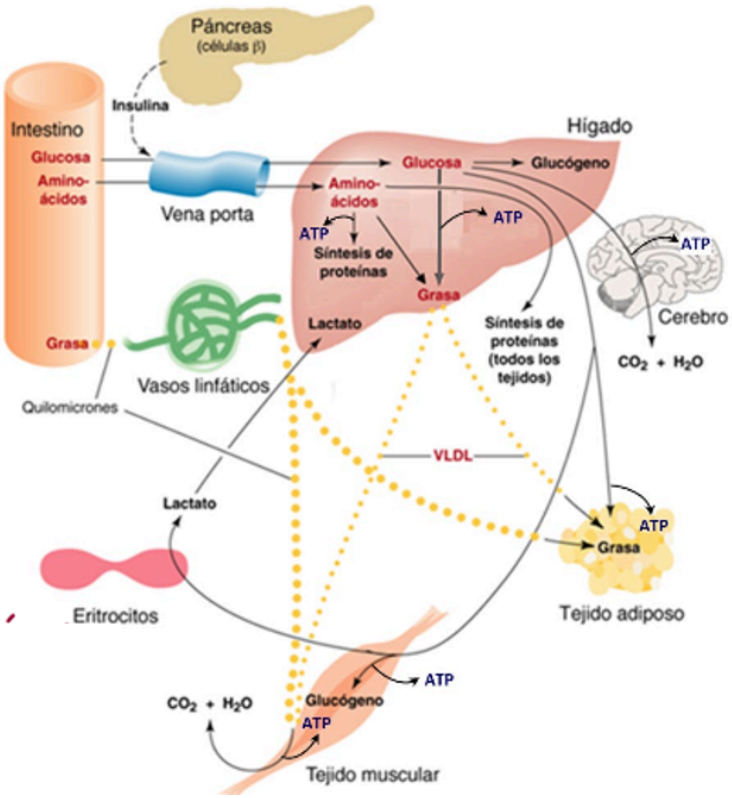
Tema 4: INTEGRACIÓN DEL METABOLISMO

⇒ ESTADO DE BUENA NUTRICIÓN

1. DISTRIBUCIÓN DE LA GLUCOSA EN EL ORGANISMO

Cuando hay un estado de **buena nutrición** (después de comer), la glucosa proveniente de los alimentos es distribuida de la siguiente manera:



→ HÍGADO

• **Almacenamiento en forma de glucógeno:** Una parte de la glucosa se almacena en el hígado como **glucógeno hepático**, el cual se utilizará en períodos de ayuno.

• **Conversión en ATP (energía):** La glucosa se degrada mediante **glucólisis** y el **ciclo de Krebs** para producir **ATP**.

• **Conversión en grasas:** Si hay un exceso de glucosa, se convierte en **ácidos grasos**, los cuales son transportados al tejido adiposo en forma de **lipoproteínas VLDL**.

• **Suministro de glucosa a otros tejidos:**

- **Cerebro**: Utiliza glucosa como su **principal fuente de energía**.
- **Músculo**: Puede convertir la glucosa en **glucógeno muscular** o degradarla para obtener ATP.
- **Tejido adiposo**: Convierte la glucosa en **grasa de reserva** y energía.

2. METABOLISMO DE LAS GRASAS

• En el **intestino**, las grasas de la dieta se **empaquetan en quilomicrones** y se transportan por la sangre a distintos tejidos:

- **Tejido adiposo**: Se almacenan como triglicéridos para ser usadas en momentos de déficit energético.
- **Músculo**: Se oxidan en la mitocondria para generar ATP.

3. ACCIÓN DE LA INSULINA Y GLUCAGÓN

• **El páncreas** responde a la ingesta de alimentos liberando **insulina**, lo que promueve:

- La **captación de glucosa** por los tejidos.
- El **almacenamiento** de glucógeno y grasas.
- La **síntesis de proteínas** a partir de los aminoácidos.
- Simultáneamente, se **inhibe la secreción de glucagón**, una hormona que se activa en ayuno para movilizar reservas energéticas.

4. DESTINO DE LOS AMINOÁCIDOS

• En el **hígado**, los aminoácidos obtenidos de los alimentos se utilizan para:

- **Síntesis de proteínas** esenciales para el cuerpo.

- **Producción de compuestos nitrogenados** como nucleótidos y neurotransmisores.
- **Obtención de energía (ATP)** si hay un exceso de aminoácidos.
- **Transporte a otros tejidos** como el músculo, donde se emplean en la **síntesis de proteínas musculares**.

RESUMEN DEL METABOLISMO EN ESTADO DE BUENA NUTRICIÓN

Macronutriente	Destino en el organismo
Glucosa	Almacenada como glucógeno, convertida en ATP o transformada en grasa.
Grasas	Transportadas en quilomicrones para almacenamiento o generación de energía.
Aminoácidos	Utilizados para síntesis de proteínas o convertidos en energía en caso de exceso.

Este estado metabólico es característico después de una comida, cuando el cuerpo prioriza el almacenamiento y la síntesis de biomoléculas.

SECRECIÓN DE INSULINA: REGULACIÓN DEL METABOLISMO ENERGÉTICO

1. ¿Qué es la insulina y por qué es importante?

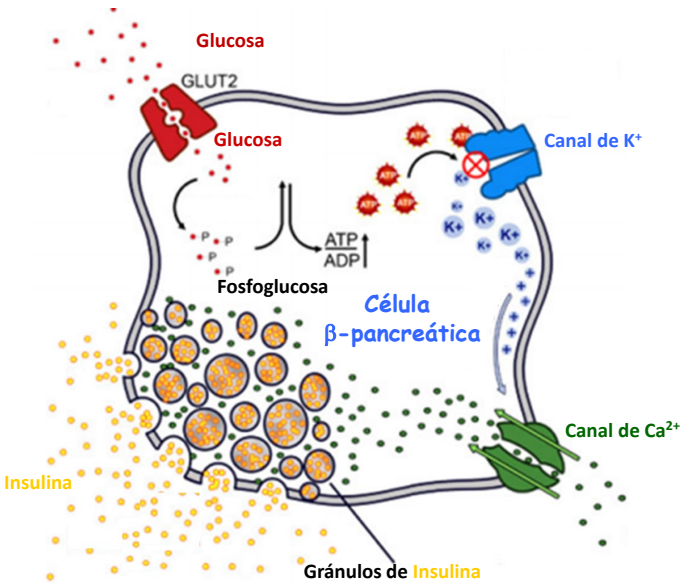
• La **insulina** es una **hormona anabólica** producida por las **células β del páncreas** en respuesta al aumento de **glucosa en sangre** después de una comida.

• Su función principal es **favorecer la captación y almacenamiento de glucosa**, permitiendo que el cuerpo regule los niveles de azúcar en sangre.

2. Mecanismo de Secreción de Insulina en las Células β del Páncreas

El proceso de secreción de insulina está regulado por la concentración de **glucosa en sangre** y se desarrolla en los siguientes pasos:

1. **Entrada de glucosa en la célula β pancreática:** La glucosa entra a través de los transportadores **GLUT2**, sensibles a la concentración de glucosa en sangre.
2. **Fosforilación de la glucosa:** La **glucosa se convierte en fosfoglucosa** mediante la **glucoquinasa**.
3. **Producción de ATP:** La glucosa sigue la vía de la **glucólisis y el ciclo de Krebs**, generando **ATP** en la mitocondria.
4. **Cierre del canal de potasio (K^+):** El aumento de ATP provoca el **cierre de los canales de K^+ dependientes de ATP**, lo que despolariza la membrana celular.
5. **Apertura del canal de calcio (Ca^{2+}):** La despolarización **abre los canales de Ca^{2+}**, permitiendo la entrada de calcio.
6. **Liberación de insulina:** El aumento de **Ca^{2+} intracelular** estimula la exocitosis de los **gránulos de insulina**, liberándola al torrente sanguíneo.



3. Funciones de la Insulina en el Metabolismo

- **Regula la captación de glucosa** en tejidos sensibles como el músculo y el tejido adiposo.
- **Activa la síntesis de glucógeno** en el hígado y músculo.
- **Inhibe la lipólisis** en el tejido adiposo, promoviendo el almacenamiento de grasa.
- **Estimula la síntesis de proteínas** a partir de aminoácidos.

4. Relación con la Diabetes Mellitus

• **Diabetes tipo 1**: Las células β del páncreas no producen insulina, por lo que provoca hiperglucemia y es necesario administrarla externamente.

• **Diabetes tipo 2**: Hay una **resistencia a la insulina**, lo que significa que los tejidos no responden adecuadamente a la hormona dificultando por ello la captación de glucosa por las células.

• **Hipoglucemia:** Exceso de insulina pudiendo reducir peligrosamente los niveles de glucosa en sangre.

RESUMEN DEL MECANISMO DE SECRECIÓN DE INSULINA

Paso	Descripción
1. Entrada de glucosa	La glucosa entra a la célula β mediante GLUT2
2. Fosforilación	La glucosa se convierte en fosfoglucosa
3. Producción de ATP	La glucosa es metabolizada para generar ATP
4. Cierre del canal K^+	El aumento de ATP cierra los canales de potasio
5. Apertura del canal Ca^{2+}	La despolarización abre los canales de calcio
6. Exocitosis de insulina	El aumento de Ca^{2+} estimula la liberación de insulina

Este proceso es fundamental para la regulación del metabolismo energético y la homeostasis de la glucosa en sangre.

→ REGULACIÓN DE LA GLUCOSA EN SANGRE: INSULINA Y GLUCAGÓN

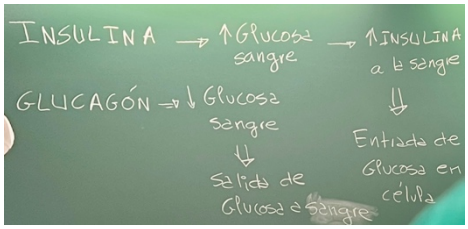
1. Insulina: Disminuye la Glucosa en Sangre

- **Cuando la glucosa en sangre aumenta (por ejemplo, después de comer), el páncreas libera insulina.**
- La **insulina** facilita la **entrada de glucosa en las células** para que sea utilizada como energía o almacenada.
- **Efectos de la insulina:**
  - **Favorece la captación de glucosa** en tejidos como el músculo y el tejido adiposo.
  - **Estimula la síntesis de glucógeno** en el hígado y músculo (glucogénesis).
  - **Inhibe la producción de glucosa** en el hígado (gluconeogénesis).
  - **Favorece el almacenamiento de grasa**, impidiendo la lipólisis.

➡️ **Resultado final: Disminución de la glucosa en sangre**.

2. Glucagón: Aumenta la Glucosa en Sangre

- **Cuando la glucosa en sangre baja (por ejemplo, durante el ayuno), el páncreas libera glucagón.**
- El **glucagón** activa procesos metabólicos en el hígado para liberar glucosa al torrente sanguíneo.
- **Efectos del glucagón:**
  - **Estimula la glucogenólisis**: Descomposición del glucógeno almacenado en el hígado para liberar glucosa.
  - **Activa la gluconeogénesis**: Síntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos como aminoácidos y glicerol.
  - **Favorece la lipólisis**: Moviliza ácidos grasos para obtener energía.



➡️ **Resultado final: Aumento de la glucosa en sangre**.

Hormona	Situación que la activa	Efecto sobre la glucosa en sangre	Mecanismos de acción
Insulina	Aumento de glucosa en sangre (después de comer)	**Disminuye** la glucosa en sangre	Aumenta la captación de glucosa por las células y el almacenamiento como glucógeno
Glucagón	Disminución de glucosa en sangre (ayuno, ejercicio)	**Aumenta** la glucosa en sangre	Moviliza glucógeno y activa la gluconeogénesis

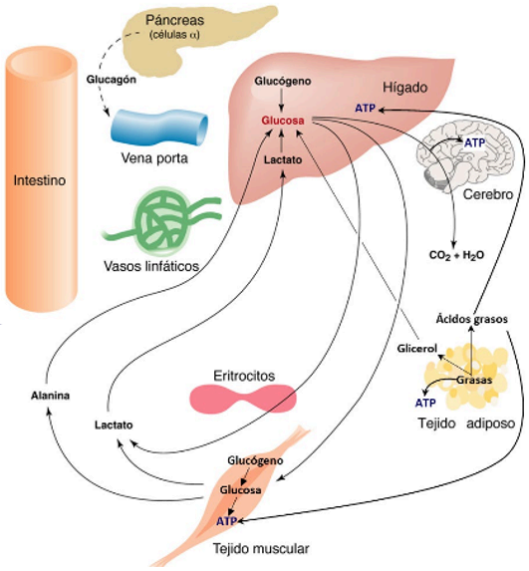
De esta manera vemos la **homeostasis de la glucosa**, donde la insulina y el glucagón actúan de manera opuesta para mantener niveles adecuados de glucosa en sangre.

→ METABOLISMO EN AYUNO NOCTURNO

Durante el **ayuno nocturno**, el cuerpo mantiene los niveles de glucosa en sangre a través de distintos mecanismos metabólicos en el **hígado, tejido adiposo, páncreas, músculo y cerebro**.

1. Metabolismo Hepático (Hígado)

- **Movilización de glucógeno:** Se degrada el **glucógeno hepático** para liberar **glucosa** en la sangre y suministrarla a los tejidos dependientes de glucosa, como el cerebro.
- **Gluconeogénesis (Síntesis de Glucosa):** Se produce glucosa a partir de **alanina** (proveniente del músculo), **lactato** (del metabolismo anaerobio) y **glicerol** (liberado por la lipólisis en el tejido adiposo).
- **Obtención de energía (ATP):** El hígado utiliza **ácidos grasos** como fuente de energía en lugar de glucosa.



2. Metabolismo en el Tejido Adiposo

- **Lipólisis (degradación de grasas):**
  - Se degradan los triglicéridos almacenados para liberar **ácidos grasos** a la sangre, que son captados por el hígado y el músculo.
  - Se libera **glicerol**, que es utilizado en la gluconeogénesis hepática.
  - El tejido adiposo también usa **ácidos grasos** como fuente de energía.

3. Regulación Hormonal: Acción del Páncreas

- **Liberación de Glucagón:** El páncreas secreta **glucagón**, lo que **estimula la degradación de glucógeno** y la **gluconeogénesis hepática**.
- **Inhibición de la Insulina:** Se suprime la producción de **insulina**, evitando que la glucosa entre en las células y favoreciendo su permanencia en la sangre.

4. Metabolismo en el Músculo

- **Captación limitada de glucosa:** Debido a los bajos niveles de insulina, el músculo toma poca glucosa de la sangre.
- **Glucogenólisis muscular:** El glucógeno muscular se degrada en glucosa, pero esta **no se libera a la sangre**, sino que se usa en el músculo mismo para producir energía.
- **Producción de lactato y alanina:** Parte de la glucosa consumida se convierte en **lactato** y **alanina**, que viajan al hígado para la **gluconeogénesis**.

- **Uso de ácidos grasos:** El músculo usa **ácidos grasos** de la sangre como fuente principal de energía.

5. Metabolismo en el Cerebro

- **Dependencia de la Glucosa:**
  - El cerebro sigue captando **glucosa** de la sangre, ya que es su principal fuente de energía.
  - En ayunos prolongados, comenzará a utilizar **cuerpos cetónicos**.

RESUMEN DEL METABOLISMO EN AYUNO NOCTURNO

Órgano/Tegido	Proceso Principal	Fuente de Energía
Hígado	Glucogenólisis y gluconeogénesis	Ácidos grasos
Tejido adiposo	Lipólisis	Ácidos grasos
Páncreas	Secreción de glucagón, inhibición de insulina	-
Músculo	Uso de glucosa limitada, glucogenólisis, metabolismo de ácidos grasos	Ácidos grasos, glucosa propia
Cerebro	Captación de glucosa	Glucosa (y cuerpos cetónicos en ayuno prolongado)

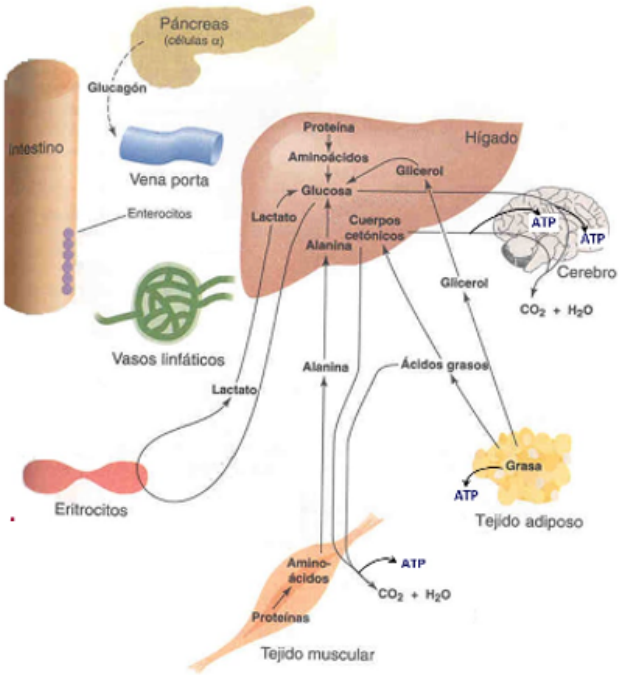
En resumen, el cuerpo equilibra la glucosa en sangre durante el ayuno nocturno a través de procesos metabólicos que aseguran que los tejidos dependientes de glucosa (como el cerebro) sigan funcionando mientras otros tejidos recurren a fuentes alternativas de energía, como los **ácidos grasos**.

→ METABOLISMO EN AYUNO PROLONGADO

Cuando el cuerpo entra en **ayuno prolongado** (más de 24 horas sin ingesta de alimentos), se activan una serie de procesos metabólicos para garantizar la disponibilidad de energía para los órganos esenciales.

1. Regulación Hormonal

- **El páncreas libera glucagón** e **inhibe la secreción de insulina**: Esto promueve la movilización de reservas energéticas en diferentes tejidos.



2. Adaptaciones Metabólicas en los Tejidos

a) Tejido Adiposo

- **Movilización de grasas:**

• Se activan las lipasas, lo que provoca la **liberación de ácidos grasos** en la sangre.

• Estos ácidos grasos son captados por el **hígado** y el **músculo** como fuente de energía.

- **Producción de glicerol:**

• Se libera glicerol al torrente sanguíneo, el cual es utilizado por el **hígado en la gluconeogénesis** para formar glucosa.

b) Hígado

- **Gluconeogénesis:** El hígado produce **glucosa** a partir de:
  - **Alanina** (proveniente de la degradación de proteínas musculares).
  - **Lactato** (del metabolismo anaerobio en los eritrocitos y músculo).
  - **Glicerol** (proveniente del tejido adiposo).
- **Beta-oxidación de ácidos grasos:** Los ácidos grasos movilizados del tejido adiposo son degradados en el hígado para producir **ATP**.
- **Síntesis de cuerpos cetónicos:** En ayunos prolongados, el hígado convierte los ácidos grasos en **cuerpos cetónicos** (acetoacetato y β-hidroxibutirato), que son enviados a la sangre como fuente de energía alternativa.

c) Cerebro

- **Cambio en el metabolismo energético:**
  - En ayunos iniciales, el cerebro **usa glucosa** como principal fuente de energía.
  - En ayuno prolongado, comienza a utilizar **cuerpos cetónicos**, reduciendo así su dependencia de la glucosa.

RESUMEN DEL METABOLISMO EN AYUNO PROLONGADO

Órgano	Proceso Metabólico	Fuente de Energía
Páncreas	Secreta glucagón, inhibe insulina	-
Tejido Adiposo	Movilización de ácidos grasos y glicerol	Ácidos grasos
Hígado	Gluconeogénesis y producción de cuerpos cetónicos	Ácidos grasos, glicerol
Cerebro	Uso de cuerpos cetónicos como fuente de energía	Cuerpos cetónicos, glucosa (mínima)
Músculo	Degradación de proteínas y uso de ácidos grasos	Ácidos grasos, cuerpos cetónicos

d) Músculo

- **Degradación de proteínas:** El músculo libera **aminoácidos (principalmente alanina)** hacia el hígado para la gluconeogénesis.
- **Uso de ácidos grasos y cuerpos cetónicos:** Para reducir la degradación de proteínas, el músculo aumenta el uso de **ácidos grasos** y **cuerpos cetónicos** como fuente de energía.

3. Importancia del Metabolismo en Ayuno Prolongado

- **Preserva la glucosa para tejidos dependientes** como los eritrocitos.
- **Reduce la degradación de proteínas** al cambiar la fuente de energía del cerebro de glucosa a cuerpos cetónicos.
- **Mantiene la homeostasis energética**, evitando una caída drástica en los niveles de glucosa en sangre.

Este mecanismo de adaptación permite la **supervivencia en ausencia de alimentos**, optimizando la utilización de las reservas energéticas del cuerpo.