



GUÍA 4: ORGANIZACIÓN Y FUNCIÓN DEL SISTEMA ENDOCRINO

Objetivos: Comprender y analizar los elementos básicos del control hormonal, incluyendo la naturaleza de las hormonas, su procedencia y sus acciones reguladoras sobre procesos fisiológicos.

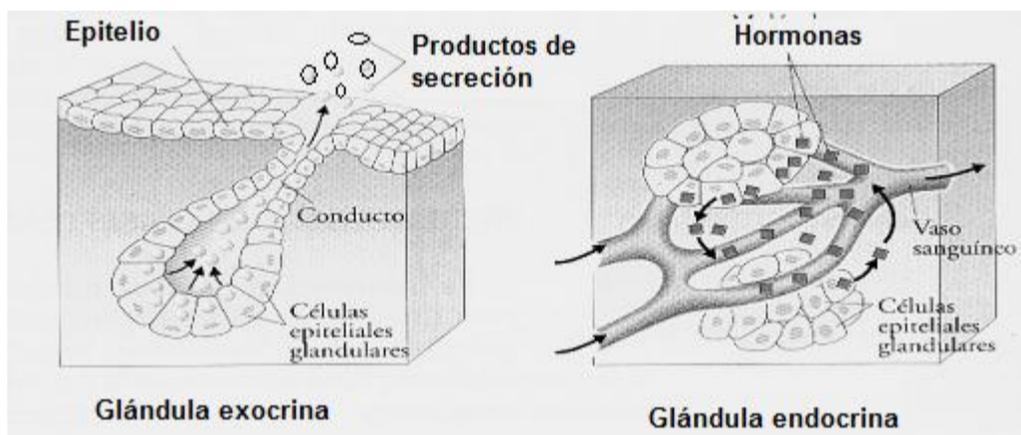
El sistema endocrino está organizado en glándulas, las que secretan sustancias químicas denominadas hormonas, que cumplen la función de coordinación e integración funcional.

Las glándulas son un conjunto de células especializadas con actividad secretora, las que se pueden encontrar:

1. **Dispersas** en otros tejidos, por ejemplo: **Glándulas mucosas**
2. En **órganos** especializados, por ejemplo: **Glándulas sudoríparas.**

LAS GLÁNDULAS SE PUEDEN CLASIFICAR DE ACUERDO A LA FORMA DE ELIMINAR LA SECRECIÓN:

- 1) **Glándulas exocrinas:** Estructura celular que vierte su secreción al medio exterior celular o a otras partes del cuerpo por medio de conductos. Estas glándulas producen secreción como el sudor, grasa, saliva, jugos gástricos e intestinales, algunos ejemplos: **Glándulas sudoríparas, sebáceas, salivales, intestinales y gástricas.**
- 2) **Glándulas endocrinas:** Estructura celular que vierte su secreción directamente al torrente sanguíneo y carecen por ello de conducto de salida. Estas glándulas producen **hormonas**, algunos ejemplos: glándula **hipófisis, tiroides, suprarrenales.**



- 3) **Glándulas mixtas o anfícrinas:** que corresponde a glándulas que actúan como exocrinas y endocrinas; ejemplo: Páncreas, gónadas.

¿QUÉ SON LAS HORMONAS?

Las hormonas son mensajeros químicos secretados por una célula o por un tejido glandular que ejerce un efecto fisiológico sobre otras células.

CARACTERÍSTICAS DE LAS HORMONAS

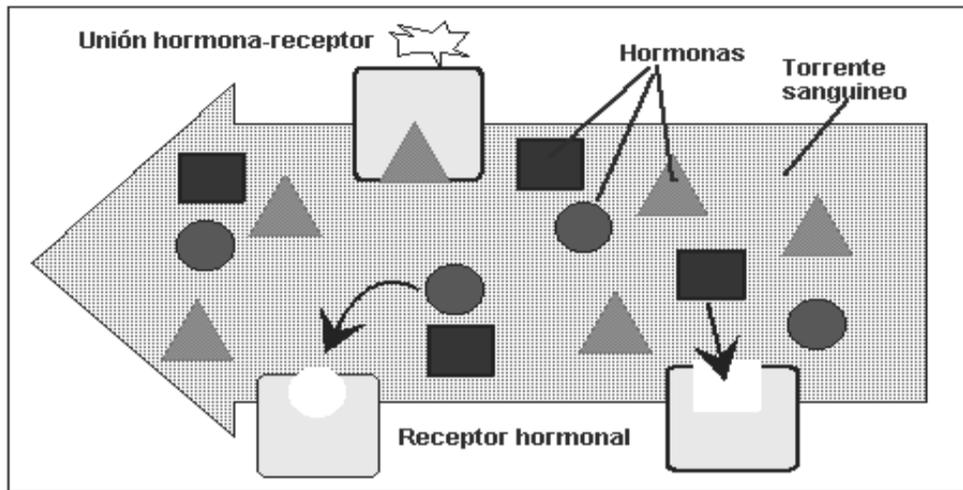
- De acuerdo a su estructura química pueden ser:
 - a) **Esteroides:** Derivan del colesterol y se sintetizan en el Retículo endoplasmático liso.
 - b) **Proteínas:** Formadas por cadenas de aminoácidos desde 3 a 200. Se sintetizan en el retículo endoplasmático rugoso.
 - c) Derivados de aminoácidos (**aminas**) Por ejemplo: Modificación del aminoácido tirosina. Ejemplo: T3 y T4.
 - d) Derivados de **ácidos grasos:** derivado del ácido graso araquidónico Ej.: Prostaglandinas.
- Son secretadas por células especializadas y vertidas al sistema circulatorio.
- Una determinada hormona afecta solamente a una célula específica llamada **célula blanco**.
- La especificidad se debe al tipo de receptores que poseen las células blanco.
- Diferentes células pueden responder de diferente forma a una misma hormona. La especificidad de la acción hormonal se explica más por las características de la célula blanco que por las propiedades de la hormonas.
- La permanencia de la acción hormonal depende de la necesidad orgánica.
- La hormona después de su acción son descompuestas rápidamente.
- La cantidad de una hormona en el organismo es regulada por **mecanismos de Feed-back**.



MECANISMOS DE ACCIÓN HORMONAL

Las hormonas liberadas por las glándulas endocrinas van al torrente sanguíneo, distribuyéndose por todo el organismo en concentraciones muy bajas. Cuando las hormonas encuentran la célula blanco que posee los RECEPTORES específicos en la membrana plasmática o en su interior, sobreviene la acción hormonal.

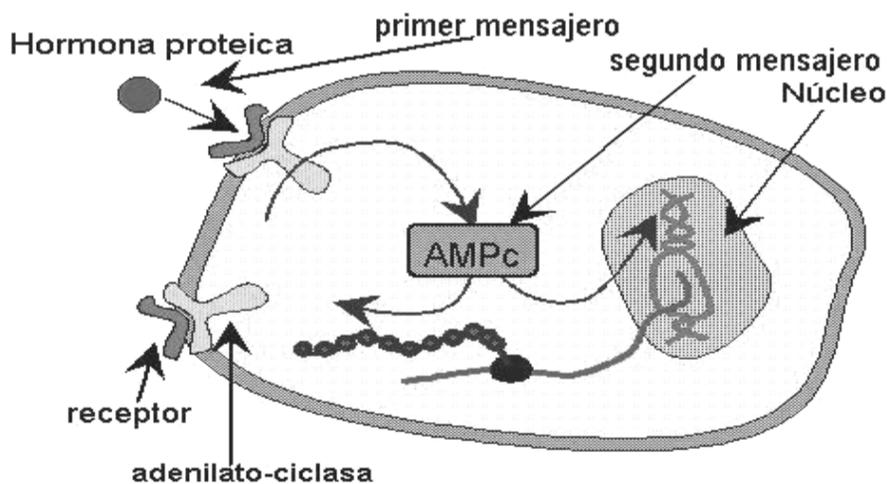
Actividad: Analice los siguientes esquemas, y conteste a las preguntas, en base a los contenidos posteriormente explicados



- ¿Por qué algunas células responden a una hormona determinada y otras no?
- ¿Qué cree que ocurre una vez que las células endocrinas han secretado sus hormonas? Explique
- Si circulan diferentes hormonas a la vez, ¿Cómo cada una de estas llega a la célula blanco que le corresponde? Explique

La hormona es transportada por la sangre por todo el cuerpo, sólo afecta a células específicas llamadas **células diana o células blanco**. La hormona actúa sobre la célula blanco uniéndose químicamente a proteínas o glucoproteínas denominadas **receptores**. Los receptores se sintetizan y degradan constantemente. Así una célula blanco posee entre 20.000 a 100.000 receptores para una hormona específica.

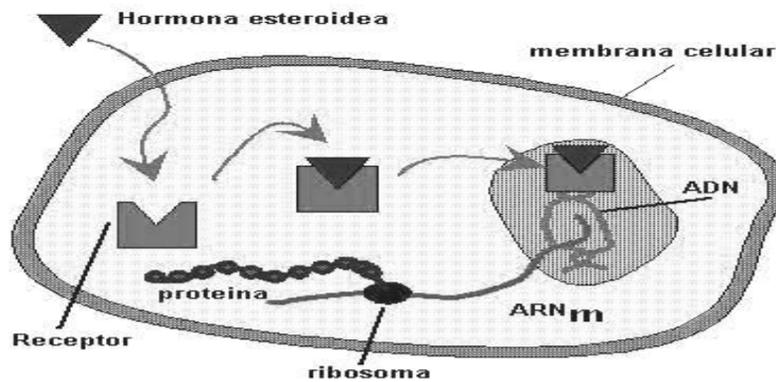
- MECANISMO DE ACTIVACIÓN DE SEGUNDO MENSAJERO:



- Las hormonas peptídicas son transportadas por la sangre.
- La hormona se combinan con receptores en la membrana plasmática de una célula blanco.
- La combinación hormona-receptor es acoplado por una proteína G que activa la enzima adenilato ciclasa.
- La enzima (adenilato ciclasa) cataliza la conversión de ATP en AMP cíclico (AMPc) éste es el segundo mensajero.
- El AMPc activa entonces una o más enzimas fosforilandas.
- Se realiza una función celular.



b) MECANISMO DE ACTIVACIÓN O INHIBICIÓN DE CIERTOS GENES

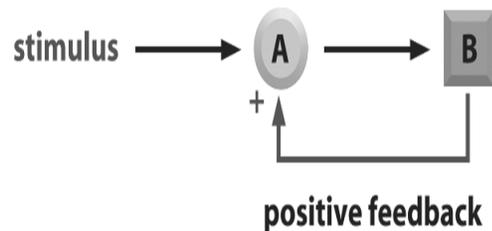


- 1.-Las hormonas esteroideas son secretadas por la glándula endocrina y transportada a la célula blanco.
- 2.-Pueden atravesar libremente la membrana plasmática.
- 3.-La hormona atraviesa el citoplasma hacia el núcleo.
- 4.-La hormona se combina con un receptor en el citoplasma o en el núcleo.
- 5.-se forma el complejo hormona esteroide-receptor y se combina con al ADN.
- 6.-Así se pueden activar o reprimir genes específicos, lo que conduce a la transcripción de ARNm.
- 7.-Esto conlleva a la síntesis de proteínas específicas las cuales provocan una acción hormonal.

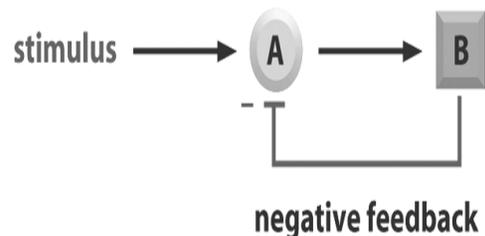
RETROALIMENTACION O FEED-BACK HORMONAL

Se llama retroalimentación al mecanismo por el cual el elemento controlador (órgano A) es regulado a su vez por el elemento que controla (órgano B), estableciéndose un balance dinámico. Esto aplicado a las glándulas endocrinas significa que forman una red interdependiente no sólo entre ellas, sino también con el resto de los órganos del cuerpo. En otras palabras este mecanismo hace que el aumento en la concentración circulante de una hormona desencadene la disminución de su liberación y viceversa

Feed Back positivo: Mecanismo de regulación que permite aumentar la producción de una hormona cuando su efecto o concentración es alto.
Ejemplo: la producción de oxitocina durante el parto.

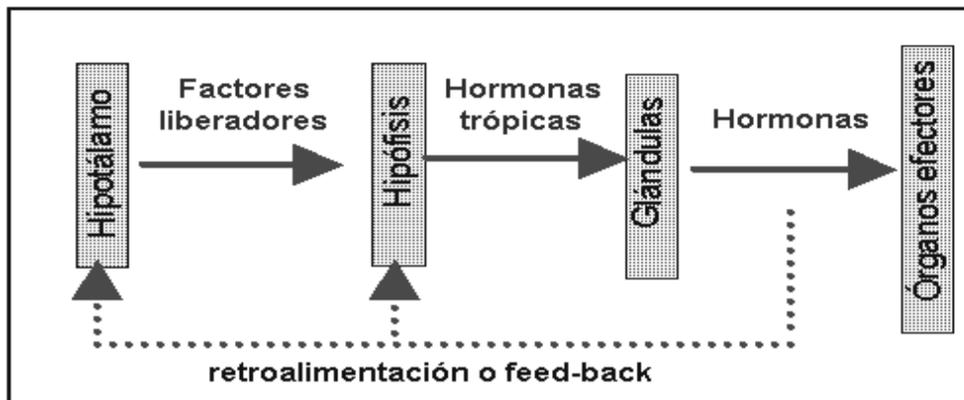


Feed Back negativo: Mecanismo de control a través del cual se regula el funcionamiento de las hormonas. Así si la concentración o efecto de una hormona es bajo la glándula se estimula y si el efecto o la concentración es alto la glándula se inhibe. Ejemplo: La gran mayoría de las glándulas de nuestro cuerpo.

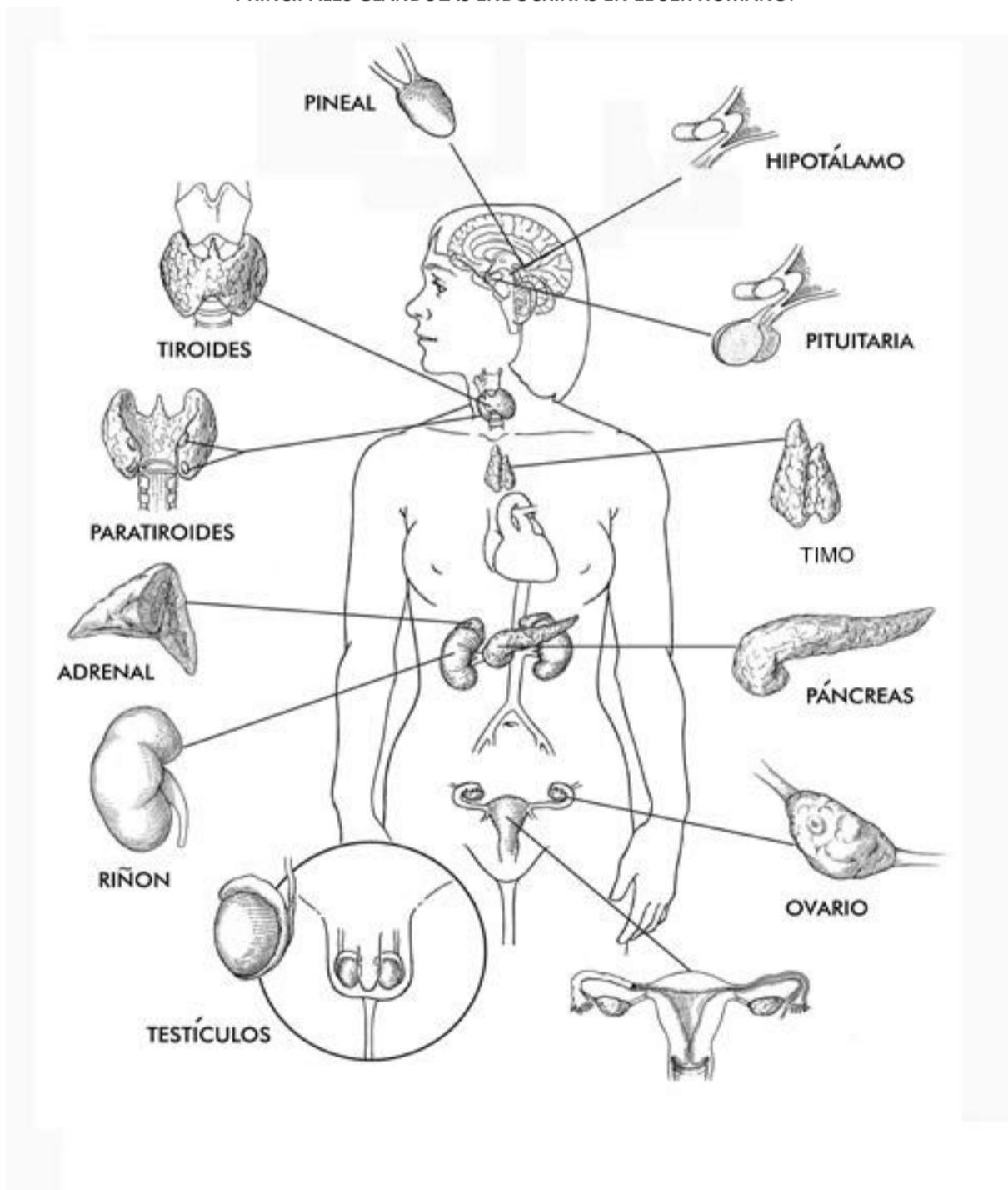


ALGUNOS CONCEPTOS QUE UD. DEBE MANEJAR:

1. Células neurosecretoras, cuyas secreciones son llamadas **neurohormonas. (factores liberadores)**. Las células neurosecretoras del hipotálamo secretan hormonas liberadoras o inhibidoras directamente en capilares que están unidos por venas porta a una segunda red capilar de la hipófisis anterior, donde las hormonas hipotalámicas afectan la producción de las hormonas hipofisarias.
2. Hormonas tróficas: hormonas que estimulan a una segunda glándula con su consecuente liberación de otra secreción (hormona).
3. Hormonas no tróficas: no estimulan a una segunda glándula.
4. Sistema portal: compleja red de capilares sanguíneos.



PRINCIPALES GLÁNDULAS ENDOCRINAS EN EL SER HUMANO:



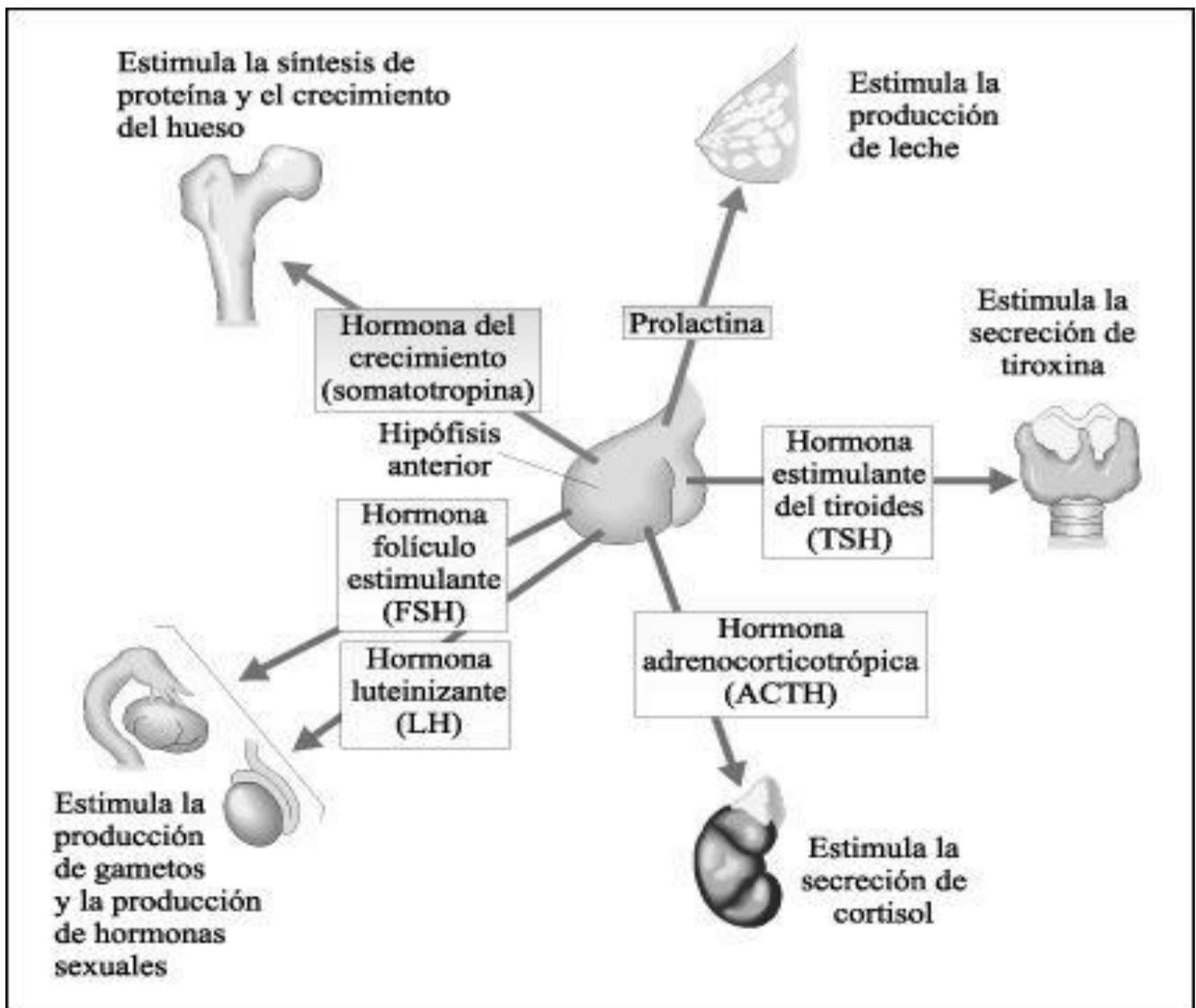
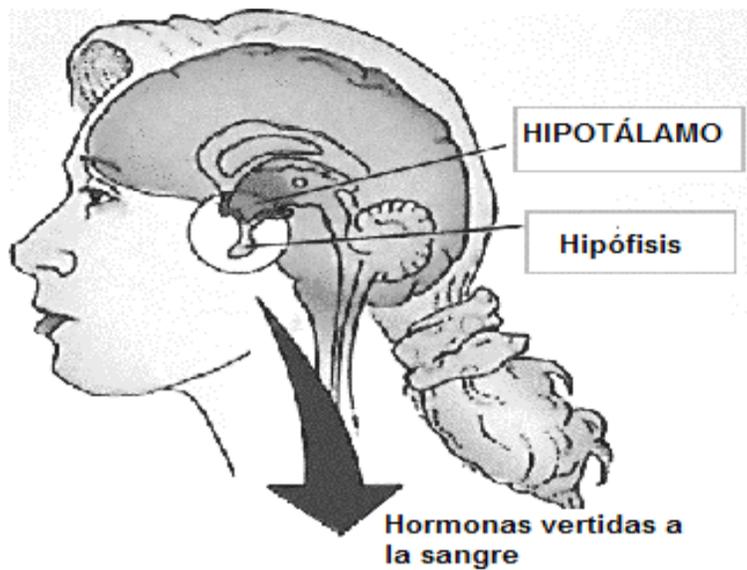
Generalmente las glándulas endocrinas secretan una cierta cantidad de hormonas que le es necesaria para regular una determinada función. Esta cantidad puede ser considerada como la secreción normal de dicha glándula. Sin embargo a veces las glándulas secretan mayor cantidad de hormonas que la necesaria, dando origen a una hipersecreción glandular, o una menor cantidad de la hormona, dando origen a una hiposecreción glandular, en éstos dos casos, la



anormalidad endocrina genera trastornos en el funcionamiento del organismo, produciendo las llamadas **enfermedades funcionales**.

HIPOTALAMO E HIPOFISIS

Se puede considerar al Hipotálamo como el centro nervioso *director y controlador* de la gran mayoría de las secreciones endocrinas, y lo hace a través de las neurohormonas que son conducidas a la *Hipófisis*. Esta glándula tiene el tamaño y la forma de un poroto y se localiza en la base del cerebro. Presenta tres lóbulos: LÓBULO ANTERIOR O ADENOHIPOFISIS, LÓBULO MEDIO y LÓBULO POSTERIOR O NEUROHIPOFISIS



El Lóbulo anterior o adenohipófisis produce dos tipos de hormonas:

1. **Hormonas tróficas**, que estimulan la función de otras glándulas endocrinas y son:



- *TSH o tirotrófina*: regula la secreción de tiroxina por la tiroides
- *ACTH o adrenocorticotrofina*: regula la secreción de hormonas de las suprarrenales.
- *FSH o folículo estimulante*: provoca la secreción de estrógenos por los ovarios y la maduración de espermatozoides en los testículos.
- *LH o luteotrófica*: estimula la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo y de testosterona por los testículos.

2. **Hormonas no tróficas**, que actúan directamente sobre sus células blanco y son:

- *STH o somatotrofina, conocida como " hormona del crecimiento"*: responsable del crecimiento de huesos y cartílagos.
- *PRL o prolactina*: estimula la secreción de leche por las glándulas mamarias tras el parto.

La secreción de las hormonas de la hipófisis anterior está sujeta a control hipotalámico a través de factores liberadores.

El lóbulo posterior o neurohipófisis libera dos hormonas: la oxitocina y la vasopresina u hormona antidiurética (ADH), que son sintetizadas por el hipotálamo y se almacenan en este lóbulo.

1. *Oxitocina*: actúa sobre el músculo uterino, estimulando las contracciones durante el parto. Facilita la salida de la leche como respuesta a la succión.
2. *Vasopresina*: controla la cantidad de agua excretada por los riñones e incrementa la presión sanguínea. Es una hormona antidiurética, favoreciendo la reabsorción de agua a través del nefrón. Alteraciones en esta hormona provocan la enfermedad llamada diabetes insípida.

El lóbulo medio, secreta la hormona MSH o estimulante de los melanóforos, que promueve la síntesis de melanina en las células pigmentadas o melanocitos.

LAS HORMONAS COMO REGULADORAS DE LAS FUNCIONES VITALES.

La salud se caracteriza por un perfecto equilibrio del organismo en todas sus funciones. Las hormonas, conjuntamente con el sistema nervioso, cumplen una función esencial en regular las diferentes reacciones vitales, acelerándolas o frenándolas para que ninguna de ellas se desarrolle anormalmente. Un arrebato de ira, un ejercicio muscular, una situación de emergencia pueden relacionarse con una secuencia de reacciones bioquímicas perfectamente reguladas por **secreciones hormonales**. Algunos ejemplos pueden ser:

TIROIDES

Está formada por dos Lóbulos unidos por un Istmo, ubicada en la región anterior del cuello, delante de la traquearteria, posee una proteína llamada Tiroglobulina, la cual desempeña junto al aminoácido Tirosina un importante papel en la síntesis y almacenamiento de las hormonas de la Tiroides.

La Tiroides produce las siguientes **hormonas**:

- 1.- Triyodotirosina T3.
- 2.- Tetrayodotirosina T4 (Tiroxina)
- 3.- Calcitonina.

La secreción de la T3 y T4 depende del Sistema Hipotálamo-hipofisiario, cuya actividad es regulada mediante retroalimentación negativa que consiste en lo siguiente: El Hipotálamo produce un Factor liberador de Tirotrópina, cuya función es estimular a la glándula Tiroides en la síntesis y secreción hormonal. La baja de los niveles de las Hormonas T3 y T4 en la sangre, estimulan la secreción del Factor liberador en el Hipotálamo y la entrega de Tirotrópina en la Hipófisis, la cual estimula a la Tiroides para que aumente el nivel de T3 y T4. El aumento en la sangre de estas hormonas produce un efecto contrario.

La **Tiroxina** (T4) es una hormona que para su síntesis necesita de la presencia del **elemento yodo** el cual se ingiere en forma de yoduros con los alimentos, el que dentro de las células glandulares es oxidado y convertido en yodo libre.

Acción de las hormonas tiroideas

1. Estimula el metabolismo celular en los Mitocondrias y por lo tanto el consumo de oxígeno.
2. En lactantes y niños contribuye al desarrollo normal del Sistema nervioso central y del Sistema nervioso periférico, desarrollo de Neuronas y mielinización de sus Axones, su falta produce el Cretinismo congénito.
3. Interviene en el control del crecimiento junto a la Somatotropina
4. Interviene en el control de la glucosa de la sangre, para ello favorece la absorción intestinal de la glucosa (**hiperglucemiante**).
5. Estimula la secreción de las hormonas de la Médula de las glándulas suprarrenales.

La Calcitonina, es una hormona polipeptídica. Su función es bajar el nivel de calcio de la sangre. Para ello, inhibe la liberación de calcio de los huesos y estimula su depósito en ellos.

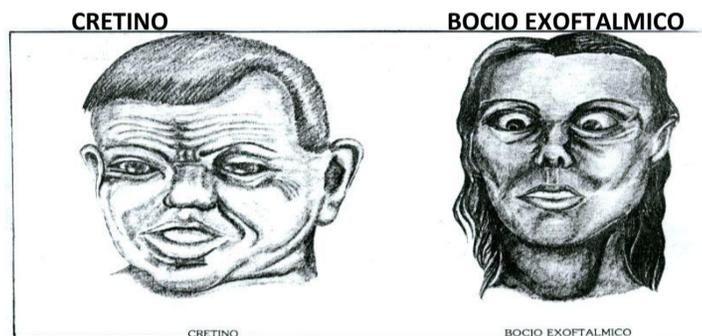


La hipersecreción de T3 y T4, disminuye el peso corporal, aumentan la frecuencia cardíaca y la respiración, aumentan el metabolismo, producen nerviosidad, debilidad muscular y tendencia a sudar.

La hiposecreción de las hormonas tiroideas, produce en los niños el **Cretinismo congénito** y en los adultos el **Mixedema**, cuyas características son piel gruesa en cara y manos, pulso lento, tendencia a la obesidad, escasa tolerancia al frío, respuestas musculares y mentales lentas.

Otro tipo de hipotiroidismo, que se presenta tanto en niños como en adultos, es cuando la dieta contiene cantidades insuficientes de yodo, con lo cual no se puede sintetizar la tiroxina, en tal caso además de producirse un descenso del metabolismo, la glándula aumenta de tamaño hasta denunciar su presencia bajo la piel del cuello. Este agrandamiento de la tiroides recibe el nombre de **Bocio simple**.

Trastornos Tiroideos



PÁNCREAS ENDOCRINO

El Páncreas es una glándula mixta o Anficrina, ya que actúa como glándula exocrina y endocrina, exocrina por producir el Jugo pancreático y endocrina, por producir en los Islotes de Langerhans (parte media y cola del Páncreas) tres hormonas llamadas: **Glucagón, Insulina y Somatostatina**, que respectivamente son formados en tres tipos de células que son: **Alfa, Beta y Delta**.

La glucosa es el principal combustible celular, siendo la cantidad normal de glucosa en la sangre de de 100 miligramos % (Glicemia normal).

La glucosa de la sangre proviene de:

- 1.- Digestión de los carbohidratos: **Vía exógena**.
- 2.- Degradación del glucógeno: **Vía endógena**.
- 3.- De la síntesis a partir de otras moléculas (**aminoácidos, ácidos grasos**).

La glucosa se acumula en el **hígado** y en los **músculos** en forma de **glucógeno** y a partir de la glucosa en el hígado se realiza síntesis de aminoácidos y glicerol. Los procesos son reversibles.

La **Glicemia** o cantidad de azúcar de la sangre se regula mediante la acción de las siguientes hormonas: **Insulina, Glucagón, Adrenalina, Cortisol, Somatotrofina, Hormonas tiroideas**.

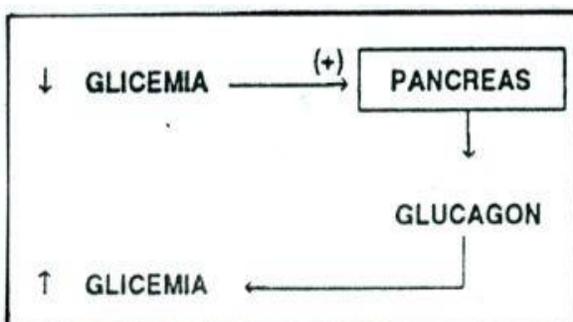
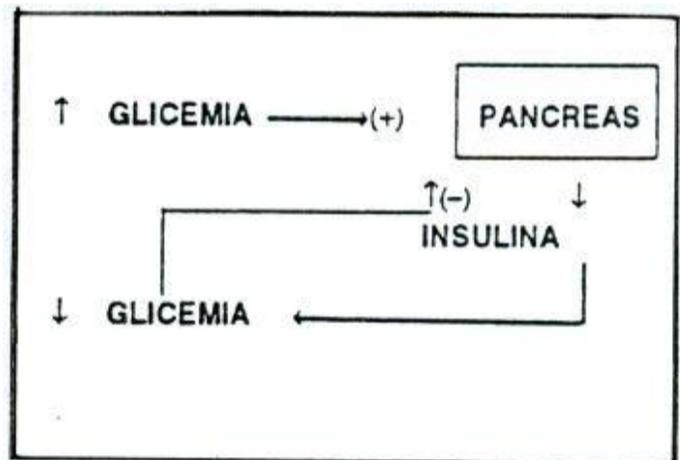
1.- INSULINA.

Es una hormona proteica producida por las células Beta de los Islotes de Langerhans. Hormona **hipoglicemiante**, cuyas funciones son:

- a) Hacer pasar la glucosa del espacio extracelular al interior de las células de todo el organismo, en especial a las células musculares y adiposas, al igual que los aminoácidos y los ácidos grasos (principales combustibles).
- b) Estimular la transformación de la glucosa en glucógeno en el hígado: **Glucogénesis**.

Las células adiposas almacenan el exceso de glucosa como sustancia grasa.

Regulación de la Insulina.



2.- Glucagón.

Hormona proteica producida por las células alfa de los Islotes de Langerhans. Hormona **hiperglicemiante**. Transforma el glucógeno en glucosa: **Glucogenólisis**. Estimula la movilización de la glucosa, ácidos grasos y aminoácidos, desde los sitios almacenados hacia la sangre.



Regulación del glucagón.

3.- Somatostatina

Hormona proteica producida por las células delta de los Islotes de Langerhans, interviene indirectamente en la regulación de la glicemia. Inhibe la secreción de Insulina y Glucagón. La secreción de esta hormona está regulada por los altos niveles de glucosa, aminoácidos y de glucagón.

4.- Adrenalina o Epinefrina

Aumenta la cantidad de glucosa de la sangre y transforma el glucógeno muscular en glucosa.

5.- Cortisol

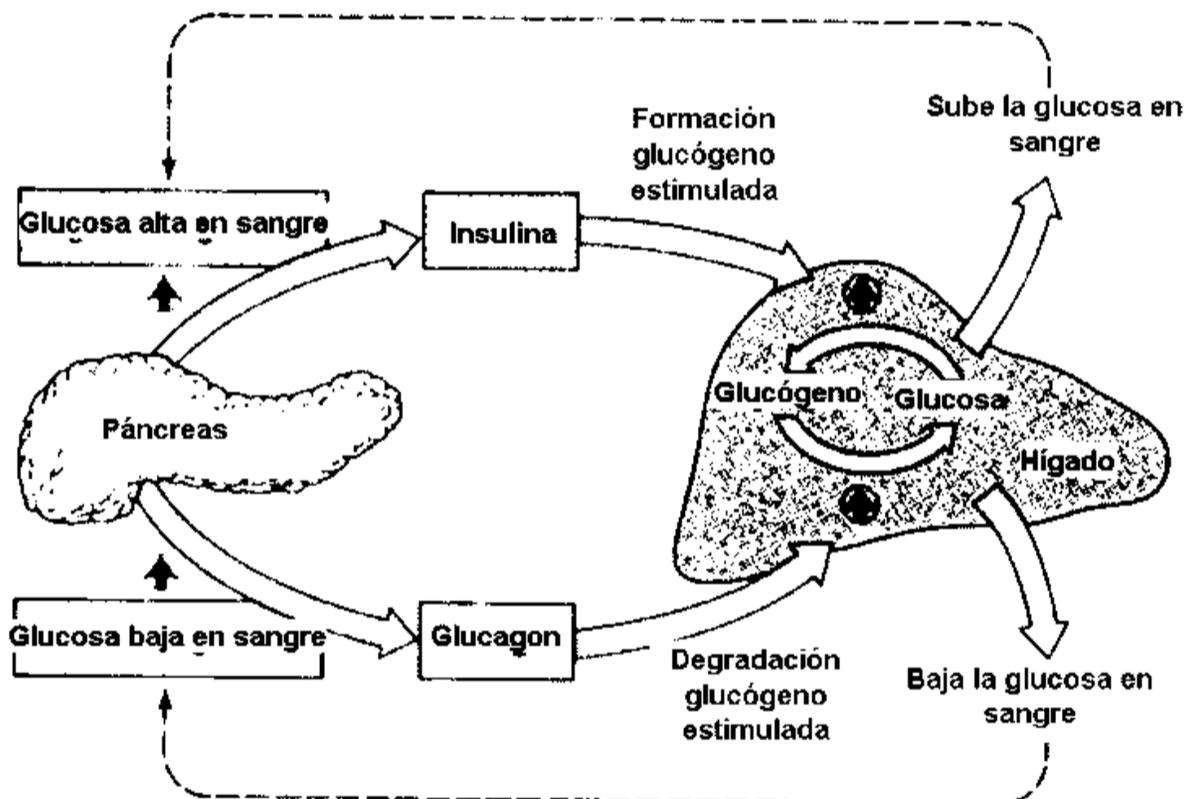
Forma glucosa a partir de aminoácidos: **Gluconeogénesis**. Actúa cuando el glucógeno se agota.

6.- Somatotrofina

Inhibe la entrada de glucosa a las células.

7.- Hormonas tiroideas

Favorecen la absorción intestinal de glucosa.



- Cuando la concentración de azúcar en la sangre es baja, el páncreas libera glucagón, que estimula la degradación de glucógeno y la salida de glucosa del hígado.
- Cuando la concentración de azúcar en la sangre es elevada, el páncreas libera insulina, que "retira" la glucosa del torrente sanguíneo incrementando su absorción por las células y promoviendo su conversión en glucógeno.
- En condiciones de estrés, la ACTH estimula a la corteza suprarrenal que produce cortisol y otras hormonas relacionadas, incrementándose la degradación de proteínas y su conversión en glucosa en el hígado. Al mismo tiempo, la estimulación de la médula suprarrenal por el sistema nervioso autónomo produce la liberación de adrenalina y noradrenalina, que también elevan la concentración de azúcar en la sangre. La hormona de crecimiento y la somatostatina también afectan los niveles de glucosa en la sangre.

ENFERMEDADES DEL PÁNCREAS

La hiposecreción de Insulina aumenta la cantidad de glucosa de la sangre, produciendo la enfermedad llamada: **Diabetes mellitus**. Sus consecuencias incluyen la ceguera, enfermedades renales, gangrena, etc.

Se reconocen dos clases de Diabetes mellitus: la de **tipo I** y la de **tipo II**.

Diabetes insulino-dependientes.- (Tipo I-)



Se desarrolla antes de los 20 años y se produce porque disminuye las células beta, provocando una falta de Insulina, los pacientes deben aplicarse periódicamente dosis de Insulina.

Diabetes tipo II.-

Esta enfermedad se desarrolla en forma gradual, generalmente en personas de más de 40 años. Los niveles de Insulina son normales, el problema reside en la incapacidad de las células blanco para captar la Hormona.

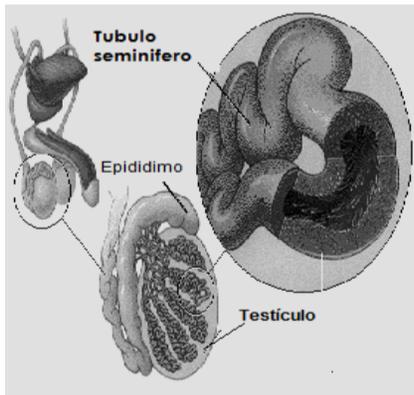
En ambos tipos de Diabetes mellitus, el exceso de glucosa es excretado por la orina: **Glucosuria**. La eliminación de glucosa determina pérdida de mucha agua, lo que produce mucha sed: **Polidipsia**. **Apetito voraz Polifagia**. Aliento a acetona.

HORMONAS SEXUALES

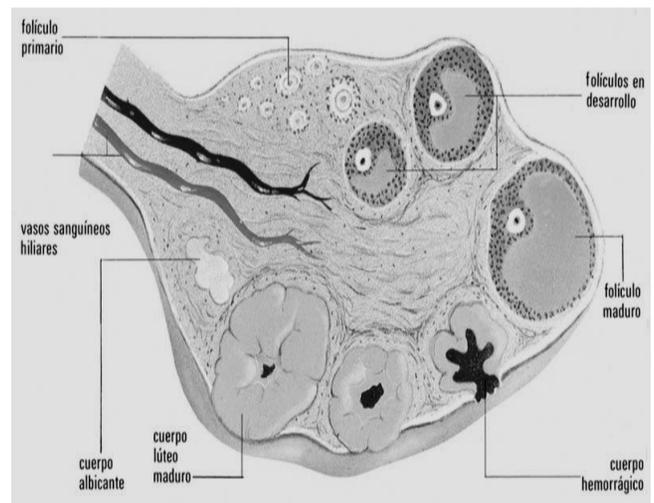
Las hormonas sexuales son sustancias químicas de origen lipídico derivados del colesterol, son fabricadas y segregan por las glándulas sexuales, es decir, el ovario en la mujer y los testículos en el varón. El ovario produce hormonas sexuales femeninas, es decir, estrógenos y progesterona, mientras que el testículo produce hormonas sexuales masculinas o testosterona.

Las hormonas sexuales femeninas desempeñan una función vital en la preparación del aparato reproductor para la recepción del espermatozoides y la implantación del ovocito fecundado, mientras que la testosterona interviene de manera fundamental en el desarrollo del aparato genital masculino.

Los **folículos ováricos** son el lugar de **producción de estrógenos y progesterona**. Estas hormonas se segregan de forma cíclica, con una secuencia que se repite cada 28 días aproximadamente durante la edad fértil de la mujer, y que se conoce con el nombre de ciclo menstrual. A partir de una determinada edad, que oscila entre los 40 y 60 años, la función ovárica se agota, se reduce la producción hormonal y cesan los ciclos menstruales. Este fenómeno biológico se conoce como **menopausia**.



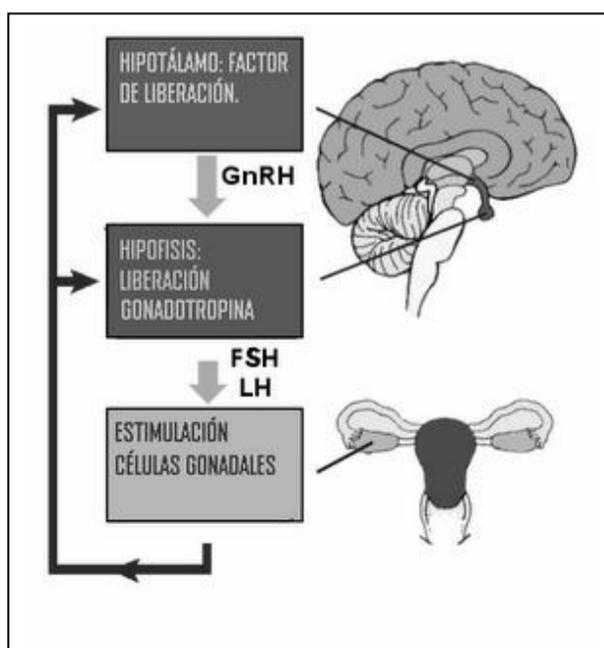
La **testosterona** se produce en unas células especializadas del testículo llamadas **células de Leydig**. La producción de testosterona en el hombre se reduce también con el envejecimiento, aunque de forma menos brusca y marcada que en el sexo femenino.



La síntesis de las hormonas sexuales está controlada por la hipófisis, una pequeña glándula que se encuentra en la base del cerebro. Esta glándula fabrica, entre otras sustancias, las gonadotropinas (FSH y LH) que son las hormonas estimulantes del testículo en el hombre y del ovario en la mujer. Al llegar la pubertad se produce un incremento en la síntesis y liberación de gonadotropinas hipofisarias.

FSH: Hormona folículo estimulante

LH: Hormona Luteinizante





Estas llegan al testículo o al ovario donde estimulan la producción de las hormonas sexuales que, a su vez, dan lugar a los cambios propios de la pubertad. En la mujer la secreción de gonadotropinas es cíclica, lo que da lugar a la secreción también cíclica de estrógenos y progesterona y a los ciclos menstruales femeninos.

Por otro lado tanto estrógenos como testosterona ejercen el llamado efecto de **retroalimentación negativa o feed – back, es** decir, que estas hormonas son capaces de frenar la producción de gonadotropinas hipofisarias, regulando también ellas mismas la secreción hipofisaria.

En varones, la LH *estimula la síntesis de novo de andrógenos, principalmente testosterona*, por las células de Leydig. La testosterona secretada se requiere para la gametogénesis y para conservación de la libido y de las características sexuales secundarias. Por otro lado, la FSH **no** participa en la producción de esteroides gonadales en varones, pero *es esencial para la producción de espermatozoides normales*. Las células de Sertoli, que expresan receptores de FSH de superficie celular, envuelven a los espermatozoides en desarrollo, que emigran entre dichas células hacia la luz del túbulo. Mientras que la gametogénesis depende tanto de la FSH como de la LH, la producción de esteroides gonadales en varones sólo depende de la LH. En consecuencia, la supresión selectiva de los efectos de la FSH conduciría a alteraciones de la producción de espermatozoides, sin afectar la biosíntesis de testosterona y, de este modo, representa una oportunidad mecánica potencial para la creación de anticonceptivos para varones.

Durante la **pubertad la testosterona** provoca la transformación del niño en varón adulto, produciendo:

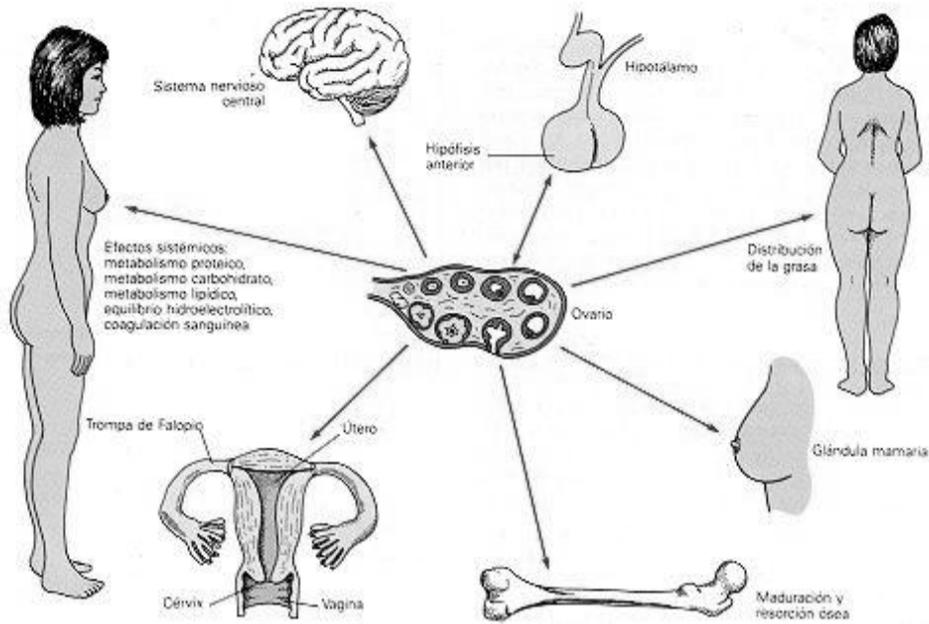
- Aumento del tamaño del pene y del escroto,
- Aparición de vello pubiano
- Aumento rápido de la estatura.
- Hace que la piel sea más gruesa y oleosa.
- Estimulan el crecimiento de la laringe, con el consiguiente cambio en el tono de voz
- Favorecen la aparición de la barba la distribución masculina del vello corporal.
- Cese del crecimiento de los huesos largos por fusión de las epífisis después del estirón puberal.
- La testosterona, junto con las gonadotropinas, son necesarios para la producción y maduración de los espermatozoides.

Los **andrógenos son hormonas anabólicas**, es decir, favorecen la síntesis de proteínas y el desarrollo muscular y son la causa del mayor tamaño muscular del varón con respecto a la mujer, como también el libido y pensamiento masculino.

En mujeres, Los efectos de la LH y de la FSH en los ovarios son mucho más complejos que en los testículos y, a veces, son interdependientes. El efecto general de la *FSH consiste en estimular la síntesis de estrógenos, y favorecer el crecimiento de los folículos en desarrollo*, en tanto el efecto general de la LH es *inducir ovulación y estimular la síntesis de progesterona*.

Los tejidos sensibles a los estrógenos, son principalmente aparato reproductor femenino, mamas e hipófisis, contienen en el interior de sus células una proteína receptora, Los estrógenos y la progesterona Como función conjunta, son las responsables del desarrollo de los caracteres secundarios que marcan las diferencias entre el hombre y la mujer, como la contextura física, tono de la voz, distribución del vello y la grasa corporal, etc.

Específicamente, el estrógeno influye en el desarrollo de los caracteres y en la maduración de los órganos femeninos. El **estradiol** es el estrógeno más importante, encargado del desarrollo de los cambios observados en el cuerpo de la mujer en la pubertad y la edad adulta, como el desarrollo de los llamados órganos diana del sistema reproductor. Los estrógenos determinan la distribución de la grasa del cuerpo, que le confieren el contorno característico a la silueta femenina. De este modo, el cuerpo de la mujer presenta una acumulación de grasa en la región de las caderas y alrededor de los senos. Los estrógenos también promueven la pigmentación de la piel, sobre todo en áreas como los pezones y la región genital. Así mismo, el comportamiento de la mujer, en particular el deseo sexual (o libido), está claramente influido por la acción de los estrógenos en el cerebro. Uno de los más importantes efectos de los estrógenos es el que ejerce sobre el metabolismo del hueso. Estas hormonas mantienen la consistencia del esqueleto, impidiendo la salida de calcio del hueso durante la edad reproductiva de la mujer.

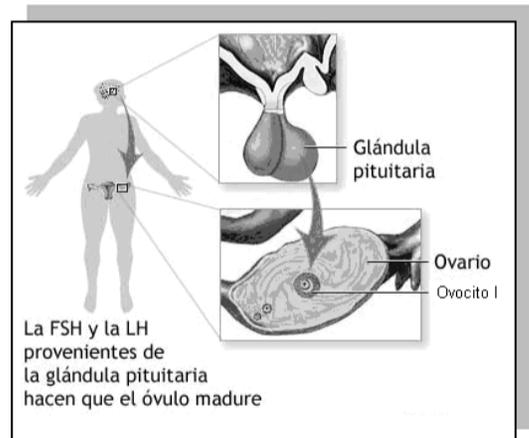


Los estrógenos contrarrestan la acción de otras hormonas, como la hormona paratiroidea entre otras, que promueven la llamada "resorción" ósea, es decir, el proceso por el cual el hueso se hace más frágil o "poroso".

Por su parte, la **progesterona** influye en el desarrollo de las glándulas mamarias y prepara el útero para la implantación del óvulo. Aumenta sus niveles a partir del día 14 del ciclo menstrual e induce en el útero cambios imprescindibles para la implantación del óvulo que ha sido fecundado. También interviene durante el embarazo en la preparación de las mamas para la lactancia.

EL CICLO MENSTRUAL

Al alcanzar la pubertad, en el sexo femenino empieza el proceso de maduración de los óvulos, **menarquía**, uno cada mes aproximadamente. Si el **óvulo** no es fecundado comienza un proceso de destrucción y expulsión que concluye con una hemorragia. El conjunto de todos estos procesos se denomina **Ciclo Menstrual** y comprende todos aquellos sucesos que se dan entre una hemorragia, también llamada **menstruación** o **regla**, y la siguiente. Este ciclo suele ser de 28 días, aunque se puede acortar o alargar.



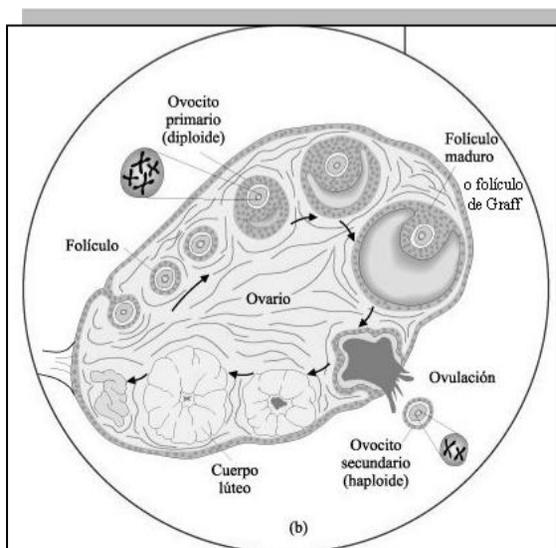
CICLO OVÁRICO: este corresponde a una serie sucesivas de hechos que acontecen en el ovario en un periodo aproximado de 28 días. Estos hechos corresponden a tres fases identificadas como:

- Fase folicular
- Ovulación
- Fase luteínica

El nivel de gonadotropinas hipofisarias varía en forma cíclica. Dado que estas hormonas actúan sobre los órganos genitales, estos van sucediendo cada 28 días. La finalidad de todos los mecanismos es una sola: posibilitar el desarrollo de un nuevo ser. Así cada organismo femenino se prepara para una posible fecundación.

Fase folicular: va desde el día 1 al día 14 del ciclo (el día 1 es el primer día de la menstruación). En esta etapa se produce una serie de eventos que aseguran la maduración del folículo que contiene al ovocito que será ovulado.

Al inicio de esta fase, las concentraciones de estrógenos son bajas, y el hipotálamo secreta GnRH, hormona que induce a la adenohipófisis secretar FSH. La FSH, a su vez, favorece la maduración del folículo, produciendo el engrosamiento de sus paredes y la secreción de estrógenos mientras se va acercando a la superficie del ovario. Hacia el día 14 del ciclo menstrual, las concentraciones de estrógenos alcanzan el máximo.



Ovulación: el progresivo aumento del nivel de estrógenos estimula, a su vez, la producción de LH (hormona Luteinizante) por parte de la hipófisis, que alcanza su máximo hacia la mitad del ciclo. La ovulación, es decir, la liberación del ovocito II por rotura del folículo ocurre aproximadamente entre 10 y 12 horas después que se ha alcanzado el máximo de LH y entre 24



y 36 horas después de alcanzado el máximo de secreción de estradiol. Los niveles de estradiol caen unas horas después que se la LH ha alcanzado su máximo. Cerca del momento en que se produce la rotura del folículo, las células que lo reviste comienzan a producir progesterona.

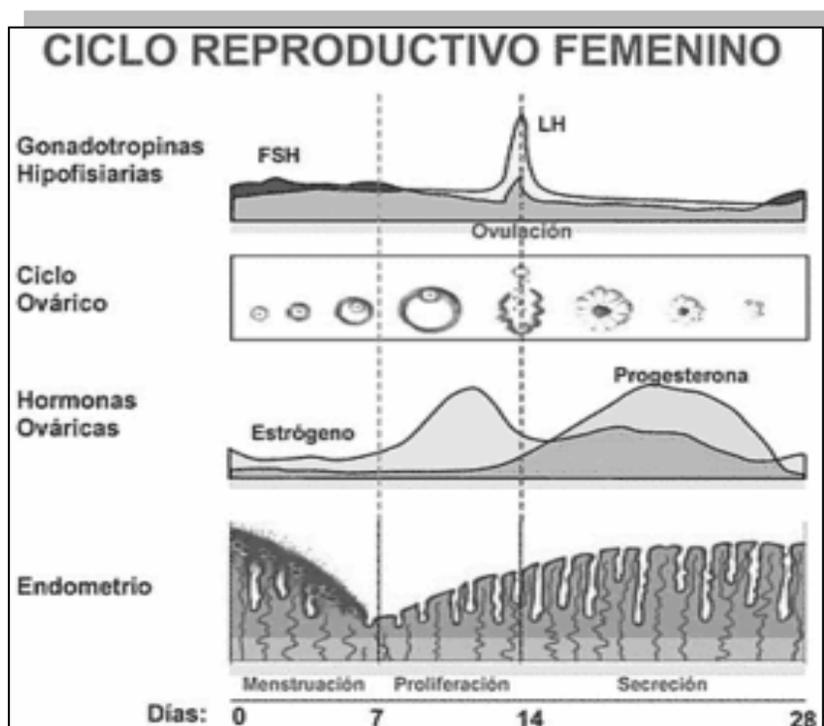
Fase luteínica: esta es la fase más estable del ciclo, y tiene la duración desde el día 15 al 28 del ciclo. Luego de la ovulación, las células del folículo, que ha liberado al ovocito II se agrandan y diferencian, formando el cuerpo lúteo que funciona como órgano endocrino, produciendo progesterona. Esta hormona es indispensable en la preparación del endometrio para la anidación del embrión, la concentración de la progesterona alcanza su máximo alrededor de los días 20 a 23 del ciclo y comienza a disminuir hacia el día 27. Durante esta etapa también se secretan estrógenos. Estos habían disminuido alrededor del día 14 del ciclo por unos 4 a 5 días y van a tener un nuevo aumento más o menos cuando la progesterona alcanza su máximo.

CICLO UTERINO: el ciclo uterino implica modificaciones cíclicas del endometrio y del canal cervical. Estos cambios se producen en respuesta a las variaciones de los estrógenos y la progesterona y pueden subdividirse en tres fases:

- Fase menstrual
- Fase proliferativa
- Fase secretora

Fase Menstrual	Fase Proliferativa	Fase Secretora
En esta etapa ocurre la menstruación, que se caracteriza por la expulsión de tejido endometrial y sangre. Se inicia con el primer día de la menstruación y termina generalmente alrededor del día cinco. Solo ocurre si no hay embarazo. Mientras la menstruación está en curso, comienza a desarrollarse un nuevo folículo en el ovario.	Esta fase ocurre entre el día 6 y 14 del ciclo y está asociado al crecimiento del folículo ovárico con el consiguiente aumento de las concentraciones de estrógenos que estimulan el crecimiento del tejido endometrial necesario para la animación del embrión. El crecimiento del tejido endometrial que se produce en esta fase y la siguiente será vital para la alimentación del embrión antes de que establezca el flujo sanguíneo en la placenta	Esta fase dura desde cerca del día 17 – 19 hasta el día 28, y coincide a grandes rasgos, con la fase luteínica del ovario. En esta etapa, el endometrio se engrosa. Si no hay fecundación y anidación del embrión, el cuerpo lúteo comienza a degenerar con la cual cesa la secreción hormonal

Resumen: Explicación de los eventos que ocurren cíclicamente en el ciclo menstrual:





- A) La hormona FSH estimula el crecimiento de uno de los folículos que se encuentran dentro del ovario.
- B) El folículo crece, secretando estrógenos en cantidades crecientes, esta hormona promueve los siguientes eventos.
 1. El desarrollo del folículo
 2. Crecimiento del endometrio
 3. Altos niveles de estrógenos estimulan la producción de FSH y LH
- C) La elevación de LH (principalmente) permite (5) la ovulación, liberación del ovocito II.
- D) Los residuos del folículo luego de la ovulación se transforman en cuerpo lúteo, encargado en la segunda fase del ciclo menstrual secretar estrógenos y progesterona.
- E) La combinación entre estrógenos y progesterona inhiben la secreción de FSH y LH para evitar la maduración de un nuevo folículo.
- F) El estrógeno y la progesterona estimulan la proliferación del endometrio.
- G) Si no hay embarazo, el cuerpo lúteo se desintegra 14 días después de la ovulación, debido a la baja de LH.
- H) Una vez desaparecido el cuerpo lúteo, los niveles de estrógeno y progesterona se desploman. Al cesar la producción de estas hormonas, se despende y libera el endometrio.
- I) La baja de progesterona y estrógenos dejan de inhibir la secreción de FSH y LH, producto de esto los niveles de gonadotrofinas aumentan y estimulan el crecimiento de un nuevo folículo.

Cuadro resumen de algunas de las principales glándulas endocrinas de los vertebrados y las hormonas que producen.

Glándula	Hormona	Acción Principal	Mecanismo que controla su secreción	Tipo de molécula
Adeno hipofisis	Crecimiento	Estimula el crecimiento del hueso, inhibe la oxidación de la glucosa, promueve la degradación de ácidos grasos	Hormona (s) hipotalámica (Proteína
	Prolactina	Estimula la producción de leche	Hormona (s) hipotalámica (s)	Proteína
	Estimuladora de tiroides TSH	Estimula la glándula tiroides	Tiroxina en sangre; hormona (s) hipotalámica (s)	Glucoproteína
	Adenocorticotropina ACTH	Estimula la corteza suprarrenal	Cortisona en la sangre; hormona (s) hipotalámica (s)	Polipéptido (39 aminoácidos)
	Folículo estimulante FSH	Estimula al folículo ovárico, espermatogénesis	Estrógeno en la sangre; hormona (s) hipotalámica (s)	Glucoproteína
	Hormona Luteinizante LH	Estimula la ovulación y la formación del cuerpo lúteo en las hembras y las células intersticiales en el macho	Progesterona o testosterona en la sangre; hormona(s) hipotalámica (s)	Glucoproteína
Neuro hipofisis	Oxitocina	Estimula las contracciones uterinas y la salida de la leche	Sistema nervioso	Péptido (9 aminoácidos)
	Antidiurética o vasopresina ADH	Controla la excreción de agua	Concentración osmótica de la sangre; volumen sanguíneo, sistema nervioso	Péptido (9 aminoácidos)
Tiroides	Tiroxina, u otras hormonas del tipo de la tiroxina	Estimula y mantiene actividades metabólicas	TSH	Aminoácidos yodados
	Calcitonina	Inhibe la liberación de calcio del hueso	Concentración de iones Ca^{2+} en la sangre	Polipéptido (32 aminoácidos)
Paratiroides	Hormona paratiroidea (parathormona)	Estimula la liberación de calcio del hueso, estimula la conversión de vitamina D a su forma activa que promueve la absorción del calcio del tracto gastrointestinal; inhibe la excreción de calcio	Concentración de iones Ca^{2+} en la sangre	Polipéptido (34 aminoácidos)
Corteza suprarrenal	Cortisol, otros glucocorticoides	Afectan el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos	ACTH	Esteroides
	Aldosterona	Afecta el balance de agua y sales	Procesos iniciados en los riñones; iones K^+ en la sangre	Esteroides



Médula suprarrenal	Adrenalina y noradrenalina	Incrementa el azúcar en la sangre, dilata o contrae vasos sanguíneos específicos, incrementa la frecuencia y la fuerza del latido cardíaco	Sistema nervioso	Catecolaminas (derivados aminoácidos)
Páncreas	Insulina	Baja la concentración de azúcar de la sangre, incrementa el almacenamiento de glucógeno	Concentración de glucosa y aminoácidos en la sangre, somatostatina	Polipéptido (51 aminoácidos)
	Glucagón	Estimula la degradación de glucógeno a glucosa en el hígado	Concentración de glucosa y aminoácidos en la sangre, somatostatina	Polipéptido (29 aminoácidos)
Ovario (folículo)	Estrógenos	Desarrollan y mantienen características sexuales en las hembras, inician la edificación del tapiz uterino	FSH	Esteroides
Ovario (cuerpo luteo)	Progesterona y estrógenos	Promueven el crecimiento continuado del tapiz uterino	Sistema nervioso	Esteroides
Testículos	Testosterona	Produce espermatogénesis, desarrolla y mantiene características sexuales en los machos	Concentración osmótica de la sangre; volumen sanguíneo, sistema nervioso	Esteroides

Fuente: Curtis H. and N. S. Barnes. (2004). "Invitación a la Biología".

Apliquemos lo aprendido:

I. Verdadero o Falso, justifique las falsas:

- a) ----- Los receptores para las hormonas lipídicas se encuentran en la membrana de la célula.
- b) ----- El Sistema nervioso y endocrino cumplen funciones antagónicas.
- c) ----- Los receptores que se encuentran en las células son específicos para reconocer a cada hormona.
- d) ----- El hipotálamo es una estructura del cerebro con exclusiva función endocrina.
- e)----- La regulación hormonal puede ser a través de feed - back positivo o negativo.
- f) ----- Tejido blanco o target es aquel formado por tejido adiposo que otorga un aspecto blanquecino.
- g) ----- Los factores hipotalámicos viajan por el sistema portal hipotálamo – hipófisis.

II. Términos pareados:

Glándula	Función
a. Tiroides	----- Mantención de la glicemia
b. Paratiroides	----- Liberación de cortisol
c. Páncreas	----- Control del metabolismo
d. Suprarrenal	----- Libera TSH
e. Hipófisis	-----Control de la calcemia

III. Indique que hormona provoca las siguientes enfermedades y cuales son sus síntomas

Enfermedad	Hormona alterada	Síntomas
Diabetes insípida		



Diabetes mellitus		
Acromegalia		
Hipertiroidismo		
Cretinismo		
Mixedema		

IV. Responda las siguientes preguntas:

a) ¿Cuales son las diferencias entre una glándula endocrina, mixta y exocrina?

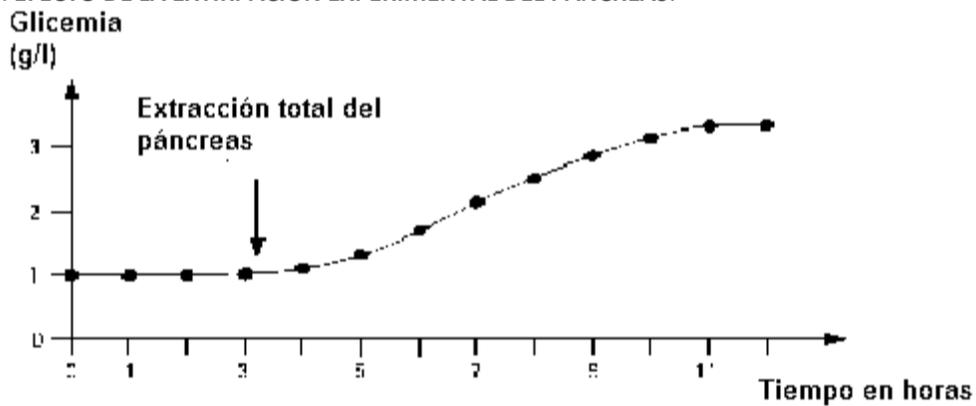
.....
.....
.....

b) Enumere 5 características de las hormonas

.....
.....
.....

V. Analiza los gráficos y contesta las siguientes preguntas.

GRAFICO Nº 1: EFECTO DE LA EXTIRPACIÓN EXPERIMENTAL DEL PÁNCREAS.



1. ¿Qué ocurre con los niveles de azúcar en la sangre al extirpar el páncreas de un animal?

.....
.....

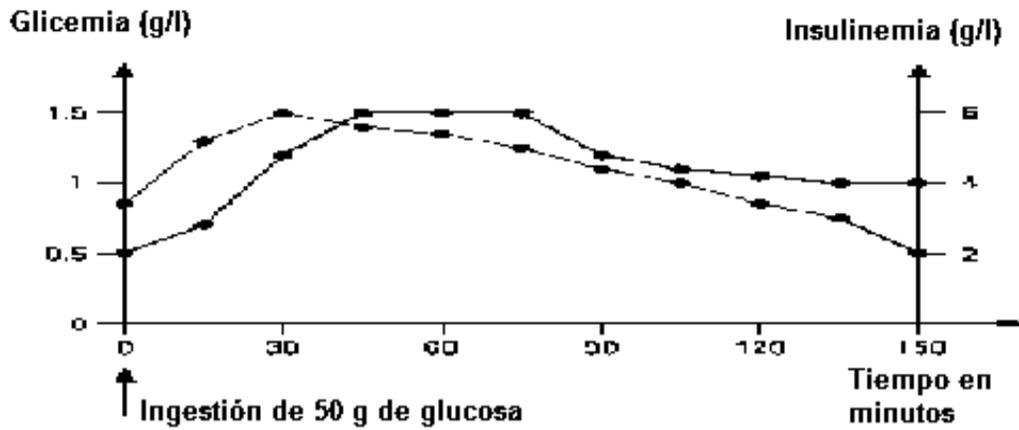
2. ¿Cuál es el nivel normal de glicemia?

.....

3. ¿Qué ocurre en el organismo al aumentar los niveles de azúcar en la sangre?

.....
.....

GRAFICO Nº 2: NIVELES DE GLICEMIA O INSULINEMIA



1. ¿Qué ocurre con los niveles de insulina en la sangre luego de la ingesta de glucosa?

¿Qué relación puede haber entre los niveles de glucosa y los de insulina?

VI. Investiga:

El crecimiento de las plantas y la especialización de sus estructuras están controladas por hormonas, en relación a esta información averigua la función de las siguientes hormonas vegetales:

- a) AUXINAS
- b) GIBERALINAS
- c) CITOQUININAS o COTICININAS
- d) ACIDO ABCISICO
- e) ETILENO

Referencias:

Curtis H. and N. S. Barnes. (2004). "Invitación a la Biología".

Mineduc. Planes y Programas(1999) 2° Año medio

Alberts. Molecular Biology The Cell (2007)

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/3ESO/Sistendo/hipotalamo_hipofisis.htm