



Fisiología de la captacion de Glucosa

Descripción

La fisiología de la glucosa inicia desde su absorción hasta su llegada a la célula, donde inicia su metabolismo. Las células requieren de energía para su funcionamiento y la glucosa actúa como su principal sustrato. La [glucólisis](#) es un proceso metabólico en el que la glucosa genera energía dentro de las células. Dentro de este proceso participan varias enzimas y órganos, entre ellos el Hígado y el Páncreas.

Podcast de Fisiología de la Captación de Glucosa.

Carbohidratos

Tipos de Carbohidratos

Es importante recordar que la glucosa es un monosacárido que proviene de los alimentos llamados Carbohidratos. **En total existen 3 tipos de Carbohidratos; Azúcar, Almidón y Fibra.** Cada uno de estos presentes en un tipo alimento. Los Azucares pueden encontrarse en frutas, leche y productos lácteos y en varios alimentos procesados. Las golosinas, galletas, pasteles, bebidas carbonatadas y jarabes son un ejemplo de alimentos con azúcar añadida.

CARBOHIDRATOS

Fuente de combustible
en forma de glucosa o azúcar



El Almidón puede encontrarse en alimentos ricos en nutrientes. Los Frijoles, la papa, el maíz, el arroz, la avena y el pan son ejemplos de alimentos ricos en Almidón. Por su parte la Fibra se encuentra también en granos integrales como el trigo, arroz, pan, frijoles y cereal.

Por su parte la Fibra se clasifica en Fibra soluble y Fibra insoluble. La fibra no se descompone en el cuerpo. La Fibra insoluble agrega volumen a las heces y ayuda a las deposiciones regulares. La Fibra soluble ayuda a reducir los niveles de colesterol y lentifica el proceso digestivo.

Azúcares simples y complejas

El Azúcar común o también llamada Sacarosa es un disacárido. Los disacáridos de Sacarosa están formados por una molécula de Glucosa y una de Fructosa. La Lactosa es otro disacárido pero cuya formación es la unión de Glucosa y Galactosa. Existen otros disacáridos cuya unión consiste en 2 moléculas de glucosa. La Maltosa y la Trehalosa son disacáridos formados por 2 moléculas de glucosa. Los disacáridos son conocidos como Carbohidratos simples o Azúcares simples.

Videos sobre Fisiología de la Glucosa

[su_youtube url=><https://www.youtube.com/watch?v=8uQER1S3hI4?>]

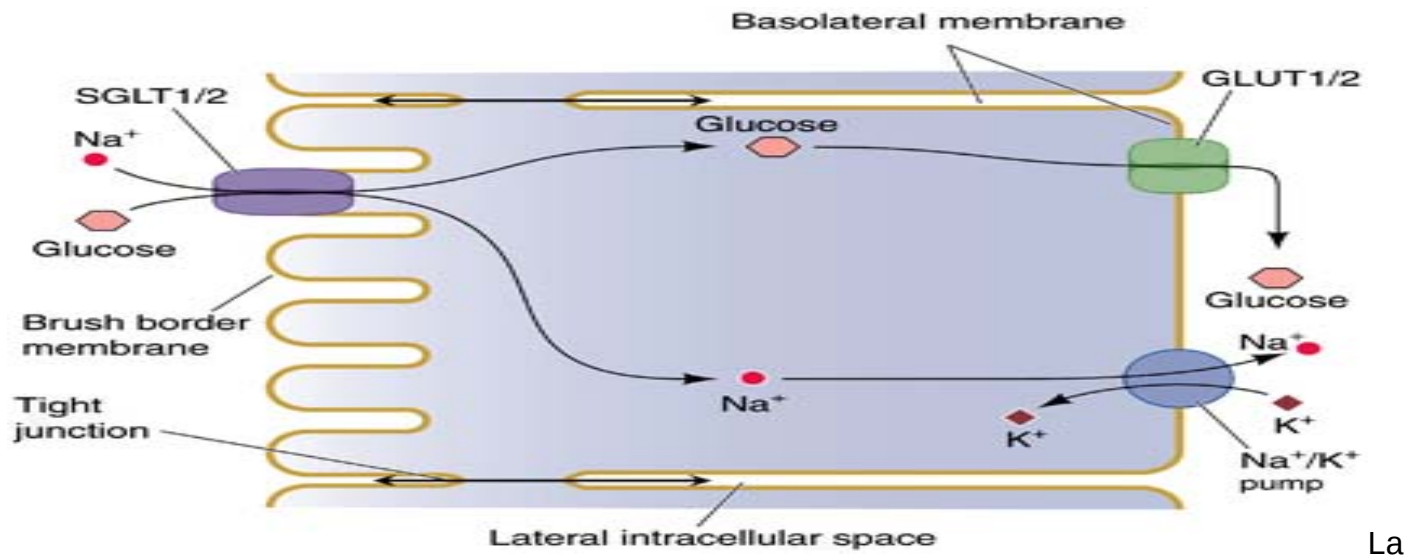
Digestión y Absorción intestinal de la glucosa

Degradación de los Carbohidratos

La digestión de los diferentes Carbohidratos inicia en la saliva por medio de la amilasa salival o también llamada Ptialina. La Amilasa salival comienza la hidrólisis del Almidón. El proceso digestivo continua en el intestino delgado mediante la acción de la amilasa pancreática. **La hidrólisis del Almidón por las amilasas da lugar a disacáridos.** La absorción solo puede darse en forma de monosacáridos por lo que en la membrana del borde en cepillo del intestino delgado hay enzimas específicas para cada tipo de disacárido. La Maltosa es degradada por la enzima Maltasa dando como resultado 2 moléculas de glucosa. La Lactosa es degradada por la Lactasa y da lugar a una molécula

de Glucosa y una de Galactosa. La Sacarosa se degrada por acción de la Sacarasa y da como resultado una molécula de Glucosa y una de Fructosa.

El resultado final de la digestión de los diferentes tipos de Carbohidratos es un Monosacárido; Glucosa, Galactosa y Fructosa.



Glucosa y la Galactosa ingresan al enterosito mediante un mecanismo en común. Ambos Monosacáridos utilizan a los denominados **Transportadores de Glucosa dependientes de sodio (SGLT)**. Estos se encuentran en la membrana luminal de los enterositos de absorción. Estos transportadores utilizan al ion Sodio (Na⁺) como un contra transporte para el ingreso de la glucosa al interior de la célula. En total se han identificado 3 tipos de SGLT. Los tipo 1 o SGLT1 son los que se encuentran presentes a nivel del intestino delgado y la Nefrona proximal. Mientras que los SGLT2 se han identificado únicamente a nivel de Nefrona. De los SGLT3 aún no se tiene mucha información.

El ion Sodio debe unirse junto a una molécula de Glucosa para que el transportador SGLT1 genere un cambio conformacional que permita el ingreso al enterosito. Esta sodio dependencia genera una necesidad de constante renovación del ion Sodio por ello interviene una bomba Na⁺/K⁺ ATPasa.

Proteínas Facilitadoras del Transporte de Glucosa (GLUT)

Isoformas	Nº de Aa	Km (mM)	Monosacáridos que transporta	Localización.
GLUT-1	664	1.6	Glucosa y Galactosa	Eritrocito, barreras hematoencefálica, placentaria y de la retina, astrocito, nefrona
GLUT-2	522	17	Glucosa, Fructosa y Galactosa	Células B pancreáticas, hígado, intestino delgado, nefrona proximal
GLUT-3	566	2	Glucosa y Galactosa	Cerebro, placenta, hígado, riñón y corazón
GLUT-4	509	5	Glucosa	Músculo esquelético y cardíaco, tejido adiposo,
GLUT-5	501		Fructosa	Yeyuno, espermatozoides, riñón, células de la microglia
GLUT-6	507		Glucosa	Cerebro, bazo y leucocitos
GLUT-8	477		Glucosa	Testículos y placenta
GLUT-9	540		Glucosa	Riñón e Hígado
GLUT-10	541		Glucosa	Hígado y Páncreas
GLUT-11	496		Glucosa	Musculo esquelético y corazón
GLUT-12	617		Glucosa	Musculo esquelético, tejido adiposo e intestino delgado
GLUT-13	629		Glucosa	Cerebro

Tabla 1 – Isoformas de GLUT

La Fructosa a diferencia de la Glucosa y la Galactosa tiene un transporte facilitado. Además de los Transportadores de Glucosa dependientes de sodio (SGLT) la glucosa al igual que la fructosa pueden ingresar a los enterositos mediante un transporte facilitado gracias a las Proteínas facilitadores del transporte de glucosa (GLUT). Hasta la fecha se han identificado 14 tipos de proteínas GLUT. Cada tipo diferente presente en un tipo de célula u órgano distinto. La lista completa puede observarse en la Tabla 1.

La fructosa utiliza a los GLUT5 para ingresar a los enterositos. Mientras que la Glucosa utiliza a los GLUT12 y a los GLUT2. Aunque estos últimos se encuentran en su mayoría en las células beta del páncreas. La Glucosa se absorbe en su mayoría mediante los SGLT y en un pequeño porcentaje mediante los GLUT a nivel del Yeyuno e Íleon.

Las proteínas GLUT tienen una gran importancia dentro de la absorción de glucosa en las células diana. Sin embargo para dicha acción requiere de ciertos intermediarios como la Insulina.

La Glucosa ingresa a la célula mediante 4 etapas; La primera consiste en su unión con la cara externa de la membrana. La segunda es el cambio conformacional del transportador con la Glucosa en su sitio de unión. La tercera etapa es la liberación de Glucosa en el citoplasma del enterosito. Y la cuarta etapa es el cambio conformacional al estado basal del transportador.

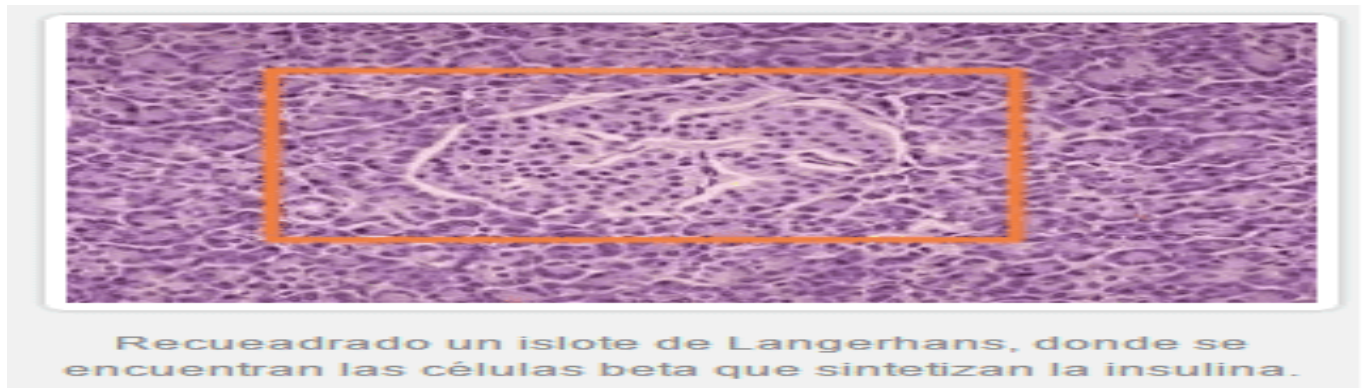
Entrada de Glucosa al torrente sanguíneo.

Una vez que la Glucosa, Galactosa y Fructosa se encuentran dentro del Enterosito pueden ser transportadas hacia el torrente sanguíneo. El proceso por el cual estos Monosacáridos pasan al torrente sanguíneo es un transporte facilitado. La proteína GLUT2 es la encargada de dicho proceso.

Es importante reconocer que los GLUT2 son las únicas proteínas facilitadoras con afinidad hacia los 3 sustratos monosacáridos

; Glucosa, Fructosa y Galactosa.

Síntesis y secreción de Insulina.

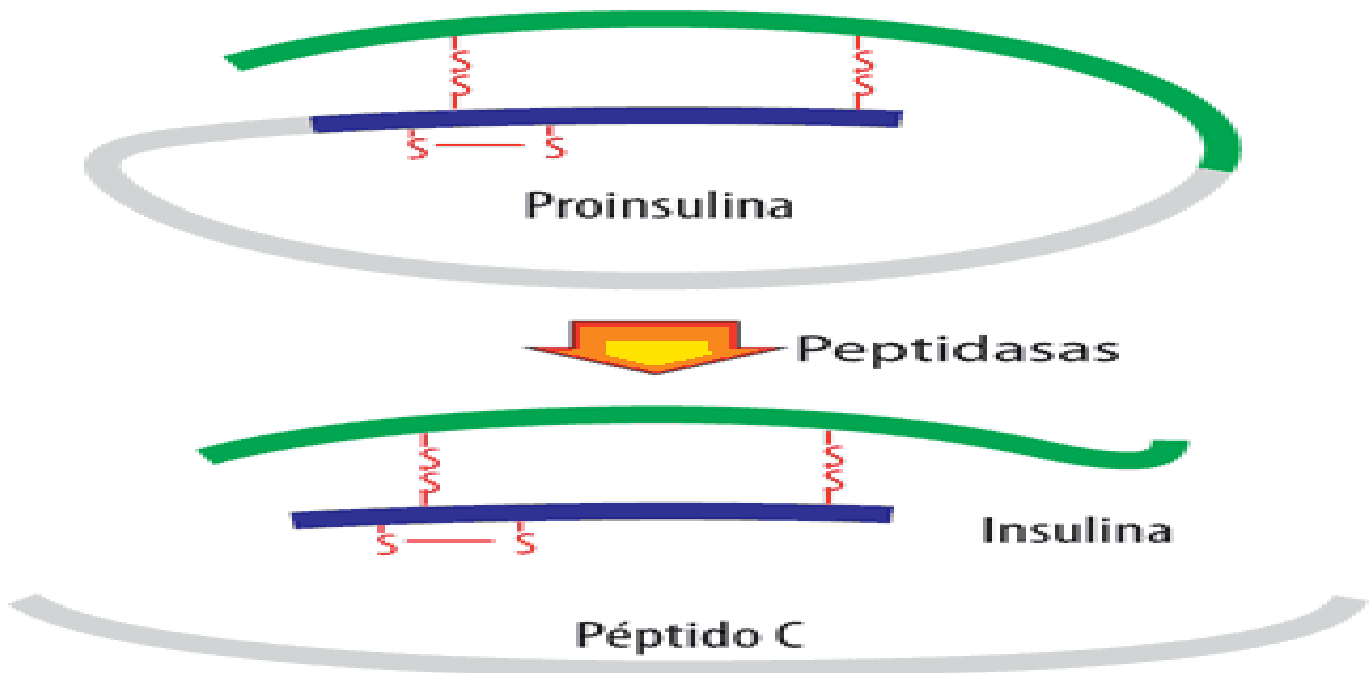


Una

vez que los hidratos de carbono, principalmente la Glucosa se encuentran en la sangre se activan una serie de mecanismos que permiten su ingreso a las diferentes células diana. El principal de estos es la activación de la cascada de señalización celular de la secreción de insulina. La síntesis y secreción de insulina se llevan a cabo en el Páncreas.

El Páncreas posee 4 tipos de células. Las células alfa secretan Glucagón, las células beta Insulina y las células delta y las células PP secretan Somatostatina y un polipéptido pancreático respectivamente. El Páncreas posee unas zonas llamadas islotes de Langerhans. Dentro de dichos islotes se encuentran las células beta. Estas células poseen receptores del tipo GLUT2

¿Qué es la insulina?



Fuente: Jesús A. Fernández-Tresguerres:
Fisiología humana, 4e: www.accessmedicina.com
Derechos © McGraw-Hill Education.
Derechos Reservados.

La insulina es una hormona polipeptídica que se sintetiza y secreta en las células beta del páncreas. Su función es intervenir en la absorción de la glucosa hacia las células. Es gracias a esta hormona que la glucosa puede ingresar a la célula y cumplir con sus procesos metabólicos para la producción de energía.

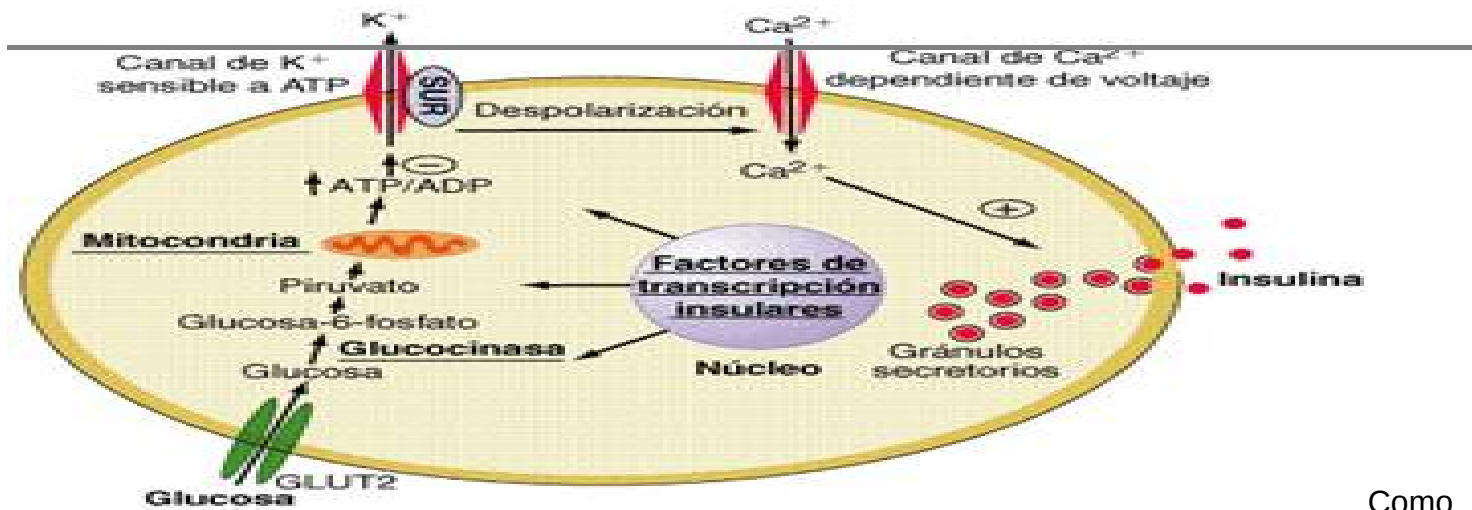
Síntesis de Insulina

Dentro de los ribosomas de las células beta del páncreas el paso de una molécula de ARN mensajero da lugar a la formación proteica de la Preproinsulina. Esta es una proteína no activa. Su síntesis tiene como finalidad el poder disponer de grandes cantidades de Insulina cuando sea necesario. La Preproinsulina pasa al Retículo Endoplasmático Liso donde se convierte en Proinsulina mediante la eliminación de un aminoácido del extremo C terminal.

La proinsulina presenta 3 cadenas. El extremo final, cadena C o Péptido C es el eliminado para su paso final a Insulina. La Proinsulina pasa a través del Aparato de Golgi donde queda envuelta en vesículas. Dentro de estas vesículas se activan las peptidasas cuya función es escindir al Péptido C y transformar la Proinsulina en insulina madura. Ambos el Péptido C y la Insulina madura quedan atrapados en las vesículas.

Secreción de Insulina

Cambio en la relación ATP/ADP



Como

se mencionó antes las células Beta del Páncreas tienen receptores del tipo GLUT2 que permiten el paso de la Glucosa al interior de las células pancreáticas mediante un proceso de transporte facilitado. La Glucosa al ingresar a la Célula Beta del páncreas inicia un proceso metabólico denominado Glucolisis. La Glucolisis da como resultado Piruvato y sustratos para la cadena respiratoria. El Piruvato entonces ingresa a la Mitocondria de la célula en donde mediante el Ciclo de Krebs y la cadena respiratoria generan un cambio en la relación ADP/ATP.

En las células beta existen canales de potasio dependientes de los niveles de ATP cuya función es mantener en estado basal a la célula pancreática. La constante entrada de Potasio mediante estos receptores mantiene la membrana de la célula beta en estado basal o polarizado. Sin embargo el aumento en los niveles de ATP generado por el ingreso de la Glucosa a la célula genera una inhibición de los canales de potasio dependientes de los niveles de ATP (K-ATP).

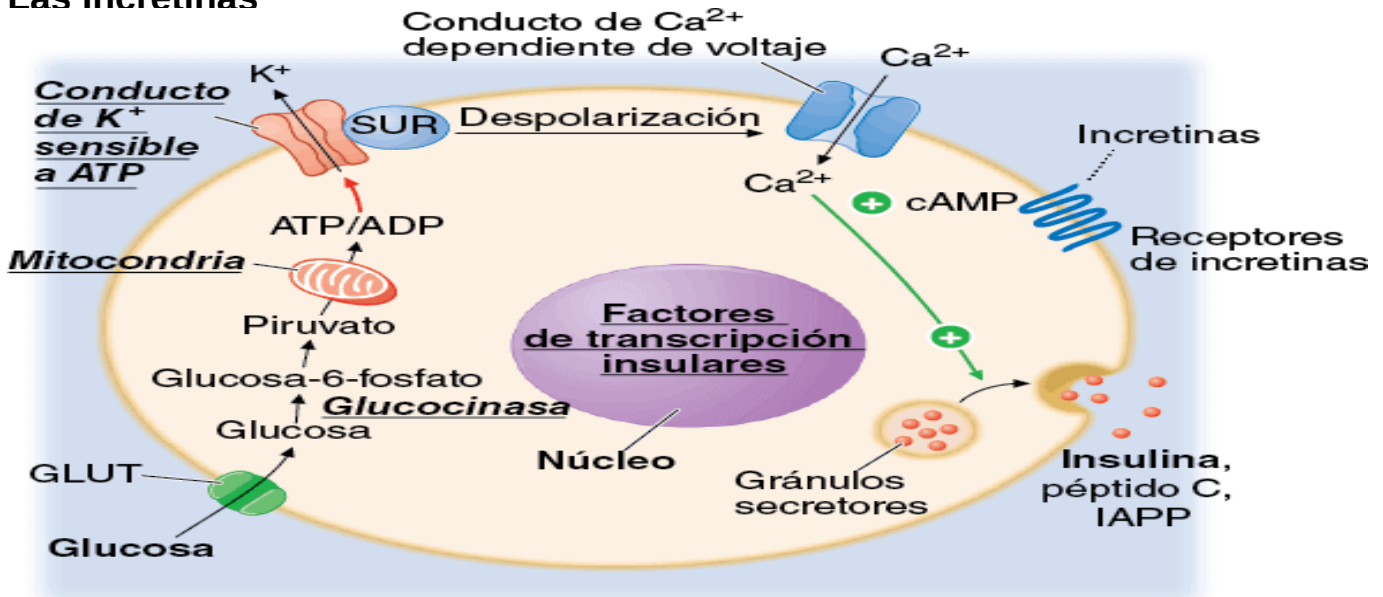
El resultado final de la inhibición de los K-ATP es la despolarización de la membrana de la célula beta. Esta despolarización genera una apertura de los canales de calcio dependientes de voltaje, lo que permite el ingreso de Calcio a la célula.

Exocitosis y liberación de Insulina

El aumento en los niveles de Calcio produce una activación de la fosfolipasa C que degrada a los fosfolípidos de membrana para obtener inositol 1,4,5-trifosfato (IP3) y diacilglicerol. El IP3 entonces se une a los receptores proteicos del Retículo Endoplasmático y activa la liberación del Calcio del Retículo Endoplasmático. Las grandes cantidades de Calcio conseguidas a partir de la entrada por los canales dependientes de voltaje y la liberación de Retículo Endoplasmático generan una exocitosis de las vesículas que contienen a la Insulina. Esto en parte se logra mediante la activación de la Sinaptotagmina (Una de las proteínas que funciona como sensor para la exocitosis en el ciclo de las vesículas sinápticas).

Es entonces gracias a la concentración intracelular de Calcio que las vesículas que contienen a la insulina sufren exocitosis y ocurre la secreción o liberación de Insulina al torrente sanguíneo. **Cuando la insulina es liberada también queda libre el Peptido C.** Dado que la vida media de este es mas larga que la de la Insulina a menudo se utiliza para medir la función de las células beta para la secreción de Insulina.

Las Incretinas



Fuente: Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Loscalzo J: HARRISON Principios de Medicina Interna, 18a edición: www.harrisonmedicina.com Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Todos los derechos reservados.

Las

Incretinas son un grupo de hormonas que se producen en el intestino cuando se digieren alimentos. Estas tienen efecto sobre la secreción de insulina. Las células Beta del páncreas poseen receptores específicos para estas hormonas. Las Incretinas más importantes son el Polipéptido inhibidor gástrico (GIP) y el Peptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1). **Ambas Incretinas aumentan la secreción de insulina.**

¿Dónde se producen?

En el Duodeno y la primera parte del Yeyuno se encuentran un grupo de células llamadas células K. Las células K son las encargadas de producir el Polipéptido inhibidor gástrico (GIP). Mientras que en el Íleon y el Colon se encuentran un grupo de células llamadas células L. Estas son las que producen al Peptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1).

La producción de ambas hormonas se ve estimulada por la ingesta oral de alimentos ricos en grasas y carbohidratos. Ambas hormonas pasan a la sangre y se unen a receptores específicos como al receptor de Incretinas en las células beta del páncreas. El mecanismo intracelular que realizan las Incretinas para aumentar la secreción de insulina aun no es del todo conocido. Se cree que intervienen en las concentraciones de Calcio (Ca²⁺) y en el cierre de los canales de Potasio (K⁺).

mediante la participación de la Adenilciclase. Hechos que eventualmente aumentan la exocitosis de las vesículas con Insulina.

Actividad de las Incretinas

La actividad de las Incretinas es innegable. Cuando se comparan los niveles de Insulina tras la administración de Glucosa oral y la Glucosa intravenosa ambas con el mismo perfil se puede observar la diferencia en cantidad a favor de la oral. A esto se le conoce como "Efecto Incretina". Las Incretinas también actúan sobre otros tejidos como el Estómago donde retrasan el vaciamiento gástrico, el Tejido adiposo donde estimulan la síntesis de ácidos grasos y en el Cerebro donde parece que regulan el apetito. Sin embargo para este artículo nos enfocamos únicamente en su acción sobre los receptores de Incretinas de las células beta.

Una vez que las Incretinas ya han cumplido su acción son metabolizadas por la enzima Dipeptidil Peptidasa IV (DPP-4).

Absorción o captación de glucosa

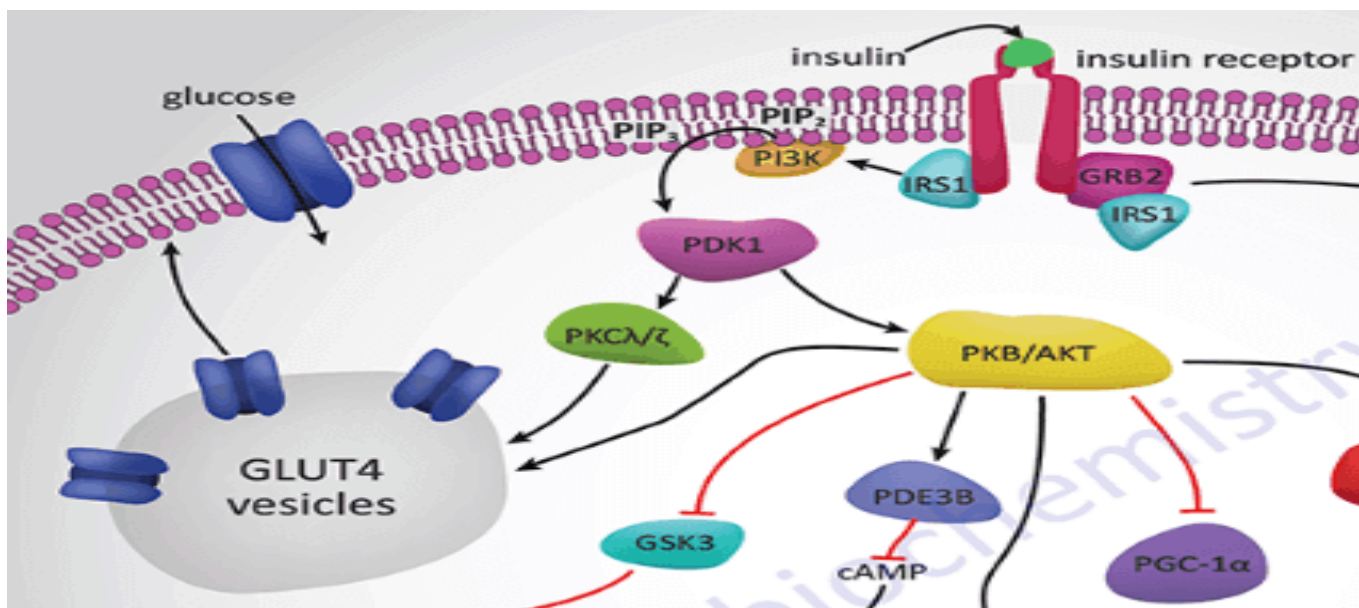
Insulina y los GLUT4

Las Proteínas Facilitadores del Transporte de Glucosa del tipo 4 o GLUT4 a diferencia de sus homólogos requiere de la Insulina para poder ejercer su acción. Los tejidos extra hepáticos como los músculos y el tejido adiposo tienen este tipo de proteína de membrana. Los GLUT4 no se encuentran activos en las membranas plasmáticas de estas células. Los GLUT4 requieren de la Insulina para sufrir exocitosis y permitir el paso de la Glucosa a la célula. Al cesar la acción de la Insulina se desactivan y sufren endocitosis, ocultándose y desapareciendo de la membrana plasmática.

La falta de insulina entonces genera una falta de receptores GLUT4, lo que impide la entrada de Glucosa a la célula. Lo que explica parte de la [Fisiopatología de la Diabetes tipo 1](#). La resistencia de los mismos explica la [Fisiopatología de la Diabetes tipo 2](#)

Receptor de Insulina y su efecto celular

El Receptor de insulina es un receptor del tipo Tirosina Kinasa. Posee dos subunidades alfa y dos subunidades beta. Al final de estas subunidades beta tiene 2 grupos fosfato que se encuentran en íntimo contacto con un grupo de proteínas que se llaman Sustratos del Receptor de Insulina (IRS). En total existen 4 tipos de estos sustratos (IRS1, IRS2, IRS3, IRS4).



Cuando la Insulina llega a su sitio de unión en las subunidades alfa del receptor desencadena un proceso de autofosforilación de las subunidades beta. El objetivo final es permitir el paso de un fosfato mediante los grupos fosfato para activar a la fosfatidilinositol-3-quinasa (PI3K). De forma paralela también es activado Factor de crecimiento proteico de unión al receptor 2 (GRB2).

Con la fosforilación y activación de la PI3K se inicia una cascada de señalización celular que termina en la exocitosis de los receptores GLUT4. La PI3K activa y fosforila al fosfatidilinositol-3,4,5-trifosfato (PIP3) que a su vez activa a una enzima llamada PIP3 quinasa dependiente 1 (PDK1). La activación de PDK1 genera la activación de la Proteína Kinasa B (PKB o Akt) y de una isoforma de la Proteína Kinasa C. Ambas PKB y PKC se encargan de fosforilar a las vesículas que contienen a los GLUT4. Es esta fosforilación la que permite la migración de las vesículas a la membrana plasmática y posterior exocitosis de los GLUT4.

Captación de Glucosa a la célula

Una vez que los receptores GLUT4 se encuentran en la membrana plasmática por acción de la Insulina estos permiten el paso de la Glucosa al interior de la célula por un proceso de Transporte facilitado. Las células de los músculos y del tejido adiposo dependen de este proceso para la captación de Glucosa.

Una vez dentro de la célula la Glucosa entra en una serie de procesos metabólicos en el que participan un grupo de enzimas cuya finalidad es la producción de energía. La Glucosa en una primera instancia induce la [Glucólisis](#) que en presencia de oxígeno es Glucólisis aeróbica y en ausencia se realiza una Glucólisis Anaeróbica. Cuando las células ya han cubierto su demanda de glucosa el exceso es convertido en Glucógeno mediante otro proceso metabólico denominado Glucogenogénesis.

El Hígado posee receptores del tipo GLUT2 y su principal función es captar el exceso sobrante de Glucosa en sangre para convertir en Glucógeno. Al igual que otros tejidos el Hígado también utiliza a la Glucosa para la formación de energía pero es aquí donde se almacenan principalmente las reservas de Glucógeno. Cuando los niveles de Glucógeno se encuentran al máximo entonces la

Glucosa forma Ácidos Grasos. La insulina aumenta la captación hepática de Glucosa mediante la activación de un grupo de enzimas; Glucocinasa, Fosfofructocinasa y Piruvato cinasa (PK). El Hígado al poseer transportadores del tipo GLUT2 también capta a la Fructosa y a la Galactosa para su conversión en energía celular. El paso de Glucosa a energía celular ya entra en un proceso denominado Metabolismo de la Glucosa.

Niveles normales de Glucosa en sangre

Como ya mencionamos a lo largo de este artículo la Glucosa debe ingresar a nuestro torrente sanguíneo y ser absorbida por las diferentes células de la economía. Los valores normales de glucosa dependerán del momento en el que se realiza la medición.

De acuerdo a los criterios ADA 2022, si la Glucosa se mide en ayunas entonces su valor deberá estar entre 70 y 100 mg/dl para considerarse normal. Si la Glucosa se mide de forma aleatoria esta debe encontrarse por debajo de 200 mg/dl para considerarse normal. Puedes encontrarme más información sobre esto en nuestros artículos sobre Diabetes Mellitus.

Referencias consultadas

[su_spoiler title=»Ver referencias» icon=»plus-circle»]

- Borge, M. J. (2011). *Digestión y absorción*. Obtenido de OpenCourseWare – Universidad de Cantabria: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-5.-fisiologia-del-aparato/tema-6.-digestion-y-absorcion/tema-6.-digestion-y-absorcion>
- King, D. M. (6 de Julio de 2016). *Introducción a las Actividades de Insulina*. Obtenido de The Medical Biochemistry: <https://themedicalbiochemistrypage.org/es/insulin-sp.php>
- L, A. M. (2012). Rol de las incretinas. *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 213-216.
- Powers, A. C. (2008). Diabetes Mellitus. En D. L. Longo, *Harrison Principios de Medicina Interna* (págs. 2277-2280). Mexico: McGraw Hill Mexico.
- Universidad Central Caracas Venezuela. (Enero de 2009). *Transporte de Glucosa*. Obtenido de Metabolismo y regulacion metabolica: <http://bioquimicaenelhospitalli.wikifoundry.com/page/Transporte+de+Glucosa>
- Vázquez-Contreras, D. E. (27 de Septiembre de 2003). *BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR EN LÍNEA*. Obtenido de UNAM: <http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/digestion%20de%20carbohidratos3.html>

[/su_spoiler]

Categoría

1. Diabetes
2. Endocrinología
3. Fisiología

Etiquetas

1. Diabetes Mellitus
2. Endocrinología
3. Fisiología de la captación de glucosa

- 4. Fisiología de la glucosa
- 5. Glucosa
- 6. Insulina

Fecha de creación

13/06/2017

Campos meta

Audience : NA **Autor** : Hugo Parrales M.D