

TEMA 06 – Aparato de Golgi

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL APARATO DE GOLGI

1. LOCALIZACIÓN: alrededor del centrosoma

2. ULTRAESTRUCTURA:

- Un aparato de Golgi por célula, ~70 dictiosomas por aparato de Golgi.
- Dictiosoma: 4 – 8 cisternas aplanadas (membrana), con extremos dilatados.
- Vesículas asociadas: 50nm de diámetro. Pueden ser procedentes del RE, entre cisternas, de Golgi a otras destinaciones.

3. POLARIDAD DEL APARATO DE GOLGI: el aparato de Golgi presenta dos caras:

- RED CIS-GOLGI: encargada de captar las vesículas del retículo endoplasmático.
- CARA CIS o cara de entrada de vesículas (más cerca del RE)
- CISTERNA INTERMEDIA
- CARA TRANS o cara de salida de vesículas (más cerca de la membrana plasmática).
- RED TRANS-GOLGI: encargada de dirigir la emisión de vesículas del aparato de Golgi.

FUNCIONES

MODIFICACIÓN DE PROTEÍNAS

MODIFICACIÓN DE LAS GLUCOSILACIONES

Glucosilación y modificación en el RER

1. Glucosilación: Comienza en el RER con la adición de un oligosacárido preformado: 2 NAGs, 9 manosas y 3 glucosas.

2. Modificación: En el REL se produce la eliminación de 3 glucosas y 1 manosa. Después, las proteínas son cargadas en vesículas de transporte y salen desde el elemento transicional con una cubierta COPII hacia el aparato de Golgi. Estas vesículas son incorporadas por la red CIS – Golgi.

Modificaciones al Aparato de Golgi

1. Modificación de la cisterna CIS: Un enzima llamado Manosilasa – 1, elimina una cantidad variable de manosas del oligosacárido.

2. Primera modificación en la cisterna intermedia: Un enzima llamado N-acetilglucosamina transferasa incorpora diversos residuos de N-acetil glucosamina (NAG).

3. Segunda modificación en la cisterna intermedia: la Manosilasa-2 continúa eliminando residuos de manosa.

4. Modificación en la cisterna TRANS: se incorporan un número variable de residuos de galactosa y ácido siálico.

- Estas transformaciones implican la transformación de un oligosacárido complejo tiene la siguiente estructura: un esqueleto procedente del oligosacárido preformado con 2 NAGs y 3 manosas y un número variable de tiosacáridos N-acetil glucosamina-galactosa-ácido siálico.

Este oligosacárido complejo se puede formar cuando su posición en la estructura de la proteína es accesible a los enzimas de Golgi. En cambio, los oligosacáridos preformados que se encuentran en una parte de la estructura tridimensional de la proteína inaccesible a los enzimas permanecen como oligosacáridos ricos en manosa.

La misma glucoproteína puede tener los dos tipos de oligosacáridos: los complejos y los ricos en manosa.

LA FOSFORILACIÓN DE LAS MANOSAS

EN LA RED CIS-GOLGI: Tiene lugar la fosforilación de las manosas. Los enzimas lisosomiales experimentan la fosforilación de las manosas de su parte glucídica. Las manosas pasan a ser Manosa-6-fosfato. Con esta modificación los enzimas lisosomiales son identificados como tales y enviados al endosoma.

SULFATACIONES

EN LA RED TRANS-GOLGI: Las sulfo-transferasas adicionan grupos sulfatos a las proteínas en un aminoácido de tirosina o también a la parte glucídica de las mismas proteínas.

Las proteínas sulfatadas tienen como destinación el medio extracelular o la parte externa de la membrana plasmática, esto es debido a su polaridad (la sulfatación proporciona una polaridad alta, volviéndolas más hidrofílicas).

Las funciones de las proteínas sulfatadas tienen relación con la adhesión y con la capacidad de establecer un contacto fuerte con otras moléculas (proteínas sulfatadas son las proteínas de adhesión que participan en la extravasación glucositaria, receptores de membrana, aminoácidos acoplados a proteínas G, factores de coagulación).

SECRECIÓN DE PROTEÍNAS

1. Secreción constitutiva: se produce de manera continua/rutinaria, sin regulación. Esta se da gracias a vesículas de exocitosis que tiene cubierta de COPI y llevan proteínas no marcadas (proteínas inespecíficas). Las vesículas de exocitosis se desplazan desde la red TRANS-Golgi hacia la membrana plasmática, se fusionan con la membrana plasmática y vierten su contenido al exterior. En toda exocitosis la membrana de la vesícula pasa a formar parte de la membrana plasmática.

2. Secreción regulada o inducible:

- a. Vesículas de secreción: Se lleva a cabo por vesículas o gránulos de secreción que tienen cubierta de clatrina y son más grandes que las vesículas de exocitosis. Estas vesículas van cargadas por gran cantidad de productos inespecíficos (hormonas, neurotransmisoras, etc.) y quedan almacenadas al citosol esperando una señal determinada que activan su exocitosis. Dentro de estas vesículas se producen dos procesos:

- CONDENSACIÓN: los productos se concentran hasta 200 veces dentro de las vesículas.
- MADURACIÓN DE LAS PROTEÍNAS: algunas proteínas experimentan una proteólisis (se rompen) obteniéndose la forma activa de las mismas.

b. Vesículas lisosomiales: Tienen cubierta de clatrina y transportan enzimas lisosomiales hacia el endosoma.

RECICLAJE DE MEMBRANAS: La membrana de cada vesícula se incorpora a la membrana plasmática en la secreción.

FORMACIÓN DE LISOSOMAS: Por la fusión de vesículas lisosomiales-endosomas.

MODIFICACIÓN Y SECRECIÓN DE LÍPIDOS: Transforman las ceramidas a glucolípidos y esfingomielina. Posteriormente salen por exocitosis.

TRANSPORTE VESICULAR

TIPOS DE VESÍCULAS SEGÚN LA CUBIERTA

VESÍCULAS DE CLATRINA

Tiene dos proteínas estructurales: clatrina y adaptina (diferentes adaptinas según el contenido). Algunos ejemplos de vesículas con este tipo de cubierta son las vesículas de secreción, lisosomiales y de endocitosis por medio de receptores.

Envoltura de clatrina de una vesícula: La clatrina es una proteína compuesta por tres cadenas de péptidos pesados y tres ligeras, dispuestas en forma de trisquelión. La superposición de clatrininas forma una estructura poliédrica que rodea determinadas vesículas.

VESÍCULAS DE COATÁMERO TIPO COPI

Las vesículas de exocitosis, de transporte (entre cisternas del Aparato de Golgi) y de transporte retrógrado son ejemplos de este tipo de vesículas.

VESÍCULAS DE COATÁMERO TIPO COPII

Un ejemplo de este tipo de vesículas de transporte (del retículo endoplasmático al Aparato de Golgi).

Todas las cubiertas proteicas se forman en el momento de la invaginación de las vesículas. Una vez la vesícula es libre la cubierta desaparece.

VÍAS DE MOVIMIENTO VESICULAR

- Vía endocítica: desde la membrana plasmática a los endosomas y de estos a los lisosomas (de fuera hacia dentro).
- Vía biosintética-secretora: desde el retículo endoplasmático al Aparato de Golgi y de este a la membrana plasmática (de dentro hacia fuera).

TRANSPORTE DEL RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO AL APARATO DE GOLGI POR MEDIO DE MICROTÚBULOS

Las vesículas de transporte que salen del retículo endoplasmático rápidamente pierden la cubierta de COPII y se fusionan entre sí formando el agregado túbulo-vesicular. Este agregado túbulo-vesicular se une a una proteína motora y gracias a esta se desplaza por un microtúbulo hacia la red CIS-Golgi.

La dirección de las vesículas viene determinada por los elementos del citoesqueleto (microtúbulos).

UNIÓN VESÍCULA – MEMBRANA DIANA

Para el correcto tránsito de las vesículas dentro del citosol, cada vesícula tiene una proteína en su membrana llamada proteína Rab que solo puede unirse a otra proteína llamada Efector Rab que se encuentra en la membrana del orgánulo diana entran en contacto, otra proteína llamada V-SNARE interacciona con la proteína T-SNARE de la membrana diana y se inicia la fusión de las dos membranas.

TRANSPORTE RETRÓGRADO

Es el movimiento de vesículas del aparato de Golgi hacia el retículo endoplasmático, en contra del movimiento normal de transporte de vesículas. Las proteínas residentes el retículo endoplasmático tiene una secuencia de aminoácidos llamada KDEL. Si estas proteínas son enviadas por error al Aparato de Golgi serán identificadas en la red CIS-Golgi almacenadas en vesículas retrógradas y enviadas al RE. Las vesículas retrógradas tienen cubierta de COPI.

BIOGÉNESIS DEL APARATO DE GOLGI

Hay dos modelos que explican el origen del Aparato de Golgi:

a) MODELO DE TRANSPORTE VESICULAR: Las vesículas son las encargadas de transportar el material entre el retículo endoplasmático y el aparato de Golgi y entre los diferentes compartimentos de este.

b) MODELO DE MADURACIÓN DE LAS CISTERNAS: las cisternas del aparato de Golgi llevan un movimiento unidireccional desde la región CIS, donde se forman, hasta la región TRANS, donde se destruyen. Las vesículas del retículo endoplasmático se fusionan con los dictiosomas a la región CIS para originar nuevas cisternas.

Origen de sus componentes:

- Los lípidos son sintetizados en la membrana del REL.
- Las proteínas se sintetizan en los ribosomas de la membrana del RER.