

TEMA 11: RESPIRACIÓN CELULAR. Anaerobia y aerobia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Respiración celular anaerobia

1.1. Concepto

1.2. Tipos de respiración celular anaerobia

- **Respiración anaerobia mediante nitratos**
- **Respiración anaerobia mediante sulfatos**
- **Respiración anaerobia mediante dióxido de carbono**
- **Respiración anaerobia mediante iones de hierro**

2. Respiración celular aerobia

2.1. Concepto

2.2. Etapas de la respiración celular aerobia

- **Glucólisis**
- **Descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico**
- **Ciclo de Krebs**
- **Cadena respiratoria o cadena transportadora de electrones**
- **Fosforilación oxidativa**

2.3. Balance energético de la respiración celular aerobia

TEMA 11: RESPIRACIÓN CELULAR. Anaerobia y aerobia.

1. Respiración celular anaerobia

1.1. Concepto

Proceso metabólico de oxidorreducción de azúcares. En este proceso se oxida la glucosa para obtener energía, sin presencia de oxígeno. Es decir, es un proceso de respiración celular en el que no intervienen moléculas de oxígeno.

La respiración anaerobia se diferencia de la respiración aerobia o aeróbica ya que esta última requiere del oxígeno para procesar las moléculas de azúcares. Por el contrario, la anaerobia emplea otro tipo de elementos químicos o incluso moléculas orgánicas más complejas, a través de una cadena transportadora de electrones.

Tampoco debe confundirse con la fermentación, ya que en la misma no interviene la cadena transportadora de electrones. Sin embargo, ambos procesos tienen en común que se dan en ausencia del oxígeno.

Este tipo de respiración celular es exclusiva de ciertos organismos procariotas (bacterias), especialmente de aquellos que habitan en condiciones de escasa o nula presencia del oxígeno. Sin embargo, en muchos casos puede constituir también un proceso secundario, digamos de emergencia, ante la inesperada escasez de este elemento en el medio ambiente.

Los ejemplos de este tipo de procesos son comunes en el mundo procariótico, sobre todo **en las regiones del planeta más inhóspitas**, pero no por eso desprovistas de vida.

Tales regiones son:

- Los **intestinos** de animales superiores.
- El **lecho marino** y las grietas abisales.
- Las **esclusas geotérmicas** por donde el magma brota hacia el fondo del mar.
- Los géiseres, aguas termales y otras formas de **brote geotermal**.
- Los **pantanos y aguas arcillosas**, colmadas de materia orgánica y bajo oxígeno.

TEMA 11: RESPIRACIÓN CELULAR. Anaerobia y aerobia.

1.2. Tipos de respiración anaerobia

La respiración anaerobia se puede clasificar de acuerdo al tipo de elemento químico empleado en sustitución del oxígeno, o sea, como receptor de electrones durante el proceso metabólico. Así, puede haber muchos tipos de procesos de esta naturaleza, pero los principales y más comunes son:

➤ Respiración anaerobia mediante nitratos

En este caso los microorganismos consumen nitratos (NO_3^-) para reducirlos a nitritos (NO_2^-) al incorporarles electrones. Sin embargo, dado que los nitritos suelen ser tóxicos para la mayoría de las formas de vida, es mucho más común que el producto final de este proceso vaya más allá, hasta el nitrógeno biatómico (N_2) que es un gas inerte. Este proceso se conoce como desnitrificación.

➤ Respiración anaerobia mediante sulfatos

Similar al caso anterior, pero con derivados del azufre (SO_4^{2-}), es un caso bastante más raro, perteneciente a bacterias totalmente anaeróbicas, mientras que el caso previo puede ocurrir como alternativa a la escasez momentánea de oxígeno. En este proceso de reducción del sulfato se subproducen radicales de azufre (S^{2-}).

➤ Respiración anaerobia mediante dióxido de carbono

Algunos grupos de arqueas productoras de gas metano (CH_4) consumen dióxido de carbono (CO_2) para emplearlo como receptor de electrones. De esta naturaleza son los microorganismos que habitan en el tracto digestivo de los rumiantes, por ejemplo, en donde otros microorganismos les suministran del hidrógeno que requieren para el proceso.

➤ Respiración anaerobia mediante iones de hierro

Este último caso es común entre ciertas bacterias, capaces de consumir iones férricos (Fe^{3+}), reduciéndolos a iones ferrosos (Fe^{2+}), dado que este tipo de moléculas del hierro son muy comunes en la corteza terrestre. Es lo que ocurre en el fondo de los pantanos,

TEMA 11: RESPIRACIÓN CELULAR. Anaerobia y aerobia.

en donde por acción bacteriana se dan sedimentos importantes de hierro.

2. Respiración celular aerobia

2.1. Concepto

Se conoce como respiración aerobia o respiración aeróbica a **una serie de reacciones metabólicas** que tienen lugar dentro de las células de los seres vivos, a través de los cuales se obtiene energía química a partir de la descomposición de moléculas orgánicas (respiración celular).

Se trata de **un proceso complejo de obtención de energía**, que consume glucosa ($C_6H_{12}O_6$) como combustible y oxígeno como receptor final de electrones (oxidante) en reacción con ácido pirúvico ($C_3H_4O_3$). Se obtiene así dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O) y numerosas cantidades de Adenosíntrifosfato (ATP), la molécula de la energía bioquímica por excelencia.

Este proceso es típico de los eucariontes y de ciertas formas de bacteria, y ocurre según la siguiente fórmula:



Algunos ejemplos de respiración aerobia son:

- El metabolismo de los seres humanos, reptiles, aves y mamíferos en su totalidad, que emplean sus pulmones para obtener el oxígeno del aire.
- El metabolismo de los peces y otros seres acuáticos, que poseen branquias para obtener el oxígeno del agua.
- El metabolismo de los insectos, que incorporan el oxígeno del aire a través de una serie de tráqueas a lo largo de su cuerpo. Otro caso son los gusanos y lombrices, que hacen lo mismo por la piel (respiración cutánea).

TEMA 11: RESPIRACIÓN CELULAR. Anaerobia y aerobia.

2.2. Etapas de la respiración celular aerobia

Recordatorio Glucólisis

Es la ruta metabólica que permite obtener energía de la glucosa. Es decir que se trata de una serie sucesiva de reacciones bioquímicas, aplicada por la mayoría de los seres vivos, para romper la molécula de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y obtener de ella la energía química necesaria (en forma de ATP) para mantener andando el metabolismo celular.

La glucólisis consiste en 10 reacciones enzimáticas que ocurren de manera consecutiva, ya sea en presencia (aeróbica) o en ausencia (anaeróbica) de oxígeno. Arroja como resultado la formación de dos moléculas de piruvato o ácido pirúvico ($C_3H_4O_3$), las cuales alimentan otras rutas metabólicas para seguir obteniendo energía para el organismo (el llamado Ciclo de Krebs).

Etapas de la respiración celular aerobia (IMPORTANTE)

➤ Glucólisis

El paso inicial de la respiración aerobia ocurre en el citoplasma de la célula y es la oxidación de la glucosa (y del glicerol proveniente de los triglicéridos, de haberlo). Este proceso rompe los enlaces de cada molécula de este azúcar y obtiene a cambio dos moléculas de ácido pirúvico, junto a dos moléculas de ATP.

➤ Descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico

Las moléculas de ácido pirúvico entran del citoplasma a la matriz de las mitocondrias (orgánulos energéticos de la célula), en donde son procesadas por un complejo de enzimas (piruvato deshidrogenasa) que le arrancan un átomo de carbono (descarboxilación), liberado como CO_2 , y luego dos átomos de hidrógeno (deshidrogenación). Como resultado, se obtienen radicales acetilo ($-CO-CH_3$; este es el Acetil CoA) con el que se da inicio a la siguiente fase.

➤ Ciclo de Krebs

La última fase de la respiración ocurre en un ciclo metabólico en la matriz mitocondrial, conocido como el Ciclo de Krebs. Este inicia con el acetilo (Acetil CoA) proveniente de la fase previa, sometido a oxidación para producir dos moléculas de CO_2 y energía en forma de Guanosíntrifosfato (GTP) y otras moléculas reductoras utilizables.

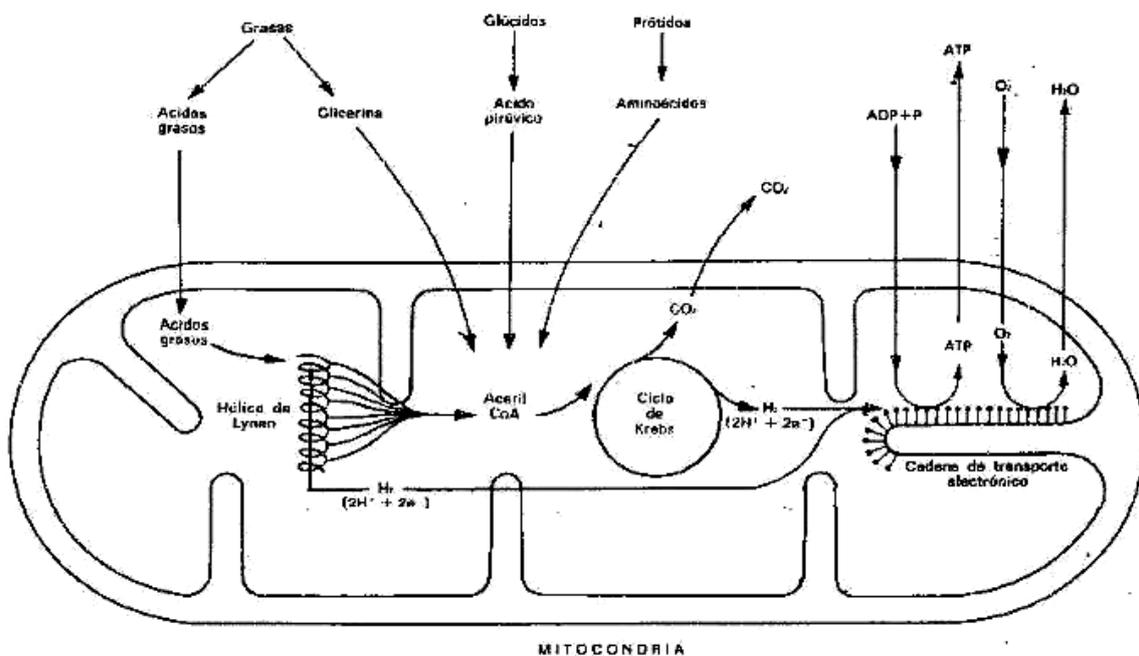
TEMA 11: RESPIRACIÓN CELULAR. Anaerobia y aerobia.

➤ Cadena respiratoria o cadena transportadora de electrones

Las moléculas que forman esta cadena están situadas **en la membrana interna de la mitocondria**. Los protones quedan en la matriz y los electrones son transferidos al primero de los transportadores que forman la cadena respiratoria. En esta fase los e- tienen una alta energía que va disminuyendo conforme van pasando a través de los más de 15 transportadores. Finalmente, los e- llegan al O_2 (último receptor de los e-) que se reduce a H_2O .

➤ Fosforilación oxidativa

Se produce finalmente la fosforilación de ADP a ATP (producción de más energía).



2.3. Balance energético de la respiración celular aerobia

El balance energético supone simplemente un recuento de las moléculas de ATP que se forman en el proceso de degradación de la glucosa a CO_2 y H_2O .