

# **FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO 2020**

**Estos apuntes son de guía y bajo ningún punto de vista pueden reemplazar a la bibliografía indicada**

## **Unidad Temática 1: Sistemas Energéticos**

Definición y clasificación. ATP y ATP-Pc. Hidratos de carbono, Grasas y Proteínas. Glucólisis anaeróbica (no oxígeno dependiente) y aeróbica. Respiración Celular. Continuum energético, combustibles. Recuperación y reposición de combustible. Metabolismo intermedio. Lavado y remoción del ácido láctico.

## **Unidad Temática 2: Fisiología de la contracción muscular**

Estructura de las miofibrillas: filamentos finos y gruesos. Contracción muscular: factores que intervienen. Control nervioso del movimiento muscular. Concepto de receptores. Vías aferentes y eferentes. Concepto de unidad motora: motoneurona y sarcómero. Fibras musculares: características y tipos de fibras musculares. Tipos de contracción.

## **Unidad Temática 3: Aparato respiratorio**

Revisión de conceptos fundamentales: volumetría y espacios muertos. Ventilación pulmonar y alveolar. Mecánica ventilatoria: principales músculos que intervienen. Concepto de difusión y perfusión alveolar; relación v/q. Transporte de oxígeno y de anhídrido carbónico a nivel corporal. Hemoglobina y Mioglobina: curvas de disociación de las mismas. Acidosis y Alcalosis respiratoria. Cociente respiratorio Regulación de la función respiratoria: SNC y del medio interno. Principales adaptaciones respiratorias al ejercicio.

## **Unidad Temática 4: Sistema Cardiovascular**

Revisión de conceptos fundamentales: anatómicos y fisiológicos. Regulación del sistema cardiovascular: principales receptores y neurotransmisores. Ciclo cardíaco. Principales adaptaciones cardiovasculares al ejercicio: Volumen minuto, tensión arterial y frecuencia cardíaca. Irrigación de órganos y sistemas en reposo. Redistribución del flujo sanguíneo en el ejercicio.

**Unidad Temática 5: Fisiología del Aparato digestivo**

Nociones generales de fisiología gastrointestinal. Funciones del hígado y del páncreas exocrino. Funciones del intestino delgado y grueso. Principales adaptaciones digestivas en el ejercicio.

**Unidad Temática 6: Fisiología renal y del medio interno**

Conceptos básicos. Proceso de formación de la orina. Regulación del pH sanguíneo. Acidosis y Alcalosis metabólica. Principales hormonas que actúan. Adaptaciones renales en el ejercicio.

**Unidad Temática 7: Fisiología neuro-endocrino-metabólica**

Revisión del sistema neuroendocrino metabólico. Hipotálamo. Hipófisis. Función y Hormonas que se producen: Tiroides, Páncreas endócrino, Suprarrenales y Gónadas. Mecanismo de interacción neuroendócrina y hormonal durante el ejercicio.

**Unidad Temática 8: Evaluación de la Aptitud Física**

Definición. Qué es evaluar. Objetivos. Tipos de pruebas de umbrales y aptitudes de campo y laboratorio. Evaluación directa e indirecta.

# Bibliografía General

- **“Biología aplicada a la Actividad Física y el Deporte”**, Heredia, Horacio., Gaitán, María Cecilia , Edit. Prometeo. 1º Ed. 2008.
- **“Fisiología del Ejercicio para Profesionales de la Educación Física y el Deporte”**, Heredia, Horacio O., Gaitán, María Cecilia. Edit. Akadia, 2018.
- **"Tratado de Fisiología Humana"**. Guyton, A. Editorial Interamericana
- **“Bases Fisiológicas de la práctica Médica”**. Best y Taylor. Editorial Panamericana. 12da. Edición.
- **Fisiología del Deporte”**. Fox, E. Bowers, R. Editorial Panamericana. 3ra. Edición 1995.
- **“Evaluación Fisiológica del Deportista”**. Duncan-Mac Dougall. Editorial Paidotribo. 1995.
- **“Fisiología del trabajo Físico”**. Astrand-Rodahl. Editorial Panamericana. 3ra. Edición.1992.
- **“Bioquímica de Harper”**. Murray et. Al. Editorial El Manual Moderno. 14ª Edición. 1998.
- **“Análisis y Control del Rendimiento Deportivo”**. Viru, A: y Viru, M. Editorial Paidotribo. 1º Edición, 2003.

## **Bibliografía específica para Valores normales de frecuencia Respiratoria según edades:**

- Gazitúa, Ricardo (15 de noviembre de 2014) Manual de semiología. Universidad Católica de Chile
- Lindh, Wilburta, et al. (en inglés) Delmar's Comprehensive Medical Assisting: Administrative and Clinical Competencies. Cengage Learning, 2009.
- Rodríguez-Molinero A. et al., Normal respiratory rate and peripheral blood oxygen saturation in the elderly population. J Am Geriatr Soc. 2013 Dec; 61 (12):2238-40.
- McArdle, William D. et al., Exercise Physiology: *Energy, Nutrition, and*
- *Human Physiology*, Lippincott Williams & Wilkins, 2006

## **Evaluaciones**

**Se tomarán 2 (dos) parciales y 1 (un) recuperatorio.**

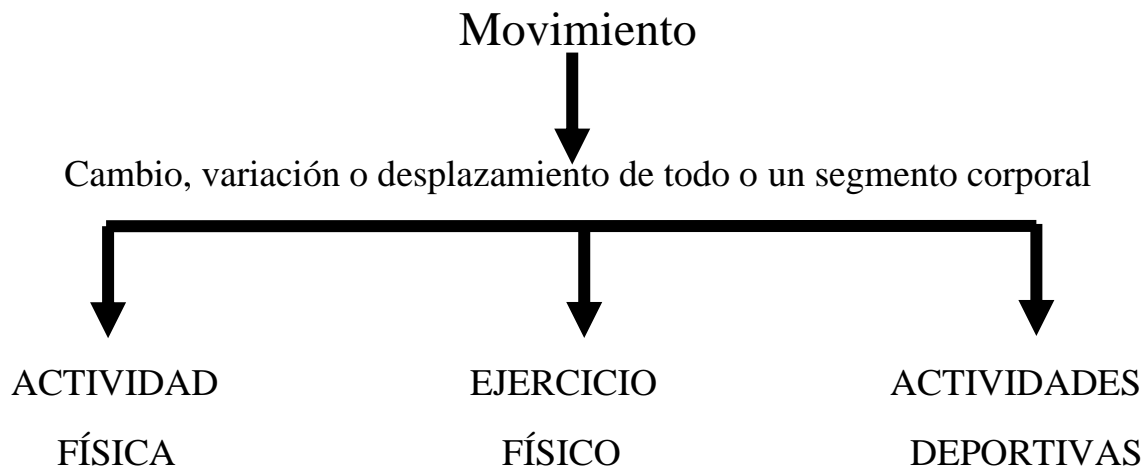
**Régimen de Promoción: de acuerdo con lo establecido por el Consejo Superior promocionan la materia aquellos que obtengan como mínimo 7 (siete) en ambos parciales o en su instancia recuperatoria.**

**Aquellos alumnos que se presenten a rendir libre la materia la modalidad es:**

- 1- Presentar una monografía de algún tema especificado en el programa (consultar con el titular de la Cátedra)**
- 2 – Examen escrito**
- 3 - De haber aprobado los ítems anteriores se presentará para el examen oral**

# DEFINICIONES

- *Movimiento*
- *Actividad Física*
- *Ejercicio Físico*
- *Actividades deportivas*



## Actividad Física

“CUALQUIER MOVIMIENTO CORPORAL PRODUCIDO POR LOS MÚSCULOS ESQUELÉTICOS QUE EXIJA GASTO DE ENERGÍA”  
(OMS)

- Cocinar
- Pasear al perro
- Lavar los platos
- Llevar bolsas
- Caminar
- Lavar el auto, etc.

## EJERCICIO FÍSICO

“...ACTIVIDAD PLANIFICADA, ESTRUCTURADA, REPETITIVA Y REALIZADA CON UN OBJETIVO...” (OMS) con el fin de producir un mejor funcionamiento del propio organismo.

### SISTEMATIZACIÓN

Orden

Intensidad

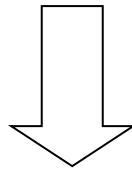
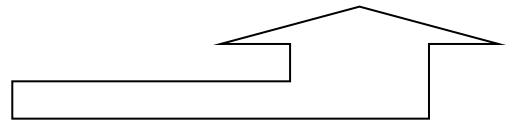
Dificultad

1.- Testear

2.- Planificar: de acuerdo con objetivos

3.- Dosificar

4.- Retestear

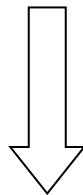


## **PROFESOR/LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICA**

## ACTIVIDADES DEPORTIVAS

SITUACIÓN DE COMPETENCIA INSTITUCIONALIZADA,

BAJO REGLAS DE JUEGO



GRUPO DE TRABAJO:

Entrenador

Preparador físico

Médico Deportólogo

Nutricionista

**Bibliografía:**

- Delgado, M. y Tercedor, P. (2002). *Estrategias de intervención en educación para la salud desde la Educación Física*. Zaragoza: INDE.
- Sánchez- Pinilla, R. (1992). *Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud*. Madrid: Díaz de Santos.
- <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>

## **Unidad Temática 1: Sistemas Energéticos**

**Para comprender en profundidad este tema, comenzaremos a describir cómo se realiza la DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES, para obtener por su CATABOLISMO, ENERGIA.**

### **1) HIDRATOS DE CARBONO**

Se incorporan a través de la ingesta:

- **LACTOSA** (leche)
- **ALMIDÓN** (harinas, arroz, etc.)
- **SACAROSA** (azúcar)

En el intestino se degradan en monosacáridos:

- **GALACTOSA**
- **GLUCOSA**
- **FRUCTOSA**

Se absorben hacia las células intestinales, pero en ellas tanto la fructosa como la galactosa se transforman en **GLUCOSA**, por lo tanto, lo que pasa a la sangre es fundamentalmente **GLUCOSA**, pero también pasan en pequeña medida como Fructosa y Galactosa.

***LOS HIDRATOS DE CARBONO SOLAMENTE SE ABSORBEN EN EL INTESTINO COMO MONOSACARIDOS.***

### **2) LÍPIDOS**

SE INCORPORAN POR MEDIO DE LA INGESTA:

- **TRIGLICÉRIDOS (TG)**
- **COLESTEROL**
- **FOSFOLÍPIDOS**

En el intestino por acción de las Sales biliares los triglicéridos se degradan en ácidos grasos y glicerol y así separadamente, los ácidos grasos, se absorben por medio de los conductos lácteos para desembocar transformados en quilomicrones en los conductos linfáticos. El Glicerol pasa a la sangre y va al hígado.

Los fosfolípidos se degradan en fósforo y ácidos grasos, los cuales siguen el mismo camino descrito para los ácidos grasos provenientes de los triglicéridos.

El colesterol se esterifica (ésteres de colesterol) y también se absorbe incorporándose a los quilomicrones.

**Colesterol Esterificado: Es cuando a una molécula de Colesterol se le une un ácido graso.**

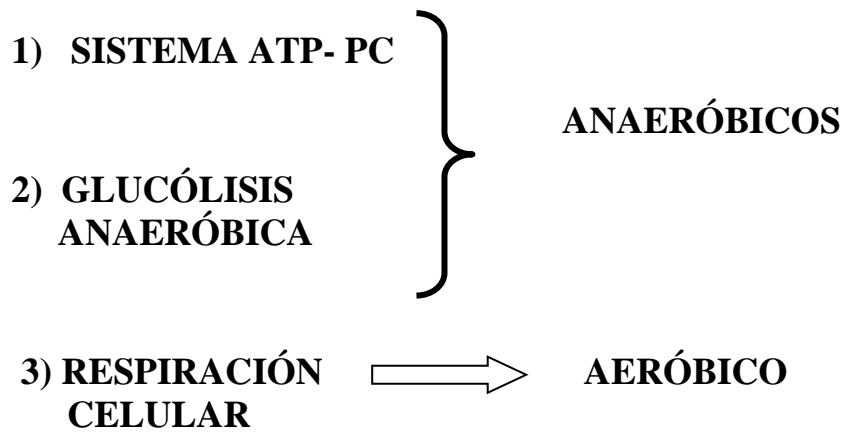


### **3 PROTEÍNAS**

Las proteínas ingeridas se degradan en el estómago en péptidos cada vez más cortos hasta separarse totalmente en **AMINOÁCIDOS**, de esa forma se absorben a la célula intestinal y así llegan al hígado para que dicho órgano los distribuya a todos los tejidos por medio de la sangre.

***LAS PROTEÍNAS NO SE ABSORBEN COMO TAL, SINO COMO AMINOÁCIDOS  
EN LAS CELULAS INTESTINALES.***

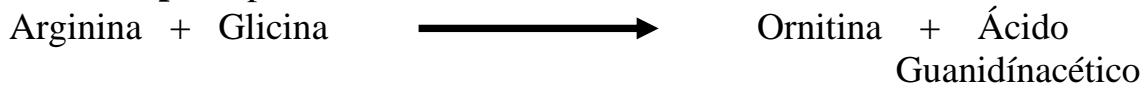
## SISTEMAS ENERGÉTICOS



### Síntesis de Creatina

Se utilizan 3 aminoácidos: Arginina, Glicina y Metionina

La 1º Etapa se produce en el riñón:



La 2º Etapa se realiza en el Hígado:



**Por lo tanto, la CREATINA es un METABOLITO resultante de la utilización de 3 aminoácidos, no es un AMINOÁCIDO.**

### SISTEMA ATP- PC

Este sistema energético se basa en la transferencia del ácido fosfórico (fósforo inorgánico) entre la Creatina y el ATP.

Cuando el ATP se va utilizando, la fosfocreatina va transfiriendo su fosfato al ADP y de esa manera se va reponiendo continuamente el ATP.



Esta reacción está catalizada por la CPK (creatínfosfoquinasa) la cual posee tres isoenzimas diferentes según su localización:

- CPK MM: específica del músculo
- CPK BB: específica del cerebro
- CPK MB: específica del corazón

Cuando la actividad muscular es demasiado alta y no están preparados los demás sistemas energéticos para reponer ATP para que éste a su vez refosforile a la creatina, se produce la siguiente reacción química:

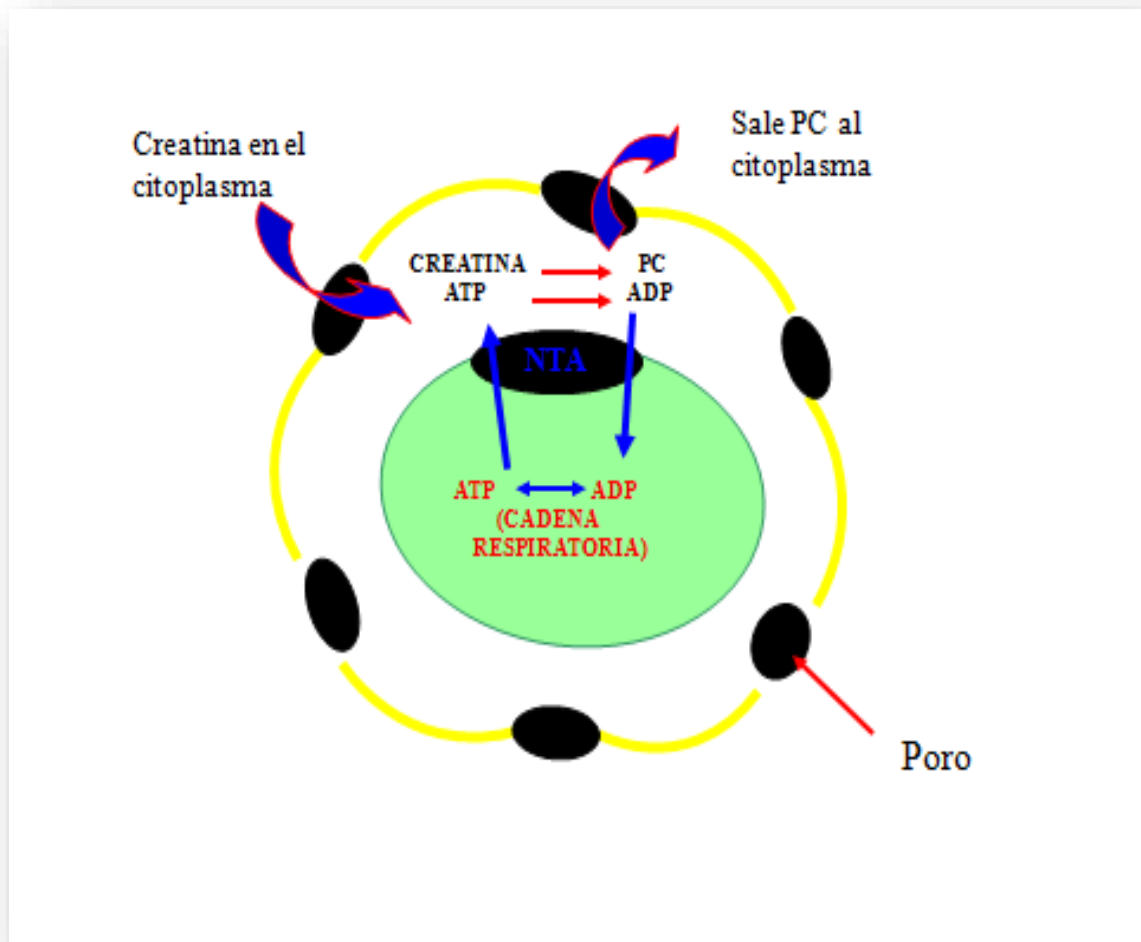


La **CREATININA** es una sustancia muy soluble y difusible por lo cual sale de la célula muscular hacia la sangre y es fácilmente eliminable por el riñón hacia la orina.

### ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN FORMA DE FOSFOCREATINA

- El ATP no constituye la principal reserva celular de enlaces energéticos
- La cantidad de ATP es suficiente para un corto período
- Es mucho más abundante la fosfocreatina ya que se encuentra en una concentración cinco veces mayor que el ATP
- La fosfocreatina se forma por la transferencia directa de un grupo fosfato desde el ATP a la creatina cuando la concentración de ATP es elevada
- No existe otra ruta para la formación de Fosfocreatina
- El depósito de fosfocreatina se llena cuando el ATP está en alta concentración
- Este sistema es especialmente importante en el músculo esquelético, pero se encuentra también en el músculo liso, células nerviosas, hígado, riñón y otros tejidos

## FOSFORILACIÓN DE LA CREATINA EN EL ESPACIO INTERMEMBRANOSO MITOCONDRIAL



**NTA**: Nucleótido Transportador de Adenina

# SISTEMAS ENERGÉTICOS

## ANAERÓBICOS

Está en relación directa con ejercicios INTENSOS Y EXPLOSIVOS.

### 1) SISTEMA ATP-PC

- Es el primero que se pone en acción cuando comenzamos el ejercicio.
- Depende de los depósitos de ATP y PC muscular.
- Dura de 30 a 40 segundos.
- Su pico MÁXIMO se alcanza entre los 6'' y 10 ''.
- Su MAYOR O MENOR DURACION dependerá de la MASA MUSCULAR.
- Se lo denomina: ANAERÓBICO-ALÁCTICO O ALACTÁSIDO

### 2) GLUCÓLISIS ANAERÓBICA O NO OXIGENO DEPENDIENTE

- Es el 2do. mecanismo que se pone en funcionamiento.
- Se denomina no O<sub>2</sub> dependiente, pues el aceptor de H<sup>+</sup> es el NAD<sup>+</sup>.
- Dura de 1 a 4 minutos. No utiliza O<sub>2</sub> y produce Ácido Láctico.
- Se lo denomina: ANAERÓBICO-LÁCTICO O LACTÁSIDO

## AERÓBICO

### 3) RESPIRACIÓN CELULAR

- Se realiza en la MITOCONDRIA.
- Es el 3er. mecanismo que se pone en funcionamiento.
- En este sistema se completa el CATABOLISMO DE LA GLUCOSA, ÁCIDOS GRASOS Y AMINOÁCIDOS

SISTEMA	DURACIÓN	UTILIZA O <sub>2</sub>	COMBUSTIBLE	RESIDUO
ATP-PC	30 – 40 seg.	NO	-----	Creatinina
GLUCÓLISIS ANAERÓBICA	2'	NO	Glucosa	Ácido láctico
Sistema AERÓBICO	Más de 2'	SI	Glucosa, Lípidos y Aminoácidos	-----

**Aclaración:** Según la intensidad y duración del Ejercicio Físico, va a predominar un Sistema Energético sobre el otro (siempre trabajan los tres), eso es lo que se denomina: “*CONTINUUM O CONTINIUM ENERGETICO*”

## POTENCIA

ES LA APTITUD FÍSICA DE UN INDIVIDUO PARA REALIZAR SU MÁXIMO ESFUERZO EN EL MENOR TIEMPO POSIBLE

## RESISTENCIA

ES LA APTITUD FÍSICA DE UN INDIVIDUO PARA REALIZAR UN EJERCICIO A LO LARGO DEL TIEMPO

**POTENCIA** { **ANAERÓBICA:** depende del sistema ATP-PC  
**AERÓBICA:** depende de la Mitocondria

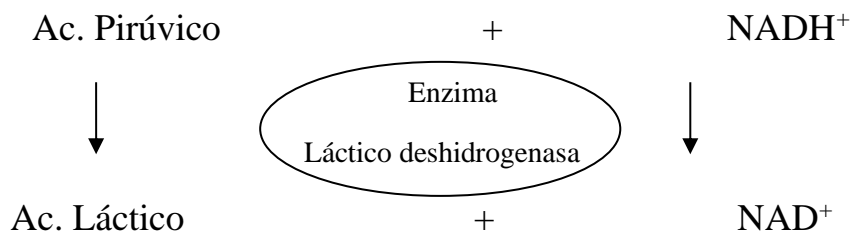
**RESISTENCIA** { **ANAERÓBICA:** depende de la Glucólisis Anaeróbica y también colabora el sistema ATP-PC  
**AERÓBICA:** depende de la Mitocondria

## Metabolismo del Ácido láctico

La glucólisis anaeróbica es un proceso que se produce en el citoplasma celular por el cual se obtiene energía en forma de ATP.

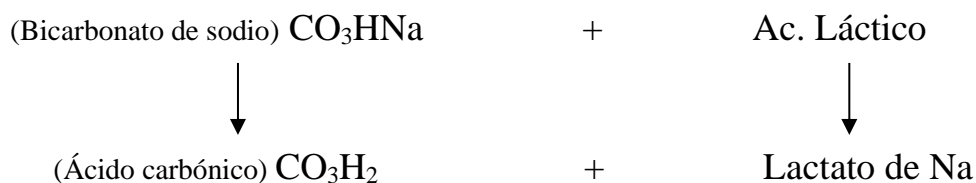
En el paso final de este proceso metabólico se obtienen 2 moléculas de ATP y 2 de **ácido pirúvico**.

El proceso por el cual el pirúvico se transforma en ácido láctico se produce por la acción de la enzima láctico deshidrogenasa (LDH), la cual transfiere un hidrogenión desde un  $\text{NADH}^+$  hacia el pirúvico. El  $\text{NADH}^+$  (reducido) queda  $\text{NAD}^+$  (oxidado) y el Pirúvico se transforma en Láctico.



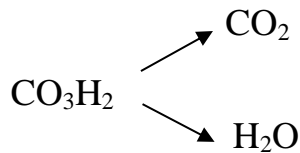
Aún en condiciones de reposo se produce ácido láctico en pequeñas cantidades; por el contrario durante la actividad física se producen grandes cantidades de ácido láctico (dependiendo de varios factores como intensidad, duración, estado nutricional, etc.) cuando no hay oxígeno suficiente para que el ácido pirúvico siga la vía aeróbica para la obtención de energía es decir ingrese a la mitocondria; es entonces que el ácido láctico es trasladado desde el citoplasma celular (o sarcoplasma en el caso de las células musculares) al torrente sanguíneo a través de las lanzaderas. Las lanzaderas son proteínas transportadoras específicamente del ácido láctico. Ese proceso se denomina **“Lavado del ácido láctico”**.

Cuando el ácido láctico llega a la sangre, por acción del sistema buffer bicarbonato de sodio-ácido carbónico se produce una transposición de cationes entre el bicarbonato de sodio ( $\text{CO}_3\text{H}^- \text{Na}^+$ ) y el ácido láctico es decir el catión  $\text{Na}^+$  se une al ácido láctico y éste a su vez le cede un  $\text{H}^+$  al anión bicarbonato ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ ) resultando que se obtenga ácido carbónico ( $\text{CO}_3\text{H}_2$ ) por un lado y lactato de sodio por otro.



A continuación, ambas sustancias siguen rutas diferentes. El ácido carbónico se separa en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . El  $\text{CO}_2$  estimula los quimiorreceptores periféricos aumentando la frecuencia respiratoria y finalmente se exhala. El  $\text{H}_2\text{O}$  se elimina por la sudoración.

Este proceso se realiza gracias a la enzima *Anhidrasa Carbónica*.



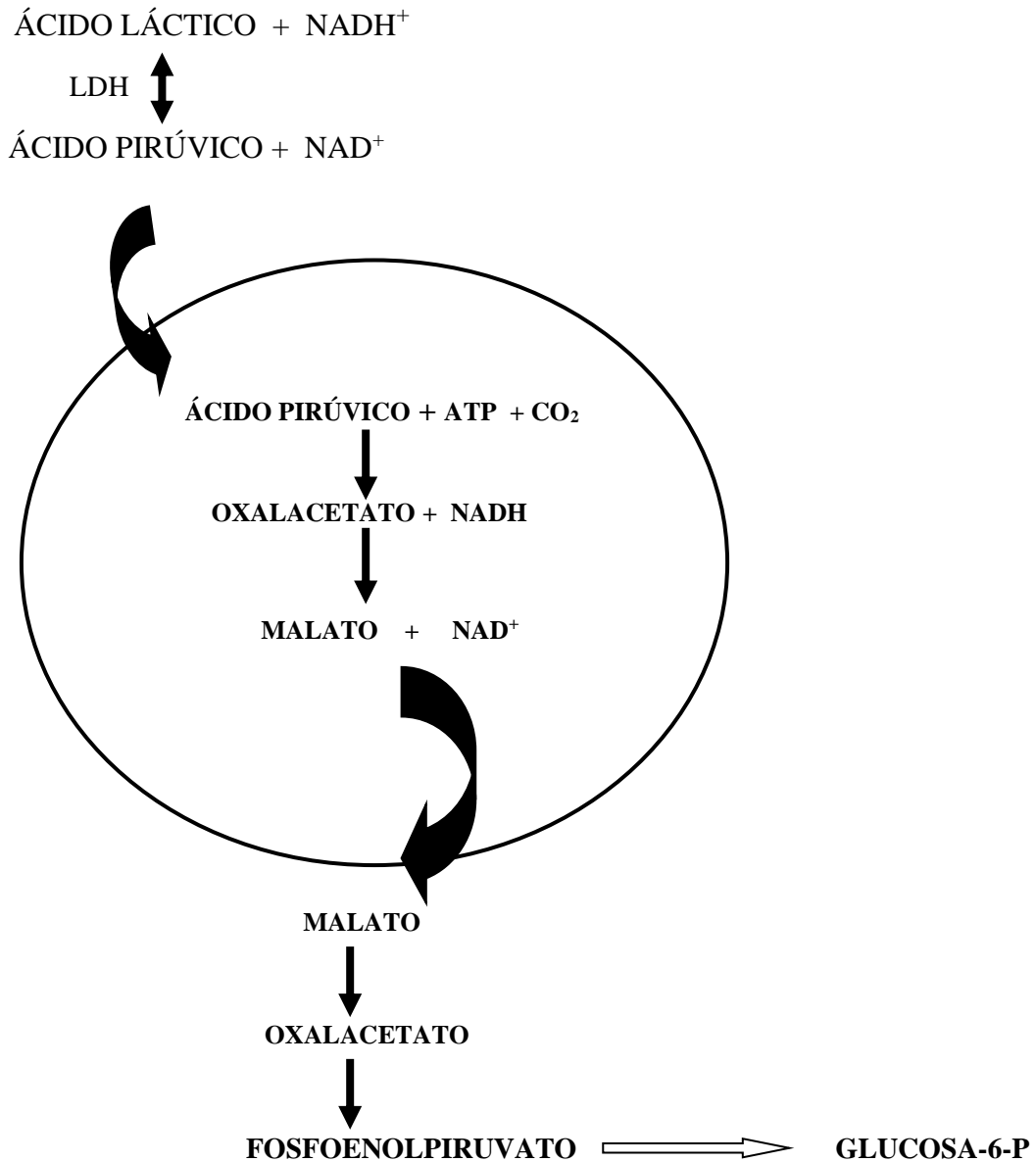
Por otro lado, el lactato de sodio, que es una sustancia neutra y por eso no afecta el pH de la sangre, recorre el torrente sanguíneo hasta llegar al hígado (también a células de músculos inactivos) donde estas células lo toman y se produce el proceso de Neoglucogénesis (transformar el ácido láctico en glucosa).

### REMOCIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO

*Tanto en el hígado como en los músculos inactivos, durante el ejercicio, se produce la remoción del ácido láctico.*

En este proceso el ácido láctico primero se transforma en ácido pirúvico por acción de la enzima LDH en el citoplasma. El pirúvico penetra en la matriz mitocondrial donde se une con una molécula de  $\text{CO}_2$  y con gasto de ATP se transforma en oxalacetato. La enzima que cataliza esta última reacción es la piruvatocarboxilasa. Dentro de la mitocondria el oxalacetato se reduce a malato a expensas del  $\text{NADH}^+$ . El malato sale de la mitocondria y en el citoplasma se convierte nuevamente en oxalacetato, el cual se decarboxila, se fosforila gastando un GTP y se transforma en fosfoenolpiruvato.

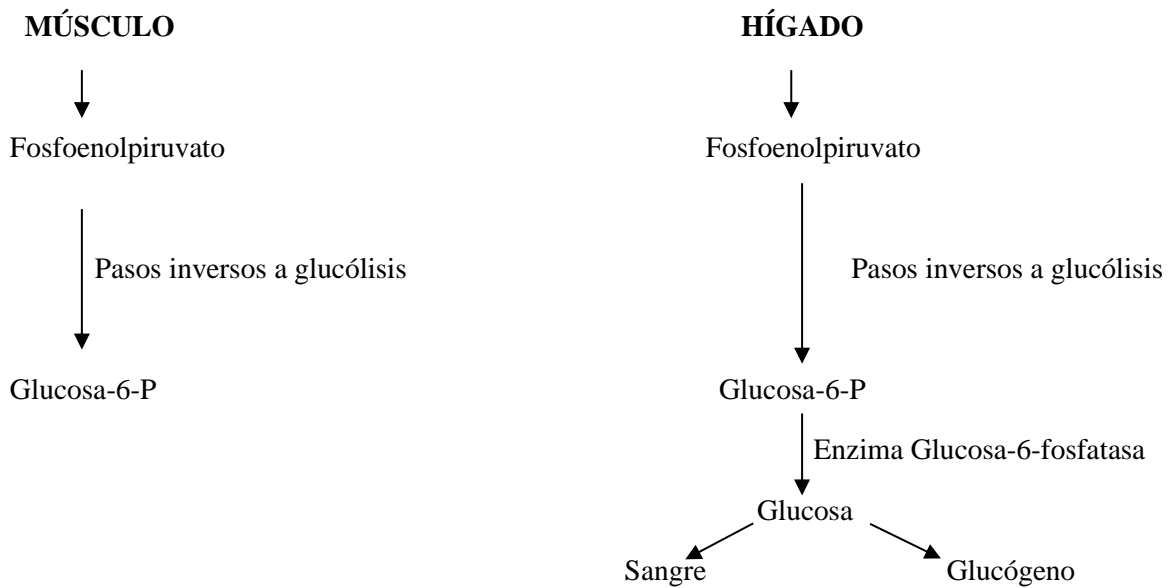




A partir del fosfoenolpiruvato se invierten todos los pasos de la glucólisis (ya que son todos reversibles) hasta que se produce GLUCOSA-6-P.

En el músculo se obtiene entonces glucosa-6-P que puede ser reutilizada para obtener energía o guardarla como glucógeno dependiendo de las necesidades de la célula.

El hígado posee una enzima llamada glucosa-6-fosfatasa la cual permite defosforilar a la glucosa-6-P y obtener glucosa; por lo tanto, según las necesidades del organismo, guarda a la glucosa-6-P como glucógeno o la defosforila y envía glucosa nuevamente al torrente sanguíneo.

**RESUMIENDO:**

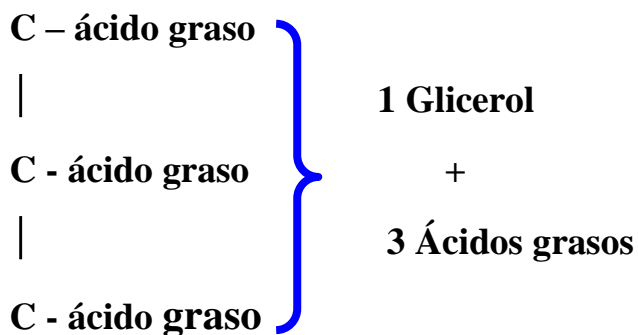
*Así, a partir de un “desecho” como es el Ácido Láctico, se obtiene Glucosa para obtener energía nuevamente.*

## LIPÓLISIS Y LIPOGÉNESIS

### LIPÓLISIS

Es la degradación o catabolismo de los lípidos con el fin de obtener energía en forma de ATP. Los ácidos grasos son degradados para obtener energía en las células de todos los tejidos, con excepción del tejido cerebral el cual solamente puede utilizar hidratos de carbono para obtener energía.

**1º Etapa:** consiste en la degradación de los TG en 1 molécula de glicerol y 3 moléculas de ácidos grasos, proceso que se produce en el tejido adiposo.

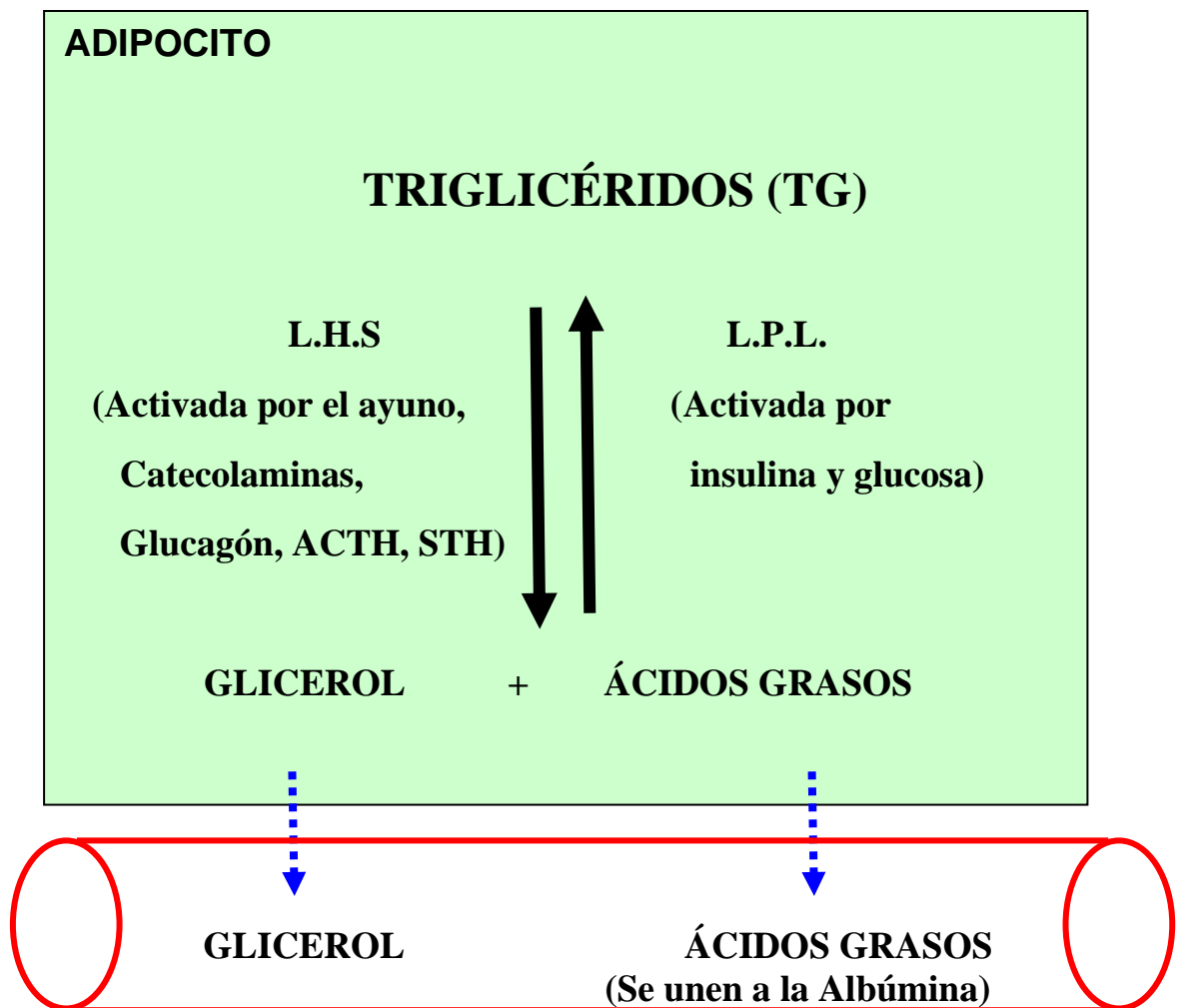


En el adipocito los triglicéridos se degradan en ácidos grasos y glicerol. La enzima que actúa en esta reacción de degradación de lípidos se llama LIPASA HORMONO SENSIBLE (L.H.S.), la cual es activada por:

- **ADRENALINA** y NORADRENALINA (Son las que ejercen el mayor efecto)
- **GLUCAGON**
- **GROWTH HORMONE U HORMONA DE CRECIMIENTO** (efecto más lento)
- **ACTH**
- **HORMONAS TIROIDEAS Y GLUCOCORTICOIDES**  
(Son facilitadoras por estimular al AMPc)
- **AYUNO**

Es inhibida por: **INSULINA**

El glicerol obtenido es captado por el hígado para formar glucosa y los ácidos grasos son transportados en sangre por la albúmina y son captados por el músculo.



Una vez que los ácidos grasos ingresaron a la célula muscular se dirigen al hacia la mitocondria. Pero la entrada de los ácidos grasos de cadena larga y algunos de cadena mediana hacia la matriz mitocondrial no se produce sino a través de una sustancia que actúa como transportadora de ácidos grasos y esa sustancia es la CARNITINA.

### ¿Qué es la carnitina?

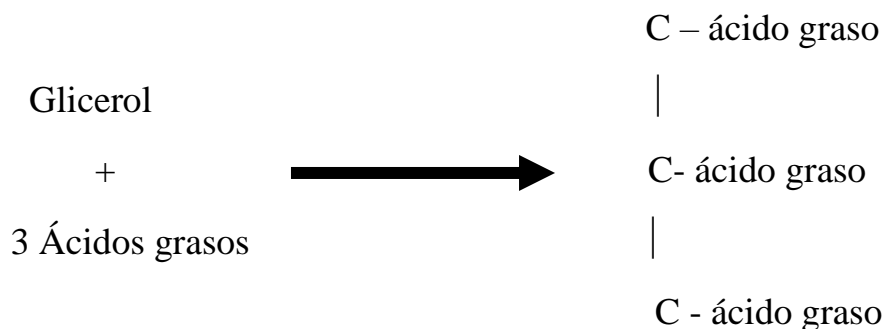
Es una sustancia orgánica que se sintetiza en hígado y riñón a partir de un aminoácido llamado metionina (NOMBRE QUÍMICO: betahidroxi-gama-petil-amonio). Se encuentra ampliamente distribuida en el organismo, pero es especialmente abundante en el músculo.

Los ácidos grasos no pueden ingresar a la mitocondria a menos que se unan con la carnitina debido a que la membrana interna es muy selectiva en parte por la presencia de *cardiolipina*.

El catabolismo de los ácidos grasos comienza en la matriz mitocondrial con el proceso llamado BETA OXIDACIÓN, que consiste en la liberación repetida de dos átomos de carbono (es decir un grupo acetilo) que se unen con la CoenzimaA para dar AcetilcoenzimaA. El proceso se repite una y otra vez hasta que toda la molécula de ácido graso pasa a formar tantas moléculas de AcetilCoA como la mitad de átomos de carbono tenía en su cadena. La AcetilCoA sigue el proceso catabólico que ya hemos descrito para la AcetilCoA proveniente de la glucosa o sea el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria para sintetizar ATP.

## LIPOGÉNESIS

A semejanza de otros procesos de degradación y de síntesis, el proceso lipogénico NO es la inversa de la lipólisis, es decir que intervienen enzimas diferentes con el propósito de regular ajustadamente ambas vías.



En este proceso interviene una enzima llamada LPL (Lipoproteínlipasa) la cual es estimulada por la insulina.

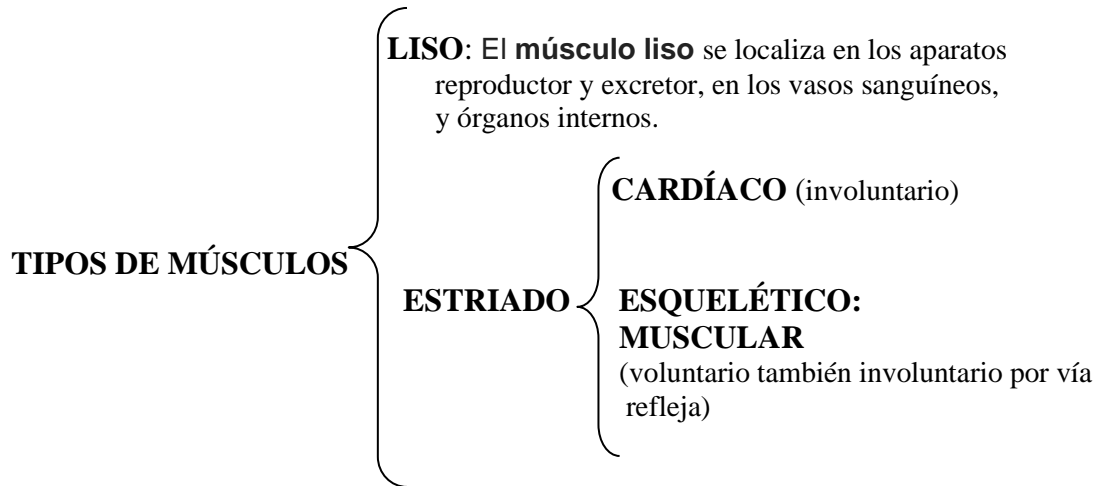
## **METABOLISMO DE LAS PROTEÍNAS**

### ***CATABOLISMO DE LAS PROTEÍNAS O PROTEÓLISIS***

El primer paso consiste en “cortar” la proteína en sus aminoácidos constitutivos, luego se produce la desaminación o sea pérdida del grupo AMINO del aminoácido, el cual se elimina por el riñón previa transformación en urea. La cadena carbonada restante puede seguir varios caminos:

- ✦ Entrar a la mitocondria y dar ATP (por la vía del ciclo de Krebs o cadena respiratoria)
- ✦ Convertirse en glucosa (por la vía de la neoglucogénesis).

## **FIBRAS O CELULAS MUSCULARES**



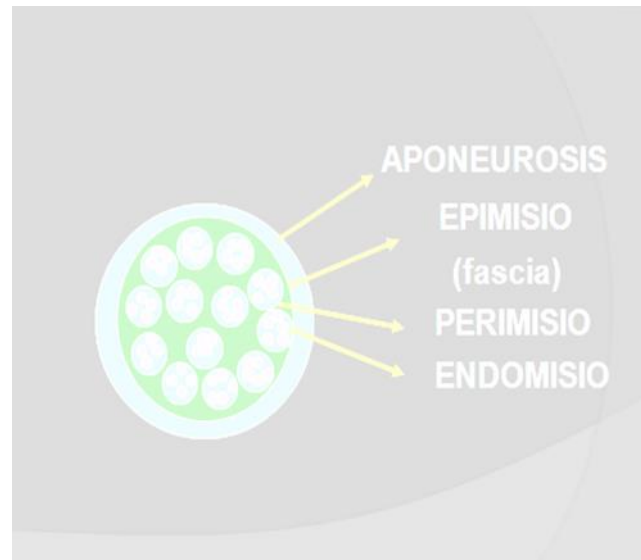
**MUSCULO LISO:** Uninucleado

**MUSCULO ESTRIADO:** Multinucleado

El músculo estriado esquelético está formado por grupo de haces musculares que se unen a un tendón en cada extremo.

De la superficie a la profundidad del músculo encontramos las siguientes estructuras:

1. APONEUROSIS: Membrana de naturaleza fibrosa que mantiene al músculo en posición anatómica (normal); dicha aponeurosis continúa en el tendón denominándose dicha membrana PERITETONEO.
2. EPIMISIO: tejido conectivo fibroso por debajo de la aponeurosis que envuelve al músculo. También llamado Fascia.
3. PERIMISIO: Vaina de tejido conectivo que envuelve a los haces musculares
4. ENDOMISIO: Vaina de tejido conectivo que envuelve a las fibras o células musculares separándolas anatómicamente entre sí.



La unidad funcional dentro de un músculo es: LA UNIDAD MOTORA.

Está constituida por un grupo de células musculares inervadas por una sola fibra nerviosa motora (motoneurona).

Lo que determina la fuerza muscular no es tanto la hipertrofia (tamaño) sino el reclutamiento de mayor cantidad de motoneuronas.

**CÉLULA MUSCULAR.** Características diferenciales

La célula del músculo esquelético es una célula cilíndrica elongada; esa forma fusiforme es lo que hace que se le llame “FIBRA”.

La fibra muscular o célula muscular consta de:

- SARCOLEMA
- MIOFIBRILLAS
- SARCOPLASMA
- RETÍCULO SARCOPLÁSMICO

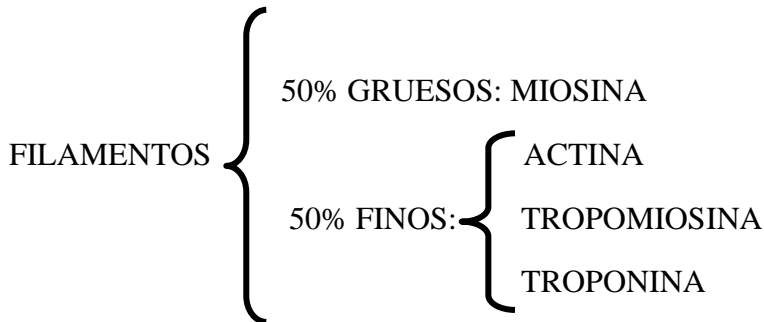
**Sarcolema:** Es el equivalente a la membrana celular. Es una delgada membrana elástica que envuelve a la célula del músculo estriado. Participa en el transporte de sustancias y en la conducción eléctrica.

**Retículo sarcoplásmico:** como toda célula tiene un retículo sarcoplásmico granular (síntesis proteica), un retículo sarcoplásmico agranular o liso (síntesis de lípidos) y por último un retículo formado por vesículas que contienen en su interior Calcio que se llama retículo sarcoplásmico.

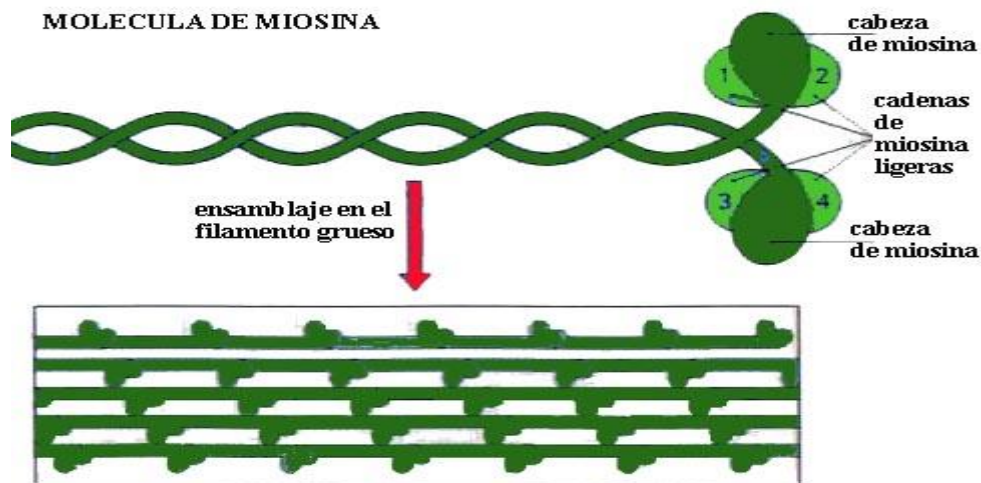
**Sistema T:** del sarcolema se desprenden a intervalos más o menos regulares, tubuladuras que se “meten” entre las miofibrillas y entran en contacto con el retículo sarcoplásmico; esos tubos son el sistema T.

La célula muscular es multinucleada, teniendo en algunos casos varios cientos de núcleos en una sola célula.

**Miofibrillas:** están constituidas por proteínas. Hay miofibrillas contráctiles y no contráctiles (citoesqueleto) en la célula muscular. Las miofibrillas contráctiles están constituidas por filamentos proteicos gruesos y finos.



### **FILAMENTO GRUESO: Miosina**

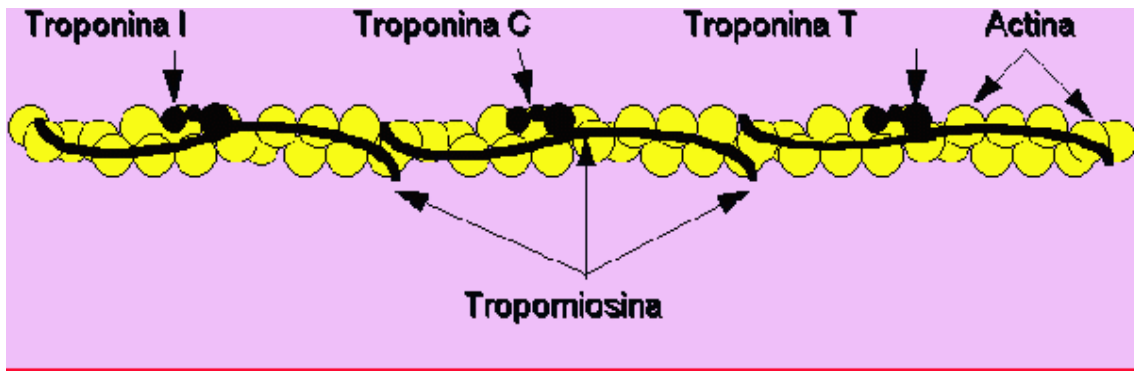


Se asemeja a un palo de golf con una "cabeza" formada por meromiosina pesada (aproximadamente es una sexta parte de la longitud total) y un largo cuerpo o "cola" formada por meromiosina liviana.

El sitio responsable de su actividad enzimática y de su afinidad por la actina se encuentra en su "cabeza" globular (meromiosina pesada) en donde se encuentra la ATPasa de la miosina, y los sitios responsables de su afinidad por otras moléculas adyacentes de miosina están en su cola (meromiosina liviana). La unión por las colas es tan fuerte que se llaman "filamentos fijos".



## **FILAMENTOS FINOS**



La troponina y la tropomiosina regulan la formación y ruptura de contactos entre filamentos gruesos y finos durante la contracción. La tropomiosina es una proteína formada por largas cadenas polipeptídicas que se unen de extremo en extremo con cierta superposición en forma de hebras continuas muy delgadas a lo largo de la actina.

La troponina es una proteína globular y se ubica en los extremos de la tropomiosina. Activa o desactiva al filamento de actina.

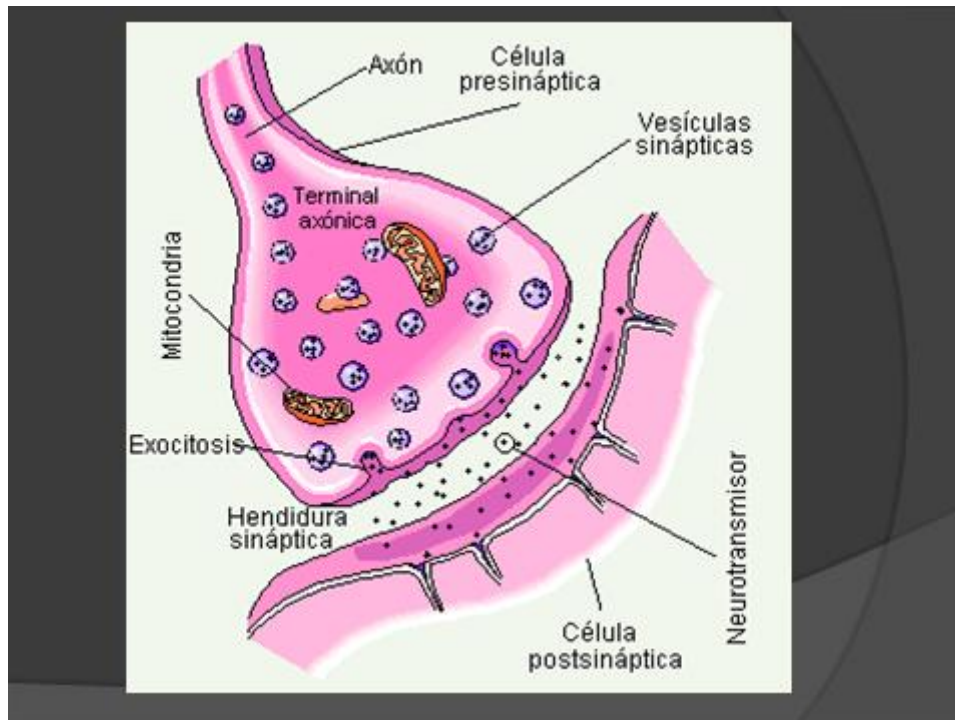
Contiene 3 subunidades:

- ♥ *Troponina-C*: en este sector se une el Calcio
- ♥ *Troponina-I*: Inhibitoria, capaz de inhibir la interacción actina-miosina
- ♥ *Troponina-T*: Fuertemente unida a la tropomiosina.

## **MECANISMO DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR**

La contracción comienza con el estímulo generado en la motoneurona, cuya membrana se despolariza y libera moléculas de acetilcolina que estaban contenidas en vesículas en el terminal nervioso del axón. Los receptores de acetilcolina que se encuentran en la placa neuromuscular se unen a la Acetilcolina liberada por el terminal nervioso.

Dicha unión produce la despolarización de la membrana sarcoplásmica y la apertura de canales iónicos, entrando  $\text{Na}^+$  al interior de la fibra muscular.



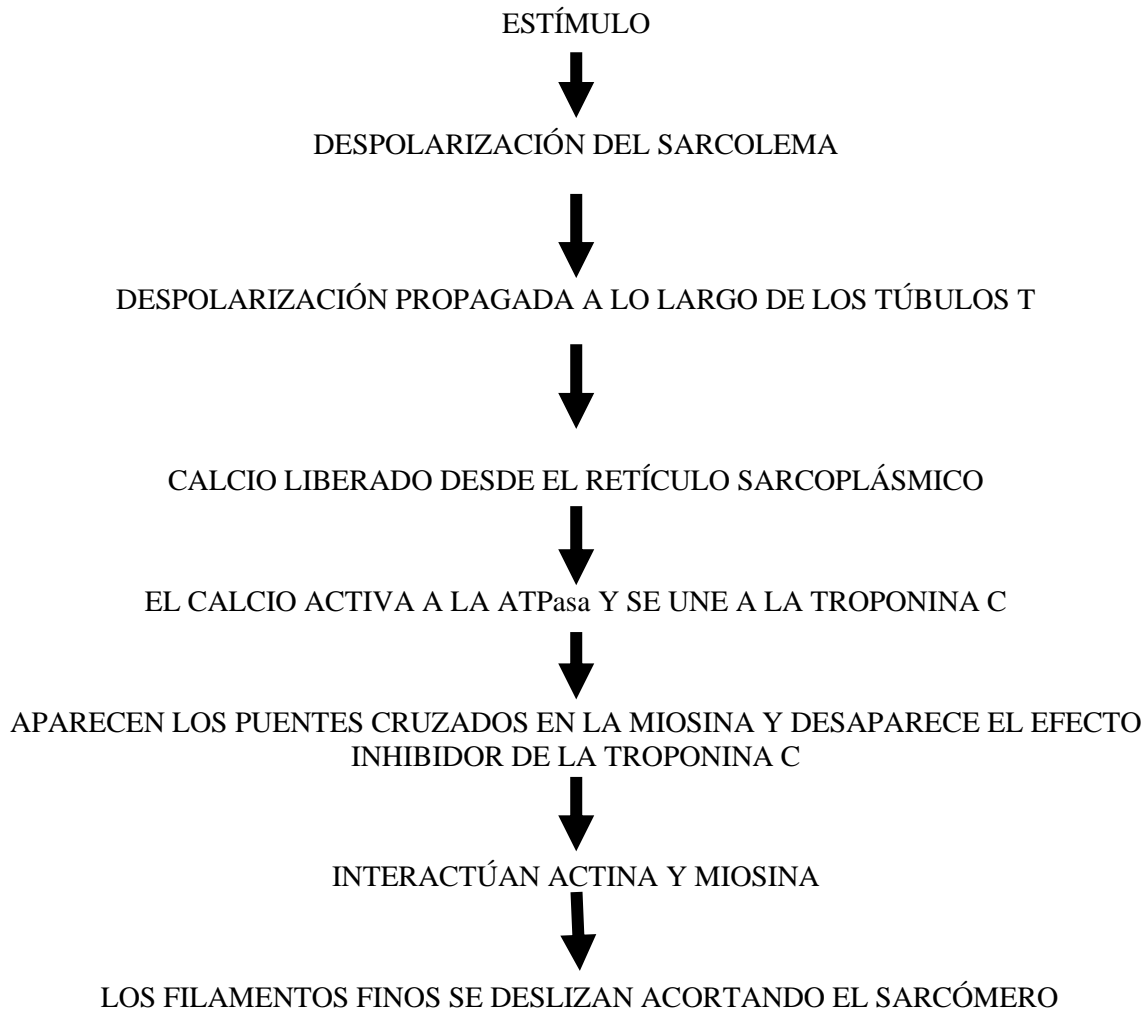
La despolarización se transmite rápidamente a través de invaginaciones de la membrana citoplasmática de la fibra muscular que penetran hacia el interior de la célula, llamados TÚBULOS T; estos túbulos están en contacto con el retículo sarcoplásmico por lo cual la despolarización se transmite al retículo sarcoplásmico el cual libera grandes cantidades de calcio que posee en sus cisternas.

El flujo de iones Calcio hacia el citoplasma inicia la contracción de las miofibrillas en cuestión de milisegundos por lo que todas se contraen al mismo tiempo.

Por un lado, algunos iones calcio se dirigen hacia la cabeza de la miosina activando a la enzima ATPasa de la miosina, la cual libera energía por ruptura del ATP, esa energía determina que en la cabeza de la miosina aparezcan unas prolongaciones llamadas “puentes cruzados”. Al mismo tiempo otros iones calcio se dirigen hacia la troponina C, se unen a esa proteína y cambian su conformación por lo que la troponina se desprende de la tropomiosina la cual a su vez “desenvuelve” a la actina dejándola en situación de unirse a la miosina. Los puentes cruzados de la miosina se unen con la actina la cual se desliza sobre la miosina generando el acortamiento del sarcómero y por lo tanto la contracción muscular.

## RELAJACIÓN

Cuando termina el estímulo la acetilcolina se degrada por la acción de la enzima acetilcolinesterasa (o colinesterasa o CHE) y al cesar la interacción con los receptores de membrana se produce la repolarización de ésta porque actúa la bomba de sodio-potasio, también actúa una bomba en el retículo sarcoplásmico la cual bombea al calcio rápidamente hacia el interior del retículo. Ambas bombas trabajan a expensas del ATP. Cuando el calcio desaparece del sarcoplasma la miosina se queda sin ATP, por lo cual los puentes cruzados que estaban sobre la actina desaparecen y la actina se “despega” de la miosina, y como no hay calcio la troponina comienza a sujetar a la tropomiosina la cual envuelve a la actina y la separa totalmente de la miosina por lo cual las miofibrillas se relajan.



## CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS MUSCULARES

Según el tiempo que tarda una fibra muscular en llegar a su **TENSIÓN PICO O MÁXIMO**, lo cual se relaciona también con el tiempo de relajación, es lo que determina el tipo de fibra.

	<b>Fibras Tipo I</b>	<b>Fibras Tipo II</b>
Tiempo en mseg	80-100	40-80
ATPasa de la Miosina	Menor actividad	Mayor actividad
Péptidos	Cadena pesada lenta Cadena liviana lenta Poca cadena liviana rápida	Cadena liviana rápida Cadena pesada rápida No tienen C. P. L.
Retículo Sarcoplásmico	Menor cantidad	Mayor cantidad

### **Ambas tienen igual relación ACTINA/MIOSINA**

	TIPO I	TIPO IIa	TIPO IIb
Motoneurona	pequeña	grande	grande
Velocidad de conducción (descarga)	baja	alta	alta
Velocidad contráctil	baja	alta	Muy alta
Densidad capilar (flujo sanguíneo)	alta	mediana	baja
Contenido de Mioglobina	alto	mediano	bajo
Contenido mitocondrial	alto	bajo	bajo
Actividad Enzimática Mitocondrial	alta	mediana	baja
Capacidad Aeróbica	alta	baja	baja
Resistencia	alta	mediana	baja
Contenido de Glucógeno	igual	igual	igual
Actividad Glucogenolítica	baja	alta	alta
Capacidad relativa de Producción de Ac. Láctico	baja	alta	alta

A los 5 meses de vida intrauterina está establecido el número de fibras de los grupos musculares. (MacCallum, 1898; Gollnick y col., 1981). Con el crecimiento y desarrollo varía el espesor de la fibra muscular. (Lockhart, 1973).

### Composición química

- Las **fibras tipo IIa** son las denominadas “**Rápidas Rojas**” pues poseen un alto poder oxidativo y glucolítico.
- Las **fibras tipo IIb** es la “Típica” **Fibra de Sacudida Rápida o Blancas** con alta potencia anaeróbica. **Son las llamadas “Rápidas blancas”**. En estudios de la ATPasa se determinó que en el grupo II aparecieron los subtipos IIa, IIb y IIc (**Billeter, Eximan y Howald, 1981**).

### Ubicación

- En general, en la región más periférica del músculo predominan las Fibras rápidas y blancas
- En una progresión estable hacia regiones donde predomina el mayor flujo sanguíneo aparecen las fibras altamente oxidativas
- Por lo tanto, las fibras musculares lentas se encuentran solamente en las porciones más profundas del músculo

### Predominio

Las fibras rápidas, especialmente las IIb (Blancas), componen casi el 80-95% de la musculatura de las extremidades de los mamíferos no primates. (Armstrong R.B.-Am. J. Anatomy 1984; 171: 259-272).

Las extremidades del ser humano están compuestas aproximadamente por un 50% de Fibras tipo I y un 50% de Fibras tipo II (IIa y IIb).

Las Fibras Tipo IIc representan aproximadamente el 1% del músculo.

### Reclutamiento de fibras en el ejercicio

◀ El reclutamiento neuromuscular de las Fibras durante el ejercicio se lleva a cabo por una respuesta fibrilar específica.

◀ Las Fibras tipo I pertenecen a unidades motoras que normalmente son reclutadas en primera instancia durante una tarea, por ejemplo, durante un simple trabajo postural.

◀ A medida que aumentan los requerimientos de la fuerza muscular (caminata, carrera o trote) comienzan a reclutarse las unidades motoras o Fibras tipo IIa (Rápidas rojas).

◀ Por último cuando la potencia muscular debe ser lo suficientemente grande para alcanzar altas velocidades de carrera o ejecutar un salto máximo se reclutan las Fibras tipo IIb (Rápidas blancas).

Este patrón ordenado de reclutamiento de las diferentes Fibras sirve como modelo fisiológico y metabólico muy útil a tener en cuenta al comenzar a efectuar un trabajo muscular, pues se utilizan en forma óptima los aspectos inherentes a las diferentes fibras.

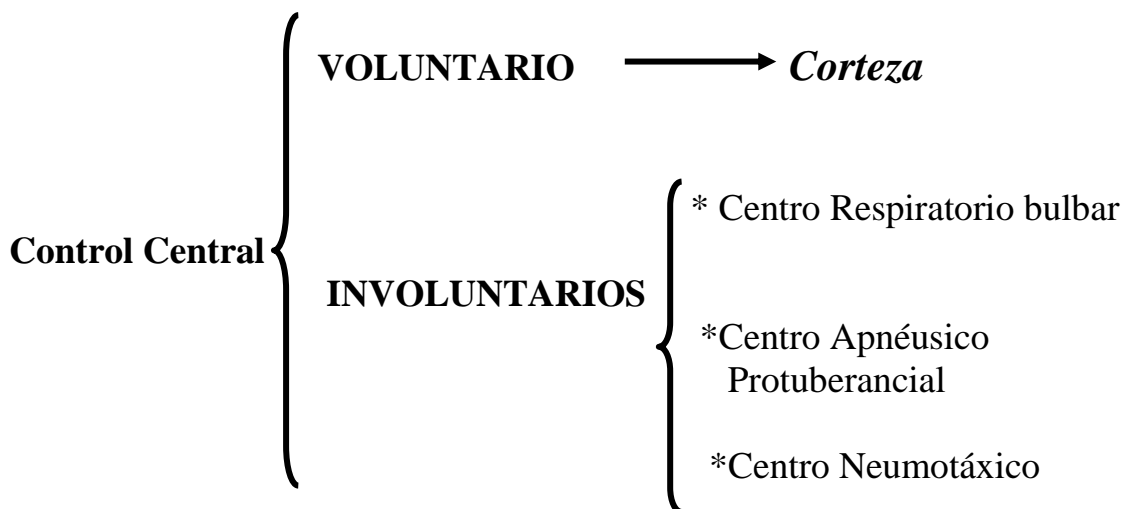
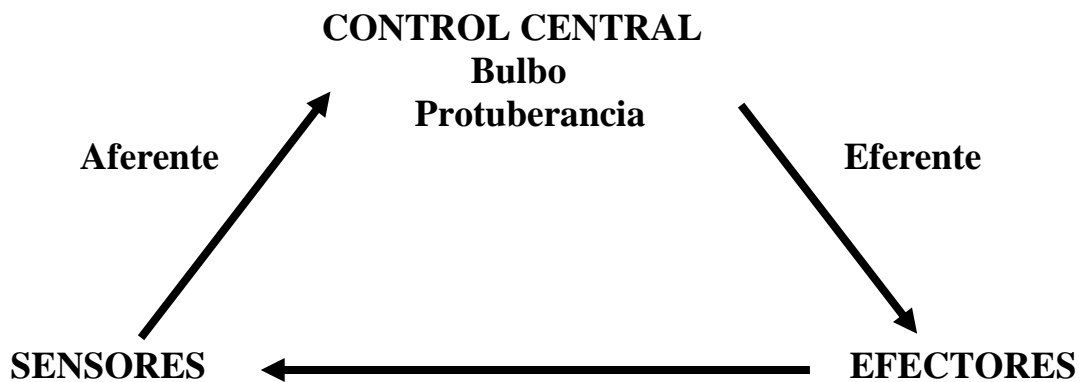
El soporte postural y la actividad física suave se logran con los músculos altamente oxidativos (resistentes a la fatiga) utilizando principalmente las Fibras lentas rojas (Tipo I); al comenzar la actividad moderada se reclutan las fibras tipo IIa (intermedias). En ambos casos el trabajo muscular puede ser sostenido gracias a un adecuado suministro de ATP por la respiración mitocondrial apoyada por un buen flujo sanguíneo y adecuado aporte de oxígeno. Por lo tanto, como dichos ejercicios pueden ser realizados en forma efectiva por las Fibras Rojas (I y IIa), el aporte o trabajo de las Fibras rápidas Blancas (IIb) es mínimo, siendo utilizadas en trabajos muy intensos y de corta duración o máxima potencia.

Los Maratonistas necesitan más glucógeno muscular. En ellos se da el llamado "SINDROME DE LOS 30km.", que es por agotamiento muscular por falta de glucógeno.

## APARATO VENTILATORIO

*La principal función del pulmón consiste en el intercambio gaseoso de  $O_2$  y  $CO_2$  entre la sangre y el gas alveolar para mantener valores normales de  $PO_2$  y  $PCO_2$*

## CONTROL DE LA VENTILACIÓN



**EUPNEA**: ventilación normal (10 a 14 /min)

**TAQUIPNEA**: aumento de la FR (mayor de 16/min)

**BRADIPNEA**: Disminución de la FR o alteración del ritmo ventilatorio (patologías neurológicas, ej.: ACV o stroke)

**HIPERPNEA**: Aumento de la amplitud respiratoria (Para un mismo estímulo hay mayor FR)

**DISNEA**: Dificultad Ventilatoria.

**Subjetiva**: es la que refiere la persona. Puede sentir sensación de falta de aire independientemente de la FR

**Objetiva**: Es la que se observa, independientemente de lo que refiere la persona.

## **INSPIRACIÓN**

### **EFECTORES**

- ♥ Diafragma
- ♥ Intercostales
- ♥ Accesorios: Esternocleidomastoideo y Escaleno
- ♥ Otros: Músculos del ala de la nariz y pequeños músculos de cabeza y cuello

## **ESPIRACIÓN**

### **MÚSCULOS ESPIRATORIOS MÁS IMPORTANTES**

Músculos de la pared abdominal

- ♥ Rectos anteriores
- ♥ Oblicuos Mayor y Menor
- ♥ Transverso del abdomen

¿Por qué tener **entrenados** los músculos abdominales?

1. Mayor elevación diafragmática y por ende mejor excursión
2. Mejora el retorno venoso por efecto compresivo sobre los órganos abdominales
3. Mejora junto con los espinales la alineación de la columna
4. Mejora el alumbramiento en el momento del parto
5. Mejora la defecación
6. Mejora la expulsión del vómito
7. Mejora la expectoración
8. Asma: ayuda a la espiración



## ¡Atención!!!!

Es una obligación que los músculos abdominales

ESTÉN CORRECTAMENTE ENTRENADOS,

Ya que esto mejora la calidad de vida de los individuos

El hábito de indicar la realización de abdominales como castigo es  
“UNA ABERRACIÓN”

## SENSORES PERIFERICOS

### QUIMIORRECEPTORES

*Son órganos que responden a los cambios en la composición química de la sangre o de otro líquido que los rodean.*

✓ Quimiorreceptores periféricos {  
Carotídeos  
Cuerpos Aórticos

✓ Quimiorreceptores centrales (Bulbo)

## VOLÚMENES PULMONARES

- ✓ **Volumen corriente:** Es el aire inspirado o espirado en una respiración normal
- ✓ **Volumen de la reserva inspiratoria**
- ✓ **Volumen de reserva espiratoria**
- ✓ **Volumen residual:** Gas que permanece en el pulmón luego de una máxima espiración.

## CAPACIDADES PULMONARES

**Es la combinación de dos o más volúmenes**

- **Capacidad vital:**  $VC + VRI + VRE$   
Es la cantidad máxima de aire que una persona puede exhalar luego de una máxima inspiración.
- **Capacidad pulmonar total:**  $CV + \text{Vol. Residual}$
- **Capacidad residual funcional:** es el aire que permanece en el pulmón luego de una espiración normal

## ESPACIO MUERTO

**Es aquel que VENTILA, pero no está PERFUNDIDO, por lo tanto, no realiza HEMATOSIS**

**Son las vías aéreas de conducción.**

- *Espacio Muerto Anatómico: Método de Fowler (1948) Analizador de Nitrógeno*
- *Espacio Muerto Fisiológico: Método de Bohr (1891) Volumen pulmonar que no intercambia  $CO_2$*

## **FRECUENCIA RESPIRATORIA**

**Frecuencia respiratoria normal por edad:**

- Niños (de 1 a 7 años): 18-30 respiraciones por minuto
- Adolescentes: 18-26 respiraciones por minuto
- Adultos: 12-18 respiraciones por minuto
- Mayores de 65 años: 12-28 respiraciones por minuto
- Mayores de 80 años: 10-30 respiraciones por minuto
- Adultos recreativos: 35-45 respiraciones por minuto
- Atletas: 60-70 respiraciones por minuto (valor máximo)
-

## **ADAPTACIONES DE LA FRECUENCIA VENTILATORIA**

- A mayor ventilación pulmonar es cada vez menor la FR para un mismo esfuerzo
- Aumento gradual de la FR
- Se tarda más en llegar a la FR Máxima
- Se llega a valores mayores de FR Máxima

### **Ventilación Pulmonar:**

$$V_L = FR \times VC$$

### **Ventilación Alveolar:**

$$V_a = FR \times (VC - EMA)$$

## **RELACIÓN V/Q**

Es la relación entre la ventilación y la perfusión y su valor es aproximadamente de 0,8.

- Irrigación es la sangre que llega a todas las células del organismo a través de las arterias y ramificaciones para la provisión de O<sub>2</sub> y nutrientes
- La perfusión es el lecho capilar que se forma alrededor de los alvéolos para la HEMATOSIS
- Hay que recordar que los gases tienden a subir y la sangre tiende a bajar por gravedad; por lo tanto, la relación V/Q que es de 0,8 significa que en los ápices o vértices pulmonares hay mayor ventilación que perfusión (hay más aire) y en las bases hay mayor cantidad de sangre (más perfusión).

**El ejercicio tiene como meta lograr que la relación V/Q sea lo más cercano a 1 en todas las áreas pulmonares.**

**A mayor ventilación y su correspondiente perfusión,  
MAYOR HEMATOSIS**

## **Adaptaciones Respiratorias**

**Aumento del trabajo de los músculos respiratorios**



**Mayor excursión diafragmática**



**Ventilación Pulmonar**



**Capacidad Vital Pulmonar**



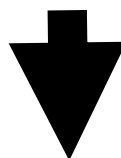
**Capacidad residual funcional**



**V/Q**



**Hematosis**



**MAYOR APTITUD FÍSICA**

# **INTERCAMBIO GASEOSO**

**DIFUSIÓN: el intercambio gaseoso se realiza a través del este proceso.**

Según la ley de FICK, el traslado de un gas a través de una membrana de tejido es:

- Directamente proporcional a su superficie y a la concentración del gas
- Inversamente proporcional al espesor de la misma
- La velocidad de traslado del gas es proporcional a una Constante de Difusión que depende de las propiedades de la membrana y de cada gas en particular

Propiedades de la membrana alvéolo-capilar

- Superficie del área de difusión: entre 50 a 100 m<sup>2</sup>
- Espesor de la membrana: Aproximadamente ½ micrón (Micrón: milésima parte de 1 mm)

Propiedades del Gas: La constante de difusión es:

- DIRECTAMENTE proporcional a la solubilidad
- INVERSAMENTE proporcional al PM

El O<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub> poseen alta Solubilidad y bajo Peso Molecular

## **TRANSPORTE DE GASES EN SANGRE**

### **Transporte del CO<sub>2</sub>**

Este gas es muy soluble, por lo tanto, se traslada como Bicarbonato. En un bajo porcentaje se une a la Hb denominándose este compuesto Carbaminohemoglobina.

### **Transporte del O<sub>2</sub>**

El oxígeno es transportado en un 97 % hacia los tejidos por la hemoglobina. Este compuesto se denomina Oxihemoglobina.

## SATURACION DE LA Hb

La entrada del primer átomo de O<sub>2</sub> a la molécula facilita la unión con los restantes oxígenos, esto hace que en el gráfico de porcentaje de saturación en función de la presión de O<sub>2</sub> se obtenga una curva de tipo sigmoidea.

### Efecto Bohr

Es la capacidad de desviar la curva de disociación de la Hb hacia la derecha de los ejes cartesianos. Por este efecto se libera más O<sub>2</sub> desde la OxiHb hacia los tejidos.

Los factores más importantes que producen el Efecto Bohr son:

- ⬇ Disminución del pH
- ⬆ Aumento de la Temperatura Corporal
- ⬆ Aumento del 2,3 di-P-glicerato (2,3DPG)
- ⬆ Aumento del CO<sub>2</sub>

## MIOGLOBINA

El color rojo de los músculos se debe a la mioglobina, proteína globular con un grupo Hemo y una cadena proteica (globina).

Tiene como función ser reservorio de O<sub>2</sub> en las células musculares.

### SEGUNDO AIRE (Segundo aliento)

Durante los primeros minutos de ejercicio se puede experimentar una sensación de falta de aire (disnea) pareciendo la carga muy agobiante o agotadora, pero esta dificultad cede al disminuir la carga o estímulo, experimentando lo que se denomina "segundo aliento". Varios son los factores que producen dicho fenómeno.

#### 1. Acumulación de metabolitos

Durante los primeros minutos del ejercicio hay acumulación de metabolitos en los músculos respiratorios activados y en la sangre, porque el transporte de oxígeno no es totalmente adecuado para satisfacer las necesidades.

#### 2. Hipoventilación

También al comienzo de la actividad física hay una hipoventilación debido a que hay una demora en la regulación química de la respiración.

### **3. Falta adecuación longitud/tensión músculos intercostales**

Debido a la hipoventilación se produce este fenómeno por falta de adecuación longitud/tensión de dichos músculos.

### **4. Trabajo anaeróbico músculos respiratorios**

Los músculos respiratorios son forzados a trabajar anaeróbicamente durante los primeros minutos de ejercicio eso trae como consecuencia:

#### **Puntada de costado**

Se produce un dolor punzante en el costado (sobre todo el derecho) por hipoxia en el diafragma. Es más común en personas no estrenadas y generalmente aparece cuando se comienza un ejercicio pesado poco después de una comida, pues no se realiza correctamente la redistribución del flujo sanguíneo debido al secuestro intestinal para la digestión de los alimentos y absorción de los nutrientes.

#### **Hipótesis de dolor de origen esplénico (bazo)**

Antes se creía que el dolor se producía por un vaciamiento de depósitos de sangre en el bazo y la contracción que ocurría en éste, pero en el ser humano el bazo no tiene función de depósito de sangre. Más aún, en personas sin bazo (esplenectomizadas) también ocurre dicho dolor.

LOS ATLETAS BIEN ENTRENADOS QUE REALIZAN UNA ADAPTACION PRE-ENTRENAMIENTO O PRE-COMPETITIVA ADECUADA, RARA VEZ EXPERIMENTAN DICHO DOLOR.

## **ALTERACIONES DEL ESTADO ACIDO-BASE MÁS FRECUENTES EN EL EJERCICIO FÍSICO**

- **ALCALOSIS RESPIRATORIA:** se produce en la altura. Por disminución de la  $pO_2$  hay hiperventilación, lo cual produce disminución del  $CO_2$ , y esto lleva a la acidosis. El riñón compensa lentamente reduciendo la cantidad de  $H^+$  eliminados.
- **ACIDOSIS METABÓLICA:** se produce en la actividad física por el aumento del ácido láctico y lo compensa el pulmón hiperventilando. También se produce en casos de diabetes por falta de insulina, aumento de la lipólisis y como consecuencia producción de cuerpos cetónicos.

## SISTEMA CARDIOVASCULAR

PAREDES CARDÍACAS:

- PERICARDIO
- MIOCARDIO
- ENDOCARDIO

### MIOCARDIO

**Miocardio**

**Contráctil**

**Especializado o exitoconductor**

### **Contráctil**

Es el músculo cardíaco propiamente dicho, cuya contracción, es la que hace que el corazón actúe como una bomba impelente. Su espesor (grosor de la pared) es de 5 a 10 veces mayor en los ventrículos que en las aurículas. A su vez, su espesor es aproximadamente 3 veces mayor en el ventrículo izquierdo con respecto al derecho.

### **Especializado o excitoconductor**

- Nodo o nódulo sinusal o de Keith y Flack (1906-1907)
- Nodo o nódulo aurículoventricular o de Aschoff-Tawara
- Haz de His
- Fibras de Purkinje



## **Activación cardíaca**

- ♥ **Automatismo o Cronotropismo:** es la capacidad que tiene el corazón de producir su propio impulso eléctrico en el nódulo sinusal.
- ♥ **Excitabilidad o Badmotropismo:** es la capacidad que posee la célula miocárdica de responder célula a célula o excitarse bajo cambios de voltaje para conducir el impulso eléctrico.
- ♥ **Conductibilidad o Dromotropismo:** es la capacidad que posee la célula cardíaca especializada de conducir el impulso eléctrico.
- ♥ **Contractilidad, Inotropismo o Sístole:** es la capacidad que posee la célula cardíaca de contraerse ante el estímulo eléctrico.
- ♥ **Relajación, Lusitropismo o Diástole:** es la capacidad que posee la célula de relajarse cuándo cesa el estímulo eléctrico.

## **Ciclo cardíaco**

Es la secuencia y relaciones temporales entre sí de los fenómenos eléctricos y mecánicos que se producen en el corazón. Se diferencian tres fases sucesivas:

1. Sístole (contracción) auricular.
2. Sístole (contracción) ventricular.
3. Diástole (relajación) ventricular.

## **Volúmenes Cardíacos**

### **Volumen o Descarga Sistólica:**

Es el volumen de sangre que expulsa el corazón en cada sístole.

### **Volumen de fin de diástole ventricular izquierdo (V.F.D.V.I.):**

Es el volumen que tiene el V.I. luego de su máxima relajación.

El llenado ventricular se produce en un 80% por relajación de ventrículo y en un 20% por la sístole auricular.

**Volumen de fin de sístole ventricular izquierdo (V.F.S.V.I.):**

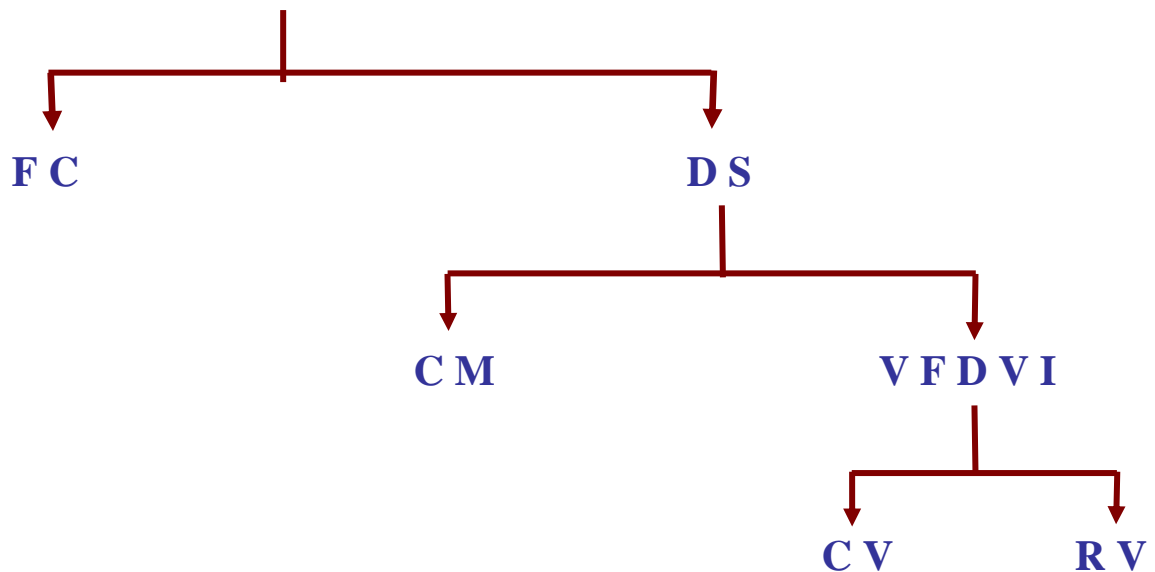
Es el volumen que tiene el V.I. luego de su máxima contracción.

**Volumen Minuto o Gasto Cardíaco:**

Es la cantidad de sangre que expulsa el corazón por minuto. Depende de la frecuencia cardíaca y el volumen o descarga sistólica. En sujetos entrenados alcanza valores de 35-40 l/min durante un esfuerzo máximo. Para poder determinarlo individualmente se toma el:

**INDICE CARDÍACO:**

En condiciones basales es de 3,5 litros por metro cuadrado de superficie corporal por minuto.

**ADAPTACIONES CARDIOVASCULARES****VOLUMEN MINUTO O GASTO CARDÍACO**

**FC:** Frecuencia Cardíaca

**DS:** Descarga sistólica

**CM:** Contractilidad miocárdica

**VFDVI:** Volumen de Fin de Diástole Ventricular Izquierdo

**CV:** Compliance Ventricular

**RV: Retorno Venoso**

- **Vis A Tergo**
- **Vis Ad Látere**
- **Vis A Fronti**

## **Contractilidad Miocárdica**

Es el aumento de la contracción del Miocardio Contractil tanto en reposo como durante el Ejercicio Físico.

Puede ser:

- ✓ Aumento sin Hipertrofia
- ✓ HVIC: Hipertrofia Ventricular Izquierda Concéntrica
- ✓ HVIE: Hipertrofia Ventricular Izquierda Excéntrica

**Hipertrofia:** aumento del espesor o grosor de las paredes miocárdicas a predominio del VI

En general, en los deportistas hay 2 tipos:

**HVIC:** Hipertrofia Ventricular Izquierda Concéntrica, donde aumenta el grosor de la pared del miocardio, pero sin modificación sustancial del VFDVI.

**HVIE:** Hipertrofia Ventricular Izquierda Excéntrica, donde predomina el aumento del tamaño de la cavidad ventricular, si bien también hay aumento del grosor de la pared.

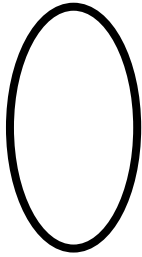
En la HVC el VFDVI es menor que el la HVE, por lo tanto se expulsa más volumen del mismo.

La HVC se encuentra en general en los deportistas de ejercicios Explosivos  
Ej.: Velocistas.

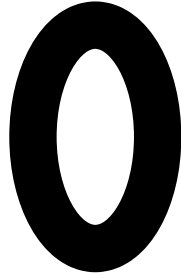
La HVE se encuentra en general en los deportistas de ejercicios continuos.  
Ej.: Maratón.

Por lo tanto para mantener un Volumen Minuto normal (de 6 litros aproximadamente) el mecanismo compensatorio del Corazón de Atleta es disminuir la FC.

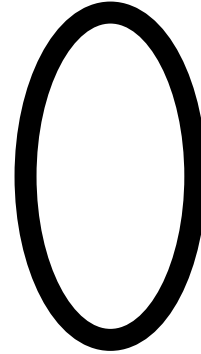
NORMAL



HVIC



HVIE



### VALORES EN REPOSO

	VFDVI	VS	%VFDVI	FC	VM
Normal	150	75	50	80	6000 ml
HVC	150	100	70	60	6000 ml
↑ de CM sin hipertrofia	150	100	70	60	6000 ml
HVE	200	100	50	60	6000 ml

**En reposo, los individuos que realizan  
Ejercicio físico y los atletas  
tienden a tener  
BRADICARDIA SINUSAL**

## **FRECUENCIA CARDÍACA**

### **FRECUENCIA CARDÍACA (Media poblacional)**

**Hombres: 80 latidos/min**

**Mujer: 85 latidos/min**

## **REGULACIÓN EXTRÍNSECA DE LA FRECUENCIA CARDÍACA**

EL NODULO SINUSAL ESTÁ RICAMENTE INERVADO POR FIBRAS SIMPÁTICAS Y PARASIMPÁTICAS

	<b>SNA Simpático</b>	<b>SNA Parasimpático</b>
<b>Neurotransmisor</b>	<b>Catecolaminas</b>	<b>Acetilcolina</b>
<b>Receptores en el nódulo sinusal</b>	<b><math>\beta</math> adrenérgicos</b>	<b>muscarínicos</b>
<b>Efecto cronotrópico</b>	<b>+</b>	<b>---</b>
<b>Receptores en el miocardio contráctil</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>Efecto inotrópico</b>	<b>+</b>	<b>No se observa</b>

## **FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA TEÓRICA**

Durante el ejercicio la FC Máx. (media poblacional) culmina a los 10 años y es de 220 latidos por minuto.

A medida que aumenta la edad, la FC Máx. durante el ejercicio disminuye 1 latido por año de vida.

Hay dos formas de medir la FC Mx: \* directa

\* indirecta

**Desde hace años se toma fórmula de Fox y Haskell (1971) como Frecuencia Cardíaca Máxima la fórmula:**

**220 - edad en años**

**ESTA FÓRMULA ESTÁ ESTANDARIZADA A NIVEL MUNDIAL Y PARA REALIZAR PRUEBA ERGOMÉTRICA GRADUADA (P.E.G.) COMUNMENTE DENOMINADA ERGOMETRÍA O PRUEBA DE ESFUERZO**

### **OTRAS FÓRMULAS QUE SE UTILIZAN PARA MEDIR FC MÁXIMA TEÓRICA**

**Fórmula de Karvonen:** que utiliza la frecuencia cardíaca para determinar la intensidad del ejercicio. Este método tiene en cuenta la FC de reposo del individuo y la FC de reserva (diferencia entre la FC Max y la de FC de reposo). Para determinar la FC de entrenamiento (FCE) se añade un porcentaje de la FCR a la FC de reposo.

Ej.: FC Máx. 188 latidos.

FC de reposo: 88 latidos

Intensidad del ejercicio: 70% FCR

FCE: = (% de FCR) x (FC Máx - FC de reposo) + FC de reposo

$0.70 \times (188-88)+88 = 131 \text{ lat. /min.}$

Esto me indica que con 131 latidos, este sujeto está entrenando al 70% de su capacidad máxima.

### **Frecuencia máxima teórica (ACSM)**

$210 - (1/2 \times \text{edad}) - 1 \%$  peso (libras) + 0 si es varón o 4 si es mujer

Las recomendaciones generales de la ACSM para el desarrollo del fitness cardiorrespiratorio van desde el 40 al 85% de la FC de reserva, equivalente al 55-90% de la FCmax.

### **En forma Directa:**

Medirla al final de un esfuerzo intenso y prolongado (Stamford 1988)

Medirla en una prueba de esfuerzo máximo

Medirla con cardiotacómetro en campo en ejercicio o Test continuos

Medirla con cardiotacómetro en campo en ejercicio o Test intermitentes

## **ADAPTACIONES DE LA FRECUENCIA CARDÍACA** **CON EL EJERCICIO FÍSICO**

- 1) Disminución de la FC en reposo (Bradycardia sinusal)
- 2) Mayor FC Reserva (FC Max – FC reposo)
- 3) Aumento paulatino de la FC durante el ejercicio
- 4) Tarda más tiempo en llegar a la FC Máxima
- 5) Mayor FC máxima en el ejercicio máximo
- 6) Menor tiempo de recuperación de la FC basal
- 7) Menor tiempo de recuperación de la FC de trabajo o de comienzo del ejercicio (Heredia-Gaitán 2008)

**COMPARACIÓN ENTRE ADAPTACIONES DE FRECUENCIA  
RESPIRATORIA Y FRECUENCIA CARDÍACA EN  
INDIVIDUOS ENTRENADOS**

	En reposo	A 60 % de su máximo	En ejercicio máximo
FRECUENCIA RESPIRATORIA	NO CAMBIA	Leve aumento	↑
FRECUENCIA CARDÍACA	Bradycardia sinusal	Leve aumento	↑

Heredia – Gaitán 2008

**"NIVEL MÍNIMO DETERMINADO" o  
"FRECUENCIA CARDÍACA DIANA"**

La mejoría física se logra cuando la FC llega a un **"NIVEL MÍNIMO DETERMINADO O FRECUENCIA CARDÍACA DIANA"**

Ésta es aproximadamente entre el 60 y el 85 % de la FC Máx.

**LA INTENSIDAD DEL EJERCICIO ES LA  
VARIABLE CLAVE PARA MEJORAR LA  
APTITUD FÍSICA**



## TENSIÓN ARTERIAL

La tensión arterial está determinada por dos factores:

$$\mathbf{TA = VM \times RVP}$$

TA: Tensión Arterial.

VM: Volumen Minuto.

RVP: Resistencia Vascular Periférica: depende de la densidad capilar (capilaridad) de los grandes grupos musculares.

### VALORES NORMALES DE TENSIÓN ARTERIAL

**DIURNA**

**NOCTURNA**

**120/80 mmHg**

**110/70 mmHg**

- ✓ TENSIÓN O PRESIÓN SISTÓLICA O MÁXIMA
- ✓ TENSIÓN O PRESIÓN DIASTÓLICA O MÍNIMA
- ✓ TENSIÓN O PRESIÓN DIFERENCIAL
  - Es la diferencia entre la Sistólica y la Diastólica.

**A MAYOR TENSIÓN DIFERENCIAL DURANTE  
EL EJERCICIO,  
MAS ADAPTADO ESTÁ EL INDIVIDUO**

**REDISTRIBUCIÓN DE FLUJO SANGUÍNEO O  
SECUESTRO SANGUÍNEO % DEL V.M.**

	PULMÓN	CORAZÓN	CEREBRO	APARATO DIGESTIVO	RIÑÓN	MÚSCULO
Reposo	100	4,5	10 a 15	20 A 25	20 A 25	15 A 20
Ejercicio	100	4,5	3 a 4	3 A 5	2 A 4	80 A 85

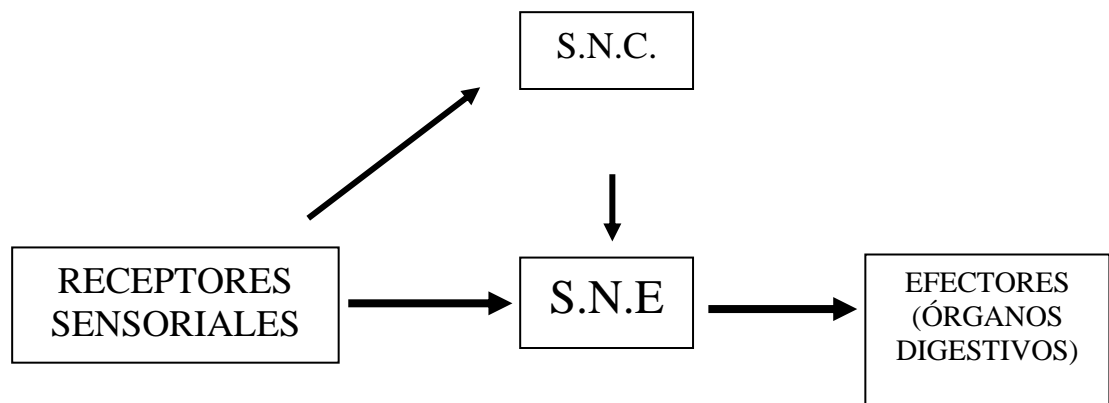
**Astrand-Rodahl**

# APARATO DIGESTIVO

El aparato digestivo tiene como función la incorporación de los alimentos a través de modificaciones químicas y físicas que los vuelven absorbibles; este proceso se llama **DIGESTIÓN**.

- **Alimento:** sustancia que contiene nutrientes
- **Nutriente:** toda sustancia que forma parte del organismo cuya ausencia o exceso produce enfermedad

## CONTROL DEL APARATO DIGESTIVO



### S.N.E: SISTEMA NERVIOSO ENTÉRICO PRODUCE

- ♣ AUMENTO DE LA MOTILIDAD INTESTINAL
- ♣ SECRECIÓN HORMONAL
- ♣ AUMENTO DE LA ABSORCIÓN HACIA LOS VASOS SANGUÍNEOS

## EFFECTOS DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO EN EL APARATO DIGESTIVO

	DESCARGA SIMPÁTICA (NORADRENALINA)	DESCARGA PARASIMPÁTICA (ACETILCOLINA)
<b>MOTILIDAD INTESTINAL</b>	↓	↑
<b>SECRECIONES</b>	↓	↑
<b>VASO CONSTRICCIÓN</b>	↑	-----
<b>ESFÍNTERES</b>	CONTRACCIÓN	RELAJACIÓN

### ADAPTACIONES DIGESTIVAS AL EJERCICIO

- Mayor cantidad de receptores para el SNA
- Mayor reacción del SNE
- Mayor vasoconstricción (secuestro sanguíneo)
- Contracción de esfínteres
- Disminución motilidad intestinal (peristaltismo)
- Disminución de la digestión y absorción de nutrientes (en especial Lípidos y Proteínas)
- Aumento de la absorción de H<sub>2</sub>O, CHO simples y electrolitos a temperaturas no mayores de 15° C.

## LIQUIDOS CORPORALES Y FUNCION RENAL

La función principal de los riñones es el mantenimiento del volumen y la composición de los líquidos corporales.

El agua es sin duda el componente más abundante, y constituye entre el 45 y el 75% del peso corporal, variando en función de la cantidad de tejido adiposo. Mientras que el músculo esquelético tiene más de 75% de H<sub>2</sub>O y los riñones más de un 80% el tejido adiposo tiene menos de un 10%.

Distribución del H<sub>2</sub>O total corporal:

En hombres —————> 60% del peso corporal en adultos jóvenes  
 En mujeres —————> 50% “

Este porcentaje disminuye con la edad.

## FILTRACION Y FLUJO SANGUINEO

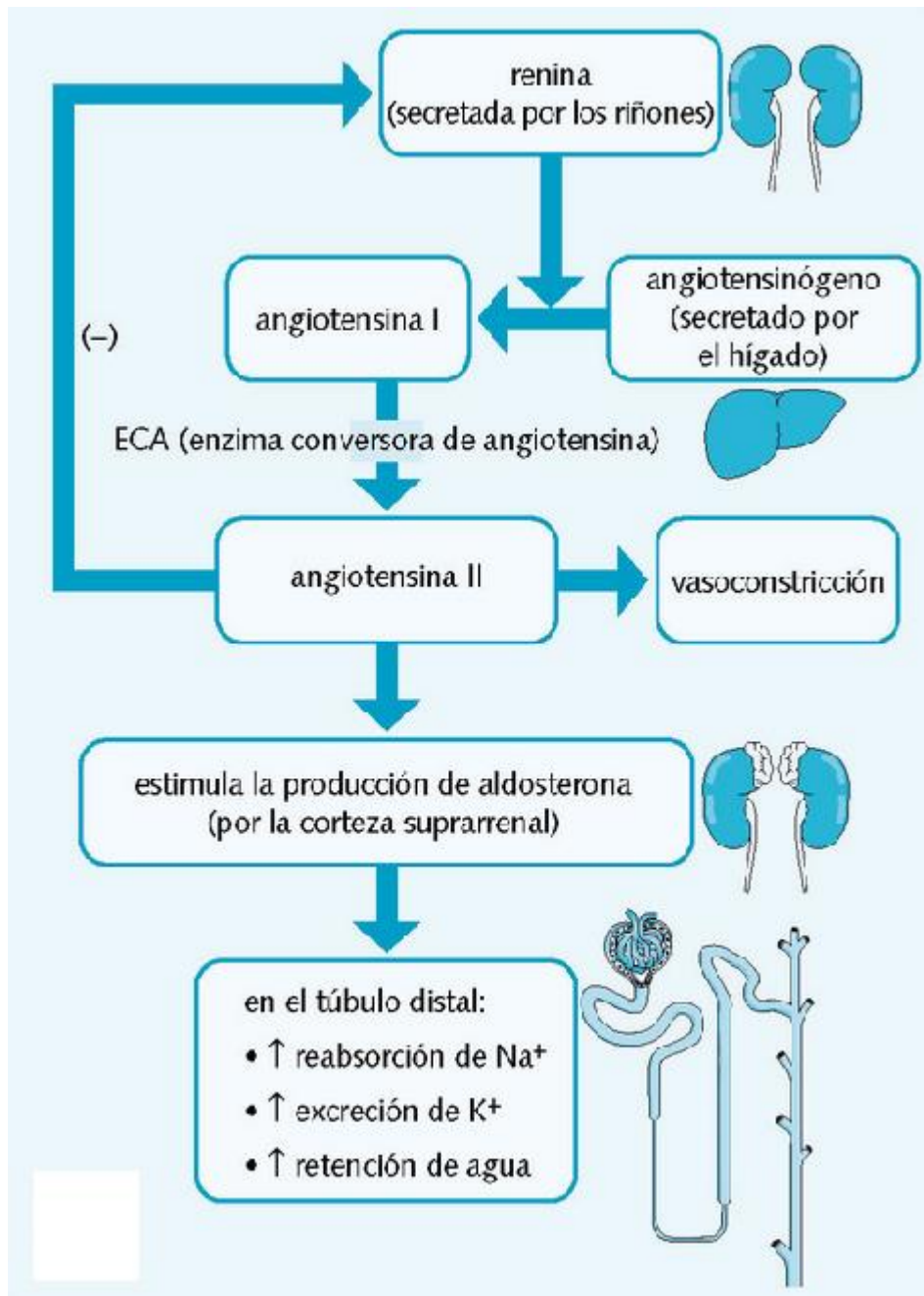
Los riñones reciben el 20 a 25% del volumen minuto del corazón, o sea que en promedio el FSR (flujo sanguíneo renal) es de 1700 ml/día. Esto es así porque el volumen sanguíneo total que es de ≈ 6 litros, pasa a través del riñón 300 veces por día.

Ese flujo renal se va modificando de modo tal que la orina contenga solamente aquellas sustancias que deben excretarse para preservar el volumen y composición de los líquidos corporales.

Esas modificaciones son:

- **La reabsorción tubular:** proceso por el cual el H<sub>2</sub>O y otras sustancias del filtrado glomerular (futura orina) se recuperan y vuelven a la sangre por medio de los capilares.
- **La secreción tubular:** proceso por el cual sustancias que están en la sangre pasan a través de las células que forman el epitelio tubular y se añaden al líquido tubular (futura orina).

## EJE RENINA-ANGIOTENSINA-ALDOSTERONA



# ***SISTEMA ENDOCRINO***

**Los dos sistemas principales de comunicación son:**

☯ **Sistema Nervioso**

☯ **Sistema Endocrino**

Las actividades coordinadas de los sistemas nervioso y endocrino que conllevan a una regulación intracelular de los sistemas enzimáticos, son la clave del buen funcionamiento metabólico y de la homeostasis (conservación del equilibrio del medio interno) del organismo.

Estos mecanismos reguladores controlan:

La supervivencia

Las adaptaciones al medio

La reproducción de los individuos

Ambos sirven como una red de **COMUNICACIÓN BIOLÓGICA**

## **REGULACIÓN NEUROENDÓCRINA**

### **Generalidades**

Las funciones del cuerpo están reguladas por el sistema nervioso y el endócrino; existiendo numerosas relaciones entre ambos sistemas, lo que hace que en la actualidad se hable de una regulación neuroendócrina; como dicha regulación se lleva a cabo a través de la liberación de sustancias hacia la sangre, se debe realizar en primer término, una somera descripción de las mismas.

## HORMONAS

En los organismos multicelulares (*tanto el hombre, como los animales y los vegetales*) las actividades relacionadas con el crecimiento, el desarrollo y la reproducción están bajo el control de sustancias químicas llamadas **“REGULADORES QUÍMICOS u HORMONAS”**.

Las hormonas se encargan de coordinar el buen funcionamiento del organismo para mantener el equilibrio. Las hormonas son secretadas por células que generalmente se reúnen formando órganos especializados o **“glándulas”** que no poseen conducto excretor, por lo que se dicen cerradas, y como el producto no es eliminado al exterior sino directamente al torrente sanguíneo se denominan **“glándulas de secreción interna o endocrinas”**.

Las hormonas actúan a distancia a través de la vía sanguínea a nivel de una célula denominada efector o diana o blanco; regulando el metabolismo de dicha célula.

El conjunto de glándulas que se encargan de sintetizar a las hormonas constituye el sistema endocrino (sistema de glándulas de secreción interna).

No son específicas de cada especie, por ejemplo la insulina de cerdo o de vaca actúan en el hombre.

La acción de una hormona sobre un órgano responde con un cambio en la actividad de este. Son glándulas de secreción interna la hipófisis, la tiroides, la paratiroides, las suprarrenales, las sexuales y el páncreas. Estas dos últimas son glándulas de secreción mixta porque también producen secreciones que eliminan al exterior.

Químicamente pueden ser de dos tipos:

- peptídicas
- esteroideas (derivadas del colesterol)

**Existen dos clases de receptores hormonales: para las hormonas peptídicas y para las esteroideas.**

### **Receptores de Hormonas peptídicas**

Son proteínas que se ubican en la superficie externa de la membrana celular. Cuando se produce la unión entre la hormona y su receptor específico, aumenta la concentración intracelular de moléculas reguladoras que son las



que efectivamente van a regular los cambios en la actividad enzimática, y ese cambio es el que va a producir la respuesta biológica.

Esas moléculas reguladoras se llaman segundos mensajeros y son:

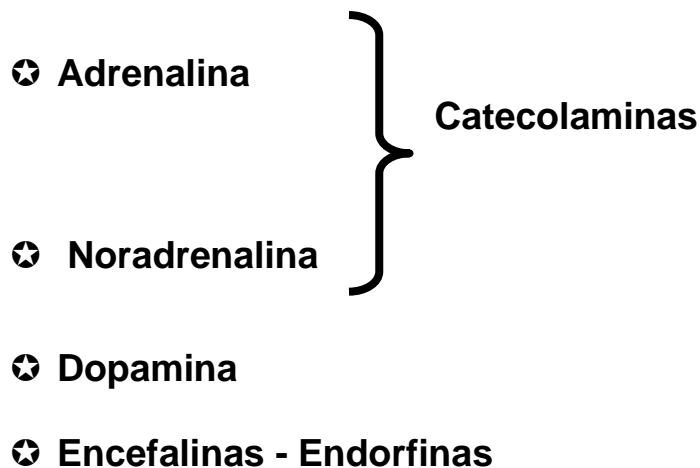
- AMPc (se forma a partir del ATP, enzima: adenilciclase)
- Calcio
- DAG (diacilglicerol)
- Fosfatidilinositol
- Cascada de proteínas quinasas

### **Receptores para hormonas esteroideas**

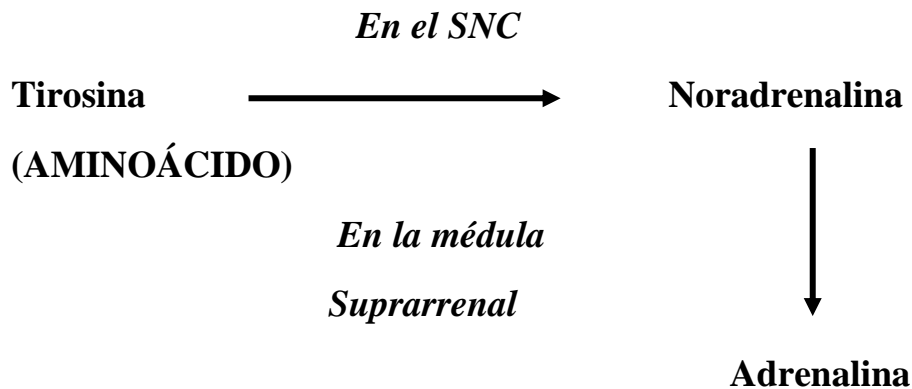
Las hormonas esteroideas son hidrofóbicas y liposolubles y entran a la célula para llegar hasta el receptor que está en el citoplasma celular, y luego de la unión van hasta el núcleo y actúan sobre receptores en el ADN para regular el proceso de síntesis proteica actuando sobre los genes.

## **NEUROTRANSMISORES**

***Si bien químicamente no son HORMONAS, actúan como tales.***



## SÍNTESIS DE CATECOLAMINAS



Ante una situación de estrés psíquico o físico, que es como el que se produce durante el ejercicio, el sistema nervioso libera neurotransmisores, que serían la respuesta más rápida pero no la única. Se sintetizan a partir de un aminoácido, tirosina, que da origen a la noradrenalina o norepinefrina, la cual en la médula suprarrenal es transformada en adrenalina o epinefrina. Los efectos de la adrenalina se manifiestan en aquellas células que poseen receptores para ella y que llamamos BETA ADRENÉRGICOS, de los cuales hay 2 tipos:  $\beta_1$  y  $\beta_2$ .

### Adrenalina

Predomina en un 80% en sangre periférica.

Receptores BETA ADRENÉRGICOS:  $\beta_1$  y  $\beta_2$

Los  $\beta_1$  se encuentran en corazón

Los  $\beta_2$  se encuentran en los bronquios

Estimula el nódulo sinusal aumentando la frecuencia cardíaca

Aumenta el inotropismo o contractilidad miocárdica

Aumenta la T.A.

Aumenta el diámetro pupilar (midriasis)

Aumenta la frecuencia respiratoria

Aumenta el Catabolismo de los CHO y lípidos

En los músculos produce vasodilatación

**Es la sustancia que tiene el mayor efecto lipolítico**

## Noradrenalina

En sangre periférica se encuentra en un 20%

Receptores ALFA ADRENÉRGICOS:  $\alpha 1$  y  $\alpha 2$

Vasoconstricción de órganos como:

Riñón

Piel

Aparato Digestivo

## **ORGANIZACIÓN GLOBAL DEL SISTEMA ENDÓCRINO**

El modelo de organización de dicho sistema es complejo.

Básicamente existen dos sistemas de control de la secreción hormonal:

- A. Glándulas DEPENDIENTES del eje HIPOTÁLAMO-HIPOFISIARIO.**
- B. Glándulas INDEPENDIENTES del eje HIPOTÁLAMO-HIPOFISIARIO.**

Cuando se plantea el control dependiente de un eje, significa que el hipotálamo, produce unos mediadores hormonales llamados factores de liberación, la mayoría de ellos polipéptidos, quienes actúan a nivel de la hipófisis que se divide en 2 sectores:

adenohipófisis (anterior)

neurohipófisis (posterior)

El hipotálamo se relaciona con la adenohipófisis a través de un sistema vascular (sistema porta hipofisiario) por donde viajan los factores de liberación que van a regular la liberación de hormonas de la hipófisis. La neurohipófisis en realidad está formada por terminaciones nerviosas (axones) hipotalámicas (es decir que el hipotálamo produce hormonas que son liberadas a nivel de la neurohipófisis).

## Hormonas de origen Hipofisiario

<b>Adenohipófisis</b> (ANTERIOR)	1. Tiroidea estimulante o Tirotrófina (T.S.H.)
	2. Adenocorticotrofina (A.C.T.H.)
	3. Gonadotrofinas:
	➤ Folículoestimulante (F.S.H.)
	➤ Luteinizante (L.H.)
	4. De Crecimiento (S.T.H. o G.H.)
	5. Prolactina
<b>Neurohipófisis</b> (POSTERIOR)	6. Hormona estimuladora de los Melanocitos
	7. Endorfinas
<b>Neurohipófisis</b> (POSTERIOR)	Antidiurética o Vasopresina (A.D.H.)
	Ocitocina

### 1) Hormona Estimulante de la Glándula Tiroides o Tirotrófina (T.S.H.)

Actúa sobre la glándula tiroides estimulando la liberación a la sangre de las hormonas tiroideas.

### 2) Adenocorticotrofina (A.C.T.H.)

Actúa sobre la corteza suprarrenal estimulando la liberación a la sangre de los mineralocorticoides, glucocorticoides y andrógenos.

### **3) Gonadotrofinas Hipofisiarias**

- FOLÍCULO ESTIMULANTE ò F.S.H.
- LUTEINIZANTE ò L.H.

Estas 2 hormonas liberadas por la hipófisis actúan sobre las glándulas sexuales (en el hombre sobre los testículos y en la mujer sobre los ovarios) estimulando la liberación de las hormonas sexuales masculinas o femeninas. La secreción de estas hormonas en el hombre es constante; en la mujer su patrón de secreción da origen al ciclo menstrual.

### **4) GROWTH HORMONE u HORMONA De CRECIMIENTO o SOMATOTROFINA (S.T.H. o GH)**

- Su acción es estimular el crecimiento óseo y el desarrollo muscular. Aumenta la fijación de Ca, P y Mg; el crecimiento de los huesos largos y la formación de cartílago
- Interviene activamente en los procesos oxidativos celulares.
- Aumenta el transporte de aas hacia el músculo y la síntesis de proteínas
- Antagoniza los efectos de la insulina; si se dan cantidades altas produce diabetes
- Aumenta la liberación de ácidos grasos y glicerol en tejido adiposo

### **5) PROLACTINA**

Es responsable de la producción de la leche materna.

El incremento produce amenorrea y galactorrea; en el hombre ginecomastia e impotencia. Su aumento en el embarazo produce amenorrea por la inhibición que a nivel hipotalámico producen las gonadotrofinas (FSH).

### **6) Hormona estimuladora de los Melanocitos**

Los melanocitos son las células que dan la coloración a la piel.

## **7) ENDORFINAS**

Las endorfinas son péptidos que se encuentran en la hipófisis anterior y en SNC. Se unen a los mismos receptores que la morfina en SNC y por ello regulan el dolor, con una potencia mayor (entre 18 a 30 veces) que la morfina.

## **NEUROHIPÓFISIS**

### **Antidiurética o Vasopresina (A.D.H.)**

Actúa modificando la permeabilidad al agua de los túbulos colectores por lo que interviene en la regulación del agua corporal. Los cambios en la osmolaridad del plasma son detectados por el hipotálamo y se libera ADH. El alcohol, por el contrario, inhibe la secreción de ADH, de ahí su efecto diurético; la consiguiente deshidratación puede causar tanto sed como la cefalea típica de la resaca. También es inhibida por el frío. Es estimulada por el calor, durante el ejercicio intenso y la nicotina.

### **Ocitocina**

La estimulación de los pezones es el estímulo primario desencadenante de la secreción de Ocitocina. El estímulo secundario es la distensión uterina y vaginal en el momento del parto. Produce contracciones uterinas por eso se usa para inducir artificialmente el parto. Viaja hasta los receptores en la mama para permitir la expulsión de la leche.

## **Glándula Tiroides: produce 3 hormonas**

- 1) Triiodotironina: T3
- 2) Tetraiodotironina o Tiroxina: T4

Provocan un incremento de los procesos oxidativos (catabolismo)

Síntesis proteica

Aumentan la producción de calor

Aumentan la frecuencia cardíaca

Aumentan la frecuencia respiratoria

### 3) Calcitonina

Disminuye los niveles de calcio en la sangre independientemente del eje hipotálamo-hipofisiario

Inhibe la resorción ósea

Es un potente depresor del apetito a nivel central

### Glándula paratiroidea: produce la Hormona Paratiroidea o Parathormona

Regula los niveles sanguíneos de calcio y fósforo independientemente del eje hipotálamo-hipofisiario

Estimula la resorción ósea

Reduce la salida de calcio del riñón y aumenta la del fósforo

Aumenta la eficiencia de la absorción del calcio a nivel intestinal

### Glándula Suprarrenal

Cada glándula suprarrenal está formada por una zona interna denominada médula y una zona externa que recibe el nombre de corteza.

La corteza produce 3 tipos de hormonas

#### 1) Mineralocorticoides

##### Aldosterona

- ✓ Actúa sobre la Nefrona distal.
- ✓ Estimula la absorción de sodio
- ✓ Estimula la eliminación de potasio

#### 2) Glucocorticoides:

##### Cortisol o hidrocortisona:

- Marcado efecto sobre el metabolismo de los CHO, lípidos y proteínas.
- Aumenta la Glucogenólisis y la Neoglucogénesis a partir de los AA.

- Inhiben la glucólisis hepática
- Es la principal hormona Proteolítica.
- Aumenta la retención de sodio (edema)
- Favorecen las pérdidas de potasio y calcio
- Inhiben la osteogénesis favoreciendo la osteoporosis
- Marcado efecto antiinflamatorio

### 3) Androcorticoides

#### ◆ TESTOSTERONA

#### ◆ DHEA sulfato (Dehidroepiandrosterona sulfato)

Es importante la síntesis de estos compuestos sobre todo en la mujer, dado que en el hombre la producción de Testosterona se realiza en los testículos.

## **Hormonas Masculinas**

En los testículos la FSH induce la FORMACION DE ESPERMATOZOIDES por estimulación de las células de Sertoli.

LA LH estimula la síntesis de andrógenos actuando sobre las células de Leydig.

### **Andrógenos** (Testosterona y derivados)

- Estimulan la síntesis proteica (poseen el mayor efecto anabólico)
- Desarrollo y crecimiento muscular
- Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios (aumenta el espesor de la piel, la secreción excesiva de las glándulas sebáceas, hipertrofia de la mucosa laríngea, etc.)
- Influyen sobre el crecimiento de la próstata y vesículas seminales estimulando la actividad secretora de estas estructuras



## **Hormonas Femeninas**

### **Estrógenos (Estradiol y derivados)**

Promueven las características sexuales secundarias

- La distribución de la grasa
- Amplitud de la pelvis
- Crecimiento del vello púbico y axilar
- Desarrollo mamario

### **Gestágenos (Progesterona)**

- Acción principal sobre la mucosa uterina en el mantenimiento del embarazo
- Actúa junto a los estrógenos favoreciendo el crecimiento y la elasticidad de la vagina

## **CICLO SEXUAL FEMENINO**

La existencia de diferencias morfológicas y funcionales entre el hombre y la mujer se pueden explicar a partir de las diferencias hormonales existentes en ambos sexos, por esa razón es importante para entender este tema realizar un análisis de la fisiología sexual femenina.

### **Fisiología sexual Femenina**

La mujer inicia su período puberal a partir de los 11 años (media poblacional), el cual está signado por cambios en la secreción hormonal especialmente las relacionadas con la esfera sexual.

Si bien no se conoce aún hoy en día cuál o cuáles son los factores que inciden en la aparición de la pubertad en la edad mencionada anteriormente, se sabe que factores nutricionales, hereditarios, sociales y culturales tienen incidencia en la aparición de la misma.

Los cambios corporales que se registran se deben a una variación en la secreción de determinadas hormonas, que dependen del eje hipotálamo hipófisis.

El Hipotálamo bajo la influencia del S.N.C. segrega Gn - RH (Factor liberador de gonadotrofinas, de naturaleza polipeptídica), éste factor al ser liberado a la circulación, estimula a la adenohipófisis la cual va a sintetizar y segregar hacia el torrente sanguíneo las dos gonadotrofinas que son la F.S.H. (Hormona Folículo estimulante) y L.H (Hormona Luteinizante) que actúan a nivel de los ovarios.

Se recuerda que los ovarios, son dos cuerpos ovalados, cuyas dimensiones después de la pubertad son de aproximadamente 3 a 4 cm.; se encuentran alojados a nivel de la pelvis y presentan desde el punto de vista histológico una zona central llamada médula y otra externa llamada corteza, precisamente en esa área externa es donde se encuentran los folículos en cuyo interior se encuentran los óvulos.

A partir de la pubertad el ciclo sexual femenino se subdivide en dos períodos de catorce días cada uno ( $\pm 2$ ) de acuerdo al tipo de hormona que predomine.

La primera parte de éste ciclo (del día de menstruación al número catorce) la hipófisis produce en mayor cantidad F.S.H. que estimula la maduración de un folículo que se llamará Folículo de Graaf. Este folículo comienza a secretar estrógenos, hormona femenina que sale a la circulación y va a producir los llamados caracteres sexuales secundarios.

Como la primera parte de éste ciclo es a predominio de la secreción de los estrógenos se denomina estrogénica, o también fase folicular (por el predominio de la Folículo estimulante) y también fase preovulatoria.

Uno de los síntomas de este proceso ovulatorio es el aumento de la temperatura rectal, la cual se puede medir como método anticonceptivo.

El estrógeno más importante, es el estradiol, su secreción varía de 30 nanogramos/l en la fase estrogénica temprana, a 300 nanogramos en la fase preovulatoria y 200 nanogramos en la fase lútea (posterior a la ovulación).

Químicamente los estrógenos son hormonas de origen lipídico, derivadas del colesterol; en el plasma el 40% de los estrógenos circula unido a una proteína llamada "Transportadora de hormonas sexuales" o GLAE, el 57% circula unido a la albúmina, y el 2-3% en forma libre.

El 70% se sintetiza en el ovario y el 30% restante se produce en las glándulas suprarrenales.

Aproximadamente el día catorce se produce la ovulación (o sea la salida del óvulo desde el interior del ovario en dirección a las trompas) y se debe al incremento de la secreción de F.S.H y también de L.H; ésta última

especialmente hace un pico secretorio el día trece del ciclo, siendo en el día catorce cuando se produce la ovulación.

Esta segunda fase del ciclo, está caracterizada por el incremento en la secreción de L.H. que actúa sobre el folículo de Graaf transformándolo en el cuerpo lúteo el cual promueve la secreción de PROGESTERONA. También se denomina fase lútea por el incremento continuo durante este período de la L.H. y también fase post- ovulatoria.

La síntesis de la progesterona se produce a nivel del cuerpo lúteo (así se llama al folículo luego de la ovulación), y además a nivel de las glándulas suprarrenales (en menor porcentaje). Es una hormona derivada del colesterol y es transportada en sangre por una proteína que transporta también el cortisol. Esta hormona produce en el útero el incremento de las capas endometriales con el propósito de preparar al mismo para una posible anidación del huevo o cigota.

De no existir fecundación, los niveles de estrógenos y progesterona descienden, esto sumado al incremento de una hormona llamada inhibina segregada por el ovario y a la secreción de prostaglandinas, genera un fenómeno de vasoconstricción, isquemia y necrosis de la mucosa uterina lo cual provoca el sangrado menstrual el día veintiocho y comienza un nuevo ciclo.

### **Términos utilizados:**

**Menarca: Primera menstruación**

**Amenorrea: Falta total de menstruación**

**Oligomenorrea: Menstruación escasa**

**Polimenorrea: Menstruación abundante**

**Metrorragia: Sangrado menstrual alejado de los días en que normalmente se presenta la menstruación.**

**La aparición de la menarca en las niñas si bien es algo llamativo, no es el primer cambio madurativo sexual de la pubertad.**

Los cambios madurativos sexuales, fueron estadificados por Tanner, quien en forma sencilla y a través de la observación clínica, estableció diferentes estadios dentro del proceso madurativo puberal.

Los estadios, se numeran desde el 0 (indiferenciado) hasta el V que corresponde al del adulto. En la mujer la menarca aparece generalmente en los estadios 2 y 3 y un hecho llamativo para destacar es que al aparecer la

menarca se detiene la curva de crecimiento en altura. El desarrollo mamario precede, al del vello pubiano y al de los genitales externos.

**Fecundación:**

La placenta es un órgano formado durante el embarazo a partir de la membrana que rodea al feto; asume diversas funciones endocrinas de la hipófisis y de los ovarios que son importantes en el mantenimiento del embarazo. Secreta la hormona denominada gonadotropina coriónica (HGC), sustancia presente en la orina durante la gestación y que constituye la base de las pruebas de embarazo. Esta hormona a nivel de la hipófisis inhibe la FSH, por eso durante el embarazo no hay ciclo menstrual.

**Efectos del ejercicio:** el entrenamiento produce profundos cambios en el sistema hormonal de las mujeres y efectos transitorios sobre su capacidad reproductiva. (Se estimulan las endorfinas, la dopamina y los estrógenos)

En la mujer la actividad física aumenta los niveles de testosterona la cual acorta la fase lútea provocando Oligomenorrea o amenorrea, debido a niveles disminuidos de FSH y LH; acompañado de una menor densidad ósea.

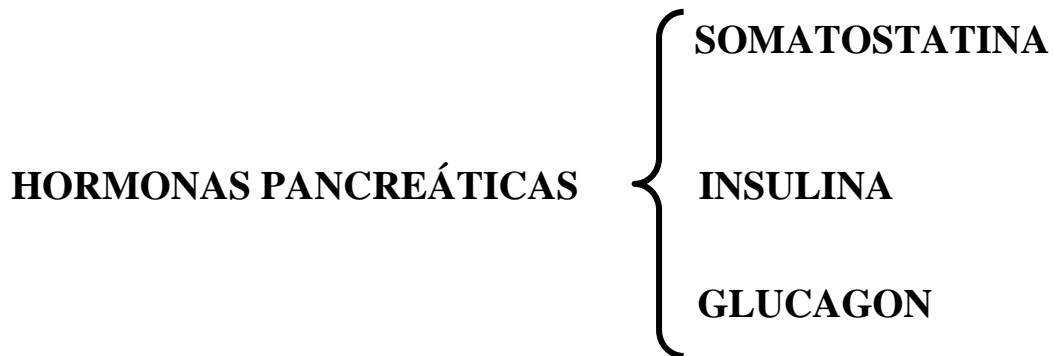
El retraso en la menarca se asocia con una constitución morfológica grácil (gimnasia, danza, patinaje artístico, natación) pero también mayor riesgo de escoliosis, extrema delgadez, escaso desarrollo mamario, mayor longitud de brazos, etc.

En períodos de intenso entrenamiento los cambios producidos serían una forma de adaptación a nivel hipotalámico, con el fin de evitar la fecundación.

La interrupción del entrenamiento intenso suele incrementar el peso, desaparece la amenorrea y aumentan las posibilidades de fecundación.

Durante la competencia la menstruación crea una situación desfavorable en relación con el rendimiento. Se agregan las anemias por el sangrado, la retención de líquidos, etc.

## HORMONAS INDEPENDIENTES DEL EJE HIPOTÁLAMO HIPOFISIARIO



### SOMATOSTATINA

Se elabora en las células delta del páncreas y también en el intestino. Una de sus acciones es regular la secreción de insulina y glucagón. Cuando aumenta la secreción de insulina (por ej. ingesta alta de CHO) las células delta inhiben esa secreción. Cuando aumenta mucho el glucagón también lo regula, en la actividad física sobre todo.

A nivel intestinal produce vasoconstricción y esto disminuye la absorción de nutrientes y disminución en la secreción de secretina y gastrina. Por esto si antes de la actividad física se realiza una ingesta a destiempo, la somatostatina aumenta, los nutrientes quedan en el intestino, pero a las células intestinales no les llega suficiente O<sub>2</sub>, quedan en hipoxia y hacen trabajo anaerobio, aumenta el ácido láctico y esto produce el calambre.

### INSULINA

Es sintetizada en las células beta de los islotes de Langerhans del páncreas. Su secreción está determinada y regulada por el nivel de azúcar en sangre.

Sus efectos biológicos son:

- 1) A nivel de las membranas celulares de músculo y tejido adiposo provoca un aumento en el número de transportadores específicos (recordemos que entra por mecanismos de difusión facilitada) excepto en las células del hígado, y además produce aumento de la entrada de aminoácidos en el músculo.

- 2) Sobre la glucosa produce:
  - aumento de la glucólisis en el hígado (actúa sobre la glucoquinasa, FFQ y piruvatodecarboxilasa)
  - disminuye la actividad de la glucosa-6-fosfatasa en el hígado
  - aumenta la hexoquinasa en el músculo
- 3) En tejido adiposo produce aumento de la lipogénesis
- 4) Disminuye la lipólisis en hígado y tejido adiposo
- 5) Aumenta la síntesis proteica.
- 6) Inhibe el catabolismo proteico especialmente en las células musculares.

La insulina es la llamada “**HORMONA ANTIEJERCICIO**” pues no permite la salida de glucosa a la sangre, por otro lado aumenta la lipogénesis, el almacenamiento de glucógeno e inhibe la glucólisis.

**El Ejercicio Físico aumenta los transportadores de glucosa de modo que con el entrenamiento se van necesitando cada vez menos dosis de insulina.**

## **GLUCAGON**

Es sintetizada por las células alfa de los islotes de Langerhans. Sus efectos son opuestos a los de la insulina, y su regulación también.

Actúa sobre todo en el hígado y produce:

Aumento de la glucogenólisis

Aumento de la lipólisis

Marcado aumento de la neoglucogénesis

Aumenta la producción de glucosa en hígado y esto provoca el aumento de la glucosa en sangre para contrarrestar el efecto hipoglucemiante de la insulina.

**ES LA PRINCIPAL HORMONA HIPERGLUCEMIANTE  
DURANTE EL EJERCICIO**

## **HORMONAS SINTETIZADAS POR OTROS TEJIDOS**

**Eritropoyetina (EPO)** sintetizada por los riñones, estimula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea roja (eritropoyesis). El principal estímulo para la secreción de EPO es la hipoxia en el riñón cuando los glóbulos rojos llegan con poco O<sub>2</sub>; también se estimula por la hipovolemia como consecuencia de la transpiración en el ejercicio.

### **Efectos hormonales sobre las Proteínas**

Después de 45 a 60 minutos de Ejercicio Físico aumenta en sangre el Cortisol y esto produce un incremento en la neoglucogénesis hepática con el fin de sintetizar glucosa para enviar al músculo en actividad; pero este proceso se realiza a expensas de proteólisis muscular provocada justamente por el cortisol. Por ello se insiste en la reposición de CHO durante la actividad.

## UNIDAD TEMÁTICA N.º 8

### EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA

**Los test deben tener las siguientes características:**

- **Estandarización:** Las modalidades de explicación, ejecución y medida deben ser uniformes y constantes para todas las pruebas (materiales utilizados, medición, calentamiento, etc.)
- **Validez:** debe expresar (indicador) una medida de la capacidad motriz que deseamos medir.
- **Objetividad:** depende en gran medida del método de medición de la prueba.
- **Fiabilidad:** un test es fiable, cuando se aplica siempre en igualdad de condiciones (es decir, cuando en las mismas condiciones, el rendimiento sigue siendo casi constante)
- **Selectividad:** un indicador es selectivo cuando puede discriminar el nivel de habilidad de los sujetos que componen el grupo.

**LAS MEDICIONES DE UMBRAL Y/O  
APTITUD ANAERÓBICA SON SOLO PARA  
ALTO RENDIMIENTO**



## UMBRAL ANAERÓBICO

### LABORATORIO:

#### **TEST DE CONCONI**

- El test comienza con una frecuencia cardíaca de 120-125 latidos por minuto y a una velocidad inicial de 6,5 a 7 km. por hora.
- Se realiza en un treadmill (cinta ergométrica) y la velocidad de desplazamiento va acrecentándose cada 200 m a 0,5 km por hora.
- El punto de inflexión en el cual la frecuencia cardíaca se dispara es el considerado umbral anaeróbico de la F.C.

EL TEST MIDE: frecuencia cardíaca

EL TEST EVALUA: umbral anaeróbico de la F.C.

El test de Conconi en campo no se realiza más en la actualidad por los datos imprecisos que se obtienen.

## APTITUD AERÓBICA

### LABORATORIO:

#### **PRUEBA DE ERGOMÉTRICA GRADUADA, DE EFUERZO GRADUADA O ERGOMETRÍA (P.E.G.)**

Esta prueba SOLO PUEDE SER REALIZADA POR UN TÉCNICO O MÉDICO CON HABILITACIÓN Y CORRESPONDIENTE MATRÍCULA EXPEDIDA POR EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DE LA NACIÓN.

Se desarrollará un resumen para su comprensión:

- Se realiza en un cicloergómetro o treadmill, y se lleva a cabo por medio del Protocolo de Bruce. (Edad-Sexo-altura y peso de la persona)
- Se tienen en cuenta parámetros objetivos y subjetivos.
- Los parámetros objetivos son: frecuencia cardíaca, tensión arterial y registro electrocardiográfico.

- Los subjetivos son los síntomas que muestra el sujeto.
- Antes de comenzar se toma la tensión arterial basal, la frecuencia cardíaca basal y el ECG basal.
- Comienza con la frecuencia cardíaca basal y sin carga (peso), luego se colocan los primeros 150 kgm. , luego se van incorporando 150 kgm. cada 3 minutos, y se mide FC, TA y registro electrocardiográfico.
- En el treadmill va aumentando la velocidad y la pendiente cada 3 minutos, y se mide FC, TA y registro electrocardiográfico.
- El test se detiene al llegar al 85% de la frecuencia cardíaca máxima teórica o cuando entre un estadio y otro se produjo un aumento de la tensión arterial para el correspondiente estadio, se observaron cambios patológicos en el ECG (arritmias, isquemia, etc.)
- En lo subjetivo, el test debe detenerse cuándo el sujeto expresa cualquier tipo de sintomatología (cefalea, dolor precordial, disnea, etc.).

EL TEST MIDE: VO<sub>2</sub> Max. en Mets (1 MET es el equivalente al consumo de 3.5 ml. de O<sub>2</sub>/minuto)

EL TEST EVALUA: Potencia Aeróbica

### **Protocolo de Bruce (1 milla=1600m)**

<b>Estadio</b>	Velocidad (millas/h)	Pendiente (%)	Tiempo (minutos)	VO <sub>2</sub> ml/kg/min. (aproximado)
1	1,7	10	3	18
2	2,5	12	3	25
3	3,4	14	3	34
4	4,2	16	3	46
5	5,0	18	3	55
6	5,5	20	3	-
7	6,0	22	3	-

## **CAMPO: TEST DE COOPER**

Fue diseñado en 1968 por el Dr. Kenneth Cooper, para el ejército de los EE. UU., pero con el tiempo el Test de Cooper se hizo más conocido y comenzó a ser aplicado en diferentes instituciones tanto públicas como privadas. La generalización de su uso, hizo que Cooper ampliara el test para diferentes grupos de edad, incluyendo también a las mujeres.

El test consiste en recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos.

- La fórmula más conocida es la siguiente (aunque en la actualidad, hay tablas que facilitan la medición más rápida):

$$\frac{\text{Distancia recorrida (m)} - 504}{45} = \text{VO}_2 \text{ máx. ml/kg/minuto}$$

**EL TEST MIDE: VO<sub>2</sub> Max ml/kg/minuto**

**EL TEST EVALUA: Potencia Aeróbica**

## **YO-YO TEST**

- Hay tres tipos:
  - Endurance test o test de resistencia: 20 m de recorrido. Patrón de recorrido ida y vuelta. Sin pausa. Velocidad progresiva por escalones. Estimación del VO<sub>2</sub>max (ml/kg/minuto)
  - Recovery test o test de recuperación intermitente: 20mts. de recorrido. Patrón de recorrido ida y vuelta. Pausa de 10 segundos cada 40 metros. Velocidad progresiva por escalones. Infiere sobre la capacidad de soportar esfuerzos intermitentes de alta intensidad.
  - Endurance Intermiten test o test de resistencia intermitente: 20mts de recorrido. Patrón de recorrido ida y vuelta. Pausa de 5 segundos cada 40 metros. Velocidad progresiva por escalones.



- Las velocidades están determinadas por una señal sonora (casete)
- Son test de protocolo triangular con velocidad escalonada en donde las variaciones difieren en cada test
- Cada tipo de YO-YO test posee 2 niveles. La diferencia está determinada por la variación de la velocidad inicial y por los estadios (metros que debe mantener dicha velocidad)
- El sujeto evaluado debe coincidir con las señales en cada punto (20 metros)
- Determina la finalización del test cuando el sujeto no logra llegar a las marcas determinadas por 2 veces ( la primera se considera como advertencia)
- Se marca el estadio alcanzado con su correspondiente velocidad final.

## **Test de los 1.000 metros**

Es un test que mide el VO<sub>2</sub> Max., de corta duración. La cátedra lo recomienda para atletas de alto rendimiento deportivo.

Consiste en recorrer los 1.000 m. a la máxima intensidad y en el menor tiempo posible.

También se la utiliza en sedentarios caminando, pero los valores obtenidos, son muy lejanos a la realidad.

Su fórmula es:

VO<sub>2</sub> Max. en ml. /Kg. Peso/minuto=  $652.17 - \frac{\text{tiempo en segundos que realiza el atleta los mil metros}}{6.762}$

También hay otros test como el de la milla, de Lager-Lambert o "Course-Navette", etc. que se pueden consultar en Bibliografía, Wikipedia, etc.

## **APTITUD ANAERÓBICA MUSCULAR DE TREN INFERIOR**

### **LABORATORIO**

#### **TEST DE MARGARÍA**

- Creado en 1966 fue modificado por Kalamen en 1968.
- Se realiza en una escalera que cuenta con una esterilla.
- Comienza con una frecuencia cardíaca de 110-115 latidos por minuto
- El sujeto parte desde una distancia de 2 metros hasta el primer escalón. Debe subir de a dos escalones a su máxima velocidad. Se activa la esterilla desde el escalón 8 al escalón 12.
- La modificación que realizó Kalamen fue aumentar la distancia desde la que parte el sujeto a 6 metros. Debe subir de a tres escalones y se activa la esterilla del escalón 3 y del escalón 6.
- Se utiliza una fórmula:

$P = W (\text{peso del sujeto}) \times 9,8 \times \text{distancia} \% \text{ tiempo}$

#### **EL TEST MIDE: el tiempo utilizado**

EL TEST EVALUA: Potencia Anaeróbica Aláctica

## **WINGATE TEST**

- Se realiza en un cicloergómetro.

- Se utilizan dos modos: Fleish o Monark y puede realizarse para brazos o piernas.

	FLEISH	MONARK
BRAZOS	30 gr. / kg. de peso	50 gr. / kg. de peso
PIERNAS	45 gr. / kg. de peso	75 gr. / kg. de peso

- El test comienza con una frecuencia cardíaca de 120 l.p.m.
- El sujeto se coloca en el cicloergómetro y debe pedalear a máxima velocidad durante 3 segundos sin carga, luego se coloca la misma y se activa el cronómetro junto con el contador de revoluciones.
- El test finaliza a los 30 segundos.
- Se utiliza una fórmula:

Potencia máx. – Potencia más baja \* 100 % Potencia máx.

EL TEST MIDE: potencia máxima, potencia más baja, potencia media.

EL TEST EVALUA: porcentaje de índice de fatiga

### ***ERGOJUMP***

Éste test no es utilizado con frecuencia en la actualidad

- Se utiliza una plataforma conectada a una PC.
- El sujeto con manos en la cintura debe flexionar las rodillas a 90 grados y saltar durante 60 segundos.
- La fórmula que se utiliza es:  

$$W=9,8 * TF * 60 \% 4n * (60-TF)$$

**W= fuerza muscular del tren inferior**

TF= tiempo de vuelo

n= número de saltos

EL TEST MIDE: tiempo de vuelo y número de saltos

EL TEST EVALUA: potencia mecánica (W)

## **SQUAT JUMP**

- El sujeto debe efectuar un solo salto vertical partiendo de la posición de medio squat (rodilla flexionada a 90 grados) con el tronco recto y las palmas de las manos en las crestas ilíacas (índice hacia delante y pulgar hacia atrás).
- El sujeto debe efectuar la prueba sin emplear contra movimiento hacia abajo, el salto debe realizarse sin la ayuda de los brazos.
- Siguiendo el protocolo de Bosco, para la correcta ejecución del test es necesario seguir las siguientes reglas:
  - a) planta del pie en contacto con el tapiz
  - b) ángulo de la rodilla a 90 grados
  - c) manos en las caderas y tronco recto
  - d) ángulo de la rodilla en el despegue = 180 grados
  - e) caída con los pies hiperextendidos

EL SQUAT JUMP permite, por medio de la altura conseguida, valorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores.

## **CM JUMP**

El test de salto con contra movimiento es una prueba de acción de saltar hacia arriba con ayuda del ciclo de estiramiento-acortamiento.

- El sujeto se dispone en posición erguida con las manos en las caderas, a continuación debe realizar un salto vertical después de un contra movimiento hacia abajo (las piernas deben llegar a doblarse 90 grados en la articulación de la rodilla).
- Durante la acción de flexión el tronco debe permanecer lo más recto posible con el fin de evitar cualquier influencia del mismo en el resultado de la prestación de los miembros inferiores.

EL CM JUMP permite también observar la flexibilidad del sujeto, reutilización de la energía elástica y coordinación intra e intermuscular.

## **MULTIJUMP**

El sujeto debe mantener la secuencia de saltos durante 15 segundos.

- Se compara la altura del primer salto con la altura del último salto.

## **Test recomendados por la Sociedad Argentina de Fisiología del Ejercicio**

### **-Asociación Civil-SAFE- para Evaluar Niños y Adolescentes entre 5 y 19 años en la República Argentina**

#### **Comisión asesora de la SAFE**

##### **Área Metodológica:**

*Prof. Jorge E. de Hegedüs*

##### **Área Fisiológica:**

*Dr. Horacio O. Heredia*

#### **Coordinadores de Evaluación por la SAFE:**

*Lic. Tomás P. Mullins*

*Lic. Facundo Heredia*

## **MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS**

### **1) Peso:**

**Consigna:** la medición del peso debe ser efectuada con un mínimo de ropas, respetando las normas del Ministerio de Cultura y Educación de la Provincia o localidad, para éste tipo de prácticas. (Ideal: descalzos, con un pantaloncito tipo short, chomba o remera y ropa interior)

**Registro:** se registrará los kilogramos y gramos.

### **2) Talla de pie:**

**Consigna:** la medición, debe ser realizada con el sujeto de pie, tratando de corregir las curvaturas de la columna vertebral; los pies juntos y talones contra la pared, la cabeza erguida de manera que la línea imaginaria horizontal una el conducto auditivo externo con el reborde infraorbitario; el sujeto en inspiración profunda.

Registro: se registra la talla de pie en centímetros.

### **3) Talla sentada:**

**Consigna:** la medición se efectúa con el sujeto sentado en un banco con los pies apoyados en el suelo, muslo horizontal, rodillas juntas, y el tronco erguido apoyado en la pared, de manera que la línea de la columna vertebral forme un ángulo recto con la línea de los muslos.

Las demás normas son las mismas que se han indicado para la talla de pie.

Se mide la distancia vertical entre el punto más alto de la cabeza (vértex) y la superficie del piso.

Registro: se registra en centímetros.

### **4) Envergadura:**

**Consigna:** la medición de la envergadura debe ser realizada con el sujeto de pie, tratando de corregir las curvaturas de la columna vertebral; los pies juntos, talones, tronco, región occipital apoyados en la pared; la cabeza erguida de manera que la línea imaginaria horizontal una el conducto auditivo externo con el reborde infraorbitario. Brazos extendidos en línea recta con los hombros, palmas hacia delante, con dedos extendidos y juntos. Se mide la distancia entre la extremidad los dedos mayores de cada mano.

**Registro: se registra en centímetros.**

## **SOBRECARGA O FUERZA**

### **1) Saltar y alcanzar**

**Edades: 8 a 19 (ambos sexos).**

**Objetivo:** Fuerza (explosiva).

**Desarrollo:** de pie frente a la pared, tocándola con la punta de los pies, el pecho y también las palmas de las manos, con polvo de tiza en los dedos.

El alumno trazará una línea que indique la mayor altura que éste pueda alcanzar, sin despegar los talones del suelo.

Luego el ejecutante se colocará con el cuerpo perpendicular a la pared, con el lado del cuerpo diestro del lado de la pared, los brazos extendidos en posición vertical por encima de los hombros. Con polvo de tiza en los dedos de la mano diestra, hará una flexión de piernas, con piernas juntas y realizará un salto marcando con el polvo de la tiza de la mano hábil, se mide la mayor altura obtenida mediante el salto.

**Observaciones:** se registrará en centímetros la diferencia de las dos marcas con el mejor de tres intentos sucesivos.

Entre cada intento que hagan una pausa activa (caminar) de 45" a 1'.



## **2) Flexo-extensiones de brazos**

**Edades: 8 a 19 (ambos sexos).**

**Objetivo:** Fuerza- resistencia extensora de brazos-.

**Desarrollo:** en posición decúbito ventral, con las manos apoyadas en el suelo separadas ancho de hombros y continuando la línea de éstos, los dedos apuntando hacia delante, los pies con los dedos hacia abajo y apoyados en el suelo. Las plantas de los pies estarán apoyadas en la pared. El alumno deberá extender los brazos elevando el cuerpo casi a la posición horizontal, debiendo mantener una línea recta entre sus piernas y el tronco (la referencia puede ser derechos como una tabla). Se cuentan las flexo-extensiones cuando el pecho del ejecutante toca una superficie blanda (espuma de goma), atraumática de amortiguación de 10 cm. de alto.

**Observaciones:** se realizará la mayor cantidad de movimientos de extensión y flexión de brazos, subiendo y bajando el cuerpo.

**Resultado:** se medirán las realizadas respetando el “Gesto Técnico” correspondiente en la unidad de tiempo (segundos).

## **3) Salto en largo sin carrera, con pies juntos, sin impulso de brazos y con contra movimiento:**

**Edades: 5 a 19 (ambos sexos).**

**Objetivo:** Fuerza explosiva de los miembros inferiores, músculos extensores.

**Desarrollo:** el alumno se coloca detrás de la línea marcada en el suelo de pie, cómoda separación de pies, con sus manos apoyadas sobre las crestas ilíacas (cintura). Debe flexionar las piernas y realizando un contra movimiento de flexo extensión de piernas saltar hacia delante para caer lo más lejos posible.

Se valora el mejor de los 3 intentos. Pausa caminando de 3 minutos entre intentos.

Se consignarán en la planilla las mediciones de los 3 intentos, pero se traslada a la planilla general el mejor de los registros.

**Observaciones:** Se mide en centímetros la distancia entre la línea y el pie más retrasado luego del salto.

## **4) Abdominales – “Sit-up” – sentarse y acostarse**

➤ **8 a 11 (Ambos sexos):** los que pueda realizar sin tiempo preestablecido y respetando el “Gesto Técnico”.

Se toman la cantidad realizadas y el tiempo en segundos de ejecución.

➤ **12 a 15 (Ambos sexos):** Cantidad realizadas en 30". Solo serán consignadas aquellas en que se respetó el "Gesto Técnico".



➤ **16 a 19 (Ambos sexos):** Cantidad realizadas en 60". Solo serán consignadas aquellas en que se respetó el "Gesto Técnico".

**Objetivos:** Resistencia muscular.

**Desarrollo:** El alumno acostado boca arriba en la colchoneta, los pies sostenidos por un evaluador, el cuerpo extendido, los brazos cruzados sobre el pecho, con las palmas de las manos apoyadas en los hombros (deltoides) y las piernas flexionadas de manera que las plantas de los pies estén apoyadas en el suelo. A la señal del profesor, tiene que levantar el tronco, tocando con los codos los muslos, y luego bajar apoyando ambos omóplatos en la colchoneta.

**Material:** Colchonetas y cronómetro.

## **FLEXIBILIDAD:**

### **5) FLEXIÓN DE CADERA Y TRONCO AL FRENTE SENTADO**

**Objetivo:** medir la flexibilidad de cadera y tronco; elasticidad de los músculos isquiotibiales y del tronco posterior.

**Desarrollo de la prueba:** El alumno, descalzo, se sienta frente al cajón, con brazos extendidos y con la planta de los pies en contacto con el cajón. Se debe flexionar el tronco al frente, extender los brazos y colocar una mano junto a la otra sobre la regleta, intentando llegar lo más lejos posible, quedando inmóvil durante 2-3 seg., para registrar el resultado.

**Observaciones:** si los dedos de las dos manos no están juntos, se registra la distancia que mide la mano que está más retrasada.

No se puede doblar las rodillas. El evaluador deberá sostenerle con la palma de su mano abierta las rodillas al alumno para evitar su flexión.

La prueba se debe realizar lentamente, sin movimientos bruscos.

**Material:** Cajón de 35 cm. de largo, 45 cm. de ancho y 32 cm. de alto que sobresale 30 cm. del algo del cajón. Una regla de 0 – 50 cm. Pegada a la placa. A partir de 0, la escala se gradúa en centímetros, con signo positivo sobre el cajón y negativo fuera de éste.

## **VELOCIDAD:**

➤ **5 a 11 años (Ambos sexos): 30 m en plano**

➤ **12 a 19 años (Ambos sexos): 50 m. en plano**

**Objetivo:** medir la velocidad de desplazamiento.

**Desarrollo:** los alumnos se ubican detrás de la línea de partida. Al escuchar la señal de partida en dos tiempos golpeando las palmas de sus manos o paletas sobre la cabeza (a sus marcas/lugares) que dará un largador ubicado detrás de los alumnos, estos deberán recorrer lo más rápido posible los metros determinados (según la edad). En ese momento de la señal, se pone en marcha el cronógrafo y se detiene cuando el ejecutante toca con su tronco un hilo de lana ubicado sobre la línea de llegada.

**Observaciones:** se realizarán tres (3) intentos, se computará el mejor tiempo. Recuperación entre ellos de 3 (tres) minutos, con pausa caminando. Se consignarán en la planilla anexa 1 los tres tiempos y se trasladará el mejor de los mismos a la planilla general.

**Material:** una pista lisa, un cronógrafo digital, elementos para dar la partida.

## **POTENCIA AERÓBICA:**

- **05 A 07 años: No se mide**
- **08 a 11 años (Ambos sexos): 600 m.**
- **12 a 19 años (Ambos sexos): 1000 m.**

**IDEAL:** un ovalo de 200 o 400 metros

**Objetivo:** Evaluar potencia aeróbica.

**Desarrollo:** los alumnos se ubican detrás de la línea de partida. Al escuchar la señal de comienzo del largador, los niños, deberán recorrer la distancia determinada (según la edad). En este momento de la señal, se pone en marcha el cronógrafo y se detiene cuando el ejecutante traspasa la línea de llegada.

**Observaciones:** Se realizará un solo intento. El alumno puede caminar (si se sintiera agotado), pero no detenerse, en cuyo caso no se computa el tiempo.

**Material:** una pista lisa, preferentemente de 200 a 400 m. Un cronógrafo digital y elementos para dar la partida.

**La presente Batería de Test fue utilizada en el Plan Provincial de  
Evaluación de la Aptitud Física de la Provincia de La Pampa  
(Rep. Argentina) - Año 2008 -**