

METABOLISMO CELULAR – TEMA 4

Conjunto de reacciones bioquímicas y procesos energéticos que ocurren en la célula, que incluyen una enorme diversidad de conversiones moleculares.

QUÉ ES EL CATABOLISMO

https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=EEP09Y8jM4A

1. ¿Cuál es el objetivo del catabolismo?

Degradar moléculas complejas, ricas en energía, para obtener energía propia disponible y realizar las funciones necesarias para la vida, así como reserva energética.

2. “Las reacciones de catabolismo son exclusivamente oxidaciones”.

¿Es cierta esta afirmación?

No. Las reacciones del catabolismo incluyen oxidaciones y reducciones:

Almidón (macromolécula) -----> Glucosa (molécula) oxidación

ADP (poca energía) -----> ATP (muchísima energía) reducción

3. “Las reacciones catabólicas son exotérmicas”. ¿Es esto cierto?

Sí: las reacciones catabólicas liberan energía, que es usada o almacenada por las células.

QUÉ ES EL ANABOLISMO

<https://www.youtube.com/watch?v=MVs7-oNzGgI>

1. ¿Cuál es el objetivo del anabolismo?

Crear nuevas estructuras celulares y reserva energética desde moléculas sencillas y poco energéticas.

Consumen la energía obtenida durante el catabolismo, en forma de ATP y poder reductor (NADH, NADPH₂, FADH₂)

2. “Las reacciones de anabolismo son exclusivamente reducciones”.

¿Es cierta esta afirmación?

No. Las reacciones del anabolismo incluyen oxidaciones y reducciones:

Glucosa (molécula) -----> Glucógeno (macromolécula) reducción

ATP (muchísima energía) -----> ADP (poca energía) oxidación

3. “La glucólisis es una ruta anabólica”. ¿Es cierto?

No: la glucólisis es una ruta catabólica que degrada la glucosa a dos ácidos pirúvicos, que seguirán consumiéndose para obtener más energía. Ejemplos de rutas anabólicas son la fotosíntesis (las plantas crean su propia estructura a partir de moléculas precursoras simples y poco energéticas (CO₂); o la glucogenogénesis (creación de reservas energéticas de la célula en forma de glucógeno).

DIFERENCIAS ENTRE CATABOLISMO Y ANABOLISMO

<https://www.youtube.com/watch?v=nqkdbvBQ7k>

1. Pon un ejemplo de ruta anabólica y otro de ruta catabólica.

Anabolismo: Glucogenogénesis (formación de glucógeno) , fotosíntesis (formación de glucosa) . -

Catabolismo: glucólisis (degradación de glucosa), ciclo de Krebs (degradación del ácido pirúvico)

2. ¿Son rutas totalmente bidireccionales, puedo obtener de todo desde cualquier precursor o producto final?

No. Hay puntos de regulación, como en la glucólisis: la glucosa, una vez se transforma en glucosa -6 fosfato, no puede volver a ser glucosa, porque en el enzima hexoquinasa funciona en una única dirección. Los seres humanos tampoco podemos crear glucosa desde CO₂, como hacen las plantas, así que no puedo usar un producto final (se volverá un producto de excreción, no vuelve a vías anabólicas).

3. Esta mañana, cuando me levanté almorcé un plátano y salí a correr. ¿Qué ha sucedido a nivel de metabolismo en mi cuerpo?

El plátano contiene fructosa, que será degradada en la glicólisis en ácido pirúvico. El ácido pirúvico, pasado por el ciclo de Krebs, producirá más poder reductor que será usado en la fosforilación oxidativa para producir ATP. Este ATP será usado por las células de mi cuerpo durante la carrera, proveyéndolas de energía.

ENZIMAS: NOMBRES Y FUNCIONES

<https://www.youtube.com/watch?v=ckv10T41fJc>

1. Encuentra un ejemplo distinto del vídeo para cada grupo de enzimas.

Óxido-reductasas -Citocromo C oxidasa: complejo IV cadena de electrones. El último paso: se oxida, dando sus electrones al oxígeno, que se reduce a agua.

Transferasas -Acetil-Coenzima A acetiltransferasa (o tiolasa): cataliza la conversión de dos unidades de acetil-CoA en acetoacetil-CoA

Hidrolasas -Pepsina: rompe enlaces peptídicos durante la digestión.

Isomerasas -Fosfoglucosaisomerasa: conversión de glucosa-6fosfato a fructosa-6fosfato.

Liasas -Aldolasa. Rompe la fructosa-1,6-bisfosfato en dos triosas, dihidroxiacetona fosfato y gliceraldehído 3-fosfato.

Ligasas -ATP sintetasa: creación de ATP ligando ADP a Pi

CATABOLISMO DE ÁCIDOS GRASOS (GRASAS)

<https://www.youtube.com/watch?v=xyeG3-QITzo>

1. Todos los componentes del ácido graso se degradan por beta-oxidación. ¿Crees que esta afirmación es cierta?

No: la glicerina se degrada a glicerol 3-P y puede así entrar al final de la glucólisis en el catabolismo de carbohidratos.

2. ¿Cuál es el sustrato y cuál el producto principal?

Sustrato: ácido graso → Producto: Acetil CoA (beta oxidación) + Sustrato: Acetil CoA → CO₂ (ciclo de Krebs)

3. ¿Dónde se da?

En el citosol (beta oxidación) y en la mitocondria (ciclo de Krebs)

4. ¿Cuál es el balance energético?

Entre 50-90, según la cantidad de C que formen la cadena del ácido graso. En el caso de ácido palmítico (16C) sube a 131 ATP!

CATABOLISMO DE AMINOÁCIDOS (PROTEÍNAS)

<https://www.youtube.com/watch?v=814iHjpvHNE>

1. Haz un esquema con los 3 pasos principales del catabolismo de aminoácidos.

- 1. Desaminación y transaminación oxidativas.**
- 2. Ciclo de la urea**
- 3. Degradación del esqueleto carbonato como cetoácido (ácido pirúvico) en ciclo de Krebs**

2. ¿Cuáles son los sustratos y los productos de la transaminación?

Sustrato: Aminoácido N + α -cetoglutarato \rightarrow Producto: α facetoácido y el glutamato.

3. ¿Cuáles son los sustratos y los productos de la desaminación?

Sustrato: glutamato \rightarrow Producto: α -cetoglutarato + NADH + H+ ión NH_4^+ (va al ciclo de la urea)

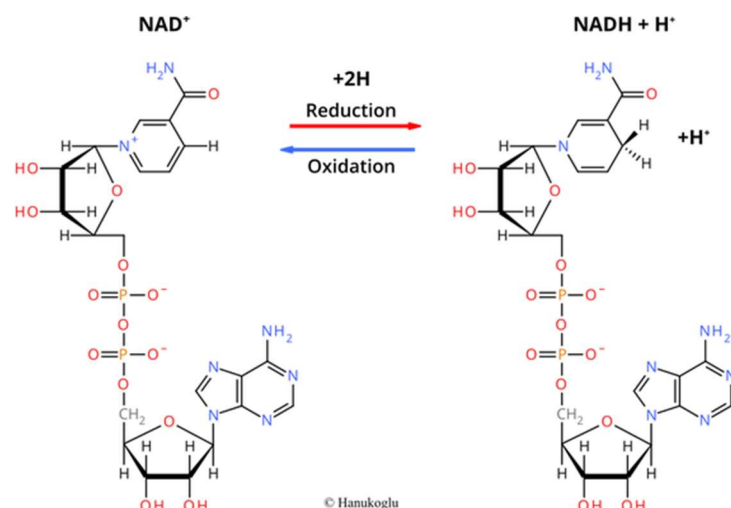
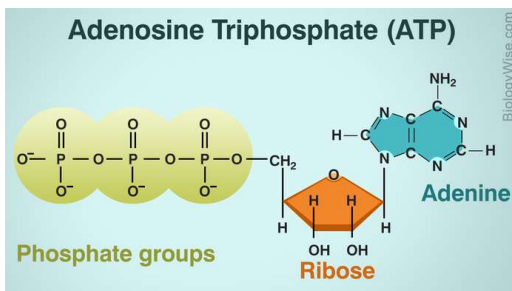
4. ¿Qué es la ruta de las pentosas fosfato?

Una ruta paralela a la glucólisis, en el que la glucosa se transforma en ribosa (precurso de ácidos nucleicos)

COENZIMAS ATP Y NADH

<https://www.youtube.com/watch?v=8qSW3NU8cjl>

1. Busca una imagen del ATP y otra del NADH. ¿De qué están formados?



2. ¿Qué tienen de distinto en su forma de almacenar el ATP y el NADH?

El ATP almacena la energía en enlaces fosfato: AMP (adenosina MONOfosfato, 1 fosfato), ADP (adenosina Difosfato, 2 fosfatos), ATP (adenosina TRIfosfato, 3 fosfatos). El NADH almacena energía transportando electrones, aceptando un protón ($\text{NAD}^+ \rightarrow \text{NADH}$ (protón + (electrón =energía))

3. ¿Por qué encuentro en los libros ADP y a veces ATP? O NAD^+ y otras NADH?

Porque ADP es la forma oxidada del ATP y ATP la reducida. Lo mismo con NAD^+ (oxidada) y NADH (reducida).

SÍNTESIS DE ATP

<https://www.youtube.com/watch?v=YARZPVtozHo>

1. ¿Qué es la fosforilación a nivel de sustrato?

Una molécula con mucha energía (glucosa) rompe sus enlaces y el ADP puede añadir esta energía liberada en forma de enlace de un grupo fosfato.

2. ¿Todo el ATP se sintetiza así?

No, también existe la Fosforilación oxidativa. Aquí el ATP procede del paso de protones a través del enzima ATP-sintasa (o ATP-sintetasa). Esto sucede en crestas mitocondriales (mitocondrias) y tilacoides.

3. ¿Dónde se encuentra el ATP?

La mayoría en el citosol, disuelto, y también en mitocondrias y tilacoides

CATABOLISMO: RESPIRACIÓN CELULAR

<https://www.youtube.com/watch?v=ChOk8HawUOA>

1. Sin oxígeno moriríamos inmediatamente, porque todo nuestro metabolismo es aerobio. ¿Es esto cierto?

No, no hay que confundir la respiración pulmonar con la respiración celular. Gracias a la obtención de oxígeno a partir del aire que entra en nuestros pulmones (respiración pulmonar), nuestras células obtienen oxígeno que les permite oxidar completamente las moléculas que digiere. Pero si nos falta un poco de oxígeno, tenemos metabolismo anaerobio, que puede suplir esta función por un tiempo, aunque no de manera eficaz ni por mucho. Nuestras células fermentan cuando no tienen suficiente oxígeno y degradan biomoléculas, como durante una clase de ejercicio intenso con mucho trabajo muscular, con gran consumo de oxígeno. Cuando fermentamos, la glucosa se convierte en ácido láctico y nosotros notamos las molestas "agujetas".

2. La respiración celular incluye siempre un último paso por la cadena respiratoria, y la fermentación solo a veces. ¿Es esto cierto?

No. La respiración celular se diferencia de la fermentación precisamente en que ella pasa por ese último paso, pero la fermentación no. Por eso la fermentación genera tan poca energía, aunque sirve para reciclar los coenzimas y que vuelvan a su forma oxidada.

3. Toda la respiración se da en el interior de mitocondrias. Las personas con trastornos mitocondriales no pueden sobrevivir. ¿Es esto cierto?

No. En las mitocondrias se da el ciclo de Krebs y la respiración celular. Las personas con mitocondrias deficientes pueden degradar biomoléculas a través de la fermentación, y si las mitocondrias funcionan un poco, también con respiración celular.

DIFERENCIAS ENTRE LA RESPIRACIÓN AEROBIA Y LA ANAEROBIA

<https://www.youtube.com/watch?v=X5tNrv2UQrY>

1. La respiración celular implica el paso por la cadena de electrones. ¿Quién será el aceptor terminal en una ruta anaerobia?

Anaerobia = aceptor orgánico.

Ej: ácido pirúvico, que se transforma en ácido láctico.

¿Y en una ruta aerobia?

Aerobia = aceptor inorgánico.

Ej: O₂, NO₃

2. ¿Qué productos se liberan al medio tras la respiración?

Anaerobia: N₂ (del NO₃), H₂S (del SO₄)

Aerobia: H₂O

3. ¿Cuál es la importancia de que existan organismos de ambos tipos?

Que entre ambos consiguen que el ciclo de la materia siga, ya que cada tipo usa moléculas de distintos ciclos (del N, del O, del S,) para transformarlas en moléculas que serán útiles para otros organismos.

4. ¿Dónde se realiza la respiración celular de cada tipo? ¿Cómo obtiene la célula la energía?

En el citosol y en las mitocondrias.

CATABOLISMO: LA FERMENTACIÓN

<https://www.youtube.com/watch?v=t1t3csRA5KQ>

1. ¿Cuál es la diferencia principal entre la fermentación y la respiración celular?

Que no incluye el paso por una cadena de electrones.

2. ¿Da buen rendimiento en términos energéticos?

No, tan solo produce 2 ATP por la degradación de glucosa a ácido pirúvico. La glicólisis es un paso fundamental de todo el catabolismo, tanto en procesos de respiración como en fermentación.

3. ¿Qué función cumple?

Degradar productos o moléculas más complejas en otras más sencillas con la intención de obtener energía.

Reoxidar el coenzima NADH a NAD⁺, para que no se bloquee la glicólisis. Aunque en rendimiento es de solo 2 ATP, peor sería no tener ni coenzimas para hacer el único paso del que dispongo para obtener energía...

4. ¿Dónde se realiza? Pon dos ejemplos de organismos que lo hagan.

En el citosol, exclusivamente. Lo realizan bacterias (yogurt) y levaduras (queso, vino).

DIFERENCIAS ENTRE LA RESPIRACIÓN Y LA FERMENTACIÓN

https://www.youtube.com/watch?v=xg4S_ww3dil

1. ¿Cuál es la diferencia principal entre la fermentación y la respiración celular?

Que la fermentación no incluye el paso por una cadena de electrones, como sucede con la respiración

2. ¿Cuál nos interesa más en términos de rendimiento energético?

La respiración: produce 38 ATPs (glicólisis + ciclo de Krebs + cadena respiratoria) VS los 2 ATPs conseguidos en la fermentación (glicólisis).

3. ¿Cómo se obtiene la energía en cada caso?

En la respiración celular, el ATP proviene de la fosforilación oxidativa de la cadena respiratoria, cuando los protones atraviesan la enzima ATP-sintasa. En la fermentación, el ATP proviene de una fosforilación a nivel de sustrato de un compuesto orgánico.

4. ¿Quién es el aceptor terminal de electrones y dónde se da el proceso?

En la respiración, el aceptor es una molécula inorgánica. Sucede en la mitocondria. En la fermentación, el aceptor es una molécula orgánica. Sucede en el citosol.

CATABOLISMO DE LA GLUCOSA: GLUCÓLISIS

https://www.youtube.com/watch?time_continue=13&v=qsQI2DRwFCY

1. ¿Cuál es el producto de la glucólisis?

2 ácidos pirúvicos + 2 ATP

2. ¿Dónde se da?

En el citosol de la célula.

3. ¿Cuál es el punto de regulación? ¿Qué significa esto??

El paso de glucosa a glucosa-6 fosfato. Este paso es irreversible y no puede volverse atrás, porque el enzima hexoquinasa solo funciona en una dirección de la reacción.

4. ¿Por qué si se producen 4 ATP el balance neto es solo de 2?

Porque se invierten 2 ATP para hacer una transformación y poder seguir la ruta.

CATABOLISMO DE LA GLUCOSA: CICLO DE KREBS

<https://www.youtube.com/watch?v=wAvPBlz6tOM>

1. ¿Cuál es el producto del ciclo de Krebs?

CO₂ + H₂O

2. ¿Dónde se da?

En la mitocondria

3. ¿Dónde se almacena la energía mayormente?

En poder reductor NADH y FADH₂

4. ¿Cuál es la molécula a la que se une el ácido pirúvico, una vez transformado en Acetil coA?

El ácido oxalacético (4C)

TRANSPORTE DE ELECTRONES Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

<https://www.youtube.com/watch?v=rDjOIR79rbM>

1. ¿De qué sirve el uso de citocromos oxidasas y reductasas?

Los protones almacenados en el poder reductor son bombeados desde la matriz hacia el espacio intermembranoso de la mitocondria, acumulándose allí.

2. ¿Por dónde se da el flujo de electrones?

Por la membrana mitocondrial interna.

3. ¿Por dónde se da el flujo de protones?

A través de la membrana mitocondrial interna, desde la matriz y hacia el espacio intermembranoso.

4. ¿Cuál es el aceptor final de electrones en la respiración celular aerobia, como la nuestra?

El oxígeno, que se reduce a agua.

5. ¿Cuál es la finalidad de esta cadena?

Obtener energía del poder reductor acumulado sobretodo durante el ciclo de Krebs, para conseguir más reserva energética para la célula en forma de ATP.

BALANCE GLOBAL DE LA RESPIRACIÓN CELULAR

https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=4ySxasUzEnk

1. ¿Cuál es el resultado de este proceso?

Obtener energía disponible para la célula en forma de ATP. Se generan 36-38 ATP

2. ¿Dónde se da?

En el citosol y en la mitocondria (eucariotas) o en el citosol (procariotas)

3. ¿Por qué a veces el rendimiento es de 36 y otras de 38 ATP?

En algunas células se gastan 2 NADH para entrar NADH a la mitocondria y que pueda ser usado en el ciclo de Krebs. Entonces se restan al balance total de 38 ATP generados y salen los 36 ATPs netos.

4. Se ha descubierto que personas que comen menos tienden a vivir más años. ¿Qué influencia puede tener en ello el metabolismo?

La cadena respiratoria (cadena de transporte de electrones) produce radicales libres de oxígeno, que son inestables y pueden hacer desestabilizar a otras moléculas. Por lo tanto sí que necesito obtener energía para mis funciones celulares, pero supone un desgaste excesivo para mi organismo comer continuamente, porque mis células estan activas y metabolizando continuamente y es fácil que se estropeen antes. Se la conoce como la "hipótesis del envejecimiento por estrés oxidativo"

BALANCE ENERGÉTICO DE LA FOTOSÍNTESIS: ANABOLISMO

<https://www.youtube.com/watch?v=1vtWXUmMJY0>

1. Escribe el balance energético de la fotosíntesis.

$\text{CO}_2 + 18 \text{ ATP} + 12 \text{ NADPH} + 12 \text{ H}^+ + \text{luz} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 18 \text{ ADP} + 18 \text{ fosfatos inorgánicos} + 12 \text{ NAD}^+ + \text{O}_2$

2. ¿Dónde se da?

Gracias a la membrana de los tilacoides, donde está el aparato fotosintético, se produce un bombeo de protones que se acumulan en el lumen tilacoidal, y al salir hacia el estroma fosforilan ADP, obteniendo ATP que se almacena en el estroma.

3. ¿De dónde proviene el oxígeno que se libera al aire?

Del H₂O. Es falso pensar que viene del CO₂, ya que el oxígeno se desprende durante la fase luminosa (día) y no durante la oscura (noche). Durante la noche las plantas respiración como nosotros, consumiendo oxígeno.

4. ¿Qué pasaría si dejáramos a una planta en una habitación a oscuras durante 3 días?

Se quedaría mustia, porque no podría obtener su alimento. Por más tiempo podría ponerse más pálida y detener su crecimiento; incluso degradar su propia estructura si nota ausencia de nutrientes

FASE LUMINOSA DE LA FOTOSÍNTESIS

<https://www.youtube.com/watch?v=ygLaARai5CE>

1. ¿Qué molécula capta la energía lumínica?

La clorofila.

2. ¿Qué sucede en esta fase?

La energía solar es transformada en los fotosistemas a energía química. Se produce una cadena de transporte de electrones, que causa a su vez el movimiento de protones. De esa manera genera NADPH y ATP

3. ¿Por qué las plantas necesitan agua para sobrevivir?

Porque el agua cede sus 2 electrones a la clorofila, al hidrolizarse, y así la clorofila vuelve a su estado de energía basal. Cuando una clorofila se excita por ser impactada por fotones (luz solar), suelta 2 de sus electrones y se queda vacía (e inestable). Necesitan agua para cerrar el ciclo.

4. ¿A qué otra vía te recuerda la etapa luminosa de la fotosíntesis?

Durante la fase luminosa se produce la fosforilación del ATP. Es muy parecida a la fosforilación oxidativa propia de organismos quimiótrofos.

FASE OSCURA DE LA FOTOSÍNTESIS

<https://www.youtube.com/watch?v=uw69ISGQsGE>

1. "Esta reacción solo puede darse en la más completa oscuridad". ¿Qué crees?

No es cierto. Se llama así porque, a diferencia de la fase luminosa, SÍ puede darse en ausencia de luz.

2. ¿Dónde se realiza?

En el estroma (cloroplasto)

3. ¿Cuál es el sustrato y cual el producto principal? ¿Lo hace en una única etapa?

CO₂ → glucosa.

No, son 3:

1ro fija el CO₂,

2do lo reduce y

3ro regenera el intermediario ribulosa, para que empiece otro ciclo.

4. ¿Qué es el enzima Rubisco?

Ribulosa 1,5 bifosfato Carboxilasa-Oxigenasa , conocido abreviado como Rubisco, es el enzima encargado de fijar el CO₂ de la atmosfera. Está en el estroma del cloroplasto.

QUÉ ES LA FOTORRESPIRACIÓN

https://www.youtube.com/watch?v=U8jqAU7n1_8

1. ¿Qué es el proceso de fotorrespiración?

Es un proceso donde las plantas construyen su materia orgánica a partir de una molécula precursora de 4 carbonos, como el malato, en lugar de 3 carbonos como con el gliceraldehido-3 fosfato (ciclo de Calvin)

2. ¿Por qué algunas plantas lo realizan?

Es una adaptación a medios cálidos y secos, donde el enzima rubisco capta O₂ en lugar de CO₂ (actúa como oxidasa y no como carboxilasa). El enzima que participa en esta ruta es el PEP o fosfoenolpiruvato, con más afinidad por el CO₂ que el enzima Rubisco.

3. ¿Qué células intervienen?

Las células del mesófilo tienen el enzima PEP, que fija el CO₂ en forma de malato o aspartato. Las células de la vaina pueden reconocer el malato o aspartato e introducirlo como CO₂ de nuevo al ciclo de Calvin, gracias ahora sí! A la acción de Rubisco.

4. ¿Cuál es el sustrato y cuál el producto principal?

Sustrato: CO₂ → Producto: malato /aspartato (PEP)

+

Sustrato: Malato/ aspartato → Producto 2: glucosa (ciclo de Calvin)