

TEMA 3: MACRONUTRIENTES Y EJERCICIO FÍSICO

- 1. INTRODUCCIÓN. CONCEPTOS GENERALES**
- 2. SISTEMAS ENERGÉTICOS**
- 3. ANABOLISMO Y CATABOLISMO**
- 4. EL ATP**
- 5. SISTEMA ANAERÓBICO ALÁCTICO**
- 6. SISTEMA ANAERÓBICO LÁCTICO (GLUCÓLISIS)**
- 7. SISTEMA AERÓBICO (OXIDATIVO)**
- 8. MACRONUTRIENTES Y EJERCICIO FÍSICO**



1. Introducción

Para conocer la interacción entre los nutrientes y el organismo, es imprescindible comprender el proceso por el cual los alimentos son degradados, se convierten en energía y ésta se usa en consecuencia a una demanda. Las demandas o las actividades pueden ser de distintos tipos, voluntarias o involuntarias, y todas ellas tienen algo en común, el consumo de energía. Pero en lo que todas esas actividades pueden diferir, es en la procedencia de dicha energía, de la fuente, por ello, para controlar el rendimiento de un deportista, atleta o individuo con desgaste energético como consecuencia del ejercicio físico, es importante conocer las diferentes vías energéticas disponibles en el cuerpo humano. Pero, ¿de qué hablamos cuando nos referimos a estos tres conceptos?

- Energía: capacidad y fuerza para actuar física o mentalmente. Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.
- Consumo Energético: es la cantidad de energía que puede ser gastada o degradada por un sistema o por todos ellos en una actividad determinada, normalmente definida por calorías.
- Sistemas Energéticos: las diferentes vías metabólicas que tiene el cuerpo de suministrar el sustrato (ATP) para ofrecer energía al organismo

2. Sistemas energéticos

Como se ha explicado previamente, cualquier actividad física, intelectual o sensorial, incluso el reposo, necesita de aportación energética para llevarse a cabo, esta energía, se extrae de los diferentes alimentos que ingerimos diariamente, los cuales son degradados en un largo y apasionante proceso que ya conocemos, la digestión. Una vez finalizado este proceso, nuestros músculos se abastecen de energía para poder emplearla cuando exista una demanda física, este abastecimiento energético, es complicado de

explicar por lo que definiremos algunos de los términos necesarios para poder comprenderlo.

Se denomina sistema energético a la “conversión de energía química en energía mecánica a través de la realización de cambios en la estructura molecular de las proteínas contráctiles del músculo” (Fernández Vaquero, 2006). Dicho de otro modo, hacer de las reservas energéticas que nos aportan los nutrientes, que el músculo ejerza un movimiento concreto, de cierta duración y con esfuerzo determinado. Por ello, tenemos que tener en cuenta el tipo de actividad que se va a realizar, y en función de ella, sabremos cual será su demanda energética en mayor porcentaje.

En la gran mayoría de literatura científica, se describen tres sistemas energéticos: anaeróbico aláctico o metabolismo de los fosfágenos, anaeróbico láctico o glucólisis y aeróbico o oxidativo que serán desarrollados con más amplitud posteriormente. Dichos sistemas energéticos se solapan unos a otros para mantener la energía constante en el cuerpo dependiendo de la actividad que se esta realizando, aunque siempre hay predominancia de uno por encima del resto, eso depende de:

- Duración del Ejercicio.
- Intensidad de la Contracción Muscular.
- Cantidad de Substratos Almacenados.

Actividades de potencia (pocos segundos de duración y de elevada intensidad) el sistema de los fosfágenos (ATP y fosfocreatina)

Actividades de alrededor de 60 segundos de duración a la máxima intensidad posible, fuentes de energía glucolíticas no oxidativas (metabolismo anaeróbico)

Actividades de más de 120 segundos, el sistema aeróbico (metabolismo aeróbico) será el que soporte fundamentalmente las demandas energéticas

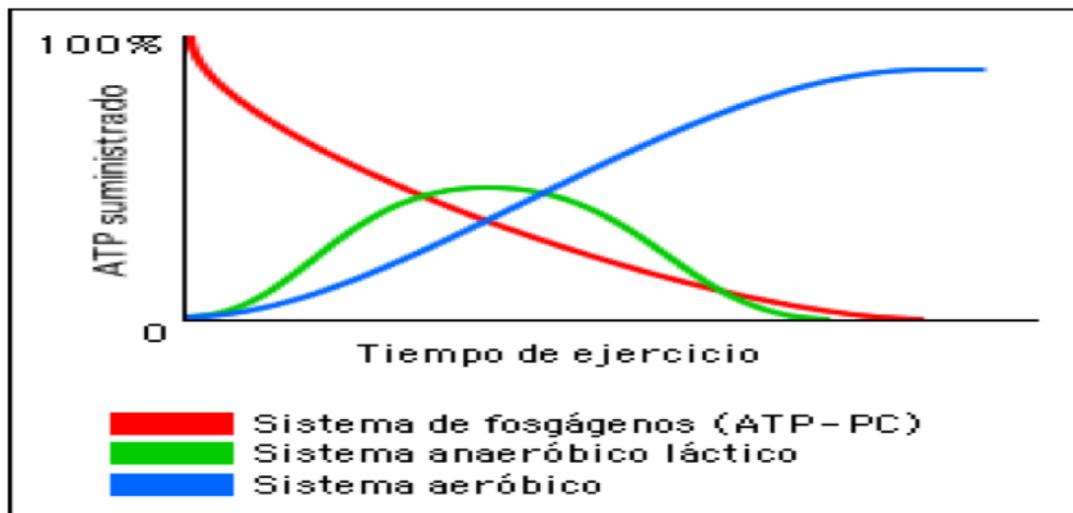


Imagen 1. Sistemas energéticos desde el inicio de una actividad hasta su adaptación.

3. Anabolismo y catabolismo

El anabolismo y el catabolismo son fases metabólicas, también conocidas como fase formativa y fase degradativa respectivamente. Estas fases tienen como función principal conseguir los siguientes objetivos:

- Degradación molecular, para aprovechar la energía de los enlaces y de esta forma crear ATP.
- Formar biomoléculas.

El anabolismo, es la fase encargada de transformar sustratos oxidados a sustratos reducidos o, dicho de otra forma, de crear moléculas más grandes mediante otras más pequeñas. Esto se relaciona de forma directa con los macronutrientes, ya que estaríamos hablando de, por ejemplo, crear unidades de glucosa a través de ácido pirúvico, y esta glucosa posteriormente, convertirse en glucógeno.

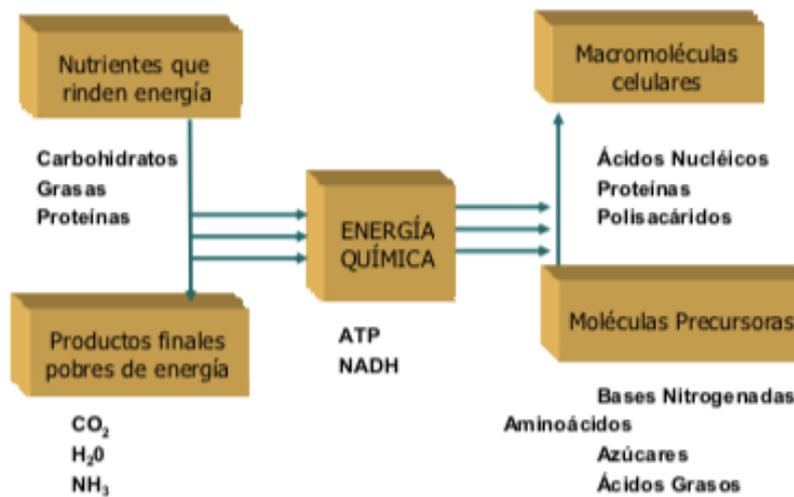


Imagen 2. Anabolismo

Por su contra, el catabolismo es la fase opuesta, producir sustancias oxidadas a través de sustancias reducidas, romper moléculas más grandes para transformarlas en otras más pequeñas y de esta forma, obtener energía. En este caso estaríamos hablando del proceso inverso, romper proteínas para extraer aminoácidos, o glucógeno para acabar en ácido pirúvico.

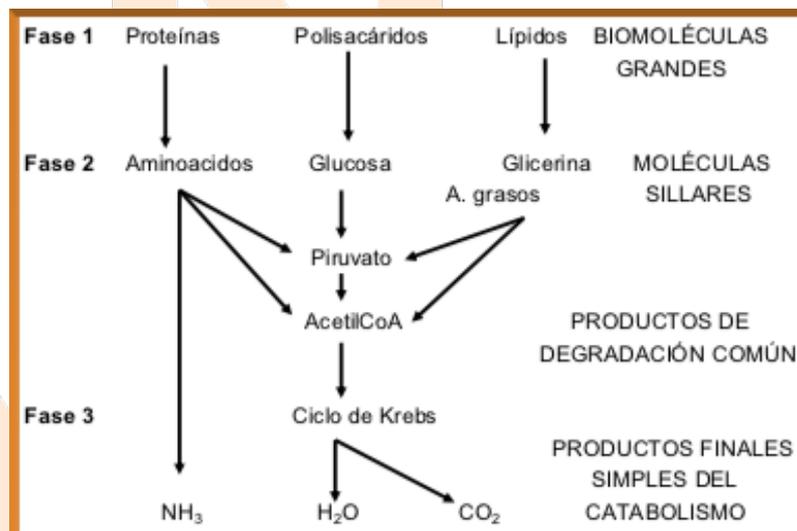


Imagen 3. Catabolismo

La realización de ejercicio físico, conlleva adaptaciones metabólicas constantes que producen un catabolismo muscular, el cual, mediante la nutrición y los descansos, entre otros factores a tener en cuenta, se acaba convirtiendo en anabolismo.

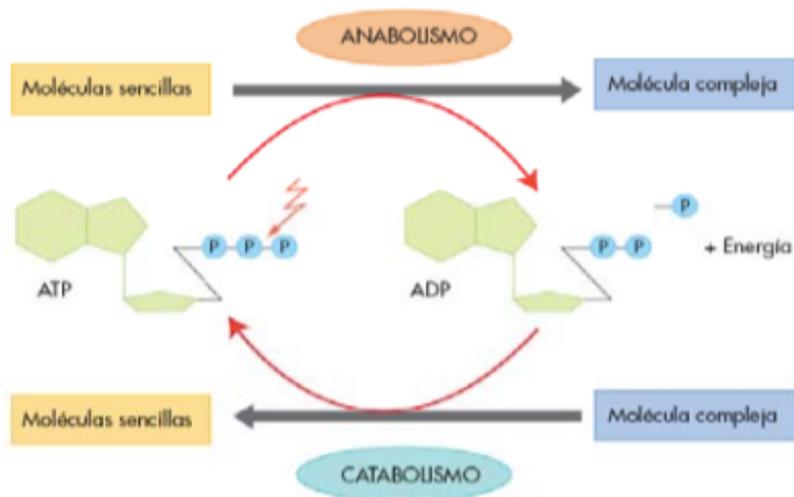


Imagen 4. Fases anabólicas y catabólicas

4. EL ATP

El ATP (Adenosina Trifosfato), es la molécula denominada “molécula de la vida”, se produce en el organismo mediante la respiración celular y es la “transportadora” de energía a todo nuestro cuerpo. Cuando hablamos de la conversión de nutrientes en energía, nos referimos a un largo proceso químico que transforma los macronutrientes en enlaces energéticos para la fosforilación del ATP, que será la encargada de que la célula muscular obtenga la energía química para poder crear energía mecánica posteriormente. De esta manera, los metabolismos o sistemas energéticos, tienen la función en realizar una serie de transferencias de energía para conseguir que la célula muscular disponga siempre de ATP (Fernández-Vaquero, 2006).

Esta molécula, ofrece energía muscular durante unos cinco segundos aproximadamente, si dependiera de sus reservas, por ello se necesitan otros mecanismos de ofrecer ATP de manera eficaz y continuada, y para ello, el organismo cuenta con tres procesos de síntesis de ATP:

1. Síntesis de fostocreatina (vía anaeróbica aláctica)
2. Transformación de glucógeno muscular en lactato (vía anaeróbica láctica)
3. Fosforilación oxidativa (vía aeróbica)

En función de las demandas energéticas, el organismo conseguirá moléculas de ATP a través de las diferentes vías y creará varias reacciones químicas para ello, que, a su vez darán lugar a distintas consecuencias con posterioridad según la vía utilizada, como puede ser, el aumento de sustancias tóxicas de desecho.

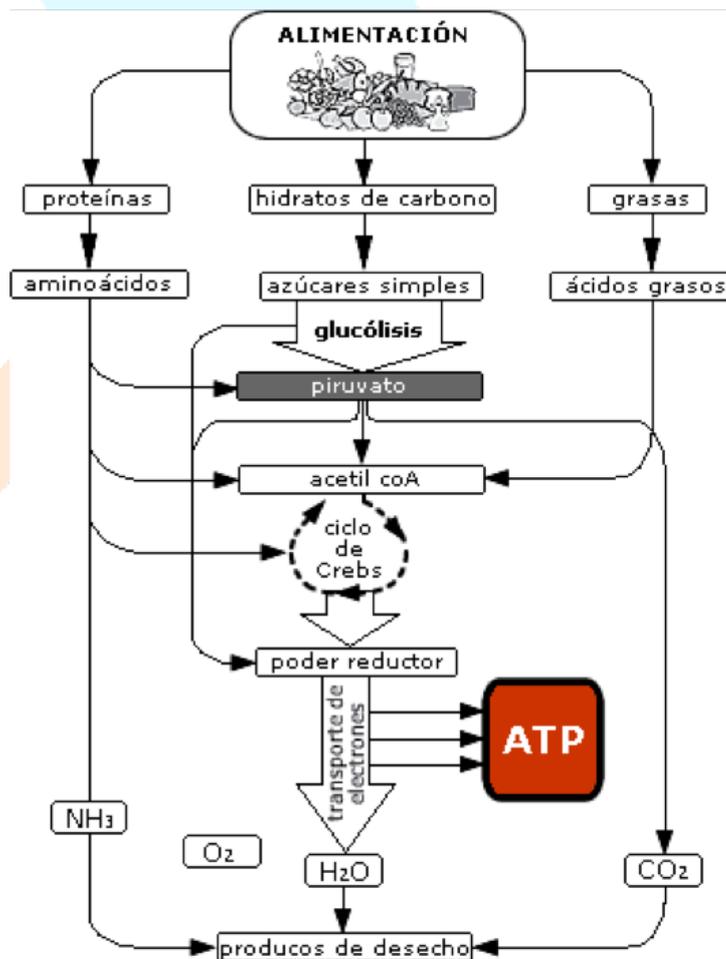


Imagen 5. Proceso de creación de moléculas de ATP a través de la alimentación

5. Sistema anaeróbico aláctico

El sistema anaeróbico aláctico, también conocido como metabolismo de los fosfágenos, es el inicio de cualquier actividad física. Se encuentra limitado por las reservas musculares de ATP y fosfocreatina, por ello, es el encargado de suministrar energía en actividades o ejercicios de muy alta intensidad y corta duración, sin apenas producir

acumulación de ácido láctico como sustancia de desecho (esta sustancia se verá con más amplitud en el siguiente punto).

Este sistema, se identifica con actividades como: 100m lisos, trabajos de fuerza máxima con valores superiores al 80%, fuerza explosiva (salto de longitud o lanzamiento de jabalina), trabajos pliométricos (salto de potro) ... entre otras actividades más cotidianas en personas no atléticas como transportar mucho peso en un trayecto corto o llegar a coger el autobús en una carrera breve.

6. Sistema anaeróbico láctico

Este sistema, también conocido como glucólisis anaeróbica, emplea para la obtención de energía las reservas de glucógeno intramuscular, consiguiendo así, energía para ejercicios de intensidades submáximas de una duración aproximada de dos minutos. Debido a su alta intensidad y al tiempo de trabajo, el cuál es corto para la entrada de oxígeno a la célula, hace que produzca en grandes cantidades ácido láctico, conocido como lactato, como sustancia de desecho.

El ácido láctico, es un compuesto químico muy importante para el metabolismo anaeróbico. Esta sustancia de desecho, es la culpable de la aparición inmediata del cansancio y la fatiga y la causa en ocasiones de la aparición de las conocidas como "agujetas". Puede llegar a limitar el rendimiento y a poner al límite a nuestro cuerpo, pero todo esto se contrarrestará cuando el oxígeno acceda a las células y el lactato sea oxidado, en la siguiente vía, la vía aeróbica.

7. Sistema aeróbico

El sistema aeróbico, llamado oxidativo, es la tercera vía de acceso a energía, ésta, se obtiene a través de la combinación de oxígeno con los azúcares y grasas presentes en el organismo, mediante el ciclo de Krebs. Para poder acceder a estos compuestos y permitir la entrada de oxígeno, se utiliza en actividades de intensidad moderada y larga

duración, desde los 2 minutos que empieza a descender la vía anaeróbica láctica, hasta un máximo de varias horas. A través de esta vía, se puede acceder a reservar energéticas musculares y hepáticas, y es la única con capacidad directa de metabolizar las grasas y en su defecto, acabar metabolizando proteínas. Además, al existir oxígeno en el proceso, no hay acúmulo de ácido láctico como sustancia de desecho, aunque sí puede provocar hipoglucemias.

Este sistema se caracteriza en actividades de larga duración como carreras populares, rutas en bicicleta, natación, triatlones...

SISTEMA	TIEMPO DE PREDOMINANCIA	INTENSIDAD (CMI)	COMBUSTIBLE
Anaeróbico aláctico	0" - 30"	Alta: 90-100%	Fosfocreatina (PCr) y ATP
Anaeróbico láctico	30" - 60"	Alta-media: 80-90%	Glucógeno
Aeróbico	más de 120"	Media-baja: hasta el 75%	Hidratos de carbono, grasas y proteínas

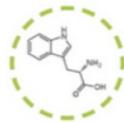
Imagen 6. Síntesis de las vías metabólicas

8. Macronutrientes y ejercicio físico

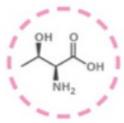
8.1. Proteínas

Las proteínas, son el principal nutriente de creación estructural, de gran importancia a nivel muscular ya que, se utilizan para la regeneración y creación de tejidos post-esfuerzo. Su degradación, consiste en convertirse en los diferentes aminoácidos de su composición, éstos son veinte concretamente y se diferencian entre aminoácidos esenciales y aminoácidos no esenciales.

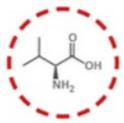
Los 9 Aminoácidos Esenciales



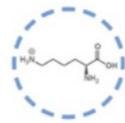
Triptófano



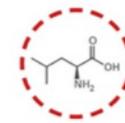
Treonina



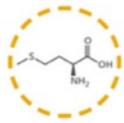
Valina



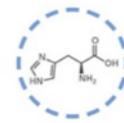
Lisina



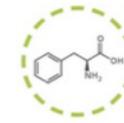
Leucina



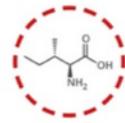
Metionina



Histidina

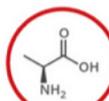


Fenilalanina

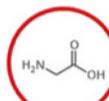


Isoleucina

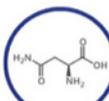
Los 11 Aminoácidos No Esenciales



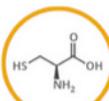
Alaniana



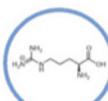
Glicina



Asparagina



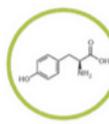
Cisteína



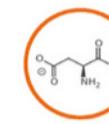
Arginina



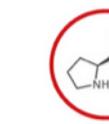
Glutamina



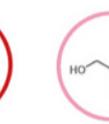
Tirosina



Ac. Aspártico



Prolina



Serina



Ac. Glutamínico

Las proteínas representan del 3 al 18% de la energía total que se genera durante la actividad física.

Requerimientos Nutricionales:

- Individuos con actividad física cotidiana: 0,7 –0,8 g/Kg de peso/día.
- Niños/as con actividad física cotidiana: 1,5 –1,8 g/Kg de peso/día.
- Deportista de resistencia: 1,2 –1,4 g/Kg de peso/día.
- Deportes de fuerza: 2 –2,4 g/Kg de peso/día.
- Cada comida debe contener la proporción idónea de proteínas (15 –20 %).
- Cada comida debe contener la cantidad idónea de aminoácidos esenciales

Recomendaciones Nutricionales:

- Consumir alimentos de origen animal con bajo contenido en grasa.
- Consumir lácteos desnatados.
- Si se consumen vegetal es: asociar verduras de distintas familias y combinarlas con cereales/legumbres para aumentar el valor biológico.

La ingesta excesiva de proteína puede provocar daños a nivel renal debido al aumento de la actividad de este órgano, incrementando de esta forma los productos metabólicos de desecho de las mismas y consiguiendo indirectamente sobrecargas hepáticas, renales o hiperamonimia, entre otras complicaciones.

8.2. Hidratos de Carbono

Los hidratos de carbono, más conocidos como azúcares, son la principal fuente de energía de la vía anaeróbica láctica y también de la oxidativa, lo que los convierte en la fuente energética por excelencia del día a día de cualquier individuo, por ello, deben de ser la base de nuestra alimentación. Tener unos depósitos óptimos de reservas de hidratos de carbono, va a afectar de forma directa al rendimiento de ejercicios de resistencia.



Requerimientos Nutricionales (valores aprox. según nivel de actividad):

- Bajar de peso → 3.5 gr/kg/día
- Mantener peso → 3.5 a 5 gr/kg/día
- Deportes de fuerza → 7 gr/kg/día
- Deportes resistencia aeróbica → 7 a 10 gr/kg/día
- Subir masa magra o mantener masa muscular → 5 a 7 gr/kg/día
- Recarga de glucógeno → 10^a 12 gr/kg/ día (previo competición o post)

Recomendaciones Nutricionales:

- La ingesta de pequeñas cantidades de HC inmediatamente antes del ejercicio o de mayores cantidades 3 – 6 horas antes del ejercicio, es beneficioso.
- La ingesta de glucosa, sacarosa o maltodextrina en forma líquida o sólida durante el ejercicio mejora el rendimiento.
- Es esencial una repleción adecuada de los depósitos de glucógeno las primeras 2 horas post-ejercicio.
- Los HC de alto IG antes, durante y después producen una elevación más rápida de la glucosa sanguínea.

8.2. Grasas

Las grasas o lípidos, son la principal despensa energética del organismo, son la fuente del sistema aeróbico y por ello, en ejercicios de larga duración son las protagonistas, provocando el acceso sanguíneo al tejido adiposo facilitando la movilización de ácidos grasos y su degradación. Se pueden extraer de diferentes vías de acceso como del tejido adiposo, de las lipoproteínas endógenas circulantes o de los triglicéridos almacenados en la célula muscular, pudiendo provocar también mediante su degradación sustancias de desecho tóxicas como los cuerpos cetónicos. El entrenamiento de resistencia provoca un

mayor consumo de ácidos grasos como fuente energética que será máximo a los 4 meses de haber iniciado un programa de entrenamiento.

Requerimientos Nutricionales (valores aprox. según nivel de actividad):

- Bajar peso → 0,45gr por cada gr de Proteína (aumentando gasto calórico)
- Mantener peso magro → 0,45gr por cada gr de Proteína
- Mantener peso total → 0,55gr por cada gr de Proteína
- Aumentar peso magro → 0,6gr por cada gr de Proteína
- Aumentar fuerza y masa muscular → 0,7gr por cada gr de Proteína

Recomendaciones Nutricionales:

- El aceite de elección debería ser el de oliva, y además el tipo virgen, ya que contiene vitaminas y compuestos fenólicos de carácter antioxidante que ayudarán a la defensa oxidativa celular.
- No sobrepasar 30 –35 % de energía total de la dieta.
- Disminuir la grasa saturada al 7 –8 % (reduciendo la ingesta de carne y derivados).
- Mantener y/o aumentar la ingesta de pescado como fuente de ácidos grasos n-3.
- AGMI: 15 –20 % de ingesta calórica total.