



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Fisiología del Ejercicio

Laboratorio

Programa Académico:
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Licenciado en Entrenamiento Deportivo
2024-1
01/06/2025
01



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Capítulo 1 **Tabla de contenido**

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	7
<i>Carga Horaria del alumno</i>	<i>7</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>7</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	8
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	11
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>11</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>12</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>12</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>13</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>13</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	14
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	8
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	9
ANEXOS	3

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Propósito del manual

El curso de Fisiología del Ejercicio tiene como propósito fundamental que el estudiante evalúe los efectos agudos y crónicos del ejercicio físico en el organismo humano, con base en principios pedagógicos, técnicos y biológicos del entrenamiento deportivo. A través del análisis de procesos fisiológicos, el desarrollo de prácticas de laboratorio y la observación científica, el estudiante será capaz de inferir necesidades nutricionales, optimizar el rendimiento físico y tomar decisiones fundamentadas en escenarios reales del desempeño humano, atendiendo a las características de las etapas de desarrollo biológico, con una actitud ética, crítica y colaborativa.

Justificación de su uso en el programa académico

La asignatura Fisiología del Ejercicio es fundamental en la formación de profesionales del entrenamiento deportivo, ya que proporciona los conocimientos científicos necesarios para comprender el funcionamiento del cuerpo humano ante diferentes estímulos físicos. El estudio de los procesos fisiológicos, tanto en condiciones de reposo como durante el ejercicio, permite al estudiante analizar las respuestas y adaptaciones del organismo, lo cual es indispensable para planificar entrenamientos eficaces y seguros.

A través de prácticas de laboratorio y la aplicación de normas de bioseguridad, se fomenta el

desarrollo de habilidades técnicas, pensamiento crítico, responsabilidad profesional y toma de decisiones basadas en evidencia. Esta asignatura contribuye directamente al logro de las competencias del perfil de egreso, al integrar contenidos biológicos, técnicos y pedagógicos que sustentan la preparación física y el rendimiento deportivo. Además, promueve una visión ética, científica y responsable del ejercicio profesional, en coherencia con los principios de la formación integral en la educación superior.

Competencias a desarrollar

Competencias blandas: Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como la comunicación, el trabajo en equipo, el uso de tecnologías, etc.

- Trabajo colaborativo: Participa activamente en prácticas y actividades grupales, fomentando un ambiente de respeto, responsabilidad compartida y comunicación efectiva.
- Pensamiento crítico: Analiza y reflexiona sobre las respuestas fisiológicas al ejercicio, interpretando datos con criterio científico.
- Toma de decisiones: Emite juicios fundamentados en la evidencia biológica y técnica para ajustar o proponer programas de entrenamiento.
- Ética profesional: Actúa con responsabilidad y respeto hacia las normas de bioseguridad, la integridad del grupo y el uso adecuado de los recursos del laboratorio.
- Adaptabilidad: Se ajusta con apertura al cambio en protocolos, tecnologías o condiciones del entorno de entrenamiento.

Competencias disciplinares: Conocimientos específicos del área del laboratorio, incluyendo fundamentos teóricos y habilidades técnicas.

- Sustento científico de la práctica deportiva: Justifica con base en la fisiología del ejercicio las decisiones tomadas en la planificación del entrenamiento.
- Análisis del desempeño físico: Evalúa el rendimiento de los deportistas considerando factores fisiológicos y su relación con la salud y la mejora del desempeño.
- Diseño de programas personalizados: Propone estrategias de entrenamiento ajustadas a las necesidades y etapas de desarrollo biológico del individuo.
- Manejo seguro del entorno de trabajo: Opera de forma adecuada equipos e instrumentos en el laboratorio, cumpliendo con normas de seguridad y regulaciones oficiales.

- Contribución al desarrollo humano integral: Aplica el conocimiento fisiológico no solo en el ámbito deportivo, sino también en la promoción de la salud, la educación física y el bienestar general.

Competencias profesionales: Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa.

- Sustento científico de la práctica deportiva: Justifica con base en la fisiología del ejercicio las decisiones tomadas en la planificación del entrenamiento.
- Análisis del desempeño físico: Evalúa el rendimiento de los deportistas considerando factores fisiológicos y su relación con la salud y la mejora del desempeño.
- Diseño de programas personalizados: Propone estrategias de entrenamiento ajustadas a las necesidades y etapas de desarrollo biológico del individuo.
- Manejo seguro del entorno de trabajo: Opera de forma adecuada equipos e instrumentos en el laboratorio, cumpliendo con normas de seguridad y regulaciones oficiales.
- Contribución al desarrollo humano integral: Aplica el conocimiento fisiológico no solo en el ámbito deportivo, sino también en la promoción de la salud, la educación física y el bienestar general.

Capítulo 2 IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Fisiología del Ejercicio	
Clave	051CP043	Créditos	
Asignaturas Antecedentes	051CP064	Plan de Estudios	

Área de Competencia	Competencia del curso
Discriminar los elementos pedagógicos, técnicos, y biológicos de la estructura del entrenamiento, con el fin de sustentar la toma de decisiones en el proceso de preparación, con apertura al cambio y conforme a los principios del entrenamiento deportivo	Evaluar los efectos agudos y crónicos del ejercicio físico en el organismo, para su aplicación en escenarios del desempeño humano, atendiendo las características de las etapas de desarrollo biológico con enfoque en los resultados

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total, de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	1	1	2	6

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Benito Juárez
Fecha de elaboración	30/06/2025
Responsables del diseño	Dr. Jesús Alfredo Rojo Villa Dr. Jovanny Edmundo Carbajal Baca
Validación Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Analizar la estructura celular	El análisis de la estructura celular proporciona conocimientos básicos de biología celular, que son esenciales para entender: la fisiología del ejercicio y la adaptación celular al entrenamiento, así como a entender cómo los nutrientes son absorbidos, transportados y utilizados en las células para generar energía o reparar tejidos. Esta práctica fomenta una visión científica en la toma de decisiones, reforzando la capacidad del egresado para; Evaluar información biológica, aplicarla al rendimiento físico, diseñar entrenamientos basados en el conocimiento del funcionamiento celular y metabólico.
Evaluación de la Respuesta Metabólica durante Ejercicios de Distinta Intensidad y Duración	Abordar contenidos complejos como la respuesta metabólica al ejercicio desde un enfoque científico y aplicado. Su capacidad para planificar procesos de enseñanza bajo el enfoque por competencias permite que los estudiantes comprendan e integren los fundamentos fisiológicos del ejercicio con la práctica profesional.
Evaluación de la función respiratoria en reposo y durante el ejercicio	Aplicar las ciencias del deporte en la implementación de programas de ejercicio físico, para incidir en los proyectos investigativos que contribuyan al desarrollo del sistema deportivo organizado mediante un trabajo en equipo.
Análisis de la función cardiovascular en diferentes intensidades de ejercicio	Análisis de la Función Cardiovascular en Diferentes Intensidades de Ejercicio La función cardiovascular desempeña un papel crucial en la regulación del rendimiento físico durante el ejercicio, ya que se encarga de transportar oxígeno y nutrientes a los tejidos activos y de eliminar los productos metabólicos. Su comportamiento varía significativamente según la intensidad del esfuerzo físico, y este análisis puede dividirse en tres niveles de intensidad: baja, moderada y alta.
Análisis de los Cambios en el Equilibrio	El análisis de los cambios en el equilibrio

Ácido-Base Inducidos por el Ejercicio Físico	ácido-base inducidos por el ejercicio físico se vincula estrechamente con el perfil de egreso del profesional en entrenamiento deportivo, quien debe ser capaz de comprender, evaluar y aplicar los principios biológicos y fisiológicos en la planificación y control del entrenamiento.
Evaluación de la Coordinación Motora Fina y Gruesa mediante Pruebas Funcionales Simples	La evaluación de la coordinación motora fina y gruesa mediante pruebas funcionales simples está directamente vinculada con el perfil de egreso del profesional en entrenamiento deportivo, quien debe ser capaz de diagnosticar, valorar y diseñar intervenciones motrices en diferentes etapas del desarrollo humano y niveles de condición física.
Evaluación del Gasto Cardíaco y sus Variaciones durante Diferentes Intensidades de Ejercicio Físico	La evaluación del gasto cardíaco y sus variaciones durante diferentes intensidades de ejercicio físico se relaciona directamente con el perfil de egreso del profesional en entrenamiento deportivo, quien debe contar con la capacidad de analizar e interpretar respuestas fisiológicas del cuerpo humano ante distintas cargas de trabajo, con el fin de diseñar estrategias de entrenamiento eficientes, seguras y personalizadas.
Evaluación de los Cambios en la Entrega de Oxígeno al Músculo durante el Ejercicio Físico	La evaluación de los cambios en la entrega de oxígeno al músculo durante el ejercicio físico está alineada con el perfil de egreso del Licenciado en Entrenamiento Deportivo, quien debe poseer la competencia para analizar y aplicar los principios fisiológicos relacionados con el transporte y consumo de oxígeno en diferentes condiciones de esfuerzo.
Observación y análisis de la estructura del músculo esquelético mediante modelos, materiales biológicos y simulaciones educativas	La capacidad para la observación y análisis de la estructura del músculo esquelético mediante modelos, materiales biológicos y simulaciones educativas es una competencia fundamental del egresado en Entrenamiento Deportivo, quien debe poseer un sólido conocimiento de la anatomía y fisiología humana para comprender el funcionamiento del sistema

	músculo-esquelético en el contexto del ejercicio físico.
--	--

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

El presente reglamento general de laboratorio tiene como objetivo establecer las normas mínimas de comportamiento, seguridad e higiene durante la realización de prácticas en el laboratorio de Fisiología del Ejercicio, perteneciente a la carrera de Entrenamiento Deportivo de la Universidad Estatal de Sonora (UES). La correcta aplicación de estas normas garantiza un entorno de trabajo seguro, ordenado y profesional para todos los usuarios, al tiempo que fomenta el desarrollo de competencias técnicas y científicas dentro del marco académico.

Este reglamento se fundamenta en lo establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-2023, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen sustancias químicas peligrosas, y por la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, que regula la adecuada separación, envasado y manejo de residuos biológicos-infecciosos generados en actividades clínicas, de investigación o docencia. Asimismo, se considera el enfoque formativo de la educación superior, donde se espera que el estudiante actúe con responsabilidad, respeto y ética profesional.

A continuación, se exponen disposiciones generales para la utilización del laboratorio. El cumplimiento de estas disposiciones no solo responde a un deber académico, sino también a un compromiso con la integridad física propia y de los compañeros, así como al cuidado del medio ambiente y del equipo institucional.

Disposiciones Generales

1. Ingreso y presentación personal; El acceso al laboratorio solo será permitido con la bata de laboratorio debidamente cerrada y limpia, y el cabello recogido. Está prohibido el ingreso con alimentos, bebidas, objetos personales innecesarios o dispositivos móviles encendidos. El ingreso solo será autorizado en presencia del docente responsable.

2. Conducta y responsabilidad; Mantener una actitud seria, respetuosa y profesional durante toda la práctica. Queda prohibido correr, jugar o realizar conductas que pongan en riesgo la integridad propia o ajena. Cada estudiante es responsable de su equipo, materiales y área de trabajo.

3. Uso de equipos y materiales; Todos los instrumentos deben usarse bajo supervisión docente y conforme a las instrucciones dadas. Queda estrictamente prohibido manipular materiales peligrosos sin el uso adecuado de equipo de protección personal (EPP). Cualquier daño o incidente debe reportarse inmediatamente.

4. Higiene y seguridad; Lavarse las manos antes y después de cada práctica. Mantener el área limpia, libre de residuos, cables u objetos que representen riesgo. En caso de derrames, lesiones o accidentes, informar inmediatamente al profesor.

5. Manejo de muestras y residuos; Las muestras biológicas (saliva, sudor, sangre) deben manipularse con guantes y desecharse en contenedores específicos para residuos biológicos-infecciosos, conforme a la NOM-087-ECOL-SSA1-2002. El material punzocortante deberá depositarse en recipientes rígidos y rotulados. Está prohibido desechar residuos en lavabos o basureros comunes.

6. Evaluación y reportes; La asistencia a las prácticas es obligatoria. Solo se justifican faltas con documentos oficiales. Los reportes deben entregarse en tiempo y forma. El plagio o la copia de resultados se considerarán faltas graves.

7. Salida del laboratorio; El estudiante no podrá retirarse sin que el área de trabajo esté limpia y con el equipo en su lugar. El retiro del laboratorio solo se permite con la autorización del docente responsable.

8. Sanciones; El incumplimiento de este reglamento puede resultar en: 1)- Amonestación verbal o por escrito. 2)- Suspensión de la práctica sin derecho a reposición. 3)- Reporte a coordinación académica o comité disciplinario. 4)- Reglamento de uniforme.

Uso adecuado del equipo y materiales

1)- Todo el equipo deberá ser utilizado únicamente bajo la supervisión del docente o técnico de laboratorio.

2)- Se deben leer y seguir cuidadosamente las instrucciones específicas otorgadas previamente por el docente para cada instrumento antes de su uso.

3)- Los equipos electrónicos deben encenderse y apagarse correctamente, evitando desconexiones forzadas o manipulación indebida.

4)- Está prohibido alterar el funcionamiento del equipo, reprogramar dispositivos o modificar configuraciones sin autorización.

5)- Todo material debe manipularse con guantes, gafas de protección, cofia etc cuando sea requerido y mantenerse limpio antes y después del uso.

6)- Al finalizar la práctica, los materiales deben ser limpiados y devueltos a su lugar de origen en las condiciones como cuando fue tomado.

7)- Los instrumentos frágiles o delicados deben transportarse con precaución y nunca dejarse en bordes de mesas.

8)- Cualquier falla o desperfecto debe ser reportado de inmediato al docente responsable.

9)- El uso negligente o irresponsable del equipo puede ser sancionado y limitar el acceso futuro al laboratorio.

10)- Está estrictamente prohibido retirar materiales o equipos del laboratorio sin autorización escrita.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

- 1)- Todos los residuos biológico-infecciosos (RBI) deben ser separados desde el momento de su generación y dispuestos en los recipientes específicos según su tipo: bolsa roja para residuos infecciosos y recipiente rígido amarillo para punzocortantes.
- 2)- Se deben utilizar bolsas y contenedores autorizados por la norma NOM-087-ECOL-SSA1-2002 para asegurar la integridad del manejo y recolección.
- 3)- El personal deberá portar equipo de protección personal (EPP) al momento de manipular residuos peligrosos.
- 4)- Está prohibido compactar, reabrir o manipular manualmente las bolsas de residuos.
- 5)- Los contenedores deben mantenerse siempre cerrados y en condiciones de higiene adecuadas.
- 6)- Todos los residuos deberán ser etiquetados correctamente con el símbolo universal de riesgo biológico y con fecha de recolección.
- 7)- La disposición final será gestionada por personal autorizado o empresas externas con licencia ambiental vigente.
- 8)- El incumplimiento de estas normas será sancionado y reportado a la autoridad académica.

Procedimientos en caso de emergencia

- 1)- Emergencias médicas:** Notificar de inmediato al docente responsable y solicitar apoyo del técnico de laboratorio. Si es necesario, trasladar al afectado a la unidad médica universitaria o llamar al 911.
- 2)- Derrames de sustancias:** Evacuar el área de forma ordenada con base a protocolo si se trata de sustancias peligrosas. El personal capacitado debe contener y limpiar el derrame utilizando equipo de protección adecuado.
- 3)- Fuego o explosiones:** Activar la alarma de incendio. Utilizar el extintor si se tiene entrenamiento y es seguro hacerlo. De lo contrario, evacuar el laboratorio siguiendo la ruta establecida.
- 4)- Cortes o heridas con material punzocortante:** Detener la práctica, lavar la herida con agua y jabón, aplicar antiséptico y reportar inmediatamente al docente. Registrar el incidente en el formato correspondiente.
- 5)- Exposición a fluidos biológicos:** Retirarse del área, quitar el equipo contaminado, lavar con agua y jabón, y reportar el incidente para su seguimiento médico.
- 6)- Evacuación general:** Seguir las señales de salida, sin correr ni empujar. Reunirse en el punto de encuentro preestablecido para hacer lista de asistencia.
- 7)- Comunicación:** Todos los números de emergencia, ubicación del botiquín, extintor, salidas y plan de evacuación deben estar claramente visibles en el laboratorio.
- 8)- Capacitación:** El personal y estudiantes deben participar en simulacros periódicos de emergencia.

Capítulo 3 RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC I
	Identificar los procesos fisiológicos de generación, requerimiento y gasto energético en dependencia de la actividad, con la finalidad de inferir sobre las necesidades nutricionales y el óptimo rendimiento de los deportistas con un enfoque de resultados.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Análisis de estructura celular	Observar y comparar estructuras celulares en preparaciones microscópicas, para identificar y diferenciar organelos entre células vegetales y animales, siguiendo protocolos de microscopía óptica y normas de bioseguridad, dentro del laboratorio de Fisiología del Ejercicio como parte del desarrollo de fundamentos científicos aplicables al entrenamiento deportivo.
Práctica No. 2	Evaluación de la Respuesta Metabólica durante Ejercicios de Distinta Intensidad y Duración	Analizar las respuestas metabólicas del cuerpo humano durante ejercicios de diferente intensidad y duración, con la finalidad de interpretar indicadores fisiológicos como la frecuencia cardíaca, concentración de lactato y percepción del esfuerzo, bajo condiciones controladas de laboratorio, en el contexto de la fisiología del ejercicio aplicada al entrenamiento deportivo.
Práctica No. 3	Evaluación de la función respiratoria en reposo y durante el ejercicio	Registrar e interpretar parámetros de la función respiratoria (frecuencia respiratoria, volumen corriente, ventilación pulmonar y saturación) con la finalidad de analizar las respuestas ventilatorias al ejercicio físico, utilizando un espirómetro y oxímetro de pulso correctamente, durante una sesión de ejercicio submáximo en laboratorio, demostrando responsabilidad y trabajo colaborativo en el desarrollo de la práctica.
Práctica No. 4	Análisis de la función cardiovascular en diferentes intensidades de ejercicio	Evaluar la respuesta cardiovascular en estado basal, submáximo y máximo para optimizar el rendimiento físico, aplicando protocolos estandarizados en laboratorio, fomentando el trabajo en equipo y la

		responsabilidad
Práctica No. 5	Análisis de los Cambios en el Equilibrio Ácido-Base Inducidos por el Ejercicio Físico	Analizar los cambios en el equilibrio ácido-base provocados por el ejercicio físico para interpretar las respuestas fisiológicas del organismo y su relación con el rendimiento deportivo, mediante la aplicación de pruebas prácticas de laboratorio, en condiciones controladas durante una sesión de ejercicio físico de diferente intensidad, demostrando pensamiento crítico y trabajo colaborativo.
Práctica No. 6	Evaluación de la Coordinación Motora Fina y Gruesa mediante Pruebas Funcionales Simples	Aplica pruebas funcionales simples de coordinación motora fina y gruesa, con la finalidad de identificar el nivel de control motor voluntario, bajo condiciones de laboratorio con recursos materiales limitados, en el contexto de la fisiología del ejercicio y el entrenamiento deportivo, mostrando disposición al trabajo colaborativo.
Práctica No. 7	Evaluación del Gasto Cardíaco y sus Variaciones durante Diferentes Intensidades de Ejercicio Físico	Analizar el gasto cardíaco y sus variaciones durante la actividad física, para interpretar la respuesta aguda del sistema cardiovascular al esfuerzo físico, mediante la aplicación de pruebas prácticas controladas, en el contexto de la formación en fisiología del ejercicio, desarrollando la competencia blanda de toma de decisiones aplicadas al entrenamiento deportivo.
Práctica No. 8	Evaluación de los Cambios en la Entrega de Oxígeno al Músculo durante el Ejercicio Físico	Analizar los cambios en la entrega de oxígeno al músculo durante el ejercicio físico, para interpretar las respuestas fisiológicas del sistema cardiovascular y respiratorio, mediante la aplicación de mediciones prácticas en condiciones de campo, en el contexto de la formación en fisiología del ejercicio, desarrollando la competencia blanda de toma de decisiones aplicada al entrenamiento deportivo.
Práctica No. 9	Observación y análisis de la estructura del músculo esquelético mediante modelos, materiales biológicos y simulaciones educativas	Identificar las principales estructuras del músculo esquelético, para comprender su organización funcional y su relación con la contracción muscular, mediante la

		observación guiada de modelos anatómicos y tejidos, en el contexto del estudio de la fisiología del ejercicio, desarrollando la competencia blanda de pensamiento crítico aplicado a la ciencia del entrenamiento deportivo.
--	--	--



Capítulo 4 **PRÁCTICAS**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Análisis de estructura celular
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Observar estructuras celulares en preparaciones microscópicas, para identificar y diferenciar organelos, siguiendo protocolos de microscopía óptica y normas de bioseguridad, dentro del laboratorio de Fisiología del Ejercicio como parte del desarrollo de fundamentos científicos aplicables al entrenamiento deportivo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La práctica de análisis de la estructura celular se basa en los principios de la biología celular y la microscopía óptica, permitiendo la observación directa de células vegetales y animales para identificar sus componentes principales, como la membrana plasmática, núcleo, citoplasma, cloroplastos, pared celular y vacuolas (Alberts et al., 2014). Esta actividad se apoya en el principio de contraste diferencial proporcionado por colorantes como azul de metileno o Lugol, entre otros como verde de metilo, rojo neutro o colorante alimenticio, los cuales permiten distinguir organelos específicos al teñir ciertas estructuras celulares (Woolsey, 2010). Además, se emplean técnicas de preparación de muestras que aseguran su visibilidad sin alterar su estructura natural (Cooper & Hausman, 2019). Desde el punto de vista técnico, se requiere el uso adecuado del microscopio compuesto, aplicando conocimientos sobre aumento, enfoque y calibración del equipo, lo que fomenta habilidades prácticas fundamentales para la observación científica (Bauchau & Vézina, 2020). Esta práctica fortalece la comprensión del nivel celular como base funcional del organismo, relacionando sus estructuras con procesos fisiológicos que posteriormente serán aplicados en contextos del entrenamiento deportivo, como la adaptación celular al ejercicio, regeneración muscular y metabolismo energético (McArdle, Katch & Katch, 2015).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
Equipo e instrumentos: • Microscopio óptico compuesto (1 por cada 2 alumnos). • Gradillas para tubos de ensayo (1 por mesa). • Gotero o pipeta desechable (1 por alumno). • Portaobjetos y cubreobjetos de vidrio (3 por alumno). Materiales: • Epitelio bucal (según disponibilidad). • Papel absorbente (1 rollo por mesa). • Bastoncillos de algodón o palillos (2 por alumno). • Toallas desechables o servilletas (2 por alumno). Reactivos y colorantes: • Azul de metileno al 1% (10 mL por grupo). • Solución de Lugol (yodo) (10 mL por grupo). • Agua destilada (50 mL por mesa). Capítulo 5 Alcohol al 70% (30 mL por mesa para limpieza). Protección personal: • Guantes de látex o nitrilo (1 par por alumno). • Bata de laboratorio.

- Cubrebocas (uso obligatorio en prácticas con contacto directo con fluidos o muestras).

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Objetivo; Observar estructuras celulares animales al microscopio, aplicando técnicas básicas de tinción y preparación de muestras.

Actividades:

1. Preparación personal y del espacio de trabajo:

- Colocarse bata, guantes y cubrebocas.
- Desinfectar la mesa con alcohol al 70%.
- Preparar el microscopio y verificar que esté limpio y en funcionamiento.

2. Obtención de muestras:

- Recolectar epitelio bucal con bastoncillo.
- Colocar la muestra sobre un portaobjetos.

3. Aplicación del colorante:

- Añadir una gota de azul de metileno (para células animales) o Lugol (para vegetales).
- Colocar cuidadosamente un cubreobjetos sobre la muestra, evitando burbujas.

4. Observación al microscopio:

- Iniciar con el objetivo de menor aumento y enfocar.
- Aumentar progresivamente y registrar observaciones.
- Dibujar o fotografiar las estructuras visibles, identificando núcleo, citoplasma, pared celular, cloroplastos, etc.

5. Limpieza y disposición de materiales:

- Desechar muestras en el contenedor adecuado (según si es biológico o no).
- Lavar portaobjetos y cubreobjetos con agua y jabón.
- Apagar y cubrir el microscopio.
- Limpiar la estación de trabajo y desechar guantes y materiales desechables correctamente.

Precauciones:

- No tocar los lentes del microscopio con los dedos.
- No dejar muestras sin supervisión.
- No ingerir alimentos ni bebidas en el laboratorio.
- Manipular los colorantes con precaución para evitar contacto con piel u ojos.
- Reportar inmediatamente cualquier derrame, accidente o mal funcionamiento

RESULTADOS ESPERADOS

- 1)- Identificación clara de estructuras celulares: membrana, núcleo, citoplasma, pared celular, cloroplastos.
- 2)- Preparación adecuada de la muestra y uso correcto del microscopio.
- 3)- Registro gráfico (dibujo o fotografía) preciso de la observación microscópica.
- 4)- Bitácora completa con objetivo, introducción teórica, procedimiento, resultados y conclusiones.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 1)- ¿Cuáles son las principales diferencias visibles entre las células estructuras observadas y agregue su función?
- 2)- ¿Cómo afecta el uso de cada colorante a la visualización de las diferentes estructuras celulares?
- Explica por qué el azul de metileno tiñe el núcleo y Lugol la pared celular o almidón.
- 3)- ¿Qué estructuras celulares pudiste identificar claramente en cada tipo de muestra?
- Señala núcleo, citoplasma, membrana celular, pared celular, cloroplastos, etc.
- 4)- ¿Hubo alguna dificultad para preparar las muestras o visualizar ciertas estructuras? ¿A qué crees que se debió?
- 5)- ¿Cómo influye la calidad del montaje (por ejemplo, la presencia de burbujas) en la observación y análisis de la muestra?
- 6)- ¿Qué importancia tiene la observación microscópica para entender la función celular y la fisiología del organismo?
- 7)- ¿Puedes relacionar alguna estructura celular observada con funciones específicas en el contexto del entrenamiento deportivo o la fisiología del ejercicio?
- 8)- ¿Cómo mejorarías la técnica o el procedimiento para obtener resultados más claros y precisos en futuras observaciones?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica de análisis de estructura celular se fundamenta en los principios básicos de la biología celular y la histología, que establecen la estructura y función de los diferentes tipos de células y tejidos. Observar y comprender las diferentes estructuras y sus funciones en la célula animal, permite a los estudiantes consolidar conocimientos esenciales sobre la organización biológica, lo cual es un pilar para el estudio de la fisiología humana.

En el campo profesional del Entrenamiento Deportivo y la Fisiología del Ejercicio, esta base teórica es indispensable para entender cómo las células musculares, nerviosas y otros tejidos responden y se adaptan al estímulo del ejercicio físico. Por ejemplo, la observación del núcleo celular y mitocondrias (aunque no visibles con técnicas básicas) se relaciona con la capacidad de síntesis proteica y producción energética, aspectos claves para el rendimiento y la recuperación deportiva.

Sumado a lo anterior, el manejo correcto de técnicas microscópicas y el análisis crítico de estructuras celulares fomentan el desarrollo de habilidades científicas y técnicas necesarias para evaluar parámetros fisiológicos, realizar biopsias musculares, o interpretar estudios histológicos en investigaciones relacionadas con el alto rendimiento y la salud deportiva.

Finalmente, esta práctica refuerza el enfoque científico y técnico que debe tener un profesional del entrenamiento deportivo para diseñar programas basados en evidencia, considerando la función celular y molecular que sustenta la respuesta al ejercicio, optimizando así el rendimiento y la prevención de lesiones.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

El docente a cargo podrá elegir las actividades, la cantidad y el tipo de actividad que mejor le competa:

1)- Comparación cualitativa y cuantitativa:

Mide el tamaño promedio de las células observadas en la muestra, utilizando la escala del microscopio.

¿Qué diferencias encuentras? ¿A qué se deben?

Describe el funcionamiento de los organelos observados.

2)- Identificación de organelos específicos:

Investiga y describe la función de los organelos que no se pueden observar con el microscopio óptico

básico (como mitocondrias, retículo endoplasmático, etc.) y su importancia en la fisiología del ejercicio.

3)- Impacto de la tinción:

Realiza la misma preparación sin aplicar colorantes y observa las diferencias en la visibilidad de las estructuras. Explica por qué los colorantes son necesarios para ciertas observaciones.

4)- Preparación y análisis de otras muestras:

Prepara y observa al microscopio células de otros tejidos, como músculo esquelético o sangre, y realiza un reporte comparativo con la muestra inicial.

5)- Simulación de daño celular:

Describe cómo cambiarían las observaciones microscópicas si la célula estuviera sometida a estrés (por ejemplo, daño oxidativo o ejercicio intenso). ¿Qué signos celulares podrían evidenciar daño o adaptación?

6)- Análisis de funciones celulares relacionadas con el deporte:

Investiga y explica cómo la estructura celular muscular se adapta a distintos tipos de entrenamiento (resistencia vs fuerza) y cómo esto se relaciona con las observaciones hechas en la práctica.

7)- Ensayo breve:

Redacta un [ensayo](#) que integre la teoría celular con su relevancia práctica en el entrenamiento deportivo y la fisiología del ejercicio, usando evidencias científicas actuales.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de ensayo y lista de cotejo para evaluación rápida
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de Práctica: Observación Celular y Fisiología Aplicada

Capítulo 6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Capítulo 7

1. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). Molecular biology of the cell (6th ed.). Garland Science. <https://www.routledge.com/Molecular-Biology-of-the-Cell/Alberts-Johnson-Lewis-Raff-Roberts-Walter/p/book/9780815344322>
2. Bauchau, V., & Vézina, F. (2020). Introduction to microscopy: Principles and practice. Open Textbooks for Biology, eCampusOntario. <https://ecampusontario.pressbooks.pub/microscopy/>
3. Cooper, G. M., & Hausman, R. E. (2019). The cell: A molecular approach (8th ed.). Sinauer Associates. <https://global.oup.com/academic/product/the-cell-9781605357072>
4. Instituto Politécnico Nacional. (2018). *Manual de prácticas de fisiología del ejercicio*. Escuela Superior de Medicina.
5. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance (8th ed.). Wolters Kluwer Health. <https://shop.lww.com/Exercise-Physiology/p/9781451191554>
6. Organización Mundial de la Salud. (2004). *Manual de bioseguridad en el laboratorio* (3.ª ed.). Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42956>
7. Rodríguez, J. A., & Gómez, M. E. (2019). *Prácticas de laboratorio de biología celular*. Universidad Autónoma Metropolitana. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42956>
8. Secretaría de Salud. (2003). NOM-087-ECOL-SSA1-2002, *Protección ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=698084&fecha=17/02/2003
9. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2023). NOM-005-STPS-2023, *Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5707914&fecha=20/10/2023
10. Woolsey, T. A. (2010). Cellular structure and function in microscopy. In R. J. Lee (Ed.), *Methods in cell biology* (Vol. 96, pp. 3–18). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0091-679X\(10\)96001-3](https://doi.org/10.1016/S0091-679X(10)96001-3)

Capítulo 8 NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Capítulo 9

1. NOM-008-SSA3-2017

Para la organización y funcionamiento de los consultorios de atención médica.

Incluye requerimientos mínimos para la evaluación del estado físico de los pacientes, incluidos quienes realizan actividad física o ejercicio. Se refiere al historial clínico, signos vitales, y pruebas complementarias.

Aplicación: Evaluación médica previa al ejercicio físico o deporte

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Evaluación de la respuesta metabólica durante ejercicios de distinta Intensidad y Duración
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar las respuestas metabólicas del cuerpo humano durante ejercicios de diferente intensidad y duración, con la finalidad de interpretar indicadores fisiológicos como la frecuencia cardíaca, concentración de lactato y percepción del esfuerzo, bajo condiciones controladas de laboratorio, en el contexto de la fisiología del ejercicio aplicada al entrenamiento deportivo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La práctica se fundamenta en el conocimiento de las vías metabólicas que el cuerpo utiliza para producir energía durante el ejercicio, las cuales varían según la intensidad y duración del esfuerzo. En ejercicios de alta intensidad y corta duración, predomina el metabolismo anaeróbico, en particular la glucólisis anaeróbica, que proporciona energía rápida, pero genera lactato como subproducto (McArdle, Katch & Katch, 2015). En contraste, durante ejercicios de baja a moderada intensidad y larga duración, el metabolismo aeróbico es el principal, utilizando oxígeno para oxidar carbohidratos y grasas y sostener la producción energética (Powers & Howley, 2018). Técnicamente, esta práctica implica la medición de parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca, la concentración de lactato y la percepción del esfuerzo, los cuales permiten evaluar las respuestas metabólicas y la capacidad de recuperación del organismo (Kenney, Wilmore & Costill, 2015). Para ello se utilizan dispositivos específicos como monitores de frecuencia cardíaca y lactatómetros, y se aplican protocolos controlados que permiten comparar las respuestas bajo distintas condiciones de ejercicio.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Equipo:

- Ciclómetro o caminadora eléctrica (1 por equipo) que sea ajustable a diferentes intensidades y duración, preferentemente con sistema digital.
- Monitor de frecuencia cardíaca (1 por ejecutante) de precisión, ya sea de correa pectoral o reloj, sensor óptico o de otro tipo.
- Analizador de lactato portátil (1 por equipo) para una medición rápida y confiable de lactato en sangre.
- Oxímetro (1 por equipo) para la medición de saturación de oxígeno y pulso.
- Cronometro digital (1 por estación) para precisión de segundos y fácil manejo.

Instrumentos:

- Lancetas para extracción capilar (50mL por participante) esterilizada para realizar la punción de forma segura e inocua.
- Alcohol isopropílico al 70% (1 por participante) para la esterilización previa a la punción capilar

para la muestra de sangre.

- Torundas o bolas de algodón estéril (10 unidades por grupo) para limpieza y detener sangrado.

Materiales:

- Papel y lápiz (1 por participante) para el registro de datos y observaciones.
- Hoja de protocolo de la prueba (1 por participante) para tener a la mano las instrucciones y registrar los datos.

Reactivos:

- Tiras reactivas para lactato.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Objetivo; Analizar y comparar la respuesta metabólica del organismo ante ejercicios físicos de distinta intensidad y duración, mediante la medición de variables fisiológicas

1. Cicloergómetro o caminadora eléctrica:

- Verificar que el equipo esté correctamente conectado y calibrado.
- Ajustar los parámetros para la prueba (duración, intensidad, velocidad o resistencia) según el protocolo diseñado.
- Asegurarse que la superficie esté limpia y segura para el usuario.
- Colocar el equipo en un área con suficiente espacio para movilidad y supervisión.

2. Monitor de frecuencia cardíaca:

- Comprobar que el monitor esté cargado o con baterías en buen estado.
- Ajustar la correa pectoral o colocar el sensor óptico en el dedo o muñeca del participante.
- Sincronizar el monitor con el sistema de registro si es necesario.
- Confirmar que el dispositivo registre correctamente la frecuencia en reposo antes de iniciar.

3. Analizador portátil de lactato (lactatómetro):

- Encender y calibrar el dispositivo según las instrucciones del fabricante.
- Preparar tiras reactivas en cantidad suficiente para las mediciones.
- Verificar que los materiales para la extracción (lancetas, alcohol, gasas) estén a mano y estériles.
- Establecer un área limpia y desinfectada para la toma de muestras de sangre capilar.

4. Oxímetro:

- Asegurarse que el oxímetro esté funcionando y con batería suficiente.
- Colocar el sensor en un dedo limpio del participante para medir saturación de oxígeno y pulso.
- Comprobar y anotar la lectura inicial en reposo.

5. Cronómetro digital:

- Encender y verificar su funcionamiento.
- Utilizar para controlar con precisión la duración de cada fase de ejercicio y recuperación.

6. Material de registro:

- Entregar hojas de protocolo y lápiz a cada participante o responsable de registro.
- Explicar la importancia de anotar datos como frecuencia cardíaca, lactato, tiempo de ejercicio y observaciones durante la prueba.

7. Preparación general:

- Asegurar que el área de trabajo esté limpia y ordenada.
- Proveer gel antibacterial y materiales para higiene personal antes y después de la práctica.
- Establecer un protocolo para desecho adecuado de lancetas y otros residuos biológicos. Evaluar los cambios en parámetros fisiológicos como frecuencia cardíaca, niveles de lactato y percepción del esfuerzo durante ejercicios aeróbicos de diferente intensidad y duración, para comprender las respuestas metabólicas del organismo al esfuerzo físico.

Actividades:

1)- Preparación previa

- Revisión médica breve o consentimiento informado del participante.
- Confirmar que el participante no haya consumido alimentos pesados ni cafeína al menos 2 horas antes de la prueba.
- El participante deberá usar ropa y calzado deportivo adecuado.

2. Montaje del equipo

- Encender y revisar el funcionamiento del cicloergómetro o caminadora eléctrica.
- Calibrar el analizador de lactato y preparar tiras reactivas.
- Colocar el monitor de frecuencia cardíaca y verificar señal.
- Tener a la mano cronómetro y hojas de registro.
- Desinfectar área de toma de muestra capilar.

3. Mediciones en reposo (pretest)

- Registrar frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno en reposo.
- Medir lactato basal mediante punción capilar.
- Registrar percepción subjetiva del esfuerzo (escala de Borg 6–20).

4. Inicio del ejercicio

- Fase 1: Ejercicio de baja intensidad (por ejemplo, 5 minutos al 40% de la FC_{máx}).
- Fase 2: Ejercicio de intensidad moderada (5 minutos al 60% de la FC_{máx}).
- Fase 3: Ejercicio de alta intensidad (hasta fatiga o 90% de la FC_{máx} por 2–3 minutos).
- Cada fase debe ser separada por un periodo corto de recuperación activa o pasiva.

5. Mediciones durante y después del ejercicio

- Registrar frecuencia cardíaca en tiempo real (cada minuto).
- Medir lactato a los 3 y 5 minutos post-ejercicio de cada fase.
- Registrar nuevamente la percepción del esfuerzo.
- Observar y anotar signos de fatiga o malestar.

6. Cierre de la práctica

- Asegurar que el participante descanse hasta su completa recuperación.
- Retirar con cuidado sensores y equipos.
- Desechar lancetas y materiales biológicos según la norma NOM-087-ECOL-SSA1-2002.
- Limpiar y desinfectar el área y los instrumentos reutilizables.

Precauciones y advertencias

- Contar siempre con supervisión del docente o profesional capacitado.
- Tener acceso a un botiquín de primeros auxilios y números de emergencia.
- Detener la práctica inmediatamente ante signos como mareo, dolor en el pecho, dificultad para respirar, palidez excesiva o náuseas.
- No realizar la práctica si el participante presenta fiebre, enfermedad cardiovascular conocida, hipertensión no controlada o lesiones musculares activas.

- Usar guantes, bata y gafas de protección al manipular muestras sanguíneas.
- Desechar residuos biológicos conforme a las normas oficiales vigentes (NOM-087).

RESULTADOS ESPERADOS

- 1)- Incremento progresivo de la frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno conforme aumenta la intensidad del ejercicio.
- 2)- Elevación de los niveles de lactato sanguíneo en ejercicios de alta intensidad y/o larga duración.
- 3)- Diferencias claras en la recuperación de la frecuencia cardíaca dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio.
- 4)- Correlación entre la percepción subjetiva del esfuerzo y los parámetros fisiológicos medidos.
- 5)- Determinación del umbral anaeróbico a partir del análisis de lactato y VO_2 .
- 6)- Identificación de las variaciones en la respuesta metabólica de los sujetos en función de la intensidad y duración del ejercicio.
- 7)- Conclusiones fundamentadas sobre la relación entre la intensidad/duración del ejercicio y las adaptaciones metabólicas observadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 1)- ¿Cómo varió la frecuencia cardíaca en función de la intensidad y duración del ejercicio?
- 2)- ¿Se observó un aumento lineal o progresivo?
- 3)- ¿A qué intensidad se alcanzó la frecuencia cardíaca máxima estimada?
- 4)- ¿Qué relación existe entre el consumo de oxígeno (VO_2) y la intensidad del ejercicio?
- 5)- ¿Se alcanzó el VO_2 máximo?
- 6)- ¿Cómo se comporta el VO_2 en ejercicios de corta vs. larga duración?
- 7)- ¿Cómo cambiaron los niveles de lactato sanguíneo en respuesta a las diferentes intensidades?
- 8)- ¿En qué momento se observa un aumento significativo de lactato?
- 9)- ¿Se puede identificar el umbral anaeróbico?
- 10)- ¿Cuál fue la percepción subjetiva del esfuerzo reportada y cómo se relaciona con los parámetros fisiológicos medidos?
- 11)- ¿Qué diferencias se observaron en la recuperación de la frecuencia cardíaca tras ejercicios de distinta duración e intensidad?
- 12)- ¿Cuánto tiempo tomó regresar a valores basales?
- 13)- ¿Qué factores podrían influir en la velocidad de recuperación?
- 14)- ¿Los resultados obtenidos coinciden con las teorías y expectativas fisiológicas sobre el metabolismo energético durante el ejercicio?
- 15)- ¿Qué explicaciones científicas pueden darse para las respuestas observadas?
- 16)- ¿Qué limitaciones o fuentes de error pueden haber afectado los resultados obtenidos durante la práctica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La evaluación de la respuesta metabólica ante diferentes intensidades y duraciones de ejercicio está fundamentada en los principios fisiológicos del metabolismo energético, que distinguen entre sistemas aeróbicos y anaeróbicos, así como en la regulación cardiovascular y la homeostasis corporal durante

el esfuerzo físico. Teóricamente, se sabe que el cuerpo adapta su consumo de oxígeno, producción de lactato y frecuencia cardíaca para satisfacer las demandas energéticas del ejercicio, dependiendo de su naturaleza.

En el campo profesional del Entrenamiento Deportivo, comprender estas respuestas metabólicas es esencial para diseñar programas de entrenamiento personalizados y efectivos, que optimicen el rendimiento y minimicen el riesgo de fatiga o lesiones. Por ejemplo, al conocer el umbral anaeróbico y la capacidad de recuperación cardiovascular de un deportista, el profesional puede ajustar la intensidad y duración de las sesiones para mejorar la resistencia y la recuperación.

El monitoreo de estos parámetros permite evaluar la efectividad de los programas de entrenamiento y realizar ajustes basados en datos científicos. Esto es especialmente importante en el alto rendimiento, donde pequeños cambios en la capacidad metabólica pueden significar mejoras significativas en el rendimiento deportivo.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

El docente a cargo podrá elegir las actividades, la cantidad y el tipo de actividad que mejor le competa:

1)- Ejercicio de comparación metabólica:

Diseña un protocolo experimental para comparar las respuestas metabólicas (frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, lactato) entre dos tipos de ejercicios: carrera continua a ritmo moderado y entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT). Describe qué variables medirías y qué resultados esperas encontrar.

2)- Cálculo del umbral anaeróbico:

Utilizando datos hipotéticos de concentración de lactato y frecuencia cardíaca durante un test de esfuerzo incremental, calcula el umbral anaeróbico y explica su importancia en el diseño de programas de entrenamiento.

3)- Interpretación de gráficos:

Se presentan gráficos con la evolución de la frecuencia cardíaca, VO_2 y lactato en un sujeto durante un protocolo de ejercicio de 30 minutos a intensidad variable. Analiza las tendencias observadas y responde: ¿En qué momento se observa un cambio significativo en el metabolismo? ¿Cómo se relacionan estos cambios con la fatiga?

4)- Evaluación de recuperación:

Propón un método para medir la tasa de recuperación cardiovascular post-ejercicio y explica cómo esta información puede ser utilizada para ajustar cargas de entrenamiento en atletas.

5)- Caso clínico:

Un deportista presenta un aumento anormalmente rápido de lactato durante el ejercicio moderado. ¿Qué posibles causas fisiológicas podrían explicar este fenómeno? ¿Qué recomendaciones darías desde el punto de vista del entrenamiento?

6)- Diseño de programa de entrenamiento:

Basándote en los datos de respuestas metabólicas observados, elabora un plan semanal de entrenamiento para mejorar la capacidad aeróbica y retardar la aparición de la fatiga anaeróbica en un corredor amateur.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado.

	Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de investigación y lista de cotejo para evaluación rápida.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas de: Comparar las respuestas metabólicas entre carrera continua y HIIT.

Capítulo 10 FUENTES DE INFORMACIÓN

Capítulo 11

1. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Fisiología del ejercicio: Nutrición, energía y rendimiento humano* (7a ed.). Wolters Kluwer.
 2. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Wolters Kluwer.
 3. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
 4. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2023). *Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas* (NOM-005-STPS-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5707914&fecha=20/10/2023
- Secretaría de Salud. (2003). *Protección ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo* (NOM-087-ECOL-SSA1-2002). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=698084&fecha=17/02/2003



NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Evaluación de la función respiratoria en reposo y durante el ejercicio
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Registrar e interpretar parámetros de la función respiratoria (frecuencia respiratoria, volumen corriente, ventilación pulmonar y saturación) con la finalidad de analizar las respuestas ventilatorias al ejercicio físico, utilizando un espirómetro y oxímetro de pulso correctamente, durante una sesión de ejercicio submáximo en laboratorio, demostrando responsabilidad y trabajo colaborativo en el desarrollo de la práctica.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El aparato respiratorio desempeña un papel esencial en el mantenimiento de la homeostasis durante el ejercicio físico, al facilitar el intercambio gaseoso entre el oxígeno ambiental y el dióxido de carbono producido por el metabolismo celular. Este sistema responde y se adapta de forma inmediata a las demandas del ejercicio mediante ajustes ventilatorios que aseguran el suministro adecuado de oxígeno a los músculos activos y la eliminación eficiente de CO₂ (Powers & Howley, 2018).

Durante el ejercicio, se produce un aumento tanto en la frecuencia respiratoria (FR) como en el volumen corriente (VC), lo que se traduce en una mayor ventilación pulmonar (VE). Este incremento tiene como objetivo satisfacer las necesidades metabólicas crecientes, especialmente cuando el ejercicio alcanza intensidades moderadas o altas (McArdle, Katch, & Katch, 2015). El análisis de estos parámetros permite identificar la eficiencia del sistema respiratorio y su contribución al rendimiento físico. La capacidad vital forzada (CVF) es otro indicador relevante. Esta variable es útil para evaluar la salud y el estado funcional de los pulmones, y puede verse influenciada por el nivel de condición física y la exposición crónica al ejercicio (Wilmore, Costill & Kenney, 2008).

Herramientas como el espirómetro y el oxímetro en la práctica permite cuantificar de manera objetiva los cambios en la función respiratoria antes, durante y después del ejercicio. Estos instrumentos son fundamentales para observar adaptaciones fisiológicas, tanto en individuos entrenados como no entrenados, y para interpretar la eficiencia de la recuperación ventilatoria (Cooper, 2019). Por último, la comprensión de estos mecanismos es clave en el contexto de la fisiología del ejercicio, ya que una ventilación adecuada y adaptativa influye directamente en el rendimiento, la fatiga y la recuperación. Esta práctica de laboratorio no solo permite visualizar en tiempo real estas respuestas fisiológicas, sino que también promueve el desarrollo de competencias clínicas y científicas en el ámbito deportivo y de la salud.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Equipo:

- **Espirómetros digitales o portátiles (3 unidades);** Dispositivo capaz de medir volumen corriente (VC), capacidad vital forzada (CVF) y volumen espiratorio forzado (VEF1). Preferentemente con pantalla LCD y almacenamiento de datos.
- **Oxímetros de pulso con pantalla digital (3 unidades);** Instrumento para medir la saturación de oxígeno (SpO₂) y frecuencia cardíaca de forma no invasiva. Debe incluir clip para dedo, pantalla de lectura numérica y batería funcional.
- **Cicloergómetro o caminadora eléctrica (1–2 unidades);** Equipo para realizar ejercicio submáximo controlado. Debe permitir ajustar la carga (resistencia o velocidad) e incluir monitor

de tiempo o frecuencia cardíaca.

- **Cronómetros digitales o temporizadores (3 unidades):** Para controlar los tiempos de ejercicio, recuperación y medición de frecuencia respiratoria.

Instrumentos y materiales complementarios:

- **Boquillas desechables para espirómetro (15 unidades);** Uso individual por estudiante. Deben ser compatibles con el modelo de espirómetro utilizado y estar empaçadas higiénicamente.
- **Fichas de recolección de datos impresas (15 unidades);** Formato diseñado para registrar manualmente variables como FR, VC, VE, SpO₂, entre otras.
- **Papel sanitario o toallas desechables absorbentes (3 rollos);** Para secar el sudor o limpiar superficies si es necesario durante el ejercicio.
- **Guantes de nitrilo o látex desechables (15 pares);** Opcionales para manipulación higiénica del equipo por parte del personal o los estudiantes.
- **Toallitas desinfectantes con alcohol (3 paquetes);** Para desinfectar el espirómetro, oxímetro, superficies y otros materiales antes y después del uso.
- **Alcohol al 70% en frasco con atomizador (3 frascos de 250 ml);** Para limpieza de equipos y manos antes de comenzar la medición fisiológica.
- **Botellas de agua personal (opcional) (15 unidades);** Para hidratación de los participantes durante la recuperación post-ejercicio.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Objetivo; Evaluar los cambios en la función respiratoria en reposo, durante el ejercicio submáximo y en la fase de recuperación, mediante el uso de espirómetro, oxímetro y control del esfuerzo físico, con el fin de comprender la respuesta fisiológica del aparato respiratorio frente a distintas demandas metabólicas, bajo condiciones controladas de laboratorio y en un contexto de formación en ciencias del ejercicio.

I. Preparación previa

1)- Organización del laboratorio:

- Verificar que todos los equipos (espirómetros, oxímetros, cronómetros, cicloergómetro o escalón) estén en buen estado y calibrados. Distribuir los materiales personales (boquillas, fichas de registro y guantes) a cada subgrupo de estudiantes.
- Asegurar un espacio ventilado, seguro y con espacio suficiente para el ejercicio físico.

2)- Explicación general de la práctica:

- El docente explicará brevemente el objetivo, la metodología, las variables que se medirán y la función de cada instrumento.

II. Evaluación en reposo

1)- Registro de datos basales:

- El estudiante voluntario (sujeto de prueba) debe permanecer sentado y en reposo durante al menos 5 minutos.
- Se registran las siguientes variables: Frecuencia respiratoria (FR), Frecuencia cardíaca (FC), Saturación de oxígeno (SpO₂), Peso, talla e IMC (si no se han registrado previamente).

2)- Prueba de función pulmonar (en reposo):

- El sujeto sopla en el espirómetro usando una boquilla desechable.
- Se miden y registran los siguientes parámetros:
 - Volumen corriente (VC).
 - Capacidad vital forzada (CVF).

- Volumen espiratorio forzado en 1 segundo (VEF1).
- Relación VEF1/CVF

III. Evaluación durante el ejercicio

1)- Inicio del protocolo de ejercicio: El sujeto realiza un ejercicio de tipo aeróbico ligero a moderado durante 5 minutos, en cicloergómetro, caminadora o utilizando un escalón con metrónomo (por ejemplo: 24 escalones/minuto).

- Durante el ejercicio, se monitorean y registran:
- FC, FR y SpO₂ al minuto 1, 3 y 5.

2)- Observaciones durante el esfuerzo: Se anotan signos visibles de fatiga, dificultad respiratoria, cambios en la coloración o postura, si ocurren.

IV. Evaluación en la recuperación

1)- Medición post-ejercicio:

- El sujeto finaliza la actividad y se sienta en reposo.
- Se registran nuevamente FC, FR y SpO₂ al minuto 1, 3 y 5 de la recuperación.

V. Análisis de datos y cierre

1)- Comparación de datos:

- Los estudiantes comparan las variables en los tres momentos: reposo, ejercicio y recuperación.
- Se analizan los cambios fisiológicos observados y se discuten las posibles explicaciones desde la fisiología respiratoria.

2)- Reflexión grupal:

- El docente guía una reflexión final para integrar lo aprendido y relacionarlo con aplicaciones prácticas en el ámbito del ejercicio físico.

RESULTADOS ESPERADOS

En Reposo:

- 1)- Frecuencia respiratoria (FR): entre 12–20 respiraciones por minuto.
- 2)- Frecuencia cardíaca (FC): entre 60–100 latidos por minuto en adultos sanos.
- 3)- Saturación de oxígeno (SpO₂): $\geq 95\%$.
- 4)- Volumen corriente (VC): ~500 mL por inspiración en adultos.
- 5)- Capacidad vital forzada (CVF): varía según sexo, edad y complexión (hombres: 4.8 L aprox.; mujeres: 3.1 L).
- 6)- VEF1: $> 80\%$ del valor teórico.
- 7)- Relación VEF1 / CVF: $> 70\%$ (indicativo de buena función pulmonar).

Durante el Ejercicio:

- 1)- Aumento de la FR: puede subir a 30–50 respiraciones/min según la intensidad del ejercicio.
- 2)- Aumento de la FC: puede elevarse progresivamente, alcanzando 130–180 lpm según el nivel de esfuerzo y condición física del sujeto.
- 3)- SpO₂: se mantiene estable ($\geq 94\%$) aunque puede disminuir levemente si hay hiperventilación o fatiga.
- 4)- Percepción de esfuerzo: moderada en ejercicios submáximos, sin signos de disnea severa.

En Recuperación:

- 1)- FR y FC deberían descender gradualmente hasta aproximarse a los valores basales en un lapso de 3–5 minutos.
- 2)- SpO₂ debería mantenerse o retornar rápidamente a valores $\geq 95\%$.
- 3)- La velocidad de recuperación es un indicador clave de la condición cardiorrespiratoria del individuo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Sobre los parámetros en reposo:

- 1)- ¿Los valores de frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca en reposo se encuentran dentro del rango normal fisiológico?
- 2)- ¿Qué factores individuales (edad, sexo, nivel de condición física) podrían influir en tus valores en reposo?
- 3)- ¿La saturación de oxígeno (SpO_2) registrada en reposo indica una adecuada oxigenación?

Durante el ejercicio:

- 4)- ¿Cómo cambió tu frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca durante el ejercicio? ¿Fue una respuesta proporcional a la intensidad?
- 5)- ¿Qué tipo de patrón respiratorio observaste durante el ejercicio (aumento gradual, hiperventilación, etc.)?
- 6)- ¿La SpO_2 se mantuvo estable o disminuyó? ¿A qué podría deberse una caída de oxígeno durante el esfuerzo?
- 7)- ¿Sentiste fatiga respiratoria o signos de hiperventilación?

En la recuperación:

- 8)- En cuánto tiempo tu frecuencia respiratoria y cardíaca regresaron a valores cercanos al reposo?
- 9)- ¿Qué indica la velocidad de recuperación sobre tu estado de acondicionamiento físico?
- 10)- ¿Existen diferencias entre los tiempos de recuperación entre los compañeros del grupo? ¿A qué podrían atribuirse?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica de laboratorio se fundamenta en los principios teóricos de la fisiología respiratoria, los cuales explican cómo el sistema respiratorio responde ante distintas demandas metabólicas. El aumento de la ventilación pulmonar durante el ejercicio es una respuesta fisiológica esperada para satisfacer las mayores necesidades de oxígeno del organismo y eliminar el dióxido de carbono producido en el metabolismo celular. Esta respuesta se regula a través de mecanismos nerviosos y químicos que involucran centros respiratorios, quimiorreceptores y reflejos musculares (McArdle, Katch & Katch, 2015).

Durante el ejercicio, se activan tanto mecanismos ventilatorios como cardiovasculares, lo que permite estudiar de forma integrada la eficiencia del transporte de gases, la perfusión pulmonar y la adaptación del cuerpo a diferentes intensidades de esfuerzo. Comprender estas respuestas permite identificar patrones normales y detectar posibles disfunciones respiratorias.

En el campo profesional del ejercicio, la educación física o la fisioterapia, esta práctica tiene aplicaciones directas en la evaluación del rendimiento cardiorrespiratorio, el diseño de programas de entrenamiento, y el seguimiento de procesos de rehabilitación pulmonar. Un profesional capacitado puede utilizar los conocimientos adquiridos para:

- Diseñar rutinas de ejercicio personalizadas según la capacidad ventilatoria del individuo.
- Evaluar la recuperación post-ejercicio como un indicador de condición física.
- Detectar signos de hipoxia, hiperventilación o fatiga respiratoria en deportistas o pacientes.

Además, el dominio del uso de instrumentos como el espirómetro o el oxímetro de pulso resulta esencial en entornos clínicos, deportivos o de investigación, fortaleciendo así las competencias técnicas del futuro profesional.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Ejercicio 1: Cálculo del volumen minuto

Un estudiante registró un volumen corriente (VC) de 500 mL y una frecuencia respiratoria de 18 respiraciones por minuto durante el ejercicio.

Pregunta: ¿Cuál es su volumen minuto (VM) durante el ejercicio?

Fórmula: $VM = VC \times FR$

Respuesta esperada: $500 \text{ mL} \times 18 = 9,000 \text{ mL/min}$ (o 9 L/min)

Ejercicio 2: Interpretación de VEF1/CVF

Un sujeto obtiene un VEF1 de 2.8 L y una CVF de 3.5 L.

Pregunta:

- Calcula la relación VEF1 / CVF (%)
- ¿Está dentro del rango normal? Justifica.

Cálculo: $(2.8 \div 3.5) \times 100 = 80\%$

Interpretación: Relación normal (>70%). Buena función pulmonar.

Ejercicio 3: Comparación entre condiciones

Dos estudiantes realizan la práctica. El estudiante A tiene una frecuencia cardíaca máxima de 160 lpm durante el ejercicio y el estudiante B de 190 lpm.

Preguntas:

- ¿Qué factores pueden explicar esta diferencia?
- ¿Cómo se relaciona la edad, el estado físico y el tipo de ejercicio con la frecuencia cardíaca alcanzada?

Ejercicio 4: Análisis gráfico

Utiliza los datos obtenidos durante la práctica para construir una gráfica comparativa de: FC en reposo, durante el ejercicio y en recuperación.

FR en los mismos tres momentos.

Actividad: Analiza las tendencias de las curvas. ¿Cómo varía la pendiente en función del tiempo y la intensidad?

Ejercicio 5: Caso clínico simulado

Una persona presenta valores de VEF1 del 58% respecto a la predicción teórica, y una relación VEF1/CVF de 63%.

Preguntas:

- ¿Qué tipo de patrón ventilatorio presenta esta persona (obstrutivo, restrictivo o normal)?
- ¿Qué recomendaciones darías desde la fisiología del ejercicio?

Clave: Relación <70% con VEF1 bajo indica un patrón obstrutivo (posible asma, EPOC).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de investigación y lista de cotejo para evaluación rápida.
Formatos de reporte de	Reporte de prácticas de: Evaluación de la función respiratoria en reposo

Capítulo 12 FUENTES DE INFORMACIÓN

Capítulo 13

1. Cooper, G. M. (2019). The cell: A molecular approach (8th ed.). Sinauer Associates. <https://global.oup.com/academic/product/the-cell-9781605357072>
2. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance (8th ed.). Wolters Kluwer Health. <https://shop.lww.com/Exercise-Physiology/p/9781451191554>
3. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance (10th ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com/highered/product/exercise-physiology-theory-application-fitness-performance-powers-howley/M9781259870453.html>
4. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). Physiology of sport and exercise (4th ed.). Human Kinetics. <https://us.humankinetics.com/products/physiology-of-sport-and-exercise-4th-edition>
5. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Fisiología del ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano* (7.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Análisis de la función cardiovascular en diferentes intensidades de ejercicio
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Evaluar la respuesta cardiovascular en estado basal, submáximo y máximo para optimizar el rendimiento físico, aplicando protocolos estandarizados en laboratorio, fomentando el trabajo en equipo y la responsabilidad

FUNDAMENTO TEÓRICO
La evaluación de la respuesta cardiovascular durante el ejercicio es fundamental para comprender cómo el sistema cardiovascular se adapta a diferentes demandas físicas, lo cual es esencial para optimizar el rendimiento deportivo. El aparato cardiovascular, conformado por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre, es responsable de transportar oxígeno y nutrientes a los tejidos, y de eliminar productos de desecho metabólico, como el dióxido de carbono (McArdle, Katch & Katch, 2015). Una parte crucial de esta evaluación es la medición en estado basal, es decir, en reposo. La evaluación basal proporciona una línea de referencia para comparar los cambios inducidos por el ejercicio y detectar posibles anomalías previas al esfuerzo físico. Variables como la frecuencia cardíaca en reposo, la presión arterial y la variabilidad del ritmo cardíaco ofrecen información valiosa sobre el estado físico general del individuo y su nivel de adaptación cardiovascular (Wilmore, Costill & Kenney, 2012). Durante la actividad física, particularmente en ejercicios submáximos y máximos, se observan aumentos significativos en la frecuencia cardíaca, el volumen sistólico y el gasto cardíaco, en respuesta a la demanda incrementada de oxígeno por parte del tejido muscular activo (Wilmore et al., 2012). Estas respuestas fisiológicas son necesarias para mantener el equilibrio homeostático y sostener el rendimiento del atleta. El uso de protocolos estandarizados en laboratorio, como el test de Bruce o el test de Astrand-Ryhming, permite una medición objetiva y reproducible de variables como la frecuencia cardíaca máxima, el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) y el umbral anaeróbico. Estos indicadores son fundamentales para prescribir entrenamiento y monitorear la mejora del rendimiento físico (Powers & Howley, 2018). Adicionalmente, el desarrollo de competencias blandas, como el trabajo en equipo y la responsabilidad, es crucial en contextos académicos y deportivos. La colaboración entre los participantes permite una correcta ejecución de las mediciones, mientras que la responsabilidad asegura la aplicación ética de los protocolos y el manejo adecuado de los instrumentos (Durand-Bush & Salmela, 2001). En este contexto, evaluar la respuesta cardiovascular en estado basal, así como en ejercicios submáximos y máximos mediante metodologías científicas, no solo mejora la comprensión del rendimiento fisiológico, sino que también contribuye a la formación integral de futuros profesionales del entrenamiento deportivo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales y equipo

- **Cinta ergométrica o bicicleta ergométrica** (1 por equipo); Para pruebas de esfuerzo controladas.
- **Monitor de frecuencia cardíaca (reloj o banda)** (1 por ejecutante); Marca Polar, Garmin u otra validada para la toma de frecuencia cardíaca.
- **Esfigmomanómetro y estetoscopio** (1 por equipo); Para la toma de presión arterial.
- **Oxímetro de pulso** (1 por equipo); De preferencia con registro continuo. Para la toma de saturación de oxígeno en las distintas intensidades de trabajo físico.
- **Báscula con tallímetro** (1 por equipo); Para peso, talla e IMC del ejecutante.
- **Cronómetro digital** (1 por equipo); También puede usarse aplicación móvil confiable.
- Cuestionarios o fichas de registro (1 por participante); Para registrar FC, PA, percepción del esfuerzo, etc.
- **Computadora o tablet con software de análisis** (1 por equipo); Para crear una base de datos en Excel, Google Sheets o software especializado.

Reactivos.

- Generalmente no se requieren reactivos químicos para esta práctica, ya que es una evaluación no invasiva.
- En caso de incluir medición de lactato sanguíneo, se requeriría equipo y reactivos para análisis de lactato (tiras reactivas, lancetas, alcohol para desinfección).

Notas; Relación entre lactato y ritmo cardíaco

- 1- Durante el ejercicio intenso, los músculos producen más lactato como resultado de un metabolismo anaeróbico (cuando el oxígeno no es suficiente para cubrir las demandas de energía).
- 2- A medida que aumenta la concentración de lactato en sangre, también lo hace la acidez (disminuye el pH) del medio interno. Esto crea un estrés fisiológico que estimula:
 - El sistema nervioso simpático
 - La liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina)
- 3- Estas hormonas aumentan la frecuencia cardíaca para:
 - Mejorar el flujo sanguíneo
 - Facilitar la eliminación del lactato
 - Aumentar el aporte de oxígeno a los músculos

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Objetivo:

Observar y analizar cómo responden la frecuencia cardíaca y la presión arterial durante diferentes niveles de esfuerzo físico, y comprender su relación con la producción de lactato.

1. Medición en reposo (fase inicial)

1.1. Sentar al participante y pedirle que descanse 5 minutos.

1.2. Medir y anotar:

- Frecuencia cardíaca en reposo

- Presión arterial
- Saturación de oxígeno (si se usa pulsioxímetro)
- Percepción del esfuerzo (Escala de Borg del 6 al 20)

2. Ejercicio de baja intensidad (Fase 1)

2.1. El participante realiza 3 a 5 minutos de ejercicio suave:

- Caminata lenta en caminadora o pedaleo sin resistencia.

2.2. Al terminar, medir y registrar:

- Frecuencia cardíaca
- Presión arterial
- Borg (¿cómo se sintió?)
- Lactato en sangre (opcional)

3. Ejercicio de intensidad moderada (Fase 2)

3.1. Subir la velocidad/resistencia moderadamente. Realizar ejercicio 3 a 5 minutos.

3.2. Repetir la medición inmediatamente al terminar.

4. Ejercicio de alta intensidad (Fase 3)

4.1. Incrementar velocidad o resistencia para llevar al participante a un nivel alto de esfuerzo (sin llegar al agotamiento).

4.2. Realizar el esfuerzo durante 2 a 3 minutos máximo.

4.3. Medir al terminar:

- Frecuencia cardíaca
- Presión arterial
- Borg
- Lactato en sangre (si es posible)

Nota; Supervisar signos de fatiga. Detener si el participante muestra mareo, dolor o malestar.

5. Fase de recuperación

5.1. Sentar al participante y permitirle descansar 5 minutos.

5.2. Medir nuevamente los valores:

- Frecuencia cardíaca
- Presión arterial
- Borg

RESULTADOS ESPERADOS

1. En reposo;

Frecuencia cardíaca (FC): 60–90 latidos por minuto (depende del nivel de condición física).

Presión arterial (PA): 110–130 / 70–85 mmHg.

Escala de Borg: Muy bajo (6–8).

Lactato en sangre: Bajo (<2 mmol/L).

2. Ejercicio de baja intensidad

FC: Aumenta ligeramente (90–110 lpm).

PA: Puede subir un poco la sistólica (120–140 mmHg), pero la diastólica se mantiene igual.

Borg: 9–11 (“esfuerzo ligero”).

Lactato: Se mantiene bajo o sube muy poco (aún aeróbico).

3. Ejercicio de intensidad moderada

FC: Aumenta de forma clara (110–140 lpm).

PA: Sistólica más alta (140–160 mmHg); diastólica estable.

Borg: 12–14 (“algo duro”).

Lactato: Puede comenzar a elevarse (2–4 mmol/L).

4. Ejercicio de alta intensidad

FC: Alta (140–180 lpm o más, según edad y condición física).

PA: Sistólica puede superar 160–180 mmHg; diastólica puede variar poco.

Borg: 15–17 o más (“duro” a “muy duro”).

Lactato: Se eleva significativamente (>4 mmol/L), indicando inicio de metabolismo anaeróbico.

5. Recuperación

FC y PA: Deben empezar a bajar progresivamente en los primeros 3–5 minutos.

Una recuperación rápida indica buena condición física.

Una recuperación lenta puede indicar bajo nivel aeróbico o fatiga.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Sobre el estado basal:

- 1- ¿Cuáles fueron los valores de frecuencia cardíaca y presión arterial en reposo?
- 2- ¿Están dentro del rango normal esperado para una persona en reposo?
- 3- ¿Qué podrían indicar valores anormales en esta fase?

Sobre la respuesta al ejercicio:

- 4- ¿Cómo cambió la frecuencia cardíaca a medida que aumentó la intensidad del ejercicio?
- 5- ¿Cómo se comportó la presión arterial sistólica en cada fase del ejercicio?
- 6- ¿La presión diastólica varió significativamente? ¿Por qué esto es importante?
- 7- ¿Cuál fue la percepción del esfuerzo del participante (escala de Borg) en cada fase?
- 8- ¿Qué relación observas entre el esfuerzo percibido y la frecuencia cardíaca?

Si se midió lactato:

- 9- ¿En qué momento se detectó un aumento significativo del lactato en sangre?
- 10- ¿Cómo se relaciona este aumento con el cambio en la frecuencia cardíaca?
- 11- ¿Qué indica la acumulación de lactato sobre el tipo de metabolismo que se está utilizando?

Sobre la recuperación:

- 12- ¿Cuánto tiempo tardó la frecuencia cardíaca en volver a niveles cercanos al reposo?
- 13- ¿Qué tan eficiente fue la recuperación cardiovascular del participante?
- 14- ¿Qué factores (como condición física, hidratación o fatiga) pudieron influir en la velocidad de recuperación?

Análisis global:

- 15- ¿Los resultados fueron coherentes con lo esperado según la fisiología del ejercicio?
- 16- ¿Hubo alguna respuesta inesperada? ¿A qué podría deberse?
- 17- ¿Qué aprendiste sobre el control cardiovascular durante el ejercicio?
- 18- ¿Qué importancia tiene este tipo de evaluación en el entrenamiento deportivo?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Durante esta práctica se logró comprobar que la respuesta del sistema cardiovascular se adapta progresivamente al aumento de la intensidad del ejercicio físico, principalmente a través del incremento de la frecuencia cardíaca (FC) y la presión arterial sistólica (PAS). Este fenómeno fisiológico es el resultado de una mayor demanda de oxígeno por parte de los músculos en actividad, lo que obliga al corazón a incrementar su gasto cardíaco para mantener el aporte energético (Kenney, Wilmore & Costill, 2020).

Se evidenció también que la frecuencia cardíaca es un parámetro confiable y de fácil medición para monitorear la intensidad del ejercicio, siendo útil tanto en entornos académicos como deportivos. La observación de la recuperación post-ejercicio permitió analizar la eficiencia del sistema cardiovascular,

confirmando que una recuperación rápida es indicativa de una mejor condición física (McArdle, Katch & Katch, 2015).

Por otra parte, en los casos en que se midió lactato en sangre, se observó un aumento considerable en fases de alta intensidad, lo cual es coherente con la transición del metabolismo aeróbico al anaeróbico. Esto representa un concepto clave para el entrenamiento deportivo: el umbral de lactato es un indicador sensible del rendimiento aeróbico y de la capacidad de sostener esfuerzos prolongados (Powers & Howley, 2022).

La práctica también permitió identificar la importancia de la percepción del esfuerzo como herramienta subjetiva, pero válida, para monitorear la carga interna del ejercicio, especialmente cuando no se cuenta con equipos sofisticados (Borg, 1998).

Reflexión final

Esta experiencia de laboratorio fue significativa para consolidar conocimientos teóricos sobre fisiología del ejercicio y observarlos en acción. Los estudiantes pudieron interpretar datos reales, desarrollar habilidades de observación, análisis y trabajo en equipo, y aplicar principios fundamentales del entrenamiento seguro y efectivo. Este tipo de prácticas es esencial para la formación de profesionales capaces de prescribir ejercicio con fundamento científico y criterio ético, orientado a la salud y el rendimiento deportivo.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Lectura guiada con preguntas

Objetivo: Relacionar teoría con la experiencia práctica.

Actividad: Entregar un fragmento del libro Fisiología del deporte y del ejercicio (Kenney et al., 2020) sobre la respuesta cardiovascular al ejercicio.

Indicaciones:

Subrayar conceptos clave.

Responder preguntas como:

¿Qué significa "gasto cardíaco"?

¿Por qué la PA sistólica aumenta y la diastólica se mantiene?

¿Qué mecanismos regulan la FC durante el ejercicio?

2. Análisis de gráficas reales

Objetivo: Interpretar datos fisiológicos.

Actividad: Proporcionar a los estudiantes gráficos con datos reales de FC, PA y lactato durante una prueba progresiva.

Tareas: Identificar fases del ejercicio (reposo, carga, recuperación).

Relacionar variables entre sí.

Indicar el umbral aeróbico y anaeróbico si hay datos de lactato.

3. Debate grupal: "¿Qué indica una recuperación cardiovascular lenta?"

Objetivo: Fomentar el pensamiento crítico y la discusión técnica.

Indicaciones:

Formar equipos con posturas a favor o en contra.

Argumentar si una recuperación lenta siempre implica bajo rendimiento.

Incluir factores como fatiga, estrés, entrenamiento, hidratación.

4. Elaboración de informe gráfico personalizado

Objetivo: Visualizar datos de forma clara.

Actividad: Usar los datos recolectados en la práctica (FC, PA, Borg, lactato) para crear un gráfico tipo "línea de tiempo del ejercicio".

Herramientas sugeridas: Excel, Canva o a mano (según recursos disponibles).

Entregable: Un informe con gráfica y una breve interpretación.

5. Minievaluación diagnóstica

Objetivo: Verificar la comprensión del contenido.

Formato: Cuestionario breve de opción múltiple o verdadero/falso.

Ejemplos de preguntas:

¿Qué variable fisiológica es más sensible a los cambios de intensidad: la FC o la PA diastólica?

¿Qué indica un aumento súbito del lactato?

¿Cómo se interpreta una puntuación de 15 en la escala de Borg?

6. Registro audiovisual del ejercicio

Objetivo: Autoevaluación y análisis postural durante el ejercicio.

Actividad: Grabar un segmento de la fase de carga y recuperación.

Tareas:

Observar señales de fatiga, esfuerzo excesivo, técnica.

Comparar con los datos fisiológicos registrados.

7. Reflexión escrita individual

Objetivo: Integrar la experiencia personal con el conocimiento científico.

Guía de redacción:

¿Qué aprendí sobre mi propio cuerpo durante la práctica?

¿Qué datos me sorprendieron?

¿Cómo puedo usar esta información en un programa de entrenamiento?

Promoción de hábitos saludables, actividad física y sana alimentación

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de practica de laboratorio y lista de cotejo para evaluación rápida.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas de: Evaluación de la función respiratoria en reposo y durante el ejercicio.

Capítulo 14 FUENTES DE INFORMACIÓN

- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Wolters Kluwer Health.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2012). *Physiology of sport and exercise* (5th ed.). Human Kinetics.
- Durand-Bush, N., & Salmela, J. H. (2001). The development and maintenance of expert athletic performance: Perceptions of world and Olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13(2), 154–171. <https://doi.org/10.1080/104132001753149865>
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Human Kinetics.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). *Fisiología del deporte y del ejercicio* (7.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

7. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Fisiología del ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano (7.^a ed.). Wolters Kluwer.
8. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2022). Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance (11th ed.). McGraw-Hill Education.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Análisis de los Cambios en el Equilibrio Ácido-Base Inducidos por el Ejercicio Físico
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar los cambios en el equilibrio ácido-base provocados por el ejercicio físico para interpretar las respuestas fisiológicas del organismo y su relación con el rendimiento deportivo, mediante la aplicación de pruebas prácticas de laboratorio, en condiciones controladas durante una sesión de ejercicio físico de diferente intensidad, demostrando pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El equilibrio ácido-base es un mecanismo fisiológico esencial que mantiene el pH sanguíneo dentro de un rango estrecho (7.35–7.45) para asegurar el funcionamiento óptimo de las enzimas y procesos metabólicos. Durante el ejercicio físico, especialmente en actividades de alta intensidad y corta duración, se incrementa la producción de iones hidrógeno (H^+) como consecuencia del metabolismo anaeróbico, lo que puede alterar este equilibrio y provocar acidosis metabólica transitoria (Kenney, Wilmore & Costill, 2020). Cuando la demanda energética excede la capacidad oxidativa mitocondrial, el organismo recurre al sistema glucolítico anaeróbico para la resíntesis de ATP, lo cual genera ácido láctico. Este ácido se disocia en lactato y H^+, aumentando la acidez celular y plasmática (McArdle, Katch & Katch, 2015). La acumulación de estos iones H^+ disminuye el pH intramuscular y sanguíneo, interfiriendo con la contracción muscular, la actividad enzimática y la transmisión neuromuscular (Powers & Howley, 2018). Para contrarrestar esta acidosis inducida por el ejercicio, el cuerpo emplea sistemas reguladores, tanto químicos como fisiológicos. Entre los principales tampones extracelulares se encuentra el sistema bicarbonato (HCO_3^-), que reacciona con los H^+ para formar ácido carbónico (H_2CO_3), el cual se convierte en CO_2 y agua, siendo eliminado a través de la respiración (Wilmore, Costill & Kenney, 2012). También participan proteínas plasmáticas y la hemoglobina, especialmente en el medio intracelular. El sistema respiratorio es un componente clave de la regulación ácido-base durante el ejercicio. El aumento de la ventilación pulmonar ayuda a eliminar el CO_2 producido en exceso, disminuyendo así la presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2) en sangre y favoreciendo un pH más alcalino (Guyton & Hall, 2021). Si el ejercicio persiste o la intensidad

es muy alta, el sistema renal puede intervenir, aunque su acción es más lenta y se manifiesta horas después.

La comprensión de estos mecanismos es crucial en fisiología del ejercicio, ya que permite explicar fenómenos como la fatiga muscular, la tolerancia al ejercicio de alta intensidad y el papel de la suplementación con tampones como el bicarbonato sódico o la beta-alanina en el rendimiento deportivo. Evaluar los cambios en parámetros como el pH sanguíneo, lactato, pCO_2 y bicarbonato durante y después del ejercicio proporciona información valiosa sobre la capacidad de amortiguación del organismo y la adaptación al entrenamiento (Robergs, Ghiasvand & Parker, 2004).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales para los participantes:

- Ropa deportiva cómoda (short, camiseta, tenis) – 1 por participante
- Toalla personal – 1 por participante
- Botella de agua (500 ml) – 1 por participante
- Hoja de registro o bitácora – 1 por participante

Equipamiento de laboratorio y campo:

- **Analizador portátil de gases (pH, CO_2 , HCO_3^-)** (1 por grupo); Ideal: i-STAT, Radiometer o similar
- **Lactatómetro (medidor de lactato en sangre)** (1–2 por equipo); Portátil, tipo Accutrend Plus o Lactate Scout
- **Esfigmomanómetro y estetoscopio** (1 por estación); Para medir TA antes y después del ejercicio
- **Oxímetro de pulso** (1 por estación); Medición indirecta del estado ácido-base
- **Glucómetro (opcional)** (1 por equipo); Para monitorear glucosa en sangre
- **Cronómetro o reloj deportivo** (1 por equipo); Para controlar el tiempo del ejercicio
- **Bicicleta ergométrica o cicloergómetro** (1–2 por equipo); Para pruebas de carga controlada
- **Banda de frecuencia cardíaca o pulsómetro** (1 por participante o grupo); Polar, Garmin, etc.
- **Báscula y estadímetro** (1 de cada una por equipo); Para control antropométrico básico
- **Laptop o tablet con software de registro de datos** (1 por grupo); Excel, Google Sheets, etc.
- **Termómetro ambiental y sensor de humedad** (1 por equipo); Para registrar condiciones ambientales

Reactivos y elementos para muestreo sanguíneo (si aplica)

- **Lancetas estériles desechables** (1 por muestra); Uso único por participante
- **Tiras reactivas para lactato / pH / glucosa** (1 por muestra); Dependiendo del equipo usado
- **Guantes de látex o nitrilo** (1 par por evaluador); Desechables

- **Alcohol en gel o solución antiséptica** (1 frasco por equipo); Para desinfección previa
- **Algodón o gasas estériles** (1 por muestra); Para limpieza del sitio de punción
- **Contenedor para desechos punzocortantes** (RPBI) (1 por grupo); Respetando la Normado (NOM-087-ECOL-SSA1-2002)

Materiales alternativos en caso de no contar con equipo especializado

- Bicicleta estática convencional o escaleras para sustitución del cicloergómetro
- Pruebas de campo como test de escalera, sentadillas o carrera de 300 m
- Papel tornasol como método didáctico para observar variaciones de pH en saliva o sudor
- Ventilómetro o espirómetro casero para analizar volumen respiratorio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

RESULTADOS ESPERADOS

1- Disminución del pH sanguíneo inmediatamente después del ejercicio

Se espera observar una caída significativa en el pH sanguíneo post-ejercicio, debido a la acumulación de iones hidrógeno (H^+) provenientes del metabolismo anaeróbico (producción de ácido láctico), lo que indica una acidosis metabólica transitoria (Kenney, Wilmore & Costill, 2020).

2- Aumento de la concentración de lactato sanguíneo

Los niveles de lactato en sangre deberían elevarse notablemente tras la actividad física intensa, reflejando la mayor actividad glucolítica anaeróbica y la producción de ácido láctico en el músculo (McArdle, Katch & Katch, 2015).

3- Disminución del bicarbonato plasmático (HCO_3^-)

El bicarbonato actúa como buffer para neutralizar el exceso de H^+ , por lo que se espera una reducción de su concentración tras el ejercicio debido a su consumo para amortiguar la acidosis (Wilmore, Costill & Kenney, 2012).

4- Cambios en la presión parcial de CO_2 (pCO_2)

Inicialmente puede haber un aumento del pCO_2 por producción metabólica, pero posteriormente la ventilación aumentada debería disminuir el pCO_2 para compensar la acidosis respiratoria (Guyton & Hall, 2021).

5- Aumento de la frecuencia cardíaca y la presión arterial durante y post ejercicio

Como respuesta fisiológica al esfuerzo, se espera una elevación de la FC y TA, que luego disminuirán progresivamente durante la recuperación (Powers & Howley, 2018).

6- Recuperación gradual de los parámetros ácido-base en reposo post-ejercicio

Durante los primeros 10 minutos de recuperación, los niveles de pH, lactato, bicarbonato y pCO_2 deberían aproximarse a los valores basales, demostrando la capacidad de regulación y amortiguación del organismo.

Interpretación

Estos resultados reflejan la respuesta metabólica y ventilatoria del cuerpo para mantener el equilibrio ácido-base durante el ejercicio. La magnitud y la rapidez de la recuperación pueden indicar el nivel de condición física y adaptación al entrenamiento del individuo (Robergs, Ghiasvand & Parker, 2004).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cambios fisiológicos generales

- 1- ¿Qué diferencia observaste entre los valores de pH en reposo y después del ejercicio? ¿A qué crees que se debe esta variación?
- 2- ¿El nivel de lactato en sangre superó el umbral anaeróbico (4 mmol/L)? ¿Qué indica esto respecto a la intensidad del ejercicio?
- 3- ¿Qué relación existe entre el aumento del lactato y la disminución del bicarbonato (HCO_3^-)?
- 4- ¿Cómo respondió la frecuencia cardíaca durante el ejercicio y qué tan rápido se recuperó después?
- 5- ¿Qué cambios notaste en la presión arterial sistólica y diastólica durante y después del ejercicio?
- 6- ¿Fueron respuestas fisiológicas esperadas?

Regulación ácido-base

- 7- ¿Cómo actuó el sistema de amortiguamiento del bicarbonato ante el aumento de H^+ ?
- 8- ¿Hubo evidencia de una compensación respiratoria (por ejemplo, hiperventilación)? ¿Cómo se refleja esto en los niveles de pCO_2 ?
- 9- ¿La recuperación del pH fue completa a los 10 minutos post-ejercicio? ¿Qué factores pueden influir en esta recuperación?
- 10- ¿Crees que los mecanismos reguladores del equilibrio ácido-base fueron eficientes en el caso del sujeto evaluado?

Aplicación al entrenamiento y rendimiento

- 11- ¿Qué implicaciones tienen estos cambios ácido-base sobre la fatiga y el rendimiento deportivo?
- 12- ¿Cómo podría un programa de entrenamiento específico mejorar la capacidad del sistema amortiguador del atleta?
- 13- ¿Qué tipo de ejercicios o estrategias pueden utilizarse para retrasar la aparición de la acidosis metabólica?
- 14- ¿Qué diferencias esperarías encontrar si esta prueba se aplicara a un atleta entrenado vs. un sedentario?

Análisis comparativo y crítico

- 15- ¿Qué tan consistentes fueron los resultados entre los diferentes participantes? ¿A qué variables individuales podrías atribuir esas diferencias?
- 16- ¿Qué limitaciones metodológicas tuvo esta práctica y cómo podrían mejorarse en futuras sesiones?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Conclusiones

El ejercicio físico de intensidad moderada a alta induce alteraciones fisiológicas medibles en el equilibrio ácido-base, reflejadas principalmente por la disminución del pH y del bicarbonato, y el aumento del lactato sanguíneo.

Se comprobó que el cuerpo humano activa mecanismos de compensación fisiológica, como la hiperventilación y el sistema buffer del bicarbonato, para mitigar la acidosis metabólica generada por el esfuerzo físico.

La respuesta y recuperación del pH y del lactato dependen en gran medida del nivel de condición física del individuo, su adaptación al entrenamiento y la intensidad del estímulo aplicado.

Esta práctica permitió evidenciar de forma práctica la importancia de los sistemas reguladores ácido-base en el rendimiento deportivo, así como su impacto directo en la aparición de la fatiga.

El monitoreo de estos parámetros en contexto de ejercicio proporciona herramientas útiles para individualizar cargas de entrenamiento y evaluar la tolerancia fisiológica al esfuerzo.

Reflexiones esperadas

El ejercicio no solo desafía el sistema muscular, sino también el equilibrio interno del medio celular y extracelular, siendo el pH uno de los indicadores más sensibles de estrés metabólico.

Comprender los procesos ácido-base en la fisiología del ejercicio permite al futuro profesional del entrenamiento deportivo ajustar el volumen, la intensidad y la recuperación del entrenamiento con mayor precisión.

Esta experiencia de laboratorio integra conocimientos teóricos con la observación directa de respuestas fisiológicas, reforzando el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentada en datos reales.

La práctica contribuyó al desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, el manejo del instrumental biomédico básico, y el respeto por las normas éticas y de bioseguridad en contextos aplicados.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Investigación dirigida (previa a la práctica)

Actividad: Elaborar una ficha técnica o infografía sobre los mecanismos fisiológicos de regulación del pH durante el ejercicio (buffers, ventilación, eliminación renal, etc.).

Objetivo: Estimular la comprensión del equilibrio ácido-base antes del trabajo experimental.

Producto: Exposición en clase o entrega digital.

2. Lectura crítica y resumen analítico

Actividad: Leer un artículo científico actualizado sobre la acidosis inducida por el ejercicio (puede ser en inglés con apoyo de diccionario técnico).

Objetivo: Relacionar la literatura científica con la práctica de laboratorio.

Producto: Resumen estructurado con análisis personal y 3 preguntas al autor.

3. Estudio de caso clínico-deportivo

Actividad: Analizar un caso hipotético de un atleta con síntomas de fatiga prematura. Evaluar si los datos de pH y lactato indican mala adaptación al entrenamiento.

Objetivo: Aplicar conocimientos fisiológicos a la toma de decisiones en el campo deportivo.

Producto: Respuesta escrita o debate por equipos.

4. Elaboración de tabla comparativa

Actividad: Crear una tabla que compare las respuestas ácido-base en sujetos entrenados vs. no entrenados, jóvenes vs. adultos, o diferentes disciplinas (fuerza, resistencia, HIIT).

Objetivo: Comprender cómo varía la respuesta fisiológica según el tipo de deportista.

Producto: Tabla con fuentes, justificación y discusión.

5. Simulación de interpretación de resultados

Actividad: Presentar a los estudiantes datos anónimos de un sujeto (pH, lactato, FC, etc.) para que infieran nivel de condición física, tipo de ejercicio aplicado y posibles errores en el protocolo.

Objetivo: Desarrollar habilidades de interpretación clínica y evaluación de datos.

Producto: Informe de interpretación o exposición oral.

6. Rúbrica o coevaluación del trabajo en equipo

Actividad: Aplicar una rúbrica de coevaluación para valorar la participación en roles, uso del equipo, ética y análisis de resultados en la práctica.

Objetivo: Fomentar la autorreflexión, el trabajo colaborativo y la mejora continua.

Producto: Formato de evaluación individual o grupal.

7. Integración en portafolio de evidencias

Actividad: Incluir todos los productos (bitácora, gráficas, conclusiones, análisis, reflexiones) en un portafolio físico o digital que refleje el aprendizaje obtenido. Objetivo: Consolidar el aprendizaje y generar evidencia académica del proceso.

Producto: Entrega individual o grupal al cierre del bloque temático.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de practica de laboratorio y lista de cotejo para evaluación rápida.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas de: Análisis de los Cambios en el Equilibrio Ácido-Base Inducidos por el Ejercicio Físico.

1. Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). Tratado de fisiología médica (14.^a ed.). Elsevier.
2. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). Fisiología del deporte y del ejercicio (7.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.
3. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Fisiología del ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano (7.^a ed.). Wolters Kluwer.
4. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). Fisiología del ejercicio: Teoría y aplicación al rendimiento y la salud (10.^a ed.). McGraw-Hill Education.
5. Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 287(3), R502–R516. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
6. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2012). Fisiología del esfuerzo y del deporte (6.^a ed.). Editorial Paidotribo.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Evaluación de la Coordinación Motora Fina y Gruesa mediante Pruebas Funcionales Simples
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplica pruebas funcionales simples de coordinación motora fina y gruesa, con la finalidad de identificar el nivel de control motor voluntario, bajo condiciones de laboratorio con recursos materiales limitados, en el contexto de la fisiología del ejercicio y el entrenamiento deportivo, mostrando disposición al trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El control motor se refiere a los procesos neurológicos y biomecánicos que permiten la planificación, ejecución y regulación del movimiento humano. Involucra una interacción dinámica entre el sistema nervioso central (SNC), el sistema nervioso periférico (SNP) y el sistema musculoesquelético, con el objetivo de producir movimientos voluntarios coordinados y adaptados al entorno (Shumway-Cook & Woollacott, 2017). Durante la ejecución de movimientos, el SNC recibe información sensorial (visual, vestibular, propioceptiva) que permite realizar ajustes posturales, espaciales y temporales. Esta información se integra en estructuras como la corteza motora, el cerebelo y los ganglios basales, que participan activamente en la precisión, la regulación del tono y la anticipación del movimiento (Kandel et al., 2013). El control motor se manifiesta en la capacidad para realizar movimientos dirigidos, tanto de gran escala como de alta precisión. Por ello, se diferencia entre; Coordinación motora fina, que implica movimientos pequeños y precisos, principalmente de los dedos y manos (por ejemplo, escribir, abotonar, trazar líneas). Coordinación motora gruesa, que involucra movimientos amplios de grandes grupos musculares, como caminar, saltar, mantener el equilibrio o lanzar un objeto (Magill & Anderson, 2017). Estas habilidades motoras se desarrollan a lo largo de la vida y dependen del aprendizaje motor, la maduración neurológica, la repetición de tareas, la experiencia previa y la integridad del sistema nervioso (Cech & Martin, 2012). Las pruebas prácticas que se

emplean para evaluar estos aspectos permiten observar cómo se ejecutan patrones motores básicos y detectar dificultades o asimetrías que podrían indicar un déficit neurológico, una falta de experiencia motora o alteraciones en el control postural (Carr & Shepherd, 2010). Además, la evaluación y el entrenamiento de la coordinación motora son esenciales en distintos contextos: en el desarrollo psicomotor infantil, en el rendimiento deportivo, y también en la rehabilitación neurológica o músculo-esquelética, ya que permiten valorar el nivel funcional del individuo, su respuesta motora ante estímulos externos y su capacidad de adaptación y aprendizaje (Shumway-Cook & Woollacott, 2017; Magill & Anderson, 2017).

Esta práctica, al integrar tareas que requieren ajustes motores tanto finos como gruesos, permite a los estudiantes observar directamente los fundamentos del control motor y relacionarlos con aplicaciones profesionales en la educación física, la fisioterapia, el entrenamiento deportivo y la neurorehabilitación.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Cronómetro o aplicación de celular (1 por equipo); Para la medición de tiempos en pruebas de reacción, equilibrio o precisión, si es necesario se podrá sustituir por reloj digital o celular con cronómetro.

Hojas con laberintos o líneas sinuosas impresas (2–3 por estudiante); Se utilizarán para la evaluación de coordinación motora fina mediante trazado con lápiz, se podrá sustituir con dibujos hechos a mano en hojas blancas.

Lápiz o bolígrafo (1 por estudiante); Herramienta de trazado para prueba motora fin, como alternativa utilizar lápiz escolar.

Pelotas pequeñas (tenis, ping pong, esponja) (1–2 por equipo); Esto para las pruebas de puntería, lanzamiento, coordinación ojo-mano, de no contar con el material menciona se podrá sustituir con cualquier objeto esférico no rígido.

Caja, aro o recipiente plástico mediano (1 por equipo); Receptor de objetos en pruebas de puntería, se podrá sustituir con una caja de cartón, canasta, cubeta.

Cucharas de plástico y frascos plásticos pequeños (2 por equipo); para la prueba de motricidad manual y coordinación bilateral (traslado de objetos), se podrá sustituir con vasos, tapas, tazas.

Bolitas pequeñas (frijoles, semillas, canicas) (10–20 por equipo); serán utilizados para trasladar el objeto con cucharas, de no contar con el material se podrá sustituir por lentejas, piedras pequeñas, tapas.

Cinta adhesiva o masking tape (1 rollo por laboratorio); para la delimitación de espacios para pruebas de equilibrio y puntería, si no cuentas con el material antes mencionado sustitúyelo por una cuerda, gis o marcadores.

Regla o cinta métrica (1 por equipo); Para la medición de distancias en lanzamientos o alcance postural, podrás remplazarla por una regla escolar o flexómetro.

Sillas, bancas o colchonetas (Según espacio); Se utilizará para la seguridad del participante, descanso o apoyo postural durante pruebas, se podrá sustituir por cualquier asiento firme o superficie acolchada.

Bitácoras o formatos de observación (1 por estudiante); con esto se llevará a cabo el registro de datos obtenidos y observaciones cualitativas, si no se cuenta con la bitácora sustitúyelo por algún formato impreso o cuaderno personal.

Material opcional; Computadora, pizarra o proyector (1 por grupo/grupo), para el apoyo visual para explicar procedimientos o resultados, sustitúyelo por láminas impresas o exposición verbal con rotafolio.

Consideraciones importantes:

- Se recomienda que cada equipo (2–4 personas) comparta materiales reutilizables.
- Todos los materiales deben ser seguros, livianos y fáciles de manipular para evitar accidentes.
- Si se trabaja con estudiantes con necesidades motrices específicas, se debe adaptar el tamaño o forma de los objetos según el nivel funcional.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Objetivo; Valorar la coordinación motora fina y gruesa mediante la aplicación de pruebas funcionales simples, con el fin de comprender la participación de los sistemas neuromuscular, sensorial y motor en la ejecución de movimientos, e identificar su relevancia en la evaluación funcional dentro del ámbito del entrenamiento deportivo.

1. Preparación previa (organización del espacio y materiales)

- 1.1. Reunir todos los materiales indicados y verificar que estén limpios, completos y en buenas condiciones.
- 1.2. Preparar el espacio de trabajo: un salón amplio, área libre o patio con suficiente iluminación.
- 1.3. Delimitar las estaciones de prueba usando cinta adhesiva o señales visibles. Se sugiere organizar 5 estaciones, una por cada prueba funcional.
- 1.4. Asignar roles dentro del equipo (mínimo 2 estudiantes por equipo):
 - Evaluador: explica la prueba y toma el tiempo.
 - Participante: realiza la prueba.
 - Observador: anota los datos, errores o comentarios.

2. Calentamiento general (5 minutos)

Antes de iniciar las pruebas motoras, todos los participantes deberán realizar un breve calentamiento para activar el cuerpo y prevenir lesiones.

- 2.1. Marcha en el lugar (1 min)
- 2.2. Movilidad articular (cuello, hombros, muñecas, caderas, rodillas y tobillos)
- 2.3. Juegos breves de coordinación o desplazamientos suaves

3. Ejecución de las pruebas funcionales

Cada prueba se realizará una vez con cada lado del cuerpo si aplica (mano dominante y no dominante). Se debe medir el tiempo de ejecución o registrar errores cuando sea indicado.

Prueba 1: Coordinación motora fina - “Trazado de figura”

- 3.1. El participante se sienta frente a una hoja con un laberinto o línea curva.
- 3.2. Debe trazar la figura con un lápiz sin salirse de la línea.
- 3.3. Se registra el tiempo total y el número de errores (veces que sale de la línea).
- 3.4. Repetir con la mano no dominante.

Prueba 2: Coordinación ojo-mano - “Lanzamiento a objetivo”

- 3.5. El participante lanza una pelota pequeña hacia una caja o aro a 2.5 metros de distancia.
- 3.6. Realiza 5 lanzamientos consecutivos.
- 3.7. Se registra el número de aciertos y se observa su postura, tipo de lanzamiento y control.

Prueba 3: Equilibrio estático - “Una pierna”

3.8. El participante se coloca de pie, con manos en la cintura, y eleva una pierna.

3.9. Se mide el tiempo que logra mantener el equilibrio sin apoyo.

3.10. Primero con los ojos abiertos, luego con ojos cerrados.

3.11. Repetir con la otra pierna.

3.12. Se registra el tiempo y se observan desviaciones o caídas.

Prueba 4: Coordinación bilateral - “Traslado con cuchara”

3.13. El participante debe transferir 10 bolitas pequeñas de un frasco a otro usando una cuchara.

3.14. No debe usar la otra mano para ayudarse.

3.15. Se mide el tiempo total y el número de objetos que caen.

3.16. Repetir con la otra mano.

Prueba 5: Velocidad de reacción simple - “Estimulación y respuesta”

3.17. El evaluador indica al participante que reaccione a una señal verbal o visual aleatoria (por ejemplo: “¡YA!” o levantar una tarjeta).

3.18. El participante debe dar una palmada o tocar una mesa lo más rápido posible.

3.19. Se mide el tiempo entre el estímulo y la reacción con un cronómetro manual o app.

3.20. Repetir 3 veces y sacar el promedio.

4. Registro de resultados

4.1. Cada estudiante debe llenar su bitácora de observaciones, anotando:

- Tiempos
- Número de errores o aciertos
- Observaciones cualitativas (desequilibrio, uso de la vista, lateralidad, coordinación).

5. Análisis grupal y retroalimentación

5.1. Al finalizar todas las estaciones, el grupo se reúne para discutir:

¿Qué prueba fue más fácil o difícil?

¿Se notaron diferencias entre manos o lados del cuerpo?

¿Qué habilidades motoras se vieron más desarrolladas?

6. Cierre y reflexión

6.1. Realizar una breve rutina de vuelta a la calma (estiramientos suaves y respiración).

6.2. Registrar reflexiones individuales en el formato de conclusiones:

¿Qué aprendí sobre mi coordinación y control motor?

¿Qué importancia tiene esto en el deporte o la vida diaria?

7. Ponderación de resultados

Aunque esta batería de pruebas es principalmente observacional, se puede asignar una escala de puntuación por desempeño en cada prueba para facilitar la valoración cuantitativa, comparación entre estudiantes o autoevaluación. A cada prueba se le asignará un puntaje del **1 al 5**, de acuerdo con el nivel de ejecución del participante:

- Excelente, 5 puntos para una ejecución precisa, rápida, sin errores o desequilibrio.
- Bueno, 4 puntos para una ejecución adecuada, con uno o dos errores leves.
- Regular, 3 puntos para algunos errores o desequilibrio evidente, pero cumple la tarea.

RESULTADOS ESPERADOS

En esta práctica se obtendrán registros que permitan evaluar el nivel de coordinación motora fina y gruesa a través de pruebas funcionales simples, lo que facilitará la

comprensión del control neuromuscular durante la ejecución de tareas motoras específicas.

Para la evaluación de la **coordinación motora fina**, se recolectarán datos relacionados con el tiempo de ejecución, la cantidad de errores cometidos, la precisión del movimiento y la coordinación óculo-manual. Estas tareas requieren la activación de pequeños grupos musculares y un alto grado de control cortical, por lo que se valorará también el grado de lateralidad y la destreza de la extremidad dominante frente a la no dominante.

En cuanto a la **coordinación motora gruesa**, se medirá el número de aciertos en tareas dinámicas, como el lanzamiento y recepción de objetos, desplazamientos con patrones coordinados y pruebas de equilibrio. También se registrarán el tiempo de reacción, la estabilidad postural, y la fluidez de los movimientos. Estas pruebas involucran la participación integrada de sistemas visuales, vestibulares y propioceptivos, así como grandes grupos musculares.

Se integrarán datos personales como edad, sexo, nivel de actividad física y experiencia previa, para analizar la posible influencia de estas variables sobre el rendimiento motor. La recopilación de estos datos permitirá establecer relaciones entre las capacidades de coordinación y las características individuales de los sujetos.

Los resultados obtenidos permitirán al estudiante aplicar criterios de análisis fisiológico y funcional del movimiento, reconociendo los componentes neuromusculares implicados en diferentes tipos de coordinación, y valorando su importancia en contextos clínicos, deportivos y recreativos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis individual

- 1- ¿En qué prueba obtuviste tu mejor desempeño y por qué crees que fue así?
- 2- ¿En qué prueba tuviste mayor dificultad? ¿A qué lo atribuyes?
- 3- ¿Hubo diferencia entre el uso de tu mano dominante y la no dominante? ¿Qué implicaciones tiene esto en el rendimiento deportivo o funcional?
- 4- ¿Consideras que tu equilibrio fue adecuado? ¿Crees que podrías mejorarlo mediante el entrenamiento? ¿Cómo?
- 5- ¿Tu tiempo de reacción fue constante o varió? ¿Qué factores crees que afectaron tu capacidad de respuesta?

Comparación grupal o por pares

- 6- ¿Qué diferencias notaste entre tus resultados y los de tus compañeros?
- 7- ¿Existe alguna relación entre los resultados obtenidos y el tipo de deporte que practica cada estudiante?
- 8- ¿Cómo influye la edad, la condición física o la experiencia previa en los resultados de estas pruebas?

Relación con la teoría

- 9- ¿Qué sistemas fisiológicos están involucrados en la ejecución de las pruebas motoras realizadas?
- 10- ¿Cómo se relacionan estas pruebas con el concepto de control motor propuesto por autores como Shumway-Cook o Magill?
- 11- ¿Qué estructuras del sistema nervioso central intervienen más activamente en la coordinación motora fina? ¿Y en la gruesa?

Aplicación profesional

12- ¿Cómo podrías adaptar estas pruebas para evaluar a niños, personas mayores o atletas lesionados?

13- ¿Qué tipo de ejercicios podrías recomendar para mejorar la coordinación motora fina en un deportista? ¿Y la gruesa?

14- ¿Consideras útil esta batería en un contexto de entrenamiento deportivo o rehabilitación? ¿Por qué?

Reflexión final

15- ¿Qué aprendiste sobre tu propio control motor y coordinación a partir de esta práctica?

16- ¿Cómo podrías aplicar lo aprendido hoy en tu futura labor profesional como entrenador, fisioterapeuta o educador físico?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La evaluación de la coordinación motora fina y gruesa a través de pruebas funcionales simples permite observar de forma directa cómo se integran los sistemas neuromuscular, sensorial y motor para ejecutar tareas específicas. Esta práctica brinda evidencia clara sobre el papel del sistema nervioso central en el control y ajuste de movimientos, así como la influencia de factores como la lateralidad, el nivel de actividad física, la experiencia motriz y el desarrollo neuromuscular.

Desde la teoría de la fisiología del ejercicio, la coordinación motora es entendida como la capacidad del organismo para organizar, controlar y ejecutar movimientos de forma eficiente. Este control depende de la interacción de estructuras cerebrales como el cerebelo, la corteza motora y los ganglios basales, además de la retroalimentación sensorial proveniente del sistema visual, vestibular y propioceptivo. La correcta función de estos sistemas es esencial tanto para movimientos complejos como para acciones cotidianas.

En el ámbito profesional del entrenador deportivo, el desarrollo y evaluación de la coordinación motora representa una herramienta clave para el diseño de programas de entrenamiento efectivos, especialmente en etapas formativas o en disciplinas donde la precisión técnica y el control corporal son determinantes del rendimiento. Identificar deficiencias en la coordinación permite implementar estrategias de mejora, seleccionar ejercicios específicos de estimulación neuromuscular y prevenir lesiones asociadas a desequilibrios o patrones de movimiento deficientes.

Asimismo, esta práctica refuerza la importancia de aplicar fundamentos científicos en la valoración funcional del deportista, promoviendo una intervención basada en evidencia y no solo en la observación empírica. El entrenador deportivo que domina este tipo de evaluaciones puede desempeñarse con mayor eficacia en contextos escolares, de alto rendimiento o rehabilitación, contribuyendo activamente a la mejora del rendimiento motor y al desarrollo integral del atleta.

En conclusión, esta práctica no solo fortalece los conocimientos teóricos del estudiante, sino que también lo aproxima a una visión aplicada de la fisiología del ejercicio, donde la evaluación funcional se convierte en una herramienta fundamental del quehacer profesional en el entrenamiento deportivo.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Análisis de casos reales o simulados

- Analizar videos de deportistas (infantiles, adultos o atletas de alto rendimiento) realizando tareas que involucren coordinación fina o gruesa.
- Identificar patrones eficientes o ineficientes de movimiento y proponer estrategias de intervención desde el entrenamiento.

2. Diseño de una batería de pruebas funcionales por disciplina deportiva

- Dividir a los alumnos en equipos y asignarles un deporte (gimnasia, fútbol, béisbol, natación,

etc.).

- Cada equipo debe diseñar una batería de pruebas específicas para evaluar coordinación motora fina y gruesa en ese deporte.
- Presentar la batería, justificar las pruebas elegidas y explicar cómo las aplicaría un entrenador deportivo.

3. Cuadro comparativo entre sistemas motores

- Elaborar un cuadro donde se comparen las características de la coordinación motora fina vs. gruesa:

→estructuras nerviosas involucradas, grupos musculares activados, ejemplos deportivos, implicaciones fisiológicas.

- Esta actividad refuerza la integración de conocimientos teóricos y su aplicación.

4. Autoevaluación y bitácora motriz

- Cada estudiante registra su propio desempeño en las pruebas aplicadas durante la práctica.
- Reflexiona sobre sus fortalezas y debilidades motrices.
- Redacta una bitácora donde proponga actividades para mejorar su coordinación con base en sus resultados.

5. Propuesta de intervención para mejorar coordinación

- Diseñar una microprograma (4-6 sesiones) de ejercicios para mejorar la coordinación motora en un grupo específico (niños, adultos mayores, deportistas lesionados, etc.).
- Incluir objetivos, materiales, duración y fundamentos fisiológicos del plan propuesto.

6. Revisión bibliográfica dirigida

- Investigar y resumir un artículo científico o capítulo de libro relacionado con el control motor o el desarrollo de la coordinación motora en el deporte.
- Compartirlo en clase y explicar cómo ese conocimiento puede aplicarse en la evaluación o el entrenamiento funcional.

7. Juego motriz con propósito evaluativo

- Diseñar un juego que, de forma lúdica, permita evaluar tanto la coordinación fina como la gruesa.
- Debe incluir reglas claras, objetivos didácticos, criterios de observación y evaluación.
- Esta actividad busca integrar la creatividad con la finalidad fisiológica y pedagógica.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de practica de laboratorio y lista de cotejo para evaluación rápida.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas de: Evaluación de la Coordinación Motora Fina y Gruesa mediante Pruebas Funcionales Simples

- 1- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2010). Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance (2nd ed.). Churchill Livingstone.
- 2- Cech, D. J., & Martin, S. T. (2012). Functional movement development across the life span (3rd ed.). Elsevier Health Sciences.
- 3- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). Principles of neural science (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- 4- Magill, R. A., & Anderson, D. I. (2017). Motor learning and control: Concepts and applications (11th ed.). McGraw-Hill Education.
- 5- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). Motor control: Translating research into clinical practice (5th ed.). Wolters Kluwer Health.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Evaluación del Gasto Cardíaco y sus Variaciones durante Diferentes Intensidades de Ejercicio Físico
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar el gasto cardíaco y sus variaciones durante la actividad física, para interpretar la respuesta aguda del sistema cardiovascular al esfuerzo físico, mediante la aplicación de pruebas prácticas controladas, en el contexto de la formación en fisiología del ejercicio, desarrollando la competencia blanda de toma de decisiones aplicadas al entrenamiento deportivo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El gasto cardíaco (GC) es una variable fisiológica clave para comprender la respuesta del sistema cardiovascular al ejercicio físico. Se define como el volumen de sangre que el corazón expulsa por minuto y se calcula mediante la fórmula: $GC = \text{Frecuencia Cardíaca (FC)} \times \text{Volumen Sistólico (VS)}$ (McArdle, Katch & Katch, 2010). Durante la actividad física, el gasto cardíaco aumenta como respuesta al incremento de la demanda metabólica de los músculos activos. Este aumento se debe principalmente a la elevación de la frecuencia cardíaca, aunque también se produce un aumento del volumen sistólico, especialmente en individuos entrenados, como resultado de una mejor contractilidad del miocardio y un retorno venoso más eficiente (Kenney, Wilmore & Costill, 2021). En condiciones de reposo, el gasto cardíaco promedio en adultos es de aproximadamente 5 litros por minuto. Durante el ejercicio intenso, puede alcanzar entre 20 y 40 litros por minuto, dependiendo del nivel de entrenamiento del sujeto (Powers & Howley, 2018). Estas adaptaciones agudas son fundamentales para asegurar el suministro de oxígeno y nutrientes a los tejidos, así como para eliminar los productos de desecho del metabolismo. El control del gasto cardíaco está regulado por mecanismos nerviosos y hormonales. El sistema nervioso autónomo ajusta la frecuencia cardíaca mediante el equilibrio entre la actividad simpática y parasimpática, mientras que las catecolaminas, como la adrenalina, aumentan la contractilidad y frecuencia del corazón durante el ejercicio (Hall, 2021).

Desde la perspectiva del entrenamiento deportivo, el análisis del gasto cardíaco es una herramienta fundamental para monitorear la intensidad del ejercicio, valorar la condición física del atleta y prescribir cargas de entrenamiento adecuadas. Los deportistas bien entrenados suelen presentar una menor frecuencia cardíaca en reposo y una recuperación más rápida tras el esfuerzo, lo que refleja una mayor eficiencia cardiovascular (Kenney et al., 2021).

Esta práctica permitirá observar en tiempo real las modificaciones del gasto cardíaco a diferentes intensidades de esfuerzo, facilitando la comprensión de los mecanismos fisiológicos involucrados y su aplicación en el ámbito del entrenamiento deportivo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Objetivo; Determinar y analizar las variaciones del gasto cardíaco en respuesta a diferentes intensidades de ejercicio físico, comprendiendo los mecanismos fisiológicos involucrados y su relevancia en la evaluación funcional del sistema cardiovascular durante la actividad física.

Equipamiento

- 1 bicicleta ergométrica o estática (preferente con regulación de carga y medidor de velocidad).
- 1 cinta de correr o, en su defecto, espacio libre y seguro para trote controlado (mínimo 15 metros lineales).
- 1 cronómetro digital o reloj con segundero por equipo.
- 1 monitor de frecuencia cardíaca por equipo (puede ser reloj inteligente, banda torácica, aplicación móvil validada).
- 1 esfigmomanómetro digital o manual (opcional, para complementar con presión arterial).
- 1 pulsioxímetro digital (opcional, para verificar oxigenación y FC adicional).
- 1 computadora o tablet (opcional, para registro digital de datos y análisis).

Materiales

- Hojas de registro de datos (una por alumno o equipo).
- Bolígrafos o lápices (uno por alumno).
- Toallas pequeñas o papel absorbente (para secado de sudor).
- Agua potable (hidratación antes y después de la actividad).

Indumentaria sugerida

- Ropa deportiva cómoda (camiseta, short o pants).
- Calzado deportivo adecuado (con buen soporte y tracción).

Reactivos

- No se requieren reactivos químicos para esta práctica, ya que las mediciones son funcionales y no implican análisis bioquímico.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Preparación inicial

- a. Verificar que el equipo y materiales estén en óptimas condiciones y calibrados (cronómetro, monitor de frecuencia cardíaca, bicicleta ergométrica o espacio para trote).
- b. Explicar a los participantes el objetivo de la práctica y las actividades que realizarán.
- c. Solicitar a los participantes usar ropa y calzado deportivo adecuado para evitar lesiones.
- d. Realizar una breve sesión de calentamiento de 5 a 10 minutos (movilidad articular y estiramientos dinámicos).

2. Medición en reposo

a. Registrar la frecuencia cardíaca en reposo del participante durante al menos un minuto en posición sentado o de pie, sin movimientos bruscos.

b. Anotar estos datos en la hoja de registro.

Ejercicio de intensidad baja

a. El participante realizará caminata ligera o pedaleo suave en bicicleta ergométrica durante 5 minutos.

b. Registrar la frecuencia cardíaca al minuto 1, 3 y 5 del ejercicio.

c. Anotar los datos para su análisis posterior.

3. Ejercicio de intensidad moderada

a. Incrementar la intensidad a trote suave o pedaleo con resistencia moderada durante 5 minutos.

b. Medir y registrar la frecuencia cardíaca al minuto 1, 3 y 5.

4. Ejercicio de alta intensidad

a. Realizar carrera continua o pedaleo intenso durante 3 minutos.

b. Registrar la frecuencia cardíaca al minuto 1, 2 y al finalizar el ejercicio.

5. Fase de recuperación

a. El participante descansará sentado o acostado durante 5 minutos.

b. Medir la frecuencia cardíaca al minuto 1, 3 y 5 de recuperación.

6. Cálculos y registro de datos

a. Estimar el volumen sistólico utilizando valores estándar o tablas para la población evaluada.

b. Calcular el gasto cardíaco en cada fase usando la fórmula $GC = FC \times VS$.

c. Registrar todos los datos en la hoja correspondiente.

1. Precauciones y Advertencias

Asegurarse de que los participantes no presenten contraindicaciones para realizar ejercicio (problemas cardíacos, hipertensión no controlada, lesiones musculoesqueléticas).

Vigilar que la intensidad del ejercicio sea adecuada y no sobrepase las capacidades físicas de cada sujeto.

Mantener hidratación adecuada antes, durante y después del ejercicio.

En caso de síntomas como mareo, dolor en el pecho, dificultad para respirar o fatiga excesiva, suspender la actividad y solicitar atención médica inmediata.

Garantizar un ambiente seguro y libre de obstáculos para prevenir caídas o accidentes.

Supervisar continuamente la correcta utilización del equipo.

RESULTADOS ESPERADOS

Durante la práctica se espera recolectar y analizar datos que permitan evaluar las respuestas cardiovasculares agudas ante diferentes intensidades de ejercicio físico. Los parámetros que se medirán y registrarán son los siguientes:

- **Frecuencia cardíaca (FC):** Se medirá en reposo, durante el ejercicio en intensidades baja, moderada y alta, así como en la fase de recuperación. Este parámetro permitirá observar la respuesta cronotrópica del corazón al esfuerzo y su capacidad de recuperación.
- **Volumen sistólico (VS):** Aunque su medición directa es compleja, se estimará mediante valores estándar en función de la población evaluada, para calcular el gasto cardíaco. Este parámetro refleja la cantidad de sangre expulsada por latido y su incremento durante el ejercicio.
- **Gasto cardíaco (GC):** Calculado a partir del producto $FC \times VS$, mostrará el aumento del flujo sanguíneo necesario para satisfacer la demanda metabólica durante el ejercicio.
- **Tiempo de recuperación:** Se registrará el descenso de la frecuencia cardíaca en los primeros minutos tras finalizar el ejercicio, como indicador de la condición cardiovascular y la eficiencia

del sistema parasimpático.

Percepción del esfuerzo y síntomas asociados: Se anotarán observaciones sobre la sensación subjetiva del participante durante el ejercicio, posibles molestias o signos de fatiga.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cómo varió la frecuencia cardíaca del participante desde el reposo hasta las distintas intensidades de ejercicio?
2. ¿Qué diferencias observaste en el gasto cardíaco entre los niveles de intensidad baja, moderada y alta?
3. ¿Cómo se relaciona el aumento del gasto cardíaco con la demanda metabólica durante el ejercicio?
4. ¿Qué diferencias encontraste en el tiempo y velocidad de recuperación de la frecuencia cardíaca post-ejercicio?
5. ¿Cómo influye el nivel de condición física o experiencia previa del participante en las respuestas cardiovasculares medidas?
6. ¿Qué implicaciones tienen estos resultados para el diseño de programas de entrenamiento físico?
7. ¿Qué mecanismos fisiológicos podrían explicar las variaciones observadas en la frecuencia cardíaca y gasto cardíaco?
8. ¿Existen posibles factores externos o internos que pudieron afectar la medición de los datos?
9. ¿Cómo se puede utilizar la información sobre gasto cardíaco para prevenir riesgos asociados al ejercicio intenso?
10. ¿Qué limitaciones encontraste en la práctica para la medición o interpretación del gasto cardíaco?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica de laboratorio sobre la evaluación del gasto cardíaco y sus modificaciones durante la actividad física permite evidenciar de manera tangible los conceptos teóricos fundamentales de la fisiología cardiovascular. La relación entre frecuencia cardíaca, volumen sistólico y gasto cardíaco se observa directamente, confirmando cómo el sistema cardiovascular responde y se adapta a distintas intensidades de ejercicio para satisfacer las demandas metabólicas del organismo.

Desde la perspectiva teórica, se comprueba la importancia del control nervioso y hormonal en la regulación del ritmo y fuerza de contracción cardíaca, así como la influencia del entrenamiento físico en la eficiencia cardiovascular. Los mecanismos de activación del sistema nervioso autónomo, la función del miocardio y la dinámica del retorno venoso son componentes clave para entender las respuestas observadas en esta práctica.

En el ámbito profesional del entrenador deportivo, estos conocimientos son indispensables para diseñar programas de entrenamiento que optimicen el rendimiento y la salud cardiovascular de los atletas. La capacidad para medir y analizar el gasto cardíaco permite establecer zonas de intensidad adecuadas, monitorizar la progresión del entrenamiento y prevenir posibles riesgos asociados a esfuerzos excesivos o inadecuados.

Por lo tanto, la práctica no solo fortalece el aprendizaje teórico sino que también desarrolla habilidades críticas y analíticas para aplicar la fisiología del ejercicio en contextos reales, contribuyendo a la formación integral del profesional del deporte.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Cálculo del gasto cardíaco en diferentes escenarios

Un sujeto tiene una frecuencia cardíaca en reposo de 70 latidos por minuto y un volumen sistólico estimado de 70 ml. Calcula su gasto cardíaco en reposo y durante un ejercicio donde su frecuencia cardíaca aumenta a 150 latidos por minuto, considerando que el volumen sistólico aumenta a 100 ml.

2. Interpretación de curvas de respuesta cardiovascular

Se presentan datos de frecuencia cardíaca y gasto cardíaco de un atleta durante una prueba de esfuerzo progresiva. Analiza cómo varía el gasto cardíaco con respecto a la frecuencia cardíaca y explica las posibles causas fisiológicas de cualquier meseta o cambio abrupto en la curva.

3. Comparación entre sujetos entrenados y no entrenados

Se tienen los registros de frecuencia cardíaca en reposo y recuperación de dos sujetos, uno entrenado y otro sedentario. Compara sus respuestas cardiovasculares y argumenta las diferencias desde el punto de vista fisiológico.

4. Diseño de una sesión de entrenamiento basada en el gasto cardíaco

Utilizando la fórmula del gasto cardíaco, diseña un programa de entrenamiento para mejorar la eficiencia cardiovascular de un deportista amateur, especificando las intensidades de trabajo y recuperación.

5. Análisis crítico de un caso clínico

Un paciente con antecedentes de hipertensión presenta un gasto cardíaco alterado durante el ejercicio. Discute cómo podrían afectar estas condiciones a la respuesta cardiovascular y qué recomendaciones se podrían implementar desde el entrenamiento deportivo.

6. Evaluación de la recuperación cardíaca

Describe cómo medirías el tiempo que tarda la frecuencia cardíaca en regresar a su valor de reposo después de un ejercicio intenso y qué factores pueden influir en esta recuperación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de practica de laboratorio y lista de cotejo para evaluación rápida.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas de: Evaluación del Gasto Cardíaco y sus Variaciones durante Diferentes Intensidades de Ejercicio Físico.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Hall, J. E. (2021). Guyton y Hall: Tratado de fisiología médica (14.^a ed.). Elsevier.
2. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2021). Fisiología del deporte y el ejercicio (7.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.
3. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). Fisiología del ejercicio: Nutrición, rendimiento y salud (7.^a ed.). Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
4. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). Fisiología del ejercicio: Teoría y aplicación al rendimiento y la salud (10.^a ed.). McGraw-Hill Education.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Evaluación de los Cambios en la Entrega de Oxígeno al Músculo durante el Ejercicio Físico
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar los cambios en la entrega de oxígeno al músculo durante el ejercicio físico, para interpretar las respuestas fisiológicas del sistema cardiovascular y respiratorio, mediante la aplicación de mediciones prácticas en condiciones de campo, en el contexto de la formación en fisiología del ejercicio, desarrollando la competencia blanda de toma de decisiones aplicada al entrenamiento deportivo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La entrega de oxígeno al músculo es esencial durante la actividad física, ya que asegura el suministro necesario para la producción de energía aeróbica. Este proceso depende de la interacción eficiente entre el sistema cardiovascular y el sistema respiratorio, que trabajan coordinadamente para transportar oxígeno desde el ambiente hasta las células musculares (Powers & Howley, 2017). Durante el ejercicio, el gasto cardíaco se incrementa para mejorar el flujo sanguíneo hacia los músculos activos, facilitando así una mayor entrega de oxígeno. A su vez, la frecuencia respiratoria y el volumen corriente aumentan para optimizar la captación de oxígeno en los pulmones (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015). La saturación arterial de oxígeno (SpO_2) generalmente se mantiene estable en individuos saludables, aunque puede presentar leves disminuciones durante ejercicios de alta intensidad o en condiciones ambientales extremas (McArdle, Katch, & Katch, 2015). La capacidad del músculo para extraer oxígeno de la sangre, medida a través del gradiente arteriovenoso de oxígeno, aumenta durante el ejercicio debido a adaptaciones locales y sistémicas (Hall, 2016). Estas incluyen angiogénesis, aumento de la densidad mitocondrial y una mejora en la eficiencia del transporte y uso de oxígeno (Powers & Howley, 2017). Comprender estos mecanismos es fundamental para el entrenador deportivo, pues permite diseñar programas de entrenamiento que optimicen la capacidad aeróbica y prevengan riesgos asociados con hipoxia tisular o fatiga prematura durante el ejercicio (Kenney et al., 2015).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
Objetivo; Observar y analizar las variaciones en la saturación arterial de oxígeno y la frecuencia cardíaca durante diferentes intensidades de ejercicio físico, para comprender los mecanismos fisiológicos que regulan la entrega de oxígeno al músculo en condiciones reales de esfuerzo. Para llevar a cabo esta práctica de campo, se requiere el siguiente equipo e instrumental, necesarios para la observación y análisis de variables fisiológicas relacionadas con la entrega de oxígeno al músculo: Equipos e Instrumentos Pulsioxímetro portátil (1 por equipo de trabajo): Instrumento indispensable para medir la saturación arterial de oxígeno (SpO_2) y la frecuencia cardíaca. Debe ser digital, de lectura rápida y con pantalla visible al aire libre. Cronómetro digital (1 por equipo): Para medir los tiempos exactos de ejercicio, recuperación y toma de datos. Puede ser individual o como función integrada en un reloj deportivo o celular. Dispositivo para registro (1 por alumno): Hoja de datos impresa, cuaderno o aplicación digital en celular o tablet, para anotar frecuencias cardíacas, saturación de oxígeno y percepción del esfuerzo. Materiales Generales

Botellas con agua (1 por participante): Para mantener la hidratación antes, durante y después del ejercicio.

Ropa y calzado deportivo (1 por participante): Indumentaria adecuada para garantizar seguridad y libertad de movimiento durante la actividad física.

- Toalla pequeña o pañuelo absorbente (opcional, 1 por participante):
- Para secar sudor y evitar interferencias en la lectura del pulsioxímetro.

Espacio físico

Área libre o pista plana (mínimo 20 m lineales): Superficie segura para realizar caminata, trote y carrera continua en intervalos controlados. Debe estar libre de obstáculos, con buena visibilidad y ventilación.

Reactivos

No se requiere el uso de reactivos químicos, ya que esta práctica se basa en la evaluación funcional mediante mediciones no invasivas.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Preparación inicial

- Reunir al grupo en el lugar designado para la práctica (área plana, libre de obstáculos y con buena ventilación).
- Verificar el funcionamiento del equipo (pulsioxímetros y cronómetros).
- Explicar a los participantes el objetivo de la práctica, el procedimiento que se seguirá y las medidas de seguridad.
- Solicitar a cada participante que utilice ropa y calzado deportivo apropiado.
- Realizar una sesión de calentamiento general de 5 minutos: movilidad articular y trote suave.

2. Medición en reposo

- Sentar al participante durante 3 minutos en reposo completo.
- Medir y registrar:
 - Saturación arterial de oxígeno (SpO_2)
 - Frecuencia cardíaca (FC)
- Anotar estos valores como referencia basal.

3. Ejercicio de intensidad baja (caminata)

- El participante realizará una caminata continua durante 5 minutos. Al finalizar, medir de inmediato SpO_2 y FC, y registrar el nivel de esfuerzo percibido utilizando la escala de Borg (6–20).

4. Ejercicio de intensidad moderada (trote ligero)

- Tras 2 minutos de descanso activo, el participante trota suavemente durante 5 minutos.
- Al terminar, se repiten las mediciones de SpO_2 , FC y percepción del esfuerzo.

5. Ejercicio de intensidad alta (carrera continua)

- Tras 2 minutos de descanso, el participante realiza carrera continua (velocidad moderada-alta) durante 3 minutos.
- Medir inmediatamente después: SpO_2 , FC y nivel de esfuerzo percibido.

6. Fase de recuperación

- El participante se sienta a descansar.
- Medir SpO_2 y FC al minuto 1, 3 y 5 post-ejercicio.
- Registrar cualquier síntoma subjetivo (mareo, fatiga, dolor, dificultad respiratoria).

7. Registro y análisis de datos

- Todos los valores obtenidos deben registrarse en la hoja de datos para análisis posterior.
- Los estudiantes podrán comparar los valores entre las fases de reposo, ejercicio y recuperación para identificar cómo varía la entrega de oxígeno al músculo.

Precauciones y Advertencias

- Verificar que los participantes no tengan condiciones médicas que contraindiquen la actividad física (asma no controlada, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, etc.).
- Asegurar que los pulsioxímetros estén correctamente colocados y libres de interferencias (uñas pintadas, dedos fríos o sudados).
- Suspender la actividad si el participante presenta mareo, disnea intensa, dolor torácico o sensación de desmayo.
- Asegurar hidratación adecuada antes y después del ejercicio.
- Supervisar que la intensidad del ejercicio se adapte al nivel físico de cada participante.
- Contar con un botiquín básico y acceso rápido a atención médica en caso de emergencia.

RESULTADOS ESPERADOS

Durante el desarrollo de esta práctica de campo se espera que los estudiantes recolecten, comparen y analicen datos fisiológicos clave que evidencien los cambios en la entrega de oxígeno al músculo a distintas intensidades de ejercicio. Los parámetros a evaluar y registrar incluyen:

- **Saturación arterial de oxígeno (SpO_2);** Se medirá en reposo, inmediatamente después de cada nivel de intensidad (caminata, trote, carrera), y durante la fase de recuperación. Se espera que los valores se mantengan estables o con ligeras disminuciones, especialmente tras el ejercicio intenso.
- **Frecuencia cardíaca (FC);** Se tomará en los mismos momentos que la SpO_2 . Se espera un aumento progresivo conforme se incrementa la intensidad del ejercicio, y una disminución gradual durante la recuperación. Estos datos permiten inferir la demanda de oxígeno del organismo.
- **Percepción subjetiva del esfuerzo (Escala de Borg);** Evaluada inmediatamente después de cada fase de ejercicio. Este indicador proporciona una referencia del esfuerzo percibido por el participante y puede correlacionarse con la frecuencia cardíaca.
- **Tiempos de recuperación (FC y SpO_2);** Permiten observar la eficiencia del sistema cardiovascular y respiratorio tras el esfuerzo. Se considera un signo de buena condición física una recuperación rápida de los valores basales.
- **Observaciones cualitativas;** Se incluirán anotaciones sobre sensaciones físicas (fatiga, mareo, dificultad respiratoria) o cualquier respuesta anormal durante el ejercicio o la recuperación.

Con estos datos, el estudiante podrá interpretar cómo responde el cuerpo ante diferentes niveles de demanda de oxígeno, comprender el papel de la saturación arterial como indicador funcional y aplicar este conocimiento en el diseño y evaluación de programas de entrenamiento físico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para facilitar la comprensión e interpretación de los datos obtenidos durante la práctica, a continuación, se presentan una serie de preguntas guía. Estas están orientadas a vincular la observación directa con los conceptos fisiológicos revisados en clase:

1. ¿Cómo varió la saturación de oxígeno (SpO_2) en las diferentes fases del ejercicio (reposo, intensidad baja, media, alta y recuperación)? ¿Hubo alguna disminución significativa?
2. ¿Qué relación observas entre el aumento de la frecuencia cardíaca y los niveles de saturación de oxígeno durante el ejercicio?
3. ¿En qué momento del protocolo se registró la frecuencia cardíaca más alta? ¿Coincide con el mayor esfuerzo percibido por el participante?
4. ¿Cómo fue el comportamiento de la frecuencia cardíaca y la SpO_2 durante la fase de recuperación? ¿Regresaron a valores cercanos al reposo en los primeros 5 minutos?
5. ¿El participante que realizó el ejercicio mostró signos de fatiga, mareo o alguna sensación anormal que pudiera relacionarse con una entrega deficiente de oxígeno?
6. ¿Qué diferencias se observaron entre participantes con diferente nivel de condición física? ¿Cómo influyó eso en su recuperación?
7. ¿Qué implicaciones tienen estos datos para la planificación del entrenamiento en deportistas de distintas disciplinas o niveles?
8. Si un deportista presenta una caída significativa en la saturación de oxígeno durante ejercicios de alta intensidad, ¿qué acciones recomendarías como entrenador?
9. ¿Crees que el monitoreo de la SpO_2 puede ser útil en el entrenamiento habitual? ¿Por qué?
10. ¿Qué limitaciones tuvo la práctica al momento de recolectar o interpretar los datos?
11. ¿Cómo podrían mejorarse futuras evaluaciones?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La presente práctica permitió observar de manera aplicada los principios fisiológicos que regulan la entrega de oxígeno al músculo durante el ejercicio físico. A través de la medición de la saturación arterial de oxígeno (SpO_2) y la frecuencia cardíaca en diferentes fases del esfuerzo, se confirmó cómo el organismo ajusta sus funciones cardiovasculares y respiratorias para mantener el suministro adecuado de oxígeno a los tejidos activos.

Desde la teoría, se reconoce que el aumento del gasto cardíaco y la eficiencia del transporte de oxígeno son respuestas adaptativas esenciales frente al incremento en la demanda metabólica durante la actividad física. Estas respuestas, descritas en modelos fisiológicos, pudieron ser comprobadas en condiciones reales de campo, reforzando así la comprensión del funcionamiento integrado de los sistemas cardiovascular y respiratorio.

En el ámbito profesional, esta experiencia resulta altamente significativa para el **entrenador deportivo**, ya que le proporciona herramientas para monitorear la respuesta fisiológica de los atletas ante distintas cargas de trabajo. Evaluar la recuperación cardiovascular, identificar signos de hipoxia

o interpretar la percepción subjetiva del esfuerzo permite tomar decisiones informadas al momento de diseñar programas de entrenamiento seguros y eficientes.

Además, comprender la entrega de oxígeno como un factor limitante del rendimiento permite al entrenador anticipar riesgos, individualizar la carga de trabajo y potenciar las adaptaciones fisiológicas deseadas en cada deportista, favoreciendo tanto el rendimiento como la salud a corto y largo plazo.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Cálculo de entrega de oxígeno estimada;** Un participante tiene una frecuencia cardíaca de 160 lpm durante un ejercicio de alta intensidad y un volumen sistólico estimado de 100 ml. Si su saturación de oxígeno es del 96%, ¿cómo estimarías la eficiencia de su entrega de oxígeno en comparación con un sujeto cuya SpO_2 disminuyó a 91% con la misma carga?
- Interpretación de una gráfica de recuperación;** Se presenta una gráfica con los valores de FC y SpO_2 durante la recuperación post-ejercicio de dos sujetos. Analiza cuál de ellos presenta mejor condición aeróbica y justifica tu respuesta en base a la teoría fisiológica.
- Diseño de una sesión de entrenamiento;** Diseña una breve rutina para un deportista intermedio con el objetivo de mejorar la eficiencia en la entrega de oxígeno a nivel muscular. Establece bloques de intensidad y tiempos de recuperación, considerando lo aprendido en la práctica.
- Análisis de un caso práctico;** Un atleta reporta fatiga crónica durante entrenamientos intensos, y en las mediciones su SpO_2 baja a 88% tras 3 minutos de esfuerzo. ¿Qué posibles causas fisiológicas podrían explicar esta caída? ¿Qué recomendaciones harías como entrenador?
- Comparación de sujetos entrenados y sedentarios;** Evalúa los siguientes datos de dos sujetos (uno entrenado, otro sedentario):
 - Sujeto A (entrenado):** FC reposo = 55 lpm, FC post-carrera = 140 lpm, SpO_2 post-carrera = 97%
 - Sujeto B (sedentario):** FC reposo = 85 lpm, FC post-carrera = 175 lpm, SpO_2 post-carrera = 93%
 Interpreta las diferencias observadas y relaciona con la eficiencia en el transporte y utilización del oxígeno.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de practica de laboratorio y lista de cotejo para evaluación rápida.

Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas de: Evaluación de los Cambios en la Entrega de Oxígeno al Músculo durante el Ejercicio Físico.
----------------------------------	---

1. Hall, J. E. (2016). Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica (13.^a ed.). Elsevier.
2. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). Fisiología del deporte y del ejercicio (6.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.
3. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Fisiología del ejercicio: Nutrición, rendimiento y salud (7.^a ed.). Wolters Kluwer.
4. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2017). Fisiología del ejercicio: Teoría y aplicación al rendimiento y la salud (9.^a ed.). McGraw-Hill Education.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Observación y análisis de la estructura del músculo esquelético mediante modelos, materiales biológicos y simulaciones educativas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar las principales estructuras del músculo esquelético, para comprender su organización funcional y su relación con la contracción muscular, mediante la observación guiada de modelos anatómicos y tejidos, en el contexto del estudio de la fisiología del ejercicio, desarrollando la competencia blanda de pensamiento crítico aplicado a la ciencia del entrenamiento deportivo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El músculo esquelético es un tejido especializado responsable del movimiento voluntario del cuerpo humano. Su estructura está conformada por fibras musculares multinucleadas dispuestas en haces o fascículos, organizadas a través de capas de tejido conectivo: endomisio, perimisio y epimisio. Esta organización facilita la transmisión de fuerza y la protección estructural del tejido durante la contracción (Powers & Howley, 2018). En el interior de cada fibra muscular se encuentran las miofibrillas, compuestas por unidades funcionales llamadas sarcómeros, donde se localizan los filamentos de actina y miosina. La contracción muscular se produce gracias al deslizamiento ordenado de estos filamentos, en un proceso conocido como ciclo de los puentes cruzados, regulado por la liberación de calcio y el consumo de ATP (Kenney, Wilmore, & Costill, 2020). Esta capacidad contráctil del músculo esquelético es fundamental para la locomoción, el mantenimiento postural y el rendimiento deportivo. Desde la fisiología del ejercicio, comprender la organización del músculo esquelético permite interpretar cómo se producen las adaptaciones al entrenamiento, como la hipertrofia, el aumento de la densidad mitocondrial o la modificación parcial de las propiedades de las fibras musculares. Los entrenamientos de resistencia, por ejemplo,

estimulan el desarrollo de fibras tipo I (oxidativas lentas), mientras que los de fuerza y potencia inducen adaptaciones en fibras tipo II (rápidas) (McArdle, Katch, & Katch, 2019).

El conocimiento detallado de la estructura muscular es esencial para los profesionales del entrenamiento deportivo, ya que les permite diseñar programas de trabajo más eficientes, seguros y adaptados a los objetivos fisiológicos del atleta. Observar directamente estas estructuras en el laboratorio fortalece el aprendizaje teórico-práctico del estudiante.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Objetivo; Reconocer e interpretar la organización morfofuncional del músculo esquelético y sus componentes celulares a través de la observación directa e indirecta, relacionándolo con los procesos fisiológicos implicados en el ejercicio físico.

Para el adecuado desarrollo de esta práctica de laboratorio, se requiere el siguiente equipo, instrumentos y materiales. Se incluyen las cantidades sugeridas por grupo o alumno, así como las características necesarias para cumplir los objetivos propuestos:

Equipo e Instrumental

Microscopios ópticos escolares – 1 por cada 2 a 3 alumnos

Deben contar con objetivos de 10x, 40x y 100x, buena iluminación y enfoque fino. Se utilizarán para la observación de cortes histológicos de tejido muscular.

Láminas histológicas de músculo esquelético – 1 por alumno o grupo

Preparaciones teñidas (transversal y longitudinal) para la visualización de fibras musculares, núcleos periféricos y estriaciones.

Modelos anatómicos de músculo esquelético – 1 por grupo

Representaciones 3D desmontables del músculo que permitan observar las capas: epimisio, perimisio, endomisio, fibras musculares y sarcómeros.

Pantalla, cañón o simulador digital 3D – 1 para el grupo

Para proyectar o explorar simulaciones de fibras musculares y sarcómeros en movimiento (opcional si no se cuenta con modelos físicos).

Materiales de apoyo

Hojas de registro y observación – 1 por alumno

Formato para describir, esquematizar e interpretar lo observado.

Lápices de color o crayones – 1 juego por alumno o grupo

Para el dibujo de las estructuras musculares identificadas (esquema longitudinal y transversal).

Guantes desechables (nitrilo o látex) – 1 par por alumno

Para manipulación higiénica de modelos o materiales (en caso de incluir muestras biológicas).

Toallas de papel o paños absorbentes – 1 por microscopio

Para la limpieza de las lentes o manejo de láminas.

Reactivos

No se requiere uso de reactivos líquidos o químicos, ya que se trabaja con láminas ya preparadas.

En caso de incluir material fresco, se deberá emplear solución salina y fijadores bajo supervisión docente.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Preparación antes de la práctica

Asegúrate de contar con: microscopio, láminas de músculo esquelético (longitudinal y transversal), guantes, hojas para anotaciones, lápices de colores y toallas de papel.

Revisa que el microscopio esté limpio y funcional. Consulta al docente si tienes dudas.

2. Colocación y enfoque de la muestra

Ponte los guantes para mantener la higiene y evitar dañar la muestra.

Toma la lámina con cuidado, solo por los bordes (no toques el vidrio donde está el tejido).

Coloca la lámina en la platina del microscopio y fíjala con las pinzas.

Enciende la luz del microscopio.

Consejo: empieza siempre con el objetivo de menor aumento (10x) para encontrar el área de interés.

Mira a través del ocular y usa los tornillos de enfoque primero grueso, luego fino, hasta que veas una imagen clara.

3. Observación con diferentes aumentos

Cambia al aumento medio o alto (40x) para observar detalles más pequeños.

Enfoca poco a poco y no forces el mecanismo si no ves nada.

Observa cuidadosamente:

Núcleos: Son estructuras ovaladas, normalmente teñidas de púrpura (por la hematoxilina). En el músculo esquelético, los núcleos suelen estar en la periferia de las fibras (por fuera).

Fibras musculares: Son las células largas y cilíndricas que forman el músculo.

Estrías: Líneas claras y oscuras alternadas a lo largo de la fibra, visibles en cortes longitudinales.

Son el reflejo de los sarcómeros

Corte transversal: Las fibras se ven como círculos o polígonos con núcleos en el borde.

4. Diferenciar cortes longitudinales y transversales

Longitudinal: fibras largas con estrías paralelas y núcleos a un lado.

Transversal: fibras redondas o poligonales en sección, núcleos visibles en la periferia.

Tip: Identificar el corte te ayudará a comprender cómo se organiza el músculo en 3D.

5. Dibujar y anotar observaciones

Haz un esquema a lápiz, usando lápices de colores para distinguir estructuras (p.ej., púrpura para núcleos, rosa para fibras).

Etiqueta las partes observadas: fibra muscular, núcleo, estrías, corte transversal/longitudinal.

Anota las diferencias entre cortes y cualquier detalle que te parezca importante.

6. Uso del modelo anatómico (si está disponible)

Observa y manipula el modelo tridimensional del músculo.

Identifica las capas externas: epimisio (capa gruesa que rodea todo el músculo), perimisio (alrededor de los fascículos), endomisio (alrededor de cada fibra).

Relaciona lo observado en el microscopio con estas capas.

7. Limpieza y almacenamiento

Retira la lámina con cuidado, sin tocar el área con tejido.

Guarda las láminas en su caja o soporte correspondiente.

Apaga el microscopio y cúbrelo para protegerlo.

Lava tus manos y recoge tus materiales.

Glosario rápido

Fibra muscular: célula larga y multinucleada que compone el músculo esquelético.

Núcleo: contiene el material genético; en músculo esquelético están en la periferia.

Sarcómero: unidad funcional de contracción, formada por filamentos de actina y miosina; da lugar a las estrías.

Epimisio, perimisio y endomisio: capas de tejido conectivo que organizan y protegen el músculo.

Hematoxilina y eosina (H&E): tinción que colorea núcleos y citoplasma para facilitar la observación.

Consejos y precauciones

No toques el vidrio con los dedos para evitar manchas o daños.

Si no logras enfocar, pide ayuda antes de manipular el microscopio con fuerza.

Observa con calma, la paciencia es clave para detectar detalles finos.

No comas ni bebas en el laboratorio.

Sigue todas las indicaciones del docente para preservar el material y el equipo.

RESULTADOS ESPERADOS

Durante esta práctica de laboratorio, se espera que los estudiantes sean capaces de observar, identificar y registrar de forma clara y precisa las siguientes características y parámetros estructurales del músculo esquelético, tanto en cortes longitudinales como transversales:

Distribución y forma de las fibras musculares:

En el corte transversal, las fibras musculares deben visualizarse como células con forma circular o poligonal, con un tamaño relativamente uniforme dentro del mismo fascículo. En el corte longitudinal, se observarán como fibras largas y paralelas.

Posición de los núcleos celulares:

Los núcleos deben ubicarse de manera periférica, justo debajo del sarcolema (membrana celular), y deben ser claramente visibles teñidos por hematoxilina.

Presencia y patrón de estriaciones:

En los cortes longitudinales, se deberán distinguir las estriaciones transversales características del músculo esquelético, producto de la disposición regular de los sarcómeros.

Organización de las capas de tejido conectivo:

Si se dispone del modelo anatómico o se puede visualizar en la muestra, se debe reconocer la presencia y función del epimisio, perimisio y endomisio, que envuelven el músculo completo, los fascículos y las fibras, respectivamente.

Tamaño y uniformidad de las fibras:

Observar si las fibras musculares mantienen un tamaño homogéneo o presentan variaciones, dato relevante para identificar posibles adaptaciones o patologías (en prácticas avanzadas).

Identificación de cortes:

Determinar correctamente si la muestra corresponde a un corte longitudinal o transversal, explicando las diferencias visuales entre ambos.

Dibujo esquemático y anotaciones:

Registro gráfico claro y detallado de las estructuras observadas, con etiquetas correctas que evidencien la comprensión del tejido.

Parámetros a recolectar:

Número y ubicación de núcleos en cada fibra (periféricos o centrales).

Diámetro promedio aproximado de las fibras musculares (solo si es posible medir con el microscopio).

Presencia y regularidad de estriaciones visibles.

Aspecto y disposición de las fibras (alineación y agrupación).

Observaciones cualitativas sobre el grosor y continuidad de las capas de tejido conectivo (si aplica).

Dibujo representativo con anotaciones.

Este registro y análisis permitirán al estudiante desarrollar un entendimiento claro de la organización y características morfológicas del músculo esquelético, base fundamental para comprender su función en el ejercicio físico y el entrenamiento deportivo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Estas preguntas guían al estudiante a reflexionar críticamente sobre lo que observó, a conectar teoría y práctica, y a valorar la aplicación de este conocimiento en su campo profesional.

1. ¿Cuál es la forma y disposición general de las fibras musculares observadas en el corte transversal y en el longitudinal?

Describe las diferencias visibles entre ambos tipos de cortes y explica por qué se ven diferentes.

2. ¿Dónde se encuentran los núcleos en las fibras musculares? ¿Por qué es importante esta característica?
3. ¿Qué función cumplen las estriaciones que se observan en el corte longitudinal? ¿Cómo están relacionadas con la función del músculo esquelético?
4. ¿Cómo están organizadas las fibras musculares dentro de los fascículos y cuál es la función de las capas de tejido conectivo (epimisio, perimisio, endomisio)?
5. ¿Observaste alguna irregularidad o variación en el tamaño o la forma de las fibras musculares?
6. ¿Qué podría indicar esta variación?
7. ¿Cómo puede la comprensión de la estructura del músculo esquelético ayudar a un entrenador deportivo a diseñar programas de entrenamiento más efectivos?
8. ¿Qué relación tiene la estructura muscular observada con los procesos fisiológicos involucrados en la contracción y el rendimiento muscular?
9. ¿Qué importancia tiene la tinción Hematoxilina y Eosina (H&E) en la identificación de las estructuras musculares?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica de laboratorio sobre la estructura del músculo esquelético permitió a los estudiantes comprender de manera tangible y visual la organización morfológica de este tejido fundamental para el movimiento voluntario y el rendimiento físico. La observación directa de las fibras musculares, sus núcleos periféricos y las estriaciones características evidenció la precisión con que la estructura se relaciona con la función contráctil.

Desde el punto de vista teórico, la organización en sarcómeros, la disposición de las fibras y la integración del tejido conectivo reflejan cómo el músculo esquelético está diseñado para generar fuerza y resistencia durante la actividad física, tal como lo describen Powers y Howley (2018) y Kenney, Wilmore y Costill (2020). Esta comprensión estructural es fundamental para interpretar los mecanismos de contracción, adaptación y recuperación muscular.

En el ámbito profesional del entrenador deportivo, este conocimiento adquiere una relevancia directa. Entender la microestructura muscular facilita la evaluación de las respuestas del músculo al entrenamiento y permite diseñar programas más efectivos, personalizados y seguros. Por ejemplo, el reconocimiento de la diferencia entre fibras tipo I y tipo II, y su relación con la resistencia o la potencia muscular, guía la selección de ejercicios y cargas adecuadas para optimizar el rendimiento y prevenir lesiones.

Finalmente, la práctica fortalece habilidades esenciales como la observación crítica, el análisis y la interpretación científica, competencias blandas necesarias para la toma de decisiones informadas en el entrenamiento deportivo. Así, se integra el conocimiento teórico con la aplicación práctica, formando profesionales más completos y preparados para afrontar retos en el campo de la fisiología del ejercicio y el rendimiento físico.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Estas actividades fomentan la integración del conocimiento teórico y práctico, desarrollando habilidades analíticas y aplicadas necesarias para un entrenador deportivo:

Análisis comparativo de fibras musculares:

Busca imágenes histológicas de fibras musculares tipo I (lentas) y tipo II (rápidas). Describe las diferencias morfológicas observadas y explica cómo estas diferencias se relacionan con la función de cada tipo de fibra en el rendimiento deportivo.

Evaluación del impacto del entrenamiento:

Investiga y redacta un breve informe sobre cómo diferentes tipos de entrenamiento (resistencia vs. fuerza) pueden modificar la estructura muscular a nivel microscópico. Incluye ejemplos de adaptaciones en las fibras musculares y el tejido conectivo.

Interpretación de tinciones histológicas:

Consulta otras técnicas de tinción utilizadas en histología muscular (por ejemplo, tinción de ATPasa o tricrómica de Gomori). Explica para qué sirve cada técnica y qué estructuras permite visualizar mejor en comparación con la Hematoxilina y Eosina.

Diseño de un programa de entrenamiento basado en la estructura muscular:

Imagina que eres un entrenador deportivo y debes diseñar un programa para un atleta que necesita mejorar su fuerza explosiva. Basándote en la estructura y función del músculo esquelético, describe qué tipo de fibras musculares serán más relevantes y qué tipo de ejercicios incluirías.

Resolución de casos clínicos simples:

Lee un caso clínico donde un paciente presenta debilidad muscular progresiva. Relaciona los posibles cambios estructurales en el músculo esquelético que podrían estar ocurriendo y cómo la fisiología muscular explica estos síntomas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
Criterios de evaluación	Los resultados de la evaluación y acreditación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: competente sobresaliente, competente avanzado, competente intermedio, competente básico y no aprobado. Precisión en la observación, Medición y cuantificación, Análisis y reflexión y Calidad del reporte escrito.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rubrica de trabajo de practica de laboratorio y lista de cotejo para evaluación rápida.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas de: Observación y análisis de la estructura del músculo esquelético mediante modelos, materiales biológicos y simulaciones educativas.

1. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). Fisiología del deporte y del ejercicio (7.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.
2. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2019). Fisiología del ejercicio: Nutrición, rendimiento y salud (8.^a ed.). Wolters Kluwer.
3. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). Fisiología del ejercicio: Teoría y aplicación al rendimiento y la salud (10.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Capítulo 15 FUENTES DE INFORMACIÓN

Capítulo 16

1. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). Molecular biology of the cell (6th ed.). Garland Science. <https://www.routledge.com/Molecular-Biology-of-the-Cell/Alberts-Johnson-Lewis-Raff-Roberts-Walter/p/book/9780815344322>
2. Bauchau, V., & Vézina, F. (2020). Introduction to microscopy: Principles and practice. Open Textbooks for Biology, eCampusOntario. <https://ecampusontario.pressbooks.pub/microscopy/>
3. Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Human Kinetics.
4. Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2010). Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance (2nd ed.). Churchill Livingstone.
5. Cech, D. J., & Martin, S. T. (2012). Functional movement development across the life span (3rd ed.). Elsevier Health Sciences.
6. Cooper, G. M., & Hausman, R. E. (2019). The cell: A molecular approach (8th ed.). Sinauer Associates. <https://global.oup.com/academic/product/the-cell-9781605357072>
7. Durand-Bush, N., & Salmela, J. H. (2001). The development and maintenance of expert athletic performance: Perceptions of world and Olympic champions. Journal of Applied Sport Psychology, 13(2), 154–171. <https://doi.org/10.1080/104132001753149865>
8. Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). Tratado de fisiología médica (14.ª ed.). Elsevier.
9. Instituto Politécnico Nacional. (2018). Manual de prácticas de fisiología del ejercicio. Escuela Superior de Medicina.
10. Hall, J. E. (2016). Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica (13.ª ed.). Elsevier
11. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). Principles of neural science (5th ed.). McGraw-Hill Education.
12. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). Fisiología del deporte y del ejercicio (7.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
13. Magill, R. A., & Anderson, D. I. (2017). Motor learning and control: Concepts and applications (11th ed.). McGraw-Hill Education.
14. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance (8th ed.). Wolters Kluwer Health.
15. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2019). Fisiología del ejercicio: Nutrición, rendimiento y salud (8.ª ed.). Wolters Kluwer.
16. Organización Mundial de la Salud. (2004). Manual de bioseguridad en el laboratorio (3.ª ed.). Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42956>
17. Rodríguez, J. A., & Gómez, M. E. (2019). Prácticas de laboratorio de biología celular. Universidad Autónoma Metropolitana. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42956>
18. Secretaría de Salud. (2003). NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=698084&fecha=17/02/2003
19. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2023). Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas (NOM-005-STPS-2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5707914&fecha=20/10/2023
20. Secretaría de Salud. (2003). Protección ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo (NOM-087-ECOL-SSA1-2002). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=698084&fecha=17/02/2003

20. Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). Motor control: Translating research into clinical practice (5th ed.). Wolters Kluwer Health.
21. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). Fisiología del ejercicio: Teoría y aplicación al rendimiento y la salud (10.^a ed.). McGraw-Hill Education.
22. Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 287(3), R502–R516.
<https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
23. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2012). Fisiología del esfuerzo y del deporte (6.^a ed.). Editorial Paidotribo.
24. Woolsey, T. A. (2010). Cellular structure and function in microscopy. In R. J. Lee (Ed.), Methods in cell biology (Vol. 96, pp. 3–18). Academic Press.
[https://doi.org/10.1016/S0091-679X\(10\)96001-3](https://doi.org/10.1016/S0091-679X(10)96001-3)



Capítulo 17 **ANEXOS**

- 1.- Diagramas, tablas, ejemplos de reportes
- 2.- Formatos de seguridad y protocolos adicionales
- 3.- Problemas o ejercicios de apoyo



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu