

110

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



## FACULTAD DE QUIMICA

ESTADISTAS PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA

USO DE LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA DIDACTICA PARA LA ASIGNATURA DE BIOQUIMICA EN LA LICENCIATURA EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

CARLOS ENRIQUE NOVOA ORTEGA

México, D.F.

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

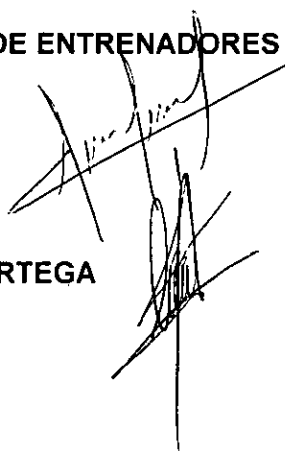
# **JURADO**

<b>PRESIDENTE</b>	<b>Q.F.B. GUADALUPE VELEZ PRATT</b>
<b>VOCAL</b>	<b>LIC. MARIO MUÑOZ BAGNIS</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>I.Q. RAMIRO DOMINGUEZ DANACHE</b>
<b>1er. SUPLENTE</b>	<b>PROFR. ERNESTO JOSE CALDERON CASTILLO</b>
<b>2º. SUPLENTE</b>	<b>I.Q. JOSE LUIS SANCHEZ LOPEZ</b>

**DESARROLLADO EN:** ESCUELA NACIONAL DE ENTRENADORES DEPORTIVOS

**ASESORADO POR:** LIC. MARIO MUÑOZ BAGNIS

**SUSTENTANTE:** CARLOS ENRIQUE NOVOA ORTEGA



# ***Agradecimientos***

Quiero externar mi mas profundo agradecimiento a todas aquellos amigos y familiares que me alentaron y apoyaron para que realizara este documento.

Muy especialmente a la Lic. Iliana Trinidad Márquez Téllez y al Dr. Ernesto González Santana, por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar el contenido y calidad del presente trabajo.

Al Lic. Mario Muñoz Bagnis, asesor del tema, porque gracias a él, después de muchos años, pude encontrar un argumento que llenara mis expectativas.

A los integrantes del jurado.

# TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	5
PRESENTACIÓN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	10
PROPUESTA.....	16
ANEXO I.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	85

## **PRESENTACIÓN.**

En este trabajo se muestra lo aprendido en el "Diplomado en Herramientas Básicas de Computación", que como cursos de 4ª Opción de Titulación fueron escogidos por el sustentante.

Los conocimientos adquiridos en el Diplomado proporcionaron al compilador las herramientas metodológicas para estructurar una presentación, con el cual se pretende brindar un apoyo a la labor educativa.

Aquí se plasman los conocimientos relacionados al software Power Point de Microsoft y su aplicación como apoyo al estudio de alguna asignatura, en este caso, la bioquímica enfocada al entrenamiento deportivo.

El material elaborado tiene características de multimedia; son una serie de presentaciones vinculadas entre sí, que componen los temas de estudio de esa disciplina para los futuros profesionales del entrenamiento deportivo.

Para conformar las presentaciones en Power Point, sirvió como base un libro hecho previamente por el sustentante.

La serie de presentaciones, tienen como objetivo proporcionar a los docentes y alumnos de esa asignatura material de apoyo que le facilite su estudio y con ello comprender diversas situaciones de la práctica deportiva, esperando que sean de utilidad al profesor y estudiante de la materia, entrenador deportivo autodidacta y en general a todas aquellas personas interesadas en la bioquímica deportiva.

Para cumplir estos propósitos, se realizó una revisión de los objetivos generales y particulares del programa de la asignatura, se consultaron diversas citas bibliográficas tratando de plasmar en el papel lo más actual del tema y hacer comprensibles los conceptos bioquímicos fundamentales para un profesional del entrenamiento deportivo.

---

## **INTRODUCCIÓN.**

La formación, capacitación y certificación de los entrenadores deportivos en México son acciones que la Comisión Nacional del Deporte tiene plasmadas en el Programa Nacional de Educación Física y Deporte, asentadas en el Plan Nacional de Desarrollo 1995 – 2000 como una prioridad deportiva nacional.

Para dar cumplimiento a estos objetivos, la mencionada Comisión instrumentó un programa denominado Sistema de Capacitación y Certificación para Entrenadores Deportivos (SICCED), por medio del cual acredita y certifica los conocimientos, habilidades y destrezas de los entrenadores deportivos en su ámbito laboral, capacitándolos ó actualizándolos metodológicamente en los principios y fundamentos del proceso de entrenamiento.

Al mismo tiempo le ha dado un fuerte impulso a la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos, cuya función principal es la formación de entrenadores con grado de Licenciatura.

Estas dos estructuras permitirán, en primera instancia, proporcionar un entrenador capacitado a todas las personas interesadas en incrementar su condición física y/o nivel competitivo mediante una actividad físico-deportiva. Además, los entrenadores elevarán su nivel de preparación y con ello la posibilidad de colocar a sus equipos y a nuestro país en el plano nacional e internacional.

En la formación del futuro profesional en entrenamiento deportivo se tienen contempladas una serie de asignaturas, entre las que se cuenta la bioquímica. Ella provee el conocimiento científico de las vías metabólicas de síntesis y degradación de los alimentos en el organismo y su utilización en la formación de energía, por medio de la cual se genera el movimiento.

## ***Introducción***

---

Con el firme propósito de ayudar a la formación de profesionales en este ámbito, se realizó una revisión de los contenidos del programa de la asignatura de bioquímica de la *Licenciatura en Entrenamiento Deportivo* y se prosiguió a elaborar un material con el cual se trata de hacer comprensibles y de fácil estudio los conceptos y temas que esta materia abarca.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Dentro de la curricula de la Licenciatura en entrenamiento deportivo está la asignatura de Bioquímica, la cual es considerada como parte fundamental en la formación ó capacitación del profesional en entrenamiento deportivo.

La Bioquímica proporciona los conocimientos científicos por medio de los cuales se comprenden los cambios que se presentan en el organismo humano ocasionados por la práctica físico-deportiva.

El docente de esta asignatura en la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos se enfrenta a la siguiente problemática:

- Los estudiantes tienen una heterogeneidad en el bachillerato de procedencia, por lo que tienen pocos ó nulos conocimientos del área químico biológica.
- El alumno no le concede la importancia debida a la materia.
- Información escasa sobre el tema y además, dispersa en diferentes libros.

A su vez, los estudiantes tienen la misma problemática marcada en el primero y tercero de los puntos anteriores, además de ser una materia difícil de estudiar.

## **JUSTIFICACIÓN.**

Para la enseñanza de cualquier asignatura, es necesario que el docente emplee todos los recursos didácticos que sean posibles para ayudarse a transmitir los conocimientos y resultados de estudios e investigaciones a sus alumnos, provocando con ello que asimilen los conocimientos de esa asignatura.

El material de apoyo didáctico tiene la finalidad de contribuir al desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, el cual debe cumplir de forma general con las siguientes funciones:

- Economizar tiempo en las explicaciones.
- Ilustrar algunos temas de estudio.
- Facilitar la comprensión del alumno.
- Despertar el interés de los alumnos por temas que parezcan ser de poca utilidad e importancia para ellos.
- Acercar al alumno lo más posible a la información actual y válida científicamente.

La gama de recursos didácticos van desde los libros de texto y antologías hasta las láminas, acetatos ó diapositivas por mencionar algunos.

La ventaja de utilizar material impreso durante las clases, es que el docente puede hacer que un argumento permanezca inmóvil mientras dure la explicación y así poder capturar la atención del alumnado.

Hoy en día con la utilización de los adelantos tecnológicos, ese material impreso puede dejar de ser inmóvil y llegar a tener animación. Las técnicas modernas ofrecen medios más dinámicos como son la educación audiovisual.

## ***Justificación***

---

Un audiovisual es una herramienta que utiliza sonidos e imágenes para ayudar a la presentación de un mensaje, cuyo fin es comunicarlo con éxito. Son más eficaces cuando son gráficos, están en color y son creativos.

Sirven para:

- Transmitir ideas e información y al mismo tiempo incrementar la potencialidad de impactar en la audiencia.
- Aclarar conceptos y datos que pueden ser difíciles de captar por la audiencia cuando lo hace solo utilizando la expresión verbal.
- Resaltar puntos importantes ó encabezados de los temas.
- Reforzar la expresión verbal con lo cual se aumenta la retención del público oyente.
- Estimular el pensamiento de quien lo presencia.
- Centrar la atención del auditorio.

Una presentación es una exposición que lleva a cabo un individuo para llamar la atención de un grupo de personas (en este caso, los alumnos) y difundirles una información e influir en ellos.

Una presentación eficaz es una herramienta profesional que sirve para ayudar al expositor a persuadir a otros para que acepten y adopten sus ideas, recomendaciones, propuestas ó puntos de vista.

Persuadir a las personas es transmitirles un mensaje de tal forma que las hace estar de acuerdo con él, es decir, están convencidas con razones. La acción de persuadir da a entender que se produce un cambio en las creencias ó comportamiento de la persona persuadida.

## ***Justificación***

---

Entonces se puede persuadir a la gente para que estudie y aprenda, utilizando la información contenida en un determinado método.

Una presentación eficaz tiene los siguientes atributos:

- Tiene un impacto duradero y las personas recuerdan ó reflexionan sobre el tema, después de transcurrida.
- Cuando hace que la audiencia actué ó piense de igual manera que el mensaje presentado.
- Cuando su contenido es útil e importante para el auditorio.

Cualquier presentación entra en un proceso de comunicación. Para un docente que quiera influir positivamente en sus alumnos es esencial que tenga la habilidad de comunicarse eficazmente. La comunicación se logra a través de 3 canales diferentes: visual, auditivo y sensitivo. El mejor impacto de una presentación esta en los canales visual y auditivo.

Una presentación eficaz comunica lo que la audiencia necesita ver y oír para ser persuadida y actuar de acuerdo al mensaje, mostrándole el material que quiera y pueda asimilar.

Una presentación con apoyo de material audiovisual generado y proyectado mediante una computadora, puede crear una impresión que el público recordará mucho después de haber olvidado las palabras del presentador.

Todos las características que debe tener una presentación eficaz, las reúnen las presentaciones hechas por computadora.

Uno de los programas de computación que por su dinamismo nos permite mantener la atención y el interés de las personas por instruir, es la aplicación POWER POINT.

## ***Justificación***

---

Microsoft Power Point 97 es un software que esta diseñado para utilizarlo con el sistema operativo Microsoft Windows 95 ó Microsoft Windows NT Workstation 3.51 Service Package 5 ó posterior; necesita una PC multimedia con un procesador 486 ó superior, 8 Mb de memoria RAM como mínimo (16 Mb se considera satisfactorio y 32 Mb óptimo) y una unidad CD-ROM. Para su presentación a grandes grupos se requiere de un cañón y un lugar obscuro.

Esta aplicación proporciona múltiples ayudas que simplifican el proceso de diseño de presentaciones electrónicas (gráficas).

Con la aplicación Power Point, se diseñan presentaciones de gran impacto, al permitir organizar, ilustrar eficazmente y transmitir con profesionalidad la información, de tal manera que el trabajo del expositor se simplifique y se incremente la productividad.

Con Power Point se pueden ilustrar las ideas con diferentes formatos de texto, incluir imágenes de Microsoft Office Art, color, efectos de animación (movimiento y sonido), así como crear presentaciones de tipo multimedia. Además, es posible producir diferentes versiones de la misma presentación que se adapten a distintas audiencias.

Con él se puede:

- Crear, exponer e imprimir una presentación de diapositivas.
- Aplicar plantillas prediseñadas ó crear las propias.
- Utilizar combinaciones de colores.
- Agregar dibujos, curvas Bézier, texturas y efectos 3-D y de texto
- Crear y modificar gráficos.
- Insertar sonidos, videos ó películas de multimedia.
- Adicionar comentarios, pies de página.

- Colocar botones de acción para hacer hipervínculos con otras diapositivas ó archivos (aunque no sean de Power Point).

Una diapositiva de Power Point hecha con creatividad, capta la atención de la audiencia, porque se presenta la información en forma original, despertando la curiosidad del auditorio por el tratado.

Es indispensable que los elementos que componen la diapositiva atraigan la vista (y el oído si tiene sonido) del espectador; y que sean ellos mismos, los que expliquen con sencillez ó sintetizen el mensaje propuesto. La composición de esos elementos produce un efecto psicológico en el observador, además de enfatizar el interés que quiere dársele al mensaje.

Uno de esos elementos es el color. Cada color tiene un significado que influye en la respuesta de la audiencia. El fondo de la diapositiva deberá contrastar con el color de las imágenes ó texto. Uno de los mejores para este fin es el negro, porque al proyectar la diapositiva sobre una pared ó una pantalla, el contenido de la diapositiva se puede observar mejor.

Una diapositiva en color refuerza el interés y hace el mensaje más memorable, incrementa la retención, afecta las emociones y con ello el estado de ánimo de la audiencia y por último provoca respuestas y motiva a la gente a realizar algo.

El contenido de las diapositivas debe ser sencillo, legible, agradable y adecuado. La distribución de ese contenido es esencial, ya que de ello depende su utilidad y claridad.

En una diapositiva es posible insertar imágenes de libros, revistas ó fotografías, previa utilización de un scanner.

Se puede utilizar también el uso de dibujos de caricatura, el cual estará siempre condicionado al tipo de auditorio y a la seriedad del tema por presentar, aunque bien

## ***Justificación***

---

utilizados, no solo despierta el interés del público, sino también mantiene la atención del mismo.

Teniendo en cuenta todas las anteriores consideraciones, se presenta la de cómo fue diseñado el ***curso-programa*** elaborado en Power Point que se propone como material didáctico, para la enseñanza y aprendizaje durante un semestre de clases, de la bioquímica enfocada al entrenamiento deportivo.

## PROPUESTA.

Este trabajo es un **curso-programa** de bioquímica deportiva, el cual consiste en una presentación electrónica (anexo 1) que puede ser utilizada como material didáctico para la impartición de esta asignatura (todo un semestre) en la licenciatura en entrenamiento deportivo, ó bien, para el aprendizaje de forma individual.

Es necesario aclarar que cuando se hable de "la presentación" se refiere a toda una serie de presentaciones, vinculadas entre sí.

Esta presentación electrónica es una presentación interactiva de tipo multimedia, con herramientas de informática que trabajan bajo el ambiente Windows utilizando la aplicación Power Point, con el cual se garantiza que el estudiante aproveche al máximo el tiempo invertido en el aprendizaje y que le sirva al profesor de asignatura como una guía y al mismo tiempo como material didáctico que le permita dar su cátedra en una forma activa, manteniendo la atención del estudiante durante toda la exposición.

El programa está dirigido tanto para catedráticos que imparten la materia bioquímica y que deseen utilizar nuevas técnicas didácticas, como también, para estudiantes que quieran ó necesiten aprender la misma asignatura.

Esta presentación se centra en la necesidad de impartir la asignatura de bioquímica aplicada al deporte.

Primeramente, se escribió un libro, para el cual se realizó una investigación entre libros de texto de bioquímica, fisiología, anatomía, nutrición y teoría y metodología del entrenamiento deportivo, así como revistas especializadas en bioenergética. Este libro contiene, todos los temas tratados en el curso programa (anexo 1).



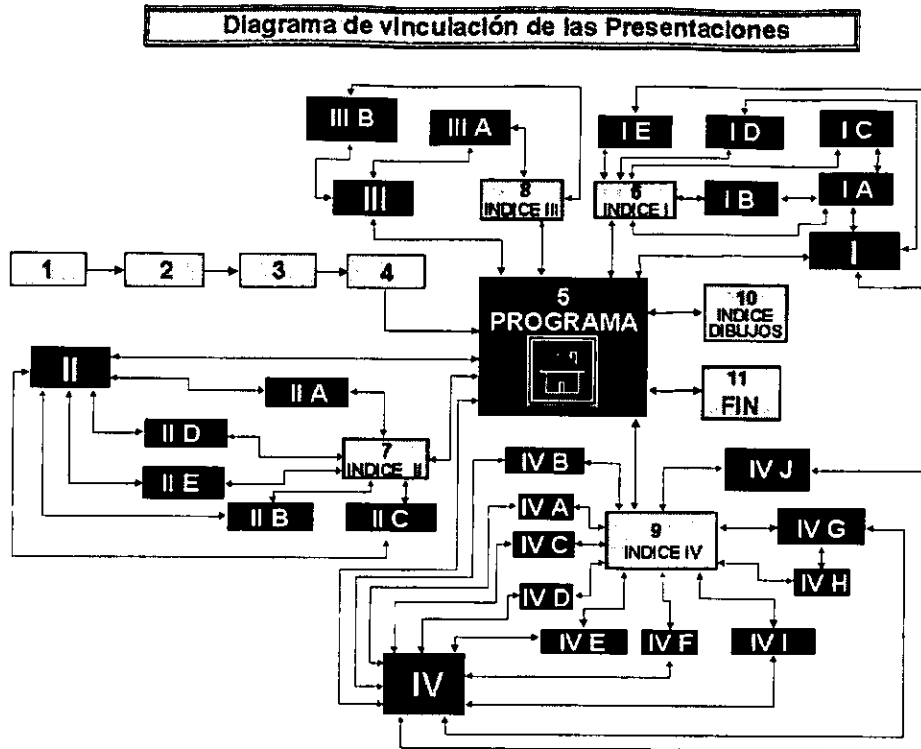
Una vez conformado el libro se procedió a elaborar la presentación en Microsoft Power Point.

Un punto importante de toda presentación es tener en cuenta la perspectiva del auditorio, contestando para ello las siguientes preguntas:

- ¿Que tipo de audiencia es y que interés tienen?
  - o Son estudiantes de licenciatura y se tiene la ventaja que el auditorio tiene el interés común de aprender la materia y con ello mejorar su capacitación profesional.
- ¿Que conseguirá y mantendrá la atención de los miembros de la audiencia?
  - o La innovación, lo creativo y lo dinámico de la presentación.
- ¿Que es lo que hará que la presentación tenga significado para ellos?
  - o El material seleccionado y el vocabulario sencillo de la presentación.
- ¿Que es lo que para ellos hará memorable la presentación?
  - o Que es de fácil estudio y entendimiento.
- ¿Que es lo que hará que la audiencia acepte y apruebe el material que se le presenta?
  - o La información es veraz y lo más actual posible.
- De acuerdo a los objetivos del docente ¿Qué es lo que va a persuadir a los estudiantes?
  - o Al ser esta una presentación de naturaleza instructiva, propone que el profesor proporcione, por un medio actual y dinámico, la información que los estudiantes requieren y la incorporen a su acervo cultural y a su manera de pensar (el papel del profesor no es simplemente enseñar, sino inducir a la audiencia para que aprenda).

Para el diseño de la presentación se tomaron los principales puntos del libro de texto y el material que debía ser incluido en la presentación (dibujos, gráficas ó cuadros de concentración de texto).

El material seleccionado, se ocupó para elaborar en Microsoft Power Point, una serie de presentaciones en sala, las cuales están vinculadas entre sí, de la siguiente manera:



Este diagrama nos muestra unos rectángulos; los que tienen los números arábigos del 1 al 11 pertenecen a la presentación Bioquímica deportiva, que es la presentación inicial:

La diapositiva 1 es el Título de esta presentación y en sí de todo el curso programa.

La diapositiva 2 muestra la Presentación del curso programa.

La diapositiva 3 da una Introducción a la bioquímica aplicada al deporte.

La diapositiva 4 es el Instructivo de uso. Esta aparece como diapositiva 1 en todas las presentaciones y esta vinculada con todas las diapositivas de cada presentación (excepto las diapositivas que son carátulas).

La diapositiva 5 es el Menú principal. En él se muestra el PROGRAMA, el cual consta de 4 carpetas ó capítulos (rectángulos de color rosa):

I. Capítulo que trata los Conocimientos básicos

II. Capítulo que estudia el Metabolismo

III. Capítulo que habla de la Nutrición

IV. Capítulo que se refiere al Metabolismo en el ejercicio

En esta misma diapositiva se muestran 4 botones de índice (corresponden a las diapositivas 6, 7, 8 y 9 de esta presentación). Es otro acceso al mismo capítulo, que presenta su contenido en orden alfabético. Además, tiene un acceso en forma también de índice, exclusivamente para las láminas que son diagramas ó tablas (diapositiva 10).

Con esta distribución de 4 capítulos se considera que se pueden tratar todos los temas para cubrir el programa de asignatura de la Licenciatura en Entrenamiento Deportivo.

Las diapositivas 6, 7, 8, 9 y 10 se vinculan el Menú principal y con diferentes presentaciones (rectángulos con números romanos y una letra mayúscula), de igual manera que sus respectivos capítulos (rectángulos con números romanos exclusivamente).

La diapositiva 11 da el fin de la presentación y se vincula con cada una de las presentaciones cuando se quiere dar por terminado la ocupación de este material.

La presentación ó capítulo I, denominada Conocimientos Básicos se vincula con:

- I.A. Biomoléculas
- I.B. Nutrientes
- I.C. Vitaminas
- I.D. Enzimas, Hormonas y Homeostasis
- I.E. La Célula

La Presentación II ó Metabolismo tiene vinculación con:

- II.A. Aspectos termodinámicos
- II.B. Vías metabólicas biosintéticas
- II.C. Vías metabólicas degradativas

II.D. Regulación del metabolismo

II.E. Sistema de transporte de oxígeno

La Presentación III ó Nutrición se conecta con:

III.A. Composición química de los alimentos

III.B. Química de los alimentos y Alimentación en la competencia.

La Presentación IV ó Metabolismo en el ejercicio se vincula con:

IV.A. La sangre

IV.B. Orina y Sistema endócrino

IV.C. Cambios bioquímicos

IV.D. Tejido muscular

IV.E. Bioenergética de la actividad muscular

IV.F. Tejido Nervioso

IV.G. Características bioquímicas de las cualidades motoras y del Entrenamiento deportivo

IV.H. Forma deportiva

IV.I. Características bioquímicas del organismo entrenado

IV.J. Metabolismo en la infancia, senectud y altura

Son un total de 354 diapositivas, todas ellas con animación, repartidas en 24 presentaciones.

En su elaboración se empleo la plantilla prediseñada: bola de fuego, módulos de texto, dibujo y transición con una presentación personalizada y sonido.

Todas las diapositivas de este curso-programa cumplen con las premisas que norman las presentaciones, aún cuando algunas de ellas aparentemente están cargadas de información.

Si clasificamos estas presentaciones, se puede decir que son del tipo Interna, porque el presentador (docente) y la audiencia (estudiantes) pertenecen a la misma organización (la asignatura de bioquímica).

De acuerdo a sus características son presentaciones informativas ó instructivas porque tienen como objetivo proporcionar (del maestro al alumno) los conocimientos de bioquímica necesarios que debe conocer un entrenador deportivo.

Para su uso, el usuario (catedrático ó estudiante) puede seleccionar la secuencia de escenas que desea seguir, retroceder para analizar escenas anteriores y puede elegir entre ver toda la presentación ó solo parte de ella.

Para una buena utilización del programa, es necesario que la persona que lo use entienda como se maneja.

### **Instructivo de uso**

El paso de una diapositiva a otra es por medio de ligas ó botones de vinculación que funcionan por la acción de un clic del mouse, cuando el puntero al pasar encima del botón que se desea accionar se transforma en una mano.

Para saber que una diapositiva ha puesto a la vista del observador toda la información que contiene, aparecen los botones de acción de esa diapositiva que lo vinculan tanto con la presentación a la que pertenece, como con otra presentación. Estos botones podrán oírse con el sonido prediseñado arpegio, en aquellas PC que contengan una tarjeta de sonido y bocinas. El último botón en aparecer se localizará en el lado inferior derecho y será la señal para que continúe con la utilización del programa de acuerdo a su interés personal; para ello, deberá accionar el botón que desee (como se explico en el párrafo anterior).

A lo largo de la presentación se utilizan diferentes botones de acción; en ocasiones son las propias palabras las que sirven de botón, identificándose por ser palabras subrayadas de color morado; en otros casos son botones prediseñados, que vinculan de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

**PALABRA** Ir a una determinada diapositiva



Ir a la diapositiva siguiente



Ir a la diapositiva anterior



Ir al menú anterior



Ir al final de la presentación



Ir al índice



Ir al menú principal



Ir a la última diapositiva mostrada



Ir al índice de diagramas



Abre un capítulo



Ir a instructivo de uso

En todas las diapositivas aparece el botón de **"Ir al instructivo"** (Interrogación), el cual tiene la finalidad de proporcionarle ayuda en caso de que no recuerde la nomenclatura de los botones. Si esto ocurre, accione este botón y lea nuevamente el significado de cada uno de ellos. Aclarando que el listado de botones que se encuentra a todo lo largo del lado izquierdo de la diapositiva son netamente ilustrativos y no están activados. El botón **ir al instructivo** es el primero en aparecer en la parte inferior derecha de la diapositiva.

Para regresar a la diapositiva que generó la duda, accione el botón **ir a la última diapositiva mostrada**, el cual es representado por una flecha en forma de U; aparece al lado derecho del botón ir al instructivo.

Si por algún error entra a una diapositiva que no corresponde a la que desea ver, hay dos formas para regresar:

- La primera es accionando el botón de **ultima diapositiva mostrada**, que normalmente se encuentra junto al botón de ayuda.
- La segunda es con los botones propios del programa Power Point, los cuales aparecen en el índice inferior izquierdo justo al terminar cualquier animación de la diapositiva, sea de forma manual ó automática; al accionar cualquiera de los dos botones se abre una ventana que nos muestra un menú de opciones. Tomando la ruta **"ir"**, se abre una nueva ventana y por la opción **"desplazamiento por diapositivas"** se puede encontrar la diapositiva en la que se encontraba anteriormente.

Para completar todo el **curso-programa**, corra toda la presentación, ó bien, consulte secciones individuales para explicar ó aprender únicamente la lección que corresponde a un día de clase. De cualquiera de las dos formas puede ser utilizado.

## **Propuesta**

---

Para correr la presentación es preciso leer antes las instrucciones de manejo.

En la elaboración de este **curso-programa** se utilizaron además los siguientes programas de computación:

- POWER POINT. Explicado ya su uso.
- WORD. Programa con el cual se captura el libro de texto relacionado al tema.
- EXCEL. Programa auxiliar para la elaboración de algunas gráficas y de los diagramas de vinculación de las diapositivas elaboradas en Power Point.
- PAINT. Programa auxiliar en la elaboración de algunas imágenes en el texto.
- WORD ART 2.0 Programa que sirve para crear efectos especiales a algunos bloques de texto.



# ***ANEXO I***

## Bioquímica Deportiva

Carlos E. Novoa Ortega



## Presentación

- Este trabajo es una demostración de los conocimientos adquiridos en el diplomado de "Herramientas Básicas de Computación" escogido como Paquete Terminal de la Cuarta Opción de Titulación
- Es un material didáctico que fue elaborado utilizando los beneficios de Power Point
- Proporciona una representación gráfica para facilitar la enseñanza ó estudio de la bioquímica enfocada al deporte



## Introducción

- Para un entrenador deportivo es importante tener conocimientos de Bioquímica, puesto que al conocer los cambios bioquímicos que tienen lugar dentro del organismo de un atleta como resultado de la adaptación biológica a una práctica físico-deportiva específica, se puede planificar, organizar, dirigir y controlar el proceso del entrenamiento deportivo con mayor eficiencia



## Instructivo de uso

- PALABRA**
- Ir a una determinada diapositiva
  - Ir a la diapositiva siguiente
  - Ir a la diapositiva anterior
  - Ir al menú anterior
  - Ir al final de la presentación
  - Ir al índice
  - Ir al menú principal
  - Ir a la última diapositiva mostrada
  - ★ Ir al índice de diagramas
  - Abre un capítulo
  - Ir a instructivo de uso



## Programa

- |   |   |        |   |
|---|---|--------|---|
| ■ | Conocimientos básicos                       | Indice | ■ |
| ■ | Metabolismo                                 |        | ■ |
| ■ | Nutrición                                   |        | ■ |
| ■ | Metabolismo en el ejercicio                 |        | ■ |
| ★ | Indice de diagramas ó dibujos con animación |        | ■ |



## CONOCIMIENTOS BASICOS

- |                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| • <u>Acidos nucleicos</u>         | • <u>Enzimas</u>     |
| • <u>Agua</u>                     | • <u>Gases</u>       |
| • <u>Carbohidratos</u>            | • <u>Homeostasis</u> |
| • <u>Célula</u>                   | • <u>Hormonas</u>    |
| - <u>Descripción</u>              | • <u>Lípidos</u>     |
| - <u>Citoplasma</u>               | • <u>Minerales</u>   |
| - <u>Mitocondria</u>              | • <u>Proteínas</u>   |
| • <u>Composición corporal</u>     | - <u>Aminoácidos</u> |
| • <u>Definición de bioquímica</u> | • <u>Vitaminas</u>   |



## METABOLISMO

- Aspectos termodinámicos
  - Transporte de gases
  - Papel del ATP
  - Reacciones acopladas
- Descripción de Metabolismo
  - Ventilación pulmonar
- Regulación del Metabolismo
  - Vías metabólicas
  - Biosíntesis
    - Glucógeno
    - Gluconeogénesis
    - Nucleótidos
  - Catabolismo
    - Destino del piruvato
    - Fosforilación
    - Glicólisis
    - Ciclo de Krebs
- Sistema de transporte de oxígeno
  - Intercambio gaseoso
  - Sistema circulatorio

## NUTRICION

- Alimentación en la competencia
- Aspectos energéticos
- Características de los alimentos
- Composición química de los alimentos
- Descripción
  - Incremento de la capacidad de trabajo por efecto de la alimentación
  - Química de la digestión

## METABOLISMO EN EL EJERCICIO

- Bioenergía de la actividad muscular
- Cambios bioquímicos durante el trabajo en condiciones de altura
- Cambios bioquímicos
- Características bioquímicas de las cualidades motoras
- Características bioquímicas del entrenamiento deportivo
  - Supercompensación
- Características bioquímicas del organismo entrenado
- Clasificación bioquímica de los deportes
- Fenómenos bioeléctricos durante la actividad física
- Metabolismo en la infancia y la senectud
- Orina
- Sangre
- Sistema endocrino
- Tejido muscular
  - Mecanismo de la contracción muscular
- Tejido nervioso

## DIAGRAMAS O DIBUJOS

### CONOCIMIENTOS BASICOS

- Célula animal
- Destino de los ácidos nucleicos
- Destino de los carbohidratos
- Destino de los lípidos
- Destino de las proteínas
- Enlaces del colágeno
- Estructura de la célula
- Estructura de una proteína
- Estructura del AMP, ADP y ATP
- Mitochondria
- Almacenamiento y utilización de glucosa
- Biosíntesis de nucleótidos
- Ciclo de Cori
- Ciclo de Krebs y del ácido cítrico
- Catabolismo

### CONOCIMIENTOS BASICOS

- Destino catabólico de los aminoácidos
- Destino catabólico de las cadenas carbonadas de los aminoácidos
- Destino catabólico del piruvato
- Principales vías biosintéticas
- Principales vías desintéticas
- Producción y utilización de energía por el hombre
- Reacciones acopladas en agua: piruvato y lactato y metabolismo en paralelo
- Utilización de grasas y cuerpos cetónicos

### NUTRICION

- Suministro de combustible durante una hora de ejercicio

### METABOLISMO EN EL EJERCICIO

- Áreas de aportación energética
- Contracción muscular
- Deportes y sus sistemas energéticos
- Disminución de la capacidad de rendimiento

- Efecto acumulativo de las cargas
- Energética de pruebas de resistencia y atletismo
- Glicólisis
- Intercambio gaseoso
- Mecanismos que aportan ATP
- Menor de la gaseo de reo
- Métodos de entrenamiento
- Métodos para diferenciar deportes
- Métodos de entrenamiento y su relación con el sistema energético
- Modelo del control del rendimiento
- Modificación de la capacidad de rendimiento
- Porcentaje de ATP aportado por los 3 sistemas energéticos
- Porcentaje de fibras musculares
- Potencia de los mecanismos para producir ATP
- Resíntesis del ATP
- Representación del desarrollo de un acto motor
- Síntesis
- Supercompensación

## Conocimientos básicos

- Definición de bioquímica deportiva
- Composición corporal
- Biomoléculas
- La célula
- Homeostasis

## Definición

La bioquímica deportiva estudia las particularidades que rigen el desarrollo de los procesos metabólicos durante la actividad física que permiten el perfeccionamiento de los métodos de enseñanza y entrenamiento deportivo para lograr que se incremente la capacidad de trabajo y el poder de recuperación de los entrenados.

## Composición corporal

El cuerpo humano está compuesto principalmente por cuatro elementos principales que son carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, que constituyen el 99.25% del total. El 0.75% restante incluyen elementos como el fósforo, azufre, cloro, yodo, potasio, calcio, hierro entre otros.



## Biomoléculas

- Moléculas inorgánicas
  - Agua
  - Gases
  - Minerales
- Moléculas orgánicas
  - Nutrientes
  - Enzimas
  - Vitaminas
  - Hormonas

## Agua

Es la molécula que se encuentra en mayor proporción en el cuerpo humano. Constituye el 92% de la sangre, el 70% del peso general de los músculos esqueléticos, el 84% de la materia gris y el 22% del tejido óseo. Es el único líquido indispensable para la nutrición. La necesidad hídrica es la más importante dentro de todas las necesidades nutritivas. Se considera que por cada kilocaloría consumida, el organismo debe recibir 1 mililitro de agua.

## Gases

Los principales gases que se encuentran dentro del organismo son el oxígeno y el dióxido de carbono.

## Minerales

- Función biológica
- Clasificación

## Minerales

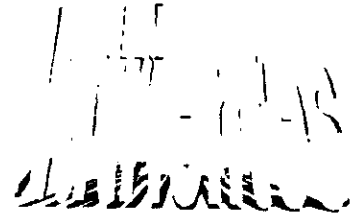
Los minerales son necesarios para el buen funcionamiento de nervios y músculos. Son los responsables de mantener la presión osmótica en las células y líquidos biológicos, garantizando un pH constante en todos los tejidos. Algunos están presentes en cantidades importantes en los alimentos, tales como calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio y cloro. Tienen la ventaja de no destruirse en la preparación de la comida. Son sustancias que no tienen valor energético, pero obligatoriamente deben consumirse diariamente, puesto que el organismo no puede producirlos. Forman parte de todos los tejidos y de los glóbulos rojos.

## Clasificación de los minerales

Se dividen en dos clases:

Macroelementos como calcio, fósforo, magnesio, sodio, hierro, yodo y potasio

Microelementos como cobre, cobalto, manganeso, flúor y zinc.



## Nutrientes

- Carbohidratos
- Lípidos
- Proteínas
- Ácidos nucleicos

## Carbohidratos

- Características generales
- Función biológica
- Clasificación
- Destino

## Carbohidratos

Son los compuestos orgánicos más abundantes de la naturaleza, contienen el material energético de uso inmediato y utilizados por las células como fuente de energía primaria.

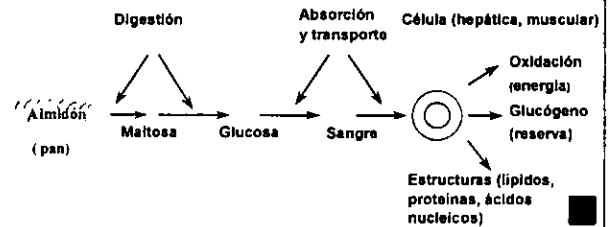
## Función biológica de los carbohidratos

- a) Constituyen el material energético de uso inmediato.
- b) Como reserva energética: al ser almacenado como glucógeno puede utilizarse por las células en el momento que se le necesite.
- c) Función estructural, forman fibras en los tejidos conjuntivo, cartilaginoso u óseo.

## Clasificación de los carbohidratos

- Monosacáridos simples
- Monosacáridos derivados ó compuestos
- Oligosacáridos
- Polisacáridos simples
- Polisacáridos derivados ó compuestos

## Destino de los carbohidratos de la dieta humana



## Lípidos

- Características generales
- Función biológica
- Clasificación
- Destino

## Lípidos

Grupo de hidrocarburos que tienen en común sus características físicas, mejor conocidos como grasas, constituyen el material de reserva energética del organismo.

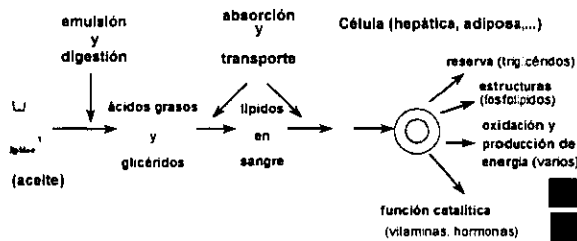
## Función biológica de los lípidos

- a) Material de reserva energética.
- b) Protección y amortiguamiento.
- c) Catalizadora.

## Clasificación de los lípidos

- Acidos grasos
- Acidos grasos derivados
- Lípidos que contienen ácidos grasos
- Lípidos no relacionados con ácidos grasos

## Destino de los lípidos de la dieta humana



## Proteínas

- Características generales
- Funciones
- Aminoácidos esenciales y no esenciales
- Estructura
- Clasificación
  - Fibrosas
  - Musculares
  - Globulares
- Destino

## Proteínas

Están compuestas por aminoácidos, fosfatos, acetatos y sulfatos, entre otros. El ser humano necesita 8 aminoácidos para mantenerse sano y fabricar sus propias proteínas, se estima que el ser humano tiene 30 000 proteínas distintas. Intervienen en el crecimiento y mantenimiento celular, contracción muscular, enzimas digestivas, hormonas y anticuerpos

## Aminoácidos

Dentro del organismo hay aminoácidos proteicos y no proteicos. En las proteínas se presentan 20 aminoácidos, que pueden ser.

### Esenciales

Leucina (Leu)  
 Isoleucina (Ile)  
 Lisina (Lyz)  
 Metionina (Met)  
 Fenilalanina (Phe)  
 Treonina (Thr)  
 Triptófano (Trp)  
 Valina (Val)

### No esenciales

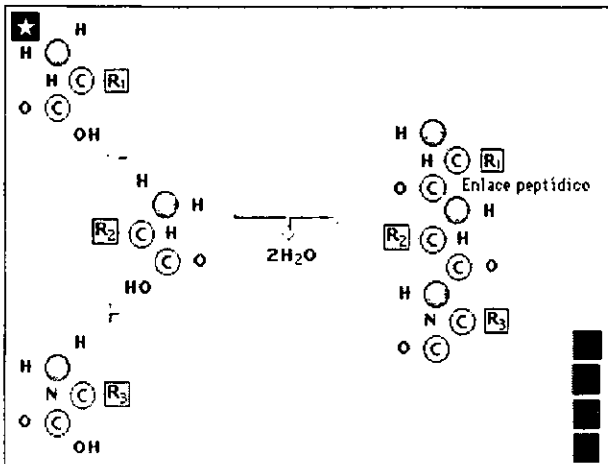
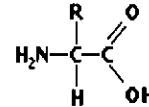
Glicina (Gly)      Asparagina (Asn)  
 Alanina (Ala)      Histidina (His)  
 Prolina (Pro)      Glutamina (Gln)  
 Tirosina (Tyr)      Glutamato (Glu)  
 Serina (Ser)      Aspartato (Asp)  
 Cisteína (Cys)      Arginina (Arg)

## Función biológica de las proteínas

- a) Función catalítica.
- b) Función estructural.
- c) Función de transporte y reserva.
- d) Función de reconocimiento celular y defensa.
- e) Función contráctil.
- f) Función hormonal.
- g) Otras funciones.

## Estructura de una proteína

La fórmula general de un aminoácido contiene un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ), un grupo carboxilo ( $-\text{COOH}$ ) y un grupo variable R, el cual puede ser desde un solo hidrógeno, hasta grupos con carbono e hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre.



## Proteínas fibrosas

### Colágeno.

Constituye aproximadamente el 25% del total proteico, forma parte de huesos, piel, tendones y cartilagos. Son haces de fibras entrelazadas que forman redes que se extienden en todas direcciones.

### Queratina.

Constituye la capa externa de la piel, el pelo y las uñas, protegiendo al cuerpo del medio externo

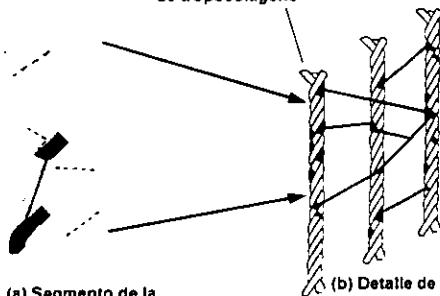
### Fibrinógeno.

Proteína de la sangre responsable de la coagulación.

## Enlaces entrecruzados del colágeno

Hélice polipeptídica

Triple hélice de tropocolágeno



(a) Segmento de la triple hélice de tropocolágeno

(b) Detalle de una microfibrilla de colágeno

## Proteínas musculares

- Actina
- Miosina

(combinadas actúan en la acción contráctil del músculo esquelético).

(Se describirán en el capítulo de Metabolismo en el ejercicio).



## Proteínas globulares

### Hormonas proteicas

Son segregadas por las glándulas endócrinas. Estimulan a ciertos órganos fundamentales, que a su vez inician y controlan actividades importantes.

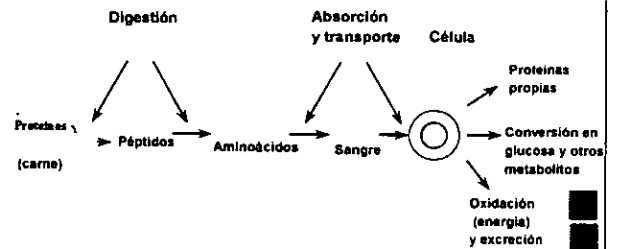
### Anticuerpos

También llamados inmunoglobulinas, se combinan con las sustancias u organismos que invaden el cuerpo para neutralizarlas y precipitarlas a la sangre.

### Microtúbulos

Se agrupan en diminutos túbulos huecos que actúan como entramado estructural de las células y al mismo tiempo, transportan sustancias de una célula a otra.

## ★ Destino de las proteínas de la dieta



## Acidos nucleicos

- Composición
- Bases nitrogenadas
- Función biológica
- Destino

## Acidos nucleicos

Biomoléculas muy complejas que producen las células vivas. Son polímeros lineales formados por ácido fosfórico, un azúcar (ribosa ó desoxirribosa) y una base nitrogenada.

Sus funciones son: almacenar y transmitir las características hereditarias, permitir la diferenciación de células y tejidos y dirigir la síntesis de proteínas específicas.

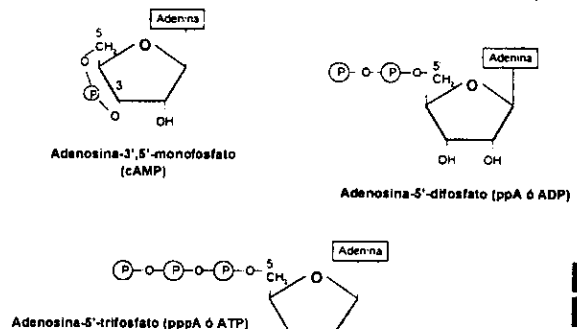
Pueden ser de dos clases: ácido desoxirribonucleico (DNA) y ácido ribonucleico (RNA).

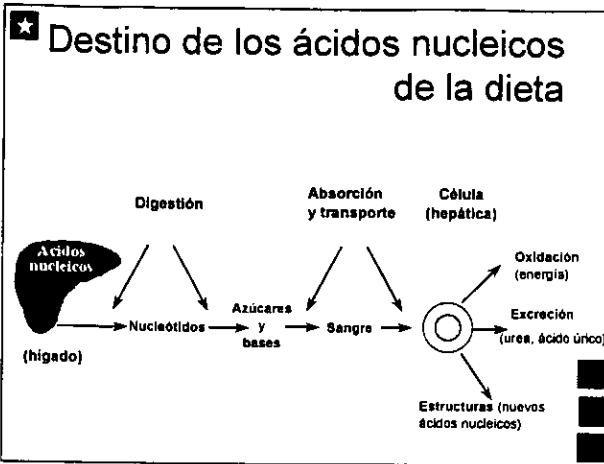
## Bases nitrogenadas

Compuestos cíclicos que según el anillo que contienen toman el nombre de pirimidina ó purina. Hay cinco bases principales Adenina (A), Guanina (G), Citosina (C), Timina (T) y Uracilo (U).

Cuando una base se une a una pentosa (ribosa ó desoxirribosa) se forma un nucleósido. La adición de ácido fosfórico a esta última produce un nucleótido, cuya nomenclatura suele darse por las iniciales de sus componentes, por ejemplo A (de la Adenina), enseguida el nucleótido, indicando el número de fosfatos que contiene, T (tres) y P (fosfato) ó como se conoce ATP (adenosin trifosfato).

## ★ Estructura del AMP, ADP y ATP





## Enzimas

- Características generales
- Clasificación
- Coenzimas
- Sitio activo

## Enzimas

Sustancias orgánicas especializadas, compuestas por polímeros de aminoácidos. Actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Son capaces de acelerar o regular la velocidad de las reacciones químicas sin ser consumidas en el mismo proceso, sin embargo no inician, ni alteran el estado de equilibrio. Estas cadenas contienen de 100 a 300 aminoácidos, su forma es tridimensional.

## Clasificación de enzimas

En dependencia del tipo de reacción que controlen, se tienen 6 clases.

- hidrolíticas
- oxidorreductoras
- transferasas
- liasas
- isomerasas
- ligasas ó sintetetasas.

## Coenzimas

Compuestos orgánicos de bajo peso molecular, termoestables y dializables, que en algunos casos necesitan las enzimas para llevar a cabo su función.

## Sitio activo de una enzima

Posee dos partes funcionales el sitio de unión y el sitio catalítico

## Vitaminas

- Características generales
- Clasificación

## Vitaminas

Indispensables para el óptimo funcionamiento de todos los órganos y sistemas del organismo; necesarias para el equilibrio de las funciones del cuerpo y el crecimiento y desarrollo de los tejidos, participan en la formación de hormonas, material genético, células sanguíneas y sustancias químicas que regulan el sistema nervioso. Por lo general actúan como catalizadores. Existen 13 vitaminas, algunas son hidrosolubles y otras son liposolubles.

## Clasificación de vitaminas

Se clasifican de acuerdo a su capacidad de disolución en agua y grasa.

Hidrosolubles.

Son las del complejo B y la vitamina C, no se pueden almacenar por lo que deben consumirse diariamente, cualquier cantidad que no se utilice es desechada del organismo.

Liposolubles

Son las vitaminas A, D, E y K, se pueden almacenar en la grasa del cuerpo y utilizarse cuando sean necesarias.

## Complejo B

- B1
- B2
- B3
- B6
- B12

## Vitamina B1

Conocida como tiamina es una sustancia cristalina e incolora, actúa como catalizador en el metabolismo de los carbohidratos, la síntesis de sustancias que regulan el sistema nervioso. Su insuficiencia provoca debilidad muscular, inflamación del corazón y calambre en las piernas

## Vitamina B2

Conocida con el nombre de riboflavina, actúa como coenzima en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y especialmente de proteínas que participan en el transporte de oxígeno y el mantenimiento de las membranas mucosas.

### Vitamina B3

Conocida con el nombre de nicotinamida, también llamada vitamina PP, niacina ó ácido nicotínico. Funciona como coenzima para liberar la energía de los nutrientes. Su insuficiencia produce una erupción parecida a una quemadura de la piel por la radiación solar, diarrea, confusión mental, irritabilidad y depresión.



### Vitamina B6

La piridoxina es necesaria para la absorción y el metabolismo de aminoácidos. Actúa también en la absorción de grasas y en la formación de glóbulos rojos. Su insuficiencia se caracteriza por alteraciones en la piel, grietas en la comisura de los labios, lengua despapilada, convulsiones, mareos, náuseas, anemia y piedras en el riñón.



### Vitamina B12

Se conoce como cobalamina ó cianocobalamina, es necesaria para la formación de nucleoproteínas, proteínas, glóbulos rojos y para el funcionamiento del sistema nervioso. Su insuficiencia da como resultado una anemia perniciosa.



### Vitamina C

Conocida como ácido ascórbico, es importante en la formación y conservación del colágeno, favorece la absorción de hierro procedente de los alimentos de origen vegetal. Los síntomas de su insuficiencia son las hemorragias y la caída de dientes.



### Vitamina A

Es un alcohol primario de color amarillo pálido. Participa en la formación y mantenimiento de la piel, huesos y dientes; su deficiencia ó exceso afecta a las membranas mucosas, la vista y la reproducción.



### Vitamina D

Necesaria para la formación normal de huesos y retención de calcio y fósforo en el cuerpo.



## Vitamina E

Participa en la formación de glóbulos rojos, músculos y tejidos.

## Vitamina K

Necesaria principalmente para la coagulación de la sangre.

## Hormonas

Son sustancias secretadas por las glándulas endócrinas, vertidas a la sangre para ser trasladadas a un órgano o tejido en el que ejercen un efecto específico. En el hombre se han descubierto poco más de 70 hormonas diferentes. Regulan procesos corporales tales como el crecimiento, el metabolismo, la reproducción y el funcionamiento de los distintos órganos

La deficiencia ó exceso de cualquier hormona altera el equilibrio químico que es esencial para la salud, para el crecimiento normal y en casos extremos, para la vida. Las hormonas permiten la regulación metabólica a un nivel superior

## La Célula

- Características y conformación
- Descripción



## La célula

Unidad estructural y funcional autónoma de un organismo vivo, con independencia en su especialización, tamaño y forma. En su interior ocurren un sinnúmero de reacciones químicas que le permiten acumular y transformar la energía, sintetizar moléculas, crecer y reproducirse de acuerdo a la información hereditaria codificada en las moléculas de DNA. Cada célula contiene un núcleo, nucleolo, membrana celular y citoplasma, dentro de esta última se encuentran las mitocondrias, el aparato de Golgi, el citosol, el citoesqueleto, los lisosomas y los retículos endoplasmáticos liso y rugoso

## Núcleo

Tiene forma esférica y esta rodeado de una doble membrana, en su interior pueden distinguirse los cromosomas y uno ó más nucleolos.

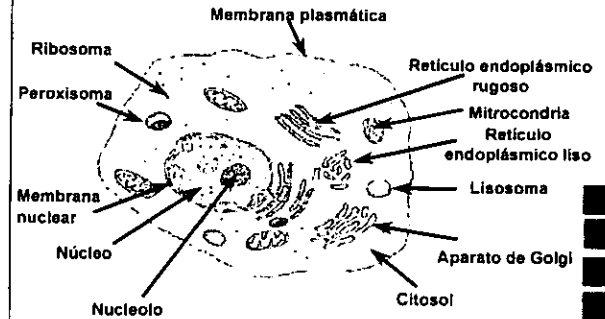
El nucleolo es una región especial en la que se sintetizan partículas que contienen RNA.

## Membrana celular

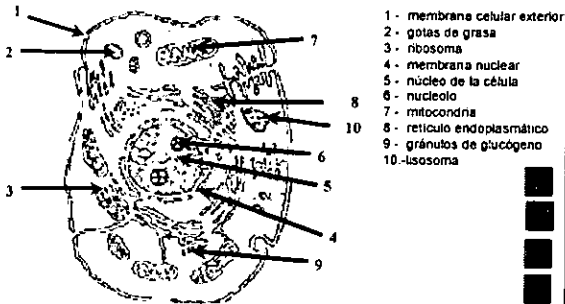
Mantiene la forma y composición química de la célula y la protege de daños, consta de una capa doble de fosfolípidos con proteínas intercaladas ó adheridas; posee una permeabilidad selectiva.



## Célula animal



## Esquema estructural de la célula viva



## Citoplasma

Comprende todo el volumen de la célula excepto el núcleo, engloba numerosas estructuras especializadas, las cuales se encuentran suspendidas en una base acuosa denominada citosol. En él se encuentran reservas de energía de disponibilidad inmediata, tales como gránulos de glucógeno ó gotitas de grasa.



## El citoplasma

- **Estructura**
  - Filamentosas
  - Granulosas
  - Membranosas



## Estructuras filamentosas

Las más importantes son los microfilamentos como el citoesqueleto ó el complejo actina-miosina, los microtúbulos y el reticulo microtrabecular (que le da algunas propiedades de gel)



## Estructuras granulosas

Hay dos tipos principales:

Los ribosomas (intervienen en la síntesis de las proteínas propias de la célula ó sintetizan proteínas de membrana) y los gránulos de glucógeno (reserva de combustible).



## Estructuras membranosas

- Reticulo endoplásmico
- Aparato de Golgi
- Lisosomas
- Mitocondrias



## Reticulo endoplásmico

Amplia red membranosa simple, dispuesta en forma alargada que deja un espacio entre ellas para formar unas cavidades llamadas cisternas, dividiendo al citosol en cámaras interconectadas. Las formas más comunes son los retículos liso y el rugoso. Esta red puede servir de sistema de comunicación interna, almacenaje de iones calcio, acumulación de proteínas para su excreción posterior ó de superficie de soporte para ciertas enzimas



## Aparato de Golgi

Formado por un conjunto de vesículas aplanadas, envueltas en una membrana lisa, su función principal es la secreción celular, en él se reciben las moléculas sintetizadas en el retículo endoplásmico, las transforma y las dirige hacia distintos lugares de la célula para su secreción.



## Lisosomas

Estructuras formadas por vesículas muy pequeñas de forma irregular rodeadas por membranas en cuyo interior se encuentran una gran cantidad de enzimas hidrolíticas, necesarias para la digestión de los fragmentos de las estructuras celulares que se destruyen ó para digerir partículas indeseables u organismos ajenos al cuerpo

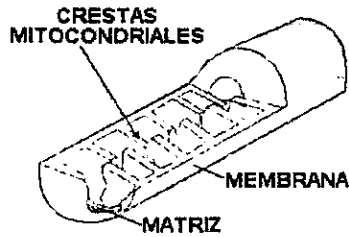


## Mitocondrias

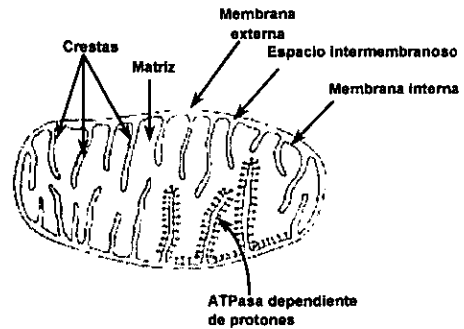
Son los organelos más sobresalientes del citoplasma. Constan de cuatro estructuras: una membrana externa, el espacio intermembranal, la membrana interna y la matriz mitocondrial. Dependiendo del tejido al que pertenecen, su tamaño, forma (alargada u oval) y número de pliegues es variable. Aunque se localizan en todas las células del organismo, se encuentran en mayor cantidad en aquellos tejidos que tienen una gran demanda de energía, como son el corazón, los músculos esqueléticos y el cerebro. Desde el punto de vista funcional, representan la central energética de la célula, en sus estructuras se realizan las últimas etapas de la oxidación de los sustratos (respiración celular) y la conversión de la energía liberada en energía química en forma de ATP



### Mitocondria



### Mitocondria



### Homeostasis

- Definición
- Mecanismos

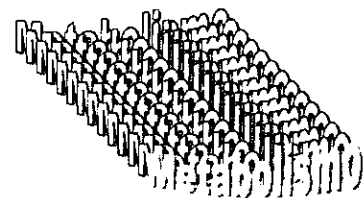
### Homeostasis

Es un estado de equilibrio dinámico de los procesos y funciones bioquímicas del organismo que se realizan de manera estable conjuntamente con las funciones fisiológicas. Por medio de estos procesos el organismo mantiene constantes ó previene fluctuaciones en las condiciones internas necesarias para la vida, aún cuando el medio externo esté sujeto a variaciones continuas. Los mecanismos homeostáticos aseguran que los efectos de estos cambios sean mínimos

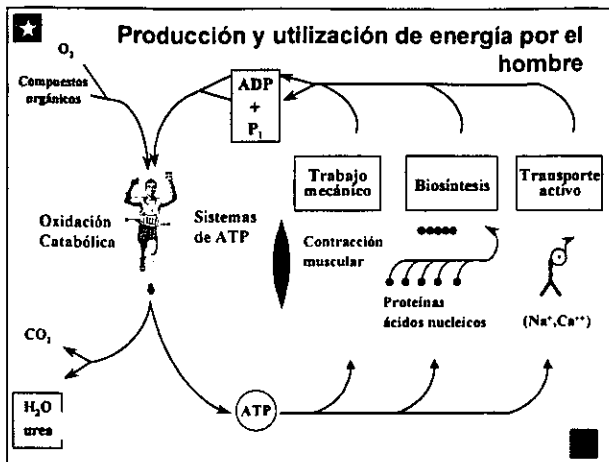
### Mecanismos homeostáticos

A nivel celular se requiere que los componentes se mantengan en unas concentraciones más ó menos constantes, por lo que una pequeña variación respecto al nivel establecido, iniciará una respuesta que restituirá el estado deseado del medio. El líquido mantiene sus propiedades constantes gracias al intercambio constante de moléculas que existe entre él y la sangre. Sin embargo, los niveles de las sustancias que se encuentran en la sangre son controlados por otros órganos.

El mecanismo homeostático más complejo es el control del nivel sanguíneo de glucosa.







## Metabolismo

- Descripción
- Vías metabólicas
- Aspectos termodinámicos
- Regulación del metabolismo
- Sistema de transporte de oxígeno

## Metabolismo

Proceso autoperfeccionado y autorregulado de un complejo conjunto de reacciones químicas que tienen lugar dentro de las células, en las que se desprende ó absorbe energía. Consiste en asimilar sustancias alimenticias del exterior, transformarlas dentro del organismo para el restablecimiento y creación de nuevas células, tejidos gastados, formación de hormonas y enzimas. Además, producen sustancias energéticas necesarias para la realización de todos los procesos de la actividad vital, incluso el movimiento.

## Vías metabólicas

- Características generales
- Tipos de rutas
- Fuentes de energía ó bioenergética

## Características de las vías metabólicas

Secuencia ó sucesión de reacciones químicas. Hay dos grandes procesos metabólicos, los cuales se pueden realizar siempre y cuando haya un ingreso, procesamiento y asimilación de sustancias plásticas, energéticas, vitaminas, minerales y oxígeno.

- Biosíntesis ó anabolismo Conjunto de reacciones para el crecimiento de nuevas células y el mantenimiento de todos los tejidos
- Catabolismo Degradación de las moléculas complejas en sustancias más sencillas, con la finalidad de obtener la energía necesaria para la realización de todas las actividades y el mantenimiento de la temperatura corporal.

## Tipos de rutas ó vías

**Lineal.**- Serie de reacciones, donde el producto de una reacción ó metabolito es el sustrato de la siguiente reacción

**Cíclica** .- Secuencia de reacciones donde el metabolito después de esa secuencia se regenera.

**Espiral.**- Se emplean repetidamente el mismo conjunto de enzimas para alargar ó degradar la cadena de una molécula dada

## Ciclo de Krebs ó del ácido cítrico

Secuencia de reacciones que tienen lugar en la matriz mitocondrial, mediante las cuales se realiza la descomposición final de los alimentos y en las que se producen CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y energía. Este proceso se lleva a cabo por la acción de siete enzimas. Antes de entrar al ciclo los alimentos deben descomponerse en pequeñas unidades denominadas acetil-CoA. Al comienzo del ciclo, un grupo acetilo se combina con el oxaloacetato, para producir ácido cítrico. En los restantes pasos del ciclo, la molécula de ácido cítrico se transforma, y pierde dos de sus átomos de carbono, que salen en forma de bióxido de carbono.

Continúa...

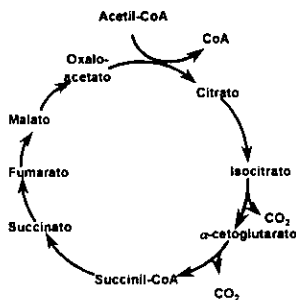
## Ciclo de Krebs ó del ácido cítrico

...Continúa.

En el ciclo, sólo se destruyen los grupos acetilo; tanto las siete enzimas, como los compuestos intermedios sobre los que actúan, pueden volver a utilizarse una y otra vez. Muchos de los compuestos intermedios que se producen en el ciclo se usan también como materiales de construcción para la síntesis de aminoácidos, carbohidratos y otros productos celulares.

El ciclo cumple dos funciones reguladoras: una es cuando hay un exceso de ácidos di ó tncarboxílicos y los convierte en piruvato y acetil-CoA. La segunda es cuando existe un déficit de aminoácidos ó azúcares y entonces los mismos intermedarios se utilizan para su biosíntesis, convirtiendose primero en aspartato y glutamato para posteriormente obtener glucosa.

## Ciclo de Krebs ó del ácido cítrico



## Fuentes de energía

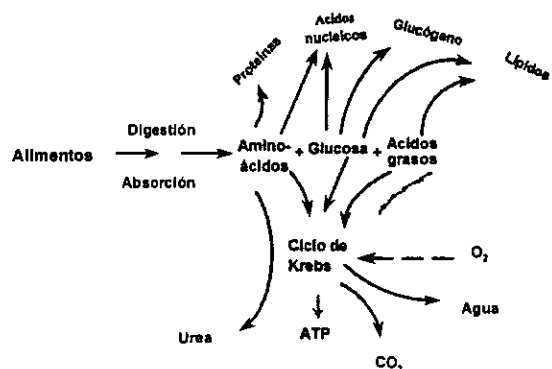
Desde el punto de vista termodinámico el metabolismo abarca los procesos por medio de los cuales las células interceptan químicamente y distribuyen la energía que de forma constante pasa por el organismo.

El ser humano utiliza como fuente de materia y energía a las moléculas orgánicas sintetizadas por las plantas y animales. Estas moléculas, ingeridas en la dieta, al estar constituidas por átomos se consideran que son la fuente de materia y tienen energía porque en los enlaces de ellas, se encuentra almacenada ó disponible energía, la cual fue atrapada en los enlaces que forman productos de alto contenido energético.

## Vías Metabólicas degradativas

- Características generales
- Glicólisis ó glucólisis
- Fosforilación oxidativa
- Destino catabólico del piruvato
- Degradación de lípidos
- Degradación de Aminoácidos

## CATABOLISMO



## Características generales de las vías degradativas

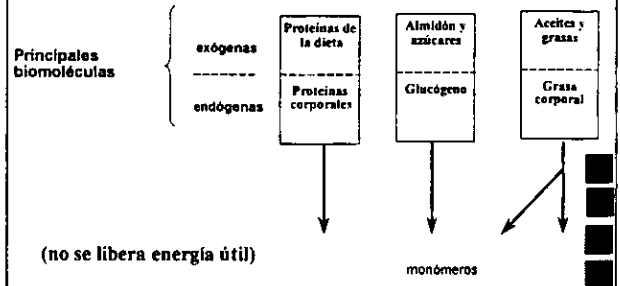
Se tienen tres etapas:

1ª. Se llevan a cabo los procesos fisiológicos de la digestión y absorción y se transforman los carbohidratos, lípidos y proteínas en monosacáridos, ácidos grasos y aminoácidos respectivamente.

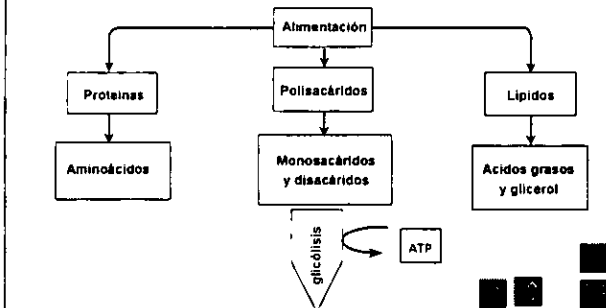
2ª. En la oxidación parcial, se producen los metabolitos intermedios como el piruvato, acetil-coenzima A, algunas sustancias nitrogenadas y los nucleótidos reducidos NADH, NADPH y FADH<sub>2</sub> (etapa específica para cada tipo de biomolécula); se almacena cierta cantidad de energía.

3ª. Se efectúa la oxidación completa de los metabolitos intermedios hasta dar los productos de desecho CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, urea y amoníaco (etapa común a los diferentes tipos de biomoléculas; es la etapa de mayor liberación de energía en forma de ATP).

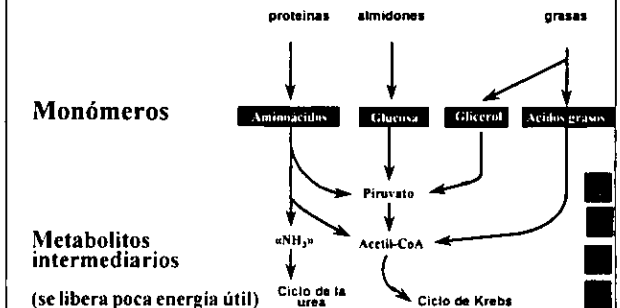
## 1a. Etapa degradativa



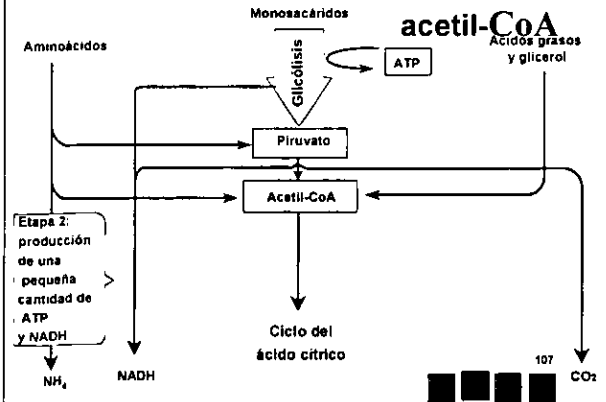
## Hidrólisis de las macromoléculas hasta sus subunidades



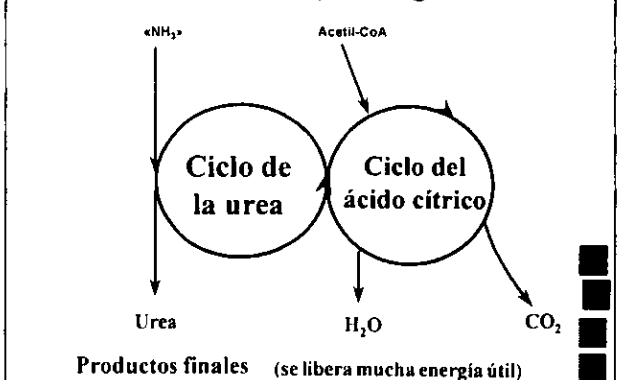
## 2a. Etapa degradativa

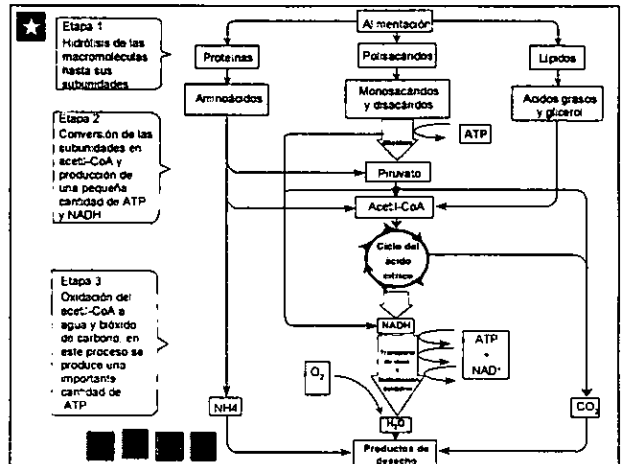
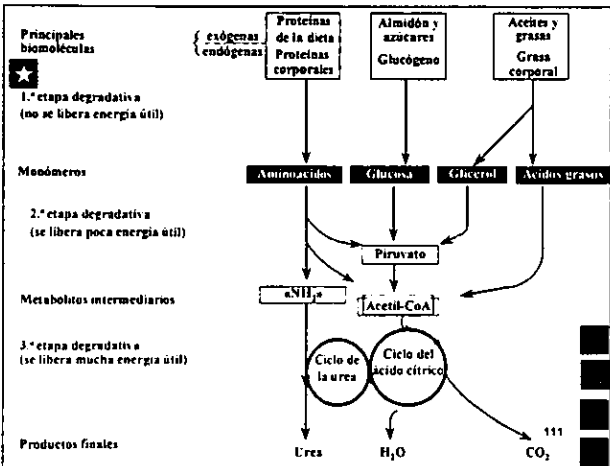
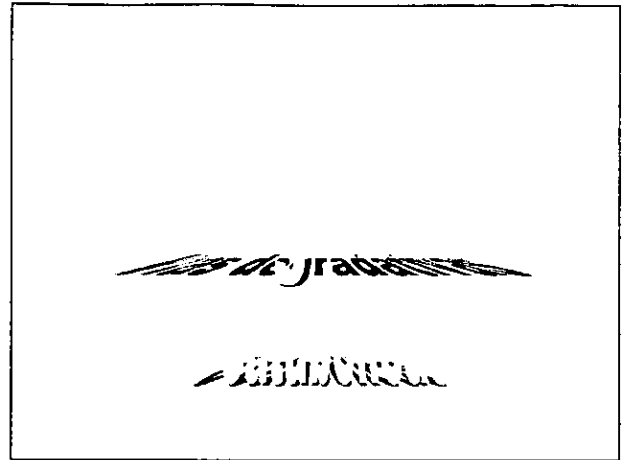
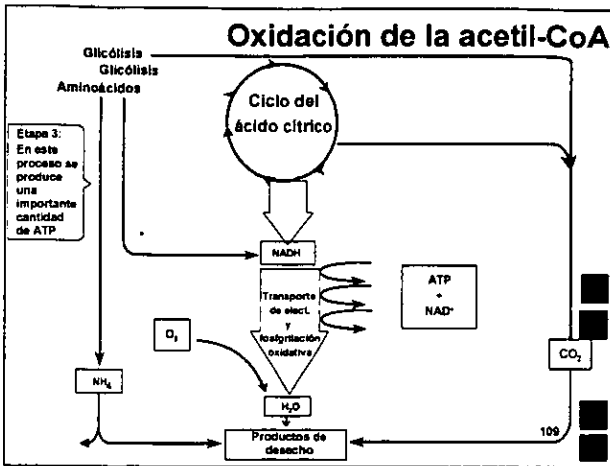


## Conversión de las unidades en acetil-CoA



## 3a. Etapa degradativa





## Glicólisis ó glucólisis anaerobia

Es la 2a. Etapa de la degradación de los carbohidratos ó azúcares hasta piruvato.

En condiciones anaerobias, tiene lugar en el citosol y no requiere en ninguno de sus pasos la participación del oxígeno. Se considera como la suma de dos procesos acoplados.

En esta fase se almacena cierta cantidad de energía en forma de ATP y se producen los nucleótidos reducidos NADH, NADPH y FADH<sub>2</sub>.

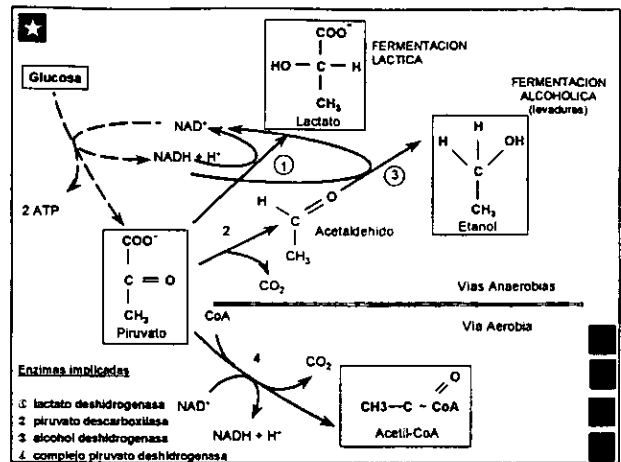


## Destino catabólico del piruvato

Puede dar origen a 3 productos: el lactato, el etanol y el acetil-coenzima A; los dos primeros se producen en condiciones anaerobias, mientras que el tercero necesita la presencia de oxígeno. Lo más común es la fermentación láctica, la cual consiste en la oxidación del NADH hasta lactato.

La conversión de glucosa en etanol, llamado fermentación alcohólica, es un proceso que se lleva a cabo con las levaduras en la elaboración de vino, cerveza y pan.

La transformación de piruvato en acetil-CoA se realiza en la mitocondria en condiciones aeróbicas (por ejemplo en el músculo).

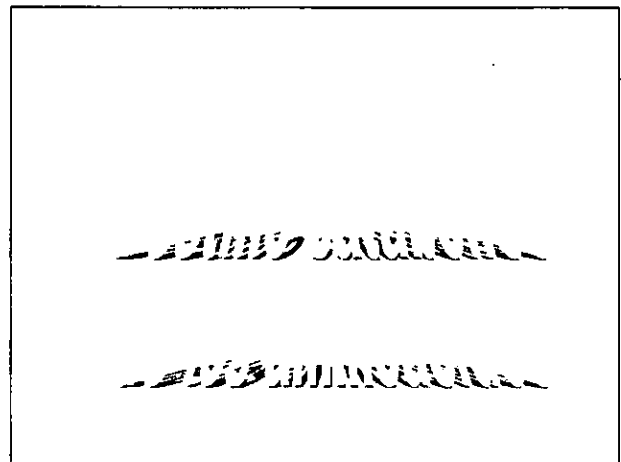


## Degradación de lípidos

El proceso degradativo de los lípidos es principalmente hidrolítico.

Los triglicéridos ó grasas neutras ( principal lípido de reserva), fosfolípidos, glicoesfingolípidos y esteroides se hidrolizan para dar origen a ácidos grasos; algunos producen glicerol; los segundos también producen ácido fosfórico y compuestos polares, mientras que los terceros dan esfingosina y monosacáridos y los últimos esteroides

Los ácidos grasos se degradan por el proceso β-oxidación, los compuestos polares por vías similares a los azúcares y los esteroides se eliminan.

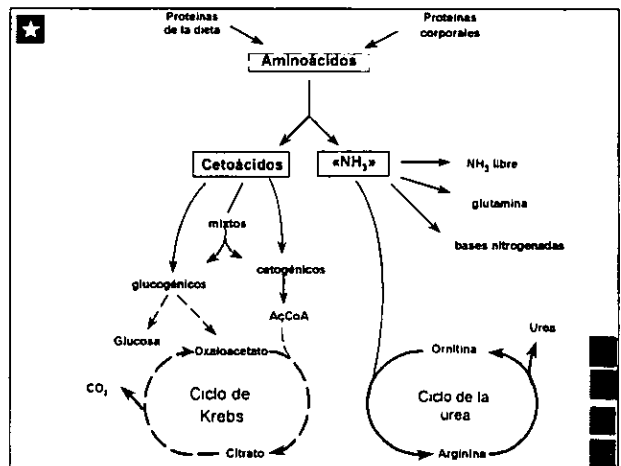


## Degradación de los aminoácidos

En la degradación de los aminoácidos se pueden observar dos cosas: la eliminación del grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y la oxidación de la cadena carbonatada.

Una vez eliminado el -NH<sub>2</sub>, la cadena continúa su degradación dando origen a los metabolitos intermedios acetil-CoA y acetacético entre otros, los cuales van al ciclo de Krebs, en donde se oxidan hasta llegar a CO<sub>2</sub> y ser eliminado del organismo.

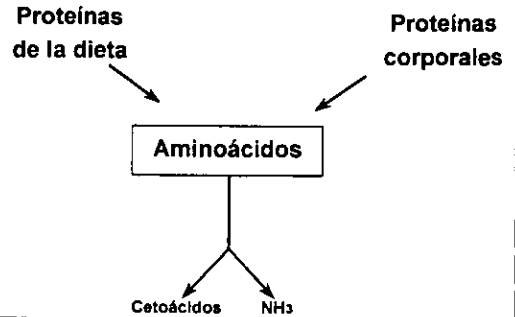
Por su parte el grupo amino produce glutamato y amoníaco, este último tiene que ser eliminado rápidamente del organismo por ser altamente tóxico



### Producción de aminoácidos

Tanto las proteínas ingeridas con la alimentación, como las proteínas corporales al degradarse producen aminoácidos, para que después de esto continúen degradándose.

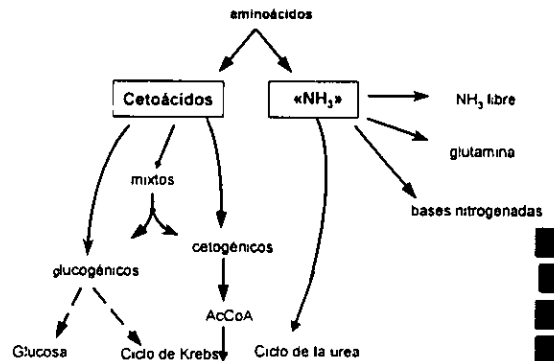
### Producción de aminoácidos



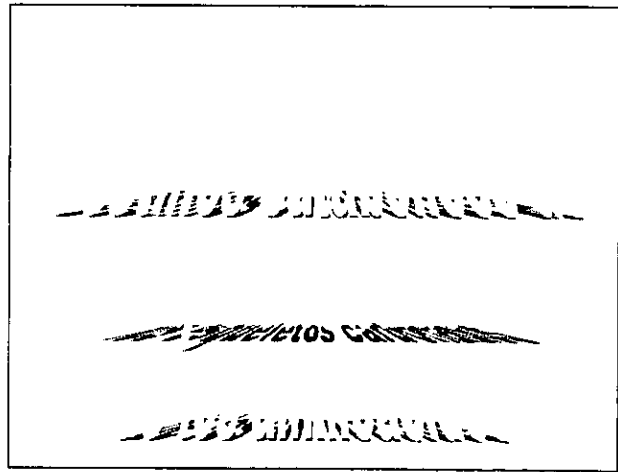
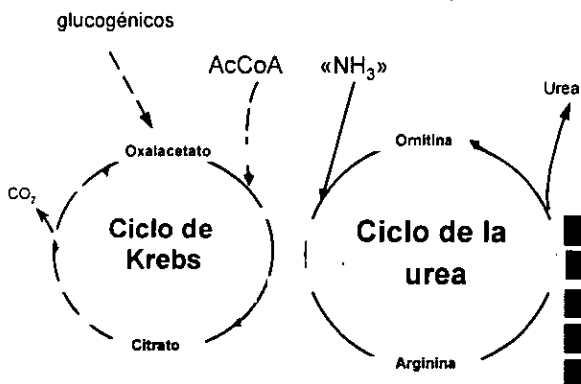
### Destino catabólico de los aminoácidos

Los productos glucogénicos y el metabolito intermedio AcCoA entran en diferentes puntos al ciclo de Krebs para su oxidación completa y produzcan CO<sub>2</sub>; mientras que el NH<sub>3</sub> entra al ciclo de la urea para producir urea que también es eliminada del organismo.

### Destino catabólico de los aminoácidos



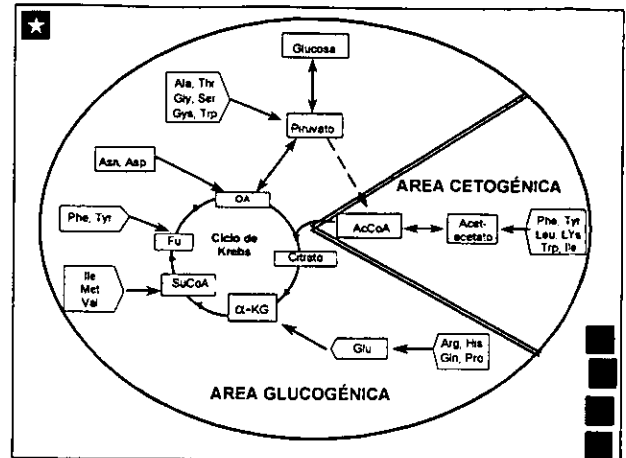
### Catabolismo de los cetoácidos por las vías glicídicas ó lipídicas



## Catabolismo de las cadenas carbonadas de los aminoácidos

Las cadenas carbonadas de los aminoácidos son de tres clases: la mayoría glucogénicas, dos son cetogénicas (leucina y lisina) y cuatro son mixtas (isoleucina, fenilalanina, tirosina y triptófano).

Todas entran al ciclo de Krebs en diversos puntos para su oxidación y su posterior eliminación como CO<sub>2</sub>.



## Fosforilación oxidativa

En este proceso es necesaria la presencia del oxígeno.

El metabolito intermediario más importante es el acetyl-CoA, puesto que se presenta en la degradación de azúcares (del piruvato), de los lípidos (β-oxidación) y de las proteínas (aminoácidos cetogénicos). La parte acetyl se oxida hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O por medio de la vía cíclica de Krebs.

La fosforilación oxidativa requiere de una membrana permeable a los protones (matriz mitocondrial); un conjunto de transportadores de protones y electrones, colocados ordenadamente en el seno de la membrana (cadena respiratoria) y una enzima que funciona acopladamente al flujo de protones que regresan al interior de la mitocondria.



## Vías metabólicas biosintéticas

- Características generales
- Glucógeno
- Gluconeogénesis
- Acidos grasos
- Aminoácidos
- Nucleótidos
- Otras

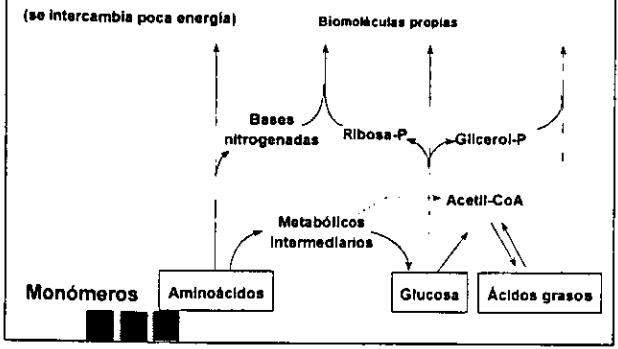
## Características generales de las vías biosintéticas

Se tienen dos etapas.

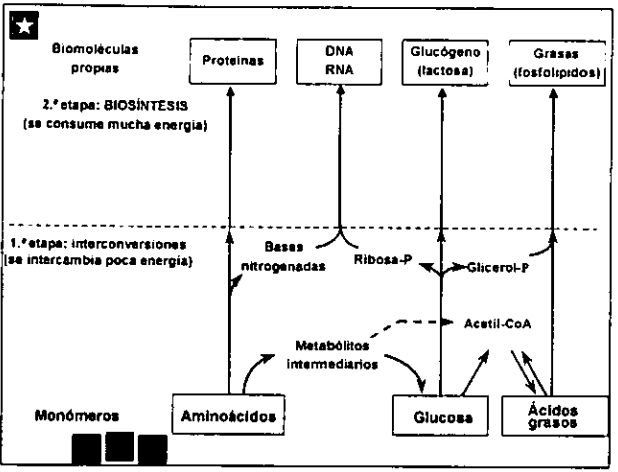
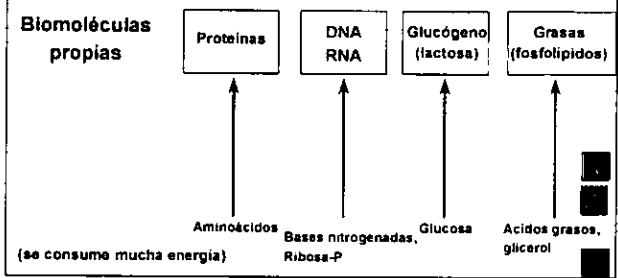
1ª: Interconversiones. A partir de monómeros de aminoácidos, glucosa y ácidos grasos, se producen metabolitos intermedios y de ahí pueden producir acetyl-CoA, en estas reacciones se intercambia poca energía

2ª: Biosíntesis Utilizan como materia prima a los metabolitos intermedios, consumen mucha energía y emplean la información contenida en las proteínas y ácidos nucleicos para dar como resultado monómeros que a su vez producen polímeros con misiones de reserva, estructurales ó informativas.

### 1a. Etapa: Interconversiones



### 2a. Etapa: Biosíntesis



### Glucógeno

Polímero de glucosa. Su biosíntesis y degradación se considera un solo proceso.

**Biosíntesis.** La glucosa que es absorbida por el intestino a la sangre, llega al hígado en donde si no es utilizada inmediatamente, se convierte en glucógeno que se almacena para cuando se necesita.

**Degradación.** El glucógeno se degrada hasta glucosa para ser utilizado. Ocurre mediante la acción de varias enzimas y solo cuando se requiere a la glucosa como fuente de energía

### Gluconeogénesis

Proceso contrario a la glicólisis; consiste en transformar el piruvato, lactato ó intermediarios del ciclo de Krebs en glucosa u otros azúcares.

Este proceso es necesario porque cuando el trabajo muscular es intenso, se obliga al organismo a consumir glucosa en condiciones anaerobias, lo que provoca un exceso de ácido láctico. Y cuando se restablecen las condiciones de reposo parte del ácido láctico se recircula en el hígado nuevamente a glucosa.

### Acidos grasos

La acetil-CoA producida por el piruvato ó por la beta-oxidación se sintetiza a ácidos grasos por medio del ciclo de Krebs catalizada por un complejo de proteínas A y B por la acción de por lo menos siete enzimas.

Las reacciones de biosíntesis de ácidos grasos se pueden dividir en tres fases: Iniciación, elongación y terminación.

Los ácidos grasos constituyen la reserva energética más abundante del ser humano; se acumulan en el ser humano en forma compacta y en cantidad ilimitada.



## Biosíntesis de:

**Colesterol:** Se sintetiza por condensación de fragmentos de dos carbonos de acetil-CoA.

**Lactosa:** Se sintetiza en la glándula mamaria de la mujer, estimulada por algunas hormonas después del parto. La reacción tiene lugar entre la UDP-galactosa y la glucosa, catalizada por el complejo lactosa sintetasa.

**Porfirinas:** En la síntesis de las hemoproteínas (hemoglobina, citocromos, etc.) primero se forma el grupo hemo para después unirse a la cadena polipeptídica. El grupo hemo se sintetiza a partir de glicina y de succinil-CoA.

## Aminoácidos

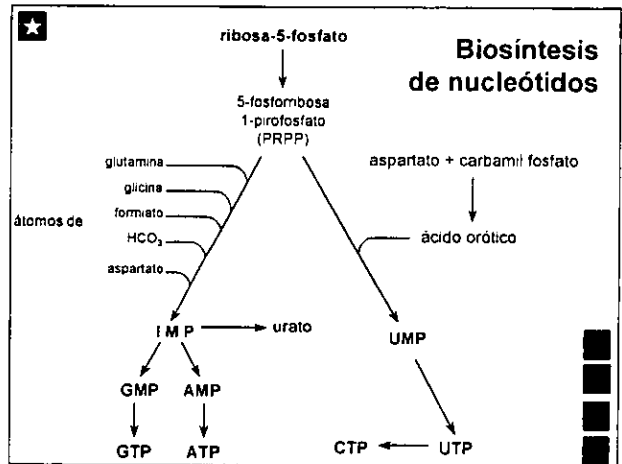
Este proceso se lleva a cabo a partir de cetoácidos (procedente de la catálisis de azúcares hasta piruvato, oxaloacetato ó alfa-cetoglutarato) y  $\text{NH}_3$ , los cuales invierten la reacción del glutamato deshidrogenasa.

## Nucleótidos

El precursor de los nucleótidos púricos y pirimidínicos es el fosforribosilpirofosfato (PRPP).

**Púricos:** Al PRPP se le van incorporando átomos de nitrógeno procedentes de la glutamina, aspartato, glicina y fragmentos carbonados de formiato y de  $\text{HCO}_3$  para obtener IMP que posteriormente puede convertirse en los nucleósidos AMP ó GMP. Estos se fosforilan y producen GTP y ATP.

**Pirimidínicos:** El carbamil fosfato se une al aspartato para formar ácido orótico, el cual entra en la reacción con el PRPP para producir UMP, obteniéndose posteriormente UTP y finalmente CTP.



## Aspectos termodinámicos en el metabolismo

- Las leyes de la termodinámica
  - Entalpía
  - Entropía
- Acoplamiento de reacciones
- Papel del ATP

## Aspectos termodinámicos

La energía no puede crearse ni destruirse, solo sufre transformaciones.

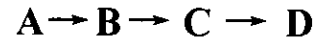
La energía química es la energía interna de una sustancia, la cual depende de la naturaleza y cantidad de esa sustancia.

En el ser humano se convierte en calor y trabajo útil, éste puede ser mecánico para el movimiento muscular ó eléctrico en la transmisión de los impulsos nerviosos.

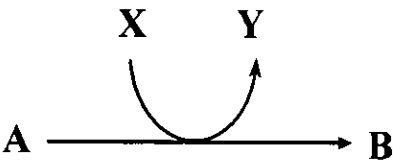
### Acoplamiento de reacciones y rutas metabólicas

1. **Serie**.- Serie de reacciones donde una reacción química activa a otra, es decir, el producto de una, es el sustrato de la siguiente.
2. **Paralelo**.- Una reacción va acompañada por otra y no se pueden llevar a cabo por separado. Dos ó más rutas pueden estar acopladas en paralelo. Una de las reacciones transfiere energía a otra. La transferencia de la energía química se da entre las reacciones y no entre los metabolitos.

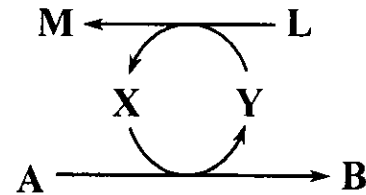
### Reacciones acopladas en serie



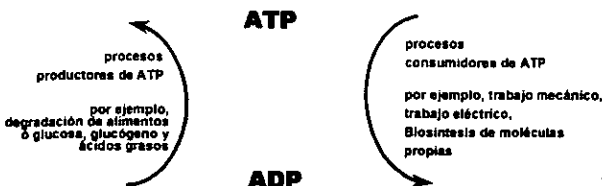
### Reacciones acopladas en paralelo



### Acoplamiento de rutas metabólicas en paralelo



### Termodinámica del papel del ATP en el metabolismo



### Termodinámica del papel del ATP en el metabolismo

**Adenosin trifosfato (ATP)**, molécula que se encuentra en todos los seres vivos y constituye la fuente principal de energía utilizable por las células para realizar sus actividades. El ATP se origina por el metabolismo de los alimentos en las mitocondrias de la célula.

El ATP se comporta como un coenzima, ya que su función de intercambio de energía y la función catalítica (trabajo de estimulación) de las enzimas están íntimamente relacionadas. La parte adenosina de la molécula está constituida por adenina, un compuesto que contiene nitrógeno (también uno de los componentes principales de los genes) y ribosa, un azúcar de cinco carbonos.

Continua...

## Termodinámica del papel del ATP en el metabolismo

...Continúa.

Cada unidad de los tres fosfatos que tiene la molécula, está formada por un átomo de fósforo y cuatro de oxígeno. Los dos puentes entre los grupos fosfato son uniones de alta energía, es decir, son relativamente débiles y cuando las enzimas los rompen ceden su energía con facilidad.

Con la liberación del grupo fosfato del final se obtienen siete kilocalorías (o calorías en el lenguaje común) de energía disponible para el trabajo convirtiéndose la molécula de ATP en ADP (difosfato de adenosina).

Continúa...

## Termodinámica del papel del ATP en el metabolismo

...Continúa.

La mayoría de las reacciones celulares que consumen energía están potenciadas por la conversión de ATP a ADP incluso la transmisión de las señales nerviosas, el movimiento de los músculos, la síntesis de proteínas y la división de la célula.

Por lo general, el ADP recupera con rapidez la tercera unidad de fosfato a través de la reacción del citocromo, una proteína que se sintetiza utilizando la energía aportada por los alimentos. En las células del músculo y del cerebro, el exceso de ATP puede unirse a la creatina, proporcionando un depósito de energía de reserva

## Regulación del metabolismo

- Razón de ser
- Características comunes de los sistemas de regulación
- Regulación de la glicólisis
- Regulación de la gluconeogénesis
- Ciclo de Cori

## Razón de la regulación

- Los niveles de nutrientes en las células deben permanecer constantes; esto implica que cuando estos metabolitos se encuentran en demasía deben ser almacenados, pero cuando escasean, estas reservas son movilizadas al lugar donde se les requiera.
- El hombre dispone de mecanismos para sintetizar en cada momento solo las biomoléculas imprescindibles y en la proporción adecuada.
- En el ser humano coexisten vías metabólicas biosintéticas y degradativas para las mismas moléculas. Si ambas vías funcionaran al mismo tiempo y a la misma velocidad, se produciría un consumo de energía tal que no habría producción de ningún trabajo útil.

Continúa...

## Razón de la regulación

...Continúa.

La regulación metabólica se ejerce en tres niveles:

**Molecular.** Las moléculas susceptibles de regulación son las enzimas. Algunas enzimas pueden modificar a otras enzimas, regulando su actividad.

**Celular.** Requiere de compartimentos intracelulares para llevarse a cabo.

**Somático.** El ser humano requiere de sistemas integradores que permitan la acción concentrada de todas las células, órganos y sistemas. Los principales sistemas de integración pluncelular son el hormonal y el nervioso. Es decir, el metabolismo esta también regulado por el sistema nervioso central, el páncreas, la glándula pituitaria y las glándulas suprarrenales.

## Características comunes de los sistemas de regulación

La actividad de la enzima ejerce la regulación metabólica.

Cada vía suele tener una enzima clave especialmente sensible a la regulación.

La enzima clave suele catalizar una de las reacciones iniciales de la vía metabólica que regula y en otras ocasiones señala el camino en la bifurcación de una vía.

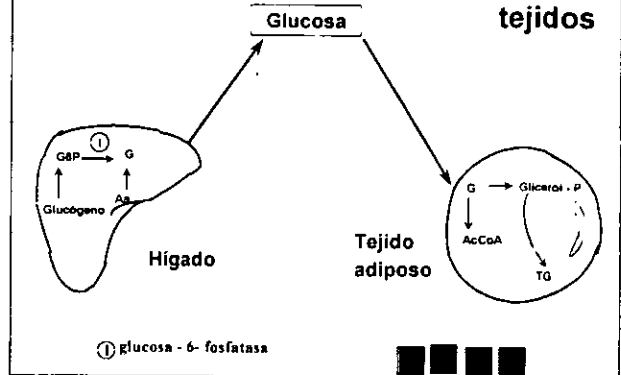
En forma general se puede decir que cualquier sustrato inicial activa su correspondiente vía metabólica y que el producto final tiende a inhibirla.

## Regulación de la glicólisis

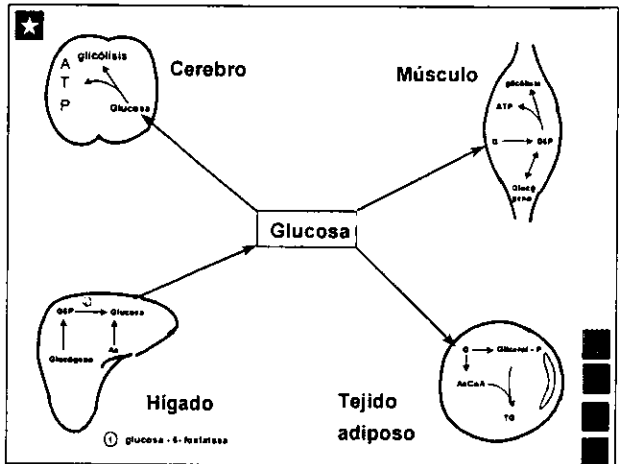
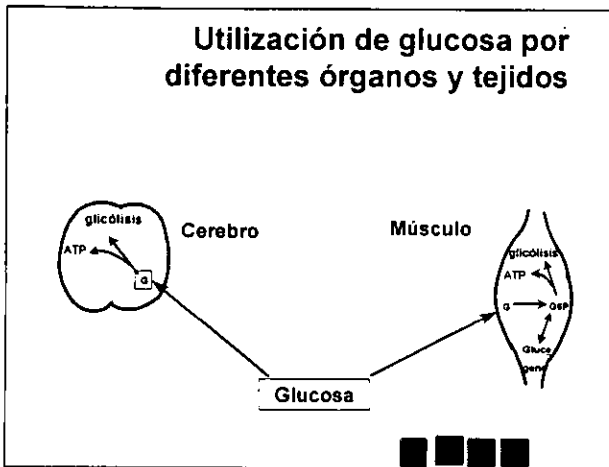
Cuando el organismo necesita glucosa, el hígado hidroliza el glucógeno y libera glucosa a la sangre.

Los diversos órganos utilizan la glucosa con fines más o menos específicos. Así en el músculo, la glucosa se utiliza para producir energía (contracción muscular) ó se almacena en forma de glucógeno para el consumo de la propia célula, el cerebro consume glucosa para mantener los potenciales eléctricos en las neuronas, por último el tejido adiposo convierte la glucosa en glicerol-3-fosfato y ácidos grasos que forman las grasas de reserva.

## Almacenamiento y utilización de glucosa en diferentes órganos y tejidos



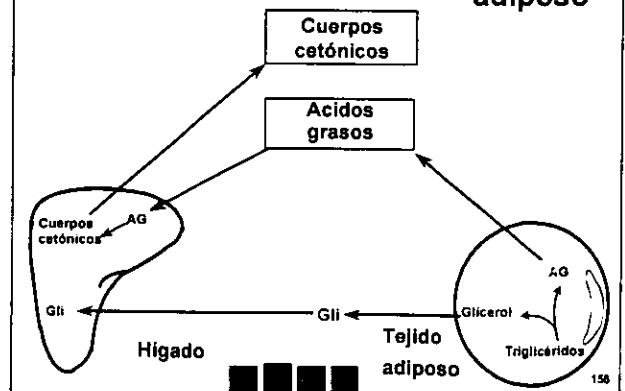
## Utilización de glucosa por diferentes órganos y tejidos



## Regulación de la gluconeogénesis

Cuando la concentración de glucosa en la sangre desciende por debajo de un nivel crítico, el tejido adiposo, estimulado por las hormonas adrenalina, somatotropina y adreno-cortico-trófica, hidroliza triglicéridos, liberando glicerol y ácidos grasos. Los ácidos grasos pueden ser utilizados siguiendo la vía de la  $\beta$ -oxidación por el hígado y el músculo; mientras que el glicerol es utilizado en el hígado para la gluconeogénesis.

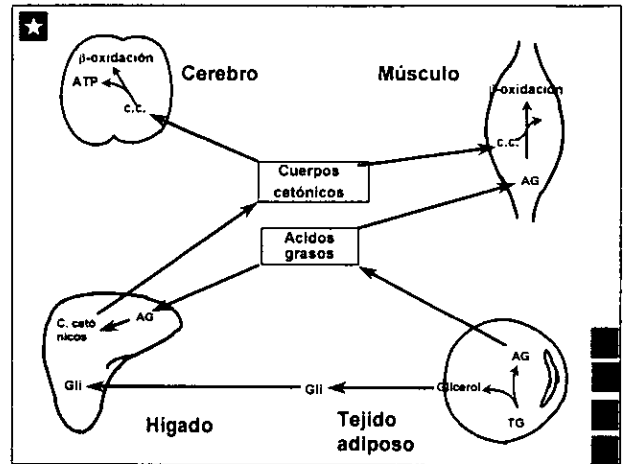
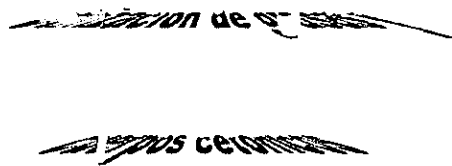
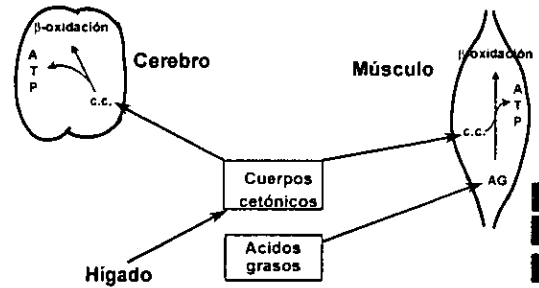
## Liberación de lípidos en el tejido adiposo



### Utilización de cuerpos cetónicos

La degradación de ácidos grasos en el hígado cuando no hay glucosa, facilita la formación de cuerpos cetónicos, ya que no existen suficientes intermediarios del ciclo de Krebs para oxidar el acetil-CoA. El hígado no es capaz de utilizar estos cuerpos cetónicos pero si el músculo y el cerebro.

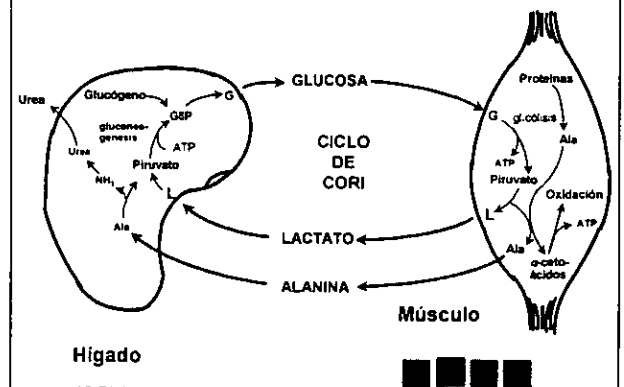
### Utilización de los ácidos grasos ó cuerpos cetónicos por los órganos y tejidos



### Ciclo de Cori

En el músculo tiene lugar una importante degradación de proteínas, la cual produce un esqueleto carbonado del aminoácido. Esta molécula se oxida en el ciclo de Krebs y el grupo amino se une a un piruvato para formar alanina, la cual viaja por la sangre hasta el hígado, donde se desdobla: el grupo amino se convierte en urea y el piruvato se reutiliza en la gluconeogénesis. La glucosa resultante puede pasar de nueva cuenta al músculo cuando la actividad muscular lo requiera. En momentos de actividad intensa, la glicólisis predomina sobre la vía oxidativa. En estas circunstancias el piruvato muscular se transforma en lactato que va a la sangre, que lo transporta al hígado y ahí se convierte nuevamente en glucosa, cerrándose el ciclo.

### Ciclo de Cori



## Sistema de transporte de oxígeno

Cuando se habla de la entrada de oxígeno al organismo, se habla de respiración.

Se debe entender por respiración a todos los procesos que intervienen en el transporte de oxígeno desde la atmósfera hasta las células y del bióxido de carbono desde las células hacia la atmósfera.

Estos procesos son: Ventilación pulmonar, intercambio gaseoso ( ver sección sangre del capítulo metabolismo en el ejercicio) y transporte de gases en el torrente sanguíneo.

Se tiene que considerar a todo el sistema circulatorio, el cual incluye al torrente sanguíneo

## Ventilación pulmonar

Nombre que recibe el movimiento del aire al salir y entrar de los pulmones.

Se modifica antes, durante y después del ejercicio. Una persona sedentaria en reposo introduce 7.5 l/min y para un atleta entrando para resistencia llega a ser 180 l/min.

## Transporte de gases

Hay 2 formas de transportación de gases por la sangre: la primera es cuando los gases viajan disueltos en el plasma sanguíneo y la segunda (de mayor importancia para el deporte) es por combinación química, la cual se lleva a cabo en los hematíes (formados por una unidad hemática compuesta de hierro y una proteína llamada globina).

El oxígeno ó el bióxido de carbono, químicamente se combinan con el hierro de la hemoglobina. Cada 100ml de sangre transporta 20ml de oxígeno.

La sangre que abandona los pulmones esta saturada con oxígeno en 98% y ha perdido una cantidad de bióxido de carbono equivalente a la que ganó en los capilares de los tejidos (aumenta con el ejercicio).

## Sistema circulatorio

Esta formado por un conjunto de venas, arterias y el músculo cardiaco, este último es el encargado de bombear la sangre por todo el organismo; su eficiencia se mide por la cantidad de oxígeno que bombea en un volumen sistólico alto y con una frecuencia cardiaca baja.

Volumen sistólico.- Cantidad de sangre bombeada por latido (VS). El VS en reposo es de 70-80ml/ latido; durante el ejercicio el VSmax es de 110 a 120ml/latido; para atletas es de 150 a 170ml.

Frecuencia cardiaca (FC) es el número de veces que late el corazón por minuto; generalmente en reposo es de 60 a 80 puls/min y para atletas entre 40 y 55 puls/min.

A la cantidad máxima de oxígeno que se puede transportar y consumir se le llama consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max)

## Nutrición

- Descripción
- Composición química de los alimentos
- Química de la digestión
- Aspectos energéticos
- Características de los alimentos
- Incremento de la capacidad de trabajo por efecto de la alimentación
- Alimentación en la competencia

## Nutrición

Se compone de los procesos: adquisición e incorporación de alimentos, sus transformaciones químicas en el tubo digestivo (digestión) y su absorción a través del intestino.

La razón por la cual el hombre necesita ingerir alimentos es la de mantener constantes sus características vitales como peso, temperatura, actividad nerviosa superior y homeostasis.

Para que se lleven a cabo estos procesos, se gastan ininterrumpidamente grandes cantidades de energía, las cuales deben ser repuestas, así como restituir las sustancias que forman sus componentes estructurales (proteínas, vitaminas y minerales)

## Composición química de los alimentos

Los alimentos se componen de:

Agua

Minerales

Azúcares

Grasas

Proteínas

Vitaminas

## Agua

Es el nutriente más abundante de cualquier alimento. Se debe ingerir alrededor de 2 a 2.5 litros de agua al día, sea como comida ó bebida. El agua es eliminada de diferentes maneras, la mayor parte de ella se elimina por transpiración, otras partes a través del aparato respiratorio, otras más por las heces fecales y por la vía renal en forma de orina. El agua se encuentra dentro del organismo como disoluciones salinas.

## Minerales

La importancia de su inclusión en la dieta radica en que su metabolismo está estrechamente relacionado con el de las proteínas, los carbohidratos y los lípidos, deben renovarse constantemente, puesto que una insuficiencia de ellos provoca una alteración del desarrollo normal de los procesos fisiológicos que se refleja en la disminución de la capacidad de trabajo.

La dieta del deportista debe incluir 2-2.5g de fósforo, 0.8g de calcio; 15-18g de sodio, 0.8g de magnesio; 20mg de hierro, además de potasio y cloruros.

## Azúcares

Todos los azúcares que son consumidos, se degradan en la digestión a su forma monosacárida. El más importante es el almidón; se presenta principalmente en el pan, papas y arroz. Se consumen también azúcares sencillos con las frutas (glucosa, fructuosa, lactosa y sacarosa).

Se considera que la cantidad de carbohidratos en la dieta debe ser las 2/3 partes del peso de la ración, de los cuales el 64% deben ser almidones y el 36% restante azúcares simples.

## Grasas

El organismo necesita diariamente de 80-100g de grasa, de los que el 15% debe ser aceite vegetal. Para deportes de cargas prolongadas debe ser del 20 al 25%. Se encuentran almacenadas en forma de grasas neutrales y al combinarse con las proteínas se constituyen en elementos estructurales.

Los ácidos grasos no saturados son de fácil asimilación. Existen lípidos esenciales como el ácido linoleico, que el humano no puede sintetizar, por lo que se debe incluir en la dieta ácidos poliinsaturados.

## Proteínas

Su valor alimenticio depende de dos factores: su digestibilidad y su contenido de aminoácidos libres. Las proteínas de origen animal tienen un contenido de aminoácidos semejante al del humano, por eso tienen un mayor valor nutritivo. En la dieta deben combinarse siempre proteínas de origen animal y vegetal, dándole preferencia a las primeras en un 57% aproximadamente.

La dieta diaria del deportista debe incluir de 250 a 300g de carne y sus derivados, 100-200g de pescado, 600g de productos lácteos, 100-150g de queso y 1-2 huevos.

## Vitaminas

Sin ellas se puede producir un desajuste en los procesos metabólicos. Para los deportistas ese desajuste puede darse en una disminución en los procesos de restauración, que se reflejan en un decremento de la efectividad del entrenamiento.

Fortalecer la dieta con vitaminas no mejora la aptitud física para el trabajo y el ejercicio.

Su demanda diaria es: 1.30-1.8mg de B1, 1.5-2mg de B2, 25mg de B3, 5-10mg de B5, 2-3mg de B6, 400mg de B9, 3mg de B12; 800-1000mg de la A, 12-15mg de E, 80-100mg de C, además de la D y la K.

## Química de la digestión

Es un conjunto de procesos mecánicos y químicos destinados a desmenuzar los alimentos y degradarlos a monómeros, los cuales son absorbidos e incorporados al torrente sanguíneo. Los alimentos como agua, sales minerales, vitaminas y monosacáridos no pasan por el proceso digestivo, sino se absorben directamente.

Se realiza en tres etapas: La primera en la boca, donde se produce la trituración mecánica e insalivación; la segunda tiene lugar en el estómago, donde se efectúa un ataque químico a los alimentos a un pH ácido y por último, la tercera se lleva a cabo en el intestino delgado, donde se completa la hidrólisis y se realiza la absorción de los monómeros resultantes. Los residuos se deshidratan y fermentan en el intestino grueso para su posterior eliminación en forma de heces.

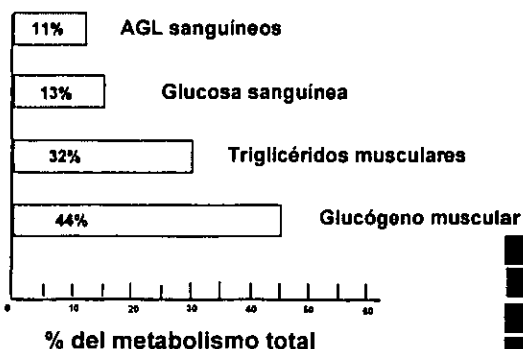
## Aspectos energéticos de la nutrición

Cada tipo de alimento, sea azúcar, grasa o proteína, libera una determinada cantidad casi constante de calor. Los azúcares proporcionan unas 4.2Kcal/g; las grasas 9.5Kcal/g y las proteínas 5.6Kcal/g.

El gasto energético de los deportistas no tiene un valor estándar pues depende de las condiciones en que se realiza el ejercicio, el tipo de deporte y el nivel de entrenamiento.

El agotamiento de las reservas de carbohidratos coincide con el agotamiento muscular, aunque el músculo disponga de grasas como combustible.

## Suministro de combustible durante una hora de bicicleta fija



## Características de los alimentos

Los alimenticios se pueden clasificar en tres clases:

1. Energéticos. Al descomponerse químicamente producen energía que sirve posteriormente para sintetizar ATP. Son todos los alimentos que contienen grasas o carbohidratos.
2. Plásticos. Las proteínas ayudan al crecimiento y a la reparación de células y tejidos en el organismo.
3. Vitaminas y minerales. Las vitaminas son indispensables para las enzimas que son vitales para el metabolismo de las grasas y carbohidratos. Los minerales son importantes para un adecuado comportamiento corporal, los más requeridos son: Ca, P, K, Na, Fe y I.



## Incremento de la capacidad de trabajo

La tarea de la alimentación de un deportista consiste en aumentar la capacidad de trabajo, retardar la fatiga y acelerar el periodo de recuperación después de una actividad física.

La nutrición apropiada es de todos los días.

Una dieta de 3 a 4 días rica en carbohidratos elevan las reservas de glucógeno de 15g a 25g/Kg de músculo. El día de la competencia las grasas y carnes deben ser consumidas con un tiempo de anticipación de 4hrs; es mejor consumir (2hrs y media antes) carbohidratos, frutas, verduras cocidas, postres con gelatina pescado y agua (preferentemente simple ó baja en azúcar).

## Alimentación en la competencia

Para la obtención de mejores resultados competitivos es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

Un día antes tomar una cena equilibrada pero rica en almidones como arroz, pasta ó papas, acompañada de un aumento de la porción de pan blanco y tostado.

El día de la competencia no deberá consumir un alimento sólido antes de 3 horas de iniciar el calentamiento. Debe de ir acompañado de una ración de espera, que consiste en una bebida rica en glucosa, sales minerales, algo de fruta y una muy pequeña porción de carbohidratos, proteínas y ácidos grasos (un sándwich).

## Metabolismo en el ejercicio

- Sangre
- Orina
- Sistema endócrino
- Tejido Nervioso
- Tejido Muscular
- Características bioquímicas de las cualidades motoras

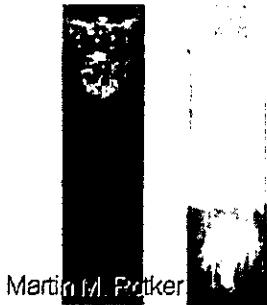
## Metabolismo en el ejercicio

- Características bioquímicas del entrenamiento deportivo
- Características bioquímicas del organismo entrenado
- Clasificación bioquímica de los deportes
- Metabolismo en la infancia y en la senectud
- Cambios bioquímicos durante trabajos en condiciones de altura y aclimatación.

## La Sangre

- Propiedades
- Composición
- Formación
- Función
- Transporte e intercambio de gases
- Cambios bioquímicos

## Sangre



Martin M. Prtaker

## Propiedades de la sangre

Es una sustancia líquida viscosa alcalina, que cuando ha sido oxigenada en los pulmones es de color rojo brillante ó escarlata y adquiere una tonalidad azulada cuando ha cedido el oxígeno que transportaba. Tiene sabor salado, un olor característico, una densidad relativa que va desde 1.056 y un pH entre 7.38 y 7.42, con una temperatura media de 37°C

Se considera que un adulto sano tiene de 4.5 a 6 litros. Circula a través de arterias y venas; en los pulmones, cede el bióxido de carbono que ha captado procedente de los tejidos y recibe a cambio oxígeno.

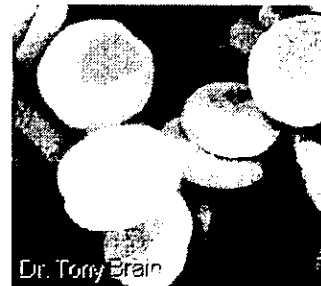
## Composición de la sangre

Esta formada por diversos tipos de células sanguíneas (constituyen el 45% del volumen total de la sangre), dispersas en un líquido amarillento denominado plasma.

Se compone de glóbulos rojos llamados eritrocitos ó hematíes, glóbulos blancos ó leucocitos y plaquetas ó trombocitos.



## Eritrocitos



Dr. Tony Brain

## Formación de la sangre

Todos los componentes de la sangre agotan ó consumen cada cierto tiempo y por tanto deben ser reemplazados con la misma frecuencia.

Los eritrocitos se forman en la médula ósea; tras de una vida media de 120 días son destruidos y eliminados por el bazo ó en la circulación sanguínea, entonces la hemoglobina se degrada hasta sus componentes y el hierro se reintegra en los eritrocitos nuevos.

Los leucocitos y las plaquetas también se forman en la médula ósea; los linfocitos en el timo, en los ganglios linfáticos y otros tejidos linfáticos.

## Función de la sangre

Todas las células del cuerpo funcionan normalmente cuando se les suministra oxígeno y nutrientes en cantidades adecuadas. Simultáneamente a esto, son eliminados de ella los productos de desecho. Al mismo tiempo existe una cuidadosa regulación de la temperatura y acidez de la misma.

La función principal de la sangre es la de mantener estas condiciones de equilibrio, para lo cual necesita estar en contacto con otros medios corporales.

## Mecanismo del transporte de gases

Para que el oxígeno viaje unido a la hemoglobina, primero atraviesa el epitelio alveolar, el endotelio capilar y la membrana del hematíe. Esta unión es reversible y depende de presión parcial del oxígeno (PO<sub>2</sub>), de tal manera que cuando la concentración de O<sub>2</sub> es elevada, este gas se une a la hemoglobina hasta saturarla y cuando disminuye la PO<sub>2</sub>, el gas se libera.

Los cambios de presión se deben a variaciones en el pH de la sangre, ocasionadas por la presencia de cualquier ácido producido en los tejidos como consecuencia del catabolismo.

En la degradación aerobia se produce CO<sub>2</sub> que reacciona con el agua y produce ácido carbónico; en la anaerobia se producen ácidos orgánicos como el ácido láctico. *Continúa...*

## Mecanismo del transporte de gases

*...continúa*

También cuando la glucosa escasea, se produce ácido acetoacético.

Para regular el pH la sangre cuenta como los llamados amortiguadores.

Los amortiguadores no pueden alterar la proporción sal/ácido, de modo que a cualquier variación del pH, responden inmediatamente y consiguen neutralizarla.

El amortiguador más importante es la hemoglobina

*Continúa...*

## Mecanismo del transporte de gases

*...continúa*

Para eliminar el exceso de ácidos o alcalis, la sangre utiliza dos mecanismos: la vía pulmonar y la vía renal. El pulmón para regular la concentración de CO<sub>2</sub> en la sangre, actúa en unos minutos de aparecer la variación, aumentando o disminuyendo la ventilación.

Inversamente en los pulmones se libera CO<sub>2</sub>, para abandonar la sangre debe seguir el mismo procedimiento para su transporte.

## Intercambio gaseoso

Tiene lugar en las membranas alvéolo-capilar y tisular-capilar. En ambos lugares el intercambio ocurre por el proceso de la difusión, es decir, los gases se mueven desde las zonas de mayor concentración hacia las de menor concentración.

El mecanismo resumido es: Una cantidad de aire ventilado llega a los alvéolos y ahí se produce un rápido intercambio gaseoso con la sangre; esto se produce debido a que la presión parcial del oxígeno (PO<sub>2</sub>) en los alvéolos debe ser mayor a la PO<sub>2</sub> en la sangre. Exactamente lo opuesto ocurre con el bióxido de carbono, la PCO<sub>2</sub> es mayor en la sangre que en los alvéolos. Estas dos premisas son válidas en el intercambio gaseoso en la membrana tisular-capilar.

## Factores que influyen en el intercambio gaseoso

Los factores que influyen con la cantidad de gases que se intercambian son:

- El número de hematíes (principal vehículo de transporte de los gases).
- Elevación de la temperatura (con ello las células aumentan su metabolismo y como consecuencia se aumenta el flujo sanguíneo).
- Cantidad de mioglobina en el músculo.
- Superficie disponible para la difusión.
- Cantidad de hemoglobina en la sangre.

## ★ Intercambio gaseoso

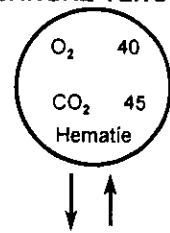
### ALVEOLO PULMONAR

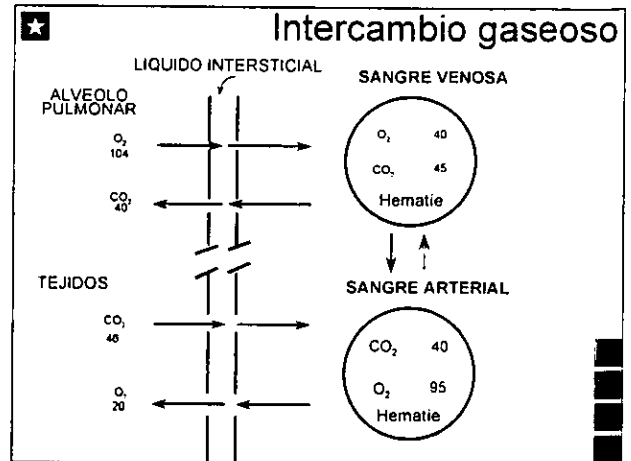
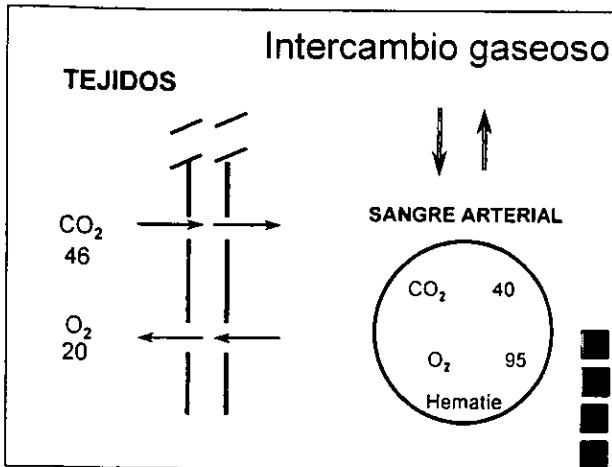
LIQUIDO INTERSTICIAL

O<sub>2</sub>  
104

CO<sub>2</sub>  
40

SANGRE VENOSA





### Cambios bioquímicos en la sangre

La sangre refleja cambios en el organismo ocasionados por la actividad física. Durante el esfuerzo físico, la sangre satisface al músculo que se contrae de una mayor cantidad de oxígeno. Esto es posible gracias a que el corazón bombea mayor cantidad de sangre y porque gran parte del torrente sanguíneo se desvía de los tejidos menos activos hacia los músculos que están en acción. Además de lo anterior la propia actividad muscular sobrecarga de trabajo a los diferentes órganos y tejidos, recogiendo la sangre los productos de desecho y llevándolos a la orina para su eliminación.

Lo anterior provoca que en la sangre se presenten cambios temporales y permanentes.

### Cambios bioquímicos temporales en la sangre

Están en dependencia de la intensidad y la duración del trabajo físico y después de un cierto tiempo de descanso desaparecen (aproximadamente dentro de las 24 horas de realizada la actividad). Estos cambios pueden ser:

- Variación en los niveles de glucosa.
- Aumento del flujo del torrente sanguíneo.
- Aumento en la cantidad de ácido láctico.
- Disminución de las reservas alcalinas.

Continua...

### Cambios bioquímicos temporales en la sangre

...Continua.

- Aumento de iones potasio.
- Disminución de iones Cl y Na.
- Aparición de enzimas que normalmente no se encuentran en la sangre.
- Variación de las cantidades de hormonas.
- Actividad intensa de los mecanismos reguladores.
- Aumento del metabolismo general y particularmente del metabolismo energético.

### Cambios bioquímicos permanentes en la sangre

Son producto de una actividad física constante y sistemática. Pueden ser:

- Disminución de la cantidad de glóbulos rojos.
- Aumento de la cantidad de hemoglobina, que provoca una mayor cantidad de transporte de oxígeno.
- Aumento del número de leucocitos y trombocitos.
- Acortamiento del tiempo de coagulación de la sangre.

## Orina

- Propiedades
- Composición
- Función
- Cambios bioquímicos

## Propiedades de la orina

La orina es un líquido transparente de color amarillento claro hasta pardo oscuro, tiene un olor amoniacal. Su composición química depende de la edad, régimen alimenticio, grado de actividad física, etc.. La orina normal contiene un 96% de agua y un 4% de sólidos en solución.

El pH de la primer orina es de 7.4 y su densidad de 1.01, mientras que en la orina secundaria el pH es de 6 y su densidad va desde 1.017 hasta 1.020.

La cantidad normal de orina eliminada al día es de 1.4 litros aproximadamente, aunque puede variar en función de la ingestión de líquidos y de las pérdidas por vómitos ó a través de la piel por la sudoración.

## Composición de la orina

Cerca de la mitad de los sólidos que contiene la orina son urea, el principal producto de degradación del metabolismo de las proteínas. El resto incluye nitrógeno, cloruros, fosfatos, sulfatos, aminoácidos, amoníaco, calcio, sodio, potasio, creatinina, ácido úrico, bases púricas y pirimidicas; además incluye ciertas cantidades de hormonas, enzimas y vitaminas.

La cantidad de urea depende de la cantidad de alimentos ingeridos ricos en proteínas.

Diariamente se eliminan de 20 a 30g de urea; 0.5 a 1g de ácido úrico; de 1 a 1.5g de creatinina en personas con elevada actividad

## Función de los riñones

Los riñones regulan las condiciones del medio interno (homeostasis), es decir, mantienen el balance de líquidos y los niveles de sal, así como el equilibrio ácido-base. Cuando algún trastorno altera estos equilibrios, el riñón responde eliminando más ó menos agua, iones hidrógeno y sal. El riñón ayuda a mantener la tensión arterial normal, por ello, segrega la hormona renina y elabora una hormona que estimula la producción de glóbulos rojos.

## Cambios bioquímicos en la orina

Los cambios bioquímicos en la orina provocados por el ejercicio se reflejan en la composición de la misma, es decir, los compuestos producidos por la intensificación del metabolismo a causa del ejercicio y que no son necesarios para el funcionamiento del organismo son eliminados por la orina.

La carga física influye en la cantidad de orina eliminada en dependencia de los diferentes trabajos que se realicen. Aumenta si es una carga intensa y de corta duración, mientras que un trabajo de larga duración produce una gran cantidad de sudor y una disminución de la diuresis. Después del trabajo físico puede incrementarse la cantidad de fósforo en la orina.

## Sistema endócrino

- Hormonas
  - Clasificación
- Mecanismos de acción
- Regulación de la cantidad de glucosa en la sangre
- Prostaglandinas

## Hormonas

Son sustancias secretadas por las glándulas endócrinas, vertidas a la sangre para ser trasladadas a un órgano o tejido en el que ejercen un efecto específico. En el hombre se han descubierto poco más de 70 hormonas diferentes. Regulan procesos corporales tales como el crecimiento, el metabolismo, la reproducción y el funcionamiento de los distintos órganos.

La deficiencia o exceso de cualquier hormona altera el equilibrio químico que es esencial para la salud, para el crecimiento normal y en casos extremos, para la vida. Las hormonas permiten la regulación metabólica a un nivel superior.

## Mecanismos de acción de las hormonas

Cuando llegan al torrente sanguíneo se unen a proteínas plasmáticas o transportadoras específicas, que las protegen de una degradación prematura y evitan que sean absorbidas de inmediato por los tejidos (llamados diana o blanco) a los cuales afectan.

La hormona no penetra en la célula diana, sino que se une al receptor. En general, los tejidos diana poseen receptores específicos o células que "atrapan" de forma selectiva a la hormona a la cual son sensibles, hasta que las hormonas reaccionan con los tejidos.

Continúa...

## Mecanismos de acción de las hormonas

...Continúa.

Se cree que las hormonas (primer mensajero) afectan a los tejidos diana de tres formas básicas:

**Primera.-** Regulan la permeabilidad de la membrana.

**Segunda.-** Modifican las enzimas intracelulares. Este proceso está mediado por moléculas que no son hormonas y reciben el nombre de segundos mensajeros (cAMP, cGMP y el ion calcio). Cuando los receptores celulares se unen a las hormonas del torrente circulatorio, se altera el nivel de actividad de los segundos mensajeros, los cuales estimulan o inhiben al tejido diana.

Continúa...

## Mecanismos de acción de las hormonas

...Continúa.

**Tercera.-** Cambian la actividad de los genes de las células diana. Causan plegamientos o desenrollamientos en determinados cromosomas.

En resumen, la hormona (primer mensajero) actúa en las células blanco, a través de su segundo mensajero, activando o inhibiendo (por fosforilación) a enzimas preexistentes. Las distintas hormonas pueden producir diferentes efectos en otras tantas células, aún a través del mismo mensajero.

## Clasificación de las hormonas

- Por su estructura química
- Por su función fisiológica
- Por su mecanismo bioquímico de acción
- Por el tejido u órgano que la secreta

## Tejidos u órganos que secretan hormonas

- Hipotálamo
- Hipófisis
- Glándulas periféricas
  - Tiroides
  - Suprarrenales
  - Gónadas
- Páncreas
- Paratiroides
- Membrana mucosa del intestino delgado

## Hormonas que regulan la cantidad de glucosa en la sangre

Para que el suministro de glucosa a todos los órganos y tejidos sea constante, es necesaria la acción concertada y armoniosa de varias hormonas, procedentes de al menos cinco glándulas endócrinas, de acuerdo a dos diferentes momentos:

1° En ayunas

El glucagon es secretado por el páncreas y tubo digestivo.

La adrenalina es secretada por la glándula suprarrenal.

La somatotropina es secretada por la hipófisis.

La corticoliberina es producida por el hipotálamo. *Continua...*

## Hormonas que regulan la cantidad de glucosa en la sangre

...Continua.

2° Después de la comida.

El glucagon intestinal es secretado por el tubo digestivo.

La insulina es secretada por el páncreas.

La somatostatina es secretada por el tubo digestivo, el páncreas y el hipotálamo

La acción conjunta de todas estas hormonas, permite mantener los niveles adecuados de glucosa en la sangre. Estos niveles son indispensables para mantener la actividad cerebral.

## Prostaglandinas

Son sustancias lipídicas derivadas de ácidos grasos poliinsaturados de 20 carbonos, actúan en determinados tejidos como moduladores de la acción de otras hormonas. Algunas inhiben la síntesis de cAMP y otras activan su degradación. Intervienen en la transmisión del dolor y favorecen la inflamación.

## Tejido nervioso

- Características
- Nervios
- Sistema nervioso central
- Composición química
- Fenómenos bioeléctricos

## Características del tejido nervioso

Es un complejo grupo de células que transfieren la información de una parte del cuerpo a otra, coordinando así, el funcionamiento del organismo y regulando su comportamiento. Está formado por estructuras básicas denominadas células nerviosas ó neuronas, las cuales constan de un cuerpo celular con unas ramificaciones denominadas dendritas y una prolongación llamada axón. La función de las dendritas es conectar una neurona con otra para transmitir la información hacia el cuerpo de la neurona. El axón transmite los impulsos nerviosos rápidos ó lentos a un órgano ó tejido, según posean una vaina de mielina ó no, pudiendo alcanzar una velocidad entre 120m/seg y 432Km/h.

## Nervios

La unión de varios axones que estén rodeados de tejido conjuntivo forman un nervio.

Hay dos tipos de nervios:

**Sensitivos ó aferentes.** Transmiten información desde la periferia (por ejemplo la piel) al cerebro ó médula espinal.

**Motores ó eferentes.** Transmiten información desde el sistema nervioso central a los órganos eferentes como son las glándulas y los músculos

## Fenómenos bioeléctricos

Transmisión del impulso nervioso

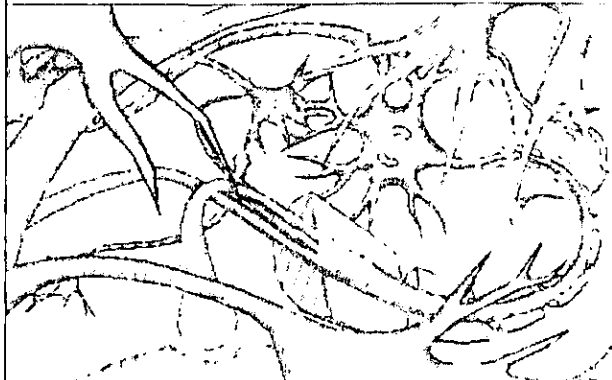
Mecanismo

Sinapsis

Motoneuronas

Neurotransmisores

## Transmisión del impulso nervioso



## Transmisión del impulso nervioso

La información transmitida y retransmitida por los nervios sensitivos y motores representa una forma de energía eléctrica denominada impulso nervioso.

La transmisión de los impulsos nerviosos está regulada por neurotransmisores.

## Motoneuronas

Cuando los movimientos son voluntarios, las neuronas son del encéfalo y cuando son movimientos reflejos son de la médula espinal. Las fibras nerviosas de éstas últimas van directamente a los músculos de las extremidades. Una sola célula ó fibra nerviosa va al músculo el cual inerva, cuando llega a él se distribuye en varios cientos de ramas y cada rama inerva una sola fibra muscular, por lo que cada célula nerviosa controla de 100 a 150 fibras musculares.

Los impulsos motrices son conducidos a partir de las neuronas hasta las células motrices de la médula espinal (motoneuronas alfa). A la totalidad de fibras musculares que se encuentran inervadas por una sola motoneurona se le llama unidad motora, la cual varía según el tipo y función del músculo.

## Neurotransmisores

Son pequeñas moléculas especializadas como mediadores químicos de la sinapsis. Así en el sistema nervioso los principales neurotransmisores son:

**Acetilcolina.** Se produce a partir de acetil-CoA por la estimulación del vago y las fibras simpáticas. Hace que entre en funcionamiento los mecanismos de respuesta.

**Noradrenalina.** Se considera como el mediador químico de los impulsos excitadores.

**Serotonina.** Tiene efectos opuestos a la noradrenalina. Se encuentra en grandes concentraciones en la sangre, el bazo, los pulmones y el cerebro.

**Acido alfa-amino-butírico (GABA).** Regula la actividad del ciclo de Krebs.

## Mecanismo de los fenómenos bioeléctricos

En todas las células existe una distribución desigual de iones entre las caras interna y externa de la membrana plasmática. En la cara externa siempre hay un ligero exceso de cationes, esta pequeña descompensación iónica es suficiente para crear una diferencia de potencial de membrana ó de reposo.

Cuando aparece un estímulo, se modifica la permeabilidad iónica de la membrana produciéndose un potencial de acción. Este efecto consiste en abrir en la membrana una serie de conductos que provocan que por medio de una proteína de la membrana plasmática se transporte una gran cantidad  $\text{Na}^+$  al interior de la célula y una salida

Continúa...



## Mecanismos de los fenómenos bioeléctricos

...Continúa.

equivalente de K<sup>+</sup> al exterior de la misma, con consumo de energía en forma de ATP. A esto se le conoce como bomba de sodio.

Al suceder esto, se cambia el signo de la diferencia de potencial entre ambas caras de la membrana, transmitiéndose enseguida en todas direcciones, es decir, se despolariza.

En las neuronas, al tener una estructura fibrilar, ésta despolarización se lleva a cabo a lo largo de la fibra, originando el impulso nervioso

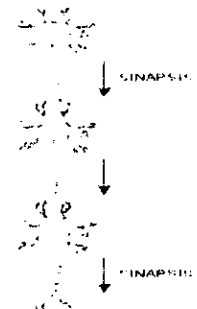
Hay otro proceso de difusión pasiva en sentido contrario de los mismo iones, aprovechando el gradiente de concentración generado en el primer proceso, por medio del cual se alcanza el equilibrio dinámico.



## Sinapsis

Formación estructural que garantiza la retransmisión de información entre un nervio y otro. A la transmisión entre un nervio y un músculo se le denomina unión neuromuscular.

Debido a las múltiples ramificaciones (axón y dendritas) puede establecer y recibir conexiones con múltiples células, es decir, entre célula motora y sensorial, ó entre dos neuronas, ó entre neurona y célula muscular

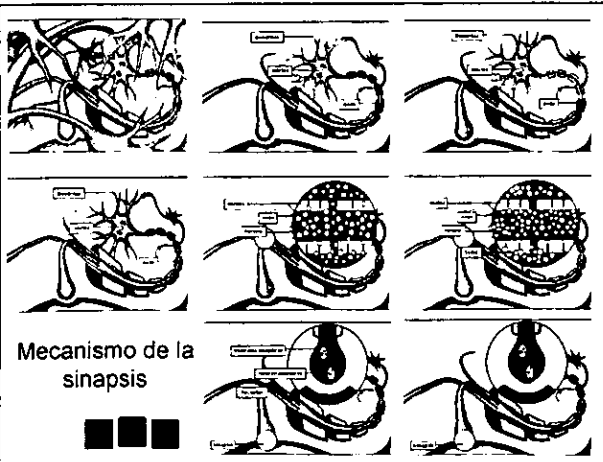
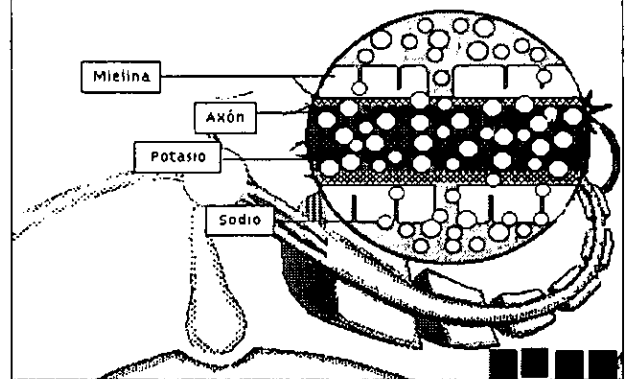


## Mecanismo de la sinapsis

Cuando el impulso nervioso alcanza el final del axón, origina la liberación de un neurotransmisor, el cual provoca un potencial de acción en el músculo (cambio de la diferencia de potencial en la membrana) y sirve para retransmitir información a lo largo de él por lo que se contrae.



## Mecanismo de la sinapsis



Mecanismo de la sinapsis



## Sistema Nervioso Central

Se compone de estructuras que regulan el movimiento. Se necesita de un gran número de estructuras para la realización de un gesto deportivo. Un movimiento puede ser consciente ó inconsciente (automatizado), simple ó complejo.

El sistema nervioso central cumple con las siguientes tareas:

- Control y armonización de la actividad muscular según las necesidades de la situación, por medio de una retroalimentación periférica (feed-back) por analizadores.
- Establece los programas de los gestos motores
- Articulación espacio-temporal y elaboración del gesto.



## Estructuras del sistema nervioso central

Según sea el movimiento, las estructuras pueden ser superiores ó inferiores.

1. Médula espinal.
2. Bulbo raquídeo y puente.
3. Cerebelo y núcleos básicos.
4. Cerebro.

## Sistema Nervioso Central

Los diagramas modelo del control de movimiento y desarrollo de un acto motor nos muestran respectivamente: la secuencia de cómo entran en funcionamiento las diferentes estructuras durante el desarrollo de un gesto deportivo y como en la ejecución de un movimiento, la respuesta motriz puede ser de diversos tipos en función de la situación.

## Modelo del control del movimiento

1a. parte

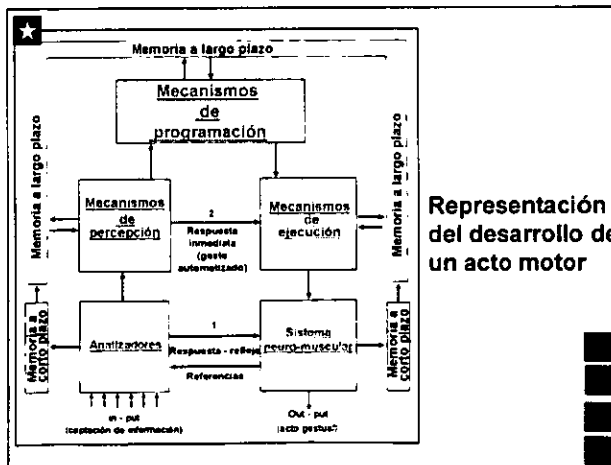
Estructura cerebral implicada	Función
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema límbico y otras áreas de motivación</li> <li>- Áreas de asociación del cerebro</li> <li>- Cerebelo y núcleos básicos ("stratum" y "pallidum")</li> <li>- Áreas concavas motrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instancia de decisión para recurrir a</li> <li>- Esquemas - programas almacenados que</li> <li>- transformados en movimiento de una articulación espacio-temporal</li> <li>- son encaminadas al córtex motor para ejecución de programas motores.</li> </ul>

## Modelo del control del movimiento

2a. parte

Estructura cerebral implicada	Función
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cerebro inferior</li> <li>- Médula espinal</li> <li>- Músculos esqueléticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los diferentes programas motores son encaminados por las vías aferentes, hacia los surcos anteriores de la médula espinal (motrices), donde son transmitidos por las motoneuronas alfa, que desembocan en unidades motrices nervadas y la frecuencia de los impulsos nerviosos que llegan, permiten a los músculos contraerse en cierta longitud y desarrollar una fuerza variable</li> </ul>

## Representación del desarrollo de un acto motor



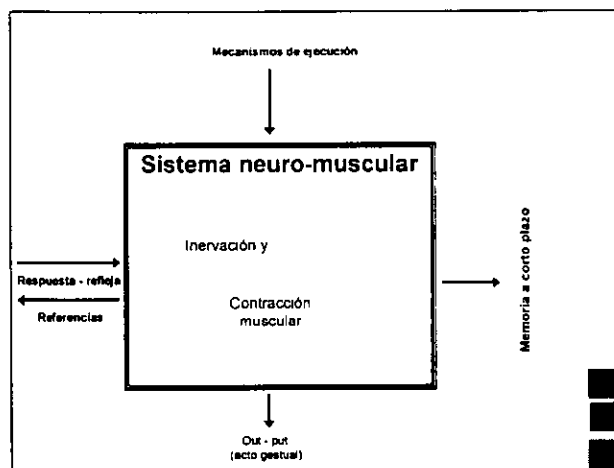
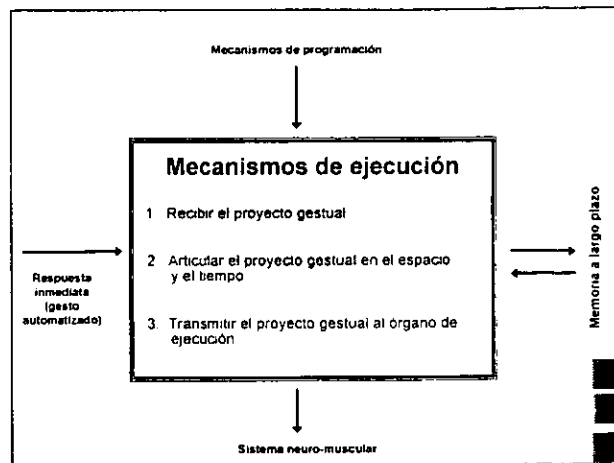
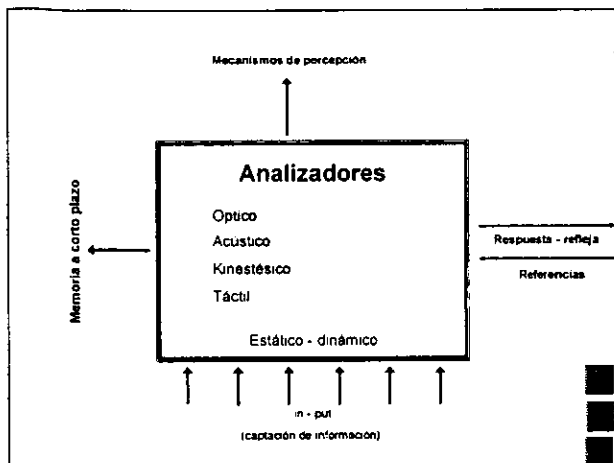
## Memoria a largo plazo

### Mecanismos de programación

1. Buscar una estrategia de solución
2. Realizar con el pensamiento esta estrategia
3. Apreciar las consecuencias
4. Establecer un proyecto gestual

Mecanismos de percepción

Mecanismos de ejecución



### Composición química del tejido nervioso

Varia según las diferentes partes del organismo; sin embargo, se destaca el gran contenido de agua en ellos, lo que se relaciona con la elevada actividad metabólica que tienen. Contienen:

- Lípidos
- Proteínas
- Carbohidratos
- Enzimas
- Componentes diversos

### Carbohidratos en el tejido nervioso

Representado por la glucosa, tiene una concentración menor que en la sangre. Es el principal y casi único compuesto que produce energía en el tejido, sin descartar los productos intermedios del metabolismo de ésta sustancia. Las reservas de glucógeno en el cerebro no se utilizan.

### Proteínas en el tejido nervioso

Constituyen el sustrato funcional básico del tejido nervioso, en el que se encuentran albúminas y globulinas. Representan alrededor del 8% del peso total del tejido.

Son comunes las asociaciones de las proteínas con lípidos, llamadas proteolípidos. Las neuronas poseen nucleoproteínas de los tipos DNA y RNA. En el tejido cerebral la cantidad de ácidos libres es 8 veces mayor que en el plasma, entre los que se destacan la glutamina y el ácido glutámico, ácido aspártico, además de, N-acetilaspártico, el glutatión y el ácido  $\alpha$ -amino-butírico.

## Enzimas en el tejido nervioso

Todas las enzimas necesarias para los procesos metabólicos aeróbicos de la glucosa y la glicólisis se encuentran en el tejido nervioso. Además, están presentes otras enzimas como la colinesterasa que actúa sobre la acetilcolina y ayuda a la hidrólisis rápida del sustrato

## Compuestos diversos en el tejido nervioso

El tejido nervioso también se compone de algunas sustancias nitrogenadas como la fosfocreatina (CrP), el ATP, el ADP, el ácido adenílico, la colina, la acetilcolina y aminoácidos libres (glutamina entre otros). Existen también sustancias no nitrogenadas como los ácidos láctico y pirúvico

Los iones sodio, potasio, calcio y magnesio participan en la actividad nerviosa, notándose un antagonismo entre la acción del potasio (acelera el ritmo cardiaco y estimula al sistema nervioso y los músculos) y el calcio (los inhibe). El ion magnesio, también es un inhibidor del sistema nervioso.

## Lípidos en el tejido nervioso

Se encuentra una gran cantidad de lípidos como el colesterol y poca cantidad de glicéridos. Su elevada actividad metabólica es consecuencia del alto grado de insaturación que tienen sus ácidos grasos. La concentración de lípidos en la médula espinal y el encéfalo aumenta con la edad.

Los esfingolípidos son exclusivos del cerebro y requieren de un sistema enzimático elevado para ser renovados.

## Tejido muscular

- Características
- Características morfológicas
- Composición química
- Contracción muscular
- Bioenergía en la actividad muscular
- Cambios bioquímicos

## Características del tejido muscular

Los músculos del cuerpo humano se dividen en tres grupos: estriados, lisos y cardiaco. Se caracterizan por su capacidad de contraerse y relajarse como respuesta a un estímulo nervioso. Ocupa el 40% del peso corporal.

Las células de los músculos lisos se agrupan formando haces musculares; son controlados por el sistema nervioso autónomo, por lo que también se les llama involuntarios.

El músculo cardiaco tiene características de ambos tipos.

Los músculos estriados ó esqueléticos son músculos de movimiento voluntario y de contracciones rápidas, esta bajo el control consciente ó sea del sistema nervioso central. Están unidos al esqueleto mediante tejido conjuntivo llamado tendones.

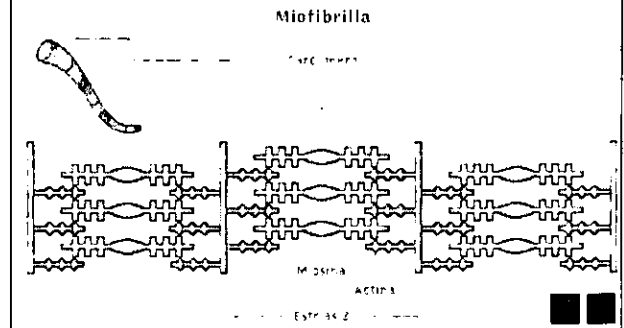
## Características morfológicas del tejido muscular

El músculo se divide en haces musculares en cuyo interior puede haber una ó centenares de fibras musculares. Son células alargadas y cilíndricas que se encuentran unidas unas con otras, carecen de pared celular; están constituidas por nucleoproteínas del tipo DNA y formadas por un gran número de elementos contráctiles denominados miofibrillas de estructura filiforme. Estas están compuestas por hileras de miofilamentos de dos tipos: gruesos y delgados, alineados geométricamente, alternándose en su configuración y unidos entre sí mediante enlaces ó puentes cruzados. Los miofilamentos gruesos tienen varios cientos de moléculas de miosina, mientras que los delgados contienen actina, troponina y tropomiosina.

## Descripción de una miofibrilla

Esta rodeada por una membrana celular denominada sarcolema, la cual contiene un fluido llamado sarcoplasma. En las fibras se observan estriaciones transversales ó líneas Z; a la distancia comprendida entre dos líneas Z se le conoce como sarcómero, que es la unidad morfofuncional contráctil del tejido muscular. Un sarcómero se compone por dos tipos de bandas: las I y las A. Las bandas I se componen de filamentos de actina; mientras que a las bandas A la componen filamentos de actina y miosina, se localizan en el centro del sarcómero; en su zona central se localiza una zona un poco más clara denominada banda H constituida por miosina.

## Esquema de una miofibrilla



## Composición química de los músculos

Contiene del 72 al 80% de agua y del 20 al 28% de compuestos orgánicos y sales minerales. Entre los compuestos orgánicos se encuentran proteínas, lípidos, carbohidratos (glucógeno, glucosa, ácido láctico y ácido pirúvico), compuestos nitrogenados no proteicos (Creatinina, ATP, carnitina, fosfocreatina, y aminoácidos libres entre otros).

Las proteínas del tejido muscular poseen la propiedad de contraerse y relajarse, las hay de tres tipos:

Las sarcoplasmáticas. La forman enzimas.

Las miofibrilares. Proteína poco solubles como la miosina y la actina.

Las del estroma. Proteínas insolubles como la elastina y el colágeno.

## Miosina

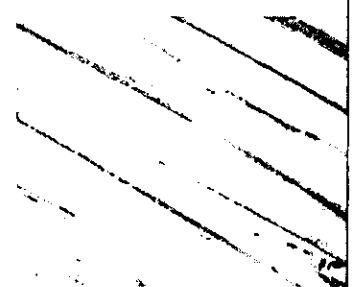
Es una proteína que contiene los 20 aminoácidos, predominando los ácidos glutámico, aspártico, la leucina, lisina y arginina. Ocupa el 40% del total proteico del músculo, es insoluble en agua, pero soluble en soluciones salinas, coagula a 40-45 °C; su solubilidad disminuye después de un trabajo muscular y aumenta cuando los niveles han crecido no solo en el músculo en reposo, sino también, en el músculo que ha trabajado y está fatigado. En presencia de ATP los filamentos de miosina aumentan su elasticidad. Actúa como una enzima que provoca que se hidrolice el ATP, esta acción solo se manifiesta en presencia de iones calcio y es inhibida por los iones magnesio.

## Actina

Ocupa el 12.5% del total proteico, coagula a 50 °C en medio alcalino, puede existir en forma globular y fibrilar; el paso de una forma a otra ocurre en el momento de la contracción muscular, en donde se enlaza con la miosina para formar el complejo actomiosina ó sustrato contráctil del tejido muscular capaz de realizar un trabajo mecánico.

## Contracción muscular

- Clasificación de las fibras musculares
- Mecanismo de la contracción
- Contracción muscular



## Clasificación de las fibras musculares

Fibras blancas. De diámetro grueso y de contracción rápida; implicadas en esfuerzos muy intensos y rápidos que generan mucha potencia; son ricas en fosfatos, en reservas de glucógeno y enzimas que actúan en el metabolismo energético anaerobio.

Fibras rojas. Son delgadas y de contracción lenta, dotadas de gran resistencia, especialmente en acciones musculares de larga duración y poca intensidad. Se distinguen por su mayor concentración de enzimas del metabolismo aeróbico.

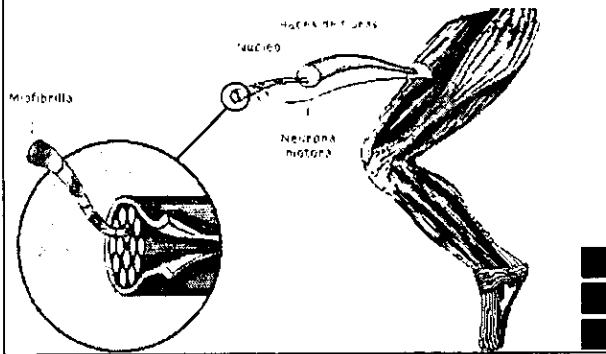
Continua.

## Clasificación de las fibras musculares

...Continua.

Los músculos estriados tienen una composición de ambos tipos de fibras determinadas genéticamente, aunque una de ellas predomine. El entrenamiento no modifica el reparto de fibras, solo su grado de desarrollo y su volumen.

## Representación de la fibra muscular



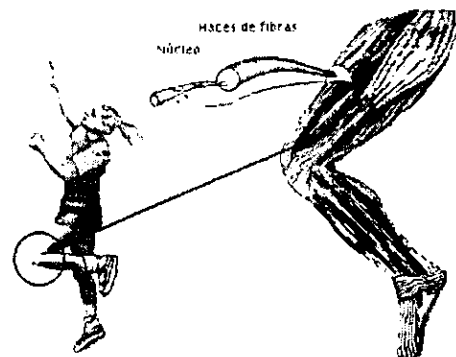
## ★ Porcentaje de fibras musculares en diversos deportes

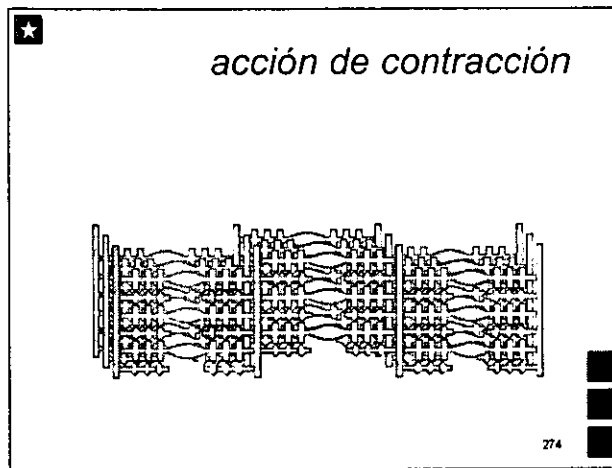
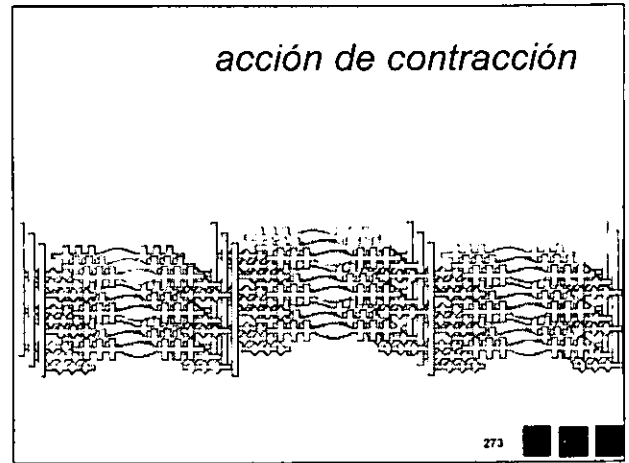
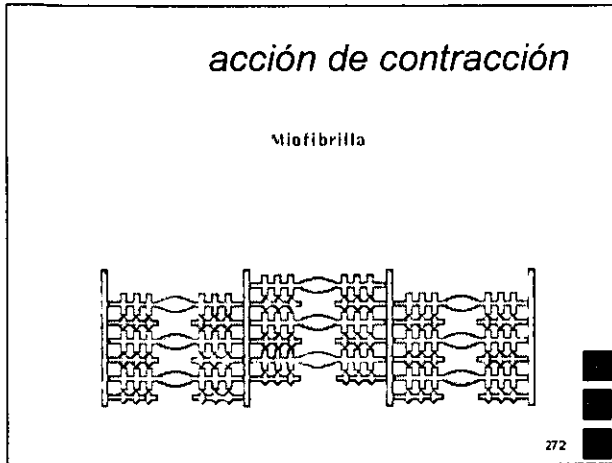
## Mecanismo de la contracción

Cuando el músculo está en reposo, las cabezas de miosina se encuentran perpendiculares a los filamentos de actina; cuando llega el impulso nervioso, las cabezas de miosina establecen puentes con los filamentos de actina liberándose ATP. En ese instante las cabezas de miosina se inclinan en un ángulo de 45° y con esto los filamentos de actina se desplazan paralelamente a los de miosina acercando a dos bandas Z y acortando el sarcómero.

Cuando la contracción termina, las cabezas de miosina se desprenden de las de actina y con un nuevo giro regresan a su estado inicial.

## ★ Contracción cuádriceps en un tiro de basketbol





- Bioenergía en la actividad muscular**
- Procedencia de la energía
  - Mecanismos energéticos durante la activación física
    - Fosfocreatina
    - Glicólisis anaerobia y aerobia
    - Fosforilación oxidativa
    - Transformación del ADP
    - Interacción de los mecanismos energéticos
  - Mecanismo que aporta ATP durante el desarrollo de diversos deportes

**Procedencia de la energía**

Cualquier ejercicio ó movimiento requiere de una contracción muscular y ésta a su vez necesita energía.

Cualquier energía química procedente de la oxidación de los alimentos que ingerimos debe tomar la forma de ATP para ser aprovechada. Cuando las células necesitan energía la obtienen degradando las moléculas de ATP almacenadas.

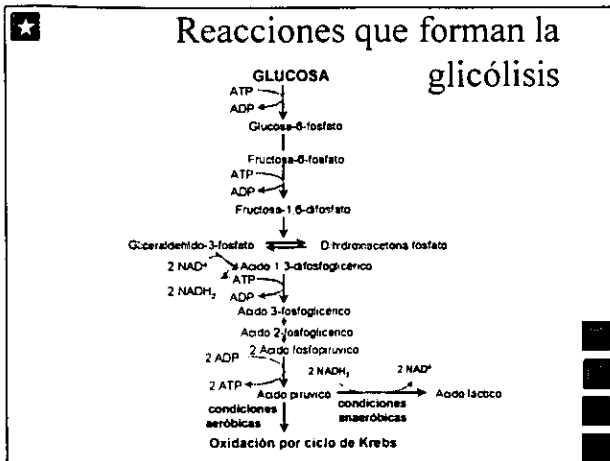
Este proceso consiste en separar ó romper 1 ó 2 de los enlaces terminales de fósforo del grupo adenosina. Cuando esto ocurre se emite energía, la cual permite que la célula realice un trabajo, el que depende del tipo de célula. Por ejemplo la célula muscular efectúa un trabajo mecánico, la célula nerviosa lleva a cabo una transmisión del impulso nervioso.

**Mecanismo de la glicólisis anaerobia**

El ATP producido por esta vía es el producto de la degradación anaerobia de los carbohidratos. En él proceso se utiliza la glucosa para la liberación de ATP y como producto final ácido láctico.

La glucosa después de una serie de reacciones se degrada a ácido pirúvico y como no hay oxígeno se reduce a ácido láctico, el cual se acumula en las células y difunde hacia la sangre. La producción de ATP se da en los productos intermedios.

Esta reacción ocurre cuando se han agotado las reservas de fosfocreatina.



### Mecanismo de la fosfocreatina

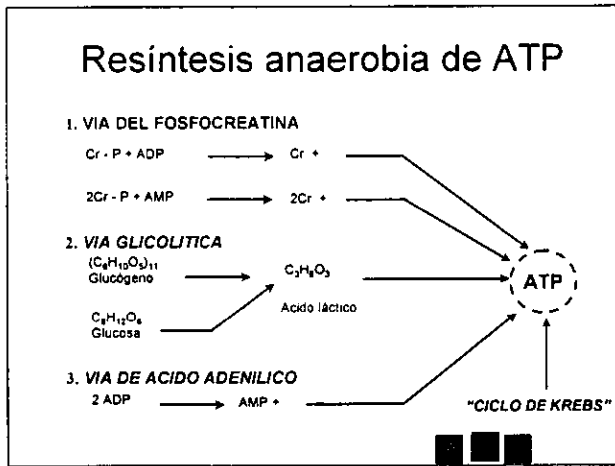
La fosfocreatina es un compuesto de fosfato "rico en energía" intimamente ligado al ATP como fosfágeno (CrP-ATP). La fosfocreatina contenida en el músculo en reposo es 40-5 veces mayor que la cantidad de ATP. Se hidroliza fácilmente, transfiriendo su grupo fosfato al ADP o al AMP liberando con ello una gran cantidad de energía, que es aprovechada para la formación de ATP. Esta resíntesis solo es posible durante un corto tiempo y al inicio de la actividad muscular. Esta reacción se da a un pH de 7.

### Transformación del ADP

Cualquiera que sea el mecanismo que utilice el ATP en la contracción muscular, uno de los productos es el ADP, el cual se acumula en el músculo y cuando es necesario se transforma en ATP de acuerdo a la siguiente reacción:

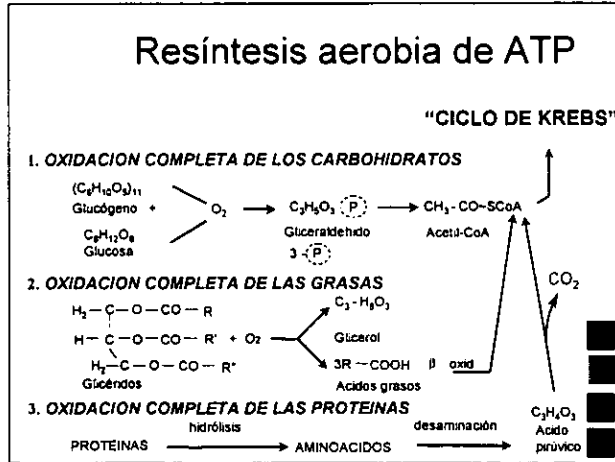
$$2 \text{ ADP} \rightleftharpoons \text{AMP} + \text{ATP}$$

En los mecanismos de la, la resíntesis de ATP se lleva a cabo a partir del ADP.

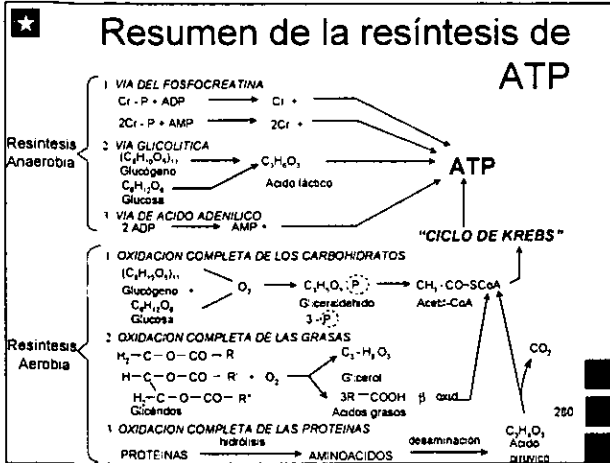


### Fosforilación oxidativa

Una vez que el suministro de oxígeno es el adecuado entran en funcionamiento los procesos oxidativos aerobios primeramente los carbohidratos, después los lípidos y por último las proteínas (aunque no las utilice como fuentes energéticas). Estos productos son llevados al ciclo de Krebs, el cual no aporta energía, sino su función consiste en proveer de hidrógeno para su transporte por la cadena respiratoria hasta el oxígeno y que el ATP se forme durante este transporte.



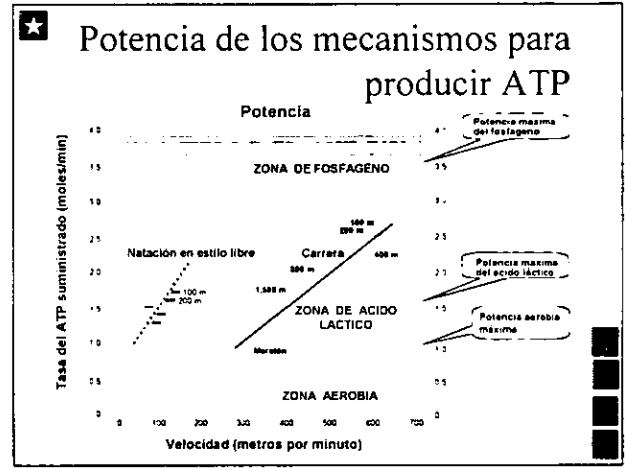
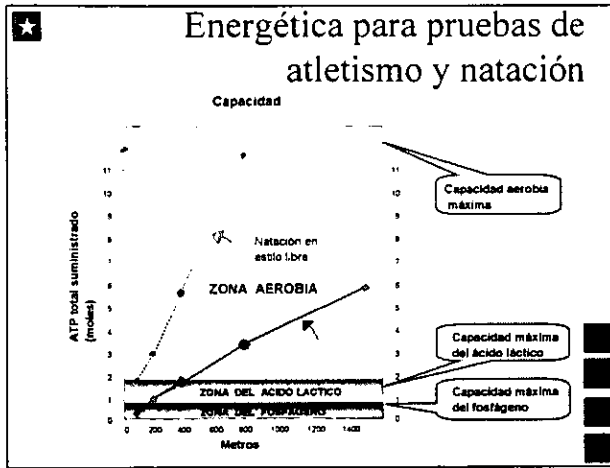




### Interacción de los mecanismos energéticos

La interacción de los 3 mecanismos citados está en dependencia de la velocidad, la duración ó distancia de la prueba, lo cual determina cual es el mecanismo principal, es decir, que a menor velocidad, el mecanismo energético principal será el aerobio, pero tendrá una parte de CrP y de glicólisis anaerobia.

Esto se puede apreciar en las dos siguientes figuras en donde se muestran por zonas, la capacidad de los diferentes mecanismos para suministrar ATP en diversas pruebas de carrera y de natación.

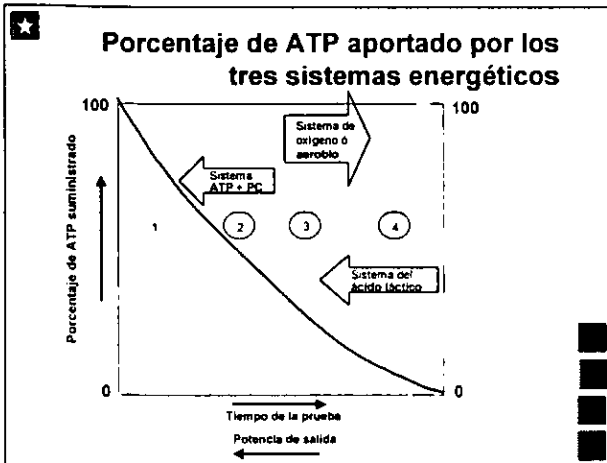


### Interacción de los mecanismos energéticos

Al conjuntarse la participación de los diferentes mecanismos energéticos en diversos deportes, es importante saber cual es el % de contribución de energía de un mecanismo y de otro.

### Áreas de aportación energética

Área	Tiempo de la prueba	Principales Sistemas energéticos que participan	Ejemplos de tipo de actividad
1	Menos de 30 segundos	ATP - PC	Lanzamiento de la bala, carreras de 100 metros planos, robo de la base en béisbol, swings en golf y tencs carreras de los zigzags del fútbol americano, saques de ataque y bloqueo en voleibol
2	30 segundos a 1.5 minutos	ATP - PC y ácido láctico	Carreras de 200 a 400 metros planos, patinaje, pruebas de natación de 100 metros
3	1.5 a 3 minutos	Ácido láctico y O <sub>2</sub>	Carrera de 800 metros planos, pruebas gimnásticas, boccie (saques de 3 minutos), lucha (saques de 2 minutos)
4	Mayor de 3 minutos	O <sub>2</sub>	Fútbol (excepto guardameta) y "cross-country" en esquí, maratón trote



### Mecanismo que aporta ATP durante el desarrollo de diversos deportes

Por ejemplo, un encuentro de voleibol local es de 2 sets con una duración aproximada de 20min c/u, mientras que en un partido de una competencia mundial cada set dura de 25 a 30min y se requiere ganar 3 de 5 sets, lo cual alarga la duración del partido de 2 a 2hrs con 30min.

Estos tiempos tan prolongados de juego nos indican que el mecanismo aerobio participa en la provisión de energía. Sin embargo, jugar voleibol requiere aptitudes de salto con carrera de impulso y sin ella, defensa y acciones acrobáticas, todos ellos son movimientos breves de gran intensidad, realizándose en forma intermitente durante el tiempo de duración de cada jugada y del encuentro.

### Mecanismo que aporta ATP durante el desarrollo de diversos deportes

AEROBIO		ANAEROBIO	
Levantamiento de pesas	0	100	100 metros pesas
Salto olímpico	0	100	200 metros pesas
200 metros pesas	10	90	400 metros pesas
400 metros pesas	20	80	800 metros pesas
800 metros pesas	30	70	1.500 metros pesas
1.500 metros pesas	40	60	3.000 metros pesas
3.000 metros pesas	50	50	6.000 metros pesas
6.000 metros pesas	60	40	12.000 metros pesas
12.000 metros pesas	70	30	24.000 metros pesas
24.000 metros pesas	80	20	48.000 metros pesas
48.000 metros pesas	90	10	96.000 metros pesas
96.000 metros pesas	100	0	192.000 metros pesas

- ### Cambios bioquímicos
- Cambios en el miocardio
  - Estados de organismo
    - Pre-arranque
    - Calentamiento
    - Estable
    - Fatiga
    - Recuperación

### Cambios bioquímicos en el miocardio

Durante la actividad muscular aumenta su frecuencia de contracción y con ello se aumenta la intensidad de su metabolismo. Para la resíntesis del ATP sigue la vía de la fosforilación oxidativa, utilizando como sustratos a la glucosa, ácidos grasos, cuerpos cetónicos y al ácido láctico.

## Estado de pre-arranque

Un cierto tiempo antes del inicio de alguna actividad muscular, existen cambios metabólicos en el organismo, provocados por la influencia del sistema nervioso central.

Estos son de menor intensidad que durante la actividad física, habiendo una diferencia si es antes de un entrenamiento o de una competencia.

Estos cambios se reflejan con el aumento de ácido láctico, lípidos y glucosa en la sangre, lo cual va a depender del carácter y la intensidad del trabajo.

Existen otros cambios no bioquímicos por los que pasa el organismo como son el aumento de: la ventilación pulmonar y el intercambio gaseoso, de la temperatura corporal y de la frecuencia de los latidos del corazón.

## Estado de calentamiento

Un procedimiento que ayuda a regular las reacciones del estado de pre-arranque es el calentamiento; en él se deben de realizar ejercicios que contrarresten los efectos de ese estado.

Un calentamiento bien aplicado permite un incremento de la excitabilidad de los centro nerviosos, gracias a esto se genera un acortamiento del tiempo entre la señal y el comienzo de los movimientos, aumenta la actividad de las enzimas y la velocidad de las reacciones bioquímicas en los músculos.

Continúa...

## Estado de calentamiento

...Continúa.

Con el calentamiento se incrementa el metabolismo, la temperatura corporal y la actividad de los órganos responsables de la respiración y el corazón, lo que ocasiona una redistribución de la sangre entre los órganos y tejidos que están funcionando y los que no están; además de una disociación más intensa de la oxihemoglobina en los tejidos.

## Estado estable

Cuando el ejercicio es prolongado y de baja intensidad, el organismo se encontrará en un estado estable, en donde el consumo de oxígeno es igual al oxígeno ingerido y la producción de ATP ocurre a partir de la fosforilación oxidativa, utilizando como fuentes energéticas, primero al glucógeno muscular, después a la glucosa de la sangre procedente del glucógeno hepático y posteriormente a los lípidos. Surge cuando el trabajo se alarga poco más de 4 a 6 minutos.

Es notoria la disminución de ácido láctico a tal grado que al finalizar el trabajo, los niveles del ácido en la sangre y el músculo son similares a los del inicio de la actividad.

## Estado de fatiga

Agotamiento corporal ó mental que se produce como consecuencia de una actividad muscular muy intensa ó un esfuerzo prolongado que no corresponde a la capacidad funcional del organismo. Se caracteriza por la disminución de la capacidad, pudiendo llegar hasta la incapacidad para realizar tareas físicas con el ritmo y/o la fuerza habituales y por una mayor lentitud de los procesos racionales provocados por la menor sensibilidad de los receptores sensoriales (ojos u oídos) que pueden ocasionar una falla de memoria.

Continúa...

## Estado de fatiga

...Continúa.

La fatiga se considera como el agotamiento parcial de las reservas energéticas, se manifiesta como la pérdida de la coordinación de movimientos, disminución de la productividad de trabajo, sudor excesivo y enrojecimiento de la piel.

En este estado se afectan la actividad enzimática del tejido muscular y al sistema nervioso central, en donde los procesos de degradación del ATP son superiores a los de su resíntesis.

La fatiga esta condicionada por el tipo de ejercicios (cíclicos ó acíclicos), su duración e intensidad.

## Estado de recuperación

Se caracteriza por el predominio de los procesos aerobios. En él, todos los procesos bioquímicos provocados con anterioridad van desapareciendo paulatinamente.

Los procesos que se llevan a cabo durante esta fase son tan importantes como los que se producen en el ejercicio mismo, entre los que tenemos:

Restauración de las reservas musculares de CrP-ATP

Reabastecimiento de oxígeno a la mioglobina.

Reposición de las reservas de glucógeno muscular y hepático.

Eliminación de ácido láctico de músculos y sangre

## Características bioquímicas de las cualidades motoras

Como sabemos el trabajo físico que realiza un boxeador es diferente al que realiza un voleibolista, al de un corredor, un levantador de pesas ó el de cualquier otro deporte, e incluso que una actividad parecida como es el correr es diferente para un velocista que para un fondista, puesto que las funciones fisiológicas que tienen lugar son diferentes

Por eso la adaptación bioquímica del organismo depende del trabajo específico que se va a realizar y que un entrenador deportivo debe conocer el tipo de características de su deporte para saber como entrenarlas para que se desarrollen y optimicen.

Continua .

## Características bioquímicas de las cualidades motoras

...Continua.

Esa adaptación conduce al perfeccionamiento del aparato locomotor

El ser humano realiza 3 diferentes cualidades motoras:

- Velocidad
- Resistencia
- Fuerza

## Velocidad

Los ejercicios típicos se realizan en condiciones anaerobias

El aseguramiento energético se lleva a cabo en una marcada deuda de oxígeno.

Todos los ejercicios ocurren a intensidad máxima ó submáxima y de corta duración.

La resíntesis de ATP ocurre por la vía anaerobia.

Aumentan los niveles de ácido láctico en el músculo y en la sangre.

En ejercicios de gran intensidad y de corta duración, el aseguramiento energético corre a cargo de la CrP

El aporte energético en trabajos de intensidad submáxima corresponde a la glicólisis anaerobia.

## Resistencia

Es la capacidad para realizar cualquier actividad durante un tiempo sin disminuir su efectividad.

La actividad puede ser aerobia, anaerobia ó mixta (ejem: 20 Km bicicleta, clavados y voleibol respectivamente); puede determinarse por las posibilidades de una resíntesis efectiva de ATP durante uno u otro tipo de trabajo.

Bajo un entrenamiento continuo de la resistencia aerobia, se produce en el organismo y especialmente en el hígado un incremento en la cantidad de glucógeno, creándose con ello las bases bioquímicas de esta cualidad.

## Fuerza

Sin esta cualidad no se pueden desarrollar ni velocidad, ni resistencia. El entrenamiento de la fuerza va acompañado por un leve aumento de las posibilidades de la resíntesis anaerobia del ATP, creando con ello premisas para el desarrollo de la velocidad.

Durante los entrenamientos de fuerza las proteínas musculares son sometidas a fuertes cambios. En el periodo de descanso ocurre un aumento de la masa muscular, es decir sufren una supercompensación, además aumenta la actividad de las enzimas que actúan en los músculos.

## Características bioquímicas del entrenamiento deportivo

- El entrenamiento deportivo desde el punto de vista fisiológico, bioquímico y de la teoría del entrenamiento
- Forma deportiva
- Supercompensación
- Sobreentrenamiento

## El entrenamiento deportivo

Al entrenamiento deportivo lo podemos ver desde tres puntos de vista diferentes:

**Fisiológico.** Es un proceso permanente de adaptación a las cargas.

**Bioquímico.** Es un proceso mediante el cual se incrementan las reservas energéticas del organismo.

**Teoría del entrenamiento.** Es un proceso pedagógico orientado hacia el incremento de la capacidad de trabajo general y específico que asegure altos logros deportivos, poniendo especial atención al aumento de las capacidades físicas y energéticas del atleta.

Continúa...

## El entrenamiento deportivo

...Continúa.

Entrenar a un atleta ó un equipo significa elaborar programas de ejercicios que le desarrollen lo que necesita para actuar en una competición.

El tipo de ejercicios empleados durante las sesiones de entrenamiento deben ser compatibles con los movimientos que se utilizan durante el desarrollo de la competición.

Los cuadros siguientes presentan, en el primero, a varios deportes y sus sistemas energéticos predominantes.

En el segundo y tercer cuadro, se describen algunos métodos de entrenamiento, su relación con los sistemas energéticos y una sugerencia de la aplicación de esos métodos en algunos deportes.

## ★ Deportes y sus sistemas energéticos

1a. parte

Deportes ó actividad deportiva	% de importancia por sistemas energético		
	ATP-PC y AL	AL-O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
Dérsbol	80	20	
Basketbol	85	15	
Esgrima	90	10	
Hockey sobre césped	60	20	20
Futbol americano	90	10	
Golf	95	5	
Gimnasia	90	10	
Hockey sobre hielo			
a) Delantero defensa	80	20	
b) Guardameta	95	5	
Deportes recreativos			95
Remo	20	30	50
Esquí			
a) Slalom, salto, descenso	80	20	
b) "Cross-country"		5	95
Futbol			
a) Guardametas, delanteros, defensas	80	20	
b) Medocampatas, hombres de enlace	60	20	20
Softbol	80	20	

## Deportes y sus sistemas energéticos

2a. parte

Deportes ó actividad deportiva	% de importancia por sistemas energético		
	ATP-PC y AL	AL-O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
Lucha	90	10	
Natación y saltos ornamentales			
a) 50 m estilo libre saltos ornamentales	98	2	
b) 100 m (todos los estilos)	80	15	5
c) 200 m (todos los estilos)	30	65	5
d) 400 m estilo libre	20	55	25
e) 1.500 m	10	20	70
Tenis	70	20	10
Pista y campo			
a) 100 m, 200 m	98	2	
b) Pruebas de campo	90	10	
c) 400 m	80	15	5
d) 800 m	30	65	5
e) 1.500 m	20	55	25
f) 3.000 m	20	40	40
g) 5.000 m	10	20	70
h) 10.000 m ("cross-country")	5	15	80
i) Maratón		5	95
Voleibol	90	10	

## ★ Métodos de entrenamiento y su relación con el sistema energético que desarrollan

1a. parte

Método de entrenamiento	Definición	% Desarrollo		
		ATP-PC y AL	AL y O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
"Sprint" de aceleración	Aumentos graduales en la velocidad de carrera desde el trote al paso largo y la atropellada en segmentos de 50 a 100 metros	90	5	5
Carrera rápida continua	Carrera (ó natación) de larga distancia a un ritmo rápido	2	8	90
Carrera lenta continua	Carrera (ó natación) de larga distancia a un ritmo lento	2	5	93
Falsos "sprints"	Dois atropelladas ininterumpidas por períodos "falsos" de trote ó marcha	85	10	5
"Sprint" con intervalos	Atropelladas alternadas de 50 metros y trotes de 60 metros para distancias hasta de 5.000 metros	20	10	70

### Métodos de entrenamiento y su relación con el sistema energético que desarrollan

2a. parte

Método de entrenamiento	Definición	% Desarrollo		
		ATP-PC y AL	AL y O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
Entrenamiento con intervalos	Periodos repetidos de trabajo entremezclados con periodos de descanso	0.80	0.80	0.80
Trote	Marcha o carrera continua a un paso lento en una distancia moderada (por ejemplo 3 000 m)	-	-	100
Carrera con repetición	Similar al entrenamiento con intervalos pero con intervalos de trabajo y descanso más prolongados	10	50	40
Juego en velocidad (fartlek)	Carrera alternada rápida y lenta sobre terreno natural	20	40	40
Entrenamiento de "sprint"	"sprints" repetidos a velocidad máxima con recuperación completa entre las repeticiones	90	5	4

### Deportes y métodos de entrenamiento sugeridos

1a. parte

Deporte ó actividad deportiva	Método de entrenamiento sugerido						
	"Sprints" de aceleración	Carrera rápida continua	Carrera lenta continua	"Sprints" con huecos	"Sprints" con intervalos	Entrenamiento con intervalos	Trote
Béisbol	/	/	/	/	/	/	/
Basketbol	/	/	/	/	/	/	/
Esgrima	/	/	/	/	/	/	/
Hockey sobre césped	/	/	/	/	/	/	/
Fútbol americano	/	/	/	/	/	/	/
Golf	/	/	/	/	/	/	/
Gimnasia	/	/	/	/	/	/	/
Hockey sobre hielo	/	/	/	/	/	/	/
Delanteros, defensas	/	/	/	/	/	/	/
Guardameta	/	/	/	/	/	/	/
Deportes recreativos	/	/	/	/	/	/	/
Remo	/	/	/	/	/	/	/

### Deportes y métodos de entrenamiento sugeridos

2a. parte

Deporte ó actividad deportiva	Método de entrenamiento sugerido						
	"Sprints" de aceleración	Carrera rápida continua	Carrera lenta continua	"Sprints" con huecos	"Sprints" con intervalos	Entrenamiento con intervalos	Trote
Esquí	/	/	/	/	/	/	/
Slalom, salto descenso	/	/	/	/	/	/	/
"Cross-country"	/	/	/	/	/	/	/
Fútbol	/	/	/	/	/	/	/
Guardameta, delanteros, defensas	/	/	/	/	/	/	/
Mediocampistas, hombre de enlace	/	/	/	/	/	/	/
Softbol	/	/	/	/	/	/	/
Natación y saltos ornamentales	/	/	/	/	/	/	/
50 m. estilo libre, saltos ornamentales	/	/	/	/	/	/	/
100 m. (todos los estilos)	/	/	/	/	/	/	/
200 m. (todos los estilos)	/	/	/	/	/	/	/
400 m. estilo libre	/	/	/	/	/	/	/
1.500 m. estilo libre	/	/	/	/	/	/	/

### Deportes y métodos de entrenamiento sugeridos

3a. parte

Deporte ó actividad deportiva	Método de entrenamiento sugerido						
	"Sprints" de aceleración	Carrera rápida continua	Carrera lenta continua	"Sprints" con huecos	"Sprints" con intervalos	Entrenamiento con intervalos	Trote
Tenis	/	/	/	/	/	/	/
Pista y campo	/	/	/	/	/	/	/
100 m.	/	/	/	/	/	/	/
200 m.	/	/	/	/	/	/	/
Pruebas de campo	/	/	/	/	/	/	/
400 m.	/	/	/	/	/	/	/
800 m.	/	/	/	/	/	/	/
1.500 m.	/	/	/	/	/	/	/
3.000 m.	/	/	/	/	/	/	/
5.000 m.	/	/	/	/	/	/	/
10.000 m.	/	/	/	/	/	/	/
Maratón	/	/	/	/	/	/	/
Voleibol	/	/	/	/	/	/	/
Lucha	/	/	/	/	/	/	/

### Forma deportiva

Es un estado que se adquiere mediante un entrenamiento metódico y sistemático utilizando todos los medios físicos, técnico-táctico y psicológicos que estén al alcance.

Por medio del entrenamiento de un deporte, el organismo se fortalece en forma general, aumenta sus posibilidades funcionales y se prepara para realizar trabajos específicos en forma más efectiva, eficaz y con mayor economía de sus reservas. Un atleta entrenado realiza la misma cantidad de trabajo con menor gasto de energía, no solo por la adaptación de su organismo al trabajo, sino también porque al dominar las destrezas motoras específicas, se eliminan movimientos innecesarios que consumen energía.

Continua...

### Forma deportiva

...Continua.

El primer cambio en aparecer es el incremento de las posibilidades de los procesos aerobios de oxidación, provocando con ello un aumento de la cantidad de glucógeno. Después ocurre el aumento de las proteínas estructurales en el tejido muscular, especialmente miosina. Posteriormente, tiene lugar el aumento de la posibilidad del organismo de adaptarse a los intensos procesos de la glicólisis anaerobia. Por último se produce un leve aumento en la concentración de fosfocreatina.

La forma deportiva es directamente proporcional a la velocidad que tiene el organismo para la resíntesis de los compuestos macroenergéticos, especialmente el ATP.

## Sobrentrenamiento

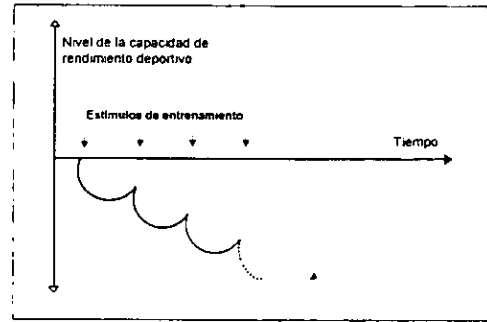
Es un estado de fatiga profunda provocada por una serie de factores, entre los que se encuentran:

Cargas demasiado elevadas, sea en volumen, en intensidad ó en ambas; tiempos de descanso cortos; alteración del régimen alimenticio e higiénico; mal estado de salud, alteraciones psíquicas, etc.

Lleva consigo alteraciones bioquímicas que puede ser la resíntesis de ATP se realiza en forma incompleta, por lo que se incrementan los niveles de AMP y de NH<sub>3</sub> en el tejido muscular y disminuye la cantidad de glucógeno muscular



## Disminución de la capacidad de rendimiento causada por una recuperación incompleta



## Supercompensación

Es un restablecimiento superior al nivel inicial de las fuentes de energía consumidas, que se lleva a cabo en la fase de recuperación; es decir la adaptación del organismo a un trabajo físico se da durante este periodo.

Después de una carga en una sesión de entrenamiento, a consecuencia del consumo energético, se observa un estado de cansancio que ocasiona una disminución del estado funcional del organismo y por consiguiente un descenso de la capacidad de trabajo.

La supercompensación provoca también el aumento de las proteínas musculares, de la mioglobina y de la actividad enzimática.

## Explicación bioquímica de la supercompensación

Durante el trabajo muscular predominan los procesos de degradación del ATP, CrP y glucógeno, a consecuencia de ellos aparecen en el organismo productos intermedios y terminales del metabolismo como el ADP, AMP ó ácido láctico. Paralelamente a este hecho ocurren procesos de síntesis de los primeros, cuyo objetivo es alcanzar sus concentraciones iniciales

Es durante la fase de descanso donde los segundos crean las condiciones que favorecen el aumento de los procesos de superrecuperación del ATP, CrP y glucógeno.

Esta etapa está relacionada con intensos procesos de oxidación aerobia.

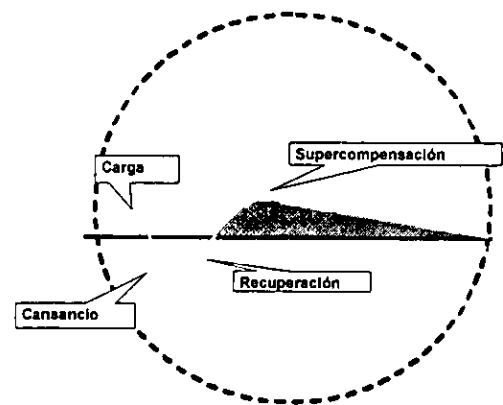
## Proceso de la supercompensación

Es el fundamento bioquímico que ocupa la teoría del entrenamiento deportivo para hacer que un atleta alcance la plenitud de la forma deportiva y se basa en los siguientes principios:

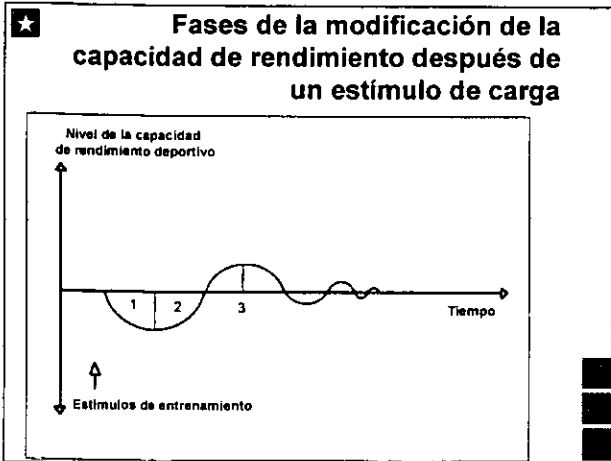
- Repetición del trabajo físico.
- Regularidad en la ejecución del trabajo físico.
- Correcta relación entre trabajo y descanso.
- Aumento gradual de la carga.



## Supercompensación



ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA



- Fases de la modificación de la capacidad de rendimiento después de un estímulo de carga**
1. Disminución de la capacidad de rendimiento.
  2. Aumento de la capacidad de rendimiento deportivo (recuperación).
  3. Supercompensación ó de aumento del rendimiento deportivo.

**Repetición del trabajo físico**

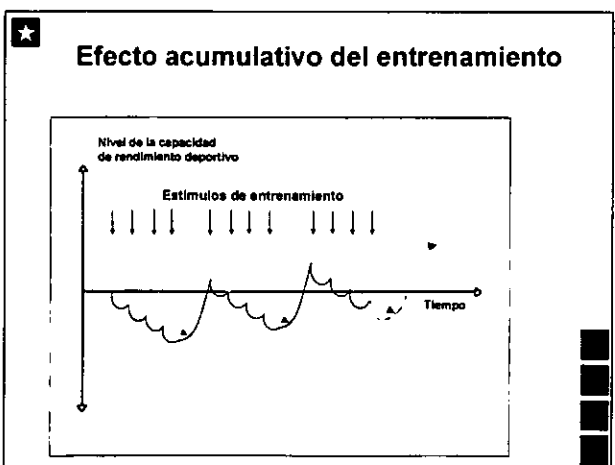
Un solo esfuerzo físico no da la posibilidad de que los cambios bioquímicos sean permanentes, puesto que los procesos supercompensatorios no son constantes y regresan con relativa rapidez a sus niveles iniciales. Por ello es necesario repetir la carga física para estabilizar el aumento de la capacidad funcional del organismo.

**Relación correcta entre trabajo y descanso**

Si la repetición del trabajo se hace cuando el organismo del deportista no se ha repuesto del trabajo anterior, tendremos como resultado una disminución de la capacidad funcional, que puede llevar al atleta a un estado de fatiga profunda e incluso al sobreentrenamiento.

Por el contrario si la siguiente carga de entrenamiento es aplicada en la altura máxima de la curva supercompensatoria del trabajo anterior, se crearán las condiciones para el aumento del potencial energético del organismo.

El duración del descanso esta determinado por la magnitud y el carácter de la carga.



**Aumento gradual de la carga**

Si a lo largo del proceso de entrenamiento se aplica un ejercicio con la misma magnitud e intensidad durante un cierto tiempo; éste disminuirá sus efectos de supercompensación y causará menores cambios bioquímicos.



## Características bioquímicas del organismo entrenado

Los cambios bioquímicos constantes que se provocan durante los entrenamientos y fases de reposo dan como resultado cambios en los músculos, órganos y tejidos.

En los músculos se produce un aumento de su masa, debido a que en las fases de supercompensación se incrementa la cantidad de proteínas contráctiles, especialmente miosina, se aumenta también la cantidad de mioglobina.

Otras reservas energéticas en los músculos que aumentan su nivel debido al entrenamiento son: glucógeno, CrP y fosfolípidos, además de que algunas enzimas aumentan su actividad.

## Cambios bioquímicos en algunos órganos y tejidos

En el hígado los cambios duraderos son: aumento de la cantidad de glucógeno y de ácido ascórbico, así como incremento de la recuperación del ácido deshidroascórbico.

El corazón sufre una hipertrofia y un aumento de la cantidad de glucógeno y mioglobina.

En la sangre hay un aumento en las reservas alcalinas y en la cantidad de eritrocitos, lo que incrementa la capacidad de transportar oxígeno.

Continúa...

## Cambios bioquímicos en algunos órganos y tejidos

...Continúa.

En el sistema óseo se provoca una hipertrofia debido al aumento de la proteína oseína y de las sales de calcio.

Los cambios en el sistema nervioso se reflejan en el aumento de la actividad de algunas enzimas que intervienen en la resíntesis de compuestos fosfóricos ricos en energía por vía anaerobia y aerobia.

## Clasificación bioquímica de los deportes

En deportes hay 2 clases de movimientos fundamentales:

**Cíclicos.** Son movimientos que se repiten constantemente.

- Intensidad máxima
- Intensidad submáxima
- Intensidad moderada
  - Prolongada
  - Muy prolongada

**Acíclicos.** La ejecución de sus movimientos varía de acuerdo a las características particulares de la actividad, las condiciones del contrario y situaciones tácticas.

- Intensidad máxima
- Intensidad vanada

## Deportes cíclicos de máxima intensidad

En estos deportes los procesos bioquímicos de resíntesis de compuestos energéticos son anaeróbicos; en primera instancia la CrP y enseguida la glicólisis anaerobia, acompañada de una gran deuda de oxígeno, incremento en los niveles de ácido láctico en la sangre y disminución de las reservas alcalinas de la misma.

El regreso al estado inicial después de la actividad se produce entre 30 y 40min, tiempo durante el cual se satisface la deuda de oxígeno.

Deportes como: carrera de 100 y 200m; saltos; ciclismo de velocidad; natación en cualquier estilo de 50, 100, 200 y 400m; levantamiento de pesas y lanzamientos de bala, disco, martillo y jabalina

## Deportes cíclicos de submáxima intensidad

La duración límite de este tipo de actividades es superior a los 20 ó 30seg, pero nunca mayor de los 3 a 5min. La resíntesis del ATP se realiza por medio de la glicólisis anaerobia y una pequeña parte de la glicólisis aerobia. La recuperación se da entre 1 y 2 horas después de terminada la actividad.

La deuda de oxígeno es mayor en valores absolutos pero menor en unidad de tiempo. Los niveles de ácido láctico alcanzan sus valores más elevados. Hay un severo descenso de las reservas alcalinas de la sangre debido a un pH ácido. Se incrementa bruscamente la respiración, la circulación y empieza a utilizarse el glucógeno hepático por lo que se incrementan los niveles de glucosa en la sangre.

Deportes como: carreras de 400, 800 y 1500m.

## Deportes cíclicos de moderada intensidad y prolongados

Este trabajo puede durar más allá de los 20 a 30min.

Predomina los procesos oxidativos aerobios; ocurren en estado estable. Utiliza como principal sustrato al glucógeno hepático y pequeñas cantidades de lípidos.

Este tipos de actividades produce una gran sudoración lo que conlleva a perder de 1 a 3Kg de peso corporal.

La recuperación del organismo tiene lugar en un tiempo de 10 a 11hrs y en algunos casos hasta 24 horas

Deportes como: carreras de 3 000 a 10 000m y ciclismo de 50Kms.

## Deportes cíclicos de moderada intensidad y muy prolongados

Esta actividad también puede durar más de 20 ó 30min.

La resíntesis de los compuestos macroenergéticos se lleva a cabo exclusivamente por la vía aerobia, utilizando como sustratos a los carbohidratos y cada vez más a los lípidos.

La concentración de los niveles de glucosa baja por debajo de lo normal. Aparece un intenso sudor.

El tiempo de recuperación suele ser de 2 a 3 días, tiempo durante el cual se aprecia un consumo de oxígeno más de lo normal.

Deportes como: maratón, caminata 50Kms y ciclismo de ruta.

## Deportes acíclicos de máxima intensidad

Los procesos de resíntesis de ATP tienen lugar en condiciones anaerobias, en los que se observa un aumento de la deuda de oxígeno y del nivel de ácido láctico en la sangre. Se diferencian 3 tipos:

**Deportes de precisión.** Miden la precisión de un tiro.

**Deportes de calidad de ejecución.** Muestran la perfección del control de la fuerza, la rapidez de los movimientos, la orientación en tiempo y espacio y un elevado nivel de flexibilidad como en clavados, gimnasia y patinaje artísticos.

**Deportes de movimientos variables.** El deportista actúa en situaciones complejas tales como: reglas de la competición, rapidez de reacción y de los desplazamientos como en judo, karate, tae kwon do

## Deportes acíclicos de intensidad variada

Característicos de este tipo de actividad son los juegos de pelota, en donde la actividad de los ejercicios cambia indistintamente de una intensidad máxima a una submáxima ó a una moderada, por lo que los procesos de resíntesis de ATP algunas veces serán por la oxidación anaerobia y otras por la aerobia y que la deuda de oxígeno y nivel de ácido láctico varían en todo momento. Además se tiene que considerar que estas actividades van acompañadas por una gran carga emocional, lo que provoca una elevación de la glucosa sanguínea y una gran movilización de los carbohidratos.

Continúa .

## Deportes acíclicos de intensidad variada

...Continúa.

Los juegos de pelota se caracterizan por carreras de diferentes longitudes e intensidades, saltos, golpes ó lanzamientos del balón, acciones acrobáticas y altamente emotivos.

El deportista también tiene que actuar en situaciones complejas como: rapidez de los desplazamientos de los segmentos corporales para una mejor reacción, número y colocación de los compañeros y contrincantes, dimensiones del terreno, reglas y duración de la competición.

## Metabolismo en la Infancia

En general el organismo del infante aún no alcanza la madurez, especialmente el sistema nervioso central y las glándulas de secreción interna.

La síntesis intensa de proteínas necesita de una buena parte de la energía del ATP sintetizado. El metabolismo del niño es de 20 a 30 veces más elevado que el de un adulto.

Los ejercicios que se apliquen deben corresponder a las fases sensibles y con ello ayudar al desarrollo del organismo, dando prioridad a ejercicios que eleven las capacidades coordinativas y la práctica diversificada de habilidades y de diversas técnicas relacionadas con la actividad deportiva; siempre tomando en cuenta que ese organismo no tiene la

Continúa...

*Carlos Novoa Ortega presentó*

• FIN



## BIBLIOGRAFÍA

- ORTEN James M. y NEUHAUS O.W.. Bioquímica Humana: 10ª. edición. 1984: Medica Panamericana S.A. Buenos Aires, Argentina.
- MACARRULLA José M. Bioquímica Humana: Reverté, S.A., 1985: Barcelona, España.
- SCHUMM Dorothy E.. Principios de Bioquímica: El Manual Moderno S.A. de C.V., 1989: México D.F.
- NEWSHOLME E. A. y LEECH A. R.. Bioquímica Medica: 1ª. edición. 1987: Interamericana, México, D.F.
- MENSNIKOV V.V. y VOLKOV N.I.. Bioquímica: Físicocultura y Deportes, 1990: Moscú, URSS.
- RAWN J. David. Bioquímica: McGraw Hill, 1989: Madrid, España.
- MONTGOMERY Rex y CONWAY T. W. Bioquímica. Casos y texto: 5ª. edición. MYB Europe Limited, 1992: Barcelona, España.
- DIAZ Zagoya Juan C. Y DR. HICKS G.J.J. Bioquímica: 2ª. edición. Nueva Editorial Interamericana, 1995: México D.F.
- STRYER Lubert. Bioquímica: 4ª. Edición. Reverte S.A., 1995: Barcelona España.
- HERRERA Emilio. Bioquímica. Biología molecular y bioquímica fisiológica: McGraw Hill, 1991: Madrid, España.
- FOX Edward L.. Fisiología del Deporte: Medica Panamericana, 1989. Buenos Aires, Argentina.
- MOREHOUSE Laurence E.. Fisiología del Ejercicio: El Ateneo. 1986. Buenos Aires, Argentina.
- COMP. AVERHOFF Ruíz Ricardo y LEON O.M. Bioquímica de los Ejercicios Físicos: Pueblo y Educación, 1981: La Habana, Cuba.
- WEINECK Jürgen. Entrenamiento Optimo: Hispano Europea, 1988: Barcelona, España.

- Dr. HARRE Dietrich. Teoría del Entrenamiento Deportivo: Científico-Técnica, 1983: La Habana, Cuba.
- MANNO Renato. Fundamentos del entrenamiento deportivo: Paidotribo, 1991. Barcelona, España.
- ZIMKIN N.V.. Fisiología Humana: Científico-Técnica, 1975: La Habana, Cuba.
- PICHARD Patrick. La alimentación del deportista: De Vecchi, 1987: Barcelona, España.
- TATARINOV V.G.. Anatomía y Fisiología Humanas: Mir, 1987. Moscú, URSS
- ENCICLOPEDIA ENCARTA. MICROSOFT ENCARTA 97.
- ENCICLOPEDIA TEMÁTICA MONITOR. Anglo Ediciones S:A.1996. Reza Ediciones S.A.de C.V. León Guanajuato. México
- DE CHAVEZ Miriam M. (y otros). Guías de Alimentación: Instituto Nacional de la Nutrición. 1993: México, D.F.
- ROMERO GUDIÑO Norma. Nutrición, Deporte y Salud. México D.F.: UNAM, Ciencia y Deporte, 1992.
- NEMESIO DIEZ ARCE. CON USTEDES... EL HUEVO: Panorámica de un maravilloso alimento: IN ICYT (Información científica y tecnológica). V. 12, no 169, oct. 1990, p 9-13.
- DE GOMEZ PUYOU Marietta Tuena y GOMEZ PUYOU Armando. RETROSPECTIVA DE LA BIOENERGETICA. IN: ICYT (Información científica y tecnológica). V. 12, no 169, oct. 1990, p 22-26.
- GONZALEZ HALPHEN Diego y VAZQUEZ ACEVEDO Miriam. MITOCONDRIAS SANAS, MITOCONDRIAS ENFERMAS: La Cadena Respiratoria. IN: ICYT (Información científica y tecnológica). V. 12, no 169, oct. 1990, p 27-31.
- CARABEZ Alfonso y SANDOVAL Francisca. ULTRAESTRUCTURA MITOCONDRIAL. IN: ICYT (Información científica y tecnológica). V. 12, no 169, oct. 1990, p 33-36.
- DREYFUS Georges. RESPIRACION INTRACELULAR: La Fosforilación oxidativa. IN: ICYT (Información científica y tecnológica). V. 12, no 169, oct. 1990, p 39-40.