



**Nombre de alumno: Williams Jose  
Luis Cruz Cruz**

**Nombre del profesor: LUZ ELENA  
CERVANTES MONROY**

**Nombre del trabajo: Ensayo SOBRE  
INTEGRACIÓN METABÓLICA**

**Materia: Bioquímica**

**Grado: 2**

**Grupo: A**

# INTEGRACIÓN METABÓLICA

## METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS

La necesidad de un aporte constante de energía a la célula se debe a que ella lo requiere para realizar varias funciones, entre las que destacan.

- (a) la realización de un trabajo mecánico, por ejemplo, la contracción muscular y movimientos celulares
- (b) el transporte activo de iones y moléculas
- (c) la síntesis de moléculas. Para la mayoría de los animales, incluyendo al hombre, la energía útil para la célula es la energía química, la cual se encuentra contenida en los nutrientes (carbohidratos y lípidos, principalmente) que se consumen. A través de un conjunto procesos enzimáticos bien definidos, la célula extrae dicha energía y la hace disponible para que se realicen una gran variedad de procesos celulares, entre los que destacan los encaminados a la síntesis de (anabolismo) y degradación (catabolismo) de biomoléculas, a la suma de ambos procesos se le identifica como Metabolismo.

A continuación, se hará una breve descripción de los procesos anabólico y catabólico de la glucosa. Las vías enzimáticas relacionadas con el metabolismo de la glucosa son: (1) oxidación de la glucosa, (2) formación de lactato (3) metabolismo del glucógeno, (4) gluconeogénesis y (6) vía de las pentosas fosfato.

**OXIDACIÓN DE LA GLUCOSA** La oxidación de la glucosa involucra un conjunto de reacciones enzimáticas, ligadas una de la otra y vigiladas por un estricto control metabólico, todo con el único fin, de hacer disponible para célula, la energía química contenida en la glucosa. La reacción global es:  $\text{Glucosa} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$  La formación de  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$  a partir de la glucosa, se lleva a cabo, porque existe una disponibilidad de  $\text{O}_2$  y que aunado a la necesidad de energía, se inducen los procesos enzimáticos claramente definidos por sustratos y productos, ellos son: (1) glucólisis, (2) transformación del piruvato en ac grasos y las enzimas y proteínas involucradas en el transporte de electrones y síntesis de ATP, por lo que las hace ser, los centros del metabolismo oxidativo en eucariontes.

El ciclo de Krebs. Este proceso, se inicia con la condensación irreversible de las moléculas de Acetil-CoA y oxaloacetato, esta reacción es catalizada por la enzima citrato sintasa y su producto es el citrato. A partir de citrato, se despliega una serie de reacciones irreversibles, que culminan con la generación de otra molécula de oxaloacetato, pasando por la formación de  $\alpha$ -cetoglutarato y su transformación en  $\text{succinil CoA} + \text{NADH} + \text{CO}_2$ , reacción catalizada por un complejo enzimático denominado complejo del  $\alpha$ -cetoglutarato deshidrogenasa que requiere como coenzimas y grupos prostéticos a TPP, FAD,  $\text{NAD}^+$  y lipoamida, igual a los requeridos por el complejo de la piruvato deshidrogenasa. Otros intermediarios son: la formación de succinato y liberación de un GTP a partir de succinil CoA y por consiguiente la

síntesis de fumarato a partir de succinato, reacción en la cual se libera un FADH<sub>2</sub>, existe también en el ciclo de Krebs un sitio más de descarboxilación oxidativa, en donde se forma NADH + CO<sub>2</sub> y otro donde únicamente se libera NADH. La estequiometría del ciclo de Krebs es: Acetil-CoA + 3 NAD<sup>+</sup> + FAD + GDP + Pi + 2H<sub>2</sub>O → 2CO<sub>2</sub> + 3NADH + FADH<sub>2</sub> + GTP + 2H<sup>+</sup> + CoA El ciclo de Krebs es la vía común para la oxidación aeróbica de los sustratos energéticos, condición que convierte a este proceso enzimático en la vía degradativa más importante para la generación de ATP. Los 3NADH y el FADH<sub>2</sub> liberados en el ciclo de Krebs, son reoxidados por el sistema enzimático transportador de electrones (Figura 1), estableciendo así un flujo de electrones, los cuales son dirigidos hacia el O<sub>2</sub> como aceptor final, los productos de este proceso son una molécula de agua y una gran cantidad de energía liberada, energía que es utilizada para sintetizar ATP.

**FORMACIÓN DE LACTATO.** Cuando la cantidad de oxígeno disponible para la célula es limitada, como ocurre en el músculo durante la actividad intensa, el NADH generado durante la glucólisis no puede reoxidarse a tasas comparables en las mitocondrias y con la finalidad de mantener la homeostasis, el piruvato es entonces reducido por el NADH para formar lactato, reacción catalizada por la lactato deshidrogenasa esta desviación metabólica del piruvato mantiene a la glucólisis operativa bajo condiciones anaeróbicas. La reacción global de la conversión de glucosa a lactato es: Glucosa + 2Pi + 2ADP → 2 lactato + 2 ATP + 2 H<sub>2</sub>O.

## **METABOLISMO DEL GLUCÓGENO**

El glucógeno es un polisacárido donde se almacenan glucosas, es una estructura de un elevado peso molecular, altamente ramificado. Los residuos de glucosa están unidos mediante enlaces glucosídicos α (1-4) y α (1-6), los principales depósitos de glucógeno en los vertebrados se encuentran en el músculo esquelético y en el hígado. La degradación de estas reservas de glucosa o movilización del glucógeno tiene como finalidad suministrar glucosa 6-fosfato, la enzima clave en la ruptura del glucógeno es la glucógeno fosforilasa quien escinde mediante la adición de ortofosfato (Pi) los enlaces de tipo α (1-4) para producir glucosa 1-fosfato. La ruptura de un enlace por la adición de un ortofosfato se reconoce como fosforólisis. Glucógeno + Pi → glucosa 1-fosfato + glucógeno (n residuos) - 1 residuo La glucógeno fosforilasa no es capaz de romper enlaces más allá de los puntos de ramificación, ya que los enlaces glucosídicos α (1-6) no son susceptibles de escisión por la fosforilasa, de hecho, la ruptura se detiene a los cuatro residuos de glucosa de un punto de ramificación. Para eliminar la ramificación se requiere de una segunda enzima, la (α1-4 → α1-4) glucantransferasa que cataliza dos reacciones. En primer lugar, tiene la actividad de transferasa, en la que la enzima elimina tres residuos de glucosa restantes y transfiere este trisacárido intacto al extremo de alguna otra ramificación externa. Esta transferencia deja expuesto un solo residuo de glucosa unido por un enlace glucosídico α (1-6), este residuo se libera por la actividad α(1-6)-glucosidasa que posee la misma enzima glucantransferasa, lo que da lugar a una molécula de glucosa libre y una estructura no ramificada de residuos de glucosa susceptible de ser fraccionado por la fosforilasa. La glucosa 1-fosfato producida por la

fosforilasa, debe convertirse a glucosa 6-fosfato para metabolizarse mediante la glucólisis, esta reacción es catabolizada por la enzima fosfoglucomutasa.

Síntesis: Glucógeno + UDP-glucosa  $\rightarrow$  glucógeno  $n + 1$  + UDP Degradación: Glucógeno  $n + 1$  + Pi  $\rightarrow$  glucógeno  $n$  + glucosa 1-fosfato La UDP-glucosa es una forma activada de la glucosa y se sintetiza a partir de glucosa 1-fosfato y UTP en una reacción catalizada por la UDP-glucosa pirofosforilasa. Para la síntesis de glucógeno es necesaria la presencia de un oligosacárido de glucosas (este oligosacárido se encuentra unido a una proteína identificada como glucogenina) unidas por enlaces  $\alpha$  (1-4) y la enzima glucógeno sintetasa que es la enzima reguladora del proceso. La enzima glucógeno sintetasa enlaza mediante la formación un enlace  $\alpha$  (1-4) glucosídico a la glucosa del UDP-glucosa con una de las glucosas del oligosacárido, lo que desplaza al UDP, repetidas participaciones de la glucógeno sintetasa hacen posible el crecimiento del glucógeno. La glucógeno sintetasa cataliza solamente la síntesis de enlaces  $\alpha$  (1-4), por lo que es necesaria la participación de otra enzima para formar enlaces  $\alpha$  (1-6), que hagan del glucógeno un polímero ramificado. La ramificación tiene lugar después de que un cierto número de residuos de glucosa se hayan unido mediante enlaces  $\alpha$  (1-4) por la glucógeno sintetasa. La enzima ramificante o mejor dicho, la amilo-(1,4 1,6)-transglucosilasa, esta enzima transfiere un fragmento terminal de 6 ó 7 residuos de longitud, desde un extremo de al menos 11 residuos de longitud a un grupo hidroxilo situado en posición 6 de un residuo de glucosa del interior del polímero, esta reacción crea dos extremos para que continúe la acción de la glucógeno sintetasa. Las ramificaciones son importantes porque aumentan la solubilidad del glucógeno y el número de extremos a partir de los que se puede obtener glucosa 1-fosfato.

## GLUCONEOGENESIS

La mayoría de los órganos animales pueden metabolizar diversas fuentes de carbono para generar energía. Sin embargo el cerebro y sistema nervioso central, así como la médula renal, los testículos y los eritrocitos, necesitan glucosa como única o principal fuente de energía. Por consiguiente, las células animales deben ser capaces de sintetizar glucosa a partir de otros precursores y también de mantener las concentraciones sanguíneas de glucosa dentro de los límites estrechos, tanto para el funcionamiento adecuado de estos tejidos como para proporcionar los precursores para la síntesis de glucógeno. Cuando las reservas de glucosa sufren una rápida disminución se inicia la síntesis de glucosa a partir de precursores no carbohidratados (sustratos gluconeogénicos), proceso conocido como gluconeogénesis. Los sustratos gluconeogénicos son: lactato, aminoácidos, glicerol, propionato, la gluconeogénesis tiene lugar principalmente en el citosol, aunque algunos precursores se generen en las mitocondrias y deben ser transportados al citosol para utilizarse. El principal órgano gluconeogénico es el hígado, con una contribución menor, aunque aún significativa, de la corteza renal, los principales destinos de la glucosa formada en la gluconeogénesis son el tejido nervioso y el músculo esquelético. En la glucólisis la glucosa se convierte a piruvato y en la gluconeogénesis el piruvato se convierte a glucosa. Sin embargo, la gluconeogénesis no es el proceso inverso de la glucólisis. En la glucólisis las reacciones irreversibles catalizadas por la hexoquinasa, fosfofructoquinasa y la piruvato quinasa,

son salvadas en la gluconeogénesis por las enzimas: Piruvato carboxilasa y fosfoenolpiruvato carboxiquinasa: Piruvato + CO<sub>2</sub> + ATP + H<sub>2</sub>O oxaloacetato + ADP + Pi + 2 H<sup>+</sup> Oxaloacetato + GTP fosfoenolpiruvato + GDP + CO<sub>2</sub> Fructosa 1,6-bisfosfatasa: Fructosa 1.6-bisfosfato fructosa 6-fosfato