Pedersen, A Bardow, S Beier Jensen, B Nauntofte (2002). Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral Diseases*, 8, 117–129.
5. S. P. Humphrey, and Williamson, R. T. (2001) A review of saliva: Normal composition, flow, and function. *J. Prosthet. Dent.*, **85**: 162 – 169.
6. Stryer, L.(2002) Bioquímica, 5ª Ed., Freeman, México

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 4 competencias (1, 2, 3 y 4)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

| <b>Domina:</b>          |
|-------------------------|
| Ninguna competencia     |
| Una competencia         |
| Dos competencias        |
| Más de dos competencias |

| <b>Calificación:</b> |
|----------------------|
| 5                    |
| 6                    |
| 8                    |
| 10                   |

## PRÁCTICA NO. 19: METABOLISMO BASAL Y NUTRICIÓN (13 A 17 DE FEBRERO DE 2012)

### Prefacio:

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 4. Aplicar la información a la solución del problema.**
- 5. Usar el razonamiento científico.**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Carmen de veinticinco años, ingeniero agrónomo, actualmente desempleada, acude por aumento de peso desde hace 3 años sin aumento de su ingesta alimenticia. Refiere haber practicado gimnasia artística hasta hace 5 años la cual abandonó por fractura mal consolidada en muñeca derecha. Actualmente se reporta asintomática. A la E.F peso de 65 talla 1.50 cm TA 110/60 FC 65 FR 22, con adecuado estado de hidratación, mal conformada a expensas de panículo adiposo abdominal. A la exploración dirigida abdomen globoso, con estrías abdominales, disminución de la fuerza muscular en extremidades pélvicas 3/5, resto sin datos patológicos.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

### Prerrequisitos

El sistema endocrino, al igual que otros sistemas ajusta y correlaciona las actividades de los diversos sistemas corporales, haciendo que se adecuen a las demandas del ambiente externo e interno. La integración endócrina se lleva a cabo mediante señales químicas secretadas por glándulas sin conducto y la información se transporta a través de la corriente sanguínea hasta las células blanco. Las hormonas regulan los procesos metabólicos. El término metabolismo, cuyo significado literal es "cambio", se emplea para referirse a todas las transformaciones químicas y energéticas que ocurren en el organismo. El organismo oxida carbohidratos, proteínas y grasas para la producción de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y la energía necesaria para los procesos vitales, de tal manera que si la formación de estas sustancias se realiza mediante procesos que captan energía en lugar de liberarla, se le denominará anabolismo, por el contrario si se libera energía, se le denomina catabolismo.

Para entender todo acerca del índice metabólico corporal y los temas relacionados de una manera adecuada, es necesario emplear alguna unidad que exprese la cantidad de energía liberada por los distintos alimentos o consumida por los diversos procesos funcionales del organismo, la caloría es la unidad para este fin, representando la cantidad de calor necesaria para elevar 1°C la temperatura de 1g de agua de 15 a 16°C. La cantidad de energía liberada por el catabolismo del alimento, se manifiesta como trabajo externo, calor y almacenamiento energético:

Gasto energético= trabajo externo + almacenamiento de energía + calor.

La cantidad de energía liberada por unidad de tiempo es la tasa metabólica.

Eficiencia = trabajo realizado / energía total gastada.

La energía que se libera en la combustión de los alimentos fuera del cuerpo puede medirse en forma directa (calorimetría directa) mediante la oxidación de los compuesto conocida como bomba calorimétrica, un vaso metálico rodeado por H<sub>2</sub>O dentro de un recipiente aislado, mediante una chispa se incinera el alimento y se mide el cambio en la temperatura del agua, tomándose como medida de las calorías producidas. Los valores calóricos de los alimentos usuales medidos en un abomba calorimétrica, son 4.1 kcal/g de carbohidratos, 9.3 kcal/g de grasas y 4.1 kcal/g de proteínas. La producción energética también puede calcularse con la medición de los productos de oxidaciones biológicas productoras de energía, mediante la medición de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, y algunos productos finales del catabolismo proteico, siendo esto muy difícil, por lo cual se emplea la medición del consumo de O<sub>2</sub> (calorimetría indirecta) para determinar la tasa metabólica.

#### Factores que afectan el índice metabólico

|  |
|--|
| <p>Esfuerzo muscular durante la medición<br/> Ingestión reciente de alimento<br/> Temperatura ambiental alta o baja<br/> Talla, peso y superficie corporal<br/> Sexo y edad<br/> Crecimiento , reproducción y lactancia<br/> Estado emocional y temperatura corporal<br/> Concentraciones circulantes de hormonas tiroideas, adrenalina y NA<br/> Profundidad y duración del sueño</p> |
|--|

#### Calorimetría indirecta

La calorimetría indirecta mide el VO<sub>2</sub> y la producción de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>), y obtiene el gasto energético sobre la base de una serie de asunciones y ecuaciones matemáticas.

El VO<sub>2</sub> es el mayor determinante del gasto energético, logrado por una de las mayores asunciones, la ecuación de Weir:

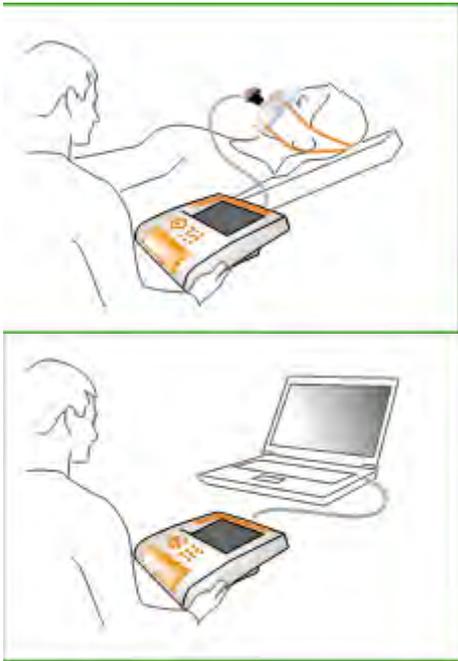
$$\text{GASTO ENERGÉTICO} = [\text{VO}_2 (3,941) + \text{VCO}_2 (1,11)] 1440 \text{ min/día}$$

#### Impacto y aplicación médica

El Gasto Energético en Reposo se utiliza en una variedad de áreas que incluye: Tratamiento de obesidad, clínicas de control de peso, endocrinología, diabetes, centros oncológicos, desnutrición, síndrome metabólico, terapia intensiva, post-operatorios, nutrición enteral y parenteral, pacientes quemados, EPOC, trastornos del sueño, rehabilitación pulmonar, atención domiciliaria, clínicas para pacientes ambulatorios. Cardiología, post-transplante, laboratorio de cateterismo. Medicina del deporte, medicina preventiva .

## Calorímetro

El Fitmate es un dispositivo preciso para la Calorimetría Indirecta –Figura 1 calorímetro portátil-. El sistema mide el Consumo de Oxígeno ( $VO_2$ ) en tiempo real. Para el Intercambio de gases se muestrea el gas espirado por medio de una cámara de mezcla dinámica (patentada), obteniéndose así los datos cada 30 segundos o más. El REE se mide de manera simple y rápida. Al final de la prueba, la impresora incorporada imprime automáticamente los resultados. Ver apéndice A y B para conocer a detalle el modo de uso



*Fig. 1 calorímetro portátil y visualizador de datos*

*Fig. dos . adaptador*

## Material

| Dispositivos                  | Instrumentos              | Sujetos                        |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Calorímetro Fitmate de Cosmed | Máscaras RMR (10 u)       | Tres varones de diferentes IMC |
| Flujómetro RMR                | Adaptador AC/DC           | Tres mujeres de diferentes IMC |
| Sensor de Oxígeno             | Cable USB                 |                                |
|                               | Software Fitmate (CD-ROM) |                                |
|                               | Plicómetro                |                                |
|                               | Cinta métrica             |                                |
|                               | Podómetro Filmate         |                                |

## Métodos parte I

- 1.- Calcule el IMC propio y el IMC del caso propuesto.
- 2.- Obtener el gasto energético en reposo y gasto energético según actividad del caso médico
- 3.- Obtener el gasto energético en reposo y total propio.
- 4.- Ejercicios de apoyo

Paciente femenino de quince años con anemia o anorexia- desnutrición leve- detallar caso  
Paciente masculino de cincuenta años con obesidad detallar caso

## Método parte II

### Preparación general de sujetos de estudio

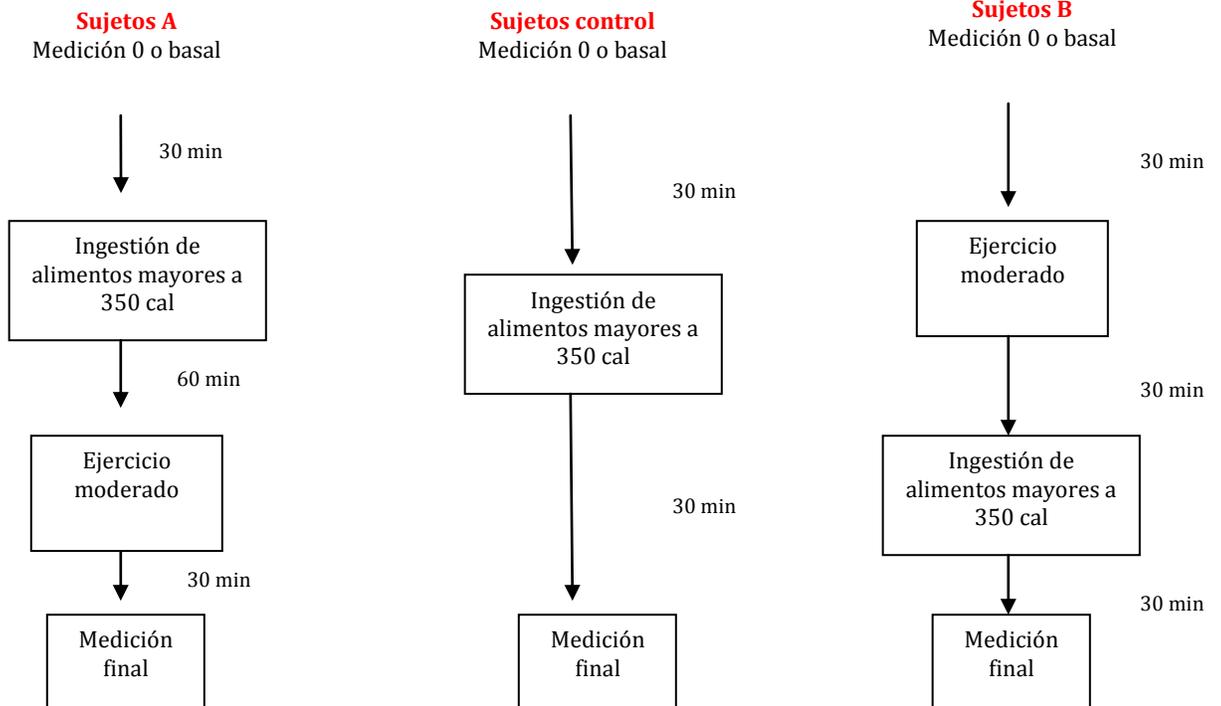
- ⇒ Los 6 sujetos de estudio deberán presentarse a la práctica con ayuno de entre cuatro y ocho horas.
- ⇒ Al ingresar al laboratorio será necesario un reposo absoluto de quince min

- 5.- Se eligen 6 sujetos de estudio – compañeros de grupo – de los cuales 3 serán mujeres y 3 hombres con diferentes IMC
- 6.- Dos de los sujetos – una mujer y un varón – se estudiarán como sujetos control, a los cuales se les calculará en calorías una dieta promedio, la cual tendrán que consumir en veinte minutos, para después medir mediante calorímetro la tasa metabólica en reposo, en un periodo posprandial de una hora.
- 7.- Se elegirán una mujer y un hombre , a los que se les clasificarán como mujer hombre A , hombre y mujer B
- Ocho.- A todos los sujetos del estudio se les realizará una medición a la que denominaremos 0, a partir de la cual se compararán los datos obtenidos – medición basal-
- 9.- A los sujetos A se les solicitará que 30 min posteriores a la medición 0, consuman una dieta hipercalórica – aprox más de 350 cal-
- Diez.- A los sujetos B se les solicitará que 30min posteriores a la medición 0, realicen ejercicio moderado – trotar durante diez minutos por el pasillo-
- Once.- Al paso de una hora , a los sujetos A se les pedirá que realicen ejercicio moderado –trotar durante diez minutos por el pasillo-

Doce.- Al paso de una hora, a los sujetos B se les solicitará que ingieran alimentos que sumen más de 350 calorías en diez min.

Trece.- Se realizará una medición final para los 6 sujetos de estudio 30 min después de la última tarea encomendada.

Catorce.- Se compararán, analizarán y discutirán los datos obtenidos.



### Inconvenientes frecuentes:

En caso de que alguno de los sujetos presente fatiga extrema, se detendrá su participación y se elegirá un nuevo sujeto.

Es necesario conocer a fondo la forma en la que opera un calorímetro - ver apéndice A- con el fin de evitar sesgos de medición.

### Apéndice A

#### Especificaciones técnicas

#### Funciones Principales

Consumo de Oxígeno Gasto energético en Reposo, REE, RMR, BMR,

Calorímetro Fitmate



EE (Kcal/día, VO<sub>2</sub>, VE, FeO<sub>2</sub>, Rf,  
 HR (opcional)  
 Tiempo de Medición 15 min. (por defecto) o definido por el usuario

### Pruebas Adicionales

Composición corporal, Programa de Control de Peso, mediciones estándar (presión sanguínea, circunferencia de cintura y cadera, frecuencia cardíaca

en reposo, BMI...)

Aplicaciones del Software Gestión de Datos, Ingesta Calórica

Diaria, Análisis de Riesgo Cardiovascular,

Tendencias

Tipo de Muestreo Cámara de Mezcla Dinámica

Tasa de Muestreo 30 seg.

Analizador de Oxígeno

Tipo GFC (Celda Galvánica)

Rango de medición de O<sub>2</sub> de 0-22%

Calibración Automática o aire ambiente

Tiempo de pre-calentamiento: Ninguno

Precisión ±0.02%

Vida útil 12-18 meses

Flujómetro: Turbina digital bidireccional Ø 18mm

Rango de ventilación 0-50 l/m

Resistencia de flujo <0.7cm H<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>/s@3l/s

Precisión Flujo/Volumen ±2%

Hardware

Dimensiones & Peso 24 x 20 x 8 cm / 1.5 kg

Display Color LCD 320 x 240 píxeles

Impresora Impresora térmica de alta velocidad 11 cm. (4,3 i)

Impresión de RMR con datos tabulares (VO<sub>2</sub>,VE, Rf, etc.) y muestra final de Gasto Energético.

**COSMED**  
 31, Via del Piano di Monte Savello  
 I-00040 Rome ITALY (www.cosmed.it)

Apellido: DEMO  
 Nombre: PATIENT  
 ID: 1 Día (dd-mm-yyyy): 05/02/2008  
 Ejecutor del test: Sexo: M  
 Altura(m): 175 Peso(kg): 80.0  
 Edad: 47 BMI(kg.m<sup>-2</sup>): 25.7

**Metabolismo en reposo**

| t   | VO <sub>2</sub> | Ve    | Rf    | HR  | FeO <sub>2</sub> | RMR       |
|---|-----------------|-------|-------|-----|------------------|-----------|
| min   | l/min           | l/min | l/min | bpm | %                | kcal/day  |
| 00:00                                       | 246             | 8.7   | 14.5  | 63  | 15.00            | 1709      |
| 01:00                                       | 236             | 8.8   | 15.4  | 62  | 16.49            | 1806      |
| 01:30                                       | 234             | 8.2   | 15.7  | 63  | 16.44            | 1828      |
| 02:00                                       | 234             | 8.4   | 15.5  | 62  | 16.58            | 1828      |
| 02:30                                       | 267             | 8.9   | 14.9  | 63  | 16.33            | 1856      |
| 03:00                                       | 272             | 7.2   | 15.4  | 65  | 16.43            | 1895      |
| 03:30                                       | 265             | 7.0   | 15.0  | 64  | 16.43            | 1842      |
| 04:00                                       | 245             | 8.7   | 15.4  | 63  | 16.58            | 1704      |
| 04:30                                       | 259             | 8.0   | 15.4  | 63  | 16.82            | 1794      |
| 05:00                                       | 231             | 8.0   | 15.5  | 66  | 16.79            | 1467      |
| 05:30                                       | 231             | 8.5   | 15.4  | 65  | 16.70            | 1628      |
| 06:00                                       | 237             | 7.1   | 15.5  | 63  | 16.95            | 1683      |
| 06:30                                       | 248             | 7.4   | 15.8  | 63  | 16.99            | 1705      |
| 07:00                                       | 256             | 8.6   | 15.1  | 62  | 17.39            | 1781      |
| -----                                       |                 |       |       |     |                  |           |
| <b>Valores promed.</b>                      |                 |       |       |     |                  |           |
| 05:00                                       | 245             | 7.8   | 15.4  | 64  | 16.79            | 1704      |
| -----                                       |                 |       |       |     |                  |           |
| <b>Tasa metabólica en reposo (Kcal/día)</b> |                 |       |       |     |                  |           |
|   |                 |       |       |     |                  | 1704      |
|   |                 |       |       |     |                  | Levito    |
|   |                 |       |       |     |                  | Normal    |
|   |                 |       |       |     |                  | Veloz     |
|   |                 |       |       |     |                  | <1570     |
|   |                 |       |       |     |                  | 1570-2092 |
|   |                 |       |       |     |                  | >2092     |

© 1999-2008 COSMED S.p.A. - Roma



### *Preparación del sujeto de estudio*

#### Referencias:

1. Ganong, W. F., Fisiología Médica, 23ª Ed., (2010), Barret, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. McGraw Hill, México.
2. Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Médica. 12ª Ed. Elsevier Saunders. 2011.
3. Fox, I. (2008). Fisiología humana, 10ª Ed., McGraw Hill.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 4 competencias (1, 2, 3 y 4)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

| <b>Domina:</b>          | <b>Calificación:</b> |
|-------------------------|----------------------|
| Ninguna competencia     | 5                    |
| Una competencia         | 6                    |
| Dos competencias        | 8                    |
| Más de dos competencias | 10                   |

Referencias:

Berne R. M. y Levy, M. N. (2008) Physiology, 6th Ed. Mosby

## PRÁCTICA NO. 20: MANEJO DE MATERIAL BIOLÓGICO (20 a 24 de febrero de 2012)

### **Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

- 1. Identificar un Problema**
- 2. Formular una pregunta**
- 3. Usar el razonamiento científico.**
- 4. Usar lenguaje médico coherente y congruente**
- 5. Aplicar la información a la solución del problema.**

Las prácticas que siguen no usan al humano como sujeto de experimentación pues requieren de diversas manipulaciones que implican extraer sangre o administrar compuestos de diversos tipos.

En este caso:

- 1. ¿Identifica usted un problema médico?**
- 2. ¿Puede formular una pregunta?**
- 3. ¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
- 4. ¿Cómo resolverlo?**

### **Prerrequisitos:**

Cálculo de dosis por peso corporal. Medición de un volumen líquido con una jeringa de tuberculina o de insulina, valoración de signos vitales y reflejos en un animal de laboratorio.

### **Marco Teórico.**

La rata de laboratorio es un ser vivo, cuyo organismo suele ser estudiado a través de la observación directa, para que con una mejor comprensión de su funcionamiento pueda, mediante una extrapolación, conocerse mejor al ser humano. Pero para poder hacer este estudio, es necesario no causarle al animal un sufrimiento innecesario, por lo que conviene recordar su calidad de seres vivos, que las distintas especies biológicas han sido y son en extremo valiosas para el hombre y que se les debe tratar con cuidado y respeto. No se tiene la certeza de que los animales mantengan una estructura emocional equivalente a la del hombre, lo que sí es incuestionable es que los estímulos nociceptivos les causan dolor, que parece compararse al sufrimiento humano. Por ello es absolutamente indispensable evitar su manejo inadecuado y sufrimiento innecesario mediante la inducción anestésica.

Habitualmente los animales de experimentación se obtienen de un bioterio, sitio donde se reproducen, cuidan y domestican; sin embargo se deben manipular con calma y precaución para evitar que ataquen. Al manipular animales se debe tener en cuenta que la conducta del animal en cautiverio es distinta a la conducta del animal en vida libre, debido a la influencia directa del medio ambiente. Los animales de laboratorio, confinados en jaulas, están imposibilitados para procurarse alimento. Ello suele inhibir una de las conductas de supervivencia más característica, la agresividad; que también disminuye por el contacto cotidiano de las personas que los cuidan, por lo que el estudiante no deberá tener temor de tomarla entre sus manos. Se pueden comprar unos guantes

para electricista si no se puede vencer ese temor a tocarlas. En caso de recibir una mordida, se deberá lavar el área afectada con agua y jabón abundantes, y aplicarse un desinfectante, ya que aunque se trata de un animal sano, libre de parásitos o infecciones, no se encuentra en un medio estéril.

Las prácticas de Fisiología, y en general los experimentos con material biológico son de tres tipos:

- a) **In vivo:** Cuando se utiliza al animal íntegro, vivo y consciente para registrar el cambio que ocurre en el animal como un todo.
- b) **In situ:** Cuando se utilizan animales inconscientes, sometidos a cirugía para exponer, sin separar, alguno de sus órganos y tejidos en que se intenta registrar algún efecto. Habitualmente están anestesiados, desmedulados y/o descerebrados, con respiración asistida.
- c) **In vitro:** Consiste en obtener de un animal, que fue sacrificado bajo el efecto anestésico o sin él, una muestra de un órgano o de una tejido y mantener dicha muestra en condiciones de temperatura y nutrición similares a las fisiológicas para su estudio.

### Material

- 2 ratas de la cepa Wistar de 250-300 g
- 1 frasco de pentobarbital sódico (anestésico), presentación 63mg /ml
- 1 jeringa de tuberculina o insulina de 1 ml con aguja número 25-27
- 10mL de sol salina fisiológica para mamífero (Ringer-Krebs)
- 1 estetoscopio
- 1 termómetro
- 1 cristizador
- 1 frasco con éter etílico anhidro
- 1 frasco con torundas de algodón

### Métodos:

Manejo previo: Se deberá conocer el peso de ratas de experimentación, así como su sexo y edad.

1.- Si se tiene temor a manejar a la rata, se puede anestésico previamente con éter; para este efecto se puede impregnar una torunda de algodón en un poco de éter etílico anhidro y colocarla junto con la rata dentro de un recipiente transparente y cerrado. Una vez que la rata queda anestésica hay que sacarla para pesarla y aplicar la dosis adecuada de pentobarbital.

2.-Para la inducción anestésica, se utilizará pentobarbital sódico (anestésico) a una dosis de 40 mg por cada kg de peso del animal. Se realizará el cálculo, de acuerdo a la presentación del Anestésico.

3.- Con una jeringa de insulina o de tuberculina de 1 ml, graduada en décimas de ml, se llenará según el cálculo y se diluirá el anestésico con sol. Fisiológica, completando 1ml.

4.- Para la aplicación de la anestesia por vía intraperitoneal, se sujeta a la rata tomándola del dorso con la mano de tal manera que los dedos índice y anular sujeten una de las patas delanteras de la rata y el dedo pulgar empuje hacia arriba la otra pata contra la cabeza de la rata, de tal forma que casi se toquen por delante del cuello de la rata los pulpejos de los dedos pulgar e índice. De esta manera quedan imposibilitados los movimientos del cuello y de las patas delanteras. Con la otra mano se ejerce tracción de los miembros posteriores, extendiendo las patas traseras, dejando expuesto el abdomen para que otra persona proceda a la inyección intraperitoneal. La cabeza de la

rata deberá colocarse hacia abajo para que las vísceras se desplacen hacia la parte cefálica del abdomen y dejen libre la región caudal del mismo, que es donde se debe aplicar la inyección.

5.- Para cada equipo, se deberá nombrar a un alumno responsable de anotar la hora en que se aplicó la anestesia, la dosis aplicada, los signos vitales de la rata que son: temperatura, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, y deberá también valorar periódicamente el grado de anestesia a través de los reflejos corneanos, pupilares y flexores.

6.- La frecuencia respiratoria, se puede medir observando los movimientos abdominales o colocando cerca de la nariz un papelito atado a un hilo. Cuando la rata se encuentra anestesiada, la respiración se efectúa con ayuda de los movimientos abdominales.

7.- La frecuencia cardiaca se puede medir utilizando un estetoscopio, es tan rápida que no podemos contar los latidos directamente, por lo que se hará la siguiente maniobra: golpear con la punta de un lápiz la superficie de un papel como el mismo ritmo de los latidos, de tal forma que queden los "puntitos o rayitas" sobre el papel y se cuenten posteriormente, puede medirse durante 15 s y multiplicarla por 4. El inicio y el final del tiempo de conteo deberán ser marcados por otro miembro del equipo.

8.- La temperatura de la rata deberá ser medida de preferencia en forma rectal, introduciendo el termómetro durante 2 min.

9.- El reflejo corneal se evalúa al tocar la córnea del ojo de la rata y es positivo si ésta cierra el ojo o lo mueve.

10.- El reflejo pupilar consiste en iluminar la pupila y es positivo si esta presenta miosis (contracción pupilar).

11.- El reflejo flexor se evalúa pellizcando la piel de una pata de la rata y es positivo si el animal flexiona o retrae la pata.

12.- Para mantenimiento de la anestesia, se deberá cargar la misma dosis de pentobarbital en la jeringa de insulina y diluirla en solución salina, de la misma manera hasta completar 1 ml de la solución final. Se aplicará el 25% de esta solución cada 30 min, por vía intraperitoneal, y con la misma maniobra mencionada para la inducción.

Administración de fármacos por vía oral

1.- Antes de tomar al animal, debe atarse un hilo grueso en el dedo índice

2.- Una vez sujetada la rata, se pasa el hilo por el maxilar superior y se enrolla sobre el mismo dedo

3.- El hilo se prolonga y se sujeta al meñique de la misma mano

4.- De aquí se dirige hacia el maxilar inferior, tirando de él suave pero firmemente, de regreso hacia el meñique y enredar en este, se abre el hocico.

5.- Ahora se introduce al hocico una sonda nasogástrica flexible hacia el esófago (si el animal tose o se torna cianótico, probablemente la cánula se fue a la tráquea, si esto ocurre se deberá retirarla de inmediato).

### **Análisis:**

Se compararán las constantes vitales de una rata como modelo fisiológico, para extrapolar este conocimiento al humano.

¿Existió alguna variación en la frecuencia cardiaca o respiratoria durante la inducción anestésica?

¿durante la aplicación del mantenimiento? Explique

¿Al comparar los 2 sujetos de experimentación, existió alguna variación? Justifique su respuesta.

Referencias:

8. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). En: Diario Oficial de la Federación, México, 6 de diciembre de 1999.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 4 competencias (1, 2, 3 y 4)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

| <b>Domina:</b>          | <b>Calificación:</b> |
|-------------------------|----------------------|
| Ninguna competencia     | 5                    |
| Una competencia         | 6                    |
| Dos competencias        | 8                    |
| Más de dos competencias | 10                   |

## Referencias.

1. Boron, W. F., and Boulpaep E. L. (2010) Medical Physiology, 2nd Ed. Saunders.
2. Fox, S. I. (2008). Human Physiology, 11th Ed. McGraw-Hill.
3. García, X., Gijón, E. y Prieto, B. (Eds) (2010) Guía de Fisiología Médica. Editorial Intersistemas.
4. Bryant, N. J., and Govers, R, J. (2002). Regulated transport of the glucose transport GLUT4. *Nature Review*, **3**: 267-277.
5. Diabetes mellitus en adultos mexicanos. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Publica Mex* 2007;49 supl 3:S331-S337.
6. González, É. (2002). Diabetes mellitus experimental: etiología de las malformaciones congénitas en descendientes de ratas diabéticas. *Rev. Cubana Endocrino*. **13** (1) : 53-63.
7. Vital, P., Larrieta, E., Hiriart, M. (2006) Sexual dimorphism in insulin sensitivity and susceptibility to develop diabetes in rats. *J. Endocrinol.*, **190** (2) :425-32.

**PRÁCTICA NO. 21: METABOLISMO DE LA GLUCOSA EN LA RATA**  
**(27 de febrero al 2 de marzo de 2012)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. **Identificar un Problema**
2. **Formular una pregunta**
4. **Aplicar la información a la solución del problema.**
5. **Usar el razonamiento científico.**
3. **Usar lenguaje médico coherente y congruente**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Paciente masculino de 40 años de edad, el cual cuenta con antecedentes de Diabetes Mellitus tipo 2 por rama materna e hipertensión arterial por rama paterna. Acude a consulta por manifestar fatiga desde hace tres meses, acompañado de polifagia (incremento en la ingesta de alimentos). Además de poliuria (aumento en el número de micciones, asociándolo a la necesidad de estar consumiendo líquidos (polidipsia). Acudió a revisión en centro de salud hace 3 meses por la misma sintomatología, donde se le indica detección de glucosa capilar en 3 ocasiones obteniéndose 120 mg/dL, 110 mg/dL y 115 mg/dL, glucosa central (muestra de sangre venosa) de 116 mg/dL. El médico sugiere la realización de una prueba de tolerancia oral de la glucosa.

En este caso:

1. **¿Identifica usted un problema médico?**
2. **¿Puede formular una pregunta?**
3. **¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
4. **¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos:**

Metabolismo. Hormonas que participan en el metabolismo de la glucosa en el humano. Anabolismo de la glucosa, que hormonas participan. Secreción de insulina. Medición de secreción y acción de la insulina en el cuerpo humano

**Marco Teórico.**

El metabolismo se puede dividir en dos grandes grupos: 1. El catabolismo, que hace referencia al conjunto de reacciones químicas que degradan las grandes moléculas a moléculas más simples con el fin de obtener energía. 2. Anabolismo, contrario del catabolismo, este se define como el proceso mediante el cual se sintetizan moléculas complejas a partir de moléculas simples.

La glucosa es un bioelemento presente en toda la naturaleza, la mayor parte de los organismos la utilizan como su fuente primaria de energía, sin embargo no todos lo hacen de la

misma manera, pues las vías metabólicas cambian de especie a especie, un ejemplo de ello son las bacterias, estas solo poseen vías anaerobias. Los organismos más evolucionados tienen enzimas aerobias (que son más eficientes, pues ofrecen mayor cantidad de energía) y también enzimas que participan en su almacenamiento. Estos organismos contienen órganos y sistemas especializados en la regulación de la glucosa.

## **Material**

### *Biológico*

Se utilizarán ratas macho Wistar, a las que se les someterá a una dieta que contenga 30% de sacarosa en el agua de beber durante al menos 3 meses, para generar el modelo de la rata con dieta hipercalórica, antes de la práctica.

Modelo de rata con dieta hipercalórica:

Se solicitarán, por cada sección de laboratorio, 6 ratas de 2 meses de edad con pesos que oscilaran alrededor de  $180 \pm 20$  g. Los animales se mantendrán en condiciones de luz:oscuridad de 12 horas (encendido de la luz a las 07:00 hs, apagado de la luz a las 19:00 horas), a una temperatura de  $25 \pm 3$  °C, en un cuarto sonooamortiguado. Deberán tener acceso libre al agua y al alimento (Rodent Laboratory Chow 5001) durante las 24 horas del día.

Dos de estas ratas serán sometidas a una dieta hipercalórica durante 3 meses. El agua de beber de los animales será una solución de sacarosa 30% que deberá ser renovada. Las ratas deben ser marcadas desde un inicio. Se sugiere tomar el peso de la ratas por semana para llevar un control.

### *Reactivos*

Glucosa

Agua destilada.

Pentobarbital sódico

Jeringa desechable de 1 ml

Jeringa desechable de 3 ml

Estuche de disección

Glucómetro

Tiras reactivas

Tabla donde se vaciaran los datos

Papel milimétrico para realizar la curva de Tolerancia a la glucosa.

Regla

Lápiz

Hojas de Periódico

## **Métodos:**

- 1) Anestesiarse a los animales control y experimentales usando pentobarbital sódico a dosis de 35 mg/kg, por vía intraperitoneal.
- 2) Para verificar el estado de anestesia se deberían registrar constantemente los signos vitales. La profundidad de la misma se evaluará mediante el reflejo palpebral. Debe obtenerse un estado de anestesia profunda (desaparición del reflejo palpebral).

### *Curva de tolerancia a la glucosa*

Una vez anestesiadas las ratas se les inyectará por vía intraperitoneal una solución de glucosa a una dosis de 3g/kg en un volumen final de 0.5 ml de agua destilada. Con un glucómetro previamente calibrado se tomará la lectura de la glucosa de la sangre de la cola, al inicio del experimento y después a los 15, 30, 60 y 120 minutos (la calibración se hace con la tira de plástico que viene con cada paquete de tiras reactivas. Nótese que deberá coincidir el número de serie de esta tira de plástico con el número presente en las tiras reactivas). La lectura tardará unos 10 segundos, dependiendo de la marca de glucómetro.

Para tomar la sangre de la cola se cortarán unos 3 mm de la punta de la misma con unas tijeras (si no saliera la gota de sangre, con los dedos se sujeta la cola de arriba hacia abajo haciendo una pequeña presión sobre la misma y debe descender la gota de sangre). Esta gota debe ser colocada en la ranura de la tira, la cual estará previamente insertada en el glucómetro. Los datos obtenidos deberán ser vaciados en una tabla para graficarlos posteriormente en una curva de tolerancia a la glucosa.

Si es posible, se sugiere reutilizar estas ratas por otro grupo, para ello los animales deberán dejarse de nuevo en sus respectivas jaulas hasta su recuperación. Si no fuese este el caso entonces se procederá a sacrificar a las ratas con una sobredosis de anestésico, inyectando 1ml por vía intraperitoneal. Los animales ya muertos serán envueltos en papel periódico y llevados al congelador para su cremación.

### **Referencias.**

1. Boron, W. F., and Boulpaep E. L. (2010) Medical Physiology, 2nd Ed. Saunders.
2. Fox, S. I. (2008). Human Physiology, 11th Ed. McGraw-Hill.
3. García, X., Gijon, E. y Prieto, B. (Eds) (2010) Guía de Fisiología Médica. Editorial Intersistemas.
4. Bryant, N. J., and Govers, R, J. (2002). Regulated transport of the glucose transport GLUT4. *Nature Review*, **3**: 267-277.
5. Diabetes mellitus en adultos mexicanos. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Publica Mex* 2007;49 supl 3:S331-S337.
6. González, É. (2002). Diabetes mellitus experimental: etiología de las malformaciones congénitas en descendientes de ratas diabéticas. *Rev. Cubana Endocrino.* **13** (1) : 53-63.
7. Vital, P., Larrieta, E., Hiriart, M. (2006) Sexual dimorphism in insulin sensitivity and susceptibility to develop diabetes in rats. *J. Endocrinol.*, **190** (2) :425-32.
8. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). En: Diario Oficial de la Federación, México, 6 de diciembre de 1999.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 4 competencias (1, 2, 3 y 4)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

| <b><u>Domina:</u></b>   | <b><u>Calificación:</u></b> |
|-------------------------|-----------------------------|
| Ninguna competencia     | 5                           |
| Una competencia         | 6                           |
| Dos competencias        | 8                           |
| Más de dos competencias | 10                          |

## PRÁCTICA NO. 22: ACCIONES DE LA OXITOCINA SOBRE EL ÚTERO DE LA RATA (5 a 9 de marzo de 2012)

### **Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. *Identificar un Problema*
2. *Formular una pregunta*
4. *Aplicar la información a la solución del problema.*
5. *Usar el razonamiento científico.*
3. *Usar lenguaje médico coherente y congruente*

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Femenino de 25 años de edad, la cual acude para revisión obstétrica, ya que cursa con su primer embarazo de 37.5 semanas de gestación, por fecha de última menstruación. Refiere presentar "cólicos" en hipogastrio, de intensidad 3/10, en días alternos, no continuas y de aproximadamente 20 segundos de duración. La paciente no ha cursado con infecciones genitourinarias, ni sangrados. A la exploración TA 110/70 mm Hg, FC 78 x', FR 20 x', temperatura 36.5 °C. Útero gestante con fondo uterino de 28 cm, producto único, longitudinal, cefálico, no abocado, FCF 145 x', cérvix cerrado, sin secreciones.

En este caso:

1. *¿Identifica usted un problema médico?*
2. *¿Puede formular una pregunta?*
  1. *¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?*
4. *¿Cómo resolverlo?*

### **Prerrequisitos:**

Características bioquímicas de la oxitocina, control de secreción por la neurohipófisis. Acciones de la oxitocina, reflejo de eyección de leche, reflejo de Ferguson en el trabajo de parto.

### **Marco teórico:**

La oxitocina es un octapéptido cíclico que se almacena en las terminaciones axónicas de las neuronas de la neurohipófisis. Estimula el músculo liso uterino incrementando la fuerza y frecuencia de las contracciones, además de estimular las células mioepiteliales de las glándulas mamarias, facilitando la eyección de la leche.

### *Efectos en útero*

La oxitocina, contrae el músculo de las fibras lisas del útero y la sensibilidad del mismo a dicha hormona es intensificada por los estrógenos e inhibida por la progesterona. La actividad uterina espontánea, es dependiente de las concentraciones estrogénicas plasmáticas durante los 2 primeros meses del embarazo. Durante este tiempo el útero es un “órgano en reposo” y es poco sensible a los agentes oxitócicos, debido en parte a la baja producción de esta hormona. Entre la quinta y sexta semana de gestación, se observa un aumento progresivo en la concentración de estrógenos, alcanzando sus valores máximos los últimos 20 días del embarazo. Esta elevación determina, un aumento en la sensibilidad y motilidad uterina, contribuyendo a ser uno más de los varios mecanismos que inician el trabajo de parto al final de la gestación.

Las hormonas de la neurohipófisis son sintetizadas en las neuronas magno celulares en los núcleos supraóptico y paraventricular y transportadas por los axones de dichas neuronas, hasta su terminación en la neurohipófisis en respuesta a la actividad eléctrica en esos puntos. La oxitocina y la vasopresina son las hormonas “nerviosas”, ya que son secretados a la circulación. Al igual que otras hormonas peptídicas, las de la neurohipófisis, son sintetizadas a partir de moléculas de mayor tamaño.

### *Reflejo eyección de la leche*

La salida de la leche es desencadenado por un reflejo neuroendócrino, en el que intervienen los barorreceptores situados en la glándula mamaria, en especial alrededor del pezón. Los impulsos, son transmitidos por vías táctiles, somáticas a los núcleos supraóptico y paraventricular, lo que hace que se genere la descarga de las neuronas que contienen oxitocina y se secrete dicha hormona. Liberada la oxitocina, pasa a la circulación y se desencadena la eyección de la leche estimulada por la succión del lactante en las células mioepiteliales.

## MATERIAL

Pretratamiento de ratas Wistar:

| Sujetos experimentales   | Instrumental  | Aparatos y sustancias  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>3 ratas Wistar hembras de 200g</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>2 vasos de precipitados de 50mL</li><li>1 caja de Petri</li><li>Estuche de disección</li><li>Hilo de algodón y aguja</li><li>2 jeringas de insulina</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>1 caja para material aislado</li><li>1 fisiógrafo</li><li>Sol. Tyrode pura</li><li>Sol. De Tyrode con atropina</li><li>Sol. Problema (<math>1 \times 10^{-6}</math> y <math>1 \times 10^{-5}</math>)</li><li>2 ámpulas de oxitocina (Syntocinon)</li><li>2 ámpulas de isoxuprina (Vasodylan)</li></ul> |

- ✓ 2 ratas deberán ser tratadas con 0.1mg /kg de dietilestilbestrol SC 24hrs antes de la práctica
- ✓ 1 rata tratada con 0.2mL de sol. Salina SC 24 antes de la práctica.

## Metodología

1. Induzca anestesia con pentobarbital, calculado de acuerdo al peso de la rata (si necesita indicaciones precisas, regrese a práctica de *Manejo y anestesia de ratas de laboratorio*)
2. Realice una incisión longitudinal en el abdomen del animal.
3. Levante las vísceras expuestas separándolas de la porción inferior del hipogastrio e identifique los cuernos uterinos de la rata (equivalente al útero en el humano).
4. Pince el extremo superior de cada cuerno, diseque los ovarios y lávese donde se unen ambas trompas, separe el órgano íntegro.
5. Colóquelo en una caja de Petri en una solución Tyrode pura
6. Limpié perfectamente cada tejido de manera que quede libre de grasa.
7. Obtenga 4 trozos de las 2 trompas, cortando cada uno por la mitad.
8. Empleando aguja e hilo, amarre cada extremo de los segmentos
9. Monte una cámara de tejido aislado, y deje transcurrir 15 min para permitir la estabilización del tejido.
10. Recuerde que el volumen de la cámara para tejido aislado es de 50ml, por lo tanto, aplique 0.1mL de diluciones por cada 10mL de la cámara, para obtener las concentraciones deseadas.
11. Recuerde que es conveniente que las curvas dosis respuesta se inicien con la concentración menor. Se recomienda que la dosis tanto de oxitocina como de isoxuprina, sea de 50 ug/ml.
12. Antes de cada aplicación, registre su actividad basal y después deje transcurrir 10min para el inicio de la respuesta. Inmediatamente después lave el tejido y espere 5 min para se recupere el tono basal (utilice la velocidad menor del fisiógrafo)

13. Para obtener la curva dosis respuesta de la isoxuprina, utilice otra preparación y administre 1ml de su concentración original (concentración comercial sin diluir). Registre e inicie las pruebas con la dosis de isoxuprina que haya seleccionado, realizando en este caso una curva acumulada, siempre en presencia de oxitocina (0.1ml /10ml de la presentación original).

**Análisis de resultados**

1. Identificar la influencia pretratamiento con dietilestilbestrol, sobre la actividad espontánea del útero de la rata.
2. Examinar, cuantificar y calcular el efecto de la oxitocina, sobre el útero de animales tratados y pretratados con estrógenos.
3. Determinar si el efecto de la oxitocina es dependiente de la dosis.
4. Determinar el efecto inhibitor de la isoxuprina, sobre la actividad uterina inducida por la oxitocina.

Apéndice de figuras de procedimiento.  
 Tablas de concentración de resultados

**TABLA I. EFECTO DE LA OXITOCINA SOBRE LA ACTIVIDAD UTERINA**

| Pretratamiento     | Registro control |   | /ml |   | /ml |   | /ml |   |
|--------------------|------------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|
|                    | A                | F | A   | F | A   | F | A   | F |
| Sol. Salina        |                  |   |     |   |     |   |     |   |
| Dietilestilbestrol |                  |   |     |   |     |   |     |   |

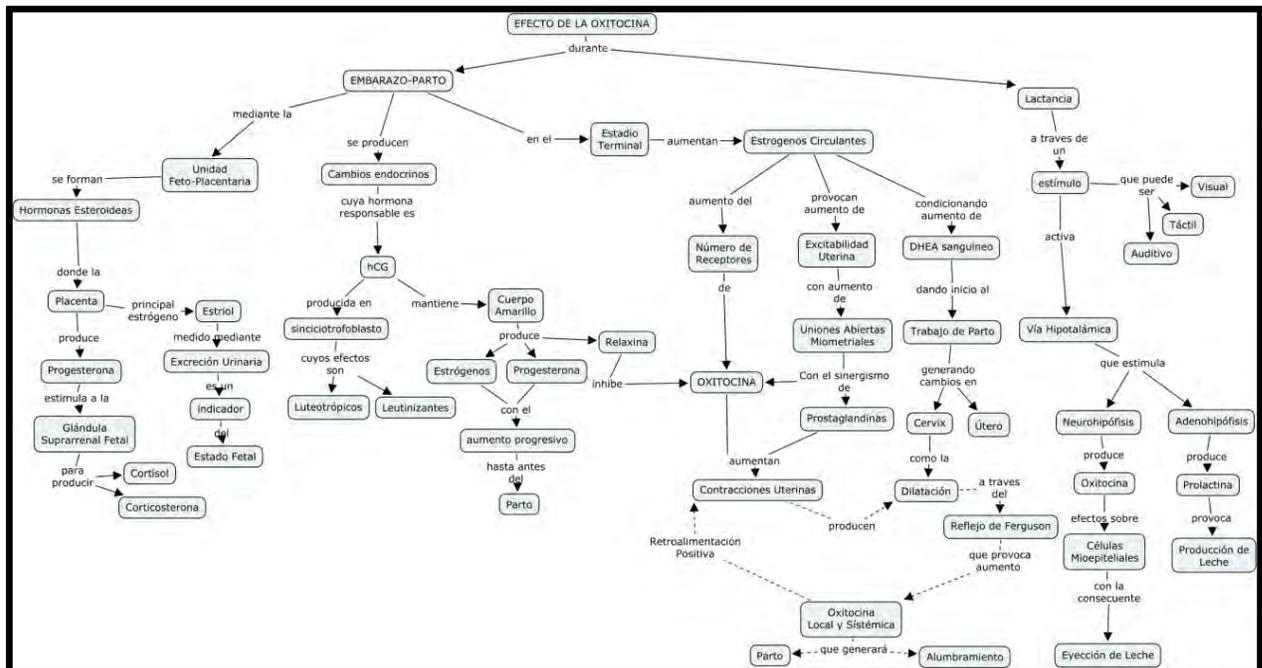
**A = amplitud en mm      F = frecuencia (número de contracciones por min)**

**TABLA II. INFLUENCIA DE LA ISOXUPRINA SOBRE LA ACTIVIDAD UTERINA INDUCIDA POR LA OXITOCINA.**

| Registro control |   | Oxitocina /mL |   | Isoxuprina |   |     |   |
|------------------|---|---------------|---|------------|---|-----|---|
| A                | F | A             | F | /mL        |   | /mL |   |
|                  |   |               |   | A          | F | A   | F |
|                  |   |               |   |            |   |     |   |

A= amplitud en mm      F= frecuencia (número de contracciones por min)

A continuación se presenta el mapa conceptual del tema.



Mapa conceptual del control y acciones de la oxitocina.

## Referencias.

1. Boron, W. F., and Boulpaep E. L. (2010) Medical Physiology, 2nd Ed. Saunders.
2. Fox, S. I. (2008). Human Physiology, 11th Ed. McGraw-Hill.
3. García, X., Gijón, E. y Prieto, B. (Eds) (2010) Guía de Fisiología Médica. Editorial Intersistemas.
4. Bryant, N. J., and Govers, R, J. (2002). Regulated transport of the glucose transport GLUT4. *Nature Review*, **3**: 267-277.
5. Diabetes mellitus en adultos mexicanos. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Publica Mex* 2007;49 supl 3:S331-S337.
6. González, É. (2002). Diabetes mellitus experimental: etiología de las malformaciones congénitas en descendientes de ratas diabéticas. *Rev. Cubana Endocrino.* **13** (1) : 53-63.
7. Vital, P., Larrieta, E., Hiriart, M. (2006) Sexual dimorphism in insulin sensitivity and susceptibility to develop diabetes in rats. *J. Endocrinol.*, **190** (2) :425-32.
8. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). En: Diario Oficial de la Federación, México, 6 de diciembre de 1999.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 4 competencias (1, 2, 3 y 4)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**  
Ninguna competencia  
Una competencia  
Dos competencias  
Más de dos competencias

**Calificación:**  
5  
6  
8  
10

**PRÁCTICA NO. 23: ACCIONES DE LAS HORMONAS TIROIDEAS SOBRE EL  
METABOLISMO BASAL DE LA RATA  
(12 a 16 de marzo de 2012)**

**Prefacio:**

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. **Identificar un Problema**
2. **Formular una pregunta**
4. **Aplicar la información a la solución del problema.**
5. **Usar el razonamiento científico.**
3. **Usar lenguaje médico coherente y congruente**

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico.

Femenino de 33 años, abogada, dentro de los antecedentes de importancia, menciona sobrepeso a la edad de 20 años hasta los 30 años, consumo durante 6 meses de “pastillas para adelgazar” prescritas por médico homeópata. Acude a consulta refiriendo mayor irritabilidad, nerviosismo y dificultad para concentrarse, pérdida de peso de 6 kg en 1 mes. A la exploración física, edad aparente similar a la cronológica, sin facies característica, diaforética, ansiosa, con signos vitales de FC 90 x', FR 21 x', TA 138/90 mm Hg, peso 60 kg, talla 1.55 m, cabeza normal; cuello cilíndrico, tiroides no palpable, tráquea central; campos pulmonares y área cardiaca sin compromiso, abdomen globoso a expensas de panículo adiposo, sin visceromegalias, extremidades eutróficas, con fuerza muscular conservada. Reflejos osteotendinosos normales, sin edema.

En este caso:

1. **¿Identifica usted un problema médico?**
2. **¿Puede formular una pregunta?**
- 3 **¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?**
4. **¿Cómo resolverlo?**

**Prerrequisitos:**

Metabolismo basal, anabolismo y catabolismo, hormonas anabólicas y catabólicas, el tejido adiposo como órgano endocrino, caloría, calorimetría directa e indirecta, caja metabólica, escalas antropométricas básicas (IMC, plicometría), gasto energético total y parcial.

**Marco teórico**

El sistema endocrino, al igual que otros sistemas ajusta y correlaciona las actividades de los diversos sistemas corporales, haciendo que se adecuen a las demandas del ambiente externo e interno. La integración endócrina se lleva a cabo mediante señales químicas secretadas por glándulas sin conducto y la información se transporta a través de la corriente sanguínea hasta las células blanco. Las hormonas regulan los procesos metabólicos. El término metabolismo, cuyo significado literal es “cambio”, se emplea para referirse a todas las transformaciones químicas y energéticas que ocurren en el organismo. El organismo oxida carbohidratos, proteínas y grasas para la producción de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y la energía necesaria para los procesos vitales, de tal manera que si la formación de estas sustancias se realiza mediante procesos que captan energía en lugar de

liberarla, se le denominará anabolismo, por el contrario si se libera energía, se le denomina catabolismo. La información relevante sobre el metabolismo basal fue colocada en la práctica de Nutrición y metabolismo.

#### *Efectos fisiológicos de las hormonas tiroideas.*

Algunos de los efectos generalizados de estas hormonas en el organismo son consecuencia de la estimulación del consumo de oxígeno (acción termógena), si bien las hormonas también modifican el crecimiento y el desarrollo en los mamíferos, auxilian en el metabolismo de lípidos e intensifican la absorción de carbohidratos en el intestino. En la siguiente tabla se muestran otras acciones de las hormonas tiroideas.

| Tejido efector          | Efecto                     | Mecanismo  |
|-------------------------|----------------------------|--|
| <b>Corazón</b>          | Cronotrópico<br>Inotrópico | -Aumento de receptores $\beta$<br>-respuesta más intensa a las catecolaminas<br>- mayor proporción de la cadena alfa de miosina.                     |
| <b>Tejido adiposo</b>   | Catabólico                 | - Estimula la lipólisis  |
| <b>Músculo</b>          | Catabólico                 | ▪ Mayor desintegración de proteínas  |
| <b>Hueso</b>            | Desarrollo                 | ▪ Estimula el crecimiento normal y el crecimiento óseo   |
| <b>Sistema nervioso</b> | Desarrollo                 | ▪ Estimula el desarrollo del SN  |
| <b>Intestino</b>        | Metabólico                 | ▪ Estimula la mayor absorción de CH  |
| <b>Lipoproteínas</b>    | Metabólico                 | ▪ Formación de receptores de LDL   |
| <b>Otros</b>            | Termógeno                  | ▪ Estimulación del consumo de oxígeno en todos los tejidos, excepto testículos, bazo, ganglios, adenohipófisis.<br>▪ Intensificación del metabolismo |

#### *Principios de calorimetría indirecta*

Lavoisier y Laplace, fueron los introductores de la calorimetría animal, desarrollando el instrumento conocido como calorímetro, el cual consta de 3 recipientes o cámaras. En la más interna se coloca al animal, la siguiente tiene hielo, que se derretirá por el calor producido por el animal (el volumen de agua obtenido, es proporcional al calor producido), la cámara externa tiene hielo para absorber el calor del medio.

En la actualidad, la calorimetría indirecta mide la cantidad de calor liberado por un animal, colocado en un recipiente con aislamiento térmico. En su interior circula agua por un serpentín y de acuerdo con la elevación de la temperatura y el volumen de líquido conocemos la cantidad de calor.

Existe otra manera de medir el calor producido por un animal, denominada calorimetría indirecta. Sabemos que un litro de oxígeno, utilizado en la combustión de grasa, libera 4.6 kcal, de carbohidratos 4.95 kcal y de proteínas 4.48 kcal. La dieta promedio, es una mezcla de estos 3 sustratos y por cada litro de oxígeno (gas seco a cero ° C y 760 mmHg de presión) se liberan 4.825 kcal, lo cual se denomina equivalente calórico de oxígeno. De lo anterior se desprende que al

conocer el consumo de oxígeno por unidad de tiempo, podemos calcular fácilmente la cantidad de calor producida.

La calorimetría nos permite medir la cantidad de energía liberada por el metabolismo en diferentes condiciones normales o patológicas, así podemos determinar el consumo energético durante la fiebre, el ejercicio, el frío o en diferentes alteraciones endócrinas.

## **Material**

### *Instrumental*

- Frasco dulcero
- Tapón de hule bihoradado de No. 14
- Llave de 3 vías
- Jeringa desechable de 20 ml
- Pinza de bureta
- Una “nuez”
- 2 soportes universales
- 2 pinzas de Moore
- “un salvavidas” adaptado para servir de reservorio de oxígeno
- 1 receptáculo para Cal sodada confeccionado con tela de mosquitero
- 2 tubos en T
- 1 jeringa de 5 ml con aguja adaptada a un pedazo de tubo de polietileno
- Tubos de látex
- 1 termómetro químico
- 20 g de Cal Sodada
- 2 ruedas giratorias
- 1 tanque de Oxígeno portátil
- 1 barómetro

### *Material biológico*

- 2 ratas de la misma edad, sexo y peso (190-250 g)

### *Preparación previa de sujetos de experimentación*

- Se mantendrá a la rata de experimentación, bajo alimentación estricta con 20g de alimento al día para cada roedor.
- Se evitará el estrés
- Se administrará hormona T4 en solución inyectable, a dosis de 100ug / 100 g de peso diluida en 0.1 M de NaOH una vez al día por la mañana durante 5 días previos a la medición.
- La rata control se mantendrá en las mismas condiciones que la rata de experimentación, sin la administración de T4

### *Procedimiento:*

- 1) Se colocará al animal dentro de un recipiente herméticamente cerrado (véase apéndice), de esta manera se logrará que consuma oxígeno y produzca CO<sub>2</sub>. Este último reacciona con el

agua para producir ácido carbónico, el cual puede neutralizarse con una base fuerte (Hidróxido de Sodio).

- 2) El consumo de oxígeno se traducirá en una caída de presión en el interior del recipiente. Si con cada periodo de tiempo (1 minuto) inyectamos el volumen de oxígeno necesario para restituir la presión original, habremos determinado, por sustitución, el volumen de oxígeno consumido. Si a su vez este es multiplicado por el equivalente calórico del Oxígeno, obtendremos las calorías liberadas por el animal en la unidad de tiempo.

3) Técnica Experimental:

- Compruebe el montaje del dispositivo y compárelo con el de la figura del apéndice.
- Con una jeringa que tenga una aguja con un tubo de polietileno, llene el manómetro en U con agua hasta la mitad de la altura. Elimine las burbujas sacudiendo.
- Coloque el termómetro en el tapón.
- Cierre el recipiente con el tapón de hule.
- Verifique el funcionamiento de la llave de tres vías.
- Inyecte aire con la jeringa hasta que la elevación de la presión sea ostensible.
- Marque en el manómetro la altura de la columna de agua.
- Espere 3 minutos y compruebe que la presión no desciende.
- Proceda a efectuar el experimento.

- 4) Llene el salvavidas con oxígeno; verifique que no esté a presión y sus paredes estén flácidas, pues la presión interna debe ser equivalente a la atmosférica.

*Rata experimental:*

- 5) Coloque a la rata en el frasco de vidrio; si este se obscurece con un paño el animal tiende a meterse espontáneamente. Conviene sujetarlo de la cola.
- 6) Cubra parcialmente la boca del frasco para permitir el libre flujo de aire e impedir la salida del animal.
- 7) Espere 10 minutos para que el recipiente y el aire del interior eleven su temperatura y para que el animal se tranquilice.
- 8) Coloque el receptáculo con la Cal Sodada dentro del frasco.
- 9) Cierre el recipiente con el tapón. Inmediatamente abra la pinza que se halla en un extremo del manómetro y equilibre sus dos ramas. Marque el punto de equilibrio y mida un minuto con un cronómetro
- 10) Mientras transcurre el minuto llene con oxígeno la jeringa de 20 ml. Use para ello la llave de 3 vías que le permite conectar la jeringa con el salvavidas o con el recipiente que contiene el animal.
- 11) Faltando 10 segundos para el minuto notará usted que la presión en el manómetro ha caído. Inicie la inyección del oxígeno hasta llevar el manómetro al nivel cero o de equilibrio. Continúe la inyección para mantener el manómetro en cero y suspéndala cuando se cumpla el minuto. Vea cuantos mililitros quedaron en la jeringa y réstelos del volumen original. Así determinamos, por diferencia, el oxígeno consumido.
- 12) No detenga el cronómetro, déjelo correr para que se inicie el conteo del minuto siguiente. Repita el procedimiento descrito y vuelva a inyectar el oxígeno cada minuto de lo contrario este se agotará y la rata morirá.
- 13) Anote sus resultados cada 5 minutos durante 20 minutos. También anote la temperatura del interior del recipiente y la presión atmosférica.

- 14) Elaboré una tabla de resultados y recuerde que estos datos no tienen validez hasta que la temperatura en el interior del recipiente sea constante, por lo menos durante 5 mediciones. A partir de este momento se registrará.

*Rata control:* Se realizará el mismo procedimiento descrito.

## **APÉNDICE**

### *Procesamiento de los resultados*

Usted ha medido el volumen de oxígeno necesario para determinar la presión, pero en relación con la temperatura en el interior del recipiente y con la presión atmosférica del momento. Sin embargo como el volumen del gas varía con la temperatura y la presión, ya que no es lo mismo inyectar 8 ml de oxígeno a cero grados que a veinte grados, y tampoco es igual inyectar 8 ml de oxígeno a 590 que a 760 mmHg, por tal motivo es necesario corregir el volumen de acuerdo a la Ley General de los Gases para llevarlo a condiciones estándar (0 GC, 760 mmHg y gas seco) antes de aplicar el equivalente calórico de oxígeno (4.825 Kcal/l de oxígeno).

Afortunadamente podemos simplificar los cálculos mediante la tabla A (ver más adelante) que nos da el equivalente calórico del oxígeno combinado con factores para reducción de volumen a las condiciones estándar.

| T   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 31   | 32   | 33   | 34   | 35   | 36   | 37   | 38   |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 580 | 3.44 | 3.42 | 3.40 | 3.38 | 3.36 | 3.34 | 3.32 | 3.31 | 3.29 | 3.27 | 3.25 | 3.23 | 3.21 | 3.19 | 3.17 | 3.15 | 3.13 | 3.12 | 3.10 | 3.08 | 3.06 | 3.04 | 3.02 | 3.00 |
| 585 | 3.47 | 3.45 | 3.43 | 3.41 | 3.39 | 3.37 | 3.35 | 3.34 | 3.32 | 3.30 | 3.28 | 3.26 | 3.24 | 3.22 | 3.20 | 3.18 | 3.16 | 3.15 | 3.13 | 3.11 | 3.09 | 3.07 | 3.05 | 3.03 |
| 500 | 3.50 | 3.48 | 3.46 | 3.44 | 3.42 | 3.40 | 3.38 | 3.37 | 3.35 | 3.33 | 3.31 | 3.29 | 3.27 | 3.25 | 3.23 | 3.21 | 3.19 | 3.18 | 3.16 | 3.14 | 3.12 | 3.10 | 3.08 | 3.06 |
| 595 | 3.53 | 3.51 | 3.49 | 3.47 | 3.45 | 3.43 | 3.41 | 3.40 | 3.38 | 3.36 | 3.34 | 3.32 | 3.30 | 3.28 | 3.26 | 3.24 | 3.22 | 3.21 | 3.19 | 3.17 | 3.15 | 3.13 | 3.11 | 3.09 |
| 600 | 3.56 | 3.54 | 3.52 | 3.50 | 3.48 | 3.46 | 3.44 | 3.43 | 3.41 | 3.39 | 3.37 | 3.35 | 3.33 | 3.31 | 3.29 | 3.27 | 3.25 | 3.24 | 3.22 | 3.20 | 3.18 | 3.16 | 3.14 | 3.12 |
| 605 | 3.59 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 | 3.47 | 3.46 | 3.44 | 3.42 | 3.40 | 3.38 | 3.36 | 3.34 | 3.32 | 3.30 | 3.28 | 3.27 | 3.25 | 3.23 | 3.21 | 3.19 | 3.17 | 3.15 |
| 610 | 3.62 | 3.60 | 3.58 | 3.56 | 3.54 | 3.52 | 3.50 | 3.49 | 3.47 | 3.45 | 3.43 | 3.41 | 3.39 | 3.37 | 3.35 | 3.33 | 3.31 | 3.30 | 3.28 | 3.26 | 3.24 | 3.22 | 3.20 | 3.18 |
| 615 | 3.65 | 3.63 | 3.61 | 3.59 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.52 | 3.50 | 3.48 | 3.46 | 3.44 | 3.42 | 3.40 | 3.38 | 3.36 | 3.34 | 3.33 | 3.31 | 3.29 | 3.27 | 3.25 | 3.23 | 3.21 |
| 620 | 3.68 | 3.66 | 3.64 | 3.62 | 3.60 | 3.58 | 3.56 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 | 3.47 | 3.45 | 3.43 | 3.41 | 3.39 | 3.37 | 3.36 | 3.34 | 3.32 | 3.30 | 3.28 | 3.26 | 3.24 |
| 625 | 3.71 | 3.69 | 3.67 | 3.65 | 3.63 | 3.61 | 3.59 | 3.58 | 3.56 | 3.54 | 3.52 | 3.50 | 3.48 | 3.46 | 3.44 | 3.42 | 3.40 | 3.39 | 3.37 | 3.35 | 3.33 | 3.31 | 3.29 | 3.27 |
| 630 | 3.74 | 3.72 | 3.70 | 3.68 | 3.66 | 3.64 | 3.62 | 3.61 | 3.59 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 | 3.47 | 3.45 | 3.43 | 3.42 | 3.40 | 3.38 | 3.36 | 3.34 | 3.32 | 3.30 |
| 635 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.69 | 3.67 | 3.65 | 3.64 | 3.62 | 3.60 | 3.58 | 3.56 | 3.54 | 3.52 | 3.50 | 3.48 | 3.46 | 3.44 | 3.42 | 3.40 | 3.38 | 3.36 | 3.34 | 3.32 |
| 640 | 3.80 | 3.78 | 3.76 | 3.74 | 3.72 | 3.70 | 3.68 | 3.67 | 3.65 | 3.63 | 3.61 | 3.59 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 | 3.47 | 3.45 | 3.43 | 3.41 | 3.39 | 3.37 | 3.35 |
| 645 | 3.83 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.70 | 3.68 | 3.66 | 3.64 | 3.62 | 3.60 | 3.58 | 3.56 | 3.54 | 3.52 | 3.50 | 3.48 | 3.46 | 3.44 | 3.42 | 3.40 | 3.38 |
| 650 | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.80 | 3.78 | 3.76 | 3.74 | 3.73 | 3.71 | 3.69 | 3.67 | 3.65 | 3.63 | 3.61 | 3.59 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 | 3.47 | 3.45 | 3.43 | 3.41 |
| 655 | 3.88 | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.80 | 3.78 | 3.76 | 3.75 | 3.74 | 3.72 | 3.70 | 3.68 | 3.66 | 3.64 | 3.62 | 3.60 | 3.58 | 3.56 | 3.54 | 3.52 | 3.50 | 2.48 | 3.46 | 3.44 |
| 660 | 3.91 | 3.89 | 3.87 | 3.85 | 3.83 | 3.81 | 3.79 | 3.78 | 3.76 | 3.74 | 3.72 | 3.70 | 3.68 | 3.66 | 3.63 | 3.62 | 3.60 | 3.58 | 3.56 | 3.54 | 3.53 | 3.50 | 3.48 | 3.46 |
| 665 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | 3.88 | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.69 | 3.64 | 3.65 | 3.63 | 3.61 | 3.59 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 |
| 670 | 3.97 | 3.95 | 3.93 | 3.91 | 3.89 | 3.87 | 3.85 | 3.84 | 3.82 | 3.80 | 3.78 | 3.76 | 3.74 | 3.72 | 3.67 | 3.68 | 3.66 | 3.64 | 3.62 | 3.60 | 3.58 | 3.56 | 3.54 | 3.52 |
| 675 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | 3.88 | 3.84 | 3.85 | 3.83 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.69 | 3.67 | 3.65 | 3.63 | 3.61 | 3.59 | 3.57 | 3.55 |
| 680 | 4.04 | 4.02 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | 3.88 | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.80 | 3.78 | 3.76 | 3.74 | 3.72 | 3.70 | 3.68 | 3.66 | 3.64 | 3.62 | 3.60 | 3.58 |
| 685 | 4.07 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 | 3.95 | 3.93 | 3.91 | 3.89 | 3.87 | 3.85 | 3.83 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.69 | 3.67 | 3.65 | 3.63 | 3.61 |
| 690 | 4.10 | 4.08 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | 3.88 | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.80 | 3.78 | 3.76 | 3.74 | 3.72 | 3.70 | 3.68 | 3.66 | 3.64 |
| 695 | 4.13 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 | 3.95 | 3.93 | 3.91 | 3.89 | 3.87 | 3.85 | 3.83 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.69 | 3.68 |
| 700 | 4.16 | 4.14 | 4.12 | 4.10 | 4.08 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 3.99 | 3.97 | 3.94 | 3.93 | 3.91 | 3.89 | 3.87 | 3.85 | 3.83 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.69 |
| 705 | 4.19 | 4.17 | 4.15 | 4.13 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | 3.88 | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.80 | 3.78 | 3.76 | 3.74 | 3.72 |
| 710 | 4.22 | 4.20 | 4.18 | 4.16 | 4.14 | 4.12 | 4.10 | 4.08 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 3.99 | 3.97 | 3.95 | 3.93 | 3.91 | 3.89 | 3.87 | 3.95 | 3.83 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.75 |
| 715 | 4.25 | 4.23 | 4.21 | 4.19 | 4.17 | 4.15 | 4.13 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.02 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | 3.88 | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.80 | 3.78 |
| 720 | 4.28 | 4.26 | 4.24 | 4.22 | 4.20 | 4.18 | 4.16 | 4.14 | 4.12 | 4.10 | 4.08 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 | 3.95 | 3.93 | 3.91 | 3.89 | 3.87 | 3.85 | 3.83 | 3.81 |
| 725 | 4.31 | 4.29 | 4.27 | 4.25 | 4.23 | 4.21 | 4.19 | 4.17 | 4.15 | 4.13 | 4.11 | 4.08 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 4.00 | 3.91 | 3.93 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | 3.88 | 3.86 | 3.84 |
| 730 | 4.34 | 4.32 | 4.30 | 4.28 | 4.26 | 4.24 | 4.22 | 4.20 | 4.18 | 4.15 | 4.14 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 | 3.95 | 3.93 | 3.90 | 3.88 | 3.87 |
| 735 | 4.36 | 4.34 | 4.32 | 4.30 | 4.28 | 4.26 | 4.25 | 4.22 | 4.20 | 4.18 | 4.16 | 4.13 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 | 3.95 | 3.93 | 3.91 | 3.89 |
| 740 | 4.39 | 4.37 | 4.35 | 4.33 | 4.31 | 4.29 | 4.27 | 4.25 | 4.23 | 4.21 | 4.19 | 4.16 | 4.14 | 4.12 | 4.10 | 4.08 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 4.00 | 3.98 | 3.06 | 3.95 | 3.92 |
| 745 | 4.42 | 4.40 | 4.38 | 4.36 | 4.34 | 4.32 | 4.30 | 4.28 | 4.26 | 4.24 | 4.22 | 4.19 | 4.17 | 4.15 | 4.13 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 | 3.95 |
| 750 | 4.45 | 4.43 | 4.41 | 4.39 | 4.37 | 4.35 | 4.33 | 4.31 | 4.29 | 4.27 | 4.25 | 4.22 | 4.20 | 4.18 | 4.16 | 4.14 | 4.12 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.03 | 4.01 | 3.99 | 3.97 |
| 755 | 4.48 | 4.46 | 4.44 | 4.42 | 4.40 | 4.38 | 4.36 | 4.34 | 4.32 | 4.30 | 4.28 | 4.25 | 4.23 | 4.21 | 4.19 | 4.17 | 4.15 | 4.12 | 4.10 | 4.08 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 4.00 |
| 760 | 4.51 | 4.49 | 4.47 | 4.45 | 4.43 | 4.41 | 4.39 | 4.37 | 4.35 | 4.33 | 4.31 | 4.28 | 4.26 | 4.24 | 4.22 | 4.19 | 4.17 | 4.15 | 4.13 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 4.03 |
| 765 | 4.54 | 4.52 | 4.50 | 4.48 | 4.46 | 4.44 | 4.42 | 4.40 | 4.38 | 4.36 | 4.34 | 4.31 | 4.29 | 4.27 | 4.25 | 4.23 | 4.21 | 4.18 | 4.16 | 4.14 | 4.12 | 4.10 | 4.08 | 4.06 |
| 770 | 4.57 | 4.55 | 4.53 | 4.51 | 4.49 | 4.47 | 4.45 | 4.43 | 4.41 | 4.39 | 4.37 | 4.34 | 4.32 | 4.30 | 4.28 | 4.26 | 4.24 | 4.21 | 4.19 | 4.17 | 4.15 | 4.13 | 4.11 | 4.09 |
| 775 | 4.60 | 4.58 | 4.56 | 4.54 | 4.52 | 4.50 | 4.48 | 4.46 | 4.44 | 4.42 | 4.40 | 4.37 | 4.35 | 4.33 | 4.31 | 4.29 | 4.27 | 4.24 | 4.22 | 4.20 | 4.18 | 4.16 | 4.14 | 4.12 |
| 780 | 4.63 | 4.61 | 4.59 | 4.57 | 4.55 | 4.53 | 4.51 | 4.49 | 4.47 | 4.45 | 4.43 | 4.40 | 4.38 | 4.36 | 4.34 | 4.32 | 4.30 | 4.28 | 4.26 | 4.22 | 4.20 | 4.18 | 4.16 | 4.14 |

## Referencias.

1. Boron, W. F., and Boulpaep E. L. (2010) Medical Physiology, 2nd Ed. Saunders.
2. Fox, S. I. (2008). Human Physiology, 11th Ed. McGraw-Hill.
3. García, X., Gijon, E. y Prieto, B. (Eds) (2010) Guía de Fisiología Médica. Editorial Intersistemas.
4. Bryant, N. J., and Govers, R, J. (2002). Regulated transport of the glucose transport GLUT4. *Nature Review*, **3**: 267-277.
5. Diabetes mellitus en adultos mexicanos. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Publica Mex* 2007;49 supl 3:S331-S337.
6. González, É. (2002). Diabetes mellitus experimental: etiología de las malformaciones congénitas en descendientes de ratas diabéticas. *Rev. Cubana Endocrino*. **13** (1) : 53-63.
7. Vital, P., Larrieta, E., Hiriart, M. (2006) Sexual dimorphism in insulin sensitivity and susceptibility to develop diabetes in rats. *J. Endocrinol.*, **190** (2) :425-32.
8. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). En: Diario Oficial de la Federación, México, 6 de diciembre de 1999.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 4 competencias (1, 2, 3 y 4)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

**Domina:**  
Ninguna competencia  
Una competencia  
Dos competencias  
Más de dos competencias

**Calificación:**  
5  
6  
8  
10

## PRÁCTICA NO. 24: EFECTOS DEL ESTRÉS EN LA RATA (19 al 23 de marzo de 2012)

### Prefacio:

Mediante esta práctica usted trabajará en el desarrollo de las siguientes competencias y su expresión como habilidades y destrezas que forman parte de las competencias del Perfil Intermedio I:

1. *Identificar un Problema*
2. *Formular una pregunta*
3. *Usar el razonamiento científico.*
4. *Usar lenguaje médico coherente y congruente*

Para ello el ejercicio comienza con la presentación del siguiente Problema Médico. Paciente masculino de 45 años, empresario, el cual fue agredido físicamente por asaltantes hace 1 semana, referido de centro de salud, por detección de glucemia capilar “alta” (hace 1 semana). Antecedentes por rama paterna y materna para Diabetes Mellitus tipo 2, practica ejercicio regular, suspendido hace 4 semanas por “falta de tiempo”, acude refiriendo disminución de su capacidad de concentración, cefalea y falta de apetito, resto negativo. A la exploración física con peso de 80 kg, talla 1.75 m, TA 130/70 mm Hg, FC 70 x', FR 20 x', hematoma en región frontal izquierda, equimosis en región maxilar y mandibular izquierda, resto sin datos patológicos. Glucemia capilar 95 mg/dl en ayunas.

En este caso:

1. *¿Identifica usted un problema médico?*
2. *¿Puede formular una pregunta?*
3. *¿Qué diagnóstico presuntivo puede proponer (hipótesis de trabajo)?*
4. *¿Cómo resolverlo?*

### Prerrequisitos:

Efecto de estrés en sistema cardiovascular, digestivo e inmunológico. Regulación del cortisol, hormona de crecimiento, adrenalina e insulina, durante la respuesta ante el estrés. Sistema nervioso simpático y parasimpático, eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. Metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas.

### Marco teórico

En sentido amplio el estrés puede definirse como cualquier amenaza al complejo equilibrio dinámico que representa el estado de homeostasis. A modo de “compensación”, contamos con un sistema complejo formado por componentes del sistema nervioso (somático y autonómico), endocrino e inmunitario, que tienden a mantener la homeostasis. Por tanto consideraremos a un estresor como cualquier fuerza que tiende a alterar la homeostasis.

La respuesta al estrés agudo (alostasis) se desencadena por acontecimientos que representan una amenaza inmediata para la vida y la salud, e involucra mecanismos conductuales, autonómicos y neuroendócrinos que preparan al individuo para la lucha o la huida. El estrés crónico puede definirse como la acumulación de episodios de estrés de baja magnitud y reiterados a lo largo

del tiempo, un ejemplo de estrés crónico es como el que plantea una situación laboral/socioeconómico muy desfavorable. La existencia de un patrón de respuestas adaptativas (el síndrome general de adaptación) desencadenado por diversos tipos de estresores que superaban cierta magnitud (infección, dolor cirugía, temperaturas), siguen tres fases, descritas por Selye como reacción de alarma que consiste en la preparación del individuo para la huida o lucha, seguida por una fase de resistencia, en la que cumplen un papel importante los glucocorticoides, y por último, de prolongarse el estímulo, un quiebre, que denominó fase de agotamiento.

*Componentes del sistema general de adaptación*

El comando central está representado por el hipotálamo y porciones del sistema límbico que proyectan hacia núcleos autonómicos del tronco cerebral y a regiones neocorticales. Entre los brazos ejecutores se incluyen el sistema nervioso autónomo simpático suprarrenal y el eje hipotálamo hipofiso-corticosuprarrenal. Ambos brazos están muy relacionados tanto a nivel central como periférico (p. ej. La CRH estimula tanto los núcleos del *locus ceruleus*, que originan proyecciones adrenérgicas, como a las células corticotropas de la hipófisis; en el nivel periférico, el cortisol es un factor necesario para la síntesis y la acción periférica de la adrenalina.

*Respuesta adaptativa general*

La activación del sistema desencadena aumento del estado de alerta, incremento de la atención, cambios en la conducta motora (excitación o parálisis), disminución de las conductas apetitiva y sexual. Además produce una redistribución del flujo sanguíneo, hacia los músculos y el cerebro mediada por cambios en el sistema cardiovascular, respiratorio, renal y del metabolismo (aumento de la producción hepática de glucosa y liberación de combustibles alternativos). En la siguiente tabla se muestran las diferentes hormonas involucradas en el afrontamiento del estrés crónico.

| Respuesta activa   | Respuesta pasiva  |
|--|---|
| <b>Predominio autonómico simpático</b>   | <b>Predominio corticosuprarrenal</b>  |
|  <ul style="list-style-type: none"> <li>NA</li> <li>Adrenalina</li> <li>B-endorfina</li> <li>Prolactina</li> <li>Renina</li> <li>Oxitocina</li> </ul> |  <ul style="list-style-type: none"> <li>ACTH</li> <li>Cortisol</li> <li>Insulina</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>GH</li> <li>Gonadotrofinas</li> </ul> |

*Efectores: Sistema Nervioso Simpático*

El Sistema Nervioso Simpático descarga en forma simultánea como una unidad completa, fenómeno denominado descarga en masa, esto ocurre por ejemplo en estrés agudo. El resultado es una acción generalizada por todo el cuerpo denominada respuesta de alarma. En otro momento solo se activan partes aisladas, en respuesta a reflejos medulares. Los más importantes son: durante el proceso de la termorregulación, controla la sudoración y el flujo sanguíneo cutáneo; durante la actividad muscular de algunos animales se estimulan fibras colinérgicas vasodilatadoras de los músculos esqueléticos, aparte del resto del sistema simpático; reflejos locales, por los nervios simpáticos hacia los ganglios simpáticos y la médula espinal originan respuestas reflejas muy localizadas

### *Papel de la adrenalina en el metabolismo de los hidratos de carbono y lípidos*

La adrenalina resulta muy necesaria para elevar la glucosa plasmática en los periodos de estrés, cuando se excita el sistema nervioso simpático. Sin embargo la adrenalina opera de forma distinta a otras hormonas, puesto que aumenta al mismo tiempo la concentración plasmática de los ácidos grasos. Las causas de estos efectos son:

- 1) La adrenalina ejerce un efecto glucogenolítico muy potente en el hígado y a los pocos minutos libera grandes cantidades de glucosa la sangre
- 2) Posee un efecto glucolítico directo sobre las células adiposas, por que activa la lipasa sensible a la insulina de los tejidos adiposos y aumenta la concentración sanguínea de los ácidos grasos.

Desde el punto de vista cuantitativo, es estímulo de los ácidos grasos es mucho mayor que el de la glucemia. Así pues la adrenalina estimula en particular la utilización de los lípidos en situaciones tan estresantes como el ejercicio, el shock circulatorio y la ansiedad.

### **Material y Método**

#### *Biológico*

2 ratas adultas de 200 – 250 g de peso.

#### *Procedimiento:*

##### *Preparación previa de sujetos de experimentación*

- Se mantendrá a la rata de experimentación, bajo alimentación estricta con 20g de alimento para roedor.
- Se evitará el estrés con estímulo
- Se administrará adrenalina en solución inyectable, a dosis de 20  $\mu$ /kg con previa anestesia, 3 min antes de introducirla en la caja metabólica.
- La rata control se mantendrá en las mismas condiciones que la rata de experimentación, sin la administración de adrenalina.

1) Se colocará al animal dentro de un recipiente herméticamente cerrado (véase apéndice), de esta manera se logrará que consuma oxígeno y produzca CO<sub>2</sub>. Este último reacciona con el agua para producir ácido carbónico, el cual puede neutralizarse con una base fuerte (Hidróxido de Sodio).

2) El consumo de oxígeno se traducirá en una caída de presión en el interior del recipiente. Si con cada periodo de tiempo (1 minuto) inyectamos el volumen de oxígeno necesario para restituir la presión original, habremos determinado, por sustitución, el volumen de oxígeno consumido. Si a su vez este es multiplicado por el equivalente calórico del Oxígeno, obtendremos las calorías liberadas por el animal en la unidad de tiempo.

#### *Técnica Experimental:*

- Compruebe el montaje del dispositivo y compárelo con el de la figura del apéndice.
- Con una jeringa que tenga una aguja con un tubo de polietileno, llene el manómetro en U con agua hasta la mitad de la altura. Elimine las burbujas sacudiendo.
- Coloque el termómetro en el tapón.
- Cierre el recipiente con el tapón de hule.

- Verifique el funcionamiento de la llave de tres vías.
- Inyecte aire con la jeringa hasta que la elevación de la presión sea ostensible.
- Marque en el manómetro la altura de la columna de agua.
- Espere 3 minutos y compruebe que la presión no desciende.
- Proceda a efectuar el experimento.
- Llene el salvavidas con oxígeno; verifique que no esté a presión y sus paredes estén flácidas, pues la presión interna debe ser equivalente a la atmosférica.
- Para la realización de las maniobras experimentales, se deberá anestésiar al animal tal y como se indica en la práctica manejo de animales de experimentación
- Se calculará la dosis de adrenalina de acuerdo al peso del animal, se aplicará vía subcutánea 3 min antes de introducir a la caja metabólica.

*Rata experimental:*

- Coloque a la rata en el frasco de vidrio; si este se oscurece con un paño el animal tiende a meterse espontáneamente. Conviene sujetarlo de la cola.
- Cubra parcialmente la boca del frasco para permitir el libre flujo de aire e impedir la salida del animal.
- Espere 10 minutos para que el recipiente y el aire del interior eleven su temperatura y para que el animal se tranquilice.
- Coloque el receptáculo con la Cal Sodada dentro del frasco.
- Cierre el recipiente con el tapón. Inmediatamente abra la pinza que se halla en un extremo del manómetro y equilibre sus dos ramas. Marque el punto de equilibrio y mida un minuto con un cronómetro
- Mientras transcurre el minuto llene con oxígeno la jeringa de 20 ml. Use para ello la llave de 3 vías que le permite conectar la jeringa con el salvavidas o con el recipiente que contiene el animal.
- Faltando 10 segundos para el minuto notará usted que la presión en el manómetro ha caído. Inicie la inyección del oxígeno hasta llevar el manómetro al nivel cero o de equilibrio. Continúe la inyección para mantener el manómetro en cero y suspéndala cuando se cumpla el minuto. Vea cuantos mililitros quedaron en la jeringa y réstelos del volumen original. Así determinamos, por diferencia, el oxígeno consumido.
- No detenga el cronómetro, déjelo correr para que se inicie el conteo del minuto siguiente. Repita el procedimiento descrito y vuelva a inyectar el oxígeno cada minuto de lo contrario este se agotará y la rata morirá.
- Anote sus resultados cada 5 minutos durante 20 minutos. También anote la temperatura del interior del recipiente y la presión atmosférica.
- Saque a la rata de la caja metabólica, mantenga anestesiado al animal, aplicará la mitad de la dosis calculada de adrenalina y proceda a realizar 3 mediciones de glucosa capilar, obtenida de sangre de la cola, el intervalo entre estas mediciones será de 20 min.
- Elabore una tabla de resultados y recuerde que estos datos no tienen validez hasta que la temperatura en el interior del recipiente sea constante, por lo menos durante 5 mediciones. A partir de este momento se registrará.
- Elabore una tabla que contenga los resultados de las muestras de glucosa capilar obtenidos.
- Para el análisis utilice la tabla de la práctica anterior.

## Referencias.

1. Boron, W. F., and Boulpaep E. L. (2010) Medical Physiology, 2nd Ed. Saunders.
2. Fox, S. I. (2008). Human Physiology, 11th Ed. McGraw-Hill.
3. García, X., Gijón, E. y Prieto, B. (Eds) (2010) Guía de Fisiología Médica. Editorial Intersistemas.
4. Bryant, N. J., and Govers, R, J. (2002). Regulated transport of the glucose transport GLUT4. *Nature Review*, **3**: 267-277.
5. Diabetes mellitus en adultos mexicanos. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Publica Mex* 2007;49 supl 3:S331-S337.
6. González, É. (2002). Diabetes mellitus experimental: etiología de las malformaciones congénitas en descendientes de ratas diabéticas. *Rev. Cubana Endocrino.* **13** (1) : 53-63.
7. Vital, P., Larrieta, E., Hiriart, M. (2006) Sexual dimorphism in insulin sensitivity and susceptibility to develop diabetes in rats. *J. Endocrinol.*, **190** (2) :425-32.
8. Norma Oficial Mexicana. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). En: Diario Oficial de la Federación, México, 6 de diciembre de 1999.

**Competencias: 4 COMPETENCIAS DE EGRESO. PRIMERA FASE. PERFIL INTERMEDIO I.**

Al terminar la práctica el profesor de laboratorio deberá evaluar a cada estudiante de acuerdo con su trabajo individual y por equipo.

Para esta Unidad Temática se requiere cumplir con 4 competencias (1, 2, 3 y 4)

La siguiente es una **LISTA DE COTEJO** elaborada a partir del **Perfil Intermedio I**. Incluye las contribuciones que realiza Fisiología para el logro de cada una de las **cuatro competencias**, las habilidades y destrezas requeridas para cada competencia y las indicaciones para su evaluación.

| <b>Competencia</b>   | <b>Habilidades y destrezas a desarrollar</b>  | <b>Qué evaluar</b>  |
|--|---|---|
| 1. <i>Pensamiento crítico y manejo de información</i>          | Análisis e identificación de la información relevante para el problema<br>Formulación de problemas e hipótesis<br>Planteamiento del diseño experimental   | Información recabada e identificada correcta y completa<br>Hipótesis y problemas formulados correctamente<br>Diseño experimental correcto y plausible |
| 2. <i>Aprendizaje autorregulado y permanente</i>               | Uso de textos científicos y otras fuentes de información especializada<br>Forma hábitos de estudio<br>Trabajo colaborativo  | Actualiza su información constantemente<br>Formula preguntas<br>Trabaja en equipo   |
| 3. <i>Comunicación efectiva</i>                                | Expresión verbal y escrita clara<br>Argumentación de puntos de vista<br>Escuchar con atención   | Cuaderno de trabajo claro y organizado.<br>Discusión en grupo<br>Escucha a profesores y compañeros  |
| 4. <i>Conocimiento y aplicación de las Ciencias Biomédicas</i> | Sintetizar información proveniente de diferentes fuentes<br>Transferir información de ciencias básicas a la fisiología, en particular relacionada con los problemas planteados<br>Integrar la información en la fisiología humana | Fundamenta las hipótesis<br>Aplica la información a los problemas<br>Extrapolación de la información al humano  |

| <b>Domina:</b>          | <b>Calificación:</b> |
|-------------------------|----------------------|
| Ninguna competencia     | 5                    |
| Una competencia         | 6                    |
| Dos competencias        | 8                    |
| Más de dos competencias | 10                   |