

# Equilibrio energético; regulación prandial; obesidad y ayuno; vitaminas y minerales

La estabilidad prolongada del peso y de la composición orgánica exige un equilibrio entre el aporte y el gasto energéticos.

Si una persona se sobrealimenta y el aporte energético excede de forma continua el gasto, casi todo el exceso se deposita en forma de grasa, con lo que aumenta el peso corporal; al contrario, si el aporte de energía no basta para satisfacer las demandas metabólicas del organismo, se pierde masa corporal y aparece un estado de inanición.



**Regulación de la ingestión de alimentos y la conservación de energía**

El exceso de energía se deposita sobre todo como grasa, mientras que un aporte energético deficiente provoca una pérdida de la masa corporal total hasta que bien el consumo energético acaba por igualar el aporte o bien la persona fallece.

Pese a la enorme variabilidad en los depósitos energéticos (es decir, masa adiposa) de las diferentes personas, es imprescindible un aporte energético suficiente y mantenido para sobrevivir. Por eso, el organismo dispone de poderosos sistemas de regulación fisiológica que ayudan a mantener un aporte energético adecuado



**Los centros nerviosos regulan la ingestión de alimentos**

La sensación de hambre se asocia con un deseo imperioso de alimentos y otros efectos fisiológicos, como contracciones rítmicas del estómago y agitación que impulsan la búsqueda del alimento.

El apetito es el deseo de alimento, a menudo muy concreto, y ayuda a determinar la calidad de la alimentación.



**El hipotálamo aloja los centros del hambre y de la saciedad**

Los núcleos laterales del hipotálamo actúan como centro de la alimentación, porque cuando se estimulan excitan un apetito voraz (hiperfagia).

Por el contrario, la destrucción del hipotálamo lateral anula el deseo de alimento y propicia una inanición progresiva, estado caracterizado por un adelgazamiento notable, debilidad muscular y metabolismo reducido.

El centro hipotalámico lateral de la alimentación emite los impulsos motores para la búsqueda de alimento.

## ESTIMULACION

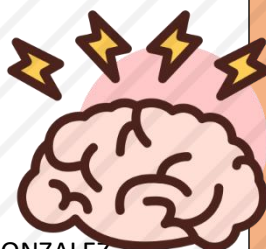
El hipotálamo recibe: 1) señales nerviosas del tubo digestivo que portan información sensitiva acerca del llenado gástrico

2) señales químicas de los nutrientes de la sangre (glucosa, aminoácidos y ácidos grasos) que indican la saciedad

3) señales de las hormonas gastrointestinales

4) señales de las hormonas liberadas por el tejido adiposo

5) señales de la corteza cerebral (visión, olfato y gusto) que modifican la conducta alimentaria



# Neuronas y neurotransmisores del hipotálamo que estimulan o inhiben la alimentación



1) las neuronas proopiomelanocortina (POMC) que producen la hormona estimulante  $\alpha$  de los melanocitos ( $\alpha$ -MSH) junto con el transcrito relacionado con la cocaína y la amfetamina (CART),

2) las neuronas que producen las sustancias

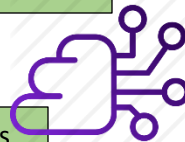
orexígenas neuropéptido Y (NPY) y proteína relacionada con agutí (AGRP)

Las neuronas POMC liberan  $\alpha$ -MSH que, a su vez, actúa sobre los receptores melanocortínicos situados sobre todo en las neuronas de los núcleos paraventriculares. Pese a que se conocen, como mínimo, cinco subtipos de receptores melanocortínicos (MCR), los más importantes en la regulación de la ingesta y del equilibrio energético son MCR-3 y MCR-

4. La activación de estos receptores disminuye la ingesta, mientras que

El AGRP liberado desde las neuronas orexígenas del hipotálamo es un antagonista natural de MCR-3 y MCR-4 y probablemente aumenta la ingesta al suprimir los efectos estimuladores de los receptores melanocortínicos de la  $\alpha$ -MSH

No está todavía clara la función del AGRP en la regulación fisiológica normal de la ingesta, pero su formación excesiva en ratones y seres humanos, motivada por mutaciones génicas, se asocia a un aumento en la ingestión de alimento y a obesidad.



## Regulación inmediata de la ingestión alimentaria

### Regulación térmica y consumo de alimentos

Un animal expuesto al frío tiende a alimentarse más y, si se expone al calor, reduce la ingesta calórica. Este fenómeno se debe a la interacción entre los sistemas reguladores de la temperatura y de la alimentación dentro del hipotálamo

La estimulación de los receptores de leptina de estos núcleos hipotalámicos pone en marcha multitud de acciones que reducen el depósito de la grasa, como:

- 1) menor producción por el hipotálamo de sustancias estimuladoras del apetito, como NPY y AGR
- 2) activación de las neuronas POMC con liberación de  $\alpha$ -MSH y activación de los receptores de melanocortina
- 3) mayor producción por el hipotálamo de sustancias, como la hormona liberadora de corticotropina, que reducen la ingestión de alimentos
- 4) hiperactividad simpática (a través de las proyecciones neurales del hipotálamo hacia los centros vasomotores), que aumenta la tasa metabólica y el consumo energético,

# ENERGIA Y METABOLISMO

La cantidad de energía de cada enlace, liberado por descomposición del ATP, basta para inducir casi cualquier reacción química en el organismo si se logra una transferencia adecuada de la energía. Algunas reacciones químicas, que precisan energía del ATP, solo consumen unos pocos cientos de las 12.000 calorías disponibles y el resto se disipa en forma de calor



**ATP**

El ATP se genera por la combustión de los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas

En los capítulos anteriores se comentó la transferencia de energía desde los diversos alimentos al ATP.

De manera resumida, el ATP se genera a partir de los siguientes procesos:

1. La combustión de los hidratos de carbono, en particular la glucosa, pero también cantidades menores de otros azúcares como la fructosa; esta combustión sucede en el citoplasma de la célula a través de la glucólisis anaerobia y en la mitocondria a través del ciclo aerobio del ácido cítrico (Krebs).
2. La combustión de los ácidos grasos por  $\beta$ -oxidación en la mitocondria celular.
3. La combustión de las proteínas, que exige la hidrólisis hacia los componentes aminoácidos y la descomposición de estos hacia compuestos intermedios del ciclo del ácido cítrico y, por último, a acetil coenzima A y dióxido de carbono.

## El ATP provee la energía para la contracción muscular

El músculo no se contraería sin la energía del ATP. La miosina, una de las proteínas contráctiles importantes de la fibra muscular, actúa como enzima que descompone el ATP en difosfato de adenosina (ADP) y libera, en consecuencia, la energía necesaria para la contracción.

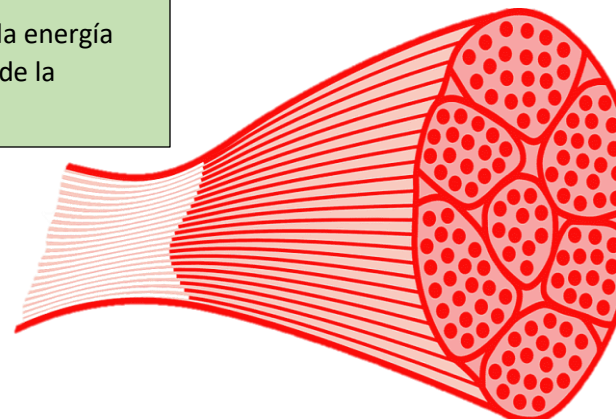
En condiciones normales, cuando el músculo no se contrae, apenas se descompone el ATP

## El ATP provee la energía para la secreción glandular

Los principios que rigen para la secreción glandular son los mismos que para la absorción de las sustancias contra un gradiente de concentración, puesto que se requiere energía para concentrar las sustancias secretadas por las células glandulares

## El ATP provee la energía para la conducción nerviosa

La energía empleada durante la propagación de un impulso nervioso deriva de la energía potencial almacenada en forma de diferencias de concentración iónica a través de la membrana de las neuronas

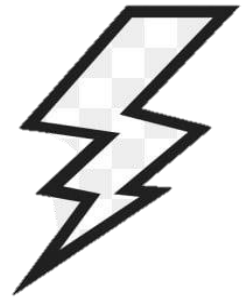


# ENERGIA

## Energía anaeróbica frente a aeróbica

La energía anaeróbica es la derivada de los alimentos sin el consumo simultáneo de oxígeno; la energía aeróbica es la procedente de los alimentos a través del metabolismo oxidativo.

Sin embargo, los hidratos de carbono son los únicos alimentos importantes que aportan energía sin recurrir necesariamente al oxígeno



## Energía anaeróbica durante la hipoxia

Uno de los mejores ejemplos de utilización anaerobia de la energía se encuentra en la hipoxia aguda. Si una persona deja de respirar, retiene una pequeña cantidad de oxígeno en los pulmones y otra cantidad adicional en la hemoglobina de la sangre. Este oxígeno basta para conservar la función metabólica durante solo 2 min



## Energía para procesar los alimentos o efecto termógeno de los alimentos

Después de ingerir una comida, la tasa metabólica aumenta como consecuencia de las distintas reacciones químicas que acompañan a la digestión, absorción y almacenamiento de los alimentos entro del organismo. Este aumento es el denominado efecto termógeno de los alimentos, puesto que se requiere energía para estos procesos y se genera calor.

## Energía consumida para la termogenia sin escalofríos: importancia de la estimulación simpática

Pese a que el trabajo físico y el efecto termógeno de los alimentos liberan calor, estos mecanismos no pretenden regular, en principio, la temperatura corporal. La tiritona supone un medio para generar calor basado en una mayor actividad muscular como respuesta al frío

Los recién nacidos poseen multitud de estos adipocitos pardos y la estimulación simpática máxima eleva el metabolismo de estos pequeños más de un 100%

La magnitud de este tipo de termogenia para los adultos, que apenas poseen grasa parda, representa probablemente menos del 15%, pero esta cifra podría aumentar de forma significativa tras la adaptación al frío

## El consumo adicional de oxígeno repone la deuda de oxígeno una vez terminado el ejercicio agotador

Después de una sesión agotadora de ejercicio, la persona empieza a respirar con dificultad y consume mucho oxígeno durante varios minutos o incluso hasta 1 h después. Este oxígeno adicional

se emplea para:

- 1) reconvertir el ácido láctico acumulado durante el ejercicio de nuevo en glucosa;
- 2) reconvertir el monofosfato de adenosina y el ADP en ATP
- 3) reconvertir la creatina y el fosfato en fosfocreatina
- 4) restablecer la concentración normal de oxígeno ligado a la hemoglobina y a la mioglobina
- 5) aumentar la concentración de oxígeno de los pulmones hasta su valor normal. Este consumo extra de oxígeno, después de acabado el ejercicio, se conoce como repago de la deuda de oxígeno

**BRYAN ALAIN MORALES GONZALEZ**