

# **Universidad del Sureste.**

**Campus Tuxtla Gutiérrez.**

**Iris Rubí Vázquez Ramírez.**

**Lic. En medicina humana.**

**Segundo semestre.**

**Metabolismo y nutrición.**

**Fisiología.**

**Dra. Magalli Guadalupe Escarpulli Siu.**

**Miércoles 26 de mayo del 2021.**

# metabolismo

y  
← NUTRICIÓN →

## 1- Reacciones metabólicas

El metabolismo designa todas las reacciones químicas que se producen en el cuerpo. Existen dos tipos de metabolismo: catabolismo y anabolismo.

Las reacciones químicas que degradan moléculas orgánicas complejas en compuestos más simples constituyen el catabolismo; las reacciones catabólicas son exergónicas, o sea que producen más energía que la que consumen y liberan la energía química almacenada en las moléculas orgánicas.

Las reacciones químicas que combinan moléculas simples y monómeros para formar los componentes estructurales y funcionales complejos del cuerpo constituyen en forma colectiva el anabolismo; las reacciones anabólicas son endergónicas, lo que implica que consumen más energía que la que producen. Las moléculas que participan con mayor frecuencia en el intercambio de energía.

# metabolismo

y

← INTEGRACIÓN →

en las células vivas es el ATP, que acopla reacciones catabólicas liberadoras de energía con reacciones anabólicas que consumen energía.

Las reacciones metabólicas se desarrollan de acuerdo con las enzimas activas en una célula en particular en un momento determinado, o incluso en un lugar determinado de la célula.

La molécula sintetizada en una reacción anabólica tiene una vida media limitada. Con algunas excepciones, la molécula termina degradándose y sus átomos constituyentes se reciclan en otras moléculas o se excretan fuera del cuerpo. El reciclado de moléculas biológicas tiene lugar continuamente en los tejidos vivos, con mayor rapidez en unos que en otros. Las células pueden reconstituirse molécula por molécula, o todo un tejido puede reconstituirse célula por célula.

## 2- Transferencia de energía

Varias reacciones catalíticas transfieren energía a los enlaces fosfato de "alta energía" del ATP. Dos aspectos importantes de la transferencia de energía son las reacciones de óxido-reducción y los mecanismos de generación de ATP.

La oxidación es la pérdida de electrones de un átomo o una molécula, lo que hace que disminuya su energía potencial. Como la mayor parte de las reacciones biológicas de oxidación implican la pérdida de átomo de hidrógeno, se denominan reacciones de deshidrogenación.

La reducción es la reacción opuesta a la oxidación, que es el agregado de electrones a una molécula. El resultado es un aumento de la energía potencial de la molécula.

Las reacciones de oxidación y reducción siempre están acopladas; cada vez que una sustancia se oxida, otra se reduce simultáneamente. Estas reacciones acopladas se denominan reacciones de óxido-reducción o redox.

Un elemento importante que se debe recordar acerca de las reacciones de óxido-reducción es que la oxidación suele ser una reacción exergónica. Las células usan reacciones bioquímicas complejas por múltiples pasos para liberar energía de compuestos ricos en energía muy reducidos a compuestos muy oxidados con menor energía.

Por último, parte de la energía se captura al transferirse al ATP, que luego sirve como fuente de energía para las reacciones que la requieren dentro de la célula.

Por otra parte, la energía liberada durante las reacciones de oxidación queda dentro de la célula cuando se forma ATP.

En síntesis un grupo de fosfato P se une con el ADP para formar ATP, con aporte de energía. Los dos enlaces de fosfato de alta energía que pueden utilizarse para transferir energía.

El enlace de alta energía que une el 3er grupo de fosfato contiene la energía almacenada en esta reacción. El agregado de un grupo fosfato a la molécula, llamado fosforilación, aumenta su energía potencial.

Se ocupan tres mecanismos de fosforilación para generar ATP: 1) fosforilación de sustrato, 2) fosforilación oxidativa y 3) fotofosforilación.

### 3. Metabolismo de los hidratos de carbono.

Tanto los polisacáridos como los disacáridos se hidrolizan para obtener los monosacáridos glucosa, fructosa y galactosa durante la digestión de los hidratos de carbono. Los hepatocitos convierten la mayoría de las células de la fructosa remanente y casi toda la galactosa en glucosa. Por lo tanto, el metabolismo de los hidratos de carbono es el metabolismo de la glucosa.

Los sistemas de retroalimentación negativa mantienen la glucemia en una concentración aproximada de  $90 \text{ mg/100 mL}$  de plasma, de manera que en condiciones normales siempre hay un total de 2 a 3 g de glucosa en la sangre.  
La utilización de la glucosa depende de los requerimientos celulares:

- **Producción de ATP:** la glucosa se oxida para producir ATP. La glucosa que no se necesita para la producción de ATP ingresa a alguna vía metabólica restante.
- **Síntesis de aminoácidos:** Las células de todo el cuerpo pueden usar glucosa para formar aminoácidos, que luego pueden formar parte de las proteínas.
- **Síntesis de glucógeno:** Los hepatocitos y las fibras musculares pueden llevar a cabo la glucógenoogénesis, por la cual cientos de monómeros de glucosa se combinan para formar el polisacárido glucógeno.
- **Síntesis de triglicéridos:** cuando las áreas del almacenamiento de glucógeno están llenas, los hepatocitos pueden transformar la glucosa en glicerol y ácidos grasos que participan en la lipogénesis.

La oxidación de la glucosa para generar ATP también se denomina respiración celular e incluye la glucólisis, la formación de acetil coenzima A, el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones. Aunque la mayoría de la glucosa corporal se cataboliza para generar ATP, esta molécula puede participar en varias reacciones metabólicas o sintetizarse en diversas reacciones anabólicas. Una de estas reacciones es la síntesis de glucógeno, y otra la síntesis de nuevas moléculas de glucosa a partir de algunos de los productos de la degradación de las proteínas y los lípidos. Si la glucosa no se requiere de inmediato para la producción de ATP, se combina con muchas otras moléculas de glucosa para formar glucógeno. La hormona de las fibras musculares esqueléticas para que lleven a cabo la glucogenogénesis. Durante la glucogenogénesis, la glucosa primero se fosforila a glucosa 6-fosfato por la acción de la hexoquinasa que se convierte en glucosa 1-fosfato, luego en UDP-glucosa 1-fosfato y por último en glucógeno. El doblamiento de glucógeno en subunidades de glucosa se denomina glucogenólisis y comienza con la separación de las moléculas de glucosa del glucógeno ramificado.

Scribe

y su fosforilación para formar glucosa 1-fosfato. La fosforilasa, enzima que cataliza esta reacción, se activa en presencia de glucagón, secretado por las células  $\alpha$  del páncreas, y de adrenalina, procedente de la médula suprarrenal. A continuación, la glucosa 1-fosfato se convierte en glucosa 6-fosfato y, por último, en glucosa, que abandona los hepatocitos a través de transportadores de glucosa (GLUT) en la membrana plasmática. No obstante, las moléculas de glucosa y las células musculares esqueléticas carecen de fosfatasa, que es la enzima que convierte la glucosa 6-fosfato en glucosa.

#### 4- Metabolismo de los lípidos.

La mayoría de los lípidos son moléculas polares, por lo tanto, son hidrófobas. Para ser transportados en la sangre, primero deben aumentar su hidrosolubilidad, mediante la combinación de proteínas formadas en el hígado y el intestino. En consecuencia, estas combinaciones de lípidos y proteínas se denominan lipoproteínas.

Las proteínas de la cubierta externa se llaman apoproteínas (apo) y se designan con las letras A, B, C, D y E, además de un número. No solo solubilizan las lipoproteínas en los líquidos corporales, sino que además cada apoproteína cumplen



funciones especiales, pero todas son, en esencia, vehículos de transporte, ya que movilizan y recogen lípidos para que estén disponibles cuando las células lo necesitan y, a la inversa, los retiran de la circulación cuando estas ya no los necesitan.

Las cuatro clases principales de lipoproteínas son los quilomicrones, las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y las lipoproteínas de alta densidad (HDL).

Los quilomicrones, que se forman en la mucosa de las células epiteliales del intestino delgado, transportan lípidos de la dieta al tejido adiposo para su almacenamiento.

Los quilomicrones ingresan en los vasos linfáticos de las vellosidades intestinales y se transportan a través de la linfa hacia la sangre venosa y luego, hacia la circulación sistémica. Su presencia le da al plasma un aspecto lechoso pero estas moléculas permanecen en la sangre solo unos minutos.

A medida que circulan a través de los capilares del tejido adiposo, una de sus apoproteínas, la apo-C2, activa la lipoproteínasa endotelial, una enzima que separa los ácidos grasos del triglicérido de los quilomicrones. Los ácidos grasos liberan en los adipocitos para la síntesis y el almacenamiento de los triglicéridos.

y por las células musculares, para la producción de ATP. los hepatocitos eliminan los remanentes de los quilomicrones de la sangre por endocitosis mediada por receptores, en la cual otra apoproteína de un quilomicrón, la apo E, es la proteína de unión.

Las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), que se forman en los hepatocitos, contienen sobre todo lípidos endógenos, y transportan triglicéridos sintetizados en los hepatocitos para su almacenamiento en los adipocitos.

Las VLDL permiten triglicéridos a medida que su apo C-2 activa la lipoproteína endotelial, y los ácidos grasos resultantes se incorporan en los adipocitos para su almacenamiento y en las células musculares para la producción de ATP. A medida que depositan parte de los triglicéridos en las células adiposas, las VLDL se convierten en LDL. Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) transportan cerca del 75% del colesterol sanguíneo y lo transfieren a las células para su uso en la reparación de las membranas y la síntesis de hormonas esteroideas y sales biliares. Las LDL contienen solo proteína apo B100, que se unen a los receptores LDL, en la membrana plasmática y permite que la LDL pueda ingresar a las células por endocitosis mediada por receptores.

Dentro de las células, la LDL se degrada, y el colesterol se libera para ser utilizado, según las necesidades celulares. Una vez que la célula tiene suficiente colesterol para sus actividades, un sistema de retroalimentación negativa inhibe la síntesis celular de nuevos receptores de LDL.

Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) eliminan el exceso de colesterol en la célula y la sangre y lo transporta hacia el hígado para su eliminación. Un alto nivel de HDL se asocia con una disminución del riesgo de enfermedad coronaria.

### 5- Metabolismo de las proteínas.

Durante la digestión, las proteínas se desdoblán en aminoácidos. Las proteínas no se depositan en un tejido como reserva para su uso del futuro. Los aminoácidos se oxidan para producir ATP o se utilizan para la síntesis de nuevas proteínas destinadas al crecimiento y la reparación del cuerpo. El exceso de aminoácidos en la dieta no se excreta en la orina ni, con las heces, sino que se convierte en glucosa o en triglicéridos.

Luego de la digestión, los aminoácidos se reensamblan para formar proteínas. Muchas proteínas funcionan como enzimas, otras intervienen en el transporte o se desempeñan como anticuerpos, factores

de la coagulación, hormonas o elementos contractiles en las fibras musculares. Varias proteínas sirven como componentes estructurales del cuerpo. Los hepatocitos convierten algunos aminoácidos en ácidos grasos, cuerpos cetónicos o glucosa. Las células de todo el cuerpo oxidan una pequeña cantidad de aminoácidos para generar ATP, a través del ciclo de Krebs y de la cadena de transporte de electrones. Sin embargo, antes de que los aminoácidos se oxiden, primero deben convertirse en moléculas que intervengan en el ciclo de Krebs o que puedan ingresar en él, como acetil CoA. Antes de entrar en el ciclo de Krebs, los aminoácidos deben perder su grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) mediante la desaminación que se desarrolla en los hepatocitos y produce amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Luego las células hepáticas convierten el amoníaco en urea.

Por otro lado, el anabolismo de la proteína consiste en la formación de uniones peptídicas entre los aminoácidos para producir nuevas proteínas, se produce en los ribosomas en casi todas las células del cuerpo, regulando por el ADN y el ARN de las células.

De los 20 aminoácidos que hay en el cuerpo, 10 son esenciales, es decir que deben estar presentes en la dieta, y 9

que no pueden sintetizarse en cantidades adecuadas en el cuerpo. Los seres humanos no son capaces de sintetizar isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. Y solo sintetizan arginina e histidina en cantidades insuficientes, sobre todo en la infancia. Las proteínas completas contienen una cantidad suficiente de aminoácidos esenciales.

Las proteínas incompletas no contienen todos los aminoácidos esenciales, como los vegetales de hojas verdes, las legumbres y los cereales.

### 6. Moléculas clave en los cruces metabólicos.

Existen diferentes sustancias químicas en la célula, 3 moléculas, la glucosa 6-fosfato, el ácido pirúvico y la acetil coenzima A, desempeñan una función central en el metabolismo.

Poco después de que la glucosa ingresa en la célula, una enzima la convierte en glucosa 6-fosfato, que puede tener 4 destinos posibles: 1) la síntesis de glucógeno, 2) la liberación de la glucosa a la circulación sanguínea, 3) la síntesis de ácidos nucleicos, 4) la glucólisis.

Cada molécula de 6 carbonos de glucosa produce 2 moléculas de 3 carbonos de ácido pirúvico, a través del proceso de glucólisis. Al igual que la glucosa 6-fos-

Además, el ácido pirúvico se encuentra en un cruce metabólico. Si existe suficiente oxígeno, pueden desarrollarse las reacciones aeróbicas de la respiración celular, mientras que si el aporte de oxígeno es poco, se producen reacciones anaeróbicas: 1) producción de ácido láctico, 2) producción de alanina, 3) gluconeogénesis.

Cuando las células tienen un bajo nivel de ATP, pero suficiente cantidad de oxígeno, la mayor parte del ácido pirúvico se deriva hacia las reacciones que sintetizan ATP, como el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones, mediante la conversión en acetil coenzima A.

### 7: Adaptaciones metabólicas

La regulación de las reacciones metabólicas depende tanto del ambiente químico dentro de la célula del cuerpo como de los niveles de ATP y oxígeno y de las señales de los sustratos y endocrino. Algunos aspectos del metabolismo dependen del tiempo de transporte de la última comida. Durante el estado de absorción, los nutrientes ingeridos ingresan en la circulación sanguínea y la glucosa está disponible para la producción de ATP. Durante el estado de posabsorción, finaliza la absorción de nutrientes en el tubo digestivo y los requerimientos energéticos deben satisfacerse con los combustibles presentes en el cuerpo.

Como el SN y los enterocitos siguen dependiendo de la glucosa para la producción de ATP en el estado de posabsorción, resulta fundamentalmente mantener niveles normales de glucemia durante este período. Las hormonas son los principales reguladores del metabolismo en cada estado.

Los efectos de la insulina predominan en el estado de absorción; otras hormonas regulan el metabolismo en el estado de posabsorción. Durante el ayuno y la inanición, muchas células corporales recurren a los cuerpos cetónicos para la producción de ATP.

### 8- Calor y balance energético

El cuerpo produce más o menos calor según la velocidad de sus reacciones metabólicas.

El calor es una forma de energía que se mide como temperatura y se expresa en calorías. Una caloría (cal) se define como la cantidad de calor requerido para elevar la temperatura del 1 gramo de agua  $1^{\circ}\text{C}$ . Como la caloría es una unidad pequeña con frecuencia se usa la kilocaloría (kcal) o Caloría (Ca) para medir el índice metabólico corporal y para expresar la energía contenida en los alimentos. Una kilocaloría es igual a 1000 calorías.

Dado que hay muchos factores que alteran el IMB, se mide en condiciones estándares

con el cuerpo en reposo, en estado de tranquilidad y en ayunas, lo que se conoce en estado basal. La forma más común de determinar el IMB es a través de la medición de la cantidad de oxígeno usada por cada kilocaloría de alimento metabolizado.

Las calorías adicionales necesarias para sostener las actividades cotidianas, como la digestión y la marcha, oscila entre 500 cal para una persona de complexión pequeña y relativamente sedentaria, y más de 3000 cal para un individuo que se entrena para un deporte olímpico o para el montañismo.

#### 9 - Nutrición.

Los nutrientes son sustancias químicas de los alimentos que las células usan para su crecimiento, su mantenimiento y su reparación. Los seis tipos principales de nutrientes son el agua, los hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas, los minerales y las vitaminas. Como componente más abundante del cuerpo, el agua proporciona el medio en el cual se desarrollan casi todas las reacciones metabólicas y también participa en otras reacciones.

Tres nutrientes orgánicos, los hidratos de carbono, los lípidos y las proteínas, suministran la energía necesaria para las reacciones metabólicas y sirven como ladrillos para construir.

Algunos minerales y muchas vitaminas son



Componentes de los sistemas enzimáticos que catalizan reacciones metabólicas. Los nutrientes esenciales son moléculas específicas que el cuerpo no puede reproducir en cantidades suficientes, por lo que deben obtenerse de la dieta. Algunos aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales son nutrientes esenciales.

Cada gramo de proteínas o de hidratos de carbono en los alimentos aporta alrededor de 4 calorías, un gramo de grasa rinde unas 9 calorías.

Muchos expertos recomiendan la siguiente distribución: 50-60% de hidratos de carbono, con menos de 15% de azúcares simples, menos de 30% de lípidos, con no más de 40% de grasa saturada y al rededor de 12-15% de proteínas.

Los minerales son sustancias inorgánicas naturales de la corteza terrestre. En el cuerpo se presentan combinados entre sí o con otros componentes orgánicos, o como iones en solución.

Los minerales con funciones conocidas en el cuerpo son el calcio, el fósforo, el potasio, el azufre, el sodio, el cloro, el magnesio, el hierro, el yoduro, el manganeso, el cobre, el cobalto, el zinc, el flúor, el selenio y el cromo. El cuerpo suele utilizar la forma iónica de los minerales, en lugar de la forma no ionizada.

Se debe asegurar la ingestión de alimentos que aporten suficiente calcio, fósforo, hierro y yodo. El exceso de la mayor parte de los minerales se excreta en la orina y las heces.

El calcio y el fósforo forman parte de la matriz del hueso. Como los minerales no constituyen compuestos de cadena larga, no son adecuados para la construcción de estructuras. Una función importante de los minerales es la de intervenir en las reacciones enzimáticas.

El magnesio también sirve como catalizador de la conversión de ADP en ATP. El sodio y el fósforo participan de sistemas amortiguadores, que contribuye al control del pH de los líquidos corporales. El sodio también participa en la regulación de la ósmosis del agua y, junto con otros iones, intervienen en la generación de impulsos nerviosos.

Las vitaminas son nutrientes orgánicos requeridos en pequeñas cantidades para mantener el crecimiento y el metabolismo normal. No proporcionan energía ni sirven para construir estructuras corporales.

La mayor parte de las vitaminas no se pueden sintetizar en el cuerpo y debe ingerirse con los alimentos. Algunas, como la vitamina K, son producidas por bacterias presentes en el tubo digestivo y luego se absorben. El cuerpo puede ensamblar algunas

vitaminas a los nutrientes que la componen, denominados provitaminas, están disponibles. Las vitaminas se dividen en liposolubles e hidrosolubles. Las vitaminas liposolubles, A, D, E y K se absorben junto con otros lípidos de la dieta en el intestino delgado y se empaquetan en los quilomicrones. Estas vitaminas no pueden absorberse en cantidades adecuadas, a menos que se ingieran con otros lípidos. Las vitaminas liposolubles se pueden almacenar en células, en particular en los hepatocitos. Las vitaminas hidrosolubles, como las del grupo B y vitamina C, se disuelven en los líquidos corporales. El exceso de estas vitaminas no se almacenan, sino que se excretan en la orina.