Saludmed 2025, ***por*** ***Edgar Lopategui Corsino***, está bajo una licencia CC: "***Creative Commons***"

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

ACCESO: ***http://saludmed.com/Respuestas-Cardio-Ejer/L9_PA-FC-PP-Contrc.html***

Experiencia de: LABORATORIO 9

EFECTOS DE LAS CONTRACCIONES DINÁMICAS E ISOMÉTRICAS SOBRE LA FRECUENCIA CARDIACA, PRESIÓN ARTERIAL Y PRESIÓN DEL PULSO

Términos Claves	Objetivos
• Contracción muscular • Contracción dinámica • Contracción isométrica	Al finalizar este capítulo, ustedes estarán capacitados para: • ***Definir*** contracción muscular, contracción dinámica, contracción isométrica • ***Describir*** los cambios en la frecuencia cardiaca, presión arterial y presión del pulso con las contracciones dinámicas e isométricas.

Teoría del Laboratorio:

Referencia:	Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of sport and exercise* (8va ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.		
Capítulos:	**7**:	El Sistema Cardiovascular y su Control	**pp.:** 166-189, 185-187
	9:	Respuestas Cardiorrespiratorias al Ejercicio Agudo	**pp.:** 214-240, 228-230

DESCRIPCIÓN

Estudio de los efectos de contracciones musculares (dinámicas e isométricas) en las variables frecuencia cardiaca, presión arterial y presión del pulso.

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

Se ha comprobado que los ***ejercicios*** **isométricos** pueden resultar peligrosos si no se efectúan con precaución. Durante un ejercicio isométrico se comprimen los vasos sanguíneos en los músculos ejercitados, lo cual aumenta las presiones sistólicas y diastólicas; además, al mismo tiempo, uno tiende a sostener la respiración (***maniobra de*** **Valsalva**), lo cual aumenta la presión en las venas dentro del tórax, resultando en un aumento en las presiones sistólicas y diastólicas.

(cc) BY-NC-ND 2025, *por* ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

PROPÓSITO

El propósito de este experimento es observar y comparar experimentalmente en el laboratorio las respuestas fisiológicas cardiovasculares (frecuencia cardiaca, presión arterial, presión del pulso) durante contracciones dinámicas e isométricas.

VALOR DEL EXPERIMENTO

Esta experiencia científica sirve de base:

1. Al seleccionar programas de acondicionamiento físico para participantes con problemas cardiovasculares (e.g., hipertensión).
2. Para determinar varios métodos de entrenamiento y acondicionamiento para diferentes deportes.

PALABRAS CLAVES, DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

En esta sección del laboratorio se desglosan palabras de importancia, junto a su descripción y abreviación, si aplica.

■ **Contracción Muscular:** Generación de tensión a nivel de los músculos esqueléticos del organismo humano.

■ **Contracción Dinámica:** Tensión muscular repetitiva y rítmica, con acciones cíclicas de actividades musculares eccéntricas y concéntricas, en ese orden.

■ **Contracción Isométrica:** Deficiencia en el flujo sanguíneo en algún tejido (e.g., muscular) del cuerpo, ocasionado por una oclusión y compresión (o constricción) de los vasos arteriales que suplen sangre a la región afectada.

■ **Presión Arterial (PA)**: La presión arterial representa la acción que ejerce el impulso de la sangre contra la arteria aórtica durante la eyección sistólica del ventrículo izquierdo. Cuando esta presión contra la arteria aórtica llega a su pico, inmediatamente desciende a un valor mínimo, lo que define a la presión diastólica. Una presión arterial aceptable se caracteriza por un valor de la presión arterial sistólica a nivel de la aorta de 122 mm Hg. y una presión arterial aórtica diastólica de 80 mm Hg. (Hamrell, 2018).

■ **Hipertensión:** Presión arterial elevada, caracterizada por una presión arterial sistólica de 130 mm Hg o mayor, o una presión arterial diastólica de 80 mm Hg. o mayor. También se define hipertensión como una presión arterial sistólica de 140 mm Hg. o mayor, o una presión arterial diastólica de 90 mm Hg o mayor (Lloyd-Jones, 2024).

■ **Presión del Pulso:** La presión del pulso representa una presión arterial sistólica pico menos (resta) la presión arterial diastólica (Hamrell, 2018).

■ **Pulso Carotideo:** Punto de presión localizado sobre la arteria carótida.

■ **Esfigmomanómetro:** Equipo utilizado para medir la presión arterial.

■ **Dinamómetro:** Aparato para medir tensión muscular máxima, comúnmente de tipo isométrica.

(cc) BY-NC-ND 2025, ***por*** ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

VARIABLES, ABREVIACIONES Y NOTACIONES CIENTÍFICAS

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

■ Presión arterial sistólica (**PAS**) o systolic blood pressure (**SBP**)

■ Presión arterial diastólica (**PAD**) o diatolic blood pressure (**DBP**)

■ Presión del pulso (**PP**, calculada como una resta: PAS - SBP) o pulse pressure (**PP**)

■ Tiempo (**t**, minutos [min] o time (**t**, minutes [min]): Para ambos tipos de contracciones (dinámicas e isométricas)

EQUIPO Y MATERIALES

1. Estetoscopio
2. Esfigmomanómetro
3. Dinamómetro de mano
4. Metrónomo
5. Hojas para la colección de los datos
6. Lápices, sacapuntas, tabloides para fijar las formas

PROCEDIMIENTO

Medidas Preparatorias: *Creación de los Grupos:*

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 y la presión arterial).
   b. Otros integrantes habrán de poseer la función de anotador (o registrador), cronometrísta 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 procedimiemto de la prueba y sus posibles riesgos.

Consideraciones Generales:

1. Los estudiantes asignados para tomar la frecuencia cardiaca y la presión arterial deben rotar, de manera que cada estudiante pueda obtener alguna experiencia al tomar cada medición.

2. Los siguientes procedimientos deben seguirse durante la medición de la presión arterial:

   a. Fija bien el brazalete del esfigmomanómetro, de modo que pueda mantenerse sin problemas en el brazo del sujeto durante el periodo de ejercicio.

   b. Entre cada lectura de la presión arterial, desinfla el brazalete completamente a fin de permitir que fluya normalmente la sangre.

(cc) BY-NC-ND 2025, ***por Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

Contracciones Dinámicas:

1. El sujeto debe asumir una posición ***de pie*** contra la **pared** (espalda contra ésta).

2. **Medidas en reposo de pie y de espalda a la pared:** Durante cada minuto, para un total de ***2 minutos***, en los cuales el sujeto esta en reposo, un estudiante deberá tomar la frecuencia cardiaca (palpando el ***pulso carótida***) durante un minuto y la registra. Un segundo estudiante tomará la ***presión arterial*** y calcula la presión del pulso (la diferencia entre la presión sistólica y la diastólica).

3. **Contracciones dinámicas:** Utilizando la ***mano dominante***, el sujeto comenzará apretando el dinamómetro lo más fuerte que pueda cada dos segundos (a una frecuencia de ***30 veces/minuto***), siguiendo la cadencia del ***metrónomo***, para un total de ***5 minutos***.

4. **Medidas durante las contracciones:** El estudiante asignado tomará la frecuencia cardiaca (palpando el ***pulso carotideo***) durante los **últimos 30 segundos** ***de cada minuto***, mientras que el otro estudiante mide y registra la ***presión arterial*** en el ***brazo que*** **no se esta ejercitando**.

5. **Luego del ejercicio:** El sujeto ***continua*** **de pie** mientras se le toma la ***frecuencia cardiaca*** y la ***presión arterial*** durante cada minuto, de un total de ***10 minutos***. Si antes de los 10 minutos la frecuencia cardiaca y presión arterial alcanzan sus niveles registrados previo al ejercicio, no se habrán de tomar las mediciones de recuperación.

6. Repite todo el procedimiento anterior en dos estudiantes adicionales.

7. Los sujetos deben ***descansar de*** **10-15 minutos** antes de comenzar con el ejercicio isométrico.

Contracciones Isométricas:

1. **Medidas en reposo de pie y de espalda a la pared:** El sujeto que ejecutó originalmente las contracciones dinámicas, se coloca de nuevo de pie contra la pared, y se toma la ***frecuencia cardiaca*** y las mediciones de la ***presión arterial*** durante los ***2 minutos*** de reposo.

2. Determina el ***50 por ciento*** de la fuerza máxima de la ***mano dominante*** del sujeto:

   a. Primero calcula la ***fuerza máxima*** del sujeto, lo cual se realiza registrando el ***punto más alto observado*** en el dinamómetro de mano durante las contracciones dinámicas.

   b. El 50 por ciento de la fuerza máxima será la ***mitad*** de la lectura observada en el dinamómetro de mano.

3. **Contracciones isométricas:** El sujeto debe apretar el dinamómetro de mano (utilizando el ***50% de su fuerza máxima***) durante ***5 minutos*** o hasta que el sujeto no pueda mas sostener dicha posición.

(cc) BY-NC-ND 2025, ***por*** ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

4. **Medidas durante las contracciones:** Durante cada minuto se debe tomar la ***frecuencia cardiaca*** (pulso carotideo durante los ***últimos 30 segundos*** de cada minuto) y la ***presión arterial***, siguiendo los mismos procedimientos realizados cuando se llevo a cabo el ejercicio dinámico.

5. El estudiante tomando la frecuencia cardiaca debe estar pendiente al dinamómetro, de modo que cuando el sujeto comience a descender de su nivel de 50 por ciento, él debe alertar al sujeto para que regrese a su nivel requerido. ***Si el sujeto no puede continuar hasta los 5 minutos utilizando el 50% de su fuerza máxima***, **detenga la prueba** y registra el tiempo que duró.

6. **Luego del ejercicio:** El sujeto debe mantenerse de pie mientras se toma la ***frecuencia cardiaca*** y la ***presión arterial*** durante cada minuto, hasta un total de ***10 minutos*** o hasta que la frecuencia cardiaca y la presión arterial alcancen los niveles registrados antes del ejercicio.

7. Repite todo el procedimiento anterior en dos estudiantes más.

RESULTADOS

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 (ver páginas 11-12).

A base se los resultados de este laboratorio, prepare las siguientes gráficas. Éstas pueden ser confeccionada en MS Excel o MS PowerPoint. Luego, tales gráficas deben ser insertadas en el informe del laboratorio.

Desarrollo de Cuatro (4) Gráficas - Una (1) para cada Variable (*Frecuencia Cardiaca* [FC], *Presión Arterial Sistólica* [PAS], *Presión Arterial Diastólica* [PAD] y *Presión del Pulso* [PP]): Se Utilizará el Registro de los Datos Individuales:

Lo que se busca en estas gráficas es observar cómo estas variables cardiovasculares cambian en relación con los tipos de trabajo realizado (dinámico o isométrico)

Gráfico 1: Cambios en la Frecuencia Cardiaca (Frecuencia del Pulso Carotídeo) durante el Reposo, Ejercicio y Recuperación:

► Rotular y cuantificar (en latidos por minuto) una escala para para la frecuencia cardiaca (latidos/min) en el eje-de-y (eje vertical u ordenada del punto [coordenada y del punto]).
► Rotular y cuantificar una escala (Tiempo [min]) que transcurre en el eje-de-x (eje horizontal o abscisa del punto [coordenada x del punto]).

(cc) BY-NC-ND 2025, *por* ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

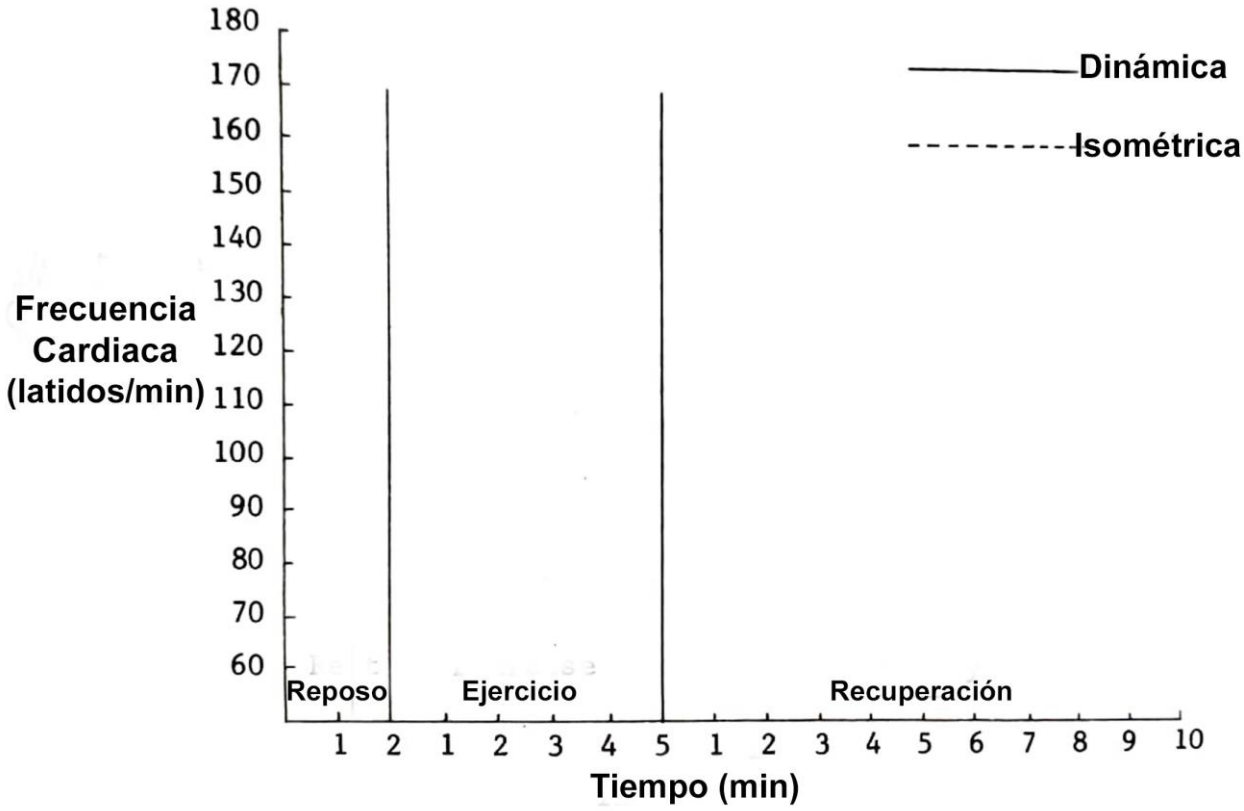


Gráfico 2: Cambios en la Presión Arterial Sistólica durante el Reposo, Ejercicio y Recuperación:

► Rotular y cuantificar (en milímetros de mercurio, mm Hg.) una escala para para la presión arterial sistólica (mm Hg.) en el eje-de-y (eje vertical u ordenada del punto [coordenada y del punto]).
► Rotular y cuantificar una escala (Tiempo [min]) que transcurre en el eje-de-x (eje horizontal o abscisa del punto [coordenada x del punto]).

(cc) BY-NC-ND 2025, *por* ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

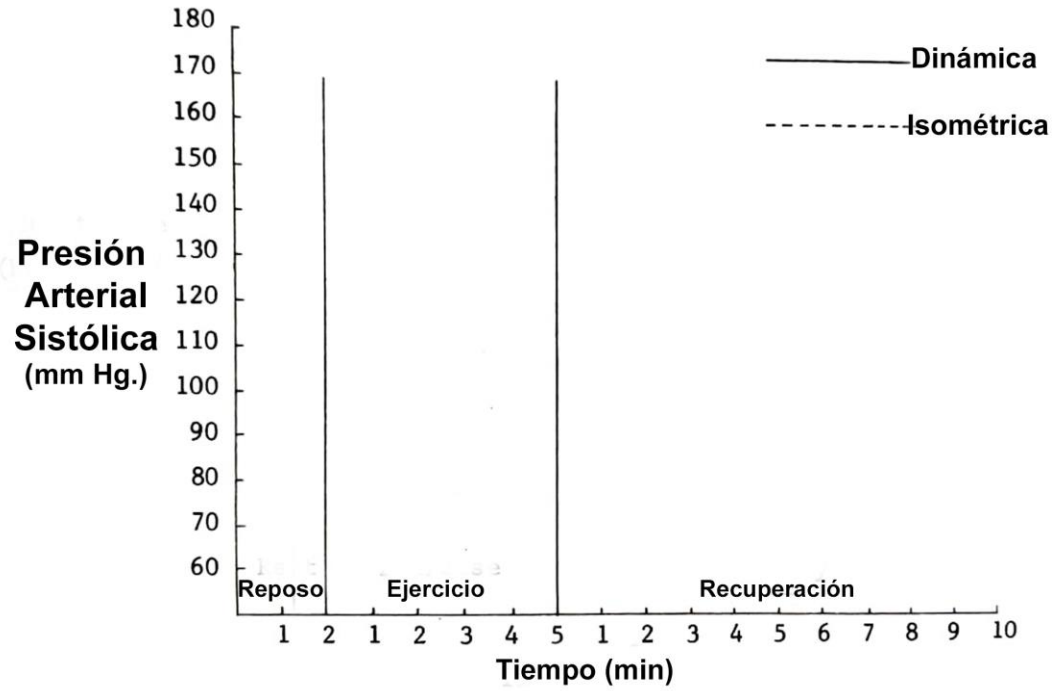


Gráfico 3: Cambios en la Presión Arterial Diastólica durante el Reposo, Ejercicio y Recuperación:

► Rotular y cuantificar (en milímetros de mercurio, mm Hg.) una escala para para la presión arterial diastólica (mm Hg.) en el eje-de-y (eje vertical u ordenada del punto [coordenada y del punto]).
► Rotular y cuantificar una escala (Tiempo [min]) que transcurre en el eje-de-x (eje horizontal o abscisa del punto [coordenada x del punto]).

(cc) BY-NC-ND 2025, *por* ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

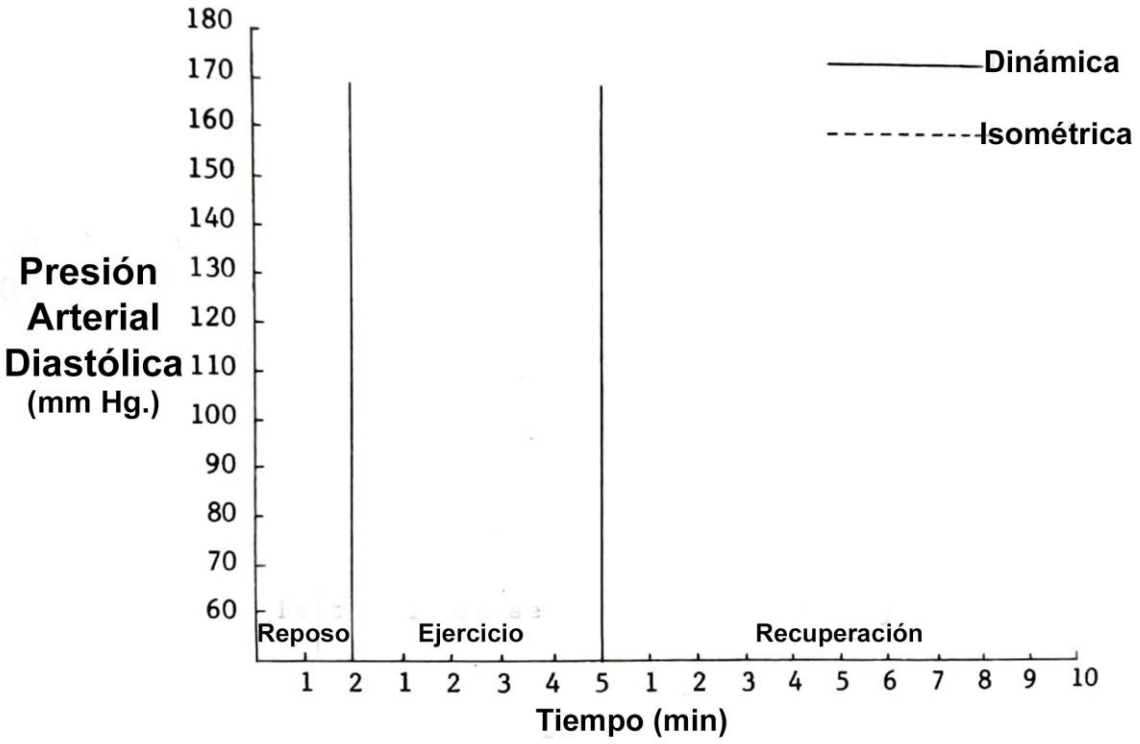
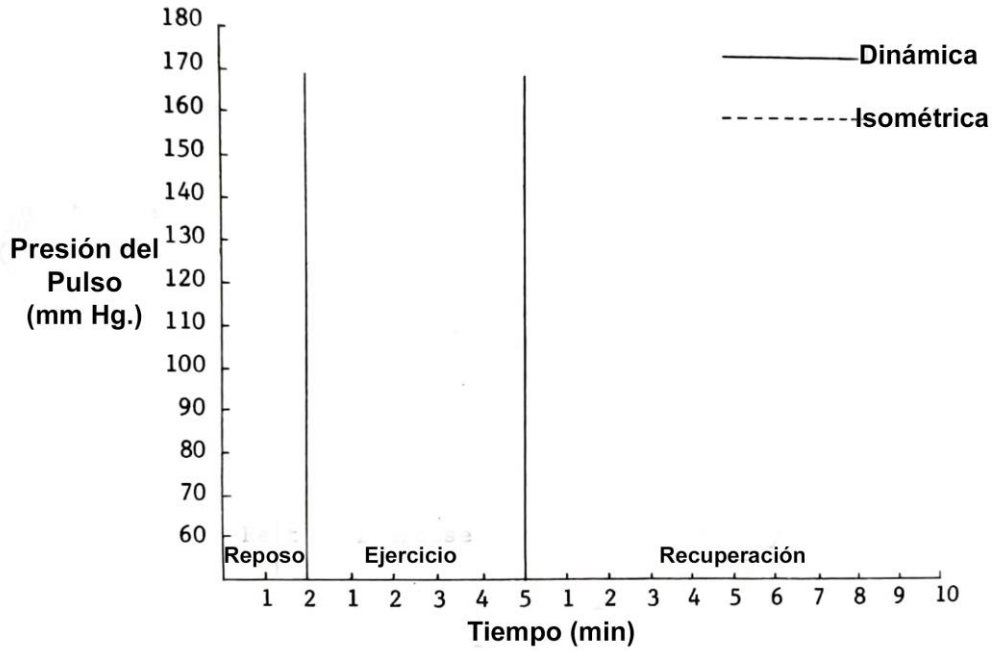


Gráfico 4: Cambios en la Presión del Pulso (Presión Sistólica - Presión Diastólica) durante el Reposo, Ejercicio y Recuperación:

► Rotular y cuantificar (en milímetros de mercurio, mm Hg.) una escala para para la presión del pulso (mm Hg.) en el eje-de-y (eje vertical u ordenada del punto [coordenada y del punto]).
► Rotular y cuantificar una escala (Tiempo [min]) que transcurre en el eje-de-x (eje horizontal o abscisa del punto [coordenada x del punto]).

(cc) BY-NC-ND 2025, *por* Edgar Lopategui Corsino, se encuentra bajo una licencia: "Creative Commons", Lic. PR



INTERPRETACIÓN: *PREGUNTAS DE DISCUSIÓN:*

1. Utilizando la gráfica, ¿Cuál es la relación que existe entre el trabajo dinámico y la frecuencia cardiaca?, ¿Entre el trabajo isométrico y la frecuencia cardiaca?; ¿Son dichas relaciones lineales o curvilíneas?, ¿Directamente proporcional o inversamente proporcional? Explique.

2. Utilizando los resultados de tu experimento, ¿Qué cambios sufre la presión arterial sistólica y diastólica durante el ejercicio isométrico? ¿Son tus hallazgos similares de aquellos reportados en la literatura científica?

3. Compara los cambios sufridos en las presiones arteriales sistólicas y diastólicas durante el trabajo isotónico con los cambios registrados en las presiones arteriales sistólicas y diastólicas durante el esfuerzo isométrico. De ser diferentes los cambios, intenta explicar el porqué.

4. ¿Qué es presión del pulso? ¿Cómo se afecta la presión del pulso durante el ejercicio isométrico? ¿Sufre algún cambio la presión del pulso durante el ejercicio isotónico? En ambos tipos de ejercicios, intenta explicar los mecanismos fisiológicos involucrados que afectan la presión del pulso.

5. Explique las posibles causas fisiológicas para los cambios ocurridos en la frecuencia cardiaca y presión arterial durante cada tipo de ejercicio.

6. ¿Recomendarías ejercicios isométricos en pacientes cardiacos? Explique.

7. Basado en lo reportado por la literatura científica, explique mediante datos fisiológicos el efecto que pueda tener la contracción isométrica sobre el flujo sanguíneo a través de los músculos que se están contrayendo isométricamente.

(cc) BY-NC-ND 2025, ***por*** ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

REFERENCIAS

Libros de Experimentos para la Implementación de Laboratorios Prácticos en los Cursos de Fisiología del Ejercicio:

Byrd, R. J., & Browning, F. M. (1972). *A laboratory manual for exercise physiology* (pp. 33-42). Springfield, Illinois: Charles C. Thomas, Publisher.

Shaver, L. G. (1973). *Experiments in physiology of exercise* (pp. 7-14). Minneapolis: Burgess Publishing Company.

Libros:

Hamrell, B. B. (2018). *Cardiovascular physiology: A text and e-resource for active learning*. Boca Raton, FL: CRC Press, an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business.

Lloyd-Jones, D. M. (2024). General population cardiovascular risk prediction. En G. L. Bakris, M. Sorrentino & L. J. Laffin (Eds.), *Hypertension: A companion to Braunwald's heart disease* (pp. 1-16). Philadelphia, PA: Elsevier, Inc.

(cc) BY-NC-ND 2025, ***por Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

HOJA PARA LA COLECCIÓN INDIVIDUAL DE LOS DATOS
CONTRACCIONES DINÁMICAS E ISOMÉTRICAS

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 Hg

Temperatura:_____°F _____°C Limitaciones al Ejercicio: _____

Fuerza Máxima de Mano Dominante: _____ kg _____lb 50% de la Fuerza Máxima: _____ kg _____ lb

Duración (min)	CONTRACCIONES DINÁMICAS				CONTRACCIONES ISOMÉTRICAS			
	Frecuencia Cardiaca (latidos·min^{-1})	Presión Arterial (mm Hg) Sistólica	Diastólica	Presión del Pulso (mm Hg)	Frecuencia Cardiaca (latidos·min^{-1})	Presión Arterial (mm Hg) Sistólica	Diastólica	Presión del Pulso (mm Hg)
Reposo								
1								
2								
Ejercicio								
1								
2								
3								
4								
5								
Recup.								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

(cc) BY-NC-ND 2025, ***por*** ***Edgar Lopategui Corsino***, se encuentra bajo una licencia: "***Creative Commons***", ***Lic. PR***

HOJA DEL REGISTRO GRUPAL PARA
CONTRACCIONES DINÁMICAS E ISOMÉTRICAS

Grupo de Trabajo: _____ Fecha: ____/____/____
Día Mes Año

Sección: _____ Horas de la Clase: _____ Días: _____

Nombre (Iniciales o # ID)	Sexo ♀ ♂	Reposo (2do min)			Niveles Máximos					
					Contrac Dinámicas			Contrac Isométricas		
		FC ($l \cdot min^{-1}$)	PA (mm Hg)	PP (mm Hg)	FC ($l \cdot min^{-1}$)	PA (mm Hg)	PP (mm Hg)	FC ($l \cdot min^{-1}$)	PA (mm Hg)	PP (mm Hg)
1. _____										
2. _____										
3. _____										
4. _____										
5. _____										
6. _____										
7. _____										
8. _____										
9. _____										
10_____										
11. _____										
12. _____										
13. _____										
14. _____										
15. _____										
16. _____										
17. _____										
18. _____										
19. _____										
20. _____										
Promedio:										