



GUÍA DE ESTUDIO

Fundamentos Biológicos del Deporte

Técnico Superior de Ciclo Corto

La Habana, 2021
Santa Catalina No. 12453 e/ Primelles y Boyeros, Cerro, La Habana.
www.uccfd.cu



1. Nombre de la asignatura

Fundamentos Biológicos del Deporte

1er semestre

2. Fundamentación de la Asignatura

La asignatura Fundamentos Biológicos del Deporte, tiene en cuenta la necesidad de una formación básica sólida que le permita al futuro egresado enfrentarse y resolver las dificultades que se le presenten en el entrenamiento deportivo a partir de la concepción de la autogestión del conocimiento que incentive al desarrollo de habilidades que le permitan identificar las situaciones de índole biológico que debe tener en cuenta en su actividad profesional.

Esta asignatura se imparte en el 1er año del 1er del semestre en el técnico superior universitario de ciclo corto en entrenamiento deportivo en el curso presencial (CRD) y semipresencial (CPE).

La asignatura Fundamentos Biológicos del Deporte brinda los conocimientos esenciales necesarios para interpretar los procesos y fenómenos básicos que fundamentan los cambios de la adaptación biológica dirigida del organismo; que conduce al incremento de la capacidad de trabajo físico y a la elevación de las posibilidades funcionales que experimenta el organismo del sujeto sometido a un régimen de entrenamiento deportivo. Esta asignatura constituye por sus contenidos un sistema que se interrelaciona con el resto de las asignaturas del plan de estudio propiciando la solución de problemas concretos de índole profesional al futuro egresado.

3. Objetivos generales

1. Demostrar con su actuación diaria actitudes y convicciones revolucionarias, patrióticas, cívicas, solidarias, antiimperialistas y de amor al trabajo, a partir del conocimiento de la obra revolucionaria, de la construcción del socialismo en Cuba, la integración de los contenidos de la asignatura, los principios y normas de la ética pedagógica en correspondencia con el modelo de actuación del profesional del deporte.
2. Aplicar en el entrenamiento deportivo conocimientos, habilidades y actitudes apoyadas en la concepción científico materialista de los diferentes procesos de adaptación biológica que se manifiestan en el hombre bajo el efecto del entrenamiento, de manera tal que el proceso de planificación, aplicación y control de las cargas se desarrolle sobre la base de las particularidades de estos procesos.
3. Interpretar los cambios funcionales que tienen lugar en el organismo sometido al entrenamiento deportivo como un proceso de adaptación biológica que conduce al incremento de la capacidad física de trabajo, sobre la base de concepciones

científico materialistas, teniendo en cuenta las características del entrenamiento, la edad y el sexo con un alto grado de humanismo que contribuya al desarrollo armónico del ser humano como centro de la biodiversidad.

4. Objetivos específicos

- Caracterizar los procesos del metabolismo teniendo en cuenta sus características esenciales
- Explicar la capacidad de los sistemas motores de planificar, coordinar, y ejecutar los movimientos después de un período de aprendizaje.
- Analizar durante la selección de ejercicios físicos las variaciones producidas en los sistemas de control biológicos que permiten adaptaciones al esfuerzo para una mejor dirección del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Interpretar los diferentes criterios de clasificación de los ejercicios físicos enfatizando en la clasificación fisiológica, así como de acuerdo al tipo de potencia y contracción que predomine en ellos.
- Interpretar la importancia de la aplicación de las cargas físicas durante el proceso de entrenamiento como estímulo que provoca la adaptación en el organismo.
- Identificar los sistemas energéticos que utiliza el organismo para asegurar las diferentes modalidades deportivas y estados funcionales que tiene lugar antes, durante y después de la actividad motora, así como las herramientas utilizadas para contrarrestar o acentuar los mismos, según las necesidades.
- Distinguir los fundamentos biológicos de las capacidades motoras rapidez, fuerza, así como la influencia de los diferentes métodos de entrenamiento para el incremento de ambas.

5. Temas

TEMA I Particularidades generales del metabolismo.

Sistema de conocimientos (núcleos básicos):

El metabolismo y sus particularidades en los sujetos que realizan actividad física sistemática”. Concepto. Fases. Consideraciones generales acerca de las transformaciones energéticas en los organismos vivos. Ciclo ATP/ ADP. Estructura y propiedades del ATP. Principio del intermediario común. La reacción creatínfosfoquinasa y su importancia para la energética muscular. La glucólisis anaerobia y su importancia para la actividad muscular. Oxidaciones biológicas: Procesos REDOX. Ciclo de Krebs: Acople con la cadena transportadora de electrones y la fosforilación Oxidativa. Aspectos fundamentales del metabolismo de glúcidos, lípidos y proteínas.

TEMA II: Aspectos básicos del control de la postura y el movimiento. Sistemas de control y deporte.

Sistema de conocimientos (núcleos básicos):

El organismo como un todo en la actividad física sistemática .Mecanismos de transporte a través de la membrana. El sistema nervioso: PMR.PG, PA Importancia biológica. Retroalimentación positiva y negativa en la regulación de los procesos biológicos. Organización general del SN y su división funcional. Sinapsis. Tipos. Transmisión sináptica. Neurotransmisores. PPSE y PPSI. Receptores sensoriales y su clasificación. Vías de trasmisión. Contracción muscular .Funciones motoras del sistema Nervioso: médula espinal, tallo cerebral, cerebelo, cerebro, ganglios basales, equilibrio, Sistema límbico y funciones vegetativas. Regulación y variaciones durante el esfuerzo de todos los sistemas del organismo.

TEMA III Clasificación fisiológica de los ejercicios físicos.

Sistema de conocimientos (núcleos básicos):

Consideraciones generales sobre la clasificación de los ejercicios físicos. Clasificación fisiológica de Faefell.

TEMA IV: Aspectos generales de las regularidades de la adaptación en el deporte.

Sistema de conocimientos (núcleos básicos):

Consideraciones generales sobre el proceso de adaptación. Etapas o fases. Sistemas energéticos que posee el músculo para asegurar el trabajo muscular. Cambios biológicos en los diferentes órganos y sistemas. Estados funcionales que tienen lugar antes, durante y después de la actividad motora. Bases fisiológicas. Principios básicos del entrenamiento. Fundamentos biológicos de las capacidades motoras

TEMA V: La capacidad de trabajo físico.

Sistema de conocimientos (núcleos básicos):

La capacidad física de trabajo en el organismo que practica actividades físicas sistemáticas. Fundamentos biológicos de las capacidades físicas en el organismo en desarrollo. Particularidades funcionales del organismo femenino. Características del ciclo sexual ovárico en la deportista.

6. Contenidos

TEMA I: Particularidades generales del metabolismo.

CONTENIDOS FUNDAMENTALES DEL TEMA:

- El metabolismo. Concepto y fases, la interrelación entre ellas.
- Consideraciones generales acerca de las transformaciones energéticas en el organismo.

- Ciclo ATP/ADP. Propiedades del ATP.
- Principio del Intermediario común, la reacción creatinfosfoquinasa.
- Glucólisis anaerobia y su importancia.
- Oxidaciones biológicas: Procesos REDOX. Ciclo de Krebs: Acople con la cadena transportadora de electrones y la fosforilación oxidativa.
- Las características de los principales procesos metabólicos celulares de degradación: glucólisis anaerobia y aerobia, β -oxidación de los ácidos grasos, desaminación, transaminación y descarboxilación, como base para comprender la bioenergética del trabajo muscular.

Objetivo:

Caracterizar los procesos del metabolismo teniendo en cuenta sus características esenciales.

Bibliografía:

- León Oquendo Marcial. Bioquímica Bases para la actividad física. Editorial Deportes, Ciudad de la Habana, 2004.
- Menshikov, V.V. y N.I. Volkov, "Bioquímica. págs. 305-327
- Presentaciones digitales sobre metabolismo

El metabolismo se caracteriza porque: se lleva a cabo mediante reacciones químicas entre las cuales hay reacciones del tipo Redox o de oxidación reducción:

- todas esas reacciones químicas están catalizadas por enzimas (por lo que en el metabolismo participan complejos sistemas multienzimáticos);
- todas esas reacciones ocurren en todas las células simultáneamente;
- todas las reacciones metabólicas están reguladas de alguna forma.



El metabolismo incluye dos fases (o vertientes): el anabolismo y el catabolismo, que son fases contrarias e interdependientes.

El anabolismo: es la fase constructiva que se lleva a cabo mediante reacciones químicas de síntesis (a partir de moléculas sencillas se forman moléculas complejas), en esas reacciones se consume energía. Por el contrario, **el catabolismo** es la fase degradativa, que se realiza mediante reacciones químicas de fragmentación (a partir de moléculas complejas se forman moléculas sencillas) y en esas reacciones se libera energía.

El anabolismo y el catabolismo **son fases interdependientes porque:**

- la energía que se libera en los procesos catabólicos es utilizada en los procesos anabólicos o de síntesis;
 - las moléculas complejas que se van formando en los procesos anabólicos, se degradan mediante los procesos catabólicos;
 - las moléculas sencillas que se forman como resultado de los procesos catabólicos, pueden ser punto de partida (o materia prima) para los procesos anabólicos o de síntesis.
- La función de la molécula de ATP es transferir energía en la célula, desde los compuestos químicos de alto contenido energético a los de bajo contenido energético actuando como intermediario común. La estructura que hace posible la realización de esta función es la presencia de los enlaces fosfoanhídridos que son macroenergéticos (o

macroérgicos) y se rompen y forman con mucha facilidad; y el hecho de que la energía de hidrólisis del ATP tiene un valor intermedio entre la energía de hidrólisis de los compuestos químicos de alto contenido energético y los de bajo contenido energético que hay en las células.

Estudio Independiente

Estudie el material referido al metabolismo y resuma:

- ¿Cuáles son las fases del metabolismo?
- ¿Las características de cada fase y Por qué esas fases son interdependientes?
- Función de la molécula de ATP.
- Características estructurales que posibilitan la realización de esa función.
- **Oxidaciones biológicas: Procesos REDOX. Ciclo de Krebs: Acople con la cadena transportadora de electrones y la fosforilación oxidativa. glucólisis anaerobia y aerobia, β -oxidación de los ácidos grasos, desaminación, transaminación y descarboxilación, como base para comprender la bioenergética del trabajo muscular.**

Objetivo: Explicar la relación que existe entre el ciclo de Krebs, la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa a partir del conocimiento de las características de cada uno.

El Ciclo de Krebs, la cadena transportadora de electrones y la fosforilación oxidativa (Figura 9.5 del libro de texto básico, página 213)

El ciclo de Krebs es un proceso metabólico (específicamente catabólico) que ocurre en las mitocondrias, en condiciones aerobias y representa una etapa común en la oxidación completa de la glucosa, de los ácidos grasos y de los aminoácidos.

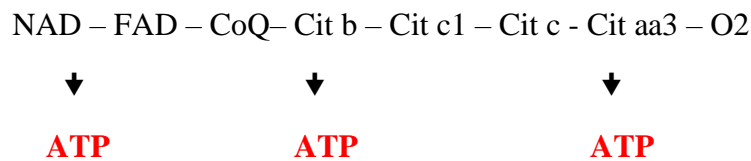
El ciclo de Krebs se lleva a cabo mediante 8 reacciones químicas catalizadas por enzimas (esto nos indica que en el mismo se forman 8 metabolitos intermediarios y participan 8 enzimas); de esas 8 reacciones químicas, 4 son del tipo Redox o de óxido reducción (estas son reacciones de deshidrogenación, catalizadas por enzimas deshidrogenasas acopladas a los cofactores NAD y FAD); la molécula alimentadora del ciclo de Krebs es la de Acetil~CoA (Acetil Coenzima A).

Como resultado de las reacciones químicas del ciclo de Krebs se forman 4 cofactores reducidos: **3 NADH**, **1 FADH₂**, 1 molécula de **GTP** (equivalente a 1ATP) y 2 moléculas de **CO₂**.

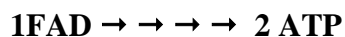
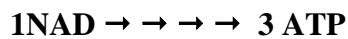
El ciclo de Krebs funciona acoplado con la cadena transportadora de electrones y con la fosforilación oxidativa.

La cadena transportadora de electrones es el conjunto (perfectamente acoplado) de enzimas y cofactores que se encuentra en el interior de las mitocondrias y su función es el transporte gradual y escalonado de átomos de Hidrógeno y de electrones que son entregados por un sustrato hasta el aceptor final de esos átomos de Hidrógeno y de electrones que es el O₂. En ese transporte de átomos de Hidrógeno y de electrones se libera energía que se utiliza en la síntesis de ATP.

Constitución de la cadena transportadora de electrones, ordenamiento de sus componentes en orden creciente de sus potenciales Redox y lugares donde se libera energía suficiente para sintetizar moléculas de ATP.



Así, por cada NAD que transporta átomos de Hidrógeno y electrones por la cadena transportadora de electrones se forman 3ATP y por cada FAD se forman 2 ATP.



La fosforilación oxidativa es la síntesis de ATP utilizando la energía liberada en un proceso oxidativo (en cualquier parte de la célula que ocurra el proceso). Hay dos tipos de fosforilación oxidativa; a nivel de cadena respiratoria y a nivel de sustrato. Todo el ATP que se sintetiza en la cadena transportadora de electrones lo hace por el proceso de fosforilación **oxidativa a nivel de cadena respiratoria**, pero si el ATP se sintetiza en otro proceso oxidativo (por ejemplo, el GTP formado en el ciclo de Krebs), el proceso se denomina **fosforilación oxidativa a nivel de sustrato**.

El ciclo de Krebs y su relación con la cadena transportadora de electrones y la fosforilación oxidativa.

➔ - La molécula de Acetil~CoA se oxida en el ciclo de Krebs, mediante 8 reacciones químicas catalizadas por enzimas (de las cuales 4 son del tipo Redox). Como resultado de esas reacciones químicas se forman: 3NADH, 1FADH₂, 1 molécula de GTP Y 2 moléculas de CO₂.

- Los cofactores reducidos (NAD y FAD) transportan átomos de hidrógeno y electrones por la cadena transportadora de electrones, donde los 3NADH propician la síntesis de 9 moléculas de ATP y el FADH₂ causa la formación de 2 moléculas de ATP, son 11 moléculas de ATP; si a estas se suma el GTP que se ha formado en el ciclo de Krebs se obtienen **12 moléculas de ATP**, de las cuales 11 se han formado por el proceso de fosforilación oxidativa a nivel de cadena respiratoria y 1 por el proceso de fosforilación oxidativa a nivel de sustrato.

Conclusión: por cada molécula de Acetil~CoA que se oxida en el ciclo de Krebs acoplado con la cadena transportadora de electrones se forman 12 moléculas de ATP, que representa el saldo energético de estos procesos. Los productos finales formados son el CO₂ y el agua (H₂O).

Los procesos metabólicos objeto de estudio en relación con los sistemas energéticos y la actividad física.

Los procesos metabólicos (vías o senderos metabólicos) específicamente catabólicos que se han estudiado son:

- Glucólisis anaerobia (vía láctica)

- Glucólisis aerobia
- β -oxidación de los ácidos grasos

Glucólisis anaerobia (vía láctica) (Figura 10.1 del libro de texto básico, página 223)

Este proceso consiste en la degradación incompleta del glucógeno y de la glucosa en ausencia de O₂ obteniéndose como producto final el ácido láctico (de ahí su nombre de vía láctica). En este proceso:



- La molécula de **glucosa** (que tiene 6 átomos de Carbono) se transforma, mediante varias reacciones químicas catalizadas por enzimas, en **2 moléculas de Gliceraldehído-3-fosfato** (que tiene 3 átomos de Carbono); en esta secuencia de reacciones **se consumen 2 moléculas de ATP**. Seguidamente:
- Cada molécula de Gliceraldehído-3-fosfato, mediante varias reacciones químicas catalizadas por enzimas se transforma en 2 moléculas de **ácido pirúvico**. En esta secuencia de reacciones se forman **4 moléculas de ATP** (por fosforilación oxidativa a nivel de sustrato) y **2NADH** (por oxidación del Gliceraldehído-3-fosfato).
- Finalmente cada molécula de ácido pirúvico **se reduce** (acepta los átomos de Hidrógeno del NADH formado antes) y se transforma en ácido láctico que es producto final de este proceso metabólico.
- El saldo energético es de 2 o 3 moléculas de ATP.

En este proceso o vía metabólica:

- los sustratos o sustancias iniciales son: glucosa y glucógeno
- el producto final es el ácido láctico
- el saldo energético es de 2 – 3 ATP
- los metabolitos intermediarios más importantes son el Gliceraldehído-3-P y el ácido pirúvico (los que no pueden dejar de nombrarse en la explicación.)

Este proceso metabólico aporta la energía al sistema glucolítico láctico (sistema energético que opera en condiciones anaerobias) y esta energía se emplea, de forma predominante en actividades físicas que duran hasta 2-3 minutos aproximadamente, como por ejemplo: las carreras de 400 m y 400 m c/v.

Glucólisis aerobia (Figura 10.3 del libro de texto básico, página 227)

Este proceso consiste en la degradación **completa** del glucógeno y de la glucosa en presencia de O₂ obteniéndose como productos finales CO₂ y agua (H₂O). En este proceso:



- La molécula de **glucosa** (que tiene 6 átomos de Carbono) se transforma, mediante varias reacciones químicas catalizadas por enzimas, en **2 moléculas de Gliceraldehído-**

3-fosfato (que tiene 3 átomos de Carbono); en esta secuencia de reacciones **se consumen 2 moléculas de ATP**. Seguidamente:

- Cada molécula de Gliceraldehído-3-fosfato, mediante varias reacciones químicas catalizadas por enzimas se transforma en 2 moléculas de **ácido pirúvico**. En esta secuencia de reacciones se forman **4 moléculas de ATP** (por fosforilación oxidativa a nivel de sustrato) y **2NADH** (por oxidación del Gliceraldehído-3-fosfato). A continuación:

- El ácido pirúvico **se oxida** y se descarboxila formándose: 2 NADH, 2 moléculas de Acetil~CoA y 2CO₂.

- Cada molécula de Acetil~CoA se oxida en el ciclo de Krebs, mediante 8 reacciones químicas catalizadas por enzimas (de las cuales 4 son del tipo Redox). Como resultado de esas reacciones químicas se forman: 3NADH, 1FADH₂, 1 molécula de GTP Y 2 moléculas de CO₂.

- Los cofactores reducidos (NAD y FAD) transportan átomos de hidrógeno y electrones por la cadena transportadora de electrones, donde los 3NADH propician la síntesis de 9 moléculas de ATP y el FADH₂ causa la formación de 2 moléculas de ATP, son 11 moléculas de ATP; si a estas se suma el GTP que se ha formado en el ciclo de Krebs se obtienen **12 moléculas de ATP**, de las cuales 11 se han formado por el proceso de fosforilación oxidativa a nivel de cadena respiratoria y 1 por el proceso de fosforilación oxidativa a nivel de sustrato.

Como en la glucólisis aerobia se han formado 2 moléculas de Acetil~CoA, en el ciclo de Krebs acoplado con la cadena transportadora de electrones se forman 24 moléculas de ATP.

- El saldo energético del proceso de Glucólisis aerobia es de 38 o 39 ATP y los productos finales son el CO₂ y el agua (H₂O).

En este proceso o vía metabólica:

- los sustratos o sustancias iniciales son: glucosa y glucógeno
- los productos finales son: CO₂ y agua (H₂O)
- el saldo energético es de 38 – 39 ATP
- los metabolitos intermediarios más importantes son el gliceraldehído-3-P y el ácido pirúvico y el Acetil~CoA (los que no pueden dejar de nombrarse en la explicación.)

La glucólisis aerobia es el proceso metabólico que aporta la energía al sistema glucolítico aerobio (sistema energético que opera en condiciones aerobias) y esta energía se emplea, de forma predominante en actividades físicas que duran hasta 10 minutos aproximadamente, como por ejemplo: las carreras de 1500 m y 3000 m.

β-oxidación de los ácidos grasos (saturados y de número par de átomos de Carbono) (Figura 11.2 del libro de texto básico, página 218)

La β -oxidación consiste en la oxidación de los ácidos grasos hasta formar Acetil~CoA. El proceso es cíclico, ocurre en condiciones aerobias y se realiza en varias vueltas (en dependencia del número de átomos de Carbono que tenga el ácido graso) y en cada vuelta se separan 2 átomos de Carbono en forma de Acetil~CoA.

➔ - La primera reacción de este proceso metabólico consiste en la activación del **ácido graso**, en la cual este se transforma en **ácido graso activado**, en esta reacción se consume una molécula de ATP.

- A continuación, el **ácido graso activado** entra a la mitocondria (con ayuda de una molécula transportadora) y se oxida mediante 4 reacciones químicas catalizadas por enzimas, de las cuales 2 son del tipo Redox. Como resultado de esas reacciones químicas se forman: **1 FADH₂, 1 NADH + H⁺**, una molécula de **Acetil~CoA** y un **ácido graso activado** con dos átomos de Carbono menos.

- La molécula de **Acetil~CoA** se oxida en el ciclo de Krebs, mediante 8 reacciones químicas catalizadas por enzimas (de las cuales 4 son del tipo Redox). Como resultado de esas reacciones químicas se forman: **3NADH + H⁺, 1FADH₂**, 1 molécula de GTP Y 2 moléculas de CO₂.

- Los cofactores reducidos (NAD y FAD) transportan átomos de hidrógeno y electrones por la cadena transportadora de electrones, donde los 3NADH propician la síntesis de 9 moléculas de ATP y el FADH₂ causa la formación de 2 moléculas de ATP, son 11 moléculas de ATP; si a estas se suma el GTP que se ha formado en el ciclo de Krebs se obtienen **12 moléculas de ATP**, de las cuales 11 se han formado por el proceso de fosforilación oxidativa a nivel de cadena respiratoria y 1 por el proceso de fosforilación oxidativa a nivel de sustrato.

- **Los cofactores reducidos NAD y FAD** formados en la β -oxidación transportan átomos de hidrógeno y electrones por la cadena transportadora de electrones, donde el FAD rinde 2 ATP y el NAD propicia la formación de 3 ATP, lo que suma **5 moléculas de ATP**. Siendo el saldo energético de **17 moléculas de ATP** en cada vuelta.

- **El ácido graso activado con dos átomos de Carbono menos**, comienza de nuevo el ciclo (sin pasar por la primera reacción porque ya está activado).

En este proceso o vía metabólica:

- el sustrato o sustancia inicial es: un ácido graso
- los productos finales son: CO₂ y agua (H₂O).
- el saldo energético es de 17 ATP en cada vuelta
- los metabolitos intermediarios más importantes son el ácido graso activado y el Acetil~CoA (los que no pueden dejar de nombrarse en la explicación).

La **β -oxidación** es el proceso metabólico que aporta la energía al sistema oxidativo de las grasas (sistema energético que opera en condiciones aerobias) y esta energía se emplea, de forma predominante en actividades físicas de larga duración que duran más de 10 minutos como, por ejemplo: las carreras de maratón, la marcha deportiva, el ciclismo de ruta.

Los procesos degradativos de los aminoácidos enfatizando en su importancia para el organismo humano.

Los procesos degradativos de los aminoácidos que se estudian son: **la desaminación oxidativa, la transaminación y la descarboxilación.**

Desaminación oxidativa

Es la separación del grupo amino (NH₂) de un aminoácido, como resultado se forman un cetoácido y amoniaco. Los cetoácidos formados pueden oxidarse en el ciclo de Krebs o pueden ser utilizados en la síntesis de nuevos aminoácidos (según las necesidades del organismo). El amoniaco es una sustancia tóxica que afecta al sistema nervioso central, por lo que es eliminado por la orina en forma de urea.

Transaminación

Es la transferencia del grupo amino (NH₂) de un aminoácido hacia un cetoácido; como resultado se forman un nuevo aminoácido y un nuevo cetoácido. El proceso es ventajoso porque se forman nuevos aminoácidos sin la formación del amoniaco tóxico. Los cetoácidos formados pueden oxidarse en el ciclo de Krebs o pueden ser utilizados en la síntesis de nuevos aminoácidos (según las necesidades del organismo).

Descarboxilación

Es la separación del grupo carboxilo (COOH) de un aminoácido dando lugar a la formación de **aminas** y **CO₂**. Ejemplo de amina es la histamina, que causa descenso de la presión arterial y el GABA (Ácido gamma amino butírico) que es un neurotransmisor del sistema nervioso central.

Estudio Independiente

1. Estudiar el contenido relacionado con ciclo de Krebs y su relación con la cadena transportadora de electrones y la fosforilación oxidativa y resumir:
 - molécula alimentadora del ciclo de Krebs.
 - cantidad de reacciones y resultados
 - cantidad de energía en número de moléculas de ATP que se forman en la cadena transportadora de electrones por cada NADH+H y por cada FADH₂
2. De los procesos metabólicos glucólisis anaerobia o vía láctica, glucólisis aerobia y β oxidación de los ácidos grasos resume:
 - Definición, sustancias iniciales, metabolitos intermediarios más importantes y productos finales

TEMA II: Aspectos básicos del control de la postura y el movimiento. Sistemas de control y deporte.

CONTENIDOS FUNDAMENTALES DEL TEMA:

- Consideraciones generales sobre el funcionamiento del organismo
- Mecanismos de transporte a través de la membrana. PMR, PG, PA. Importancia biológica. La retroalimentación positiva y negativa en la regulación de los procesos fisiológicos.

- Organización general del SN. Sinapsis. Tipos. Neurotransmisores (PPSE y PPSI). Contracción muscular.
- Receptores sensoriales clasificación y vías de transmisión.
- Funciones motoras del SN. Médula espinal, tallo cerebral, cerebelo, cerebro, ganglios basales, equilibrio, sistema límbico y funciones vegetativas.
- Regulación y variaciones durante el esfuerzo de todos los sistemas del organismo.

Objetivos:

- 1- Explicar la capacidad de los sistemas motores de planificar, coordinar, y ejecutar los movimientos después de un período de aprendizaje.
- 2- Analizar durante la selección de ejercicios físicos las variaciones producidas en los sistemas de control biológicos que permiten adaptaciones al esfuerzo para una mejor dirección del proceso de enseñanza aprendizaje.

Bibliografía:

- Guyton. Tratado de Fisiología Médica (**Tomo I Cap.5**)
- Fisiología Humana. N.V.Zimkin
- Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Jack H. Wilmore
- Materiales digitales de la asignatura.

El organismo está formado por células que forman tejidos que al unirse forman órganos, estos a su vez forman sistemas de órganos los cuales interactúan de forma coordinada para formar una maquinaria perfecta que es el organismo como un todo. Cada uno de estos sistemas realiza funciones fisiológicas que son manifestaciones de actividad vital de naturaleza adaptativa, es decir, que regula el ambiente para sus exigencias.

Todas las células del organismo tienen características comunes como la nutrición, respiración, reproducción e intercambio de sustancias a través de su membrana.

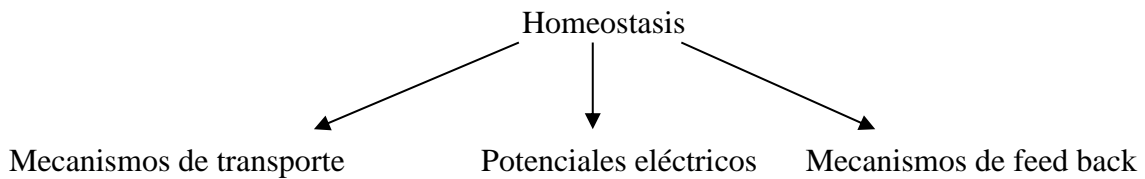
Recordemos que la célula está rodeada de un líquido llamado LEC y que en su interior se conoce como LIC y que ambos contienen los nutrientes necesarios para el metabolismo celular como la glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, colesterol, oxígeno, electrolitos y otros.

Características de la membrana celular:

Está formada por una doble capa de lípidos que contiene en su interior proteínas que en ocasiones la atraviesan completamente. Esta característica le ofrece la propiedad de tener permeabilidad selectiva de forma que cada uno de los nutrientes que ella va a utilizar o a desechar utilizara un mecanismo de transporte específico para garantizar la homeostasis.

Homeostasis: este término se utiliza en fisiología para asegurar la persistencia de las condiciones constantes o estáticas del medio interno.

Mecanismos que garantizan la homeostasis:



Mecanismos de transporte:

Dentro de ellos tenemos:

Transporte pasivo o difusión
(Movimiento cinético de iones o moléculas a través de la membrana celular)

Simple: a través de espacios intermoleculares o canales acuosos de las proteínas transportadoras.

Facilitada: los iones o moléculas se unen a la proteína transportadora para entrar y salir de la célula

Osmosis: movimiento neto del agua causado por la diferencia de concentración a ambos lados de la membrana

Este tipo de transporte es utilizado por las sustancias que son liposolubles: O₂, CO₂, Hormonas liposolubles, alcohol, etc.

Transporte activo
(Movimiento de iones o moléculas cuesta arriba en contra de un gradiente de concentración)

Utiliza:

- proteína transportadora
- energía (ATP)
- enzimas para catalizar reacciones

En dependencia de la procedencia de la energía se divide en:

Primario
Secundario

El mecanismo más importante de este tipo de transporte es la Bomba de Na y K que bombea 3 iones Na hacia el exterior celular por 2 iones K bombeados al interior.

Este tipo de transporte es utilizado por sustancias hidrosolubles y de gran tamaño molecular como la glucosa, carbohidratos, etc.

Cuando la célula comienza a hincharse esta bomba se activa automáticamente desplazando más iones al exterior transportando agua con ellos por tanto es un mecanismo de vigilancia para mantener el volumen celular.

Importancia biológica del transporte activo:

1. Es un mecanismo de vigilancia para mantener el volumen celular.
2. Es un mecanismo importante para la transmisión de impulsos nerviosos.

Potenciales eléctricos:

Todas las células tienen un potencial eléctrico en su membrana llamado potencial de membrana que bajo condiciones de reposo es – en el interior celular y + en el exterior y es causado por la composición iónica de los líquidos intra y extracelular.

Prácticamente en todas las células del organismo existen potenciales eléctricos a través de la membrana y algunas células como las nerviosas y musculares son excitables, es decir capaces de generar por sí mismas impulsos electroquímicos en sus membranas y en algunos casos utilizarlos para transmitir señales a lo largo de ellas.

Potencial de Membrana en Reposo: es la diferencia de potenciales que existe debido al reposo fisiológico.

La membrana en reposo es permeable a los iones K que se encuentran en mayor concentración en el LIC e impermeable a los iones Na que se encuentran en mayor concentración en el LEC y son los responsables de la electro positividad del exterior de la membrana por tanto el valor del PMR es de

-90mv.

$$\begin{array}{l} \text{LEC} \quad + \quad + \quad + \quad + \quad + \quad > \{ \text{Na} \} \quad \text{y} \quad < \{ \text{K} \} \\ \text{LIC} \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad < \{ \text{Na} \} \quad \text{y} \quad > \{ \text{K} \} \end{array}$$

Importancia de los potenciales de membrana:

1. Permite la transmisión de señales nerviosas
2. Posibilita el control de la contracción muscular.
3. Permite la secreción glandular

Potencial Generador: Es una vía importante del PA en las fibras nerviosas. Este se inicia en estructuras especializadas denominadas receptores que aumentan la permeabilidad de la membrana ante estímulos específicos. (Capítulo 46 pág 632)

Potencial de acción: Es un proceso de despolarización de la membrana.

Constituye un súbito incremento del potencial de membrana hacia la positividad, y a continuación su retorno al estado negativo de reposo (más negativo que al inicio).

El potencial de acción vuelve a la membrana súbitamente permeable a los iones Na+.

Fases del potencial de acción (Explicar cada fase Guyton Pág 66 TomoI)

-Reposo

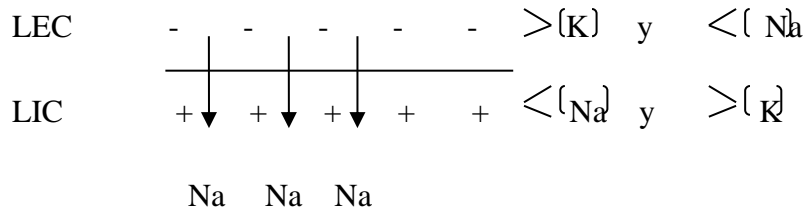
-Despolarización

-Repolarización

Un potencial de acción o impulso eléctrico, es una onda de descarga eléctrica que viaja a lo largo de la membrana celular modificando su distribución de carga eléctrica.

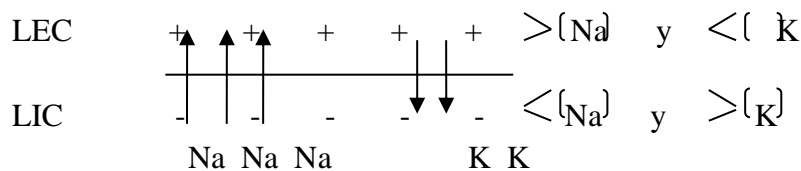
Cuando una fibra se estimula en el punto más central, esta área se vuelve muy permeable difundiéndose grandes cantidades de iones Na al interior celular haciendo que la membrana en su interior se cargue + y – en el exterior, es decir, ocurre una

inversión de las cargas o despolarización de la membrana celular que no es más que un potencial de acción.



Esta despolarización o potencial de acción viaja en ambas direcciones alejándose del punto inicial de despolarización hasta que toda la fibra queda despolarizada. Para que esto sea posible debe cumplirse el principio del todo o nada, es decir, que el PA debe generar voltaje suficiente para estimular la membrana de la célula que le continua. Un voltaje hasta -65mv provoca la aparición de un PA y a este valor se le denomina umbral de excitación. Si el estímulo es muy débil se producirá un potencial generador.

La misma positividad en el interior celular frena el flujo de los iones Na hacia el interior celular haciendo que la membrana se vuelva impermeable al ion Na nuevamente, sin embargo, sigue siendo muy permeable al ion K, lo que provoca que por su elevada concentración estos difundan al exterior celular llevándose las cargas + produciendo nuevamente electronegatividad dentro de la membrana y electropositividad en el exterior. A este proceso se le denomina Repolarización y se inicia por el mismo lugar por donde se inició la despolarización. La encargada de este proceso es la mencionada Bomba de Na y K.



Cuando un impulso viaja a lo largo de una fibra nerviosa, esta no puede transmitir un nuevo impulso hasta que no se haya repolarizado su membrana a lo que se denomina estado refractario y el tiempo que este se conserva se le llama período refractario.

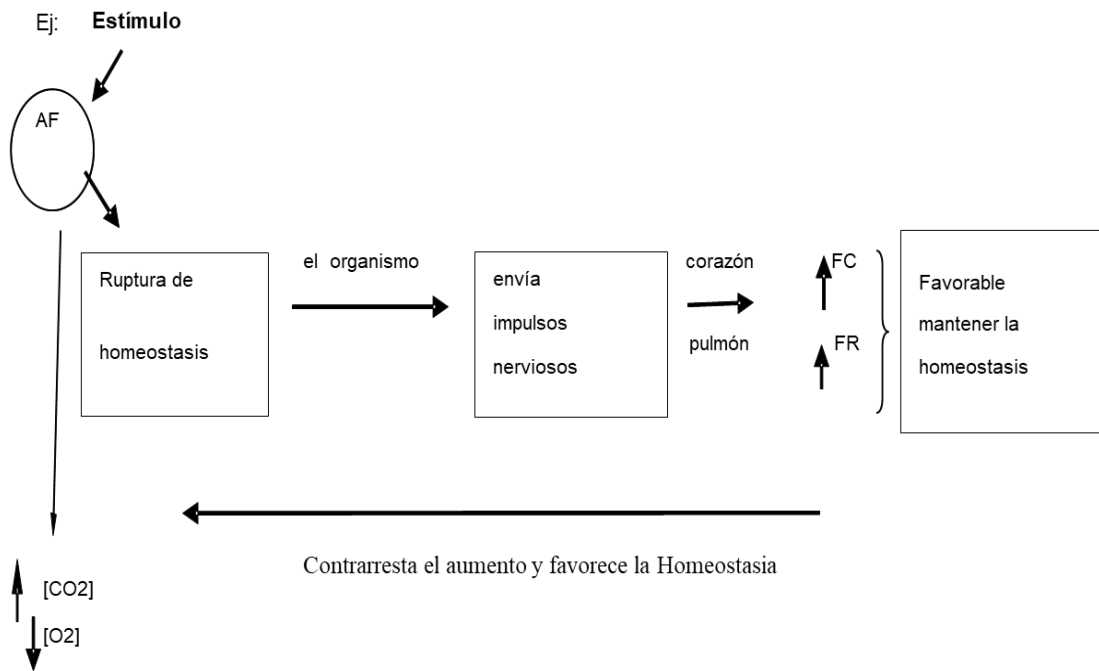
En algunos casos la repolarización no ocurre inmediatamente después de la despolarización, sino que el potencial permanece en una meseta próxima al pico de la espiga durante muchos milisegundos antes de iniciar la repolarización. Este tipo de PA en meseta es característico del músculo cardíaco.

Estímulo Umbral: es el estímulo que produce respuesta, o sea, la intensidad mínima necesaria para provocar una estimulación.

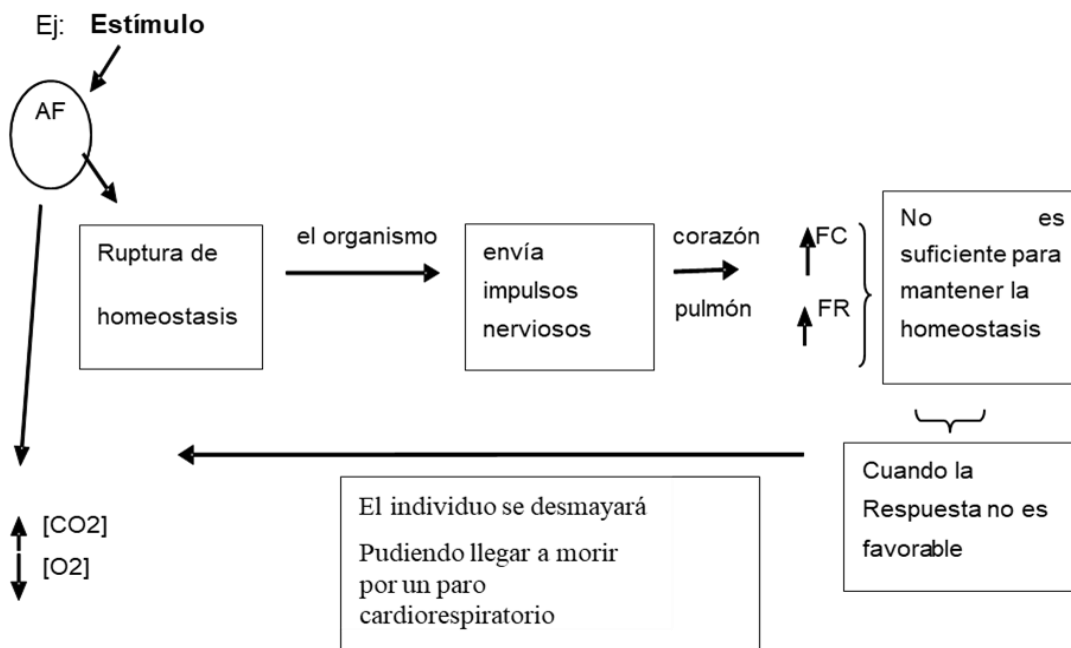
Mecanismos de feed back o retroalimentación + y –

Consiste en desencadenar una respuesta ante un estímulo inicial que dio origen a un proceso en el organismo.

Es – cuando la respuesta es contraria al estímulo inicial con la finalidad de mantener la homeostasis



Es + cuando, por el contrario, la respuesta favorece al estímulo inicial no lográndose conservar la homeostasis y el organismo enferma o muere.



Estudio Independiente

1-Mencione cuáles son los mecanismos que permiten mantener la homeostasis en el organismo

2-Definir: PA, PMR,PG.

- **Organización general del SN. Sinapsis. Tipos. Neurotransmisores (PPSE y PPSI). Contracción muscular. Receptores sensoriales clasificación y vías de transmisión. funciones motoras del Sistema Nervioso**

En el organismo existen dos sistemas de control, el Sistema Nervioso y el Sistema Endocrino ya que ambos regulan funciones. En el caso del SN controla las actividades rápidas del cuerpo como las contracciones musculares, los fenómenos viscerales que evolucionan rápidamente e incluso las secreciones de algunas glándulas endocrinas y el SE regula las funciones metabólicas del organismo.

El SN para su estudio, desde el punto de vista funcional se divide en 3 niveles:

1. Nivel medular

Formado por la médula espinal y se encarga de la regulación de muchos de los patrones reflejos básicos del cuerpo. Las fibras nerviosas sensitivas que terminan en la ME inician reflejos medulares que producen actividad motora inmediata como la contracción muscular para apartar una extremidad en contacto con un objeto que produce dolor o la contracción rítmica de las extremidades al caminar (movimiento de marcha).

2. Nivel encefálico inferior

Está formado por el tronco o tallo cerebral, el cerebelo, el sistema límbico y los ganglios basales. Se regulan la mayor parte de las funciones subconscientes de naturaleza más superior y complejas como la respiración, la función cardiovascular, el control inconsciente de la presión arterial, también se dan señales de sensaciones de sensibilidad, frío, calor, tacto, conducta emocional.

3. Nivel encefálico superior

Está formado por la corteza cerebral que es un gran almacén de memorias lo que permite que se alcancen los detalles más finos de información y regula actividades motoras voluntarias definidas. No trabaja por sí sola sino en asociación con los centros inferiores que son los que la despiertan para poner en acción los patrones de movimientos.

Este sistema se caracteriza por la enorme complejidad de las funciones de regulación que es capaz de realizar pues recibe continuamente información de todas las partes de nuestro organismo y luego los integra para determinar la respuesta adecuada que debe dar el organismo. Es decir que este sistema está organizado en 2 porciones: Sensorial o aferente y Motora o eferente

En la porción sensorial o aferente encontramos:

- receptor
- vía aferente y los potenciales que viajan por ella llegan al

- centro integrador

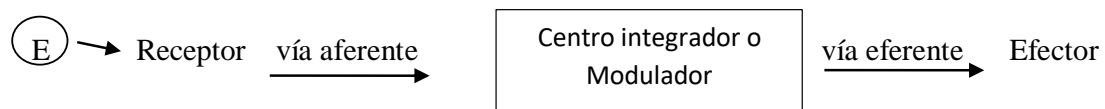
En la porción motora o eferente encontramos:

- vía eferente
- efector

Esto es lo que se conoce como arco reflejo.

Acto reflejo:

1. Un sistema capaz de reconocer determinados estímulos (receptor) y los envía a través de las vías aferentes al centro nervioso.
2. Un sistema capaz de elaborar e integrar la información (centro nervioso).
3. Un sistema capaz de ejecutar la información elaborada por el CN que recibió por vía eferente la respuesta.



Para que el arco reflejo sea ejecutado debe ocurrir una sinapsis.

Sinapsis: Es el lugar que permite la continuación o no del PA de dos estructuras celulares contiguas (puede ser % dos neuronas o % una neurona y la célula muscular)

La neurona trasmisora se conoce como neurona pre sináptica y la que recibe el impulso como neurona pos sináptica. (pág.614)

Morfología funcional de la sinapsis. (pág.614)

Observar la fig.45.5 pág614 donde se muestra una neurona motora característica, que muestra las terminales pre sinápticas en el soma neuronal, las dendritas y el axón como partes fundamentales de la misma (estas neuronas se encuentran en las astas anteriores de la médula espinal)

Partes de la neurona (pág. 614 fig45.5)

-**Soma:** Es el cuerpo principal de la neurona

-**Axón:** Tiene uno solo que parte del soma y se incorpora a un nervio periférico que sale de la médula espinal.

- **Dendritas:** Son numerosas prolongaciones ramificadas del soma neuronal.

Observar la figura 45.6 pág.615 (anatomía fisiológica de la sinapsis)

Según el tipo de transmisión la sinapsis se clasifica en: Química y Eléctrica.

Química	Eléctrica
Ocurren a través de un neurotransmisor y permiten modificar el PA.	Ocurren a través de uniones celulares conformadas por proteínas (unión intercelular laxa, no permite modificar el PA.)

Hay existencia de una hendidura sináptica entre ambas neuronas.	Existe contacto físico entre dos neuronas.
Ocurre en forma más lenta.	La corriente generada fluye directamente de neuronas presinápticas a postsinápticas.
Es unidireccional.	Trasmite señales en cualquier dirección.
Puede ser excitatoria e inhibitoria.	
Presenta vías de comunicación sinápticas rápidas y lentas.	

La transmisión ocurre:

- 1- El impulso nervioso provoca la liberación de hormonas que provocan inhibición o excitación en las células postsinápticas del neurotransmisor hacia la hendidura sináptica.
 - 2- El neurotransmisor se une a una proteína receptora presente en la membrana de la neurona postsináptica.
 - 3- Se producen cambios en la permeabilidad de la membrana postsináptica ocurriendo la despolarización por la salida en exceso de Na⁺ al LIC.
 - 4- Si se figan los neurotransmisores el impulso nervioso es transmitido con éxito.
- En dependencia de los neurotransmisores específicos y de los receptores a los que se une se genera o no un PA por lo que existe un:

PPSE que ocasiona despolarización (entrada de Na⁺ al LIC) (apertura de los canales Na⁺) y PPSI que ocasiona hiperpolarización (entrada en exceso de K⁺ al LEC) (Se cierran los canales para el Na⁺ y se abren los de K⁺ y Cl⁻).

Existen dos tipos de neurotransmisores: Excitatorios e Inhibitorios (observar Fig,45.1 y 45.2 pág.617-618).

sustancias que funcionan como neurotransmisores

Ej: excitadores: Acetilcolina

inhibidores: GABA

Adrenalina

Glicina

Noradrenalina

Dopamina

Ácido glutámico

Serotonina

Pasos de la sinapsis:

- 1-Ocurre PA en la terminal Presináptica.
- 2-Ocurre despolarización de la membrana (apertura de canales Ca⁺)
- 3-Los Ca⁺ entran a la presinapsis.
- 4-Los Ca⁺ provocan exocitosis del neurotransmisor.
- 5-El neurotransmisor difunde y se une al receptor.
- 6-Activación rápida o lenta de canales de iones produciendo PPSE o PPSI.

La sinapsis química a su vez se divide en:

Sinapsis Neuroneuronal	Sinapsis Neuromuscular
Ocurre entre neuronas (1 o más de 1)	Ocurre entre neuronas y músculos
El PA se origina en los botones sinápticos	El PAM es más lento pero dura más tiempo
El PA es más rápido pero dura menos tiempo	La velocidad de conducción dura de 3 ^a 5m/s
La velocidad de conducción es de 120m/s	El Ca ⁺ es imprescindible actuando como acoplador en el proceso
No hay presencia de bomba de Ca ⁺ , este es un activador en la sinapsis.	Produce únicamente respuestas excitatorias que son la contracción muscular
Produce respuestas excitatorias e inhibitorias (efectos postsinápticos)	El único neurotransmisor es el Acetilcolina
Libera varios tipos de neurotransmisores	Tiene función efectora
Tiene función integradora y codificadora	

Es importante señalar que existen semejanzas entre los dos tipos de sinapsis.

- Hay una despolarización (cambio de la permeabilidad de la membrana, actúa la bomba de Na⁺ y K⁺ por transporte activo y varía el PMR y surge un PA.)
- Hay liberación de neurotransmisores a la hendidura sináptica.

Es importante destacar que en la sinapsis neuromuscular ocurre el proceso de contracción muscular. (Tomo I Pág.82)

El PA viaja por toda la membrana a la fibra muscular y hacia las profundidades a través de túbulos transversos (PAM y PPM), ese PA llega al retículo sarcoplasmático a los túbulos longitudinales y a las cisternas terminales, a nivel de cisternas se libera el Ca⁺ y viaja al sarcoplasma, activa los filamentos de actina y miosina ocurriendo un desplazamiento, dicho desplazamiento trae como consecuencia que se acorte la sarcomera y ocurra la contracción muscular.

Estudio independiente:

El SN se encuentra dividido en dos porciones fundamentales Describalas.

Defina qué se entiende por sinapsis.

Observa la figura 45-5 y explique la anatomofisiología de la sinapsis en el SNC.

Establezca semejanzas y diferencias en la transmisión sinápticas en el SNC y en la unión neuro-muscular.

Receptores sensoriales. Clasificación y vías de trasmisión

Las estructuras del SN encargadas de recibir los estímulos procedentes tanto del medio interno como del medio externo son los **receptores**. Cada tipo de receptor es muy sensible al estímulo para el que ha sido diseñado e insensible para otro cuando actúa con intensidad normal. Ej: conos y bastones de la retina sensibles a la luz e insensibles al calor, frío, etc.

Para cada tipo de estímulo existe una fibra nerviosa que lo conduce a un área específica del cerebro para ser procesada ej: si se estimula una fibra del dolor, independientemente del estímulo que excite a la fibra (quemadura, corriente) la sensación que sentimos es de dolor.

Los receptores tienen varias formas, en dependencia de su función:

- Mecanorreceptores: responden a estímulos físicos que provocan desplazamiento mecánico de uno o más tejidos. Ej tacto, movimientos de las extremidades, presión contra el cuerpo, tensión de músculos y tendones.
- Termorreceptores: recogen los cambios de temperatura
- Nociceptores o receptores del dolor: detectan las lesiones de los tejidos tanto físicos como químicos
- Electromagnéticos o fotorreceptores: detectan los estímulos luminosos que actúan sobre la retina
- Quimiorreceptores: informan de los estímulos gustativos de la boca, olfatorios, de la nariz, cantidad de oxígeno en la sangre arterial y de la composición química del cuerpo.

Varios de estos receptores son importantes en el ejercicio y el deporte. Ej:

- Terminaciones nerviosas libres: detectan el tacto, la presión (mecanorreceptor), el dolor (nociceptor), el frío y el calor (termorreceptor).
- Receptor cinestésico articulares se encuentran en las cápsulas articulares y son sensibles a la adulación y cambios de ritmo de estas en las articulaciones).
- Husos musculares: grado de estiramiento de un músculo.
- Órgano Tendinoso de Golgi: tensión de los tendones durante la contracción muscular.

La velocidad de transmisión está en relación con el tipo de receptor involucrado en captar el estímulo y con el número de neuronas que conducen el PA. Algunos impulsos nerviosos deben transmitirse al SNC o salir de él con una rapidez extraordinaria a través de las fibras nerviosas.

Existen fibras nerviosas de todos los tamaños y a mayor diámetro, mayor velocidad de conducción. Los extremos de velocidad de conducción son: (López Chicharro p. 97)

0.5 m/s para fibras nerviosas amielínicas se encuentran en la mayoría de los nervios espinales

120 m/s para fibras nerviosas mielínicas características de los nervios espinales

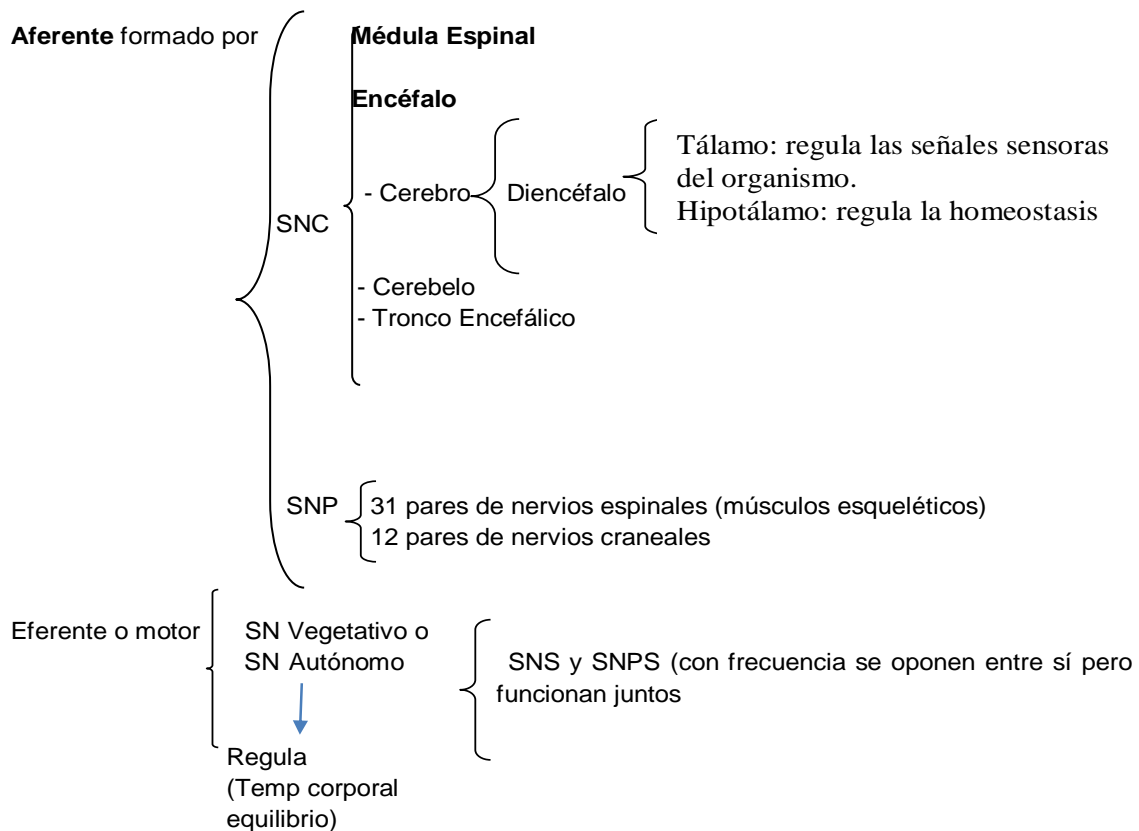
Toda la información sensorial entra en la médula espinal a través de las raíces dorsales de los nervios espinales, otras pasan hacia arriba de la misma y llevan señales hasta el cerebro.

Las vías sensoriales utilizadas para llevar la información sensorial hasta los Centros Integradores:

1. **Espinotalámica:** conduce PA desde el receptor hasta el CI que es el tálamo (dolor, temperatura, tacto grosero y presión).
2. **Dorsal-Lemniscal:** está en relación con los exteroceptores que generan PA ante estímulo mecánicos débiles (táctiles, pluma o viento sobre la piel), sensaciones de posición, el CI es la corteza cerebral.
3. **Espinocerebelosa:** se relaciona con los propioceptores que determinan los cambios mecánicos que van a suceder en el músculo y las articulaciones. Conduce PA hasta el cerebelo. Es la vía de conducción más rápida.

Una vez que los impulsos nerviosos son transmitidos por las diferentes vías, llegan a los CI que se encuentran en el SN

Sistema nervioso posee dos sistemas:



Centros Integradores (función):

Médula Espinal { Conductora de muchas vías nerviosas que van y regresan del cerebro
Refleja por la actividad refleja (reflejo miotático, tendinoso de Golgi, del impulso extensor, flexor-extensor, posturales y de locomoción)

Tallo cerebral { FBR { núcleo reticular pontino
núcleo reticular bulbar
núcleo vestibular

Cerebelo { Vermis
Zona intermedia
Zona lateral
Lóbulo floclonodular

Ganglios Basales { Se relacionan con los sistemas corticospinal para la precisión y exactitud de los movimientos muy definidos subconscientes. Para ello describe dos circuitos
▪ Circuito del caudado
▪ Circuito putámen

Sistema Límbico { Control de la conducta emocional e impulsos motivacionales
Hipotálamo: regula la temperatura corporal, osmolalidad, impulsos de comer, beber, peso corporal, etc

Corteza cerebral { Almacén de memoria, inicia movimientos voluntarios aprendidos
Área premotora
Corteza motora primaria
Área motora suplementaria

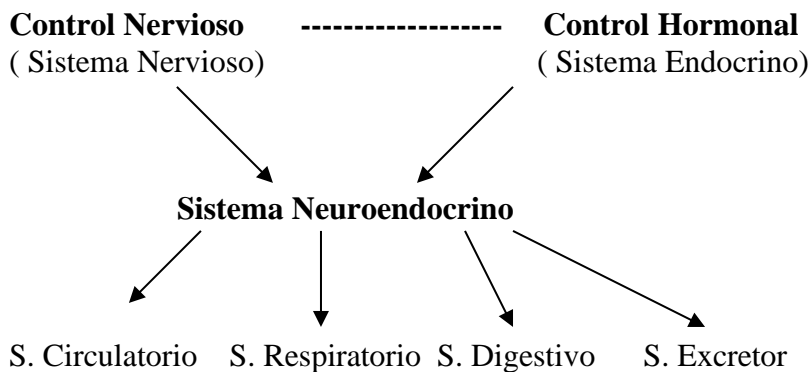
Regulación y variaciones durante el esfuerzo de todos los sistemas del organismo.

Regulación: es el mecanismo que permite a los organismos utilizar la información recibida desde el exterior o el interior y responder en consecuencia manteniendo la homeostasis y posibilitando la adaptación a nuevas condiciones del medio ambiente.

Sistema Endocrino. Relación neuroendocrina

Desde el punto de vista de la autorregulación el sistema nervioso y el sistema endocrino representan un solo sistema: el sistema neuroendocrino que integra y coordina las actividades vitales del organismo, regulando a la vez el funcionamiento de otros sistemas como el: circulatorio, respiratorio, digestivo, excretor y que posibilita que cada uno de ellos se adapte de forma adecuada a las diferentes situaciones cambiantes del ambiente. El Sistema Nervioso funcionando con mayor rapidez y teniendo efectos

localizados de corta duración, y el Sistema Endocrino funcionando de manera más lenta con efectos más duraderos y generales.



Para llevar a cabo este proceso de comunicación ambos sistemas utilizan sustancias químicas que se comportan como mensajeros: ¿Cuáles son estas sustancias?

En el sistema nervioso ----- el mensajero químico es producido por-----
Neurotrasmisor

las neuronas.

En el sistema endocrino----- el mensajero químico es producido por-----**Hormonas**
las glándulas endocrinas

Aclarar que existen neurotrasmisores con acción hormonal como es el caso de la **adrenalina y noradrenalina** que es una muestra más de la unión funcional entre ambos sistemas corroborando así la existencia de lo que llamamos **control neuroendocrino de las funciones orgánicas.**

El sistema endocrino tiene las siguientes funciones:

1. Controla las funciones químicas de las células, así como la intensidad de estas funciones.
2. Rige el transporte de sustancias a través de las membranas celulares.

La regulación y control hormonal la lleva a efecto un conjunto de estructuras celulares denominadas glándulas y según la dirección de su secreción se clasifican en:

- | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|
| ❖ Glándulas Exocrinas | Sudoríparas
Sebáceas
Salivales | ⎵
Su secreción se vierte al exterior.
Presentan conducto de salida |
| ❖ Glándulas Endocrinas | Hipófisis
Tiroides
Paratiroides | |
| | Gónadas
Suprarrenales | |
| ❖ Mixtas | Páncreas | ----- Actúa como glándula exocrina y endocrina |

Glándulas Endocrinas

- ✓ Producen las secreciones internas llamadas así por liberarse a los líquidos circulantes del organismo.
Cada glándula está relacionada con una red abundante de vasos sanguíneos y de fibras nerviosas procedentes del sistema nervioso vegetativo.
- ✓ Estas secreciones internas pueden ser agrupadas en: hormonas (producidas por células epiteliales) y neurohormonas (secreciones producidas por neuronas especializadas en esta función)
- ✓ Estas secreciones se necesitan en pequeñas cantidades para producir respuestas y actúan sobre todas las células del organismo. A la estructura que recibe la acción de la secreción hormonal se le denomina **órgano blanco** ó **células dianas**(Compendio de Fisiología), **células objetivo** (Fisiología del Esfuerzo y el Deporte)
- ✓ El control de su producción se lleva a cabo por un proceso de retroalimentación negativa. (Recordar de la primera actividad cómo se verifica este proceso)

Recordar de Bioquímica la clasificación según su composición química y los mecanismos de acción hormonal (López Chicharro Cap 20, Fisiología del esfuerzo y el Deporte de Wilmore.

Mecanismo de acción del AMP cíclico para hormonas hidrosolubles

Al no poder atravesar fácilmente la membrana se necesita receptores específicos fuera de la célula y sobre la membrana celular.

- La hormona estimulante se une con el receptor específico que está situado en la superficie de la célula.
- Esto hace que se active la porción del receptor que se encuentra en el interior de la célula, formándose la enzima proteica adenilciclase.
- Esta enzima forma AMPc mono fosfato de adenosina cíclico que es el segundo mensajero a partir de ATP celular
- Este segundo mensajero otras enzimas que conducen a cambios celulares y efectos hormonales.

Mecanismo de acción de activación de genes para hormonas liposolubles.

Estas hormonas atraviesan fácilmente la membrana.

- La hormona penetra en el citoplasma
- Se une a una proteína receptora específica
- Se forma el combinado proteína-receptor/hormona que se difunden hasta el núcleo de la célula.
- Esto provoca que se activen los genes de ADN formando ARN mensajero.
- El ADN mensajero abandona el núcleo y se dirige al citoplasma para formar nuevas proteínas.

La hipófisis y su relación con el hipotálamo.

La hipófisis o glándula pituitaria es una glándula pequeña 1cm y está conectada al hipotálamo por el tallo hipofisario. La hipófisis se puede dividir en dos porciones hipófisis anterior adenohipófisis e hipófisis posterior neurohipófisis. Casi toda la secreción de esta es controlada por señales hormonales o nerviosas procedentes del hipotálamo.

La secreción de la hipófisis posterior está controlada por señales nerviosas que se originan en el hipotálamo y terminan en la hipófisis posterior.

La secreción de la hipófisis anterior está controlada por hormonas o factores liberadoras e inhibidoras hipotalámicas, secretadas en el propio hipotálamo y conducidas hasta la hipófisis anterior a través de diminutos vasos sanguíneos denominados vasos portales hipotalámico- hipofisarios.

El hipotálamo es un centro de recogida de información relativa al bienestar interno del organismo y a su vez gran parte de esta información es utilizada para controlar las secreciones de las numerosas hormonas hipofisarias globalmente importantes.

Relación del Sistema Nervioso y el Sistema Endocrino a través del sistema portal hipotálamo- hipofisario.

El hipotálamo es la parte más importante del cerebro que se encarga de las funciones vegetativas corporales, donde se incluyen la regulación de la mayor parte de las funciones del sistema nervioso autónomo. La Hipófisis es una pequeña glándula localizada dentro de la Silla Turca en la base del cerebro, y está unida al Hipotálamo por el Tallo Hipofisario.

Ambos sistemas se relacionan a través de un sistema vascular llamado SISTEMA PORTAHIPOTALAMO_ HIPOFISIARIO y un haz de fibras nerviosas que estimulan al hipotálamo y este a su vez por señales hormonales y nerviosas controlan el funcionamiento tanto de la adenohipófisis como de la neurohipófisis.

Sistema de Suministro de Oxígeno

Es necesario destacar la importancia que reviste el estudio del Sistema de Suministro de Oxígeno para lograr que se produzca la respiración celular. Sistema que tiene como función llevar el oxígeno que se encuentra en el aire atmosférico hasta la célula. El mismo puede relacionarse como garantizador de otra cualidad física que se estudiara posteriormente (resistencia). Nuestras células dependen del oxígeno para sobrevivir, este es esencial para la producción de energía que alimenta las actividades de nuestro cuerpo. La capacidad de resistencia depende del aporte de cantidades suficiente de oxígeno a nuestros músculos y de un consumo celular adecuado de oxígeno y una adecuada eliminación del dióxido de carbono son satisfechas por el sistema respiratorio.

¿Quiénes componen el Sistema de Suministro de Oxígeno?

El sistema de suministro de oxígeno a los tejidos tiene 3 subsistemas que son: el aparato respiratorio, la sangre y el aparato cardiovascular, en el día de hoy nos corresponde estudiar el aparato respiratorio.

El sistema respiratorio está constituido por:

Fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios, pulmones (bronquiolos y alveolos).

Seguidamente podemos preguntar: ¿Como entonces es llevado el Oxígeno del aire atmosférico a la célula? Esto nos conducirá a determinar las etapas o tipos de respiración.

Respiración

La respiración es el proceso que hace entrar y salir aire en nuestros pulmones, es el proceso fisiológico que garantiza el consumo de oxígeno y la eliminación de dióxido de carbono, o sea el intercambio de gases entre el organismo y el aire atmosférico.

Fases de la respiración:

1. **Respiración externa o pulmonar.** Es el traslado de gases desde el exterior a los pulmones y luego a la sangre y comprende 3 procesos por separado.
 - Ventilación pulmonar (respiración): Movimiento de los gases hacia dentro y hacia fuera de los pulmones.
 - Difusión pulmonar: Intercambio de gases entre los pulmones y la sangre que irriga los alvéolos.
 - Transporte de oxígeno y gas carbónico por la sangre.

2. **Respiración interna:** Intercambio capilar de gases entre la sangre y los tejidos metabólicamente activos del organismo.

La respiración o **ventilación pulmonar** es un proceso cíclico que consta de 2 etapas conocidas como mecánica de la ventilación pulmonar:

Inspiración: Es un proceso activo que implica al diafragma y a los músculos intercostales externos. Durante el reposo las costillas y el esternón son movidos por los músculos intercostales externos, las costillas oscilan hacia arriba y hacia abajo y el diafragma se contrae aplastándose hacia el abdomen expandiendo a los pulmones lo cual hace que disminuya las presiones de aire dentro de los mismos por debajo de la presión del aire atmosférico, lo que permite la entrada de aire. Durante la respiración forzada o laboriosa (ejercicios intensos) la inspiración es asistida todavía más por la acción de los músculos escalenos (anterior, medio y posterior), el esternocleidomastoideo en el cuello y los pectorales para levantar aún más las costillas.

Espiración: En reposo es un proceso pasivo, los músculos inspiratorios (intercostales internos) se relajan y hay un retroceso elástico del tejido pulmonar. El diafragma se relaja (posición arqueada hacia arriba) y vuelven a su posición de reposo las costillas y el esternón. Los pulmones adoptan su tamaño de reposo, aumenta la presión con respecto a la exterior y el aire sale de los pulmones. Durante la respiración forzada, la espiración se convierte en un proceso más activo, los músculos intercostales internos tiran activamente de las costillas hacia abajo y la fuerza se obtiene por la contracción de los músculos abdominales que empujan el contenido abdominal hacia arriba contra el diafragma.

Los cambios en la presión intraabdominal e intratorácica que acompañan a la respiración no solo facilitan la respiración forzada, sino que facilitan también el retorno venoso al corazón.

Para medir la ventilación pulmonar se utiliza un espirómetro que registra el volumen de aire que entra y sale del organismo a través de la espirometría.

Difusión Pulmonar

El intercambio de gases en los pulmones, denominado **difusión pulmonar**, sirve para dos finalidades importantes:

1. Reemplazar el aporte de oxígeno de la sangre que se ha agotado al nivel de los tejidos donde se utiliza.
2. Eliminar el dióxido de carbono de la sangre venosa que regresa.

¿Cómo regresa la sangre de la mayor parte del cuerpo al corazón?

La sangre de la mayor parte del cuerpo regresa a través de la vena cava al lado derecho del corazón siendo expulsada por la arteria pulmonar hacia los pulmones pasando luego por los capilares pulmonares que forman una densa red alrededor de los sacos alveolares, estos capilares se hacen cada vez más finos de manera que los GR deban pasar de uno en uno al tejido pulmonar lográndose la difusión pulmonar.

El intercambio de gases entre el aire en los alveolos y la sangre en los capilares pulmonares tiene lugar a través de la **membrana respiratoria (membrana alveolar)**

¿Cómo se produce el repetido intercambio de gases?

El aire que respiramos es una mezcla de gases. Cada uno ejerce una determinada presión proporcional a su concentración en la mezcla de gases. Las presiones individuales de cada gas en una mezcla reciben el nombre de presiones parciales. Según la ley de Dalton, la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los individuales de esta mezcla.

Intercambio de gases en los alvéolos

Las diferencias de las presiones parciales de los gases en los alveolos y de los gases en la sangre crean un gradiente de presión a través de la membrana respiratoria pasando de un área de presión más elevada a otra de presión más baja así el oxígeno entra en la sangre y el CO₂ la abandona. Ello forma la base del intercambio de gases durante la difusión pulmonar.

Intercambio de oxígeno

La capacidad de difusión del oxígeno aumenta cuando pasamos del estado de reposo al de ejercicio, cuando nuestro cuerpo necesita más oxígeno, se facilita su intercambio.

Intercambio de dióxido de carbono

El gradiente de presión para este gas es menor que para el intercambio del oxígeno, pero la solubilidad del CO₂ en la membrana es 20 veces superior a la del oxígeno por lo que el CO₂ cruza la membrana fácilmente incluso sin un gran gradiente de presión.

Transporte de oxígeno y de dióxido de carbono

Transporte de oxígeno

El oxígeno se transporta por la sangre:

1. Combinado con la hemoglobina (Hb) de los glóbulos rojos (>98%)
2. Disuelto en el plasma de la sangre (<2%)

Combinado con la hemoglobina (Hb) de los glóbulos rojos (>98%)

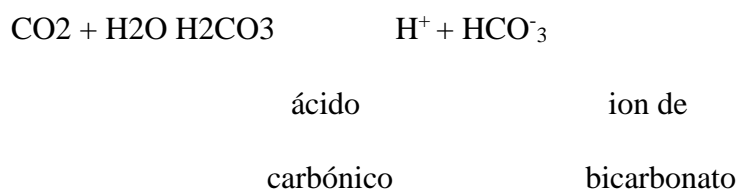
Cada molécula de hemoglobina puede transportar cuatro moléculas de oxígeno. Cuando el oxígeno se combina con la hemoglobina forma la oxihemoglobina.

Transporte de dióxido de carbono

El dióxido de carbono depende de la sangre para su transporte. Una vez que el dióxido de carbono es liberado de las células es transportado en la sangre principalmente de tres maneras.

- 1, Disuelto en el plasma (7-10 %)
2. Como iones de bicarbonato (60-70 %)
3. Combinado con la hemoglobina (carbonilo o carboxihemoglobina)

La mayor parte del dióxido de carbono es transportado en forma de iones de bicarbonato. Esta forma es responsable del transporte de entre el 60 y 70% del dióxido de carbono en la sangre. Las moléculas de dióxido de carbono y de agua se combinan para formar ácido carbónico (H_2CO_3) Este ácido es inestable y se disocia con rapidez liberando un ión hidrógeno (H^+) y formando un ion de bicarbonato HCO_3^-



Combinado con la hemoglobina

El transporte de dióxido de carbono también se produce cuando el gas está combinado con la hemoglobina formando un compuesto llamado **carboxihemoglobina**. Dado que la combinación del dióxido de carbono tiene lugar sobre una parte diferente de la molécula de hemoglobina de donde lo hace la molécula de oxígeno, los dos procesos no compiten entre sí.

Mecanismos de regulación de la ventilación pulmonar

El sistema nervioso normalmente ajusta la tasa de ventilación alveolar casi exactamente a las demandas del organismo, incluso durante el ejercicio físico y en situaciones de estrés.

El centro respiratorio se encuentra en la FBR del Tallo Cerebral y está dividido en 3 grupos de neuronas:

1. Grupo respiratorio dorsal responsable de la inspiración y es el más importante en el control de la respiración ya que genera el ritmo básico de esta.
2. Grupo respiratorio ventral que puede originar la inspiración o la espiración en dependencia del grupo de neuronas que se estimule y trabaja cuando se necesitan niveles altos de ventilación pulmonar.
3. Centro neumotáxico que ayuda a controlar la frecuencia y el patrón respiratorio.

La respiración se regula de forma:

1. Regulación química o intrínseca

Los quimiorreceptores que se localizan en el cayado de la aorta y en el seno carotídeo van a ser activados por los niveles de dióxígeno (O₂) en sangre. Estos receptores envían un potencial de acción (PA) a través de una neurona aferente hacia el centro respiratorio en el tallo cerebral, de donde desciende la señal por una vía eferente, la cual lleva la información hasta los músculos respiratorios para ayudar a regular la respiración. El dióxido de carbono (CO₂) va a ser captado por el área quimiosensible en el tallo cerebral. De los diversos estímulos, la PCO₂ parece ser el más fuerte para la regulación de la respiración. Cuando los niveles de dióxido de carbono e hidrogeniones llegan al ser demasiado elevados estimula al centro inspiratorio a incrementar la respiración, no a traer más oxígeno, sino a liberar al cuerpo del exceso de dióxido de carbono y a minimizar los cambios en el pH.

2. Regulación nerviosa o extrínseca

- **Regulación nerviosa central:** Los estímulos son externos, como una noticia importante, el arribo a una competencia importante (conducta emocional), sensaciones de miedo o excitación, etc. Estos estímulos llegan a la corteza cerebral, de donde se originan PA que van hacia el sistema límbico, aumentando el tono simpático, de ahí estos PA van al centro respiratorio, en el tallo cerebral, donde se va a procesar la información que va por una vía eferente hasta los músculos respiratorios, para aumentar la frecuencia y profundidad de la respiración.
- **Regulación periférica:** Cuando estamos en presencia de actividad física, se activan los receptores en el músculo (huso muscular) y en los tendones (órgano tendinoso de Golgi), de donde sale una neurona aferente donde se origina un PA que pasa a la vía espino-cerebelosa que asciende por la médula espinal hasta llegar a activar al centro respiratorio, donde se genera la respuesta que viaja a través de una vía eferente hacia los músculos respiratorios para aumentar la frecuencia respiratoria.

La pleura, los bronquiolos y los alvéolos contienen receptores del estiramiento. Cuando estas áreas están excesivamente estiradas, esta información es transmitida al centro

espiratorio, que responde abreviando la duración de una inspiración, lo cual a su vez reduce el riesgo de hiperinsuflación de las estructuras de las estructuras respiratorias. Esto se conoce como el **reflejo de Hering-Breuer**.

Consumo de oxígeno y consumo máximo de oxígeno.

VO₂ máximo se define como el ritmo más alto de consumo de oxígeno alcanzable durante la realización de ejercicios máximos o agotadores y constituye el mejor indicador de la resistencia cardiorrespiratoria.

Consumo de oxígeno posterior al ejercicio

Cuando iniciamos un ejercicio nuestro sistema de transporte de oxígeno (respiración y circulación) no aporta inmediatamente la cantidad necesaria a los músculos activos. Nuestro consumo de oxígeno necesita varios minutos para alcanzar el nivel requerido (estado de equilibrio o estado estable) en que los procesos aeróbicos son plenamente funcionales, pero las necesidades de oxígeno por parte del cuerpo aumentan notablemente en el momento que comienza el ejercicio.

Durante los minutos iniciales de recuperación aun cuando nuestros músculos ya no están trabajando activamente la demanda de oxígeno no disminuye de inmediato, en lugar de ello el consumo de oxígeno permanece elevado temporalmente, este exceso de consumo que suele requerirse cuando se está en reposo se ha denominado tradicionalmente deuda de oxígeno, un término más actual y común es exceso de consumo de oxígeno post ejercicio. El exceso de consumo de oxígeno es una añadidura al oxígeno normalmente consumido en reposo (volumen de reserva inspiratorio).

El VO₂ máx. aumenta sustancialmente en respuesta al entrenamiento de resistencia.

La recuperación respiratoria posterior a los ejercicios precisa varios minutos porque se regula por el equilibrio ácido-básico, por la PCO₂ y por la temperatura de la sangre

¿Podemos ejercer control voluntario sobre nuestra respiración?

Podemos ejercer cierto control voluntario sobre nuestra respiración a través de la corteza motora cerebral. No obstante, este control involuntario del centro respiratorio. Intentemos contener la respiración durante e minutos. En determinado momento, a pesar de nuestra decisión consciente de suprimir la respiración, nuestros niveles de dióxido de carbono y de H⁺ llegan a ser muy altos, el nivel de oxígeno cae y nuestro centro inspiratorio decide que la respiración es inspirativa y nos fuerza a inspirar.

La ventilación pulmonar durante el ejercicio aumenta hasta intensidades de esfuerzo casi máximas, en proporción directa con las necesidades metabólicas del cuerpo. A intensidades más bajas de ejercicio esto se consigue incrementando el volumen respiratorio –la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones durante la respiración. A intensidades más elevadas el ritmo de la respiración también aumenta.

La sangre

La sangre constituye, junto con la linfa y el líquido intercelular, el medio interno del organismo en el cual transcurre la actividad vital de todas las células y tejidos. Es una forma de tejido especial caracterizada por:

- Ser un líquido que contiene elementos sólidos
- Se encuentra en constante movimiento
- Sus componentes fundamentales se forman y destruyen fuera de ella.

La sangre, junto a los órganos hematopoyéticos (médula, bazo, hígado y ganglios linfáticos) constituyen todo el sistema sanguíneo y su actividad está regulada por vía neurohumoral y refleja.

Funciones generales:

- **Transporte:** transporta sustancias alimentarias (glucosa, aminoácidos, grasas, etc.) a las células y de estas a los órganos de secreción los productos finales (amoníaco, urea, ácido úrico, etc.).
- **Reguladora:** traslada hormonas y otras sustancias fisiológicamente activas (termorregulación).
- **Respiratoria:** transporta O₂ y CO₂
- **Defensa:** glóbulos blancos (linfocitos, ganglios linfáticos y sistema inmunológico formado por el timo, bazo y amígdalas)

El plasma sanguíneo, su función está dada por la composición del mismo, por sus propiedades físico-químicas y por la actividad biológica de sus proteínas (albúminas, globulinas y fibrinógeno)

La cantidad de sangre varía en dependencia de la edad, sexo, actividad física. En adultos la cantidad general constituye entre el 5 -8% del peso corporal, es decir, entre 5 ó 6 litros de sangre, se da en ml/kg de peso corporal.

Hombres- 61.5 ml/kg

Mujeres- 58,9 ml/kg

Composición:

La sangre está compuesta por:

Una parte líquida (plasma) y una parte sólida (elementos figurados) en relación 55:45 respectivamente.

La hemoglobina es el pigmento respiratorio del eritrocito porque se combina con el O₂ formando un compuesto reversible inestable llamado oxihemoglobina que lleva el oxígeno a las células y recoge de estas el CO₂ formando otro compuesto llamado carbaminohemoglobina. En adultos existe entre 1-15% de hemoglobina (700g). En los músculos de llama mioglobina.

La hemoglobina puede variar por la influencia de factores externos como:

- Presión atmosférica - Clima, etc. o por
- Estación del año - Reajustes del organismo a la práctica sistemática de AF

Distribución de la sangre

La distribución de la sangre hacia los diversos tejidos del cuerpo varía tremendamente en función de las necesidades inmediatas de un tejido específico y de todo el cuerpo. En reposo bajo condiciones normales, los tejidos más activos metabólicamente reciben el mayor aporte sanguíneo. El hígado y los riñones juntos reciben casi la mitad de la sangre que circula (27 y 22% respectivamente) y los músculos esqueléticos en reposo reciben alrededor del 15%.

Durante el ejercicio la sangre se dirige fundamentalmente hacia las áreas donde es más necesaria. Cuando el ejercicio tiene gran capacidad de resistencia, la redistribución es bastante notable, los músculos reciben un 80% o más de la sangre disponible.

La distribución de la sangre es controlada fundamentalmente por las arteriolas. Ellas presentan características importantes. Tiene una fuerte pared muscular que puede alterar significativamente el diámetro de los vasos.

Redistribución de la sangre durante el ejercicio.

Cuando se pasa del reposo a la actividad física, la sangre se redistribuye hacia los músculos que están trabajando por la acción del sistema nervioso simpático. Los músculos recibirán entonces del 80-85 % del GC, lo que se logra disminuyendo el flujo a los riñones, hígado, estómago y los intestinos.

Cuando el cuerpo comienza a sobrecalentarse por el ejercicio o por condiciones ambientales, se redirige más sangre hacia la piel para alejar el calor del centro del cuerpo hacia su periferia, donde el calor se disipa hacia el ambiente. Este incremento en el flujo sanguíneo hacia la piel significa que hay menos sangre disponible hacia los músculos. (Los resultados de los eventos de resistencia son desfavorables cuando hay calor)

Cuando comienza el ejercicio, los músculos experimentan la necesidad de más sangre y se satisface por la estimulación simpática que provoca la vasoconstricción de los vasos donde la irrigación debe reducirse (riñones, hígado etc.), desviándose el flujo hacia las áreas necesitadas. Por otro lado, en los músculos esqueléticos la estimulación simpática a las fibras constrictoras se reduce y aumenta la estimulación simpática a las dilatadoras, por lo que fluye una mayor cantidad de sangre a los músculos activos, también empiezan a acumularse los productos de desecho y aumenta la acidez, CO₂, y de la temperatura en el tejido muscular. Todo eso produce vasodilatación mediante la autorregulación incrementando el flujo sanguíneo por los capilares locales.

Cambios en la sangre por influencia de la AF:

Durante la AF tiene lugar considerables cambios en la composición química y en las propiedades físico-químicas del medio interno del organismo y de la sangre.

En dependencia del tipo de trabajo muscular que se realiza, se produce hipovolemia (disminución del volumen de sangre circulante) ya que parte del plasma se pierde con el sudor produciéndose una hemoconcentración funcional

Reposo Actividad

Volemia 5.5 L 5.1L

Plasma 2.9 L (55%) 2.4L (45%)

Elementos figurados 2.6 L 2.6 L

Constantemente en la sangre ingresan productos ácidos del metabolismo celular que pueden modificar el Ph provocando una disminución. Al aumentar el metabolismo celular con la actividad física, el Ph se torna más ácido, esto es contrarrestado gracias a las propiedades Buffer de la sangre. La concentración de ácido láctico en sangre en condiciones de reposo es pequeña, pero al inicio del trabajo muscular se forma mayor cantidad de este en los músculos activos y de ahí difunde hacia la sangre. La concentración máxima de este tiene lugar más tarde en la sangre que en el músculo activo, disminuye la concentración de oxígeno y aumenta la de CO₂, ácido carbónico, adenosina, eritrocitos y leucocitos.

En eventos de corta duración (10-20 segundos) la máxima concentración en sangre aparece unos minutos después de haber terminado el esfuerzo. Las variaciones de la concentración de ácido láctico en sangre condicionan la disminución del Ph sanguíneo (inversamente proporcional)

Los cambios que se producen en sangre son permanentes o temporales

Sistema Cardiovascular:

El sistema cardiovascular tiene como órgano más importante al corazón además de estar constituido por un sistema de vasos sanguíneos (arterias, venas y capilares)

Se le enunciará a los estudiantes una situación problemática referida a: dos individuos de la misma edad, sexo, uno práctica actividad física, el otro sedentario ejecuta un trabajo de oficina, ambos son sometidos a un ejercicio agotador. Se obtienen índices fisiológicos antes y después del trabajo con resultados diferentes. Los estudiantes destacarán los cambios en el funcionamiento del corazón. .

¿Qué mecanismos permiten regular las funciones del corazón?

¿Qué adaptaciones sufre como consecuencia del entrenamiento?

El corazón es un órgano hueco formado por dos bombas separadas: un corazón derecho que bombea sangre a los pulmones (circulación menor) y uno izquierdo que bombea sangre a todo el organismo (circulación mayor). A su vez cada una es una bomba pulsátil compuesta por 2 cavidades: aurícula y ventrículo. Las aurículas funcionan como una débil bomba cebadora del ventrículo y este a su vez proporciona la fuerza para impulsar la sangre a los pulmones o a la circulación periférica.

El músculo cardíaco o miocardio es un tipo de músculo similar al esquelético ya que posee el mismo mecanismo contráctil de filamentos deslizantes de actina y miosina (recordar lo estudiado relacionado con la contracción)

Las fibras cardíacas están dispuestas en un entrelazado con fibras que se dividen, se reúnen y se vuelven a separar formando un entrelazado lo que se conoce como sincitio. Este carácter sincitial es importante ya que al estar separado cuando se estimula un punto de las aurículas estas se contraen al unísono, quiere decir que el potencial de acción se propaga lo largo de las aurículas, de igual forma sucede cuando la excitación se extiende a los ventrículos, se contrae toda la masa ventricular.

El corazón como bomba:

La función general del corazón es bombear la sangre a todo el organismo relajándose y contrayéndose de forma cíclica estableciéndose una:

- Contracción tanto en aurículas como en ventrículos (sístole)
- Relajación tanto en aurículas como en ventrículos (diástole) el corazón se llena de sangre.

Este proceso se denomina CICLO CARDÍACO que no es más que los hechos que ocurren desde el comienzo de un latido hasta el inicio del siguiente.

Cada ciclo se inicia por la generación espontánea de un PA en el nudo sinusal que viaja rápidamente a través de ambas aurículas y de ahí a través del haz de his a los ventrículos. Las aurículas se contraen primero que los ventrículos y estos se contraen con mayor potencia para llevar sangre a la circulación mayor o menor.

El volumen de sangre que es expulsado por los ventrículos en cada sístole, es el volumen sistólico y el recibido por las aurículas en cada diástole es el volumen diastólico.

El gasto cardíaco es el volumen de sangre en litros que expulsa el corazón en un minuto y corresponde al volumen sistólico por la frecuencia cardíaca

$$GC = V \text{ sistólico} \times FC$$

El GC tiene valor aproximado de 5.5L/min en adultos y en mujeres es entre 10 y 20 % menor. El GC varía en dependencia de:

1. Grado de actividad del organismo
2. Tamaño (es inversamente proporcional a la superficie corporal)
3. Edad

Es una manifestación adaptativa del organismo. Cuando una persona está en reposo su corazón bombea de 4-6 L/min. En ejercicio intenso puede bombear de 4-7 veces esa cantidad.

Regulación del trabajo del corazón:

Los métodos por los que se regula el volumen bombeado por el corazón son:

Regulación intrínseca o autorregulación:

- **Mecanismo de Frank-Starling:** El corazón es capaz de bombear toda la sangre que le llega dentro de los límites fisiológicos normales. cuando más se distiende el miocardio durante el llenado, mayor es la fuerza de contracción y la cantidad de sangre bombeada a la vena aorta , en otras palabras no es más que todas las sustancias que llegan al corazón mediante el retorno venoso aumentando el volumen sistólico y el gasto cardiaco
- **Sistema especializado de excitación-conducción**

Para que el potencial de acción (PA) pase de las aurículas a los ventrículos se necesita de un sistema especializado de autoconducción que permite que las aurículas se contraigan un poco antes que los ventrículos para favorecer la eficacia del bombeo. Este sistema consta de:

- **Nodo o Nódulo senoauricular (SA):** o marcapaso fisiológico del corazón, situado en la pared superior de la aurícula derecha por debajo de la desembocadura de la vena cava superior, se inicia el PA que se propaga inmediatamente a las aurículas produciéndose la contracción auricular.
- **Nodo o nódulo auriculoventricular (AV):** el PA procedente de la aurícula se demora 0.13 segundos antes de pasar a los ventrículos para que las aurículas vacíen su contenido a los ventrículos antes de que se inicie la contracción ventricular. Recibe el impulso desde las aurículas y lo pasa por el haz AV al ventrículo mediante el paso por el
- **Haz de His:** conduce el PA de las aurículas a los ventrículos dirigiéndose hacia la punta del corazón dividiéndose en 2 ramas o
- **Fibras de Purkinje:** conduce el PA a todas las partes de los ventrículos con mayor rapidez que el resto del sistema de conducción permitiendo que estos se contraigan unánimemente.

Regulación extrínseca nerviosa está formada por la regulación simpática, parasimpática, periférica y central.

- **Simpática:** Aumenta la fuerza de contracción del miocardio, aumentando por tanto, el volumen de sangre que ha sido bombeado y la presión de expulsión de está sangre.
- **Parasimpática:** La estimulación parasimpática puede disminuir en un 20-30% la fuerza de contracción cardiaca .La gran disminución de la frecuencia cardiaca combinada con un ligero descenso de la fuerza de contracción puede hacer que la fuerza de bombeo ventricular descienda un 50% o más , especialmente si el corazón está trabajando en situaciones de gran carga de trabajo.
- **Central y Periférica:** consisten en la relación de las estructuras supra segmentarias con el tallo cerebral .Durante la actividad física la contracción muscular estimula al huso muscular y al órgano tendinoso de Golgi, creándose un potencial generador que continua por una neurona aferente como un potencial de acción entrando en la médula espinal y continuando por la vía Espinocerebelosa hasta el cerebro , axones de neuronas llegan al tallo cerebral centro vasomotor y continúan por una vía eferente hasta el corazón, aumentando la frecuencia cardiaca y la fuerza de contracción.

Regulación Humoral: Presencia de hormonas

El ejercicio físico provoca una contracción muscular que estimula al huso muscular y al órgano tendinoso de Golgi creándose un PA que entra por la Médula Espinal y continúa por vía espinocerebelosa hasta el cerebelo pero axones de neuronas llegan al tallo cerebral (centro vasomotor) y continúa por una vía eferente hasta el corazón aumentando la FC y la fuerza de contracción de este.

El ritmo normal del corazón en reposo suele oscilar entre 60 y 85 latidos/min en personas adultas que no realizan actividad física. Este varía con la edad siendo mayor en niños (110-120/min) y es ligeramente mayor en las mujeres. También varía con el estado fisiológico en reposo o en ejercicios en el cual aumenta según la intensidad del mismo disminuyendo progresivamente al concluir esta, los estados emocionales también lo modifican.

Pulsaciones por debajo de estos parámetros se conoce como bradicardia. Existe un tipo de bradicardia llamada bradicardia sinusal que es fisiológica en individuos vagotónicos los cuales suelen tener gran resistencia a la fatiga física. Con períodos largos de entrenamientos (meses o años) la FC en reposo puede disminuir hasta 35 latidos/min o incluso menos, se observó en un fondista de categoría mundial FC en reposo de 28 latidos/min por una mayor estimulación parasimpática.

Pulsaciones por encima de estos parámetros se conoce como taquicardia. Existe un tipo de taquicardia llamada taquicardia sinusal que es proporcional a la causa que la origina y disminuye con la excitación del nervio vago.

Tensión arterial.

Presión arterial sistólica

Representa la tensión más alta en la arteria y corresponde a la sístole ventricular del corazón. La contracción ventricular empuja la sangre a través de las arterias, que ejerce una elevada presión sobre la pared arterial.

Presión arterial diastólica.

Representa la presión más baja en las arterias correspondiendo a la diástole ventricular del corazón. La sangre que se mueve a través de las arterias durante esta fase no es empujada por una contracción enérgica.

La presión arterial sistólica se comporta diferente a la diastólica durante el ejercicio,

La TAS aumenta con la intensidad del ejercicio, pudiendo llegar 120 mm en reposo a 200 en el ejercicio, es decir que siempre que aumente el GC por el ejercicio físico, la presión arterial se incrementará entre el 20 al 60%. Ayuda a conducir rápidamente la sangre a través del sistema vascular. La TA determina cuanto fluido abandona los capilares, entrando en los tejidos y suministrando el oxígeno y los nutrientes necesarios. Por tanto la mayor TAS ayuda al proceso de transporte.

La TAD no aumenta significativamente con el ejercicio.

La tensión arterial funciona igual que la FC. Cuando se activan las zonas motoras del SN para hacer el ejercicio, se activa también el centro vasomotor del tallo cerebral, por estimulación simpática se eleva la TA instantáneamente para seguir el ritmo del aumento del trabajo del corazón.

Estudio independiente:

- Mencionar las regulaciones del sistema endocrino y sistema respiratorio para el mantenimiento de la homeostasis en el organismo
- Cómo se relacionan el SN y el SE
- Mencionar los cambios que se producen en sangre durante la realización de ejercicios físicos
- ¿Qué mecanismos permiten regular las funciones del corazón?
- Mencionar los cambios adaptativos del corazón por influencia de la actividad física sistemática.

TEMA III Clasificación fisiológica de los ejercicios físicos

CONTENIDOS FUNDAMENTALES DEL TEMA

- Posiciones del cuerpo y la actividad muscular.
- Ejercicios invariables o estándar. Movimientos cuantitativos (evaluados por el sistema CGS).
- Ejercicios cíclicos. Según la potencia y el tipo de desplazamiento.
- Ejercicios acíclicos. Ejercicios de fuerza rápida, de fuerza y de precisión. Ejercicios cuantitativos de ciclo combinado.
- Ejercicios cualitativos de ciclo combinado.
- Ejercicios variables o no estándar. Juegos deportivos, deportes de combate, carreras a campo traviesa.

Objetivo: Interpretar los diferentes criterios de clasificación de los ejercicios físicos enfatizando en la clasificación fisiológica así como de acuerdo al tipo de potencia y contracción que predomine en ellos.

Bibliografía:

- N.V. Zimkin Fisiología Humana (1975) Editorial Científico Técnica. Ciudad de la Habana.
- Menshikov, V.V. y N.I. Volkov (1990). Bioquímica. Editorial Vneshtorgizdat, Moscú.
- . Jack H. Wilmore Fisiología del Esfuerzo y del Deporte

Los ejercicios físicos son tareas motrices utilizados por el hombre para dar cumplimiento a los objetivos de la EF y el deporte. Surgen en las etapas más tempranas del desarrollo del hombre tomando como base movimientos naturales (acciones de trabajo y de combate

¿Qué beneficios le reportan al hombre?

- Elevación del nivel de preparación física.
- Mejoran la salud

Se habla sobre la importancia de conocer cómo se clasifican los diferentes ejercicios físicos, atendiendo a los cambios fisiológicos que se producen en el organismo durante la ejecución de los mismos.

Se puede ejemplificar planteando que existe una gran diferencia entre los ejercicios físicos que se realizan en las diversas modalidades deportivas (levantamiento de pesas, juegos deportivos, deportes de combate, atletismo, entre otros), y por tanto los cambios biológicos que se desarrollan en el organismo, serán diferentes de acuerdo al tipo de trabajo físico que se ejecute; incluso en los ejercicios físicos similares como las carreras de distancias cortas y de fondo, los cambios biológicos que aparecen en el organismo serán diferentes, ya que el tiempo de ejecución y la intensidad de los mismos difieren.

Algunos criterios de clasificación de los ejercicios físicos.

Referiré que de acuerdo al volumen de la masa muscular que participa activamente pueden ser:

- Ejercicios locales: participa 1/3 de la masa muscular total:
Ej. Brazo derecho lateral, tenis de mesa, canoa y tiro deportivo..
- Ejercicios regionales: participa 1/3 a 1/2 de masa muscular.
Ej. ciclismo, kayak y canotaje. Gimnástica (extremidades y tronco).
- Ejercicios globales: Participa más de 1/2 de la masa muscular.
Ej: Carrera, natación.

Explicar que durante la ejecución de los diferentes ejercicios físicos, se adoptan diferentes posiciones (pags. 209 – 210).

- Posición acostado
- Posición sentado
- Posición de pie
- Posición de suspensión
- Posición de apoyo
- Parada de manos

Preguntar a los estudiantes ¿en qué modalidades deportivas se adoptan las diferentes posiciones?

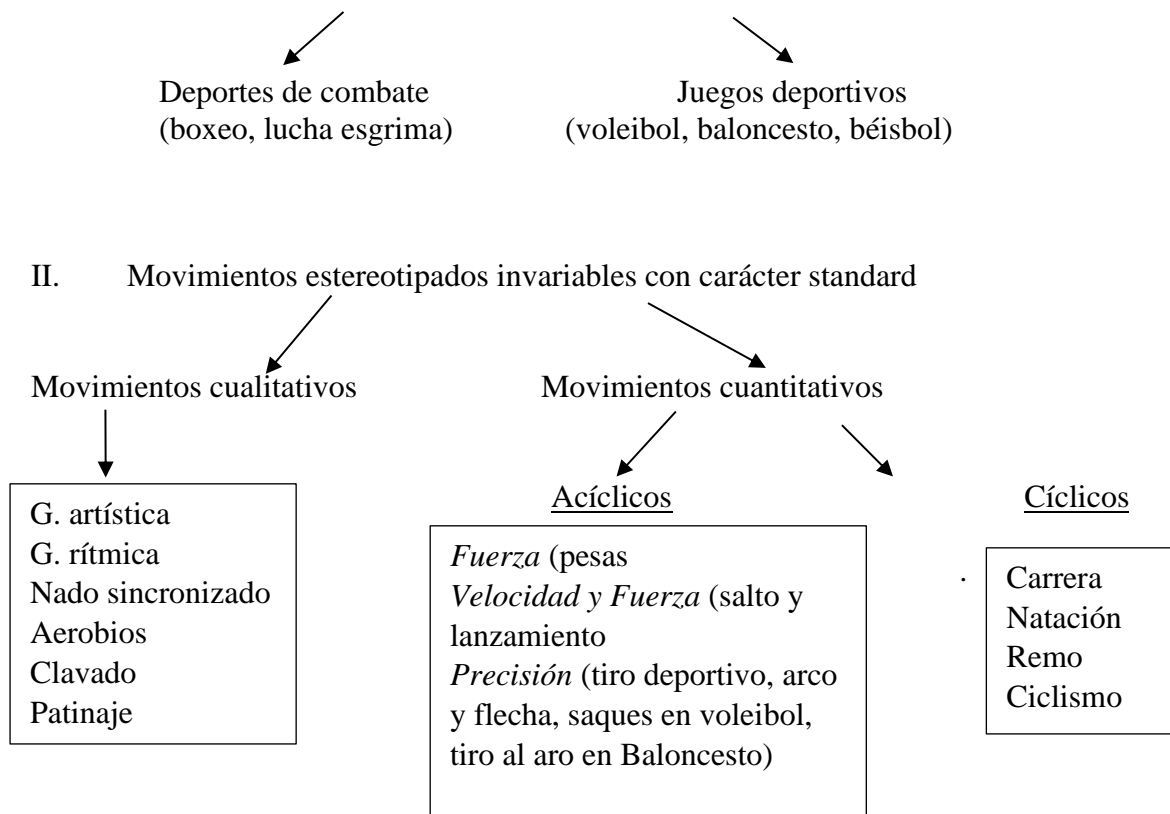
Otra clasificación:

Según la Potencia

- | | |
|----------------------|--|
| Potencia máxima | Velocidad-Fuerza (Saltos y Lanzamientos) |
| - Potencia submáxima | Fuerza (Levantamiento de Pesas) |
| - Gran potencia | Precisión (Tiro, saques, tiros de penal) |
| - Potencia moderada | |

Clasificación fisiológica de los ejercicios.

- I. Movimientos situacionales con carácter no standard (Variables)



Definir que es un EJERCICIO INVARIABLE.

Los ejercicios físicos invariables se desarrollan en medio de condiciones constantes y se caracterizan por la estricta continuidad del movimiento, llevado hasta el carácter estándar.

Invariables estereotipados:

Alcanzan un alto grado de estereotipicidad donde la actuación del contrario no altera en lo esencial la estructura de los movimientos.

Se planifican de antemano ya que están estrictamente reglamentados:

Ej.: Atletismo, Pesas, Natación, Ciclismo. Gimnasia aerobia etc.

Definir que es un EJERCICIO VARIABLE.

Los ejercicios físicos variables se caracterizan por la inconstancia en las condiciones

Situacionales variables:

Se hace difícil planificar las acciones con antelación ya que no se conoce la respuesta del contrario.

Poseen variabilidad de la estructura y potencias de los movimientos durante el trabajo.

Ej.: deportes de combate (lucha, boxeo, esgrima, judo, etc.) y juegos deportivos.

Por su valoración de acuerdo a los resultados deportivos se clasifican en:

1. Cuantitativo: Son cuantificados en unidades exactas según las cualidades físicas, velocidad, resistencia y fuerza.

El resultado se da en una unidad de medida que puede ser cm, m, Kg, segundos, hrs, puntos.

Ej.: atletismo, natación, remo, pesas, tiro deportivo.

2. Cualitativos: Son valorados por la calidad de la ejecución, efectividad del control, precisión y coordinación del movimiento:

Ej.: gimnasia, nado sincronizado, clavado, patinaje artístico.

Por **la estructura del movimiento** se destacan dos grandes grupos:

1. **Ejercicio acíclicos**: No poseen una reiteración unida de ciclos, tienen una estructura definida. Se caracterizan por la fuerza y rapidez (velocidad) máxima.
Fuerza: Pesas;
Velocidad-fuerza: Salto y lanzamiento;
Precisión: tiro deportivo, arco y flecha, saque en el voleibol y tenis, tiro libre en el baloncesto.
2. **Cíclicos**: En la base de los mismos se refleja la repetición de un mismo ciclo de movimiento. El final de un movimiento coincide con el inicio del otro idéntico al anterior, posee un alto grado de estereotipicidad.
Ej.: atletismo (carrera), natación, ciclismo, remo. (pág. 211)

En estos ejercicios el trabajo realizado se caracteriza por diferentes zonas de potencia y duración.

1. Potencia máxima
2. Potencia submáxima
3. Gran potencia (Potencia grande)
4. Potencia moderada.

Nota: Esto no quiere decir que en los acíclicos no se manifiesten estas zonas.

Características fisiológicas de las diferentes Zonas de Potencia. Guyton pág. 667.

1. Potencia máxima.

- La duración del trabajo es de 20-30 segundos (anaerobio).
- El mecanismo energético fundamental: anaerobio alactácido.
- La principal reserva energética: CrP y ATP.
- El trabajo del corazón aumenta y la FC es de 180-190 puls/min.
- Aumenta la glucosa en sangre.
- Consumo de O₂ insignificante. Ventilación pulmonar mínima.
- Gasto general: 80 kcal.
- Deuda de O₂ de 7-8 L.
- Incrementa la circulación.
- No se producen cambios significativos en la composición de la sangre.
- La recuperación ocurre de 30-40 min.

Teniendo en cuenta estas características les pediré que mencionen algunos deportes con sus respectivos eventos donde se aprecia dicha potencia.

Ej. atletismo: 60, 100, 200 saltos y lanzamientos.

- Ciclismo pista: 200, 500, 800 m
- Aerobios: combinaciones de 10-15 seg.
- Pesas, clavado, cama elástica, etc.

3. Potencia submáxima.

- Duración del trabajo desde 30 seg-6 min.
- Mecanismo sistema energético anaerobio lactácido.

- Principal reserva energética glucógeno (glucosa).
- FC aumenta a 200 y más puls/min.
- Aumento de glucosa en sangre.
- Demanda de O₂ de 20-22 l (grande).
- Trabajo de la respiración es cerca del máximo.
- Gasto general 450 kcal.
- Incremento brusco de la circulación (140-180 L/min.)
- El pH disminuye a 7.
- La recuperación se produce aproximadamente entre 1-2 hrs.
Ej. : Atletismo: 400, 800, 1500m
Natación: 100, 200, 400 m.
Canoa y kayak: 1500 m
Ciclismo: Persecución contra reloj: 1000, 2000, 3000, y 4000m.
Gimnasia A: ejercicios con aparatos y a manos libres
(la ejecución de aproximadamente 2 min.)

4. Gran potencia (Potencia grande).

- Duración del trabajo de 6 min. –30 min.
- Sistema energético aerobio.
- Principal reserva energética, glucosa.
- FC 200 puls/min. Trabajo del corazón, máximo.
- Glucosa en sangre disminuye.
- Aumento del ácido láctico en sangre que es eliminado por el sudor y la orina.
- Demanda de O₂ 12-15 l. Deuda 4-5l (pequeña)
- Gasto general: hasta 960 kcal.
- Ventilación pulmonar 120-140 l/min.
- El consumo de O₂ es mayor que la demanda.
- Se incrementa la sudoración.
- Recuperación de 10-12 horas.

Ej.: atletismo: 3000, 5000, 10000 m
Natación; 800, 1500 m
Ciclismo: 10. 15 y 20 Km
Remo: 1500-2000 m.

4. Potencia moderada.

- Duración del trabajo: 30 minutos hasta horas.
- Sistema energético aerobio.
- Principal reserva glucosa y lípidos.
- FC es de 170 Puls/min. El trabajo del corazón aumenta pero no al máximo.
- La glucosa en sangre disminuye.
- Demanda de O₂: 3-4 l/min.
- Deuda de O₂: 4-5 l.(pequeña)
- Gasto general hasta 10000 kcal.
- Ventilación pulmonar 60-80 l/min.

- Sudoración intensa (pérdida de peso de 1-3 Kg)
- Recuperación: se produce a más de 12 hrs en algunos casos y más.

Ej.: atletismo: maratón 42 km. Marcha 10-50km.

Natación: Cruzar el Canal de Suez. Habana - Florida.

Ciclismo: vuelta a Cuba. Desde 50 –150 Km

Nota: en el ciclismo en carreras con relieve desigual se observan variaciones en la potencia de trabajo, aumento en las elevaciones y disminuye en los declives.

Esta clasificación fisiológica no es la más completa pues existen deportes que por sus características es difícil ubicarlos.

Ej.: equitación, ajedrez, karting, motociclismo y otros.

Estudio Independiente

- Dados los siguientes eventos deportivos. Identifique cómo se clasifican desde el punto de vista fisiológico y la potencia que emplean:
 - a) Lanzamiento de jabalina:
 - b) Tiro al aro en baloncesto:
 - c) Carrera de 100m:
 - d) Boxeo:
 - e) Baloncesto, beisbol:

TEMA IV: Aspectos generales de las regularidades de la adaptación biológica en el deporte.

CONTENIDOS FUNDAMENTALES DEL TEMA

- Consideraciones generales sobre el proceso de adaptación. Regularidades de la adaptación. Etapas o fases de adaptación. .
- Consideraciones generales acerca de la energética de la actividad muscular. Sistemas energéticos que posee el músculo para asegurar el trabajo muscular.
- Respuestas adaptativas del organismo por causa de la realización de ejercicios físicos: Cambios biológicos en el músculo estriado, la sangre, la orina. Hígado, tejido óseo, SNC y sistema cardiovascular por causa del ejercicio físico.
- Estados funcionales que tiene lugar antes, durante y después de la actividad motora:
- Bases biológicas del estado de pre arranque, del calentamiento, de la entrada al trabajo, del estado estable, del punto muerto y el segundo aire, la fatiga y la recuperación, Heterocronismo. Supercompensación.
- Principios básicos del entrenamiento y su relación con los procesos supercompensatorios. Sobrecarga.
- Fundamentos biológicos de las capacidades motoras. Métodos para su desarrollo: Factores biológicos de las capacidades rapidez y fuerza. Efecto biológico de los métodos para su desarrollo.
- Factores biológicos de la resistencia. Efecto biológico de los métodos para su desarrollo.
- Factores biológicos de la flexibilidad.

Objetivos:

1. Interpretar la importancia de la aplicación de las cargas físicas durante el proceso de entrenamiento como estímulo que provoca la adaptación en el organismo.
2. Identificar los sistemas energéticos que utiliza el organismo para asegurar las diferentes modalidades deportivas y estados funcionales que tiene lugar antes, durante y después de la actividad motora.
3. Distinguir los fundamentos biológicos de las capacidades motoras rapidez, fuerza, así como la influencia de los diferentes métodos de entrenamiento para el incremento de ambas.

Las manifestaciones de la adaptación en el deporte son múltiples. A diferencia de otras esferas de la actividad humana que se caracterizan por la adaptación necesaria a condiciones extremas, el deportista se adapta a condiciones cada vez más complejas. Cada etapa del largo perfeccionamiento deportivo, durante el año o durante un macrociclo, cada una de las competiciones plantea al deportista la necesidad de saltar, de negar dialécticamente el nivel ya conseguido en las reacciones de adaptación. Ello supone unas exigencias especiales para el organismo humano. Ante todo es necesario definir lo que se entiende por **adaptación**: “es la capacidad que poseen los seres vivos de acostumbrarse a las condiciones cambiantes del medio (tanto interno como externo).”

Por otra parte, desde el punto de vista biológico pueden existir dos tipos de adaptaciones: genotípica y fenotípica. La primera, es decir, la **genotípica**, comprende un proceso de conformación de la población analizada a las condiciones del medio mediante transformaciones hereditarias (se basa en las leyes de la evolución de las especies). La **fenotípica**, comprende un complejo proceso de respuestas a diferentes factores del medio circundante, las cuales se desarrollan en el individuo durante el transcurso de su vida (esta resulta de gran importancia en el deporte). Inicialmente, la adaptación se concebía como un concepto puramente biológico y médico, sin embargo, en la actualidad debido al desarrollo científico-técnico que ha experimentado la humanidad, así como los cambios y la complejidad de las relaciones del ser humano en la sociedad en que se ha desarrollado, han hecho que este término se tornara más amplio en su significado, debido a que atañe a todas las ciencias, tanto naturales como sociales, razón por la cual en la esfera a la cual nos hallamos vinculados, es decir, en el campo de la Cultura Física y el Deporte ella toma un sentido muy amplio. Así, hoy día el concepto de adaptación juega un rol clave tanto en la preparación deportiva así como en la actividad competitiva, ya que el deporte moderno de élite constituye un área única para poder investigar las posibilidades de adaptación del ser humano, esto lo reafirma el hecho que diversos trabajos de investigación han demostrado “que no existen otros campos en la actividad profesional del hombre que puedan compararse por su efecto con las cargas de entrenamiento y de competencia que se realizan en el deporte”. A diferencia de otras esferas de actuación en las que se desempeña el hombre, es importante resaltar que en el caso del deportista de categoría élite, tiene que adaptarse a condiciones cada vez más complejas y adversas, que le permiten alcanzar estadios superiores de su nivel funcional. Finalmente, queremos señalar que uno de los

aspectos más interesantes en el futuro no muy lejano en la teoría de la adaptación, lo constituye la elaboración de las leyes de la adaptación del deportista de alto nivel a los factores extremos del entrenamiento y la competencia.

2- Regularidades de la adaptación biológica en el entrenamiento físico.

Ante todo debe interpretarse que el entrenamiento deportivo, desde el punto de vista biológico, puede considerarse como un proceso de adaptación dirigido del organismo a la influencia de los esfuerzos físicos.

El docente debe destacar los aspectos más sobresalientes en el proceso de adaptación a las cargas de entrenamiento:

- Los esfuerzos físicos aplicados en el entrenamiento, desempeñan un papel estimulador que excita los cambios adaptativos en el organismo. La carga física constituye el estímulo que desencadena los cambios biológicos(estructurales, bioquímicos y fisiológicos) que permiten el proceso de adaptación a la misma y alcanzar un nivel funcional más elevado en el organismo y por tanto un mayor nivel de rendimiento.
- La tendencia y la magnitud de los cambios biológicos que se originan como respuesta a los esfuerzos físicos aplicados, determinan el efecto de entrenamiento.
- El grado de la influencia que el esfuerzo físico ejerce sobre el organismo depende de las características fundamentales de la dosificación elegida, esto es:- Intensidad y duración del ejercicio a ejecutar. -Tipo de ejercicio seleccionado.- Número de repeticiones de cada ejercicio
-Magnitud de las pausas. -Carácter del descanso.

La modificación de cada una de estas características provoca cambios biológicos determinados y su acción conjunta origina considerables reestructuraciones del metabolismo que se expresan por los denominados estados metabólicos, los cuales se relacionan con la actividad de diversos sistemas enzimáticos intracelulares y están determinados por un considerable número de factores variables.

Las cargas físicas que cumplen diferentes objetivos tienen que ser analizadas como una cadena biológica de causa y efecto. El docente debe poner ejemplos en el entrenamiento deportivo y en la clase de educación física.

3-Etapas o fases de adaptación:

a)- Etapas de adaptación.-El carácter fásico que tiene el proceso de adaptación del organismo a la influencia del esfuerzo físico (como cualquier estímulo) hace que este se manifieste mesuradamente. Así, según el carácter y el tiempo de realización de las modificaciones adaptativas en el organismo se destacan dos etapas fundamentales en la adaptación: urgente y aplazada (o de larga duración). Veamos a continuación la esencia de cada una:

Etapa de Adaptación Urgente: Es la respuesta inmediata del organismo a la acción única del esfuerzo físico. Se debe fundamentalmente a las modificaciones del metabolismo energético y de las funciones del sistema vegetativo.

El docente debe retomar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en asignaturas precedentes y realizar preguntas acerca de los cambios biológicos que ocurren en el organismo durante la ejecución de las cargas físicas y que corresponden con la adaptación urgente.

Ejemplos de adaptación urgente:

- Incremento de la frecuencia cardíaca.
- Incremento de la frecuencia respiratoria.
- Aumento de la actividad hormonal y enzimática.
- Intensificación de las reacciones catabólicas.

Etapa de adaptación aplazada o de larga duración.

Es la respuesta que se manifiesta en un gran lapso de tiempo y que se desarrolla paulatinamente como resultado de la sumatoria de las modificaciones experimentadas a consecuencia de los esfuerzos repetidos y está relacionada con la aparición de cambios estructurales y funcionales del organismo, los que aumentan notablemente las posibilidades de adaptación de este.

Nota: Esta última ocurre sobre la base de la activación del aparato genético (a expensas del efecto estimulante del esfuerzo físico) de las estructuras funcionales, que inducen el incremento de la síntesis proteica de estas.

Ejemplos de adaptación aplazada:

- Hipertrofia cardíaca
- Aumento de las reservas energéticas
- Aumento del grosor de los huesos
- Hipertrofia muscular.
- Incremento de la hemoglobina y mioglobina

b) Efecto de entrenamiento.- Teniendo en cuenta el carácter fásico del fenómeno de adaptación, suelen destacarse tres variantes:

1ra.-**Urgente.**- Se encuentra determinado por la magnitud y el carácter de los cambios biológicos. Estos tienen lugar de forma inmediata, durante el transcurso del esfuerzo y en el período de recuperación urgente (0,5- 1 h).

2da.-**Aplazado.**- Se observa en las fases tardías de la recuperación, y se expresa mediante:

- Estimulación de los procesos de reestructuración plástica.
- Recuperación de los recursos energéticos.
- Reproducir de forma rápida estructuras celulares.
- Recuperación de los sistemas diferentes sistemas y funciones biológicas que han sido alterados por causa del trabajo.
-

3ra.-**Acumulativo.**- Aparece como resultado de la sumatoria sucesiva de las huellas dejadas por muchos esfuerzos físicos o por los efectos urgentes y aplazados, que se realizan con los cambios biológicos vinculados a la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas, durante un largo período de entrenamiento. Esto se expresa por el incremento de la capacidad de trabajo, así como por el mejoramiento de los logros deportivos.

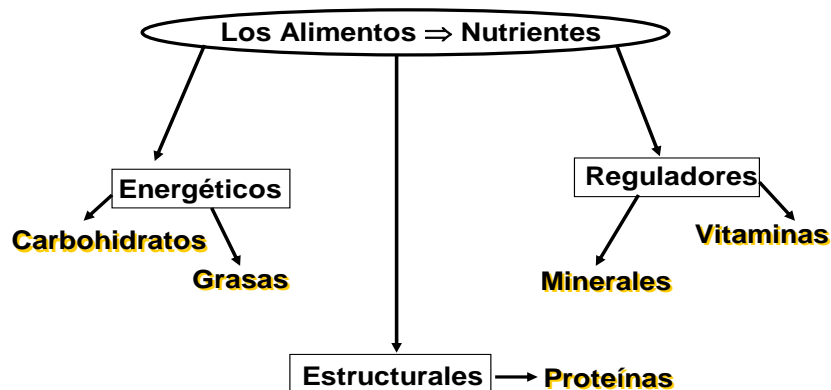
Consideraciones generales acerca de la energética de la actividad muscular. Sistemas energéticos que posee el músculo para asegurar el trabajo muscular.

La actividad muscular es un proceso que requiere del suministro constante de energía. La fuente directa e inmediata de energía para los procesos vitales en nuestro organismo es el ATP (que se sintetiza principalmente en las mitocondrias mediante el fenómeno de la fosforilación oxidativa), y en el caso específico de las actividades deportivas, de acuerdo a las características de cada una de éstas en cuanto a la intensidad y a la duración de las mismas, se logra restablecer sus concentraciones en el músculo para asegurar la ejecución de ellas gracias a los mecanismos de resíntesis anaerobios y aerobios que prevalecen en cada tipo de actividad.

Es conveniente recordar que el almacenamiento de ATP resulta insuficiente en el músculo esquelético para satisfacer la demanda energética en aquellas actividades que superen algunos segundos, tal es el caso de los 110 m con vallas, así como los 200 m, 400 m. planos, y más, aún en las actividades prolongadas tales como las pruebas de fondo y medio fondo en atletismo, así como en la natación de fondo, además en otros deportes como el fútbol y el baloncesto.

Para llevar a cabo esta parte de la actividad deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

¿Cuáles son las fuentes de energía para el organismo?



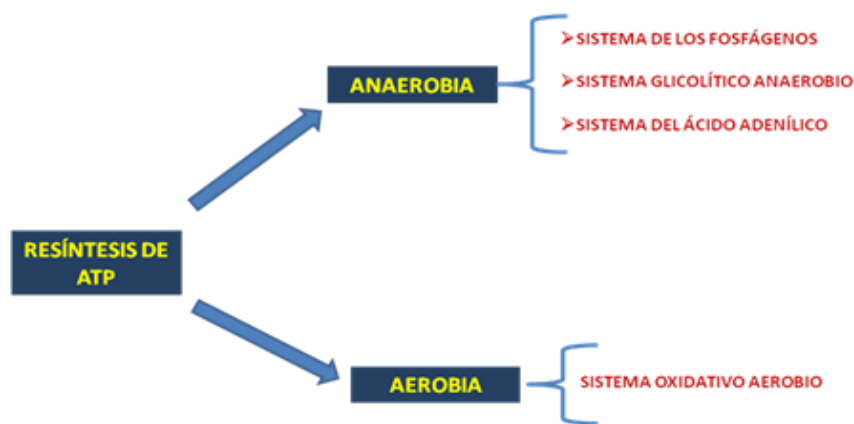
Se debe puntualizar que los nutrientes capaces de aportar energía son los glúcidos o carbohidratos, los lípidos y en última instancia las proteínas y que a través de la degradación de los mismos se obtiene el ATP , QUE ES LA ENERGÍA QUE UTILIZA EL ORGANISMO PARA REALIZAR LOS DIFERENTES TIPOS DE TRABAJO BIOLÓGICO.

El **ATP** es utilizado en la contracción muscular, en la síntesis de nuevas sustancias y para realizar el transporte activo de sustancias a través de la membrana.

La descomposición del adenosín trifosfato (ATP) proporciona al cuerpo humano la energía necesaria para la contracción muscular, sin embargo, sólo hay almacenada una cantidad de esta energía para permitir 3 o 4 contracciones aisladas de fuerza máxima o sea 2 ó 3 segundos. Por lo tanto, el ATP que ha sido descompuesto debe ser reemplazado o “reconstituido” para continuar el esfuerzo. En condiciones normales la resíntesis del ATP se realiza en lo fundamental por medio de las **transformaciones aerobias** pero en caso de una actividad muscular intensa, cuando el suministro de oxígeno a los músculos se dificulta, en los tejidos se intensifican simultáneamente **los procesos anaerobios de resíntesis de ATP**. consultar el libro de texto de Bioquímica de Volkov, (páginas 305 - 307)

Es importante puntualizar las características generales de cada una de las vías de resíntesis del ATP en el tejido muscular estriado

Seguidamente señalaremos cuales son los sistemas energéticos que el organismo posee para obtener la energía que permite el movimiento.



Todos los sistemas energéticos desde el mismo inicio de la actividad física se conectan a la vez, y el predominio de ellos depende de las características de la actividad física en cuanto a potencia y tiempo de duración. Durante la realización de las cargas físicas a menudo no se emplea una sola vía energética, sino varias a la vez, entonces podemos destacar espacios de tiempo con predominio de una u otra para garantizar el “**continuum energético**”.

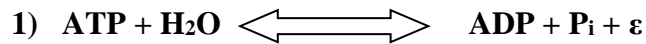
Características del sistema energético anaerobio:

- Ocurre en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.
- Aporte limitado de energía.
- Predomina en actividades de gran intensidad y corta duración.

Sistema de los fosfágenos o sistema anaerobio alactácido. Volkov págs.307-309

Este sistema cuenta con dos compuestos fosfatos de alta energía: **EL ATP Y EL CREATÍN FOSFATO**

La primera reacción que ocurre es la de desintegración del ATP:



Como en el organismo las reservas de ATP son limitadas y pueden agotarse en 3 o 4 contracciones aisladas de fuerza máxima, se requiere de la utilización de otros compuestos que garanticen una resíntesis de ATP constante. En los músculos a la par del ATP hay otro compuesto fosfato de alta energía que es el CREATÍN FOSFATO O FOSFATO DE CREATINA que posibilita la resíntesis del ATP.

A partir del creatín fosfato se forma de nuevo ATP en la célula para garantizar la actividad muscular.

Este sistema permite mantener los esfuerzos de potencia máxima durante 10 o 15 segundos.



$\text{C}_r \sim \text{P}$ – Creatín – fosfato

C_r – Creatina

CPQ – Enzima creatínfosfoquinasa

Este sistema tiene una gran importancia en el abastecimiento energético de los ejercicios de corta duración con potencia máxima, tales como las carreras de distancias cortas, saltos, lanzamientos, levantamiento de pesas, etc. Esta reacción da la posibilidad de pasar rápidamente del reposo al trabajo, cambiar súbitamente el ritmo en la ejecución del trabajo, así como acelerar para llegar a la meta.

Profundizar las características de este sistema en el libro de texto Volkov páginas 307-309

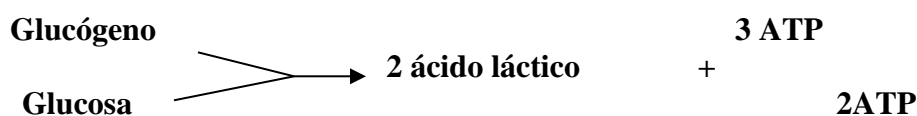
Tan pronto como el sistema energético de los fosfágenos deje de asegurar la velocidad necesaria de formación del ATP durante la actividad contráctil, el sistema glucolítico o lactácido comenzará a desempeñar el papel principal en la resíntesis de ATP.

2.- Sistema glucolítico anaerobio o Sistema lactácido)

Es el segundo sistema energético anaerobio. Es lógicamente un mecanismo más lento que el anterior; siendo característico de los esfuerzos anaerobios, pero más sostenidos que pueden superar 30-40 seg. y mantenerse entre 1-3 minutos, y su producto terminal es el **ácido láctico (o lactato)**, por lo cual también se le conoce como el llamado mecanismo lactácido.

Este sistema predomina cuando las condiciones en el suministro de oxígeno son insuficientes.

La ecuación global de este sistema es:



Como puede observarse es más factible económicamente utilizar el glucógeno muscular que la glucosa sanguínea, ya que reporta un saldo energético más positivo.

Este sistema garantiza la energía en un intervalo entre los 30 segundos y los 2 o 3 minutos por lo que esta vía es capaz de garantizar la energía en modalidades deportivas como los 400 metros planos, 400 metros con vallas, natación de 100 y 200m etc.

La acumulación del ácido láctico con el trabajo anaerobio está en dependencia de la duración y la potencia del ejercicio.

Es importante señalar que el aumento del ácido láctico en el espacio sarcoplasmático de los músculos va acompañado del cambio de la presión osmótica y el agua del medio intercelular penetra al interior de las fibras musculares provocando hinchazón y rigidez. El ácido láctico formado difunde a la sangre provocando alteración del equilibrio ácido-base.

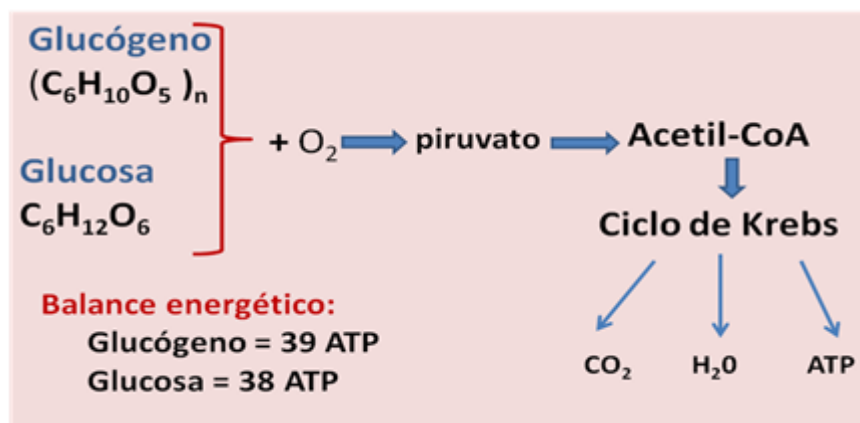
3.- Sistema oxidativo aerobio (o sistema del oxígeno)

En contraste a lo explicado anteriormente, en que vimos como en un periodo de tiempo muy breve, cuando predominan las condiciones anaerobias, se puede obtener nuevamente el ATP mediante un proceso de resíntesis a partir del ADP y el Pi, ya sea a partir de la reserva de los fosfágenos, o bien, de los glúcidos almacenados en el propio músculo, así como en el hígado, para asegurar el requerimiento energético en los esfuerzos intensos y de corta duración, ahora nos detendremos a analizar de qué manera es posible lograr el mantenimiento de los niveles de ATP para garantizar los esfuerzos físicos prolongados, donde el tiempo de ejecución es mayor y en los que las necesidades de oxígeno se mantienen de forma más sostenida, y el requerimiento de ATP para asegurar la energía para mantener el esfuerzo muscular debe obtenerse mediante la formación aerobia de este, lo cual ocurre en el interior de las mitocondrias (ya que necesita de la participación de dos procesos fundamentales: el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria, que se verifican exclusivamente en estos orgánulos). Este suministro de energía ocurre por la oxidación completa de los glúcidos, lípidos y excepcionalmente por las proteínas.

Los glúcidos, los lípidos y las proteínas son capaces de aportar una cantidad considerable de ATP cuando las condiciones en el suministro de oxígeno son suficientes. Por lo que se analizara brevemente los principales pasos para la obtención de energía a partir de cada uno de estos nutrientes.

Degradación aerobia de los glúcidos

Pasos de la glucolisis aerobia enfatizando en las sustancias iniciales y finales y el saldo energético.

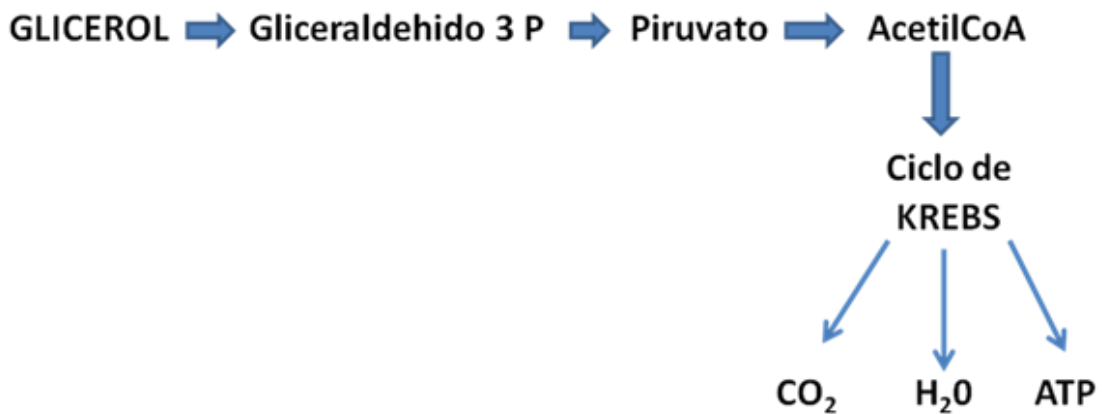


➤ Degradación aerobia de las grasas.

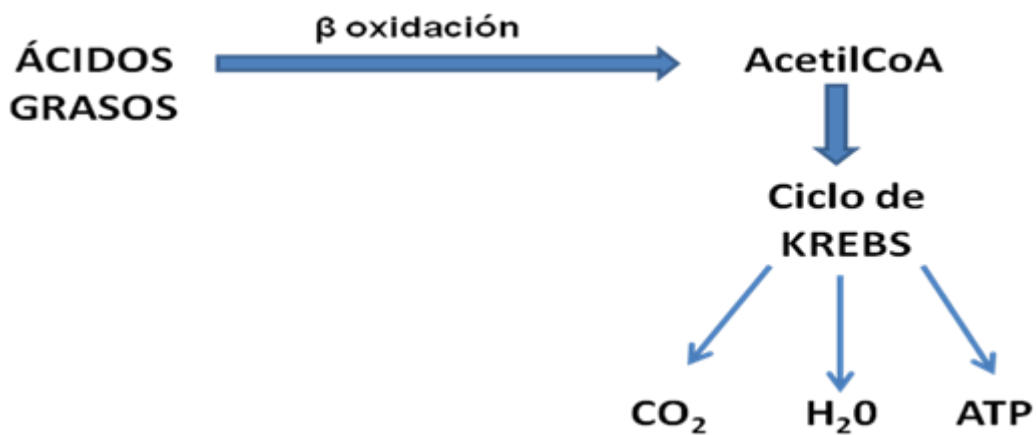
Las grasas o glicéridos son los lípidos que el organismo utiliza para obtener energía cuando el suministro de oxígeno es abundante. Los dos componentes de los glicéridos son degradados y ambos aportan energía para los trabajos de larga duración.



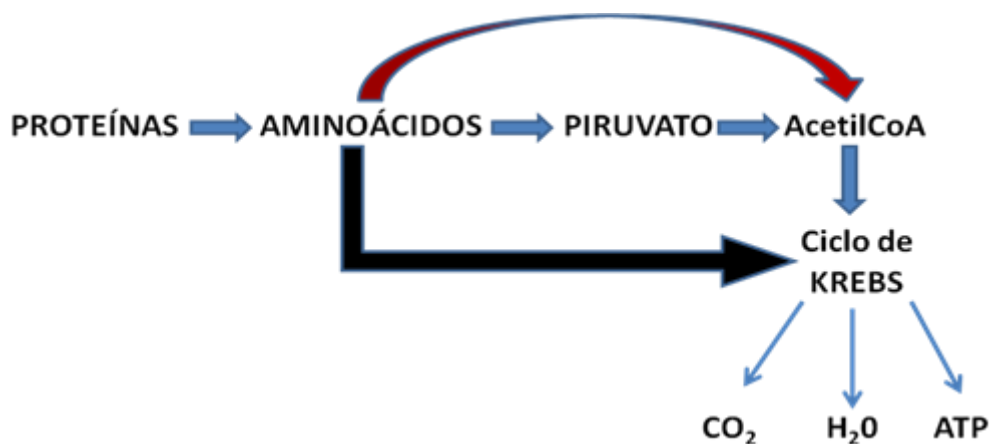
VIA DEGRADATIVA DEL GLICEROL



VÍA DEGRADATIVA DE LOS ÁCIDOS GRASOS



Degradación aerobia de las proteínas



- **Es posible la oxidación completa de glúcidos, lípidos y proteínas.**
- **Aporta gran cantidad de energía para la actividad muscular.**
- **No ocurre alteración del equilibrio ácido-base en el organismo.**

3- Potencia Energética y Capacidad Energética.

Capacidad energética.- Es la cantidad de energía máxima capaz de aportar cada uno de los sistemas energéticos al esfuerzo muscular, y es la que limita el volumen total del trabajo físico.

Potencia energética.- Es la cantidad de energía que libera cada uno de los sistemas energéticos en la unidad de tiempo, y ésta es la que limita la intensidad del trabajo físico que se realiza.

Estudio Independiente:

1. ¿Cuáles son las fuentes de energía para el organismo?
2. ¿Para que el organismo necesita energía?
3. Para garantizar el trabajo muscular, ¿cuáles son las formas de obtener la energía?
4. Señale los sistemas energéticos mediante los cuales el organismo produce la energía para la contracción muscular.
5. ¿De qué depende la utilización de los sistemas energéticos durante la realización de una actividad física?

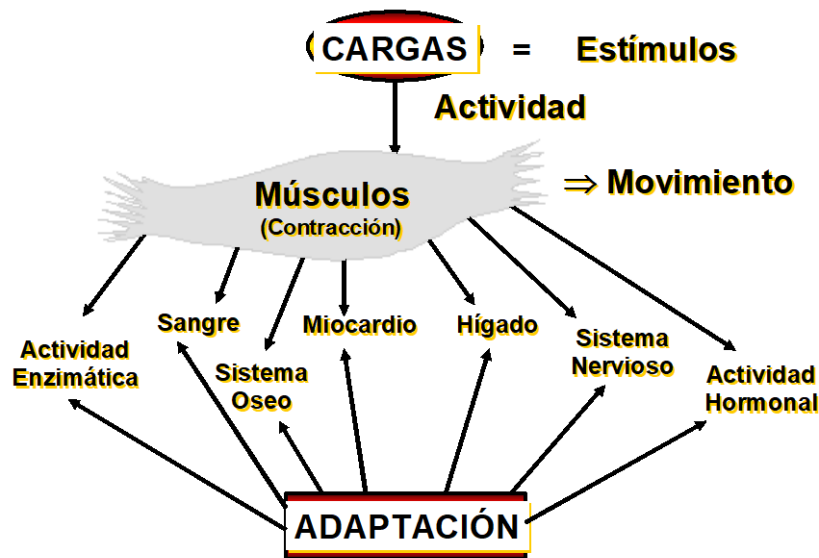
Bibliografía: Menshikov, V.V. y N.I. Volkov, “Bioquímica. págs. 305-327

Respuestas adaptativas del organismo por causa de la realización de ejercicios físicos: Cambios biológicos en el músculo estriado, la sangre, la orina. Hígado, tejido óseo, SNC y sistema cardiovascular por causa del ejercicio físico.

El Tejido Muscular Esquelético es el primero que sufre la influencia que sobre el organismo ejerce la realización de la carga física sistemática, todo lo cual se refleja posteriormente sobre el resto de los fluidos, tejidos y órganos (como son la sangre, la

orina, el S.N.C., el sistema cardiorrespiratorio, el sistema óseo, etc., razón por la que se afirma que cuando se cumple un régimen de actividad física constante y sistemática, se observan alteraciones o modificaciones adaptativas a diferentes niveles, ya sea en la esfera estructural así como funcional.

El siguiente esquema muestra la relación existente entre los estímulos y los cambios existentes en el músculo, sistemas y órganos como respuesta adaptativa a la actividad física que se realiza.



Cambios biológicos en el músculo por causa del ejercicio físico.

En primer lugar se explicarán los cambios en el músculo durante la actividad física, los que se corresponden con la adaptación urgente y posteriormente se analizarán los cambios que ocurren a consecuencia del entrenamiento físico sistemático que corresponden con el proceso de adaptación aplazada.

- Cambios en el tejido muscular durante la realización del trabajo físico.

Se realiza una breve introducción recordando cómo se comporta el suministro de oxígeno al tejido muscular teniendo en cuenta la intensidad y duración del esfuerzo físico, lo que determinará las características de los cambios que se presenten en ese tejido.

Al pasar del estado de reposo relativo al de una actividad muscular cualquiera, las necesidades de O₂ en el organismo se incrementan; sin embargo, estas no se pueden satisfacer de inmediato porque se requiere de un cierto tiempo para que tanto el sistema respiratorio como el circulatorio puedan abastecer dichas necesidades para el músculo que trabaja, razón por la que irremediamente al inicio de cualquier esfuerzo físico las condiciones en que este transcurre es con predominio de anaerobiosis.

De esta manera, en un esfuerzo corto e intenso, tal como una carrera de 100 m planos, el suministro de O₂ no puede alcanzar su máxima capacidad, por lo cual este se realiza en condiciones de anaerobiosis, ya que el deportista sólo puede absorber del 5-10% del O₂ que requiere para realizar el esfuerzo, mientras que el 90-95% restante lo puede absorber al concluir la carrera, o sea, en el período de recuperación (esto es lo que

representa la denominada "deuda de O₂", que en determinadas modalidades deportivas pueden llegar a alcanzar valores tan elevados de hasta 10 litros o más). Por el contrario, cuanto menor sea la intensidad del esfuerzo realizado, mayor puede ser su duración y por ende mayor serán las condiciones creadas para poder satisfacer las necesidades oxigénicas del organismo; esto se explica porque en primer lugar mientras menor sea la intensidad del esfuerzo que se realiza, menor será la magnitud de la deuda de O₂ contraída durante el trabajo, y en segundo lugar, porque a mayor duración del esfuerzo, mayor serán las posibilidades de poder incrementar las actividades los sistemas respiratorio y circulatorio para abastecer de una sangre enriquecida de oxígeno a los músculos que trabajan; tal es el caso de una carrera de maratón, durante la cual es capaz de cubrir ~ 90% de las necesidades de O₂ durante el transcurso del mismo (lo que se conoce como "estado estable", o equilibrio entre las necesidades y el consumo de O₂), siendo la deuda al finalizar de ~10% .

Todo esto lo podemos resumir diciendo que:

W corto e intenso \Rightarrow Consumo de O₂ ~5-10 % (Deuda de ~95-90 %)

W largo y moderado \Rightarrow Consumo de O₂ ~ 95-90% (Deuda de ~10 %)

Seguidamente al comenzar a explicar los cambios debemos todo el tiempo relacionarlos con el tipo de adaptación (urgente y crónica).

Como se había explicado cuando se estudió la adaptación urgente, los cambios más significativos durante la actividad muscular están relacionados con el metabolismo energético. Se pasará a explicar lo que sucede con el metabolismo de los glúcidos y los lípidos.

Metabolismo de los glúcidos y los lípidos durante la actividad muscular. Volkov pág. 330.

Es necesario destacar que: "el músculo es capaz de utilizar en calidad de sustratos oxidables diferentes sustancias para resintetizar el ATP, lo cual dependerá de las condiciones en que se realice el esfuerzo en cuanto a lo referente a la intensidad, la duración y las posibilidades en el suministro de O₂ al organismo".

Así tenemos que en condiciones anaerobias la resíntesis del ATP es preferentemente partiendo del glucógeno contenido en el músculo. Esto se debe a que el glucógeno muscular resulta más ventajoso para utilizar porque aporta mayor cantidad de ATP.

Al pasar de los procesos de oxidación anaerobia a los procesos aerobios, disminuye el glucógeno muscular utilizándose la glucosa sanguínea proveniente del glucógeno hepático. Cuando en la sangre disminuyen los niveles de glucosa y ácido láctico con el aumento de la duración del trabajo, los productos de la descomposición de las grasas – ácidos grasos y cuerpos cetónicos- tienen mayor importancia en el abastecimiento energético al músculo, estas sustancias pueden oxidarse completamente, aportando más del doble de la energía que brindan los glúcidos durante su oxidación completa.

Metabolismo de las proteínas.

Ante todo es preciso puntualizar que: "las proteínas comparadas con los glúcidos y las grasas no poseen la función energética como cualidad fundamental, sino es algo que resulta secundario, que es insignificante respecto a las otras funciones que estas desempeñan en el organismo humano, y más aún en el caso del deportista".

Al realizarse trabajo físico en el organismo, los procesos de síntesis proteica disminuyen, predominando los degradativos, debido a que el **anabolismo** consume

energía (ATP) y esta se requiere para garantizar el esfuerzo muscular, por lo que se favorece el **catabolismo**. Por tanto, el ATP es utilizado preferentemente para asegurar la contracción muscular.

En resumen tenemos que:

Durante el trabajo físico predomina la degradación de las proteínas por lo que aumentan los productos de su degradación como son polipéptidos, y amoníaco [NH₃] estos productos estimulan durante el reposo los procesos de síntesis proteica por lo que en la recuperación predomina el anabolismo de estas sustancias.

W corto e intenso \Rightarrow \uparrow **PROCESOS ANAEROBIOS**
(Típicos de Veloc.-Fza) (Se favorece el \uparrow [polipéptidos] y \uparrow [NH₃])

W largo y moderado \Rightarrow \uparrow **PROCESOS AEROBIOS**
(Típicos de Resistencia) (Se favorece el \uparrow [ATP] y \downarrow [NH₃])

Vías de formación del amoníaco:

- a) Desaminación del AMP
- b) Desaminación de la glutamina:

Vías de eliminación del amoníaco:

- 1ra. Formación de la Urea
- 2da. Formación de la glutamina

Nota: A medida que el esfuerzo físico se prolonga, “se asegura el paso de las Condiciones Anaerobias a las Aerobias”, por lo que la eliminación del amoníaco del proceso catabólico de las proteínas se va favoreciendo considerablemente ya que hay suficiente ATP para que funcione el ciclo de formación de la UREA .

Cambios en el tejido muscular a consecuencia del entrenamiento sistemático.

Estos cambios se corresponden con la adaptación aplazada que ocurre en el organismo por la realización de actividad física de forma sistemática. Los más significativos son:

- Incremento de la masa muscular por el aumento de las proteínas contráctiles, en especial la miosina.
- Aumento de las reservas energéticas (creatín fosfato, glucógeno)
- Aumenta la actividad de los sistemas enzimáticos.
- Se incrementa el contenido de mioglobina en los músculos.
- Se forma menos amoníaco, ya que el ácido adenílico tiene una mayor resistencia a la desaminación.

2. Cambios biológicos en la sangre por causa de la actividad física.-Durante la realización del trabajo físico en general se altera el metabolismo de todo el organismo, debido a que la actividad muscular incrementada influye directamente sobrecargando el trabajo del resto de los diferentes tejidos, órganos y sistemas. De este modo, los cambios que se manifiestan en el sistema muscular por causa de la actividad física nos permiten explicar el hecho de que dichos cambios se reflejan en los fluidos corporales, principalmente en la sangre (por ser uno de los líquidos extracelulares más importantes). Es conveniente destacar que estas alteraciones se clasifican en 2 tipos fundamentales, según las condiciones en que estas se manifiestan:

a) **Cambios Temporales.**- Se producen durante la ejecución del esfuerzo físico, y en general estos son reversibles, debido a que las variaciones experimentadas en los

diferentes parámetros analizados retornan a sus cifras o valores normales en un lapso de tiempo relativamente breve, que generalmente no superan las 24 horas después de haber realizado el esfuerzo (oscilan entre segundos, minutos u horas). Además, estos dependen directamente del carácter del esfuerzo, es decir, que **son el reflejo del efecto que sobre el organismo ejerce una sesión de entrenamiento o una competencia**. Se corresponden con la etapa de adaptación urgente.

b) Cambios Permanentes.-Se logran por el efecto sumatorio(positivo) de las sesiones de entrenamiento a lo largo de un período considerable de tiempo (semanas, meses, e incluso años) después de estar realizando una actividad física constante y sistemática, además, estos se identifican en **estado de reposo**, para los diferentes parámetros que se analizan. Algo también importante a destacar, es que ellos sólo aparecen como resultado de un régimen de actividad física constante y sistemática, que se manifiestan y se mantienen mientras el deportista se encuentra realizando una **vida activa** como tal (es decir, que desaparecen al dejar de entrenar sistemáticamente); por tal razón, se plantea que son un fiel reflejo del nivel de preparación física del deportista. Se corresponden con la etapa de adaptación aplazada

El docente debe explicar los cambios más significativos que ocurren en la sangre, tanto los temporales como los permanentes:

Cambios temporales en la sangre:

- **Aumento de la VOLEMIA:** Se produce un incremento durante el trabajo del volumen de sangre circulante ya que sangre que se encuentra en los reservorios (hígado, bazo piel) penetra en la circulación. La cantidad de sangre circulante depende de la intensidad y duración del trabajo.
- **El trabajo muscular provoca cambios en la relación plasma- elementos figurados.** En reposo el plasma representa el 55 % y los elementos figurados el 45. durante el trabajo el plasma constituye el 45% y los elementos figurados el 55%. Esto se debe a la cantidad de líquidos que se pierde durante un ejercicio intenso y por otra parte por la penetración de elementos figurados a la sangre provenientes de los depósitos.
- **El trabajo físico provoca variaciones en los niveles glicémicos** y esto estará en dependencia del tipo de trabajo que se realice. Cuando el trabajo es corto e intenso, generalmente aumentan los niveles de glucosa sanguínea, esto se debe a la intensa movilización de glucógeno hepático por vía refleja y humoral. Si el trabajo es de larga duración y de moderada intensidad disminuye la glucosa sanguínea por su gran utilización como fuente de energía.
- **Ocurren variaciones en los niveles de ácido láctico.** Cuando el organismo realiza actividades cortas e intensas se observa un incremento marcado en los niveles de ácido láctico ya que está predominando la glucólisis anaerobia cuyo producto final es este ácido. En trabajos largos y moderados aumentarán muy poco las concentraciones de ácido láctico ya que en el organismo predomina el sistema oxidativo aerobio que no produce este ácido.
- Disminuyen las reservas alcalinas de la sangre, siendo mayor esta disminución en trabajos cortos e intensos.
- Cambia la concentración de hormonas, aumenta la cantidad de adrenalina y de

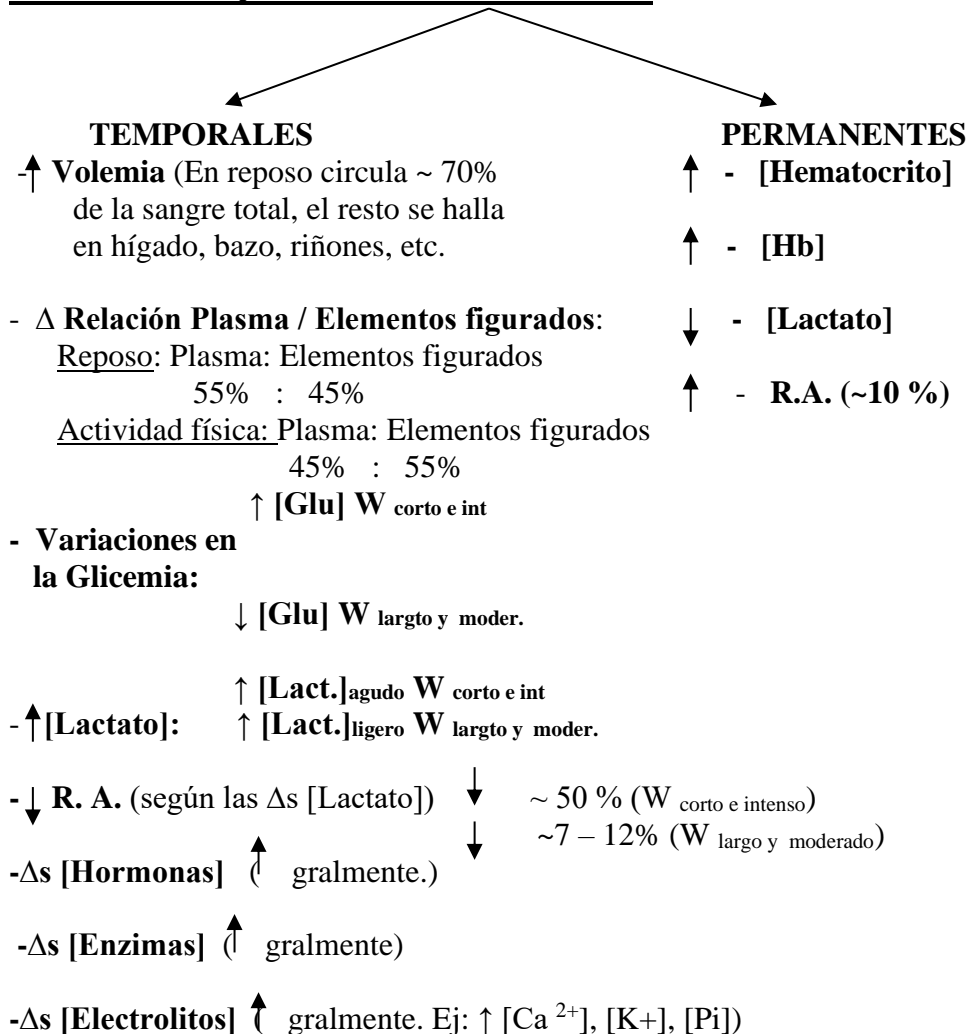
- hormonas corticosteroides.
- Aumenta la concentración de enzimas.
- Varía la concentración de electrolitos.

Cambios permanentes en la sangre

- Aumenta el número de eritrocitos o glóbulos rojos.
 - Aumenta el contenido de hemoglobina por lo que mejora el transporte de oxígeno a los tejidos.
 - Aumenta el número de leucocitos y trombocitos.
- En los deportistas entrenados disminuye el nivel de ácido láctico, ya que se incrementan las reservas alcalinas.

Cuadro resumen:

CAMBIOS BIOQUÍMICOS EN LA SANGRE.



. Cambios biológicos la orina por causa del ejercicio físico: Los cambios producidos por el ejercicio físico se reflejan en la constitución química de la orina, al aumentar la filtración activa de la sangre por los riñones. En este sentido, analizaremos las

variaciones que experimentan los siguientes parámetros físico-químicos de este fluido:

- a) **Diuresis.**-Ante todo se hace necesario plantear que es el volumen de orina eliminada a través de los riñones. La cantidad diaria varía de 800 ml a 1500 ml. Esta cantidad puede variar en dependencia del tipo de carga realizada, así tenemos que después de:

(**Trabajos cortos e intensos**-) La diuresis puede aumentar a consecuencia de una carga física intensa y de corta duración, esto se explica por el incremento del volumen sanguíneo por minuto y por el aumento de la presión sanguínea, lo que provoca un incremento de la filtración renal y por tanto la cantidad de orina excretada es mayor.

(**Trabajos largos y moderados**) - La diuresis disminuye por el aumento de la sudoración y por la pérdida de agua por los pulmones como consecuencia de la hiperventilación”. Además durante este tipo de carga ocurre una menor irrigación sanguínea a los riñones porque la sangre fluye en mayores proporciones a los músculos.

b) **Densidad.**- Este parámetro consiste en la cantidad de soluto presente por unidad de volumen de orina eliminada. La densidad depende de la cantidad de agua ingerida, así como de la cantidad eliminada por otras vías como la sudoración, vómitos, diarreas, etc. Se comporta de manera inversa a la diuresis, debido a que al aumentar el volumen de orina que se elimina y la cantidad de soluto permanece constante se hace más pequeño el cociente, por lo que el valor de la densidad disminuye con el aumento de la diuresis. En este sentido, queda claro que:

(**W cortos e intensos**) la densidad disminuye, debido al aumento de la diuresis.

(**W largos y moderados**) la densidad aumenta debido a la disminución de la diuresis.

Es importante el establecer las diferencias con respecto a la densidad de la orina en los dos tipos de trabajos mencionados anteriormente.

c) **Proteinuria.** Este fenómeno consiste en la presencia de proteínas en la orina. Lo anterior puede ocurrir por realizar esfuerzos físicos agotadores. -Es necesario comprender que las causas que provocan este fenómeno es el aumento de la permeabilidad del epitelio renal, sobre todo que debido al acumulo de sustancias ácidas (fundamentalmente el ácido láctico), así se permite el paso hacia los túbulos renales de estas macromoléculas. Este fenómeno ocurre fundamentalmente en eventos de submáxima potencia.

d)- **Glucosuria.**-Esta consiste en: “la presencia de la glucosa en la orina”, que se debe a que se intensifica la movilización del glucógeno hepático, se incrementa el nivel de glucosa sanguínea y por ello se puede observar la aparición de glucosa en la orina.

Nota: Este fenómeno es característico en los esfuerzos físicos típicos de gran intensidad y de corta duración, que son las carreras cortas (100 y 200 m planos, 110 m c/vallas, etc.).

En la orina pueden aparecer sustancias que el atleta haya consumido y es en este fluido que se realizan los controles antidoping.

Es importante que el docente aproveche esta temática para abordar el problema del dopaje y su implicación para la salud del deportista y cómo esta práctica ilegal viola los principios éticos del deporte. También se debe discutir lo que pasa actualmente en los

gimnasios particulares y el papel activo que deben tener los estudiantes como futuros profesionales de la Cultura Física.

Cambios biológicos en los órganos internos por causa de la actividad física.-

Debemos analizar las variaciones que se ponen de manifiesto en los diferentes órganos y tejidos:

.Sistema cardiovascular (Guyton-Hall tomo IV Pags1173-1175)

Bajo la influencia del entrenamiento, el sistema cardiovascular sufre cambios importantes. El común denominador final de la función cardiovascular durante el ejercicio es aportar oxígeno y nutrientes a los músculos.

-El riego sanguíneo a los músculos aumenta significativamente, puede aumentar hasta un máximo de 25 veces al practicar el ejercicio más enérgico.

-La **actividad física** aumenta el trabajo del corazón (frecuencia y la fuerza de las contracciones). Como resultado se incrementa la intensidad del metabolismo en este músculo, y ello se traduce en la hipertrofia cardíaca (por el incremento en la síntesis proteica). Además las cavidades cardíacas también aumentan. Sin embargo el aumento del tamaño del corazón y la mayor capacidad para bombear la sangre solo se produce en los sujetos que efectúan entrenamientos de resistencia, ejemplo maratonistas. De lo anterior se desprende que el gasto cardíaco en los atletas de resistencia aumenta considerablemente.

-Aumenta la utilización de Glucosa y Lactato (porque se favorece la actividad enzimática en el músculo cardíaco).

-Aumenta el contenido de mioglobina que facilita el metabolismo aerobio durante el esfuerzo)

- Se incrementa el contenido de glucógeno en el músculo cardíaco.

Este sistema se adapta a la mayor demanda metabólica del músculo esquelético durante el ejercicio, teniendo los siguientes objetivos:

1.- Adecuar la irrigación sanguínea de los músculos en contracción a las nuevas necesidades, es decir, aumentar el aporte de oxígeno y de nutrientes (sustratos metabólicos) necesarios para la generación de ATP.

2.- Mantener el equilibrio o regulación de la homeostasis mediante la eliminación de productos de desecho generados por el incremento de la actividad muscular (anhídrido carbónico e hidrogeniones).

3.- Eliminar el calor generado por el trabajo muscular, es decir, colaborar en la termorregulación. El ejercicio físico implica un aumento en las demandas de oxígeno y nutrientes por los músculos en actividad, por lo tanto los cambios principales que se producirán como respuesta cardiovascular al ejercicio serán un aumento del gasto cardíaco y de la diferencia arteriovenosa de oxígeno.

Destacar que las respuestas son diferentes según el tipo de ejercicio realizado.

Ej.: ejercicio isométrico provoca:

Aumento de la tensión arterial, que hace posible el mantenimiento de la perfusión del músculo en contracción sostenida.

Aumento del gasto cardíaco por el aumento de la frecuencia cardíaca pues el volumen de eyección o sistólico disminuye con un ligero aumento de las resistencias periféricas en relación a los valores de reposo.

Ej.: ejercicio dinámico provoca:

Aumento del gasto cardíaco a expensas tanto del volumen de eyección como de la frecuencia cardíaca.

Aumento de la tensión arterial sistólica de forma progresiva en la medida que aumenta la intensidad del esfuerzo.

Recalcar que el aumento de la FC es el factor más importante en el aumento del gasto cardíaco durante el ejercicio y que existen factores endógenos y exógenos reguladores de esta durante el esfuerzo tales como: Edad, grado de entrenamiento, tipo de ejercicio, condiciones ambientales (temperatura, humedad del aire, presión atmosférica, hora del día), esta se puede alterar también por condiciones patológica.

2.- Hígado.- En este caso lo que más se destaca es:

↑ [Glucógeno] (Como reserva energética fundamental para el esfuerzo físico)

↑ [Ácido Ascórbico] (Como cofactor de los procesos REDOX).

Como consecuencia de los cambios que ocurren en el hígado, el organismo adquiere grandes reservas de energía, mejorando la posibilidad de movilizarlas con más rapidez durante el trabajo y de restaurarlas con efectividad durante el periodo de descanso.

3.- Sistema óseo.- En este tejido como respuesta adaptativa a las grandes tensiones y compresiones a que se encuentra sometido a consecuencia del esfuerzo físico sistemático, se aprecia un fortalecimiento del mismo gracias a:

Aumento de la proteína Osteína y de las sales de calcio. Este proceso ocurre porque los huesos están obligados adaptarse al aumento de la carga física y de la compresión producida por el peso. Esto se manifiesta claramente en los levantares de pesas, luchadores, gimnastas, etc.

4.-Sistema Nervioso Central.- Como sabemos este es el responsable del control y la dirección de todas las reacciones del metabolismo en general, ya que es el encargado de recepcionar y responder a toda la información proveniente de los estímulos procedentes del medio (tanto interno como externo), por lo que resulta lógico comprender el por qué el entrenamiento constante y sistemático modifica sustancialmente desde el punto de vista bioquímico el metabolismo de este tejido. Entre las variaciones más significativas están:

-Aumento de la actividad enzimática (tanto de sistemas REDOX como del metabolismo general)

-Aumento de la capacidad buffer (estabilizar el equilibrio ácido-base de este tejido tan sensible)

-Aumento de los procesos de Fosforilación Oxidativa para asegurar la resíntesis del ATP.

Preguntas de comprobación:

1. Mencione los tipos de cambios que se verifican en la sangre producto de la actividad física.
2. Mencione algunos de los cambios que se pueden manifestar en diferentes órganos a consecuencia de la realización de cargas

Bibliografía:

-Averhoff, R. y M. León “Bioquímica de los Ejercicios Físicos”, Cap. 3 (págs.36-37)

-Menshikov, N.N. y N.I. Volkov, “Bioquímica” Cap. 19 (págs.329-342)

Estados funcionales que tiene lugar antes, durante y después de la actividad motora. Bases biológicas del estado de pre arranque, del calentamiento, de la entrada al trabajo, del estado estable, del punto muerto y el segundo aire, la fatiga y la recuperación, Heterocronismo. Supercompensación. Principios básicos del entrenamiento y su relación con los procesos supercompensatorios. Sobrecarga

En el organismo que realiza actividad física se van a presentar cambios funcionales, tanto bioquímicos como fisiológicos, estos cambios ocurren antes, durante y después de la actividad motora. A estas variaciones biológicas se le denominan Estados Funcionales. La práctica de ejercicios físicos sistemáticos establece la formación de reflejos condicionados de alto nivel, considerados como una premisa indispensable en la formación de los Hábitos Motores necesarios que permiten el aprendizaje y ulterior desarrollo de las técnicas deportivas. En base a esta actividad reflejo-condicionada, se producen cambios funcionales anticipados a la actividad física, que por lo general se corresponden con aquellos que se producen a causa de dicha actividad

Lo primero que debemos plantear es la estrecha relación entre el Pre-Arranque, el Calentamiento y la Entrada al Trabajo.

Pre-Arranque-----Calentamiento----- Entrada al Trabajo

A continuación señalamos que estudiaremos cada estado por separado y los iremos relacionando entre sí.

1.- Estado de Pre-Arranque (Zimkim págs. 218, 219)

Este estado surge antes de la actividad y se caracteriza por cambios funcionales y bioquímicos similares o lo más próximo posible a los que provoca la actividad en si, como:

-Aumento de la frecuencia e intensidad de las contracciones cardíacas y la frecuencia y profundidad de la ventilación pulmonar.

-Aumento de la excitabilidad en el Sistema Nervioso y en todas las células y tejidos del organismo.

- Aumento de la tensión arterial sistólica, de la actividad endocrina, enzimática.
 - Ligera disminución del Ph sanguíneo.
 - Aumento de la coordinación neuro-vegetativa y neuro-muscular etc.
- Algunos autores definen este estado como de Stress Fisiológico Pre-Competencia.

Estas variaciones generalmente aumentan la eficiencia en la respuesta del organismo a la actividad motriz que se desarrollara.

Por otro lado, estos cambios pueden ser de muy baja intensidad o excesivamente grandes lo cual puede ser negativo, ya que lejos de facilitar la adaptación inmediata del organismo para la actividad principal, pueden: o bien no facilitar la misma o provocar un gasto energético innecesario que por ende disminuya el rendimiento.

Es importante recordar las particularidades tipológicas del individuo y como esta puede influir en la génesis de estas variaciones.

También se debe destacar que: en dependencia de determinadas particularidades individuales, el estado funcional del organismo puede presentar estas modificaciones en determinados momentos, bien varios días antes, varias horas antes o solo a escasos momentos de la competencia o actividad fundamental.

Atendiendo a este fenómeno relacionado con el factor tiempo, podemos clasificar el Estado de Pre-Arranque en:

Temprano- (vários dias antes)

Próximo- -- (horas antes)

Normal----- (a escasos momentos del inicio de la competencia)

También las reacciones del Pre-Arranque pueden caracterizarse por diferente intensidad en los cambios funcionales del organismo y de acuerdo a esto se clasifica en: **Exaltado, Apático y Normal.**

Pre-Arranque exaltado.

Este estado se caracteriza por un notable desequilibrio en los procesos nerviosos, con tendencia a un predominio de la excitación sobre la inhibición, lo cual eleva sobremanera todas las funciones orgánicas y reacciones químicas provocando un gran disturbio homeostático.

Esto conlleva un gran gasto energético innecesario que puede influir notablemente en el rendimiento del individuo. Como resultado, puede presentarse una gran descoordinación neuro-vegetativa y neuro-muscular con la consiguiente aparición de errores técnico-tácticos, al disminuir la capacidad de diferenciación.

Pre-Arranque Apático.

Este se caracteriza también por el desequilibrio manifiesto en los procesos nerviosos, pero en este caso, con predominio de la inhibición, por lo que las variaciones funcionales son de poca intensidad e incluso pueden resultar paradójicas. Puede disminuir notablemente la excitabilidad y labilidad en el S.N.C., el nivel de glucosa en sangre, la actividad enzimática y en general toda la actividad funcional del organismo.

Pre-Arranque Normal.

El Pre-Arranque Normal se caracteriza por un equilibrio acentuado de los procesos nerviosos y por lo tanto, por un aumento óptimo de la capacidad de trabajo del individuo, elevándose los índices funcionales y bioquímicos a un nivel que favorece la preparación del organismo para la puesta en marcha de la actividad fundamental. El aumento de la excitabilidad en el S.N.C. y de la movilidad de los procesos corticales, favorece la preparación del individuo para la actividad motora próxima a comenzar, disminuyendo por lo tanto el tiempo de la Entrada al Trabajo.

2.- Calentamiento (ZIMKIN págs. 219-220)

El docente debe introducir este término, definiendo el por qué se utiliza el mismo, relacionándolo con el aumento de la temperatura corporal producto del incremento de la actividad metabólica, insistiendo en el aumento de las reacciones de oxidación biológica y otros fenómenos físicos.

A opción del docente se puede preguntar a los estudiantes, ¿Qué entienden ellos por Calentamiento en el deporte? Y a partir de ahí explicar y dar una definición de dicho termino.

Llamamos calentamiento a una serie de ejercicios físicos que se realizan previos a una actividad motriz competitiva o no, con el objetivo de preparar al organismo para dicha actividad aumentando o disminuyendo la actividad funcional provocada por el Pre-Arranque y lograr una movilización adecuada de las funciones orgánicas que permita una Entrada al Trabajo o adaptación inmediata lo más eficaz posible.

Partes del calentamiento.

GENERAL-----ESPECIAL-----DESCANSO.

Insistir en las particularidades de cada una de las partes, aclarando los objetivos que persigue cada una de ellas.

Calentamiento General.

En esta parte, se pretende elevar la actividad general del organismo. Sobre todo de aquellos sistemas de mayor inercia (Sistema de Transporte, Actividad enzimática, mecanismos termorreguladores etc.) Para lo cual se debe realizar una movilización general de las funciones orgánicas, con ejercicios que impliquen la mayor cantidad de músculos y articulaciones posible. Este debe ser el de mayor tiempo de duración. Durante el calentamiento general se crea un estado de excitación óptima del sistema nervioso central y del aparato motor, e incrementa el metabolismo, aumenta la temperatura del cuerpo, aumenta la actividad enzimática y la actividad de los órganos de la circulación y de la respiración.

Calentamiento especial.

El objetivo fundamental del mismo consiste en reactivar los procesos de huella en el S.N.C y activar los procesos de coordinación neuro-muscular así como el pensamiento técnico-táctico. Esto se logra con gran rapidez por parte de los sistemas implicados, por lo que debemos insistir en que un error muy común consiste en: dedicar un tiempo excesivo a esta parte del calentamiento y por consiguiente en ocasiones, esto, lejos de

ser beneficioso puede resultar perjudicial ya que conlleva un gasto energético innecesario e incluso pueden surgir signos de fatiga en el S.N.C que retrasen la correcta Entrada al Trabajo de este sistema.

Descanso.

Con el descanso posterior al calentamiento, se pretende lograr una fase de exaltación generalizada en el organismo que permita iniciar la actividad, lo más próximo posible a este nivel, donde la excitabilidad aumentada permita el mayor rendimiento motor.

Es importante que el docente insista en el tiempo de duración de cada una de las partes del calentamiento (incluyendo el descanso) y el porqué de esto.

Con respecto al descanso insistir en que por lo general se requiere de 3 a 5 minutos para el mismo, ya que está comprobado en múltiples investigaciones, que es el tiempo promedio necesario para alcanzar los objetivos propuestos.

Otro aspecto de gran importancia y debemos insistir, es que el calentamiento debe ser estrictamente individual, atendiendo a múltiples factores que señalará el docente, ilustrándolo con ejemplos concretos en diferentes deportes y actividades físicas.

3.- Entrada al Trabajo (Zimkin págs. 221-222)

Se denomina así, al aumento gradual de la capacidad de trabajo del organismo durante la ejecución del propio trabajo físico y tanto el Pre-Arranque como el Calentamiento, coadyuvan a disminuir este tiempo en que las funciones orgánicas alcanzan el nivel funcional óptimo.

Se debe hacer énfasis en la importancia del heterocronismo de las funciones de los diferentes órganos y sistemas de órganos que caracterizan este proceso, ya que los órganos o sistemas de órganos no aumentan su actividad al mismo tiempo. Por ejemplo el S.N.C. incrementa su actividad mucho más rápido que otros, como: el S. Cardio-respiratorio, endocrino, etc.

Teniendo en cuenta este aspecto tan importante, será más fácil comprender que mientras más rápido el organismo logre realizar los ajustes biológicos necesarios para lograr una efectiva Entrada al Trabajo, mayor será la productividad de los diferentes órganos y sistemas durante el esfuerzo y por ende, el rendimiento.

Aclarar que el proceso de Entrada al Trabajo transcurre más rápido en aquellos individuos con mayor capacidad de adaptación que sería lo mismo que decir en los deportistas: mayor capacidad de trabajo o mayor nivel de entrenamiento.

Una vez finalizada la etapa de Entrada al Trabajo, pueden surgir otros estados funcionales en dependencia del volumen e intensidad de las cargas a que este sometido el sujeto. Por otra parte se pueden presentar variaciones funcionales que limiten el trabajo físico e incluso obliguen a finalizar el mismo. **ESTADO ESTABLE. (Steady State) Volkov Págs 331-332 y Zimkin Págs 222-223**

A partir de la etimología de la palabra estable (Que se mantiene sin peligro de cambiar, caer o desaparecer) debemos explicar que el ESTADO ESTABLE se refiere básicamente a la relación existente entre la demanda y el consumo de oxígeno. Este estado surge después de transcurridos 4-6 minutos de iniciada la actividad bajo un régimen aerobio, garantizado por la actividad de un conjunto de órganos vegetativos que garantizan el adecuado y constante suministro de oxígeno. Durante el Estado Estable el consumo de oxígeno alcanza un nivel constante y en cada instante corresponde exactamente a la necesidad del organismo.

El estado estable puede manifestarse de dos formas: Real o Verdadero y Falso o Aparente

Estado Estable Real o Verdadero.

Este estado se caracteriza por una elevada coordinación de las funciones vegetativas y motoras. El organismo durante este estado no presenta modificaciones significativas del medio interno y muchas de las sustancias químicas encargadas de suministrar la energía se resíntetizan durante el propio trabajo.

El ácido láctico se acumula en proporciones mínimas y casi no se difunde a la sangre, lo cual garantiza la conservación del equilibrio ácido-básico.

Para mantener el este estado durante un trabajo muy prolongado, es preciso la movilización de todos los sistemas del organismo. El gasto cardíaco, la ventilación pulmonar y el consumo de oxígeno alcanzan las magnitudes necesarias para el trabajo a realizar y se mantienen a este nivel. Este estado se presenta durante trabajos de potencia moderada.

Estado Estable Falso o Aparente.

Durante este estado el consumo de oxígeno se mantiene cierto tiempo al **nivel máximo constante** no porque se satisfaga por completo la necesidad de oxígeno por parte del organismo sino porque están agotadas las posibilidades del sistema cardiovascular de suministrarlo a los tejidos.

Este surge cuando los órganos vegetativos no pueden satisfacer la demanda de oxígeno durante el trabajo. La necesidad de incrementar el suministro de oxígeno a los tejidos, hace que la frecuencia de las contracciones cardíacas y el gasto cardíaco aumenten a niveles muy próximos al máximo. La falta de oxígeno en la sangre hace que aumente la concentración de ácido láctico y se producen desplazamientos considerables del pH hacia el lado ácido.

El trabajo físico realizado en condiciones de un estado estable aparente demanda una gran tensión de las funciones motoras y de todos los sistemas que garantizan la misma.

Este estado se presenta durante la ejecución de trabajos de gran potencia.

El docente debe indicar como **estudio independiente** la realización de un análisis comparativo entre los cambios biológicos que se presentan durante el Estado Estable Real y el Falso teniendo en cuenta en cada caso si se satisface o no la demanda de oxígeno, correspondencia entre la actividad del aparato motor y de las funciones vegetativas, alteración del equilibrio ácido base y tipo de trabajo donde se manifiestan estos estados.

ESTADOS FUNCIONALES: PUNTO MUERTO Y SEGUNDO AIRE.

Se denomina **Punto Muerto** a la disminución temporal de la capacidad de trabajo durante un régimen estable del mismo, provocado por la falta de correspondencia entre la actividad del aparato motor y los órganos internos. En este caso surge en el atleta una sensación subjetiva de agotamiento. Al no ser muy pronunciada esta falta de correspondencia, dicha sensación puede ser superada y en ese caso es a lo que se denomina: **Segundo Aire**. Por lo tanto, podemos plantear que el Segundo Aire no es más que la superación del punto muerto.

Tanto el Punto Muerto como el Segundo Aire, son estados que surgen cuando se realizan trabajos físicos de Gran Potencia o de Potencia Moderada

Cambios biológicos durante el Estado de Punto Muerto

Al presentarse el Punto Muerto, aumenta bruscamente la frecuencia respiratoria y disminuye la profundidad de la respiración, por lo que se afecta la ventilación pulmonar y el intercambio gaseoso. Esto conlleva un aumento de la presión parcial de CO₂ tanto en el aire alveolar como en la sangre, lo cual provoca un incremento del trabajo cardíaco, de la presión sanguínea y de la diferencia arterio-venosa, conjuntamente con la disminución del Ph sanguíneo. Al salir del Punto muerto, aumenta durante cierto tiempo la ventilación pulmonar, debido fundamentalmente a la necesidad del organismo de eliminar el exceso de CO₂ acumulado.

Un síntoma manifiesto del surgimiento del Punto Muerto es la sudoración copiosa, la cual se incrementa aún más durante el surgimiento del segundo aire, lo cual demuestra los ajustes termorreguladores que se producen de forma necesaria para lograr el mantenimiento de la capacidad de trabajo. El tiempo durante el cual surge el Punto Muerto, su duración y el grado de manifestación del mismo, difiere en cada persona y depende de varios factores, entre los que podemos citar el nivel de preparación o entrenamiento del individuo y la potencia del trabajo que se está realizando.

Un buen calentamiento disminuye la intensidad de las reacciones del Punto Muerto y propicia una aparición más rápida del **segundo aire**.

Durante el **Segundo Aire** aumenta la ventilación pulmonar durante cierto tiempo, esto se debe a la necesidad de eliminar el CO₂ que se acumuló durante el estado de Punto Muerto. Se produce de forma gradual un el restablecimiento del equilibrio ácido base. Además se ve incrementada la secreción sudorípara que comenzó durante el Punto Muerto, esto denota un reajuste de los mecanismos de regulación térmica al nivel necesario y desempeña un papel de importancia en el mantenimiento de la capacidad de trabajo. Durante el Segundo Aire se restablecen las relaciones normales entre los procesos de excitación e inhibición en el sistema nervioso central.

Debemos destacar que, para superar este estado, se requiere una gran dosis de voluntad, por lo que durante las sesiones de entrenamiento el atleta debe habituarse a sentir esas desagradables sensaciones que provocan tanto la insuficiencia de Oxígeno como el acumulo excesivo de CO₂ y otras sustancias residuales del metabolismo celular.

Se debe insistir en que al surgir este estado no se debe disminuir el ritmo de trabajo, con el fin de que se establezcan las adaptaciones biológicas necesarias que permitan la aparición del segundo aire, sin necesidad de disminuir este ritmo.

FATIGA (Volkov págs. 344-345) (Zimkin págs. 224-228)

Se denomina fatiga a cierto estado que surge como consecuencia del trabajo, y que se caracteriza por la disminución temporal de la capacidad de trabajo acompañada de una sensación subjetiva de cansancio. Durante la misma ocurre afectación de las funciones motoras y vegetativas y en la coordinación entre estas. Este estado no se considera patológico sino normal para el organismo y desempeña un papel protector. Este señala la aproximación de cambios bioquímicos y funcionales desfavorables que pueden aparecer como resultado del trabajo, y para evitarlos reduce automáticamente la intensidad de la actividad muscular.

Las manifestaciones de la fatiga pueden ser variadas y son una señal que permite al profesor o entrenador distinguir los primeros signos del surgimiento de este estado, lo cual le permite adoptar las medidas pertinentes con el fin de lograr los objetivos propuestos.

Estas manifestaciones pueden ser:

- Descoordinación de los movimientos.
- Disminución de la productividad del trabajo
- Disnea
- Sudoración excesiva
- Enrojecimiento de la piel.

Cambios biológicos durante el estado de Fatiga.

Durante el estado de fatiga ocurren cambios en el Sistema Nervioso:

- Disminuye la concentración de ATP en las células nerviosas,
 - Se altera la síntesis de acetil colina en las formaciones sinápticas por lo que se afecta la formación y transmisión de los impulsos nerviosos.
 - Se forma el ácido gamma- aminobutírico (GABA) en los centros motores, el mismo está vinculado a la inhibición protectora del sistema nervioso.
- También durante la fatiga se inhibe la actividad de las glándulas endócrinas, lo que da lugar a que se reduzca a producción de hormonas y disminuya la actividad de las enzimas.

Durante la fatiga ocurren cambios en el tejido muscular:

- Disminuye la actividad ATP_{ASA} de la miosina por lo que se afecta el proceso de la contracción muscular y disminuye la potencia de trabajo.
- Se reduce la actividad de las enzimas del metabolismo aerobio-
- Se intensifica la glicolisis anaerobia y se produce ácido láctico que produce alteración del equilibrio ácido base.

Se agotan las reservas energéticas (creatin fosfato, glucógeno, etc)

Las causas de la fatiga pueden ser variadas y según las condiciones de la actividad muscular y las particularidades individuales del sujeto, como elemento rector para el desarrollo de la fatiga puede intervenir todo órgano o función, cuyas posibilidades en cierto momento del trabajo llegan a no ser adecuadas para el esfuerzo que se está realizando. Entre las causas se encuentran, disminución de los recursos energéticos,

reducción de la actividad de las enzimas claves , alteración de la integridad de las estructuras, trastornos en la regulación nerviosa y hormonal y otras causas.

Al concluir el trabajo muscular se ponen de manifiesto toda una **serie de procesos compensadores** a las alteraciones bioquímicas y funcionales que se verificaron en los músculos, fluidos y órganos durante la ejecución del esfuerzo físico, los cuales se caracterizan por el predominio de los procesos oxidativos aerobios, debido a que el organismo es capaz de satisfacer sus necesidades oxigénicas y por tanto, se logran eliminar gradualmente todos los productos de desecho que se acumularon.

En el período de descanso después del trabajo, los cambios o alteraciones bioquímicas efectuadas en los músculos y otros órganos, se eliminan poco a poco. Estas alteraciones fundamentales son las relacionadas con el metabolismo energético, es decir, reducción del contenido de los sustratos: Cr~P, glucógeno (tanto muscular como hepático), lípidos, etc. En el periodo de recuperación se restablecen las funciones y cambios bioquímicos ocurridos, pero es muy significativo que en determinado momento de ese periodo la capacidad funcional del organismo alcanza un nivel máximo por lo que el periodo de descanso tiene una importancia clave en el entrenamiento físico.

Recuperación (Volkov págs345-346 y Zimkin págs 228-229)

Durante la etapa de descanso posterior al trabajo que se conoce como **recuperación** ocurren intensos procesos de fosforilación oxidativa a nivel de la cadena respiratoria que aseguran la formación del ATP necesario para garantizar el adecuado predominio de los procesos de biosíntesis de todas las sustancias consumidas durante el esfuerzo.

El aumento de la capacidad de trabajo durante el proceso de entrenamiento depende no solo del volumen e intensidad de las cargas sino también de la duración de los intervalos de descanso entre las sesiones de entrenamiento. Es por ello que al planificar los ejercicios de entrenamiento es preciso tomar en consideración las particularidades de los procesos regenerativos.

Los procesos regenerativos ocurre de una forma parcial durante la actividad muscular por ejemplo las reacciones oxidativas que garantizan la resíntesis de las sustancias energéticas, sin embargo durante el trabajo prevalecen los procesos de desasimilación sobre los de asimilación y solo cuando existe una prolongada actividad muscular que se caracteriza por un estado estable verdadero se establece el equilibrio dinámico entre la degradación y la síntesis de las sustancias químicas.

La alteración mayor de este balance se produce durante el trabajo muscular mientras mayor resulte su potencia y menos preparada se encuentre la persona para el mismo.

El aumento del contenido de los productos del metabolismo intracelular (ADP, AMP, H₃PO₄, ácido láctico, cuerpos cetónicos, etc.) a consecuencia del trabajo provocan la intensificación de la actividad hormonal que estimula a los procesos de oxidación en los tejidos, después del trabajo, lo que contribuye a recuperar las reservas intramusculares de sustancias energéticas y el resto de los parámetros bioquímicos.

Tipos de recuperación: Según la tendencia general de las variaciones bioquímicas acontecidas en el organismo, así como el tiempo que demora en retornar al equilibrio normal del mismo, se establecen dos tipos de procesos recuperadores:

a) **Recuperación urgente:**

- Se extiende 0,5 - 1,5 horas después del trabajo.
- Eliminación de los productos de la degradación anaerobia acumulados durante el ejercicio.
- Eliminar la deuda oxígeno.

b) **Recuperación aplazada:**

- Se extiende >2 – 3 horas. en adelante después de concluir el trabajo.
- Intensificación del metabolismo plástico.
- Restauración del equilibrio iónico y endocrino.
- Se restablece por completo las reservas energéticas
- Se intensifica la síntesis de proteínas estructurales y funcionales.

La duración de estas fase de recuperación dependen de las particularidades del trabajo realizado (potencia, duración, estructura de los movimientos) y del grado de entrenamiento que tenga el sujeto).

- **Heterocronismo:**

Es importante destacar que no todas las sustancias se recuperan a la misma velocidad, ni en el mismo tiempo, de modo general se observa que finalizan en tiempos diferentes y por consiguiente se pone de manifiesto el concepto del fenómeno de **heterocronismo** (fenómeno de recuperación de las diversas sustancias y procesos metabólicos afectados por el esfuerzo físico, a diferentes velocidades y tiempos cada uno, así tenemos que:

-Primeras: Deuda de O₂ y [CrP]_{muscular}

-Segundas: [Glucógeno]_{muscular y hepático}

-Terceras: [Lípidos] y [Proteínas]

Consultar la tabla 25 pág 346 del Volkov donde aparece el tiempo de recuperación para diferentes procesos.

Supercompensación y su relación con los principios básicos del entrenamiento deportivo.(Volkov págs346-349) (Zimkin págs. 228-229)

Es uno de los procesos bioquímicos más importantes que ocurre en el organismo bajo la influencia del entrenamiento y fue descubierta por K.Weigert y recibió el nombre de “**ley de la supercompensación**”. Posteriormente esta fue estudiada en fisiología por Pavlov y sus colaboradores Felbort y Bodansky, mientras que en el campo de la bioquímica por G. Embden, así como por N.N. Yakovlev y colaboradores.

Ante todo se hace necesario comprender **¿qué es la supercompensación?**, debido a que esta es la clave para poder explicar desde el punto de vista biológico las bases del entrenamiento deportivo.

Debemos plantear que la esencia de la misma consiste: “**en el superrestablecimiento o la superrecuperación de las sustancias involucradas durante la realización del trabajo físico**”. Este fenómeno se produce en un determinado momento del descanso y todas aquellas sustancias que de una manera u otra tomaron parte en la ejecución de un trabajo muscular considerable, serán afectadas por los fenómenos supercompensatorios.

En este sentido, es importante aclarar que la **supercompensación** surge como una respuesta del organismo que realiza un esfuerzo físico sostenido (no de manera casual y aislada), ya que es la manera en que todos los tejidos y órganos activos que participan durante el trabajo muscular sistemático, se preparan para responder a la próxima carga con un nivel funcional superior y así afrontar con mayor eficiencia la dificultad impuesta por el trabajo físico.

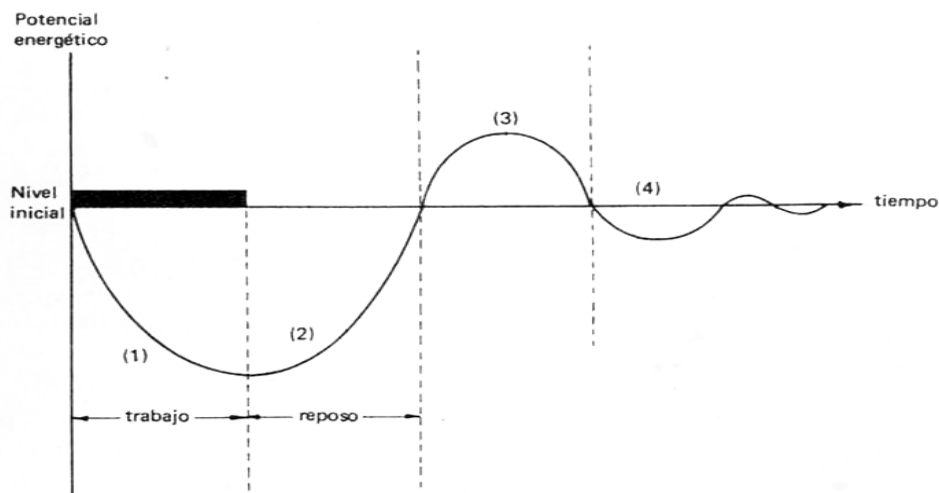
Este fenómeno tiene su **fundamentación científica** en dos leyes biológicas:

Ley de V.A. Engelhardt: “Cualquier reacción de degradación, siempre provoca reacciones de síntesis, y de existir estas las aumenta”.

Ley de Lamarck: “En todos los tejidos activos como resultado de la influencia trófica de los fenómenos de excitación, los procesos de asimilación aumentan, predominando sobre los de degradación”.

En estas dos leyes se hacen patentes los principales procesos biológicos que permiten la adaptación del organismo a la actividad física sistemática. Ha sido plenamente demostrado mediante diversas investigaciones que: **“los productos intermedios y terminales del metabolismo anaerobio, tales como el ácido láctico, el ADP, el AMP, el amoniaco, los cuerpos cetónicos, etc., acumulados en el músculo y que posteriormente difunden a la sangre, son estimuladores positivos de los procesos oxidativos aerobios”**, razón por la cual se plantea que ellos propician las condiciones favorables durante la etapa de descanso, posterior al trabajo muscular, para incrementar los procesos de resíntesis de las sustancias consumidas a consecuencia del esfuerzo físico realizado, lográndose de este modo la recuperación del organismo.

Para comprender con claridad el fenómeno de la supercompensación hay que partir del hecho siguiente: “durante el trabajo muscular, los procesos bioquímicos y fisiológicos que ocurren no sólo se verifican en el sentido de la degradación de las sustancias energéticas: ATP, CrP, glucógeno, etc. y estructurales: proteínas, fosfolípidos, etc., sino que simultáneamente ocurren también reacciones de síntesis de dichas sustancias, ya sean energéticas o estructurales; sin embargo, durante el tiempo que transcurre el esfuerzo físico, las sustancias que son consumidas no se pueden recuperar ni tan siquiera a sus niveles iniciales, debido a que el equilibrio entre la síntesis y la degradación se encuentra completamente desplazado en sentido catabólico(hacia la degradación) porque están restringidas las vías de formación de ATP para garantizar el trabajo muscular y no puede desviarse hacia la resíntesis de lo que se está consumiendo, para asegurar la energía del esfuerzo muscular. Una vez concluido el esfuerzo físico (en la etapa de descanso), que predominan las condiciones aerobias para resintetizar el ATP, en que “los procesos degradativos prácticamente se interrumpen para dar paso a la síntesis de todas las sustancias afectadas por el trabajo muscular, asegurándose así no sólo la recuperación a sus niveles iniciales de todas aquellas sustancias que fueron afectadas por el esfuerzo físico, sino además que se incrementan por encima de estos”. Gracias a la supercompensación se puede explicar “cómo es posible que existan procesos de asimilación de tal envergadura que permiten no tan solo recuperar a los niveles iniciales las sustancias afectadas por el trabajo, sino que además se van por encima de sus valores iniciales, sobrepasándolos de manera considerable”.



Etapas por la que se transita en el período de recuperación haciendo énfasis en la supercompensación.

Etapa 1- Ocurre la disminución marcada del potencial energético durante el trabajo.

Etapa 2- Ocurre un aumento gradual del potencial energético hasta alcanzar el nivel inicial durante el descanso.

Etapa 3- Superrecuperación del potencial energético por encima de su nivel inicial, a esta etapa se le denomina etapa de supercompensación. El punto más elevado en esta curva se le denomina **cima supercompensatoria**.

Etapa 4- Regreso del potencial energético a su nivel inicial.

Diversas investigaciones han demostrado que cuanto más intensos son los procesos de recuperación, más prolongada será la etapa de supercompensación y que la fase de supercompensación de las sustancias químicas en los músculos se encuentra estrechamente vinculada con intensos procesos de oxidación aerobia en este tejido.

Por otra parte, se ha podido comprobar que después de un trabajo corto e intenso, los niveles del glucógeno muscular alcanzan sus valores máximos al cabo de 1 h de descanso, regresando a sus niveles iniciales al cabo de las 12 h. En cambio, después de cargas físicas de larga duración y moderada intensidad, la supercompensación del glucógeno se alcanza a las 12 h de concluido el esfuerzo y se mantiene durante un tiempo de 3 días o más. Esto nos dice que: “a medida que el trabajo muscular (carga física) realizado sea más corto e intenso, con mayor rapidez aparecerá la fase de supercompensación y se mantendrá por un espacio de tiempo más breve, en cambio, mientras más prolongada y moderada sea la carga, demorará más tiempo en aparecer la supercompensación, pero se mantendrá por un tiempo mayor”. O sea, que “mientras más rápido se llega a la fase de supercompensación, menos tiempo durará esta”.

Puntualizar algo que anteriormente señalamos: “los fenómenos supercompensatorios no sólo afectan a las fuentes energéticas, sino además a todas aquellas otras sustancias involucradas durante el esfuerzo muscular realizado, tanto estructurales, así como de diversas funciones específicas”. Para aclarar en este sentido, vale señalar como los fenómenos supercompensatorios justifican la **hipertrofia muscular**, sobre todo en los deportistas que entrenan para desarrollar la cualidad **fuerza**, como sabemos sobre la base del incremento de las proteínas musculares, sino además que permiten explicar el incremento de la funcionabilidad del organismo sometido a un régimen de actividad física constante y sistemática, que representan la respuesta adaptativa del organismo a

las cargas de entrenamiento y que se aprecian en el favorecimiento de otros parámetros como son el incremento de la actividad de los sistemas enzimáticos, así como los de control hormonal, los sistemas buffer, el incremento en la síntesis proteica (no sólo las contráctiles, sino además las transportadoras y así como las de carácter inmunológico u otras tan específicas como estas últimas).

Es conveniente destacar que todas estas particularidades derivadas del fenómeno de la supercompensación resultan de gran importancia para nosotros que nos encontramos vinculados con las actividades de la Cultura Física y el Deporte, pues los procesos bioquímicos que se manifiestan en esta etapa determinan el aumento del nivel funcional del organismo sometido a un régimen de actividad física sistemática. Además, por otra parte, resulta necesario comprender verdaderamente el quimismo de este fenómeno para poder lograr una correcta interpretación de los diferentes estados funcionales del organismo del sujeto sometido a un régimen de entrenamiento físico y de este modo aprovechar a cabalidad todas las ventajas y beneficios que el mismo le proporciona a este.

5.- Principios biológicos básicos del entrenamiento.-

No es nuestro objetivo en este material exponer una definición del entrenamiento deportivo, no obstante, debemos recordar simplemente que gracias a este estado que se alcanza en el organismo, el mismo se fortalece en general y se prepara para realizar trabajos más efectivos, y con una mayor economía de sus reservas funcionales.

Desde el punto de vista bioquímico el entrenamiento físico y deportivo tiene su fundamentación en el fenómeno de la supercompensación, ya que gracias al mismo el organismo es capaz de lograr alcanzar las condiciones óptimas donde las posibilidades funcionales del atleta se encuentran en el tope de su capacidad, lo cual le permite rendir a plenitud. En otras palabras, el aprovechamiento de la **cima supercompensatoria** representa para el organismo que entrena al máximo de las posibilidades, el consecuente escalón para poder alcanzar la plenitud de su forma física y deportiva.

Los principios básicos del entrenamiento se pueden enunciar en los 4 postulados siguientes:

1ro. Repetición de la carga

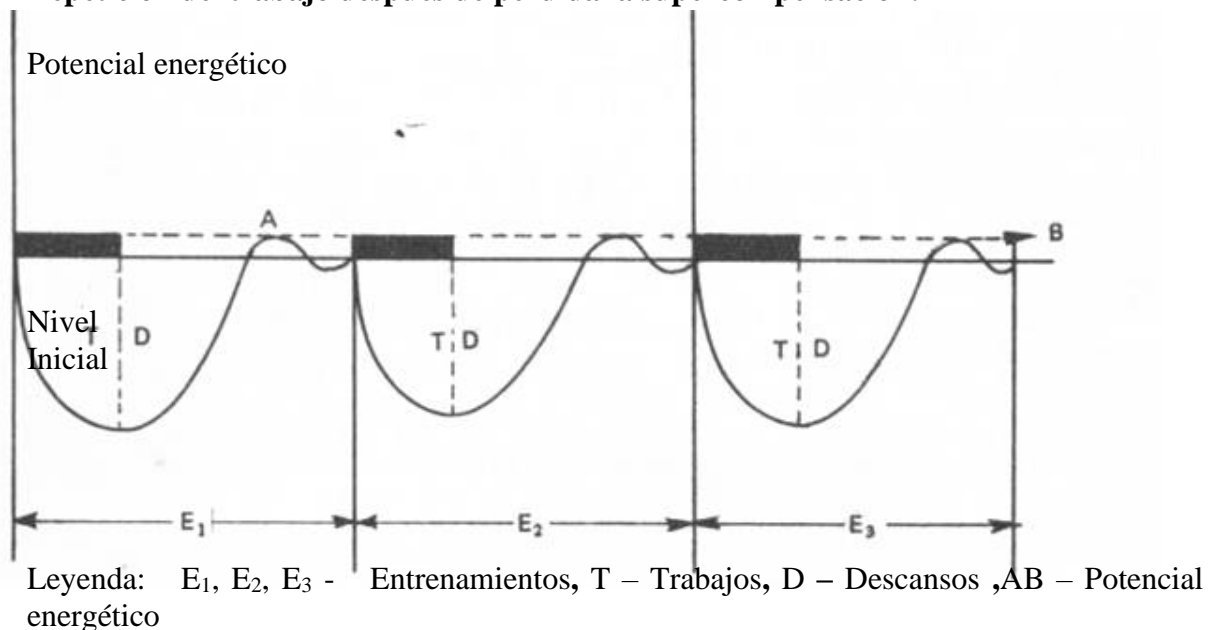
Como se puede apreciar en la figura 1, que nos muestra el esquema del fenómeno de la supercompensación, en la sección 4 vemos que una vez alcanzada la fase que asegura el aumento de las posibilidades energéticas, así como funcionales del organismo durante el período de descanso posterior al trabajo muscular, desaparece al regresar estas al nivel inicial. Por consiguiente, un sólo trabajo (sesión de entrenamiento) no representa para el organismo un paso correcto para alcanzar el estado de entrenamiento, ya que un solo esfuerzo físico aislado no provoca fenómenos supercompensatorios constantes ya que ellos regresan con relativa rapidez a sus niveles normales. Por esta razón, de aquí se deriva el primer principio bioquímico del entrenamiento deportivo, es decir, “la necesidad de la repetición del esfuerzo físico para poder estabilizar el aumento de la capacidad funcional orgánica lograda gracias a la fase de supercompensación.”

2-Correcta relación entre el trabajo y el descanso

Al aplicar el próximo trabajo físico, este debe realizarse en el momento adecuado, de manera que si se hace cuando aún el organismo del deportista no se ha recuperado del esfuerzo anterior o cuando se ha dado un descanso muy prolongado provocaremos que el potencial energético del individuo se mantenga al mismo nivel o que disminuya. analizaremos las dos variantes:

Si repetimos la carga después de un descanso prolongado, en que la fase supercompensatoria del esfuerzo anterior desapareció, lo único que se logrará será mantener el potencial energético a los mismos niveles del esfuerzo anterior, o sea:

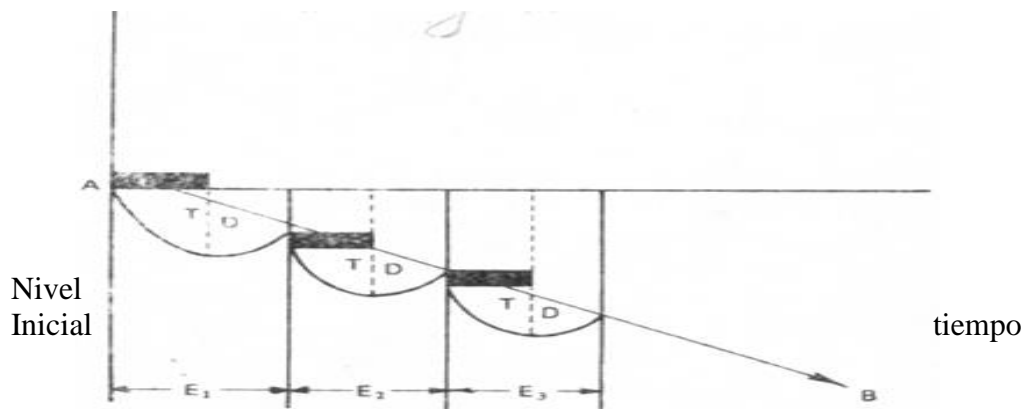
Repetición del trabajo después de perdida la supercompensación:



De la figura anterior se puede fácilmente comprender que la aplicación de los siguientes trabajos se realiza siempre cuando ya ha desaparecido la fase supercompensatoria, razón por la cual los cambios bioquímicos positivos que se han producido a causa de esta se han normalizado, por tanto, no se están aprovechando los beneficios de la supercompensación del esfuerzo anterior respectivo.

Repetición del trabajo en fase de reposición incompleta

Al aplicar el próximo trabajo físico, este debe realizarse en el momento adecuado, de manera que si se hace cuando aún el organismo del deportista no se ha recuperado del esfuerzo anterior, obtendremos como resultado la disminución de su capacidad funcional, lo cual puede conducir a este a un estado de profunda fatiga conocido como sobreentrenamiento; lo expresado anteriormente lo podemos ver gráficamente así:
Potencial energético



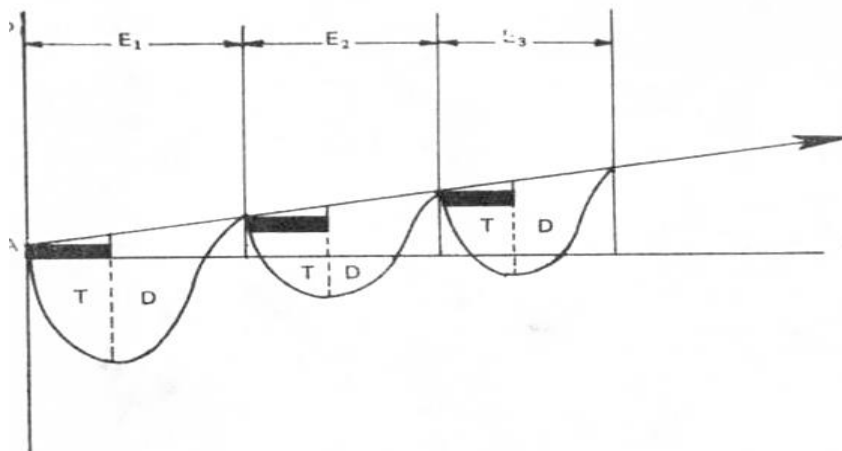
Leyenda: E1, E2, E3 - Entrenamiento, T - Trabajos, D - Descansos, AB - Potencial energético

En la figura 3 vemos como se realiza la repetición del trabajo en fase de recuperación incompleta del esfuerzo anterior, ello puede conducir al organismo a un estado de profunda fatiga. Por esto lo correcto a realizar es repetir la carga en el tope de la supercompensación del trabajo anterior, de manera tal que si así lo hacemos estaremos creando sin falta las condiciones para asegurar el ascenso del potencial energético del organismo. Así estamos garantizando el cumplimiento del tercer principio del entrenamiento: “siempre debe mantenerse una correcta relación entre el trabajo y el descanso”.

3-Sistematización de la carga.-

La clave para asegurar la adquisición del estado de entrenamiento es saber en qué momento resulta necesario repetir la carga física, es decir, el poder hacer esto en el momento más oportuno, y ello sin duda resulta repetirlo cuando el organismo se encuentra en el tope o cima de la fase supercompensatoria.

Repetición del trabajo en la fase de supercompensación.



Leyenda: E1, E2, E3 - Entrenamientos, T - Trabajos, D - Descansos, AB - Potencial energético

Cada ejercicio, cada esfuerzo requiere obligatoriamente de un determinado período de descanso, lo cual está condicionado por la magnitud y el carácter de este. Esta exigencia resulta de tal importancia que hasta después de un mismo esfuerzo físico, la supercompensación de las diferentes sustancias que fueron afectadas durante este dependen de las particularidades de cada una de estas sustancias, así por ejemplo, la supercompensación del CrP en los músculos comienza relativamente rápido y desaparece también con rapidez, mientras que en el caso del glucógeno comienza un poco más tardíamente, pero demora más en desaparecer.

Estos principios explicados hasta aquí, no deben tomarse como absolutos, ya que en la práctica deportiva hay ocasiones en que se emplean **variantes** de los mismos (ejemplo de ello puede ser el método de entrenamiento a intervalos, en el que se aumenta el volumen o la intensidad de las cargas, sin variar el tiempo de descanso entre estas, o bien, por el contrario, no varía el volumen o la intensidad de las cargas, pero se acorta el tiempo de descanso entre estas) para de esta forma crear mecanismos de adaptación a los cambios bioquímicos que se acontecen, y cuya finalidad es lograr una mejor preparación del deportista a las adversas condiciones de trabajo a las cuales este se va a someter durante la competencia.

4to. Aumento gradual de la carga.- A medida que aumenta el nivel de entrenamiento, disminuye la intensidad y el gasto energético necesario para que este se realice, así cada nuevo esfuerzo físico se realizará en condiciones más favorables, por lo cual los cambios bioquímicos que se provocan en el organismo serán cada vez menos marcados. Esto equivale a decir que, si no amentamos la carga o el nivel de dificultad del esfuerzo físico, la fase de supercompensación será cada vez más corta y se manifestará menos, de ahí el porqué del cuarto principio del entrenamiento, o sea: “aumento progresivo de la carga o de la dificultad del esfuerzo físico”.

Lo señalado anteriormente se justifica por los cambios que desde el punto de vista no sólo morfológico, sino también funcional se manifiestan en las fibras musculares a consecuencia del esfuerzo físico constante y sistemático, de esta manera es posible apreciar en un tiempo relativamente corto toda una serie de modificaciones en el grosor y la cantidad de las miofibrillas a expensas de las proteínas musculares que determina el incremento no sólo de la fuerza muscular, sino además de la resistencia mecánica de los músculos.

Por otra parte, el entrenamiento constante y sistemático conduce a que se manifiesten entre otros cambios: incremento del número así como de la forma de los núcleos celulares, de modo similar ocurre con las mitocondrias, que incrementan la cantidad de sus crestas así como que también disminuye la distancia entre estas, lo que favorece la actividad de las enzimas en las mismas y se propicia una mejor función del proceso de la fosforilación oxidativa, también se incrementa el número de contactos entre las terminaciones nerviosas y el sarcolema.

Estudio Independiente

-Explique las principales variaciones biológicas que ocurren durante:

- a) Pre-Arranque
- b) Calentamiento.
- c) Entrada al Trabajo

- Fundamente los cambios biológicos que ocurren durante los tipos de Pre-Arranque

- Mencione las particularidades del Estado Estable Real
- Mencione las particularidades del Estado Estable Aparente.
- Fundamente las variaciones funcionales que se presentan durante el estado de Punto Muerto y el Segundo Aire.
- Fundamente algunos de los cambios biológicos que se presentan durante la fatiga en el organismo que se somete a una carga física prolongada
- Señale algunas de las características de la recuperación y de las etapas de la misma.
- ¿Qué es la supercompensación y que importancia presenta en nuestra esfera de actuación?
- Explicar si todas las sustancias se recuperan al mismo tiempo una vez concluida la actividad motora.
- Explicar brevemente la relación de la supercompensación con los principios básicos del entrenamiento deportivo.

Bibliografía.

- Menshikov V.V. y Volkov N.I., “Bioquímica” págs. 331-332 y págs. 344-345
- Zimkin N.V. “Fisiología Humana” págs. 218-228
- Averhoff, R. y M. León “Bioquímica de los Ejercicios Físicos”

En la práctica deportiva se ejecutan diferentes ejercicios físicos, así podemos observar lo distinto que es el trabajo que realiza el gimnasta, del levantador de pesas, del boxeador, del futbolista, del corredor, etc. Inclusive en aquellos que realizan esfuerzos parecidos por el carácter de sus movimientos, tal es el caso de los corredores: el velocista y el fondista, se diferencian entre sí por las peculiaridades propias del esfuerzo físico, en el que una característica distinguible es el ritmo de ejecución de estos en correspondencia con la intensidad del esfuerzo muscular realizado, así como por las funciones fisiológicas que se desarrollan en el organismo de cada uno de ellos al ejecutar sus actividades específicas, que se distinguen por los cambios bioquímicos que caracterizan el desarrollo de cada una de las capacidades físicas. Mediante el proceso de enseñanza aprendizaje del entrenamiento deportivo se van logrando cambios biofuncionales adaptativos en el organismo del deportista, los cuales propician el desarrollo de las capacidades motrices típicas: rapidez, fuerza y resistencia, conocidas también como capacidades físicas.

-Factores biológicos de las capacidades rapidez y fuerza.-

Estas dos capacidades se encuentran estrechamente vinculadas de tal modo que ambas se complementan entre sí (se desarrollan prácticamente de modo simultáneo, por las condiciones en que se verifican los esfuerzos típicos de cada una: **“procesos oxidativas anaerobios”**, y además esto se logra alcanzar con el máximo de la concentración de la voluntad al realizar el esfuerzo, puesto que así se asegura la excitación óptima de los centros motores y se mantiene la frecuencia máxima de los impulsos en los nervios motores, poniéndose en funcionamiento el mayor número de unidades motoras.

Factores que influyen en el desarrollo de la rapidez y la fuerza.

El adecuado desarrollo de ambas depende de diversos factores, no sólo bioquímicos y fisiológicos, sino además biomecánicos y psicológicos, tales como son entre otros:

- Relación entre las fibras FT/ST que conforman el músculo.(**trabajar la estrategia de inglés , fibras rápidas y fibras lentas en inglés**)
- Particularidades biomecánicas (referidas a la estructura interna del músculo).
- Coordinación de los movimientos (referidos a las particularidades de los esfuerzos entre músculos antagonistas y sinergistas).
- Frecuencia de los impulsos a nivel de sinapsis en la membrana externa.
- Velocidad de transmisión de la excitación de la membrana a las miofibrillas.
- Velocidad de activación de las miofibrillas.
- Potencia del flujo del Ca^{2+} liberado de las cisternas del retículo sarcoplasmático.
- Proteínas Contráctiles]_{total}, Propiedades ATP_{asa} y Particularidades Estructurales de las Proteínas Contráctiles de las miofibrillas.

CAPACIDAD RAPIDEZ

Rapidez: Es la capacidad que posee el ser humano de realizar movimientos es el menor tiempo posible.

FUNDAMENTO O BASE BIOLÓGICA DE ESTA CAPACIDAD

La base biológica de esta capacidad está en la posibilidad del organismo de resintetizar el ATP por vía anaerobia, tanto por la vía de los fosfógenos como por la vía de la glucólisis anaerobia

Cambios biológicos que caracterizan el desarrollo de la rapidez

Entre los más significativos tenemos:

- Gran parte del ATP se resintetiza a partir del CrP.
- Marcada deuda de oxígeno.
- Ocurren intensos procesos glucolíticos, lo cual provoca el alto incremento en los niveles de ácido láctico.

En el atleta entrenado: A mayor grado de entrenamiento para éstos trabajos el organismo se adaptará a trabajar en peores condiciones anaerobias. En el entrenado las concentraciones de ácido láctico en sangre, deben ser menores que en el poco entrenado.

En el no entrenado: Un mejor tiempo realizado provoca aumentos mayores de la concentración de ácido láctico.

Las diferencias entre las concentraciones de ácido láctico entre los entrenados y los no entrenados, se explican por el hecho de que a mayor entrenamiento para esta capacidad aumenta en el entrenado la posibilidad de resíntesis del ATP por la vía de los fosfógenos (a partir del ATP y del CrP).

- El incremento de la deuda de O_2 y de lactato en el organismo puede considerarse como el aumento de las posibilidades de este para el desarrollo de la capacidad motriz rapidez.

- Aumenta la actividad de la ATP-asa de la miosina(capacidad de degradar al ATP para que libere la energía)
- Se dificulta la síntesis de proteínas, y lo que predomina es su degradación durante el trabajo, razón por la que se observa un incremento del amoniaco en el músculo.
- Se observa un marcado aumento de las proteínas contráctiles lo que provoca aumento de la masa muscular.

CAPACIDAD FUERZA

Fuerza: Capacidad que posee el ser humano para superar una carga física.

Sin el adecuado desarrollo de esta, es prácticamente imposible poseer rapidez ni resistencia. En 1959 A.F.Makarova como resultado de sus investigaciones planteó que: “esta se relaciona con el contenido de miosina en la fibra muscular, así como con su actividad ATPasa”.

El docente debe recordar los diferentes tipos de fuerza y regímenes de trabajo a través de preguntas.

Tipos de fuerza: Se pueden distinguir 2 tipos fundamentales, *según el régimen de actividad muscular* que se realice: **estática** ó **dinámica**.

Fuerza estática: (régimen isométrico de trabajo muscular)

Fuerza dinámica: (régimen isotónico de trabajo muscular)

Según el carácter de su acción:

Fuerza máxima: (Levantamiento de pesas, gimnástica, lanzamientos).

Fuerza rápida: (Saltos, carreras de velocidad, juegos deportivos).

Resistencia a la fuerza: (Capacidad mixta de fuerza-resistencia, propia de ejercicios de fuerza de larga duración).

FUNDAMENTO O BASE BIOLÓGICA

Se sustenta en gran medida en **la resíntesis anaerobia de ATP**, aunque ello tiene lugar en menor grado que en las cargas de velocidad, y, además, en “el aumento de [Proteínas Contráctiles], así como el aumento de la actividad ATPasa de la miosina”.

Entrenamiento para la fuerza: En sentido general, tal entrenamiento favorece el destacado aumento de las posibilidades de resíntesis anaerobia del ATP y demás compuestos macroenergéticos. En los entrenamientos para la fuerza, las proteínas musculares están sometidas a grandes desgastes lo que implica una más efectiva recuperación de éstas después del trabajo.

Cambios biológicos que caracterizan el desarrollo de la fuerza

- La resíntesis del ATP ocurre principalmente por vía anaerobia (pero en menor grado que en las cargas de velocidad).

- En los esfuerzos estáticos se observa el predominio de la resíntesis de ATP alactácida. Mientras más dura el esfuerzo estático, más anaerobios serán los procesos de resíntesis del ATP (este se resíntetiza principalmente por la vía del CrP). La duración de estos esfuerzos son sólo décimas de segundo.
- En los esfuerzos dinámicos predominan los procesos de glucólisis anaerobia para resintetizar el ATP.
- Los esfuerzos estáticos provocan un significativo aumento de las proteínas musculares en tensión.
- Las proteínas musculares son sometidas a intensos cambios, por lo cual se observa la hipertrofia muscular.

DESARROLLO DE LA FUERZA SEGÚN LA EDAD

ENTRENABILIDAD. FORMAS DE ENTREN. TIPOS DE FUERZA	MASCULINO	FEMENINO
Comienzo de la entrenabilidad de la Fuerza Explosiva	A partir de 7-8 años	A partir de 7-8 años
Comienzo del entrenamiento para el Desarrollo Muscular	A partir de 9-11 años	A partir de 9-11 años
Mayor entrenamiento de Fuerza Explosiva y el Desarrollo Muscular	A partir de 12-14 años	A partir de 11-13 años
Comienzo del Entrenamiento Combinado	A partir de 13-15 años	A partir de 12-14 años
Comienzo de la entrenabilidad de la Coord. Intramuscular y de la Fuerza Resistencia	A partir de 14-16 años	A partir de 13-15 años
Mayor entrenamiento de la Coord. Intramuscular y de la Fuerza Resistencia	A partir de 16-17 años	A partir de 14-16 años
Entrenamiento de rendimiento o de Alto rendimiento	A partir de 17 años	A partir de 16 años

MÉTODOS BÁSICOS DE ENTRENAMIENTO

ESFUERZOS MAXIMOS	EJERCICIOS LÍMITES REPETIDOS
<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios similares por su estructura biodinámica a los competitivos. • Mismos ejercicios competitivos (Pequeño número de repeticiones 5-6 rep) • Generan hipoxia completa, que posibiliten el esfuerzo máximo 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de ejercicios que hagan trabajar suficientemente el grupo elegido de músculos. • Ejercicios ejecutados con gran número de Repeticiones hasta no poder más. • Intervalos de descanso que no permitan la recuperación

Aumento de síntesis de proteínas y por tanto aumenta la masa muscular

La resistencia es una capacidad física muy importante para el deportista, ya que “determina en gran medida el nivel total de su capacidad de trabajo físico”. La resistencia puede manifestarse tanto en forma de: “un trabajo de larga duración a nivel dado de potencia hasta que aparezcan los primeros síntomas de fatiga”, o bien, como simplemente “una disminución de la capacidad de trabajo con la aparición de la fatiga”. Además, esta se mide con “el tiempo de trabajo realizado hasta no poder más”

Debemos primeramente definir que es la resistencia según: (V. M. Zatsiorski):

Capacidad del organismo para realizar una actividad un tiempo prolongado, sin disminuir su efectividad.

Los requisitos fundamentales para lograr el desarrollo de esta capacidad física son:

- Posibilidades reguladoras del S.N.C.
- Posibilidades de trabajo de los sistemas cardiovascular y respiratorio.
- Eficiencia de los procesos metabólicos.
- Coordinación entre los diferentes órganos y sistemas de nuestro cuerpo.

Fundamento o base biológica: Posibilidad del organismo para mantener una resíntesis prolongada del ATP por vía aerobia o anaerobia, o por la conjugación de ambas.

La resistencia se puede determinar por la relación entre “la magnitud de las reservas energéticas accesibles para utilizar y la velocidad del consumo de la energía al ejecutar un determinado tipo de ejercicio”, o sea:

$$\text{Resistencia} = \frac{[\text{Reservas Energéticas}]}{(\text{t lím}) \quad \text{Veloc. Consumo energía}}$$

El desarrollo de la resistencia se determina por el carácter específico del trabajo, que a su vez depende del grado de la utilización de cada una de las fuentes energéticas que posee el organismo (**alactácida, lactácida y aerobia**).

De este modo, vemos cómo la **resistencia** posee tres componentes fundamentales, según el tipo de fuente energética que asegure la ejecución del esfuerzo muscular, por esta razón veremos las características bioquímicas y los métodos para el desarrollo de esta, de acuerdo al componente de que se trate:

a) Componente anaerobio alactácido: Para desarrollarlo se utilizan con mayor frecuencia ejercicios del tipo de **potencia máxima** (~ 90-95% W máx.), mediante la realización de los sprint de intervalos (con micropausas de 30”, 60” y 90”), cuyo objetivo principal es lograr “el agotamiento máximo de las reservas alactácidas y el incremento de la estabilidad de las enzimas claves: ATPasa de miosina y CPK sarcoplasmática”.

b) Componente anaerobio lactácido: Para desarrollarlo se pueden utilizar ejercicios del tipo de **esfuerzos límites**, los **reiterados** y los **de intervalos**, cuyas características proporcionan incremento de la degradación de glucógeno con lo cual se logra el aumento de las concentraciones de lactato y la disminución de las Reservas Alcalinas).

Además, estos ejercicios logran \uparrow Ventilación pulmonar (debido al \uparrow Exc. CO_2 no metabólico.)

Ej.: 400m con 3 minutos de recuperación). Ver pág.373- 374, del texto básico. de Bioquímica

c) **Componente aerobio de la resistencia:** Para desarrollarla se pueden utilizar ejercicios del tipo **continuo, reiterado** y las variantes de **trabajos a intervalo**.

En este caso para ejercer una influencia suficiente en el metabolismo aerobio, mediante los trabajos de tipo continuo y repetido, la duración del esfuerzo debe ser como mínimo superior a los tres minutos y no menos de 30 minutos, para poder lograr el estado estable.

Cambios biológicos que ocurren durante el componente aerobio de la resistencia:

- Disminuye marcadamente la deuda de O_2 , por lo cual se pasa a condiciones aerobias.
- Resíntesis aerobia del ATP, ya que aumentan los procesos de fosforilación oxidativa.
- Los procesos energéticos tienen lugar en condiciones de estado estable.
- Cuanto más largo es el trabajo, mayor correspondencia existirá entre el consumo de O_2 y su demanda.
- Aumento relativo, ya durante el propio trabajo, de las posibilidades de síntesis de ATP, CrP, glucógeno, etc.
- Aumento de las reservas glucogénicas en especial en el hígado.
- Disminución relativa, también durante el trabajo, de las concentraciones de ácido láctico y pirúvico. Esto ocurre porque en el organismo existen mayores posibilidades de oxidar las sustancias más completamente, es decir, son utilizados no solo los glúcidos como fuente energética, sino además, las grasas de reserva.
- Se establece durante el trabajo, un equilibrio en el músculo entre la degradación y síntesis de proteínas.
- Como consecuencia del entrenamiento sistemático, aparece la hipertrofia cardiaca en los deportistas de resistencia, para asegurar el incremento del bombeo de la sangre hacia los tejidos (debido al aumento de la sístole ventricular).

Los métodos de entrenamiento que se utilizan para el desarrollo de la resistencia, ejercen una influencia selectiva bien expresada en distintas funciones bioenergéticas. Los métodos más eficaces del desarrollo de esta son el de **trabajo continuo duradero** (uniforme o variable) así como los de **entrenamiento reiterado y de intervalos**. Estos métodos suelen dividirse según su orientación al desarrollo del componente de resistencia aerobio o anaerobio.

Interrelación de las capacidades motrices:

Engelhardt, V.A., Belitzer, B. y otros demostraron que los productos de las reacciones obtenidas por causa de trabajos de máxima y submáxima potencia (ADP, AMP, lactato, NH_3 , etc.), estimulan después del trabajo, los procesos oxidativos. Esto aumenta en la recuperación la resíntesis aerobia del ATP y demás compuestos energéticos. En lo que hemos explicado, se basa la interrelación entre las capacidades velocidad y resistencia. Dicho más claramente, los trabajos de velocidad ayudan a que en la recuperación se aumenten las posibilidades aerobias (característica ésta última de la resistencia típica). La interrelación entre las capacidades velocidad y fuerza se fundamenta en que, en ambas priman los procesos anaerobios de resíntesis del ATP. También en ambas se aumentan las proteínas musculares, así como la actividad ATPasa de la miosina.

De todo lo planteado anteriormente, podemos concluir que la preparación del deportista para cualquier tipo de actividad siempre debe ser multilateral, de manera tal que en el organismo de este deben crearse las bases biológicas para el desarrollo de las tres capacidades motrices, ya que sólo obtendremos resultados óptimos con la utilización en el entrenamiento de un trabajo multilateral.

2.- DESARROLLO DE LA RESISTENCIA SEGÚN LA EDAD

FASES	NIVEL EVOLUTIVO	EDAD (años)
EDAD ESCOLAR TEMPRANA	EDAD INFANTIL	6-7 años hasta 10 10 hasta inicio de la pubertad. 8niñas 11-12; niños 12-13)
PRIMERA FASE PUBERAL (Pubescencia) *1	PUBERTAD	Niñas 11-12 hasta 13-14 Niños 12-13 hasta 14-15
SEGUNDA FASE PUBERAL (Adolescencia)*2	EDAD JUVENIL	Niñas 13-14 hasta 17-18 Niños 14-15 hasta 18-19

***1 Fase de mayor entrenabilidad de la Resistencia Aerobia**

***2 La Resistencia Anaerobia se incrementa durante la pubertad pero su entrenamiento obtiene mayor efecto solo en la adolescencia.**

4.- Factores biológicos de la flexibilidad

La flexibilidad se puede definir como la capacidad de movilizar una o un grupo de articulaciones hasta su máxima amplitud, lo que significa que tiene que requerir el concurso de los elementos de cada articulación. La flexibilidad es **una capacidad innata involutiva, es decir, que va disminuyendo en la medida en que el individuo se va desarrollando y se van fortaleciendo los componentes osteomioarticulares**. Por lo tanto, el individuo nace disponiendo de una gran flexibilidad que paulatinamente va perdiendo. **Los ejercicios por tanto están dirigidos, no a la mejora, sino al mantenimiento y restablecimiento de unos niveles óptimos de esta cualidad física. Esta cualidad depende en gran medida de la movilidad articular y de la elasticidad de los músculos y tendones**. Por lo tanto, el entrenamiento sistemático de esta capacidad, permite mantener la misma desde edades tempranas o recuperar en gran medida un determinado % de la flexibilidad perdida. No resulta un secreto lo importante que es tener una buena flexibilidad para la práctica de los ejercicios físicos y sobre todo para el deporte. Como es lógico, algunos deportes por su característica requieren que el atleta tenga mas desarrollada esta capacidad que en otros como es el caso de algunos deportes clasificados como cualitativos o de arte competitivo, como por ejemplo: la gimnasia artística, el clavado, el nado sincronizado, la gimnasia rítmica, el patinaje artístico y algunos deportes de combate como: el judo, el Kárate Do, la lucha (libre y greco Romana) etc. También resulta mas importante en algunos eventos del atletismo

como: los saltos, tanto de altura como de longitud y con pértiga, las carreras con vallas etc.

Es importante conocer que algunos autores definen esta capacidad como **movilidad**, pues aducen que el vocablo flexibilidad es muy limitado (esto se debe a que se refieren textualmente a las diferentes acepciones del término flexibilidad, pero nosotros no entraremos en esta discusión, por cuanto históricamente tanto en el ámbito tanto deportivo como de la cultura física, el término flexibilidad es de uso común y lo importante radica en conocer sus particularidades biológicas y su importancia, llámese como desee cualquier autor)

- Hay dos tipos de flexibilidad, **flexibilidad activa**(se consigue con la propia acción de los grupos musculares), y **flexibilidad pasiva** (se consigue con la propia acción de la musculatura y la fuerza adicional de un agente externo)
- Los tres principales factores que determinan la flexibilidad son la **herencia genética** (constitución anatómica), **la edad** (los niños son más flexibles que los adultos) y **el sexo** (las mujeres son más flexibles que los hombres).

Gisbert diferencia la **flexibilidad general** y la **flexibilidad específica**. En el primer caso la denomina así cuando se refiere al grado de amplitud de los grandes sistemas articulares y en el segundo caso cuando esta capacidad se acentúa sobre una articulación concreta que además tiene una importancia fundamental en el desarrollo de una determinada técnica deportiva.

Factores limitantes de la flexibilidad

- Los límites de elongación del tejido muscular.
- Los límites de elongación del tejido conectivo
- Los topes anatómicos articulares

Métodos de entrenamiento de la flexibilidad.

Uno de los métodos más comunes para el entrenamiento de esta capacidad es el llamado método de Bob Anderson. Consiste en estirar un grupo muscular sin forzarlo y manteniendo la posición durante 10 - 30 segundos, a continuación relajamos los músculos 2 - 3 segundos, y finalmente estiramos los grupos musculares forzando un poco durante 10 - 30 segundos, siempre sin dolor.

Otras pruebas utilizadas son:

El Test de Curenton.

- En posición bípeda, intentar tocar el suelo con la punta de los dedos sin flexionar las rodillas.
- En posición inicial de sentado, flexionar el tronco al máximo sin doblar las rodillas, midiendo la distancia entre la frente del sujeto y el suelo.
- Tendido de cúbito prono, intentar levantar la cabeza y el pecho, midiendo la distancia entre la frente del sujeto y el suelo.

Test de Wells y Dillon.

- **Flexiones al frente.** Consiste en, de pie sobre una silla o banco, flexionar centralmente el tronco intentando llegar lo más lejos posible con la punta de los dedos.
- **“Seat and Reach” (Sentado, tratar de alcanzar o llegar)** Sentado en el suelo con las plantas de los pies apoyados en un tope, intentar llegar lo mas lejos posible con la punta de los dedos. Se mide la distancia alcanzada respecto a la proyección vertical sobre la que se apoyan los pies.

Bibliografía:

- Averhoff, R. y M.León, “Bioquímica de los ejercicios físicos”,
- Menshikov, V.V. y N.I. Volkov, “Bioquímica”
- Zimkin N. V. Fisiología Humana
- Materiales digitales para la docencia

Estudio Independiente:

1. ¿Por qué las cualidades rapidez y fuerza se encuentran estrechamente vinculadas entre sí? Justifíquelo señalando las particularidades biológicas que soportan la base de su desarrollo.
2. Fundamente los cambios biológicos que ocurren en el organismo durante el desarrollo de las capacidades motrices rapidez y fuerza.
3. ¿Qué tipos de ejercicios son los más recomendables a utilizar en el entrenamiento para poder lograr un incremento de las cualidades rapidez y fuerza?
4. ¿Qué se logra desde el punto de vista biológico con cada uno de estos?

TEMA V: La capacidad de trabajo físico.

CONTENIDOS FUNDAMENTALES DEL TEMA:

- Capacidad de trabajo físico. Indicadores.
- Características biológicas del organismo en desarrollo
- Particularidades funcionales del organismo femenino. Características del ciclo sexual ovárico en la deportista

Objetivo:

Interpretar los cambios funcionales que se manifiestan en el organismo teniendo en cuenta las características del entrenamiento, la edad y el sexo.

Capacidad de trabajo físico.

La capacidad de trabajo físico es el estado de un sistema, su capacidad de mantener al máximo sus posibilidades durante la ejecución de un esfuerzo físico.

En el transcurso del día las posibilidades motoras de las personas aumentan o disminuyen en completo acuerdo con el ritmo diario, en horas nocturnas en los deportistas se advierte un empeoramiento considerable de los resultados. Los cambios

periódicos de la capacidad de trabajo de los deportistas durante el transcurso de las horas del día son determinados por el régimen de los entrenamientos. El nivel más elevado de los diversos índices de la capacidad de trabajo ocurre en las horas de entrenamiento y el más bajo en las horas de almuerzo (S.GJharabuga). El cambio de régimen de los entrenamientos conduce inicialmente al emparejamiento de los índices observados durante el transcurso del día con el consiguiente reajuste completo de acuerdo con el nuevo régimen. Para tan complejo reajuste se precisa un plazo aproximado de hasta 3 semanas, este plazo puede ser disminuido hasta 2 semanas mediante el incremento de las sobrecargas y la intensidad de trabajo muscular. La capacidad de trabajo de los deportistas varía también de mes en mes y de temporada en temporada, es decir, existen ritmos biológicos con periodos extensos. Sin embargo, éstos aún no han sido estudiados suficientemente y por ese motivo no existen todavía suficientes premisas científicamente basadas para aplicar estos ritmos biológicos en la práctica del entrenamiento.

Características biológicas del organismo en desarrollo

1. Características del metabolismo en el organismo en desarrollo

En el organismo en desarrollo, las particularidades biológicas se caracterizan por el predominio de los procesos anabólicos. La velocidad de la síntesis de sustancias (proteínas estructurales y enzimáticas) supera la velocidad de su degradación. Esto facilita el crecimiento del organismo y el aumento del volumen de los tejidos y órganos. Es importante destacar que en el organismo del niño y el joven la síntesis de proteínas se encuentra intensificada por el hecho de que las necesidades proteicas se encuentran aumentadas; digamos que las necesidades de proteínas en el adulto son de 1 a 1,5 g/kg de peso corporal, mientras que en el niño de dos años puede llegar hasta 3,5 g/ kg de peso corporal.

La síntesis de proteínas va acompañada por la utilización de gran cantidad de ATP. El aseguramiento de estos procesos intensos de síntesis en el organismo infantil, se realiza a partir de los procesos oxidativos relacionados con la fosforilación respiratoria. Se comprende entonces que en el organismo del niño aumenta la necesidad de oxígeno, lo que se satisface a partir de una actividad intensa del sistema respiratorio.

En los niños las enzimas oxidativas trabajan mejor que las enzimas glucolíticas, por lo que la capacidad de los niños de trabajar en forma anaerobia es sensiblemente menor a la de los adolescentes y los adultos. Además de la menor capacidad de las enzimas glucolíticas, hay menor nivel de reservas de glucógeno.

Si comparamos la potencia anaerobia alactácida con la lactácida, apreciamos una diferencia en el comportamiento de ambas. Desde el punto de vista metabólico el niño puede realizar esfuerzos de breve duración y alta intensidad. Tienen una potencia alactácida similar a la de los adultos

2. Particularidades en el Sistema Nervioso y en el Sistema Endocrino

El organismo en desarrollo presenta una menor capacidad funcional, especialmente en el sistema nervioso central; la corteza cerebral presenta un menor desarrollo. Esto limita su papel regulador sobre los procesos metabólicos en el organismo.

Las glándulas de secreción interna en el organismo del niño no están bien desarrolladas y su funcionamiento no es completo, lo que dificulta las posibilidades reguladoras de estas glándulas.

Los niños se caracterizan por una gran movilidad de los procesos nerviosos, lo que limita su capacidad de concentración durante lapsos de tiempo prolongados, de ahí la importancia que tiene una correcta dosificación de las cargas físicas y la variabilidad de los ejercicios que se planifiquen.

Durante el inicio de la pubertad los cambios endocrinos que se manifiestan crean un estado de estrés fisiológico caracterizado por una alta excitabilidad del SNC, que afecta el rendimiento de los niños, así como su capacidad de concentración y sus coordinaciones neuromusculares y neuroendocrinas, por lo que se presentan alteraciones en la regulación neurohumoral de las diferentes funciones orgánicas.

3. Particularidades del Sistema Cardiovascular en el organismo en desarrollo

El ritmo de crecimiento del corazón es mayor durante el primer año de vida. Posteriormente se advierte un incremento en las edades entre los 13 y 17 años. Las dimensiones del corazón en los niños de 12 a 15 años son mayores que en los varones de la misma edad.

El gasto cardíaco en los niños es menor que en los adultos y se va incrementando con la edad. El volumen sistólico también aumenta con la edad.

La frecuencia de las contracciones cardíacas es mayor en los niños, lo que compensa el bajo volumen sistólico.

En niños de 7 a 8 años el pulso puede ser de 90 puls/min, en la edad de 12 años alrededor de 82 puls/min y cerca de los 16 años entre 70 y 76 puls/min (similar al de las personas adultas).

Esta disminución del pulso con la edad se explica porque con la edad disminuye la influencia del sistema simpático y se incrementa el tono del nervio vago.

En los niños se produce un incremento considerable de la frecuencia cardíaca cuando existe un intenso trabajo muscular (200 puls/min)

La presión arterial es menor en los niños. En ejercicios dinámicos la presión arterial sistólica aumenta en relación con el aumento del gasto cardíaco y la frecuencia cardíaca, mientras que la diastólica se mantiene baja. En ejercicios estáticos, la PA diastólica y la sistólica aumentan en relación directa con el grado y duración del esfuerzo.

Con el entrenamiento aeróbico los niños se capacitan para:

- Incrementar el consumo de O₂ en valores relativo.
- Incrementar la silueta cardíaca.
- Reducir la frecuencia cardíaca.

4. Características neuromusculares antes de la pubertad

- Menor tamaño de las fibras musculares y menor fuerza muscular.
- Menor capacidad anaeróbica (menor actividad de las enzimas glucolíticas).
- Similares concentraciones de ATP y C₁P en el músculo.
- Menor contenido de glucógeno muscular.

5. Características del Sistema Respiratorio

La capacidad vital de los pulmones aumenta con la edad. A los 6 años es de 1200 ml y a los 14 años es de 2500 ml.

6. Características del metabolismo en el organismo en desarrollo

En el organismo en desarrollo, las particularidades biológicas se caracterizan por el predominio de los procesos anabólicos. La velocidad de la síntesis de sustancias (proteínas estructurales y enzimáticas) supera la velocidad de su degradación. Esto facilita el crecimiento del organismo y el aumento del volumen de los tejidos y órganos. Es importante destacar que en el organismo del niño y el joven la síntesis de proteínas se encuentra intensificada por el hecho de que las necesidades proteicas se encuentran aumentadas; digamos que las necesidades de proteínas en el adulto son de 1 a 1,5 g/kg de peso corporal, mientras que en el niño de dos años puede llegar hasta 3,5 g/ kg de peso corporal.

La síntesis de proteínas va acompañada por la utilización de gran cantidad de ATP. El aseguramiento de estos procesos intensos de síntesis en el organismo infantil, se realiza a partir de los procesos oxidativos relacionados con la fosforilación respiratoria. Se comprende entonces que en el organismo del niño aumenta la necesidad de oxígeno, lo que se satisface a partir de una actividad intensa del sistema respiratorio.

En los niños las enzimas oxidativas trabajan mejor que las enzimas glucolíticas, por lo que la capacidad de los niños de trabajar en forma anaerobia es sensiblemente menor a la de los adolescentes y los adultos. Además de la menor capacidad de las enzimas glucolíticas, hay menor nivel de reservas de glucógeno.

Si comparamos la potencia anaerobia alactácida con la lactácida, apreciamos una diferencia en el comportamiento de ambas. Desde el punto de vista metabólico el niño puede realizar esfuerzos de breve duración y alta intensidad. Tienen una potencia alactácida similar a la de los adultos

7. Particularidades en el Sistema Nervioso y en el Sistema Endocrino

El organismo en desarrollo presenta una menor capacidad funcional, especialmente en el sistema nervioso central; la corteza cerebral presenta un menor desarrollo. Esto limita su papel regulador sobre los procesos metabólicos en el organismo.

Las glándulas de secreción interna en el organismo del niño no están bien desarrolladas y su funcionamiento no es completo, lo que dificulta las posibilidades reguladoras de estas glándulas.

Los niños se caracterizan por una gran movilidad de los procesos nerviosos, lo que limita su capacidad de concentración durante lapsos de tiempo prolongados, de ahí la importancia que tiene una correcta dosificación de las cargas físicas y la variabilidad de los ejercicios que se planifiquen.

Durante el inicio de la pubertad los cambios endocrinos que se manifiestan crean un estado de estrés fisiológico caracterizado por una alta excitabilidad del SNC, que afecta el rendimiento de los niños, así como su capacidad de concentración y sus coordinaciones neuromusculares y neuroendocrinas, por lo que se presentan alteraciones en la regulación neurohumoral de las diferentes funciones orgánicas.

8. Particularidades del Sistema Cardiovascular en el organismo en desarrollo

El ritmo de crecimiento del corazón es mayor durante el primer año de vida. Posteriormente se advierte un incremento en las edades entre los 13 y 17 años. Las dimensiones del corazón en los niños de 12 a 15 años son mayores que en los varones de la misma edad.

El gasto cardíaco en los niños es menor que en los adultos y se va incrementando con la edad. El volumen sistólico también aumenta con la edad.

La frecuencia de las contracciones cardíacas es mayor en los niños, lo que compensa el bajo volumen sistólico.

En niños de 7 a 8 años el pulso puede ser de 90 puls/min, en la edad de 12 años alrededor de 82 puls/min y cerca de los 16 años entre 70 y 76 puls/min (similar al de las personas adultas).

Esta disminución del pulso con la edad se explica porque con la edad disminuye la influencia del sistema simpático y se incrementa el tono del nervio vago.

En los niños se produce un incremento considerable de la frecuencia cardíaca cuando existe un intenso trabajo muscular (200 puls/min)

La presión arterial es menor en los niños. En ejercicios dinámicos la presión arterial sistólica aumenta en relación con el aumento del gasto cardíaco y la frecuencia cardíaca, mientras que la diastólica se mantiene baja. En ejercicios estáticos, la PA diastólica y la sistólica aumentan en relación directa con el grado y duración del esfuerzo.

Con el entrenamiento aeróbico los niños se capacitan para:

- Incrementar el consumo de O₂ en valores relativo.
- Incrementar la silueta cardíaca.
- Reducir la frecuencia cardíaca.

9. Características neuromusculares antes de la pubertad

- Menor tamaño de las fibras musculares y menor fuerza muscular.
- Menor capacidad anaeróbica (menor actividad de las enzimas glucolíticas).
- Similares concentraciones de ATP y C₁P en el músculo.
- Menor contenido de glucógeno muscular.

10. Características del Sistema Respiratorio

La capacidad vital de los pulmones aumenta con la edad. A los 6 años es de 1200 ml y a los 14 años es de 2500 ml.

-Particularidades funcionales del organismo femenino.

Resulta de vital importancia conocer los procesos adaptativos que tienen lugar en el organismo femenino como resultado del entrenamiento físico sistemático. En este sentido resulta necesario diferenciar diferentes esferas de la actividad femenina. Por un lado, la relacionada a la práctica de ejercicios físicos, encaminada fundamentalmente al fortalecimiento de la salud lo cual comprende el embellecimiento y conservación de la estética femenina y por otro lado dirigida hacia el logro de resultados deportivos o artísticos sobresalientes.

-Características del ciclo sexual ovárico en la fémina deportista.

La interrelación hormonal del eje hipotálamo – hipófisis – ovarios en el desarrollo del ciclo sexual provoca cambios cíclicos en la actividad funcional del organismo femenino que generalmente se agrupan en 2 etapas del ciclo: la folicular y la progestacional, sin embargo diversos estudios han determinado que estas variaciones se definen mejor al

dividir el ciclo menstrual en 5 fases como propone el Instituto de Gerontología de Rusia:

- 1- Fase Menstrual
- 2- Fase Post menstrual
- 3- Fase Ovulatoria
- 4- Fase Post ovulatoria
- 5- Fase pre menstrual.

El analizar todos los cambios que ocurren en el organismo femenino, durante el ciclo menstrual abarcaría un tema sumamente intenso, mencionaremos solamente aquellos que tienen más relación con la capacidad de trabajo físico.

El cambio cíclico más característico se observa en la temperatura basal. Esta se eleva bruscamente al inicio de la fase lútea (inmediatamente después de la ovulación), manteniendo un valor aproximado que fluctúa entre $\frac{1}{2}$ a 1° superior que en la fase folicular. Frecuentemente estos cambios se registran fácilmente como un método sencillo de comprobación de ciclos ovulatorios.

Algunas variaciones también se han observado en el metabolismo. En la fase premenstrual se eleva el metabolismo basal, hay mayor retención de CO_2 y fijación de Na en los tejidos. En sangre disminuye el número eritrocitos y al mismo tiempo se produce una leucocitosis moderada.

En la fase menstrual se produce a causa de la hemorragia una pérdida de hierro aproximada de 18 mg., por cada día de menstruación, pudiendo producirse una ferropenia en caso de una disminución inadecuada.

En esta fase también se pueden presentar: aumento de la excitabilidad disminución de la concentración de la atención, trastornos en los mecanismos termorreguladores y otros síntomas relacionado con las alteraciones menstruales como: dolor ovárico, náuseas, vómitos, cefalea y estados de excitación o depresión.

Estos últimos pueden ocurrir días antes de la menstruación y caracterizar el denominado síndrome pre menstrual.

En la mayoría de las mujeres, en la fase menstrual aumenta la frecuencia cardíaca entre 5- 15 pulsaciones por minutos y la presión arterial mínima 10 – 15 ml de mercurio. También una disminución del volumen sistólico y del gasto cardíaco.

Estudios realizados a mujeres deportistas han permitido establecer diferentes cambios durante el ciclo menstrual ovárico, en algunos indicadores funcionales como:

- Mayor posibilidad del organismo y
- mejores índices de la capacidad de trabajo, en las fases Post menstrual y Post ovulatoria (Karpman, 1987, A.G. Dembo, 1988 y otros)

En las fases premenstrual y menstrual de un grupo de atletas, U. A. Korop (1967), observó un empeoramiento significativo de los resultados en algunos tests de velocidad, resistencia, así como en la recuperación.

Algunas investigaciones destacan cambios en los mecanismos de los movimientos

durante el ciclo menstrual T. A. Loza (1976) comprobó en atletas de gimnasia rítmica mejores índices de coordinación en la fase Post menstrual y Post ovulatoria.

Las variaciones del ciclo menstrual en las féminas que realizan actividad física intensa sistemáticamente como los bailarinas, las artistas circenses, las especialistas militares, etc., pueden semejarse en gran medida a la de las atletas, debido al stress fisiológico y a los cambios adaptativos que sufren las mismas producto del entrenamiento sistemático a que estas son sometidas.

-Disfunciones menstruales

(Alteraciones o desarreglos durante la menstruación)

Entre las alteraciones más frecuentes podemos citar:

- **Amenorrea.** Supresión del flujo menstrual
- **Leucorrea.** Flujo blanquecino de las vías genitales femeninas, producto de liberación de un gran número de leucocitos (glóbulos blancos) con la sangre durante la menstruación.
- **Oligomenorrea.** Muy poca hemorragia. Menstruación poco frecuente o escasa.
- **Menorragia.** Hemorragia durante el periodo menstrual con sangramiento excesivo.
- **Polimenorrea.** Hemorragia menstrual frecuente

Términos de la menstruación normal

- **Eumenorrea:** Función Menstrual Normal.
- **Menarquía:** Primera Menstruación.
- **Amenorrea Primaria:** La primera aparición de la menarquía (1ra menstruación). En mujeres con edad suficiente. (18 años o más, por lo general).
- **Amenorrea secundaria:** Cese de la función menstrual temporalmente, generalmente a causa de grandes stress. Se observa con frecuencia en mujeres que entrenan intensamente.

.-Planificación del entrenamiento considerando el ciclo menstrual.

Cuando este aspecto se tiene en cuenta se ha demostrado que disminuye el número de mujeres que padecen de trastornos menstruales o estos son, menos acentuados. La planificación del entrenamiento considerando la función menstrual, permite dosificar más racionalmente las cargas y lograr un óptimo desarrollo de las cualidades físicas.

Cuando este importante factor es considerado se logran 2 efectos positivos:

- 1- Disminuye la aparición de alteraciones menstruales, garantizando un buen desarrollo y funcionamiento del sistema reproductivo de la mujer.
- 2- Se garantiza el incremento de la capacidad de trabajo físico y por ende del rendimiento deportivo o artístico, al mejorar la asimilación de las cargas de trabajo físico.

Planificación de las cargas de entrenamiento en un ciclo de 28 días (según Lisitskaya, 1982)

FASES DEL CICLO MENSTRUAL	DURACIÓN (días)	VOLUMEN E INTENSIDAD DE LAS CARGAS.
Menstrual	3 – 5	Media
Post-menstrual	7 – 9	Grande
Ovulatoria	4	Media
Post-ovulatoria	7 – 9	Grande
Pre-menstrual	3 – 5	Pequeña

.-Características del ciclo sexual ovárico en la fémina deportista.

La interrelación hormonal del eje hipotálamo – hipófisis – ovarios en el desarrollo del ciclo sexual provoca cambios cíclicos en la actividad funcional del organismo femenino que generalmente se agrupan en 2 etapas del ciclo: la folicular y la progestacional, sin embargo diversos estudios han determinado que estas variaciones se definen mejor al dividir el ciclo menstrual en 5 fases como propone el Instituto de Gerontología de Rusia:

- 6- Fase Menstrual
- 7- Fase Post menstrual
- 8- Fase Ovulatoria
- 9- Fase Post ovulatoria
- 10- Fase pre menstrual.

El analizar todos los cambios que ocurren en el organismo femenino, durante el ciclo menstrual abarcaría un tema sumamente intenso, mencionaremos solamente aquellos que tienen más relación con la capacidad de trabajo físico.

El cambio cíclico más característico se observa en la temperatura basal. Esta se eleva bruscamente al inicio de la fase lutéinica (inmediatamente después de la ovulación), manteniendo un valor aproximado que fluctúa entre $\frac{1}{2}$ a 1° superior que en la fase folicular. Frecuentemente estos cambios se registran fácilmente como un método sencillo de comprobación de ciclos ovulatorios.

Algunas variaciones también se han observado en el metabolismo. En la fase premenstrual se eleva el metabolismo basal, hay mayor retención de CO₂ y fijación de Na en los tejidos. En sangre disminuye el número eritrocitos y al mismo tiempo se produce una leucocitosis moderada.

En la fase menstrual se produce a causa de la hemorragia una pérdida de hierro aproximada de 18 mg., por cada día de menstruación, pudiendo producirse una ferropenia en caso de una disminución inadecuada.

En esta fase también se pueden presentar: aumento de la excitabilidad disminución de la concentración de la atención, trastornos en los mecanismos termorreguladores y otros síntomas relacionado con las alteraciones menstruales como: dolor ovárico, náuseas, vómitos, cefalea y estados de excitación o depresión.

Estos últimos pueden ocurrir días antes de la menstruación y caracterizar el denominado síndrome pre menstrual.

En la mayoría de las mujeres, en la fase menstrual aumenta la frecuencia cardiaca entre 5- 15 pulsaciones por minutos y la presión arterial mínima 10 – 15 ml de mercurio. También una disminución del volumen sistólico y del gasto cardiaco.

Estudios realizados a mujeres deportistas han permitido establecer diferentes cambios durante el ciclo menstrual ovárico, en algunos indicadores funcionales como:

- Mayor posibilidad del organismo y
- mejores índices de la capacidad de trabajo, en las fases Post menstrual y Post ovulatoria (Karpman, 1987, A.G. Dembo, 1988 y otros)

En las fases premenstrual y menstrual de un grupo de atletas, U. A. Korop (1967), observó un empeoramiento significativo de los resultados en algunos tests de velocidad, resistencia, así como en la recuperación.

Algunas investigaciones destacan cambios en los mecanismos de los movimientos durante el ciclo menstrual T. A. Loza (1976) comprobó en atletas de gimnasia rítmica mejores índices de coordinación en la fase Post menstrual y Post ovulatoria.

Las variaciones del ciclo menstrual en las féminas que realizan actividad física intensa sistemáticamente como los bailarinas, las artistas circenses, las especialistas militares, etc., pueden semejarse en gran medida a la de las atletas, debido al stress fisiológico y a los cambios adaptativos que sufren las mismas producto del entrenamiento sistemático a que estas son sometidas.

.-Disfunciones menstruales

(Alteraciones o desarreglos durante la menstruación)

Entre las alteraciones más frecuentes podemos citar:

- **Amenorrea.** Supresión del flujo menstrual
- **Leucorrea.** Flujo blanquecino de las vías genitales femeninas, producto de liberación de un gran número de leucocitos (glóbulos blancos) con la sangre durante la menstruación.
- **Oligomenorrea.** Muy poca hemorragia. Menstruación poco frecuente o escasa.
- **Menorragia.** Hemorragia durante el periodo menstrual con sangramiento excesivo.
- **Polimenorrea.** Hemorragia menstrual frecuente

Términos de la menstruación normal

- **Eumenorrea:** Función Menstrual Normal.
- **Menarquía:** Primera Menstruación.
- **Amenorrea Primaria:** La primera aparición de la menarquía (1ra menstruación).En mujeres con edad suficiente. (18 años o más, por lo general).
- **Amenorrea secundaria:** Cese de la función menstrual temporalmente, generalmente a causa de grandes stress. Se observa con frecuencia en mujeres que entrenan intensamente.

-Planificación del entrenamiento considerando el ciclo menstrual.

Cuando este aspecto se tiene en cuenta se ha demostrado que disminuye el número de

mujeres que padecen de trastornos menstruales o estos son, menos acentuados .La planificación del entrenamiento considerando la función menstrual, permite dosificar más racionalmente las cargas y lograr un óptimo desarrollo de las cualidades físicas.

Cuando este importante factor es considerado se logran 2 efectos positivos:

- 3- Disminuye la aparición de alteraciones menstruales, garantizando un buen desarrollo y funcionamiento del sistema reproductivo de la mujer.
- 4- Se garantiza el incremento de la capacidad de trabajo físico y por ende del rendimiento deportivo o artístico, al mejorar la asimilación de las cargas de trabajo físico.

Planificación de las cargas de entrenamiento en un ciclo de 28 días (según Lisitskaya, 1982)

FASES DEL CICLO MENSTRUAL	DURACIÓN (días)	VOLUMEN E INTENSIDAD DE LAS CARGAS.
Menstrual	3 – 5	Media
Post-menstrual	7 – 9	Grande
Ovulatoria	4	Media
Post-ovulatoria	7 – 9	Grande
Pre-menstrual	3 – 5	Pequeña

Estudio Independiente:

- Mencione algunas de las particularidades biológicas del organismo en desarrollo del SN Y S
- Mencione 3 características del SR
- ¿Qué importancia tiene la planificación del entrenamiento teniendo en cuenta el ciclo menstrual en las deportistas?

Bibliografía:

- Guyton-Hall, Tratado de Fisiología Médica. T. IV Cap. 81, Ed. Mc Graw Hill Interamericana, Barcelona
- Zimkin N. V. Fisiología Humana
- Menshikov, V.V. y N.I. Volkov, “Bioquímica”

7. - Bibliografía consultada y/a consultar

Literatura docente:

Textos básicos:

- Fisiología Humana. A. Guyton., La Habana, 1989.
- Averhoff, R. y M.León, “Bioquímica de los ejercicios físicos”,
- Bioquímica Menshikov, V.V. y N.I. Volkov,
- Fisiología Humana Zimkin N. V.
- Materiales digitales para la docencia.

Textos complementarios

- Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Jack H. Wilmore

8. Métodos

Los métodos más empleados durante el curso en la asignatura son:

- Elaboración conjunta.
- Trabajo independiente.
- Explicativo – ilustrativo.

9. Evaluación

En la asignatura se realiza la evaluación:

- Sistemática Oral y Escrita (en cada encuentro)
- Seminarios evaluativos
- 2 Pruebas Parciales

10. Nombres de los miembros del colectivo de Asignatura

MSc. Lianet. L. Setien Boronat. Prof. Auxiliar
Lic. Pedro Simey Carrillo