



Prof. Edgar Lopategui Corsino
M.A., Fisiología del Ejercicio

ACCESO: <http://saludmed.com/LAB1-Intr-Fisio/LAB1-Intr-Fisio.pdf>

Experimento de: Laboratorio 1

INTRODUCCIÓN A LA ORGANIZACIÓN, PROTOCOLO DEL EXPERIMENTO, REGISTROS DE LAS MEDIDAS E INFORME DEL LABORATORIO: BASADO EN: RESPUESTAS CARDIOVASCULARES: ***PULSO CARÓTIDO EN: REPOSO, EJERCICIO AGUDO Y RECUPERACIÓN***

Esta actividad representa uno de los primeros procedimientos prácticos y experimentales que deben realizar los estudiantes en el curso de *fisiología del movimiento humano*. Se espera que los alumnos comprendan la importancia de la investigación en este campo. Además, en laboratorio actual los alumnos tendrán la experiencia práctica de llevar a cabo medidas de variables *cardiovasculares*, es decir: *frecuencia del pulso* o *frecuencia cardiaca* (FC), antes, durante y después de un *ejercicio agudo*. Los hipervínculos del laboratorio vigente son:

- ▶ <http://saludmed.com/LAB1-Intr-Fisio/LAB1-Intr-Fisio.html>
- ▶ <http://saludmed.com/LAB1-Intr-Fisio/LAB1-Intr-Fisio.pdf>

UNIDAD DE ESTUDIO DEL CURSO AL CUAL PERTENECE EL LABORATORIO 1

El laboratorio actual se encuentra asociado con la tercera unidad de la asignatura académica: HPER-4170: *Fisiología del Movimiento Humano*. Ver abajo la descripción:

Unidad 3: Estudio y Evaluación de Sistemas Morfofuncionales del Movimiento Humano:

Se estudian diversos sistemas fisiológicos y su relación con el movimiento humano, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- Estructura y Función de los Músculos Activos
- Control Nervioso de la Actividad Muscular
- Adaptaciones Neuromusculares
- Control Hormonal de la Actividad Física
- El Sistema Cardiovascular: El Corazón y el Sistema Circulatorio o Vascular
- El Sistema de Transporte de Oxígeno
- El Sistema Respiratorio y Control de la Ventilación Pulmonar
- Respuestas Cardiorrespiratorias al Ejercicio Agudo
- Mecanismos de Adaptación a nivel Cardiorrespiratorio como resultado de un Ejercicio Crónico.

DESCRIPCIÓN

Experiencia práctica inicial e introductoria para los laboratorios en *fisiología del ejercicio*. La actividad experimental actual consiste en una actividad de inquirir básica y práctica en la organización y logística de los experimentos que se llevarán a cabo en este curso. En este experimento se medirán y determinará la frecuencia del *pulso carotídeo* (en un minuto) bajo condiciones *basales (reposo)*, de *ejercicio (agudo)* y *recuperación*.

OBJETIVOS

Se espera que, al concluir el experimento actual, los alumnos posean el conocimiento y destrezas requeridas para poder:

1. **Ejecutar** la función de sujeto, evaluador, anotador (o registrador), cronometrista o controlador de la calidad en esta experiencia práctica, con efectividad.
2. **Comprender** la organización y logísticas de los experimentos científicos de laboratorio en fisiología del ejercicio, con certeza.
3. **Analizar** e interpretar las variables del experimento, correctamente.
4. **Implantar** los métodos estadísticos de los datos colectados en el experimento, con seguridad.
5. **Redactar** el informe de laboratorio según los estándares de las publicaciones científicas, eficientemente.
6. **Medir** a través de la técnica de palpación la frecuencia del pulso carotídeo, sin errores.

TERMINOLOGÍA CON SUS ABREVIACIONES

■ **Sujeto o subject:** Representa el participante del experimento, es decir, a la persona que se le toma las medidas (i.e., el evaluado).

■ **Investigador o evaluador, investigador o evaluator:** Se trata de la persona que habrá de tomar las medidas o llevar a cabo el procedimiento de esta actividad de laboratorio.

■ **Hoja de consentimiento o informed consent:** Formulario que lee y firma cada sujeto del experimento. En la misma debe estar descrito el protocolo del experimento, los posibles riesgos y los beneficios. Luego se debe firmar, junto a un testigo (ir a:

<http://saludmed.com/labs/informconsent.pdf>). Argüello Gutiérrez y Garavito Peña (2023, pp. 52-53) presentan un ejemplo de consentimiento informado para un experimento de laboratorio en fisiología del ejercicio.

■ **Publicación científica o scientific publication:** Informe de los hallazgos e interpretación de los experimentos en acorde con las directrices y estándares de la mayoría de las revistas arbitradas. El formato o componentes del informe de investigación se halla en: <http://saludmed.com/labs/reportformat.pdf>. Por su parte, el ejemplo de una publicación científica para este curso se encuentra en: [http://www.saludmed.com/labsfisiologiaejercicio/introduccion/Informe de Laboratorio EJEMPLO.pdf](http://www.saludmed.com/labsfisiologiaejercicio/introduccion/Informe_de_Laboratorio_EJEMPLO.pdf).

■ **Masa corporal (MC) o bodyweight (BW):** Cantidad de materia en el organismo humano.

■ **Talla (T) o height (H):** La estatura de una persona.

■ **Basal:** Estado en reposo.

■ **Variable:** Factor fisiológico que varía o cambia, como lo puede ser la frecuencia del pulso (o frecuencia cardíaca).

■ **Respuesta o response:** Cambio fisiológico inmediato de un ejercicio agudo. Un ejemplo fisiológico pueden ser alteraciones cardiovasculares, que en este experimento sería: frecuencia cardíaca vía el pulso carotídeo.

■ **Trabajo del Corazón o heart work:** Grado de estímulo ejercicio ante el nervio cardioacelerador del miocardio, lo que genera un trabajo dado asociado el nivel de contractilidad del ventrículo izquierdo y la frecuencia (por minuto) de sus latidos ventriculares.

■ **Arteria o artery:** Vaso sanguíneo del sistema circulatorio encargado de transportar sangre oxigenada desde el ventrículo izquierdo del corazón hacia todos los tejidos del organismo humano.

■ **Arteria carótida o carotid artery:** Arteria ubicada en la región lateral (izquierda y derecha) del cuello.

■ **Palpación o palpation:** Sentir las ondas del pulso de una arteria superficial al cuerpo (comúnmente sobre un hueso) cuando el ventrículo izquierdo del corazón se contrae (sístole) y eyecta sangre a todo el cuerpo.

■ **Frecuencia cardíaca (FC) o heart rate (HR):** Cantidad de latidos ventriculares durante un minuto (latidos por minuto, Lat • min⁻¹). La FC puede ser determinada mediante: (a) palpación (o frecuencia del pulso), (b) auscultación (vía un estetoscopio), (c) a través de monitores de frecuencia cardíaca o de frecuencia del pulso y (d) electrocardiografía. La FC aumenta durante el inicio de un ejercicio. También, se ha observado que esta variable cardiovascular incrementa en anticipación a un ejercicio (Beam & Adams, 2019; Haff & Dumke, 2019; Saghiv & Sagiv, 2020).

■ **Ventrículo o ventricle:** Cavidad del corazón encargado de eyectar sangre. Son dos ventrículos. El ventrículo derecho se encarga de eyectar sangre desoxigenada (o pobre en oxígeno) hacia los pulmones. Por el otro lado, el ventrículo izquierdo posee la importante función de eyectar sangre oxigenada hacia la aorta y de ahí en ruta a todo el cuerpo.

■ **Pulso o pulse:** Ondas de pulsaciones palpadas sobre un punto de presión o arteria que recorre la periferia del organismo humano, particularmente cuando tal vaso sanguíneo arterial se encuentra sobre un hueso del cuerpo.

■ **Pulso carotídeo o carotid pulse:** Pulso palpado sobre la arteria carótida.

■ **Frecuencia del pulso o pulse rate:** Pulso palpado sobre un punto de presión del cuerpo, determinado durante un (1) minuto (Pulsa • min⁻¹).

■ **Monitor de frecuencia cardíaca o heart rate monitor:** Equipo utilizado para medir y monitorear la frecuencia cardíaca; incluye una correa (identifica los latidos cardíacos y transmite la señal de manera telemétrica) y pantalla digital (exhibe la señal como un valor de la frecuencia cardíaca en tiempo real) (Housh et al. 2016).

■ **Frecuencia cardíaca normal o ritmo sinusal (sinus rhythm):** La frecuencia cardíaca de un corazón sano, de 60 latidos por minuto hasta de 100 latidos por minuto (Housh et al. 2016).

■ **Taquicardia o tachycardia:** Frecuencia cardíaca en reposo para un adulto sobre 100 latidos por minuto (Venes, 2025, p. 2412).

■ **Bradicardia o bradycardia:** Frecuencia cardíaca en reposo para un adulto menor de 60 latidos por minuto (Venes, 2025, p. 331).

VARIABLES, ABREVIACIONES Y NOTACIONES CIENTÍFICAS

■ Frecuencia cardíaca (**FC**) o heart rate (**HR**)

■ Frecuencia del pulso (**FP**)

■ Latidos por minuto (**Lat/min** o **Lat • min⁻¹**)

■ Pulsaciones por minuto (**Pulsa/min** o **Pulsa • min⁻¹**)

COMPUTACIONES NECESARIAS: FÓRMULAS Y ECUACIONES

FC (Lat • min⁻¹) = Latidos Palpados del Pulso Carotídeo durante 10 segundos X 6

INTRODUCCIÓN: *TRASFONDO TEÓRICO DEL EXPERIMENTO O EL LABORATORIO:*

CONSIDERACIONES PRELIMINARES SOBRE EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

En toda actividad de inquirir científica, es crucial que siempre se siga el **método científico**. Todo se inicia con establecer un **problema**, **hipótesis** o una necesidad en el campo de las ciencias del ejercicio. Luego, se indaga y estudia sobre la literatura científica relacionada con la temática de investigación. Posterior a esto, se genera una posible solución o un diseño de investigación y medición. Aquí, se decide cuáles serán los sujetos y los equipos de laboratorio y de medición requeridos. A esto, le sigue implementar la investigación, junto a otros colegas y ayudantes. Luego, los datos colectados pasan a un tratamiento estadístico para eventualmente ser interpretados. A raíz de esto, se discuten y comparan los hallazgos con otras investigaciones similares y

se llegan a conclusiones y recomendaciones. Finalmente se publica el trabajo de investigación (ver ejemplo en:

http://www.saludmed.com/labsfisiologiaejercicio/introduccion/Informe_de_Laboratorio_EJEMPLO.pdf).

TEORÍA DEL EXPERIMENTO

Por su parte, la **frecuencia cardiaca (FC)** representa un índice de **estrés** (i.e., implica un tipo de estresante o estímulo). Con respecto a la **respuesta** de la **FC** ante un **ejercicio agudo**, la literatura ha establecido que aumenta en proporción a una intensidad o carga de trabajo fijada a incrementos graduales a lo largo del tiempo. Esto significa que existe una relación directamente proporcional entre la frecuencia cardiaca y la intensidad del ejercicio, es decir, mientras una variable incrementa, la otra igualmente aumenta. Además, la mencionada variable cardiovascular se encuentra íntimamente asociada con el consumo de oxígeno (**VO₂**). Esta **correlación**, entre la **FC** y el **VO₂**, es también de tipo **directamente proporcional**. Dado esta relación (o **correlación**) es posible hacer varias predicciones, particularmente si tal asociación se realiza tomando en cuenta la carga de trabajo y el consumo de oxígeno (Magel & McArdle, 1976, pp. 40-41; Morehouse, 1972, p. 63). También, se sabe que la **FC** aumenta progresivamente luego de comenzar el ejercicio. No obstante, si la carga de trabajo se mantiene estable, por lo regular también se estabiliza la **FC**, lo que se conoce como un **estado estable**.

Referencias para las Lecturas Requeridas tocante a la Teoría del Experimento para el Laboratorio 1:

Libro de Texto del Curso:

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2025). *Physiology of sport and exercise* (9na ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Capítulos para Leer:

► **CAPÍTULO 7: El Sistema Cardiovascular y su Control (The Cardiovascular System and Its Control):**

Páginas: 166-189

Acceso 1: https://intermetroedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/elopategui_intermetro_edu/ES16YKcnEj5LndoQ9srrR-MB_FLna6DLVjuJ6lqBhPfx4A?e=kFEKcW

Acceso 2:

https://drive.google.com/file/d/1UJLjG8Nv78_zCkQJd1fuFftNYPSc7O_2/view?usp=sharing

► **CAPÍTULO 9: Respuestas Cardiorrespiratorias al Ejercicio Agudo**
(*Cardiorespiratory Responses to Acute Exercise*):
Páginas: 214-240

Acceso 1: https://intermetroedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/elopategui_intermetro_edu/EQLNH4W_6fxApO_VNMAEy7kUBTTLSDIXwmWz90pbR3hXSiA?e=7rvCr4

Acceso 2:
<https://drive.google.com/file/d/1OQ8kuNQJdT4wA7YF5gwchj7bKRF2dcZH/view?usp=sharing>

PROPÓSITO

El propósito de esta actividad de laboratorio y experimentación consiste en familiarizar a los estudiantes con el método científico, la logística de un experimento y la publicación de este. Se utilizará como fundamento el analizar las respuestas de la frecuencia del pulso en reposo, ante un ejercicio agudo y durante la recuperación, en ambos géneros.

VALOR, IMPORTANCIA O JUSTIFICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La actividad actual ayudara a los alumnos a cómo iniciar una investigación y la estrategia para implementar, coleccionar y analizar los datos de un experimento. Además, servirá de práctica para palpar el pulso carotídeo.

EQUIPOS Y MATERIALES

Para este laboratorio se requiere:

1. Cronómetro (puede usar el celular).
2. Metrónomo. Puede emplearse el disponible por Google.
3. Calculadora
4. Hojas para la colección de los datos o papel/libreta para el registro de las medidas. Si se desea, puede usar su móvil, una tableta o laptop para entrar los datos.
5. Lápices, sacapuntas, tabloides para fijar las formas.
6. Aplicaciones de **MS Office 365: MS Word y MS Excel**. Se aceptan los equivalentes de estos programas disponibles en Google (**Google Workspace - Features**: <https://workspace.google.com/features/>).

ÁREA O TIPO DE INSTALACIONES FÍSICAS REQUERIDAS PARA IMPLEMENTAR EL LABORATORIO

El lugar donde se llevará a cabo el experimento de laboratorio vigente debe ser uno que posea una ventilación adecuada e idealmente tener aire acondicionado. Así, lo perfecto sería que el laboratorio se implemente dentro del salón con aire acondicionado y que tenga un deshumidificador, de manera que se extraiga la humedad.

PROCEDIMIENTO O PROTOCOLO EXPERIMENTAL

MEDIDAS PREPARATORIAS

1. Crear los grupos para el laboratorio. Dividir aleatoriamente a los estudiantes de la clase en grupos de tres (3) a cinco (5) integrantes cada uno:
 - a. Un estudiante servirá de sujeto, mientras que un segundo alumno fungirá de investigador o evaluador (encargado de tomar el pulso carotídeo).
 - b. Otros integrantes habrán de poseer la función de anotador (o registrador), cronometrista y controlador de la calidad.
2. El sujeto debe completar la **Hoja de Consentimiento**, (ir a: <http://saludmed.com/labs/informconsent.pdf>), donde se le explica el procedimiento de la prueba y sus posibles riesgos.

INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA PRELIMINAR

Esto incluye el nombre completo del sujeto (i.e., el participante evaluado), su edad cronológica, el género (masculino o femenino) la fecha del laboratorio, el tipo de proyecto (e.g., Laboratorio) y el nombre del evaluador.

Sujeto: _____ Edad: _____
MC: _____ kg Talla: _____ m Género: M: _____ F: _____ Fecha: _____

Evaluador: _____ No. Estudiante: _____
Sección del Curso: _____ Horario: _____

Destrezas Compulsorias en este Laboratorio: La Técnica Requerida para Tomar el Pulso Carotídeo:

La metodología para la medición de la frecuencia cardíaca (FC) mediante el pulso carotídeo consiste en:

1. Coloque los dedos del medio de su mano sobre la arteria carótida a lo largo del lado del esófago.
2. No aplique mucha presión, dado que esto causará una reducción en la frecuencia cardíaca.
3. Una vez se ha determinado el ritmo de la frecuencia cardíaca, comience a contar, comenzando en cero.

4. Cuente la frecuencia del pulso durante 10 segundos. Multiplique este valor por seis (6) para obtener latidos por minuto (Lat • min-1)

Administración de la Prueba

1. Al sujeto se le tomara el pulso (idealmente la arteria carótida) en los cuatro (4) estados y posturas, a saber: (a) sentado, (b) de pie, (c) ejercicio y (d) recuperación. Esto se describe a continuación:

BASAL- MEDIDAS EN REPOSO

1. Sentado: El sujeto asume una posición de sedestación (sentado) y se mantiene en esta posición durante 15 segundos. Luego de tal periodo, mientras el sujeto se encuentra sentado, se palpa el pulso carotídeo durante un minuto. Anote aquí:
Sentado: 1 Minuto el Pulso en la Arteria Carótida:

Pulso Carotideo Sentado: _____ pulsaciones por minuto (Lat • min-1)

2. De pie: El sujeto asume una posición de bipedestación (de pie) y se mantiene en esta posición durante 15 segundos. Luego de tal periodo, mientras el sujeto se halla de pie, se palpa el pulso carotídeo durante un minuto. Anote aquí:
De Pie: 1 Minuto el POulso en la Arteria Carótida:

Pulso Carotideo de Pie: _____ pulsaciones por minuto (Lat • min-1)

EJERCICIO

Tomar y registrar el pulso (frecuencia cardiaca) durante los últimos 30 segundos de cada minuto del ejercicio, para un intervalo de tres (3) minutos. Con la finalidad de calcular la frecuencia cardiaca, se palpa el pulso de la carótida durante 10 segundos y luego se multiplica por 6 para convertirlo en un (1) minuto (i.e., latidos por minuto). Durante la medición de la frecuencia cardiaca, el evaluador se ubica detrás del sujeto. Siga el protocolo de la fase del ejercicio que se describe a continuación:

1. Se debe colocar el metrónomo a 125 latidos por minuto. Con cada latido del metrónomo, se sube la rodilla durante la actividad de trotar.
2. El sujeto trota en sitio durante un (1) intervalo de tres (3) minutos.
3. Luego, faltando 30 segundo de cada minuto de ejercicio, se le toma el pulso carotideo en 10 segundos y se multiplica por seis (6) para convertirlo en un (1) minuto. Anote aquí

Ejercicio: Minuto 1 (últimos 30 segundos del minuto):

Pulso Carotideo: _____ 10 seg X 6 = _____ (Lat • min-1)

Ejercicio: Minuto 2 (últimos 30 segundos del minuto):

Pulso Carotideo: _____ 10 seg X 6 = _____ (Lat • min-1)

Ejercicio: Minuto 3 (últimos 30 segundos del minuto):

Pulso Carotideo: _____ 10 seg X 6 = _____ (Lat • min-1)

RECUPERACIÓN

1. A lo largo de tres (3) minutos posejercicio, y aún estado de pie, se toma el pulso carotideo al sujeto que se ejercitó (en 10 segundos) durante cada minuto (se multiplica por 6 para convertirlo en un minuto) hasta completar tres (3) minutos. Es importante que el sujeto se mantenga de pie. Anote aquí:

Recuperación: Minuto 1 (últimos 30 segundos del minuto):

Pulso Carotideo: _____ 10 seg X 6 = _____ (Lat • min-1)

Recuperación: Minuto 2 (últimos 30 segundos del minuto):

Pulso Carotideo: _____ 10 seg X 6 = _____ (Lat • min-1)

Recuperación: Minuto 3 (últimos 30 segundos del minuto):

Pulso Carotideo: _____ 10 seg X 6 = _____ (Lat • min-1)

RESULTADOS

1. Registre los hallazgos del experimento en las formas correspondientes, localizadas al final de esta experiencia científica. Existen dos hojas, una para el registro individual y otra para la colección de las medidas efectuadas en todos los estudiantes. Anote aquí la información de los resultados de esta actividad de inquirir o baje su Hoja de Registro en el formato de PDF de: <http://www.saludmed.com/LAB1-Intr-Fisiol/L1-R1-b.pdf>:

Frecuencia Cardiaca (Lat • min-1) INDIVIDUAL para los Tres (3) Estados del Experimento

(DATOS DEL SUJETO que se habrá de Informar en Blackboard por parte del Estudiante Evaluador):

Nombre del Sujeto: _____ Edad: _____

MC: _____ kg Talla: _____ m Género: M: _____ F: _____ Fecha: _____

Nombre del Evaluador: _____ Número de
Estudiante: _____ Sección del Curso: _____ Horario:

INTRODUCCIÓN

La frecuencia cardíaca aumenta proporcionalmente conforme aumenta la intensidad del ejercicio. No obstante, el grado de aumento de la frecuencia cardíaca depende del nivel de aptitud cardiorrespiratoria del individuo. Es obvio que la frecuencia cardíaca aumenta porque el músculo requiere más sangre y oxígeno para una eficiente contracción durante el ejercicio, aunque la causa principal es un aumento en la actividad del sistema nervioso simpático y en las *catecolaminas* (epinefrina y norepinefrina). Por razones similares, aumenta también la presión arterial sistólica.

Por otro lado, la presión arterial sistólica varía muy poco o disminuye. La razón de dicho aumento en la presión sistólica es por un aumento en el *gasto cardíaco* o *volumen minuto cardíaco* (frecuencia cardíaca y volumen de eyección sistólica) y a un incremento en la *resistencia periférica total*, debido a la constricción generalizada de las arteriolas. La *presión del pulso* (la diferencia entre la presión sistólica y la presión diastólica) aumenta gradualmente durante el trabajo físico.

PROPÓSITO

El propósito de este experimento es observar las respuestas de la frecuencia cardíaca, presión arterial y la presión diferencial durante diferentes niveles de trabajo físico.

VALOR DEL EXPERIMENTO

Este laboratorio sirve de fundamento para la:

1. Prescripción de ejercicio para hipertensos y grupos geriaticos.
2. Evaluación de la capacidad para llevar a cabo trabajo físico.

EQUIPO Y MATERIALES

1. Cicloergómetro
2. Metrónomo. Este dispositivo se emplea cuando el cicloergómetro no posee un velocímetro (tacómetro) o dispositivo electrónico que mida revoluciones por minuto (RPM). Además, se puede emplear una cinta de audio de 60 minutos, en la cual se ha grabado la cadencia de un metrónomo eléctrico que se ha fijado a 100 latidos por minuto.
3. Esfigmomanómetro
4. Estetoscopio.
5. Cronómetro o reloj con indicador de segundos

6. Hojas para registrar los valores del laboratorio
7. Lápices y sacapuntas
8. Tabloides para fijar las formas de la prueba

PROCEDIMIENTO

Medidas Preparatorias

1. El día antes o una hora previo al laboratorio, se recomienda que se calibre el equipo. Tal calibración incluye el ergómetro y el esfignomanómetro. Para los detalle de cómo se calibarn los equipos de laboratorio, refiérase los Anexos A, C y C.
2. Los estudiantes responsables de organizar el experimento, deben de explicar al sujeto todo el procedimiento de la prueba, incluyendo los posibles riesgos de este. Se recomienda que se prepare una hoja de consentimiento que describa el protocolo de la prueba, sus riesgos, los beneficios y una sección para las firmas. Dos ejemplos de esta hoja se cuenta en las páginas 187 y 189.
3. Organice y tenga a la mano las hojas para la colección de los datos individuales, sacapuntas, el cronómetro, estetoscopio y el esfignomanómetro.
4. Para esta experiencia científica, las funciones de los estudiantes se establecerán como sigue:
 - a. Sujetos, preferiblemente uno femenino y otro masculino
 - b. Estudiante responsable de cronometrar el tiempo total de la prueba.
 - c. El evaluador encargado de cronometrar los segundos durante las mediciones simultaneas de la frecuencia cardiaca.
 - d. Estudiantes encargados medir la frecuencia cardiaca. Dos de éstos, tomarán palparán el pulso en la arterias carótida y radial, respectivamente. Un tercer estudiante registrará la frecuencia cardiaca mediante auscultación.
 - e. El responsable de tomar la presión arterial.
 - f. La persona encargada de aumenta la carga de trabajo cuando así lo indique el cronometrístta total del experimento.
 - g. Finalmente, habrá un evaluador responsable de coordinar todo el procedimiento del laboratorio.
5. Ajusta cómodamente (sin apretar) el brazalete del esfignomanómetro. Utiliza una cinta adhesiva para asegurar el brazalete, de modo que no se resbale hacia abajo durante el ejercicio. Localiza y marca, con un bolígrafo de fieltro, la arteria braquial en el área antecubital, de manera que al volver a poner la campana del estetoscopio en su lugar no se pierda tiempo y se coloque correctamente.

6. Determine y anote las medidas antropométricas del participante. Esto incluye la masa corporal (peso) y la talla (estatura).
7. Durante el reposo, los estudiantes tomarán la presión arterial y la frecuencia cardiaca:
 - a. Dos estudiantes tomarán el pulso simultáneamente durante 30 segundos; mientras uno palpa la arteria carótida el otro palpa la arteria radial. Un tercer estudiante obtendrá la frecuencia cardiaca mediante auscultación. El estetoscopio se coloca cerca del cuarto espacio intercostal al lado izquierdo del esternón y luego se ajusta hasta encontrar el mejor sitio donde se escuche el latido (véase Figura LE-10:1 y LE-10:2)

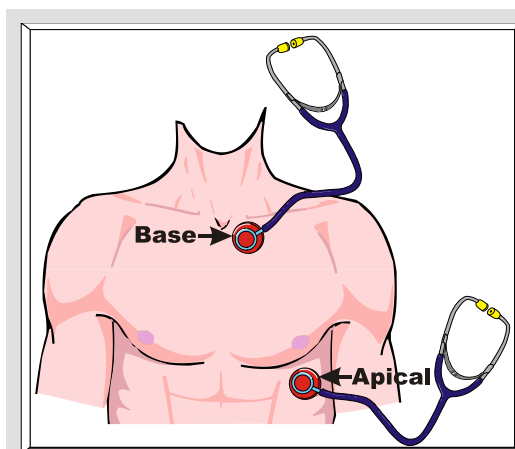


Figura LE-10:1: Áreas para colocar el Estetoscopio en la Región Pectoral. Se muestra la ubicación anatómica del estetoscopio (base y apical) para auscultar la frecuencia cardiaca (FC).

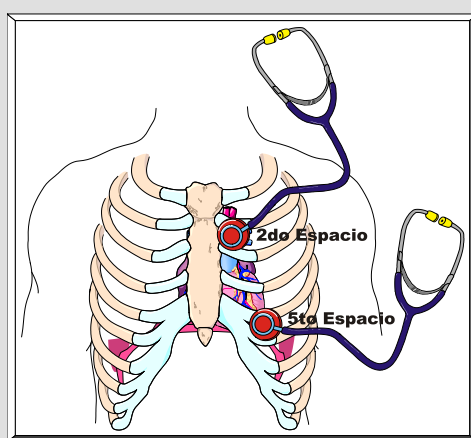


Figura LE-10:1: Ubicación Anatómica del Estetoscopio. La figura ilustra la colocación del estetoscopio en el 2^{do} y 5^{to} espacio intercostal para tomar la frecuencia cardiaca (FC).

- b. Para tomar la presión arterial, coloca el brazalete del esfigmomanómetro, con el borde inferior del mismo alrededor de una pulgada por encima de la articulación del codo (espacio antecubital). Es importante no aplicar el brazalete mientras el brazo este colgado. Coloca la campana del estetoscopio sobre la arteria braquial pre-marcada. Bombear aire hasta unos 150 mm Hg; luego libere el aire gradualmente (de 2 a 3 mm Hg por segundo). El punto en el que se escucha un sonido durante cada latido del corazón será registrado como la presión sistólica. Continúa liberando el aire al mismo ritmo. El sonido del pulso se volverá mucho más suave y desaparecerá a continuación. En este punto el número correspondiente del medidor de mercurio se registra como presión diastólica.

Aministración de la Prueba

1. Gradúe apropiadamente la altura del asiento del cicloergómetro. Anote el número del asiento una vez se fije la altura de éste. Existen dos manera para realizar esto (véase Figura LE-10:3 y LE-10:4). Primero, siente al sujeto en el ergómetro e instrúyelo a que levante sus asentaderas, coloque los metatarsos (parte media) del pie sobre el pedal y extienda cómodamente en su totalidad la rodilla, de manera que el pedal y el pie se encuentre en su

posición más baja. En estos momentos ajuste el asiento para dicha posición (véase Figura **LE-10:3**). Ahora bien, si el participante prefiere realizar el laboratorio con la porción delantera o “bola” del pie sobre el pedal, entonces las rodillas solo deben de encontrarse en una discreta flexión (véase Figura **LE-10:4**).



Figura LE-10:3: Posición del Pie en el Pedal y la Rodilla. Cuando los metatarsos del pie son los que descansan sobre el pedal, entonces la rodilla debe estar totalmente estirada, pero no rígida.



Figura LE-10:4: Posición del Pie en el Pedal y la Rodilla. Cuando la bola del pie descansa sobre el pedal, entonces la rodilla debe estar levemente doblada.

2. El metrónomo debe ser ajustado a 100 latidos por minuto. No será necesario este instrumento si el ergómetro posee un velocímetro (tacómetro) o dispositivo electrónico que permita al sujeto ver sus revoluciones por minuto (rpm)
3. Se ensayará sin resistencia el pedaleo a un ritmo de 50 revoluciones por minuto (50 rpm), para adaptarse al ritmo del metrónomo (un latido por cada pedaleo o dos latidos por cada revolución del pedal). En un metrónomo eléctrico, la luz intermitente y el sonido dictará la cadencia de las 50 rpm.
4. Activa el reloj y coloca la primera carga de trabajo a 150 kpm/min (24.5 Watts). Se trabajará a esta intensidad durante 3 minutos, luego de los cuales se debe aumentar la potencia ergométrica a 150 kpm/min (24.5 Watts) cada tres minutos hasta un máximo de 1200 kpm/min (196 Watts). Cabe señalar que esta carga es sumamente alta para la mayoría de las persona. Esto implica que se debe estar pendiente a cualquier manifestación clínica adversa que indique que se deba detener el ejercicio. Además, si el participante alcanza un 85% de su frecuencia cardíaca máxima estimada, la prueba también debe darse por terminado.
5. Toma la frecuencia cardíaca (carótida, radial y mediante auscultación) durante los primeros 30 segundos de cada etapa del ejercicio. Multiplique por dos el valor resultante para estimar la frecuencia cardíaca en 6 segundos (1 minuto).

6. La presión arterial será tomada durante el último minuto de cada etapa
7. La prueba en el cicloergómetro debe detenerse si se cumplen uno o más de los siguientes criterios:
 - a. ¿El sujeto llegue a la carga máxima (1200 kpm/min).
 - b. El individuo alcance un 85% de su frecuencia cardiaca maxima prevista.
 - c. El sujeto manifiesta signos y síntomas peligrosos que indican intolerancia al ejercicio (véase Tabla **LF-11:9**, y **LF-11:10**, páginas).
8. Al finalizar el ejercicio (recuperación), el sujeto debe continuar pedaleando y la carga de trabajo reducida gradualmente hasta que llegue a cero ("0") kp (o watts). Todas las mediciones serán repetidas cada dos minutos hasta un máximo de 8 minutos o hasta que la frecuencia cardiaca sea menor de 100 latidos/min.

RESULTADOS

Anote los valores del laboratorio en las hojas designadas, las cuales se encuentran en la parte final de este experimento. Hay dos formas, una para el registro individual de cada estudiante y otra para la recolectar las mediciones realizadas en todos los estudiantes (véase páginas).

Utilizando las medidas obtenidas del experimento construya las siguientes gráfica. Se requiere que éstas se preparen en los programas de MS Excel o MS Power Point. Luego se deben insertar en el reporte de laboratorio.

PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

1. ¿Cómo comparan los diferentes métodos para obtener la frecuencia cardiaca? ¿Cuál sería la más precisa? ¿Porque?
2. ¿Qué relación existe entre la frecuencia cardiaca y la intensidad del ejercicio?:
 - a. ¿Es directamente proporcional o inversamente proporcional?
 - b. ¿Es lineal o curvilínea?
 - c. ¿Cuánto tiempo requiere la frecuencia cardiaca para que aproximadamente alcance un estado constante (steady state)?
 - d. En que forma la intensidad del ejercicio puede afectar la recuperación de la frecuencia cardiaca?

3. ¿Cuáles son las relaciones que existe entre las presiones sistólica y diastólica con la potencia ergométrica? Explique mediante datos fisiológicos la razón de los cambios que ocurren en ambas presiones arteriales.
4. ¿Qué cambios sufre la presión del pulso? Ofrezca explicaciones fisiológicas para tales alteraciones?

REFERENCIAS

Byrd, R. J., & Browning, F. M. (1972). *A Laboratory Manual for Exercise Physiology* (pp.). Springfield, Illinois: Charles C. Thomas, Publisher.

Shaver, L. G. (1973). *Experiments in Physiology of Exercise*. Minneapolis: Burgess Publishing Company. 172 pp.

HOJA PARA LA COLECCIÓN INDIVIDUAL DE LOS DATOS EFECTOS DEL EJERCICIO AGUDO SOBRE LA FRECUENCIA CARDIACA

Evaluador(es):

Fecha: ____/____/____
Día Mes Año

Hora: ____ (a.m.) (p.m.)

NOMBRE: _____ ID: _____ Edad ____ Sexo: (F) (M)

Medicamentos: _____ Peso: ____ kg ____ lb Talla: ____ cm ____ pulg

Frecuencia Cardiaca Reposo: De pie ____ lat·min⁻¹ Sentado ____ lat·min⁻¹ Presión Arterial: ____/____ mm

Frecuencia Cardiaca Máxima (220-Edad): FCmáx ____ 85% ____ 75% ____ 65% ____

Altura del Asiento ____ Limitaciones al Ejercicio: _____

Potencia Ergométrica		Duración (min)	Frecuencia Cardiaca (latidos·min ⁻¹)			Presión Arterial (mm Hg)		Presión del Pulso (mm Hg)
kpm·min ⁻¹	Vatios		Carótida	Radial	Auscultación	Sistólica	Diastólica	
Reposo		0						
150	24.5	1 - 3						
300	49	4 - 6						
450	73.5	7 - 9						
600	98	10 - 12						
750	122.5	13 - 15						
900	147	16 - 18						
1050	171	19 - 21						
1200	196	22 - 24						
Recuperación		1 - 2						
		3 - 4						
		5 - 6						
		7 - 8						

RAZÓN PARA DETENER LA PRUEBA:

- ☐ Alcanzó la última carga de trabajo
- ☐ Alcanzó el 85% de su frecuencia cardiaca máxima

☐ Otras: _____

SÍNTOMAS Y SIGNOS PRESENTADOS: _____

COMENTARIOS: _____

HOJA DEL REGISTRO GRUPAL PARA EFECTOS DEL EJERCICIO RÍTMICO SOBRE VARIABLES CARDIOVASCULARES

Grupo de Trabajo: _____

Fecha: ____/____/____
Día Mes Año

Sección: _____

Horas de la Clase: _____

Días: _____

Nombre (Iniciales o # ID)	Sexo ♀ ♂	Ejercicio Máximo		FCmáx (lat • min ⁻¹)			PAmáx (mm Hg)		Presión del Pulso (mm Hg)
		Potencia Ergométrica (kgm • min ⁻¹)	Duración (min)	Carótida	Radial	Auscultacion	Sistólica	Diastólica	
1. _____	☐								
2. _____	☐								
3. _____	☐								
4. _____	☐								
5. _____	☐								
6. _____	☐								
7. _____	☐								
8. _____	☐								
9. _____	☐								
10. _____	☐								
11. _____	☐								
12. _____	☐								
13. _____	☐								
14. _____	☐								
15. _____	☐								
16. _____	☐								
17. _____	☐								
18. _____	☐								
19. _____	☐								

20. _____									
Promedio:									