

## Tema 2. Metabolismo

### OBJETIVOS

#### Concepto de metabolismo

1. Define metabolismo y diferencia anabolismo de catabolismo
2. Enumera las categorías principales de nutrientes y su valor energético
3. Reconoce los usos de los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas en el metabolismo celular.

#### El ATP como molécula energética

4. Conoce la molécula de ATP y la función que desempeña

#### Rutas metabólicas para obtener ATP

5. Explica las diferentes vías para obtener ATP en las células
6. Compara metabolismo anaerobio y aerobio

**Metabolismo equilibrado**

7. Explica la importancia del equilibrio energético en el organismo, e indica las consecuencias del desequilibrio energético

**Metabolismo basal y otros gastos energéticos**

8. Conoce los parámetros que determinan el gasto energético
9. Enumera los factores que influyen en el índice metabólico basal e indica el efecto de cada uno de ellos.

**Cálculo del gasto energético en adultos**

10. Explica cómo se calcula el gasto energético
11. Resuelve cuestiones y ejercicios relativos al gasto energético en adultos

**Nutrición y dieta equilibrada**

12. Conoce los nutrientes necesarios y su valor energético
13. Explica problemas de malnutrición y cómo deben resolverse

**ESQUEMA DEL TEMA. CONCEPTOS BÁSICOS**

1. Concepto de metabolismo
2. La unidad de energía
3. Tipos de nutrientes
4. Partes del metabolismo
5. El ATP como molécula energética
6. Principales rutas de obtención de ATP
7. Rendimiento energético
8. Metabolismo basal y factores que lo controlan
9. Otros gastos energéticos
10. Cálculo del gasto energético en adultos
11. Nutrición y dieta equilibrada
12. Hábitos alimentarios deseables
13. Trastornos nutricionales

## 2.1 EL CONCEPTO DE METABOLISMO

Se entiende por metabolismo el conjunto de las reacciones químicas que se producen en el organismo. La palabra *metabolismo* es un neologismo inventado por Schwann, uno de los *padres* de la teoría celular, a partir de la palabra griega *metabol* (cambio) y el sufijo *-ismo* (capacidad o propiedad). Así metabolismo es la capacidad que tienen los seres vivos de transformar o cambiar (*metabole*) la naturaleza química de las sustancias que los forman. Como los seres vivos están compuestos por células, pues la célula es la unidad fisiológica básica, el metabolismo comprende todas las reacciones químicas que ocurren en las células del cuerpo.

Aunque a primera vista pensamos que el cuerpo humano necesita energía principalmente para moverse, también requiere materia y energía para mantener sus funciones vitales, como la respiración, circulación sanguínea, es decir, el funcionamiento de los distintos órganos y sistemas. El metabolismo implica todos estos cambios de materia y energía; podemos preguntarnos cómo se obtiene esta materia y esta energía. Los seres humanos somos a la vez seres heterótrofos y quimiosintéticos. Esto quiere decir:

- Que respecto a la obtención de materia somos **heterótrofos**: dependemos de las plantas y otros animales que comemos para obtener y reponer materia.
- Que respecto a la obtención de energía somos **quimiosintéticos** pues la energía se consigue cuando hay reacciones que degradan los nutrientes que llegan a las células (carbohidratos, grasas y proteínas).

## 2.2 UNIDADES DE ENERGÍA

La unidad de medida de la energía que se utiliza habitualmente en procesos metabólicos del organismo es la **caloría**:

Caloría (cal) o caloría-gramo (calor de reacción en procesos químicos)

Una caloría se define como la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5 a 15,5°. De forma general es “la centésima parte de la energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 0 a 100°”.

Kilocaloría 1Kcal = 1000 cal (antes se llamaba Cal)

Estas son las unidades de energía utilizada para expresar:

- el valor energético de los alimento
- energía del movimiento humano

Sin embargo, la unidad de energía en el sistema Internacional (SI) es el **Julio**.

$J = 0,239 \text{ cal.}$

$1 \text{ cal} = 4,187 \text{ J.}$

## 2.3 TIPOS DE NUTRIENTES

Como todos sabemos el organismo obtiene energía de los alimentos, para conseguir los nutrientes, los alimentos se someten en el aparato digestivo a diferentes procesos de degradación. Hay tres tipos de nutrientes esenciales: hidratos de carbono, lípidos y proteínas, cuya función no es solo servir como combustibles para obtener energía (función energética) sino que también pueden pasar a formar parte de la propia materia viva (función estructural) o participar activamente en distintas reacciones metabólicas (función reguladora).

**Los glúcidos** están formados por C (carbono), O (oxígeno) y H (hidrógeno) y responden a la fórmula  $C_n H_{2n} O_n$  por lo que también se conocen como hidratos de carbono o azúcares ya que generalmente su sabor es dulce. De todos ellos la glucosa es el combustible celular por excelencia, el más abundante y el que circula por la sangre. La energía que se obtiene de la combustión de la glucosa es 4 Kcal/g.

Los alimentos con abundante cantidad de hidratos de carbono son los cereales y alimentos hechos con harina (galletas, pan, pasteles...). El aporte de hidratos de carbono en la dieta debe suponer el 55 – 60% del total de calorías

Dado que la glucosa es el combustible principal, y en casos el único, por ej., las células del sistema nervioso, la **homeostasis** de los niveles de glucosa en sangre es de vital importancia. Si hay niveles excesivamente elevados de glucosa en la sangre (hiperglucemia), el sobrante se acumula en las células del organismo (sobre todo en el hígado y músculos) como glucógeno. Si los niveles de glucosa en sangre siguen siendo demasiado elevados, lo que sobra se convierte en grasa. Por eso la ingesta de grandes cantidades de alimentos calóricos como golosinas, bebidas dulces, etc. ocasiona una rápida acumulación de grasa en el organismo. Al contrario, si los niveles de glucosa en sangre son demasiado bajos (hipoglucemia), el hígado descompone el glucógeno almacenado y libera glucosa a la sangre.

**Los lípidos** están formados por C (carbono), O (oxígeno), H (hidrógeno) y ocasionalmente P (fósforo) y N (nitrógeno). Se llaman genéricamente grasas, pero en realidad las grasas son sólo uno de los tipos de lípidos, dado que hay lípidos con estructuras químicas bastante diferentes. La energía que se obtiene de la combustión de lípidos (en forma de ácidos grasos) es 9 Kcal/g. Las grasas son una importante fuente energética, pero el colesterol nunca se utiliza como combustible celular porque no es una grasa sino un componente de las membranas celulares o un precursor de hormonas y vitaminas.

Hay diferentes clasificaciones de las grasas según su origen (animal y vegetal) y composición (saturadas e insaturadas). En general, las grasas de procedencia animal, las de los pasteles y las galletas, son saturadas; mientras que las del pescado azul y las vegetales, excepto los aceites de coco y palma, son insaturadas. La grasa saturada va a dar lugar al aumento de LDL-colesterol (o fracción no recomendable del colesterol) mientras que las grasas insaturadas, por el contrario, aumentan el HDL-colesterol (o fracción benigna del colesterol).

El hecho de obtener tanta energía por unidad de peso, y el que para su almacenamiento no se necesite el agua como en otros nutrientes energéticos, determina que el almacenamiento de la energía en animales a largo plazo se haga en forma de grasa. El exceso de grasas se almacena en depósitos situados en las caderas, el abdomen, las mamas y los tejidos

subcutáneos. Esta grasa juega un papel importante como aislante y protege los órganos corporales más profundos, pero las cantidades excesivas restringen el movimiento y conllevan problemas de salud.

Se recomienda que los lípidos no excedan el 30% del contenido energético total de la alimentación. Las grasas insaturadas deberían representar el 70% del consumo total de lípidos.

**Las proteínas** son biomoléculas orgánicas formados por C (carbono), O (oxígeno), H (hidrógeno), N (nitrógeno) y ocasionalmente S (azufre). Las unidades que conforman las proteínas se llaman aminoácidos. La composición de una proteína, el orden y número de aminoácidos viene dado por el ADN, por tanto son las proteínas son moléculas específicas de cada ser vivo. Las funciones más comunes de las proteínas son la estructural: formando parte de los músculos y la reguladora: por su acción enzimática. En caso de necesidad, cuando no hay hidratos de carbono ni grasas disponibles, las proteínas se degradan y se usan como fuente energética obteniéndose de su combustión 4 Kcal/g, y suponen, más o menos, el 10-15% de las calorías totales. Además del aporte cuantitativo, también hay que tener en cuenta el aporte cualitativo, ya que no todas las proteínas tienen la misma composición y como veremos más adelante, en la dieta tiene que haber una cantidad suficiente de aminoácidos esenciales.

Al degradar una proteína se libera amoníaco que es tóxico para las células del organismo, especialmente para las células nerviosas. El hígado acude al rescate combinando el amoníaco con dióxido de carbono para formar urea. La urea, que no es perjudicial, se expulsa del cuerpo en la orina.

Los **enzimas** son un tipo de proteínas cuya función es catalizar reacciones químicas. Es decir aceleran todas y cada una de las reacciones químicas que ocurren en las células sin necesidad de alterar la concentración de los reactivos ni modificar la temperatura; en otras palabras, sin dañar o matar a la célula. Cada enzima tiene una forma tridimensional característica y actúa sólo en una reacción o en un tipo de reacciones determinadas. La célula necesita miles de enzimas para su metabolismo. En cada ruta metabólica los enzimas trabajan en cadena, y muchas veces se produce **feedback** negativo, el producto resultante funciona como un activador o inhibidor del enzima de la siguiente reacción.

El **alcohol** estrictamente hablando no es un nutriente pues no se va a utilizar para fabricar otras moléculas, pero se puede considerar un “nutriente energético” dado que se degrada y produce energía -con un rendimiento de 7 kcal/g- cuando se consume en cantidades moderadas (menos de 20-30 g de etanol/día). Otros nutrientes como las vitaminas, minerales y agua no suministran energía.

En Kcal y kJ por gramo

Hidratos de Carbono..... 4 Kcal = 17 kJ

Grasas..... 9 Kcal = 37 kJ

Proteínas..... 4 Kcal = 17 kJ

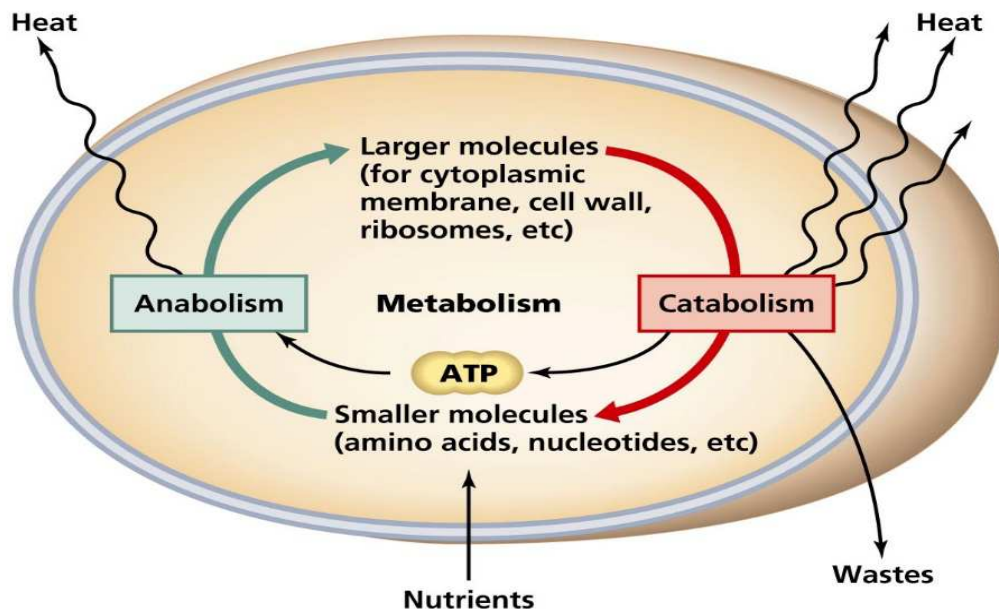
## 2.4

**PARTES DEL METABOLISMO: CATABOLISMO Y ANABOLISMO**

El metabolismo comprende dos partes complementarias: catabolismo y anabolismo. Durante el catabolismo (cata = hacia abajo) las sustancias se descomponen en otros compuestos más simples y en el anabolismo (anabol= hacia arriba) se recomponen. Es similar al concepto yin-yang del taoísmo, ambas partes están ligadas y son interdependientes, de forma que no pueden darse catabolismo sin anabolismo y a la inversa.

**El catabolismo** es la fase destructiva del metabolismo. Su función es reducir, es decir de una sustancia o molécula compleja hacer una (o varias) más simples. Catabolismo es, entonces, el conjunto de reacciones metabólicas mediante las cuales las moléculas orgánicas más o menos complejas (glúcidos, lípidos), que proceden del medio externo o de reservas internas, se rompen o degradan total o parcialmente transformándose en otras moléculas más sencillas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , ácido láctico, amoníaco, etc.) y al romperse los enlaces se libera energía en mayor o menor cantidad que se almacena en una molécula llamada ATP (adenosín trifosfato) o *moneda de energía*. Las reacciones catabólicas se caracterizan por:

- ◆ Son reacciones degradativas, mediante ellas compuestos complejos se transforman en otros más sencillos
- ◆ Son reacciones exergónicas en las que se libera energía que se almacena en forma de ATP. Evidentemente también se libera calor.



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

**Figura 2.1.** Partes del metabolismo. Fuente: [Pearson Educ. 2006](#)

Por el contrario, en las reacciones de anabolismo (anabol= construcción) se forman estructuras o moléculas más grandes a partir de otras más pequeñas. Este proceso de formación requiere energía de forma que se utiliza la obtenida en procesos de catabolismo anteriores.

El **anabolismo** es fase constructiva del metabolismo, es el conjunto de reacciones metabólicas mediante las cuales a partir de compuestos sencillos (inorgánicos u orgánicos) se sintetizan moléculas más complejas. Mediante estas reacciones se crean nuevos enlaces por lo que se requiere un aporte de energía que provendrá del ATP. Las moléculas sintetizadas son usadas por las células para formar sus componentes celulares y así poder crecer y renovarse o serán almacenadas como reserva para su posterior utilización como fuente de energía. Las reacciones anabólicas se caracterizan por:

- ◆ Son reacciones de síntesis, mediante ellas a partir de compuestos sencillos se sintetizan otros más complejos.
- ◆ Son reacciones endergónicas que requieren un aporte de energía que procede de la hidrólisis del ATP.

## 2.5 ATP MOLÉCULA BÁSICA DE ENERGÍA

El adenosín trifosfato (ATP) o trifosfato de adenosina es la moneda de energía de las células. Esta molécula se obtiene en procesos catabólicos, por degradación de los nutrientes, glucosa y ácidos grasos principalmente. Las células usan ATP para llevar a cabo todas sus actividades vitales, por ej. secreción, conducción de impulsos nerviosos, contracción muscular, síntesis de otras moléculas, transformación de moléculas, transporte de sustancias dentro de la célula etc.

La célula que utiliza ATP lo transforma en adenosín difosfato (ADP) liberándose un grupo fosfato inorgánico (Pi) y energía. Se liberan unas 8 kilocalorías, por cada mol de ATP descompuesto.

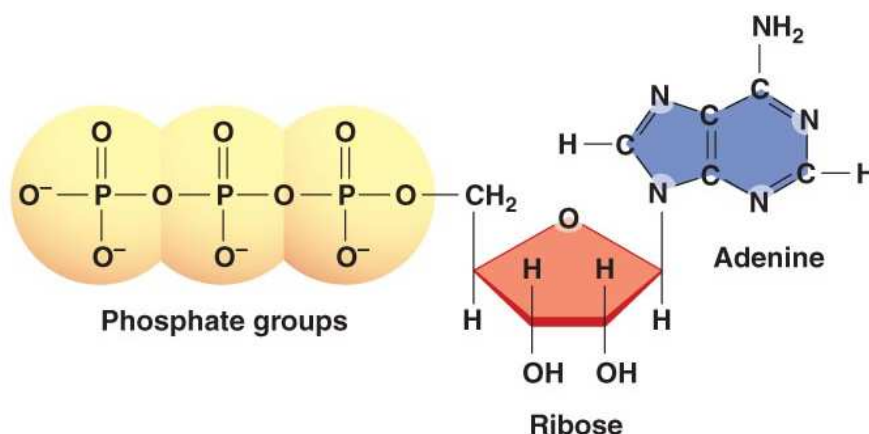


Figura 2.2. Molécula de ATP. Fuente: [Pearson Benjamín Cummings 2008](#)

La molécula de ATP es un compuesto de alta energía cuya estructura química tiene tres componentes:

- ✚ Una base nitrogenada llamada adenina
- ✚ Un azúcar simple de 5 átomos de carbono, es la ribosa
- ✚ Tres moléculas de ácido fosfórico (Pi)

Estos tres componentes forman lo que se llama un nucleótido, que en este caso es:

Nucleótido: {base nitrogenada (adenina) + azúcar (ribosa) + 3 fosfatos}

Dado que la cantidad de ATP es muy pequeña y se agota rápidamente la célula debe realizar el proceso inverso y recargar el ADP con nuevos Pi, utilizando para ello la energía que se obtiene de la degradación de nuevos nutrientes.

## 2.6 APOORTE ENERGÉTICO EN EL EJERCICIO

Cuando el ATP se rompe en ADP (adenosín difosfato) y Pi (fosfato) se libera energía, y esta es la energía que se usa para diversas funciones del cuerpo, por ej., contraer los músculos. Por tanto la energía necesaria para contraer nuestros músculos y poder realizar cualquier actividad física proviene de una sola fuente, el ATP (adenosín trifosfato). Las células musculares sólo pueden almacenar una cantidad pequeña de ATP, que permite únicamente unos segundos de máximo esfuerzo muscular. Por eso el cuerpo tiene distintos caminos para conseguir más cantidad de ATP, que permite mover las células del músculo durante el esfuerzo muscular más o menos prolongado. Estos caminos son rutas metabólicas y en medicina deportiva se llaman *sistemas energéticos*.

En relación a la cantidad de O<sub>2</sub> necesaria, las células del cuerpo obtiene ATP de dos formas:

- 🌿 anaeróbica (sin O<sub>2</sub>), aquí se incluye dos posibilidades: (1) el uso de ATP almacenado en una molécula de reserva llamada fosfocreatina o fosfageno; (2) la descomposición anaeróbica del azúcar (glucosa ó glucógeno).
- 🌿 aeróbica (con O<sub>2</sub>) que supone la combustión en las mitocondrias celulares de restos de glucosa y ácidos grasos.

Los **sistemas energéticos** funcionan como un continuum energético Se puede definir el continuum energético como la capacidad que posee el organismo de mantener simultáneamente activos a los tres sistemas energéticos en todo momento, pero otorgándole una predominancia a uno de ellos sobre el resto de acuerdo a:

- ✚ Duración del ejercicio.
- ✚ Intensidad de la contracción muscular.
- ✚ Cantidad de nutrientes almacenados.





**Figura 2.3.** Los tres sistemas energéticos. Fuente:

Por tanto, aunque existen tres vías de aporte energético claramente diferenciadas cuando se inicia una actividad física; el aporte de energía procede de una o varias vías en función del tiempo de duración del ejercicio y de la intensidad del mismo.

Así, en actividades de potencia (pocos segundos de duración y de elevada intensidad) el músculo utilizará el llamado **sistema de ATP-PCr**; para actividades de alrededor de 60 segundos de duración a la máxima intensidad posible, utilizará preferentemente las fuentes de energía glucolíticas no oxidativas (**metabolismo anaeróbico**), mientras que para actividades de más de 120 segundos, el sistema aeróbico (**metabolismo aeróbico**) será el que soporte fundamentalmente las demandas energéticas.

Al iniciarse un ejercicio intenso de forma inmediata se ponen en marcha las tres vías, sin embargo, la vía láctica y la aeróbica necesitan un tiempo para poder aportar ATP, por tanto es la vía de la fosfocreatina es la primera que interviene en ejercicios muy cortos, p.ej. una carrera de 60 m. ni siquiera se utilizará PCr, ya que el ejercicio se puede realizar con las reservas de ATP muscular.

Si el ejercicio se prolonga se utilizará PCr y la degradación de la glucosa hasta ácido láctico (ruta anaeróbica), por ej., en carreras de 200 y 400 m. Finalmente, si el ejercicio continúa, el oxígeno que llega al músculo permite eliminar el ácido láctico (pasa a pirúvico) y producir la energía necesaria por medio de la vía aeróbica de salida.

Por ejemplo, si iniciamos una carrera continua muy suave, el primer aporte energético se realiza a partir del ATP muscular, pero los requerimientos de energía son muy bajos y la síntesis de ATP se puede cubrir mediante la vía aeróbica, de forma que a los dos minutos de trote no se realiza un aporte significativo a través de la vía anaeróbica láctica, no se acumula este producto de desecho y no se produce fatiga muscular. Por tanto, se podría establecer una distribución diferente de las rutas de aporte energético en función no solo del tiempo sino también de la intensidad del ejercicio.

**Tabla 2. Obtención de energía celular ante demandas crecientes**

Fuente	Tiempo		Fuente	Reservas	Residuo	Energía producida	Regeneración	
	Moderado	Intenso					lugar	tiempo
ATP	4 s	1 s	-	Célula Muy escasas	-	Nada Se consumen reservas	En la célula	Depende de la fuente
Fosfocreatina	15 s	2 - 7 s	-	Células musculares Escasas	Creatina	Nada Se consumen reservas	En la célula	3 min
Metabolismo anaerobio	3 - 5 min	1 min	Glucosa	Glucógeno muscular	Ácido láctico	Escasa (2ATP por Glu)	Lactato se regenera en hígado	
Metabolismo aerobio	Indefinido	horas	Glucosa	Glucógeno muscular Glucógeno hepático	CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O	Alta (24 ATP por glu)	Dieta o conversión de unas moléculas en otras	
			Ácidos grasos	Tejido adiposo. Triglicéridos músculo	CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O	Muy alta		
			Aminoácidos	Células	CO <sub>2</sub> . H <sub>2</sub> O y compuestos nitrogenados	Alta		

## 2.7 RUTAS METABÓLICAS PARA OBTENER ATP

### Sistema energético ATP-PCr

La célula muscular al iniciar el trabajo utiliza en primer lugar del ATP que se encuentra almacenado para obtener la energía necesaria para la contracción; sin embargo ya se comentó que esta cantidad es muy pequeña (5 – 6 mmol/Kg. músculo fresco) y sólo permite realizar un trabajo intenso durante 6 s.

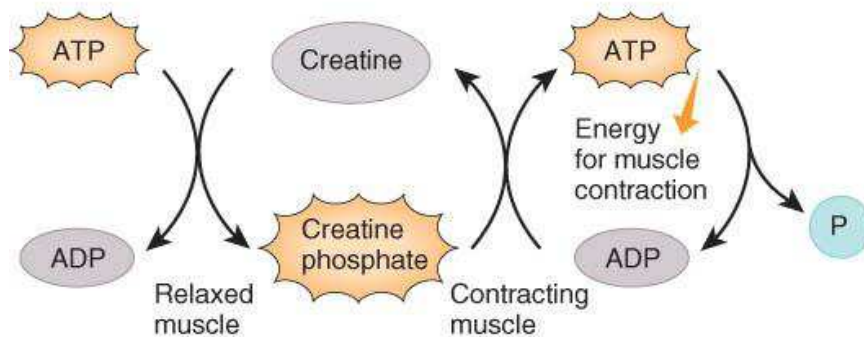


Figura 2.4. El sistema ATP-Fosfocreatina. Fuente:

A continuación se pone en marcha el sistema de reserva de la fosfocreatina o sistema ATP-PCr, que implica la conversión de las reservas de alta energía de la forma de fosfocreatina a creatina con formación de ATP. El ATP se forma porque la **fosfocreatina** o fosfato de creatina (PCr) pierde el grupo fosfato (Pi) pasando a creatina, este Pi se une al ADP formando ATP. Con esta reacción se obtiene energía sin necesidad de oxígeno y sin producir sustancias residuales. Este sistema se utiliza para esfuerzos musculares breves y de máxima exigencia.

El enlace fosfato de alta energía de la fosfocreatina al romperse libera un poco más de energía que el enlace del Pi en el ATP, unas 10.300 cal/mol, por lo que puede proporcionar con facilidad la energía suficiente para reconstituir el enlace del Pi al ADP y formar una molécula de ATP. De esta manera alarga el período de utilización de fuerza máxima hasta unos 10 s. (incluso 25-30 s) de duración, que permite realizar series cortas de movimientos a la máxima velocidad y potencia.

La cantidad de PCr presente en las células musculares es reducida: 16 m mol/Kg. de músculo, y se agotan pronto, pero también se recuperan de forma rápida en el periodo de descanso. Se recupera hasta el 80 – 90 % del valor inicial durante el primer minuto de reposo.

Cuando las reservas de ATP – PCr se agotan el músculo consigue ATP a partir de la glucosa, por glucólisis.

## Sistema anaeróbico láctico

Consiste en la generación de ATP mediante una ruta metabólica llamada glucólisis anaeróbica

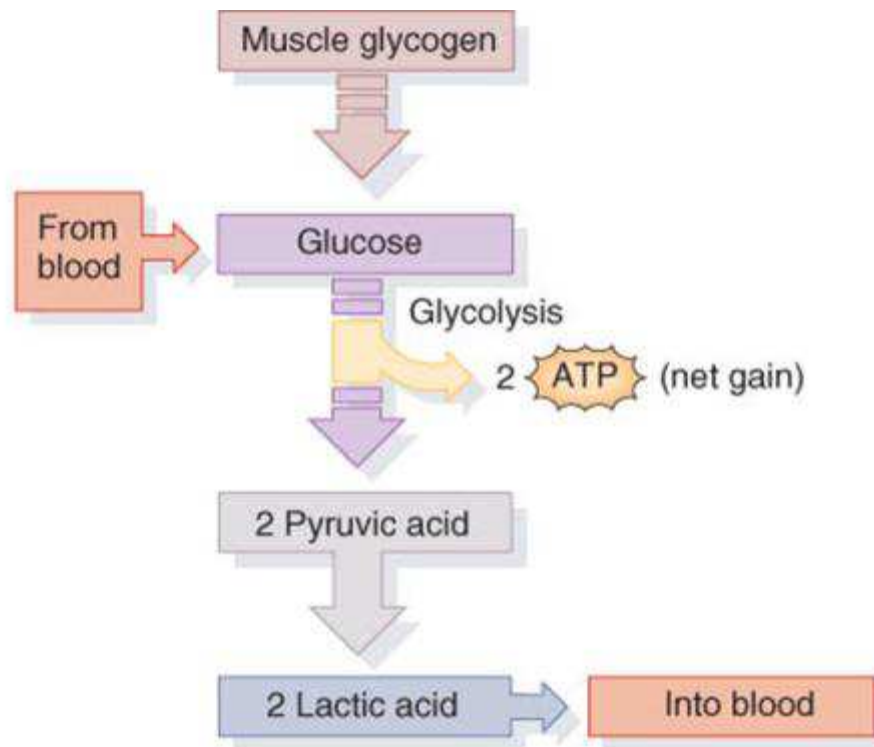
Este sistema anaeróbico láctico utiliza como fuente las **reservas de glucógeno** almacenado en el músculo, que se convierte en glucosa. Durante el proceso este glucógeno se degrada, por acción enzimática, en unidades de glucosa, que es la que en realidad produce energía. Si este glucógeno se acaba, la fuente de glucosa será el glucógeno hepático o la glucosa presente en la sangre.

La glucólisis tiene lugar en el citoplasma celular, sin necesidad de oxígeno, por tanto es un proceso anaeróbico. Durante esta glucólisis cada molécula de glucosa, que tiene 6 carbonos, se convierte en dos moléculas de ácido pirúvico, de 3 átomos de carbono, y se producen dos moléculas netas de ATP. Como producto desecho se libera **ácido láctico**, que se acumula en músculo y sangre

Este ATP de origen anaeróbico glucolítico produce energía para realizar ejercicios de submáxima intensidad (entre el 80 - 90% de la CMI o capacidad máxima individual) y puede durar entre 30 s y 1 - 3 min. Proporciona la máxima energía a los 20-35 segundos de ejercicio de alta intensidad.

Si comparamos esta ruta anaeróbica con la vía aeróbica que veremos a continuación (la que lleva O<sub>2</sub>), la anaeróbica produce menos energía por unidad de glucosa (menos ATP) y además como producto metabólico final se forma **ácido láctico** que ocasiona una acidosis que limita la capacidad de realizar ejercicio produciendo fatiga.

Pero como ventaja, el sistema anaeróbico forma moléculas de ATP con una rapidez 2,5 veces mayor que el mecanismo aeróbico. Cuando se requieren grandes cantidades de ATP para un período moderado de contracción muscular es el más adecuado.



**Figura 2.5.** Esquema del sistema anaeróbico láctico. Fuente:

Por su parte el daño del láctato no es permanente, pues se recicla más o menos rápido (en 1 hora de media). El exceso sale de las células y va a la sangre, donde puede ser captado por otras células. Una parte llegará hasta el hígado y se vuelve a convertir en glucosa.

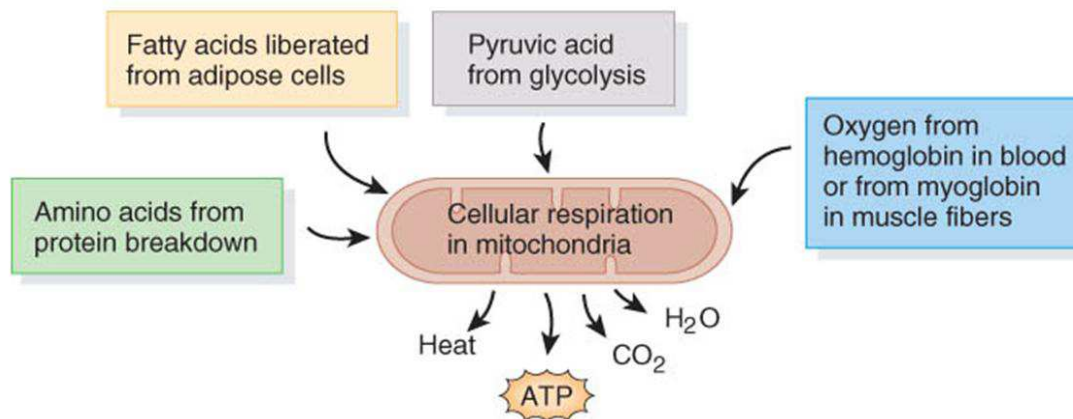
Por tanto, este sistema es adecuado para ejercicios de alta intensidad y de poca duración. Por ejemplo: hacer pesas, carreras de velocidad y ejercicios que requieran gran esfuerzo en poco tiempo, ejercicios explosivos. Este tipo de ejercicios son buenos para el trabajo y fortalecimiento del sistema músculo-esquelético (tonificación muscular).

## Sistema aeróbico u oxidativo

Esta vía metabólica transcurre en las mitocondrias de las células musculares. El ácido pirúvico obtenido en la glucólisis se degrada en la mitocondria con ayuda del oxígeno y como productos finales se obtienen  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  y en total 38 moléculas de ATP si el combustible es la glucosa. Si se degrada un ácido graso por ej. el ácido palmítico se obtienen bastantes más, unas 135 moléculas de ATP.

La producción de energía mediante esta vía se inicia cuando empieza el ejercicio pero no se completa hasta 3 minutos después, aunque puede continuar mientras duren la fuente de glucosa (o ácidos grasos u otros nutrientes) y llegue suficiente oxígeno a las células.

Mientras el músculo consume energía la va reponiendo continuamente y se puede mantener el esfuerzo durante mucho tiempo dado que los productos de desecho son completamente inocuos para la célula ( $\text{CO}_2$  que se elimina por la respiración y agua que es un componente



**Figura 2.6.** Sistema aeróbico. Fuente:

celular). Es la vía de aporte energético única si el ejercicio es prolongado, es decir si supera los 3 minutos de duración.

Como los carbohidratos (glucosa) se puede metabolizar para obtener energía más rápidamente que las grasas, entonces, la mayoría de la energía que utiliza el cuerpo proviene de los carbohidratos.

En definitiva, este es un sistema energético adecuado para ejercicios de media o baja intensidad y de larga duración, donde el organismo necesita quemar hidratos y grasas para obtener energía y para ello necesita oxígeno. Como ej. de ejercicios aeróbico: correr, nadar, ir en bici, caminar, etc.

Se suele utilizar a menudo para bajar de peso, ya que con este tipo de ejercicio se quema grasa. También, al necesitar mucho oxígeno, el sistema cardiovascular se ejercita y produce numerosos beneficios.

Hemos visto que la glucólisis es la descomposición anaeróbica de la glucosa cuyo producto final es el piruvato. Si el oxígeno no está disponible regularmente en suficientes cantidades, el cuerpo convierte el piruvato en lactato. Cuando el oxígeno está disponible en suficientes cantidades, el piruvato es convertido en ácido acético y entra a la vía aeróbica.

La reacción anaeróbica es casi inmediata, pero cuando hay mucho ácido láctico en el cuerpo, no tenemos ni energía ni capacidad para contraer los músculos, esto no es otra cosa que fatiga y lo mejor que se puede hacer es parar el ejercicio o actividad.

¿Cómo evitar la acumulación de ácido láctico? con entrenamiento, no hay otra solución. Se trata de entrenar para que el músculo no comprima los vasos sanguíneos y se garantice el suministro de oxígeno a las células. A base de entrenar, el ácido láctico no se acumule tan rápidamente y si comienza a hacerlo, el músculo lo soporta de forma más efectiva, se trata de mover el llamado "umbral láctico".

**Tabla 1. Resumen sistemas energéticos**

Sistema ATP – CP	Sistema del Ác. láctico	Sistema aeróbico
Anaeróbico aláctico	Anaeróbico láctico	Aeróbico
Utilización muy rápida	Rápido	Lento
Combustible químico: reserva de ATP y fosfocreatina	Combustible alimenticio: glucógeno	Combustible alimenticio: glucógeno, grasas y proteínas en emergencias
Producción de ATP: muy limitada	Producción de ATP: limitada	Producción de ATP: ilimitada
Reservas musculares limitadas	Subproducto: ácido láctico que origina fatiga muscular	No hay subproductos que originen fatiga. Se puede mantener mientras dure el combustible
Útil: carreras muy rápidas o cualquier actividad de corta duración y alta potencia	Útil: actividades de 1 a 3 min. de duración	Útil: Actividades lentas, carreras de resistencia o actividades prolongadas.

El "umbral láctico o umbral anaeróbico" corresponde a la intensidad de la actividad física en donde la oferta de O<sub>2</sub> se hace incapaz de mantener por sí sola la energía, por lo tanto, el aumento en el gasto energético es suplido gracias al aporte del sistema anaeróbico de glucosa, el que genera fatiga progresiva y lactato.

## 2.8 RENDIMIENTO ENERGÉTICO TOTAL

Para realizar los procesos básicos vitales, es decir, respirar, digestión, circulación, etc. se necesita consumir un número determinado de calorías al día.

En disciplinas relacionadas con el deporte y la nutrición es importante saber cuántas calorías tienes que ingerir para adelgazar o para engordar. Hay muchas variables que influyen, como sexo, altura, edad, constitución (endomórfica, ectomórfica, ver la Práctica de laboratorio del somatotipo), ritmo de vida diaria (se te pasas el día sentado o no paras de moverte), etc. La media se sitúa en unas 2000 kcal al día, y dentro de estas 2000 kcal diarias entran todos los procesos de gasto metabólicos, calor corporal, movimiento de músculos, respiración, gastos del sistema nervioso, etc.

Como curiosidad, es interesante descubrir que la mayoría de las calorías se consumen simplemente "viviendo", mientras que una panzada monstruosa de ejercicio, como es correr a casi 20 km/h durante 1 hora, no consume ni 600 kcal. Por eso se le da mucha más importancia a comer de forma sana y equilibrada, más que a matarse a hacer deporte, un kebab llega fácil a las 1000 kcal. y sólo es una comida, te faltan 4 más...

El cuerpo es una máquina térmica, y a la hora de calcular el rendimiento y hacer el balance hay que tener en cuenta los ingresos que vienen dados por las calorías que ingerimos y las pérdidas, al restar las que perdemos. Se consideran pérdidas el gasto energético diario, por ej., el que se gasta haciendo deporte, las pérdidas de calor o las calorías de los desechos, como heces y orina.

El peso corporal se mantendrá constante cuando la ingesta o aporte calórico sea igual al gasto calórico. Puede ocurrir que:

**Balance positivo:** se ingiere más energía de la que se gasta. Una de sus principales consecuencias es el aumento de peso. Se toman más calorías de las que se queman. Este exceso se acumulará como reserva en forma de:

- triglicéridos (grasa) en el tejido adiposo
- glucógeno en el hígado y músculos.

**Balance negativo:** el balance negativo, o déficit calórico hace perder peso pues se gasta más de lo que se ingiere. Puede llegar a ser muy peligroso en extremo o si va acompañado de déficit nutricional. Si existe un déficit en la ingesta, el organismo utilizará las reservas energéticas

- Primero el glucógeno
- Después las grasas
- Finalmente, las proteínas.

Se ha demostrado que, si alguien baja su ingesta calórica mucho, como a 1000 kcal al día de golpe, el cuerpo actúa como si se encontrara en una situación de emergencia alimenticia, y consume menos energía, acumulando casi todo el alimento que le llega. Por eso hay gente que se pone a dieta y aunque que come mucho menos que antes, aun así engorda, y es porque el cuerpo tiene que acostumbrarse poco a poco a los cambios de metabolismo basal.

**Balance neutro:** el consumo y el gasto son prácticamente iguales. Esta es la situación de equilibrio que busca el cuerpo. Hay que recordar que el organismo cuenta con mecanismos **homeostáticos** de regulación del balance energético; estos mecanismos incluyen señales químicas y neuronales para regular los distintos procesos implicados en la ingesta y en el gasto de energía. Por ejemplo, señales del sistema nervioso central para generar sensación de saciedad y dejar de comer.

Pero ¿cómo se controla el aporte alimentario? Es una pregunta difícil que aún no se ha contestado. Los investigadores creen que varios factores, como el aumento o la disminución de los niveles de nutrientes en la sangre (glucosa y aminoácidos), las hormonas (insulina, glucagón y leptina) o la temperatura del organismo (el aumento de la temperatura es un inhibidor) y los factores psicológicos, afectan a la conducta alimentaria mediante señales de respuesta al cerebro. De hecho, se cree que los factores psicológicos influyen bastante en la obesidad. No obstante, incluso cuando los factores psicológicos son la causa subyacente de obesidad, los individuos no continúan ganando peso indefinidamente. Parece que sus controles de alimentación siguen funcionando, pero actúan para mantener el contenido energético corporal total a niveles más elevados de lo normal.

## 2.9 METABOLISMO BASAL (TMB)

Como acabamos de ver el aporte energético (alimentos) = Gasto energético total diario (GETD) + energía perdida

Dentro del GETD hay que considerar cinco componentes **GETD = TMB + TR + ETA + EAF + EC**

- Metabolismo basal (TMB)
- Termorregulación (TR)
- Gasto en la digestión o efecto térmico de los alimentos (ETA)
- Gasto por actividad física (EAF)
- Gasto por crecimiento (EC)

**El metabolismo basal (TMB)** es la mínima cantidad de energía necesaria para vivir. Permite mantener los procesos vitales del cuerpo en estado de reposo; despierto pero recostado y completamente relajado. Es el componente cuantitativamente más importante y representa el 60-65 % del gasto energético total diario (GETD); llegando en personas sedentarias al 70% de las necesidades totales de energía.

La tasa metabólica basal (TMB) y gasto metabólico en reposo (GER) son términos que se usan indistintamente, aunque existe una pequeña diferencia entre ellos. El gasto metabólico en reposo representa la energía gastada por una persona en condiciones de reposo y a una temperatura ambiente moderada. La tasa metabólica basal sería el gasto metabólico en unas condiciones de reposo y ambientales muy concretas (condiciones basales: medida por la mañana y al menos 12 horas después de haber comido). En la práctica, la tasa metabólica basal y el gasto metabólico en reposo difieren menos de un 10%, por lo que ambos términos pueden ser intercambiables.

En el metabolismo basal influyen varios factores:

Constitución física: El metabolismo basal es mayor en individuos con una constitución física musculosa, y es menor en personas obesas.

Esto se debe a que los músculos son tejidos relativamente activos, en comparación con el tejido adiposo que presenta escasa actividad metabólica

Edad. Los niños tienen un metabolismo basal más elevado que los adultos. Esto se debe a la gran intensidad de las reacciones celulares, y a la rápida síntesis de material celular y al crecimiento del organismo.

Por el otro lado, en la edad adulta el metabolismo basal desciende porque decrece la masa celular activa y porque además suele aumentar la grasa corporal total.

Sexo: En general el sexo masculino tiene un metabolismo basal más elevado que el femenino.

La razón es que los hombres cuentan con menos cantidad de tejido adiposo y más masa muscular que las mujeres.



Secreción de hormonas. Hay una serie de hormonas que influyen, como la **tiroxina** (hormona producida por el tiroides), que aumenta la tasa de metabolismo. Si la secreción de esta hormona disminuye (hipotiroidismo), el metabolismo basal se reduce también.

El hipertiroidismo (ver tema 9) provoca multitud de efectos debido al excesivo índice metabólico que produce. El organismo cataboliza las y grasas almacenadas e incluso las proteínas tisulares, y a pesar de que el aporte alimentario es mayor, la persona pierde peso con frecuencia. Los huesos se debilitan y los músculos del organismo, incluido el corazón, se atrofian por falta de proteínas. En contraste, el hipotiroidismo ralentiza el metabolismo, provoca obesidad y disminuye la actividad neuronal del encéfalo.

Otra hormona que hay destacar es la **adrenalina**, llamada hormona del estrés que es secretada por la médula adrenal y provoca una elevación de la tasa metabólica.

Sueño: Durante el sueño el metabolismo disminuye al relajarse músculos y trabajar menos las neuronas.

Embarazo: El metabolismo basal suele aumentar durante el último trimestre de la embarazada; pues el feto y la placenta incrementan su actividad metabólica debido a que se produce un período de mayor crecimiento preparándose para el parto.

## 2.10 TERMORREGULACIÓN (TR)

Aunque hemos destacado que los alimentos se “queman” para producir ATP, dicho ATP no es el único producto del catabolismo celular. Como ocurre en todas las reacciones una parte de la energía liberada se pierde o escapa en forma de calor. En este caso concreto, de catabolismo u oxidación de los alimentos se pierde aproximadamente un 60-75% de la energía total. Este calor liberado templó los tejidos y, lo que es más importante, la sangre, que circula por todo el organismo, de modo que lo mantiene a temperatura adecuada (sobre 37°C), lo que permite que los enzimas y toda la maquinaria celular funcionen de forma eficaz.

El gasto en **termorregulación (TR)** mide el costo energético necesario para regular la temperatura corporal y mantenerla estable en condiciones ambientales desfavorables. En condiciones normales, la temperatura corporal se mantiene a expensas del calor producido en las rutas metabólicas de degradación de azúcares, grasas y otros combustibles, y TR prácticamente es cero. Por eso, en condiciones normales TR representa una fracción bastante pequeña del gasto energético total diario.

En caso de temperaturas muy frías, el gasto energético en TR se debe al esfuerzo adicional que realiza el individuo para calentarse y está regulada por el sistema nervioso simpático. Por ej., llevar sobre el cuerpo toda la indumentaria. También actúan músculos (tiriteo, contracciones musculares involuntarias) y el tejido adiposo marrón (no tiriteo), tejidos considerados como los lugares principales donde se desarrolla el proceso de termogénesis facultativa o adaptativa.

En condiciones de calor excesivo, también hay gasto en TR, uno de los mecanismos fisiológicos que se pone en marcha es el aumento del riego cutáneo, que contribuye de manera eficaz a perder calor corporal por radiación.

## 2.11

**GASTO POR DIGESTIÓN O EFECTO TÉRMICO DE LOS ALIMENTOS (ETA)**

El gasto en la digestión o **efecto térmico de los alimentos (ETA)** corresponde al gasto energético que se produce al ingerir una comida, se explica por las distintas reacciones químicas asociadas principalmente con la digestión, y también al gasto que se produce durante la absorción y almacenamiento de los nutrientes en las células del organismo. Incluye la secreción de enzimas digestivos, transporte activo de nutrientes, formación de tejidos corporales, de reserva de grasa, de formación de glucógeno, proteínas, etc. Está regulado por el sistema parasimpático y representa aproximadamente el 10-15 % del GETD (230 kcal/día) en una dieta equilibrada.

El ETA depende bastante de la cantidad y calidad de la dieta. El gasto energético para digerir alimentos es bastante diferente en los distintos nutrientes, siendo mayor para los hidratos de carbono y proteínas que para las grasas. Por ej. una dieta alta en proteínas tendrá una termogénesis de 309.5 Kcal/d frente a una alta en grasas de sólo 222.5 Kcal/d.

Es también mayor en los alimentos condimentados (picantes) y aumenta con la cafeína y la nicotina. Asimismo, se ha observado que el efecto térmico de un exceso de comida es menor en los pacientes obesos que en sujetos de control, lo que puede contribuir a acumular más grasa en los pacientes con tendencia a la obesidad.

Evidentemente, cuanto mayor sea la termogénesis dietética, menor será la contribución energética real de un alimento, ya que a la cantidad de calorías teóricas que nos aporta (que viene indicada en las tablas nutricionales) hay que restarle las calorías del gasto ETA necesarias para metabolizarlo.

2.12 **GASTO POR ACTIVIDAD FÍSICA**

El **gasto por actividad física (EAF)** es el componente del gasto energético diario asociado a actividades o comportamientos que implican movimiento corporal, o sea, actividad del músculo esquelético. Este componente es muy difícil de cuantificar, ya que depende de la intensidad y duración del ejercicio realizado, de la composición corporal y del estilo de vida. Su valor varía mucho inter- e intra-individualmente, según el sexo y la edad. En general niños y adolescentes varones presentan unos valores de actividad física significativamente mayores que los del sexo femenino. En líneas generales:

- en individuos sedentarios constituye el 10% del gasto total
- en jóvenes supone un 25-30% del gasto total
- en deportistas puede llegar a ser del 50% en deportistas de élite

Este gasto energético es el que marca las mayores diferencias entre individuos. Además, la actividad física aumenta el metabolismo basal y la oxidación de grasas; tras una sesión de ejercicio, el metabolismo basal se mantiene elevado por un período de tiempo.

Es importante indicar que la reducción del ejercicio físico en la sociedad contemporánea (ir siempre en coche, ver la televisión, el menor esfuerzo doméstico, el estilo de vida

sedentario...) es el mayor determinante de la creciente tasa de obesidad en nuestra sociedad. Por ejemplo, durante una hora de sueño sólo gastamos 76 kilocalorías; si estamos sentados viendo la televisión o charlando el gasto es también muy pequeño: tan sólo 118 kcal/hora; pasear sólo quema 160 kcal/h y conducir durante una hora supone un gasto de 181 kcal. Sin embargo, hay otras actividades que conllevan un mayor gasto energético. Por ejemplo, 1 hora jugando al tenis, quema 458 kcal; montando en bicicleta, 504 kcal/h; subiendo a la montaña, 617; nadando, 727 o cuidando el jardín, 361 kcal/h. Una de las actividades que consume más energía es subir escaleras: si estuviéramos durante 1 hora subiendo escaleras podríamos llegar a gastar hasta 1000 kcal.

Existe además un componente no-voluntario en la actividad física denominado NEAT (actividad física no voluntaria), que incluye la contracción muscular espontánea, el mantenimiento de la postura, la agitación o inquietud y ha sido analizado en estudios recientes y que parece ser responsable de la variabilidad en la susceptibilidad individual a ganar peso en respuesta a extras de comida. En un estudio realizado en sujetos no obesos a los que se alimentaba con un exceso de 1.000 Kcal por día sobre los requerimientos diarios, se midieron los distintos componentes del gasto energético: metabolismo basal en reposo, efecto térmico de la comida y aumento del tejido adiposo; se observaron enormes variaciones durante un mes de estudio entre unos individuos y otros, llegándose a la conclusión de que el NEAT, actividad física no voluntaria, es un índice y predice la resistencia individual a ganar peso. Este componente parece que tiene base genética y es difícilmente modificable.

## 2.13 GASTO POR CRECIMIENTO

El **gasto por crecimiento (EC)** incluye la energía utilizada para formar nuevas células que almacenan grasas, proteínas e hidratos de carbono, así como la energía utilizada en la síntesis de las moléculas depositadas. El costo energético promedio del crecimiento es de 5 Kcal/g de tejido nuevo creado, de las cuales aproximadamente 4 Kcal/g corresponden al contenido energético del tejido y 1 Kcal/g al costo de síntesis.

El gasto en EC es máximo durante el primer trimestre de la vida, etapa en la cual corresponde aproximadamente al 30% del requerimiento total. Durante los cuatro primeros años de vida hay un período de crecimiento rápido que va disminuyendo progresivamente y se queda en un 2% y que se mantiene así desde los cuatro años hasta el inicio de la pubertad.

En la pubertad la ganancia de talla, desde el inicio del estirón hasta la finalización del crecimiento, supone unos 25-30 cm en varones y unos 23-27 cm en mujeres, alrededor del 15-20 % de la talla adulta. La ganancia media de peso por año es de 7-9 kg de forma que el peso ganado en este periodo supone alrededor del 40-50 % del peso adulto. Por tanto el gasto energético sube hasta al 5% y de aquí en adelante disminuye en forma progresiva hasta el 2% el resto del periodo adolescente, luego se va deteniendo y alrededor de los 18-20 años cae a 0.

En casos de malnutrición infantil, la disminución o detención del crecimiento es la respuesta más característica a la privación de calorías, cualquiera sea la edad del niño. En etapas de crecimiento acelerado o de recuperación nutricional, el gasto energético para crecimiento aumenta en forma significativa, lo que puede significar un incremento en el gasto energético total hasta en un 100%.

## 2.14 CÁLCULO DEL GASTO ENERGÉTICO EN ADULTOS

Hemos visto que GETD comprende 5 factores (TMB + TR + ETA + EAF + EC). En un individuo adulto normal la energía consumida por el organismo proviene básicamente del Gasto Energético Basal **TMB**, la termogénesis de los alimentos **ETA** y gasto energético por actividad física **EAF**, pues la TR es despreciable y no hay consumo por crecimiento.

Hay diversas fórmulas para calcular la tasa metabólica basal (TMB). La ecuación de Harris y Benedict es la más antigua y una de las más utilizadas; aunque algunos estudios sugieren que esta ecuación sobrestima el GETD entre el 10 y el 15%, especialmente en personas de bajo peso. Las fórmulas que utiliza la FAO/WHO son muy similares a las de Harris y Benedict, y parece que también sobreestiman el GETD. Estas fórmulas tienen en cuenta los factores que vimos antes: peso, edad, sexo etc. que influyen en la TMB

$$\text{Hombres TMB} = (10 \times P) + (6,25 \times T) - (5 \times E) + 5$$

$$\text{Mujeres TMB} = (10 \times P) + (6,25 \times T) - (5 \times E) - 161$$

Siendo P = Peso (kg) T = Talla (cm) E = Edad (años)

El gasto energético por actividad física (EAF) se puede estimar haciendo un cálculo más o menos exacto según la actividad física desarrollada de acuerdo con tablas.

Para calcularlo de una forma más general se puede dividir el día en tres partes, cada una de ocho horas de duración (sueño, trabajo y tiempo libre), a las que se asigna su correspondiente valor EAF. El valor medio obtenido describe el nivel de actividad física en el gasto energético por actividad:  $\text{EAF total} = [\text{EAF trabajo físico fuerte} + \text{EAF tiempo libre} + \text{EAF sueño}] / 3$ .

El efecto térmico de los alimentos (ETA) se considera  $0.1 \times (\text{TMB} + \text{EAF})$

La suma de TMB + EAF + ETA da el valor de calorías que cada persona necesita y sobre ello se ajusta la dieta.

A mayores, hay casos especiales, como los pacientes hospitalizados (ver hoja de ejercicios)

Otro caso aparte es el **embarazo**. Se estima que el gasto energético total durante el embarazo es de 55.000 kcal y los requerimientos totales de energía varían entre 2,1 y 2,4 kcal/día.

En cuanto a la lactancia, la cantidad diaria de leche que una mujer llega a producir por día durante los primeros seis meses de lactancia es de 750 ml, para lo cual requiere alrededor de 640 kcal/día.

Además las mujeres **gestantes** y **lactantes** tienen unas necesidades energéticas aumentadas. Por ello en el caso de embarazadas se han de añadir 255 kcal diarias al gasto energético total. Lo mismo se aplica a las mujeres que están amamantando, en cuyo caso se suman los siguientes valores:

- Lactancia hasta el cuarto mes inclusive: 635 kcal más al día
- Lactancia completa tras el cuarto mes: 525 kcal más al día
- Lactancia parcial tras el cuarto mes: 285 kcal más al día

## 2.15 LA DIETA EQUILIBRADA

Para mantener el metabolismo equilibrado nuestro cuerpo necesita ingerir no solo una cantidad dada sino también unos **nutrientes** adecuados, que suministren la materia y energía necesarias para el mantenimiento de las funciones orgánicas. Entendemos por nutriente cada uno de los componentes de un alimento que puede ser aprovechado por nuestro organismo: agua, hidratos de carbono, minerales,...

Nuestra salud, física y psíquica, y nuestro rendimiento y resistencia a las enfermedades está íntimamente ligado a una buena alimentación.

El conjunto de alimentos ingeridos a lo largo de un período de tiempo, que nos aporta unos determinados nutrientes es la **dieta**.



**Figura 2.7.** Pirámide de los alimentos. Fuente: [www.aleadiets.com/consejos1.php](http://www.aleadiets.com/consejos1.php)

Cuál es la **dieta** ideal es un tema controvertido, aunque parece cierto que las dietas tradicionales más saludables son las de tipo **mediterránea** y las orientales, porque tienen un elevado contenido en vegetales, pescado y aceite, que llevan grasas insaturadas y con bajo contenido en carnes y grasas saturadas.

De hecho, para comprobar si el tipo de dieta es adecuada se utiliza un “**índice de adecuación mediterráneo**” (MAI por sus siglas en inglés). Con este índice se puede comprobar la evolución de la dieta en una población a lo largo de los años. Con datos de los últimos 40 años, España no sale muy bien parada; en el periodo 1961-65 se le atribuyó un MAI de 3,35 quedando España en el puesto 13 de 41 (el primero entonces fue para Grecia con un MAI de 5,54); para el periodo 2001-03 España descendió al puesto 21 y su MAI fue de 1,19 (entonces fue Egipto el que ocupaba el primer puesto con un MAI de 4,09). Estudios algo más recientes apuntan de nuevo hacia esta tendencia, es decir, la de que España (como tantos otros países) se aleja con paso firme y de gigante del perfil dietético mediterráneo.

Los expertos indican que esta deriva está en cierta medida propiciada por el llamado proceso de “**coca-colonización**” de nuestro estilo de vida, en clara referencia al efecto que ejercen empresas de la industria alimentaria en el abandono las tradiciones dietético-alimenticias más recomendables, y que por desgracia implican un aumento de enfermedades degenerativas, como diabetes, obesidad, enfermedades coronarias, etc.

De acuerdo con las necesidades de la dieta hay nutrientes esenciales y no esenciales:

<b>Tabla 3. Nutrientes según su necesidad en la dieta</b>		
Indispensables o esenciales	No se pueden sintetizar por el organismo	(Agua y oxígeno) - 10 de los 20 aminoácidos - 2 ácidos grasos poliinsaturados - Vitaminas - Sales minerales
Dispensables o no esenciales	Se pueden transformar en otras sustancias.	La mayoría de los nutrientes pertenecen a este grupo

Los **nutrientes esenciales** son los que han de tomarse en la dieta, pues el organismo no puede sintetizarlos, aunque cantidades mínimas de estas sustancias se encuentran en los alimentos en una dieta bien equilibrada. Sin embargo, la mayoría de los nutrientes consumidos son de tipo no esencial, pues nuestro organismo los puede sintetizar a partir de otros componentes.

Más arriba se comentó que un adulto normal ha de consumir entre 1.500 y 4.000 Kcal. Resulta sumamente complicado estar seguro de que no sufrimos carencias en nuestra dieta. En ciertos casos, hay que pesar los alimentos, hacer cálculos y usar tablas de referencia...pero seguir todos estos pasos consume mucho tiempo y no resulta práctico, por eso –salvo casos muy puntuales– la mayor parte de la población sigue unas recomendaciones generales que aseguren una buena alimentación.

La **distribución calórica** aproximada de nutrientes diarios debe ser 50% de hidratos de carbono, 35% de grasas y 15% de proteínas, porcentajes que, obviamente, varían según el grado de actividad. Los hidratos de carbono son el principal combustible para la contracción muscular. En una persona activa, aproximadamente entre el 50% y el 70% de la ingesta calórica diaria debe provenir de los carbohidratos. Por su parte, las grasas son una buena fuente de energía. A las proteínas se les reserva la función de formar al músculo y reparar los tejidos.

## Nutrientes esenciales

Hay diez **aminoácidos** esenciales, se dice que una proteína es **completa** si contiene todos los aminoácidos esenciales, por ej., la carne, el pescado, la volatería, los huevos y la leche son ejemplos de alimentos con proteínas completas. Las proteínas de origen vegetal (lentejas, judías y guisantes secos, nueces y cereales), excepto en la soja, son proteínas incompletas, por lo que tienen un valor biológico menor. Lo ideal es comer alimentos vegetales variados

(cereales, frutas y verduras), donde cada uno aporta una calidad y cantidad diferente de aminoácidos, y combinados se obtienen todos los aminoácidos esenciales necesarios. Esto es importante a la hora de elaborar una dieta vegetariana.

Para determinar las necesidades proteicas diarias de hombres y mujeres de entre 18 y 65 años, hay que multiplicar la masa corporal en kg por 0.83. La RDA proteica (ingesta diaria recomendada) desciende con la edad y en el caso de los niños en edad de crecimiento llega a ser de 2 a 4 g por kg de masa corporal. Las necesidades también aumentan en el embarazo, lactancia, períodos de estrés, en enfermedades y en lesiones.

Las **vitaminas** son un grupo heterogéneo de sustancias esenciales, que colaboran con los enzimas en numerosos procesos metabólicos. Sólo se requieren cantidades mínimas y deben ser suministrados en la dieta. Su déficit da lugar a la aparición de alteraciones, diferentes según cuál sea la vitamina que falta, denominadas, avitaminosis.

En función de la solubilidad, las vitaminas se clasifican en:

- ◆ **Vitaminas liposolubles:** las vitaminas A, D, E y K son solubles en grasa. Pueden ser almacenadas en las diferentes sustancias lipídicas del organismo, lo que da lugar a que exista un cierta reserva y por lo tanto, no es imprescindible su aporte diario. Por otro lado, un aporte excesivo, puede provocar una hipervitaminosis (proceso patológico).
- ◆ **Vitaminas hidrosolubles:** las vitaminas C y B son solubles en agua. Estas vitaminas no pueden almacenarse en el organismo, por lo que el aporte debe ser diario. En este caso, no hay posibilidades de hipervitaminosis (salvo que se utilicen megadosis), ya que cuando hay un exceso, el organismo lo elimina por la orina.

## 2.16 HÁBITOS ALIMENTARIOS DESEABLES

Las alteraciones y enfermedades relacionadas con la dieta son la causa principal de mortalidad en los países desarrollados y conllevan también serias enfermedades en los países más pobres.

### Alimentos beneficiosos en una dieta:

Aparte de que la dieta debe ser **variada** para prevenir carencias nutricionales, debe contener:

- Agua
- Polisacáridos: Energéticos de fácil metabolismo, su absorción en el intestino es más progresiva que los azúcares simples, por ello son más recomendables.
- Aceites insaturados (Omega 3, 6, 9): Muy energéticos, producen sensación de saciedad. Se transportan bien en sangre y evitan la arteriosclerosis. Algunos son aceites esenciales.
- Las vitaminas y compuestos antioxidantes de frutas y verduras.
- Los alimentos probióticos son alimentos con microorganismos vivos adicionados que permanecen activos en el intestino y contribuyen a formar la flora intestinal.

- Fibra alimenticia: La fibra está formada por polisacáridos no digeribles; principalmente celulosa. No es nutritiva pero regula el tránsito intestinal porque retiene agua y aumenta el volumen de las heces, haciéndolas más fluidas y facilitando su expulsión, lo que previene el estreñimiento y evita posibles infecciones. También incrementa la sensación de saciedad y mejora la composición bacteriana del intestino, lo cual proporciona vitaminas.

La fibra puede ser parcialmente soluble, si es atacada por la flora intestinal y fermenta con lo produce gran cantidad de gases, o totalmente insoluble como la celulosa. Las frutas, verduras, cereales y legumbres contienen fibra soluble e insoluble en diferente proporción. La fibra insoluble abunda en la piel de la fruta y en la cáscara de los cereales.

El único aspecto negativo es que el exceso de fibra puede reducir la absorción de algunas vitaminas y minerales. Algunos estudios indican que el exceso de fibra disminuye la absorción del calcio en el intestino delgado.

**Alimentos perjudiciales en una dieta:**

- Grasas saturadas y colesterol. Se encuentran en margarinas, grasas animales, aceite de coco y palma, mantequilla...Presentan problemas de transporte en sangre y pueden producir a largo plazo aterosclerosis.

Cuando no hay suficiente glucosa para cubrir las necesidades energéticas de las células, se utilizan cantidades mayores de grasas para producir ATP. En tales condiciones, la oxidación de las grasas es rápida pero incompleta, y algunos de los productos intermedios, como el ácido acetoacético y la acetona, comienzan a acumularse en la sangre. En consecuencia la sangre se vuelve ácida (una enfermedad llamada acidosis, o cetoacidosis), y la respiración adopta un olor afrutado a medida que la acetona se difunde desde los pulmones. La cetoacidosis es una consecuencia común de dietas erróneas “sin hidratos de carbono”, o de una diabetes mellitus descontrolada, o de la hambruna, en la que el cuerpo se ve forzado a recurrir casi por completo a las grasas para cubrir sus necesidades energéticas.

- Alimentos muy ricos en proteínas. Aumenta la concentración de ión amonio ( $\text{NH}_4$ ) y alteran el pH. Puede afectar al riñón, hígado, huesos...
- Alimentos ricos en sal. Aumenta presión sanguínea que causa problemas circulatorios. Aumenta el gasto renal.
- Azúcares solubles. Pueden producir a largo plazo diabetes.
- Alcohol en exceso. Daña el hígado y cerebro
- Conservantes, colorantes y otros aditivos. Pueden ser tóxicos o producir reacciones alérgicas
- Sustancias que compiten o impiden la absorción de nutrientes.
- Determinados nutrientes de difícil eliminación: vitaminas liposolubles (D, E, K y A), algunas sales minerales.
- Fibra en exceso: Disminuye la absorción de determinados nutrientes (como el calcio, por ejemplo).
- Sustancias microbicidas o que alteren la flora intestinal normal.



- Bebidas energéticas si no se realiza ejercicio físico intenso.
- Complementos nutricionales: Generalmente son innecesarios. Solo deben tomarse en casos carenciales o sobreesfuerzos

## 2.17 TRASTORNOS DEL COMPORTAMIENTO NUTRICIONAL

En la infancia y la adolescencia comienzan ya a definirse muchas de las costumbres alimentarias que se van a tener de adulto, pero también pueden empezar a aparecer alteraciones de los patrones alimentarios.

Las personas que están por encima de su peso adecuado, deben reducirlo gradualmente, no más de 1 kg por semana. Esto se conseguirá con una dieta buena y equilibrada (entre 200 y 500 kcal menos que su consumo energético diario, ya que con una disminución mayor la pérdida es, en gran parte, de agua) y un incremento de actividades físicas.

Las pérdidas de peso excesivas pueden causar problemas para la salud, tales como deshidratación, fatiga crónica, trastornos alimentarios, disfunciones menstruales y trastornos minerales óseos.

Algunas de las alteraciones alimentarias son:

- La **obesidad** es una enfermedad crónica que se caracteriza por acumulación excesiva de grasa en el cuerpo. La reserva natural de energía situada en tejido adiposo se incrementa hasta tal punto en que pone en riesgo la salud o la vida. Ya hemos comentado a lo largo de este tema que el sobrepeso y la obesidad constituyen un serio problema de salud a escala mundial, de hecho, son el quinto factor principal de riesgo de defunción humana en el mundo.

La obesidad predispone a varias enfermedades, particularmente cardiovasculares, diabetes tipo 2, apnea del sueño, ictus y osteoartritis, así como para algunas formas de cáncer, padecimientos dermatológicos y gastrointestinales.

- **Anorexia nerviosa.** La persona anoréxica tiene una imagen distorsionada de su cuerpo, se ve gruesa y limita la cantidad de alimentos que ingiere. La identificación de este proceso en fases avanzadas es bastante sencilla, pero no lo es en las primeras fases, que es cuando se puede corregir más fácilmente. Afecta entre el 0,12 - 0,18% de la población de países occidentales, principalmente a chicas adolescentes (1 al 2%). La proporción varones-mujeres afectados es 1 a 10.

- **Bulimia nerviosa.** La persona bulímica intenta poner límite a su exceso de peso recurriendo a métodos drásticos como vomitar, tomar laxantes, dietas estrictas... que no pueden sostener y que alternan con grandes atracones de comida recurrentes. Se supone que afecta entre el 2% y 3% de chicas adolescentes del mundo occidental, y en menor proporción a los varones.

- **Dietas restrictivas** o “dietas milagro” son dietas inadecuadas, ineficaces e incluso peligrosas para bajar de peso, pues simplemente reducen o eliminan el consumo de determinados alimentos. Este tipo de dieta que se aleja del modelo de dieta equilibrada, retrasa la solución del problema; además las personas que las siguen no aprenden a comer

saludablemente y al abandonarla, vuelven a las costumbres que les hicieron engordar. Son ejemplos de dietas restrictivas la dieta Dukan (hiperprotéica), la dieta Montignac (disociada, hiperprotéica), de Atkins, de la piña, etc.

La mayoría catalogan los alimentos como "buenos" o "malos" y se basan en prohibir el consumo de algún alimento o grupo de alimentos. Según ellas, un producto es bueno o no según sea "natural"; pero hay que tener cuidado con el bulo de que lo "natural" es saludable, seguro, beneficioso o inocuo.

## Bibliografía

<http://intranet.iesmediterraneo.es/filesintranet/Metabolismo%20Energ%C3%A9tico.pdf>

metabolismo energético

<http://rochitafla.blogspot.com.es/2010/07/anabolismo-y-catabolismo.html>

<http://www.aula21.net/nutricion/lasnecesidenerg.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos81/aportes-energeticos-actividad-fisica/aportes-energeticos-actividad-fisica2.shtml>

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iespablocicasso/1999/articulos/articulo6.PDF>

[http://www.uco.es/master\\_nutricion/nb/Gonzalez%20deporte/energia.pdf](http://www.uco.es/master_nutricion/nb/Gonzalez%20deporte/energia.pdf)

<http://www.calotor.com/>

<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm#Contents> manual de nutrición de la FAO

<http://loquedicalcienciaparadelgazar.blogspot.com.es/2012/11/una-caloria-no-es-una-caloria-iv.html> gasto por el efecto térmico

<http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/577/594> termogénesis

<http://runnersconnect.net/running-training-articles/science-of-lactic-acid/> fatiga y ácido láctico

[www.fao.org/es/ESN/nutrition/requirements-pubs-en.stm](http://www.fao.org/es/ESN/nutrition/requirements-pubs-en.stm)

<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/infnutrcrdess.html> gasto por crecimiento en niños

[http://www.medbio.info/Horn/Body%20Energy/body\\_energy.htm](http://www.medbio.info/Horn/Body%20Energy/body_energy.htm) english

<http://www.sport-fitness-advisor.com/lactic-acid.html> english