

## **Organización del Sistema Endocrino y Neuroendocrino.**

### 1. Introducción.

### 2. Principales glándulas endocrinas.

#### 2.1. Hipófisis.

##### 2.1.1. Adenohipófisis.

2.1.1.1. Hormona de crecimiento (GH).

2.1.1.2. Prolactina (PRL).

2.1.1.3. Hormonas Trópicas.

##### 2.1.2. Neurohipófisis.

2.1.2.1. Hormonas antidiurética (ADH).

2.1.2.2. Oxitocina (OT).

#### 2.2. Epífisis o glándula pineal

#### 2.3. Tiroides

2.3.1. Hormona tiroidea (TH).

2.3.2. Calcitonina.

#### 2.4. Glándulas paratiroides

#### 2.5. Glándulas suprarrenales.

2.5.1. Corteza suprarrenal.

2.5.1.1. Mineralcorticoides.

2.5.1.2. Glucocorticoides.

2.5.1.3. Gonadocorticoides.

#### 2.6. Islotes pancreáticos.

2.6.1. Glucagón.

2.6.2. Insulina.

2.6.3. Somatostatina.

2.6.4. Polipéptido pancreático.

#### 2.7. Gónadas.

2.7.1. Testículos.

2.7.2. Ovarios.

2.7.2.1. Estrógenos.

2.7.2.2. Progesterona.

#### 2.8. Placenta.

2.8.1. Gonadotropina coriónica humana (hCG)

#### 2.9. Timo.

## 1. Introducción.

El sistema endocrino y el sistema nervioso actúan para lograr y mantener la estabilidad del medio interno. Cada uno de estos sistemas puede trabajar por separado o bien hacerlo conjuntamente como un sistema neuroendocrino único, que realiza las mismas funciones generales dentro del cuerpo, es decir, comunicación, integración y control.

El sistema endocrino y el sistema nervioso ejercen sus funciones reguladoras mediante mensajeros químicos enviados a células específicas. En el sistema nervioso, las neuronas segregan moléculas de neurotransmisor para enviar señales a células cercanas que tienen receptores adecuados. En el sistema endocrino, las células secretoras envían moléculas de hormona a través de la sangre hasta las células diana localizadas en todo el cuerpo. Estas células diana también presentan receptores. No obstante, existen notables diferencias entre los dos sistemas:

- \* Mientras que los neurotransmisores se envían a distancias muy cortas a través de la sinapsis, las hormonas difunden en la sangre y alcanzan cualquier punto del cuerpo.
- \* El sistema nervioso solo controla músculos y glándulas que están inervados por fibras eferentes, pero el sistema endocrino puede regular a la mayoría de las células del organismo.
- \* El efecto del neurotransmisor es rápido y efímero en comparación con los efectos de las hormonas, más lentos y duraderos.

Las glándulas del sistema endocrino están ampliamente repartidas por el cuerpo. Nuevos descubrimientos en el ámbito de la endocrinología continúan aumentando la relación de tejidos secretores de hormonas, pero todos los tejidos endocrinos y sus hormonas actúan siguiendo unos principios fisiológicos básicos.

## 2. Principales glándulas endocrinas.

- \* Hipotálamo: Encéfalo.
- \* Hipófisis: Cavidad craneal.
- \* Epífisis: Encéfalo.
- \* Tiroides: Cuello.
- \* Paratiroides: Cuello.
- \* Glándulas suprarrenales: Cavidad abdominal.

- \* Islotes pancreáticos: Páncreas.
- \* Testículos: Escroto.
- \* Ovarios: Abdomen
- \* Placenta: Útero grávido.
- \* Timo: Mediastino.

## 2.1. Hipófisis.

La hipófisis o glándula pituitaria es una estructura pequeña (1.5 cm/ 0.5 g). Sin embargo las funciones de su lóbulo anterior son tan importantes que se ha denominado *glándula maestra*. Se sitúa en la cara ventral del hipotálamo, en la fosa hipofisaria cubierta por una porción de duramadre. Está conectada al hipotálamo por medio del infundíbulo. En ella se distinguen dos partes:

### 2.1.1. Adenohipófisis.

Las células de la adenohipófisis se han clasificado en función de su secreción:

- \* Somatotropas: Segregan hormona del crecimiento (GH).
- \* Corticotropas: Segregan hormona adrenocorticotropina (ACTH) y hormona estimulante de melanocitos (MSH).
- \* Tirotropas: Segregan hormona estimulante de tiroides (TSH).
- \* Lactotropas. Segregan prolactina (PRL).
- \* Gonadotropas: Segregan hormona luteinizante (LH) y hormona estimulante de folículos (FSH).

#### 2.1.1.1. Hormona del crecimiento (GH).

Afecta el metabolismo en los siguientes niveles:

1. Favorece el anabolismo proteico (crecimiento y reparación tisular).
2. Favorece la movilización y catabolismo de lípidos.
3. Inhibe indirectamente el metabolismo de la glucosa.
4. Aumenta indirectamente los niveles de glucemia.

#### 2.1.1.2. Prolactina (PRL).

También se denomina hormona lactógena. Es la encargada de iniciar la secreción de leche. La hipersecreción puede ocasionar lactación en mujeres no lactantes, perturbar el ciclo menstrual

y producir impotencia en el hombre. La hiposecreción, generalmente carece de importancia excepto en las mujeres que quieren llevar a cabo la lactancia ya que ésta no se puede iniciar ni mantener sin PRL.

#### 2.1.1.3. Hormonas trópicas.

Tienen un efecto estimulante sobre otras glándulas endocrinas.

- \* Hormona estimulante de tiroides (TSH) o tirotropina: Fomenta y mantiene el crecimiento del tiroides y favorece por tanto que éste segregue sus hormonas.
- \* Hormona adrenocorticotropina (ACTH): Mantiene el crecimiento y el desarrollo normal de la corteza de las glándulas suprarrenales y la secreción de sus hormonas.
- \* Hormona folículoestimulante (FSH). Estimula la maduración de los folículos primarios del ovario. También estimula la producción de estrógenos. En el hombre, estimula el desarrollo de los conductos seminíferos de los testículos y mantiene en ellos la espermatogénesis.
- \* Hormona luteinizante (LH): Estimula la formación y la actividad del cuerpo lúteo del ovario que es el tejido que queda cuando se rompe el folículo maduro y se libera el óvulo. El cuerpo lúteo segrega progesterona y estrógenos cuando es estimulado por la LH. Esta hormona también ayuda a la FSH en la maduración de los folículos.  
La FSH y la LH se denominan gonadotropinas porque estimulan el crecimiento y maduración de las gónadas.

La secreción de las hormonas de la adenohipófisis es controlada por el hipotálamo:

- \* Hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GRH).
- \* Hormona inhibidora de la hormona de crecimiento (somatostatina).
- \* Hormona liberadora de corticotropina (CRH).
- \* Hormona liberadora de tirotropina (TRH).
- \* Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).
- \* Hormona liberadora de prolactina (PRH).
- \* Hormona inhibidora de prolactina (PIH).

## 2.1.2. Neurohipófisis

### 2.1.2.1. Hormona antidiurética (ADH).

Impide la formación de un elevado volumen de orina ya que favorece la reabsorción de agua en los túbulos renales y su vuelta a la sangre. También se denomina vasopresina ya que estimula la contracción de los músculos de las paredes de las arterias pequeñas, aumentando por tanto, la presión arterial.

*Curiosidad: La baja producción de ADH puede originar diabetes insípida. También tiene relación con el aprendizaje y la memoria por lo que se está estudiando la posibilidad de administrar ADH para evitar la pérdida de memoria asociada a la senilidad.*

### 2.1.2.2. Oxitocina (OT).

Esta hormona desempeña dos funciones:

- \* Estimulación de las contracciones uterinas,
- \* Eyección de la leche. Durante la lactancia, la estimulación mecánica y psicológica de la succión del niño provoca la liberación de más oxitocina.

## 2.2. Epífisis o glándula pineal.

Está localizada en la cara dorsal de la región diencefálica. Produce pequeñas cantidades de numerosas hormonas pero la principal es la melatonina, cuya concentración varía según un ciclo relacionado con los cambios de luz solar durante el día, de forma que su concentración aumenta cuando falta luz solar y ésto ocasiona somnolencia. Por tanto, la melatonina y la epífisis son una parte importante del reloj biológico del cuerpo. Esta hormona también afecta al estado de ánimo de la persona.

## 2.3. Tiroides.

Está situado en el cuello sobre las caras anteriores y laterales de la traquea, debajo de la faringe.

### 2.3.1. Hormona tiroidea (TH).

La sustancia a la que normalmente se denomina hormona tiroidea es en realidad una mezcla de dos hormonas diferentes. La hormona tiroidea más abundante es la tetrayodotironina ( $T_4$ ) o tiroxina. La otra es la triyodotironina ( $T_3$ ). Una molécula de  $T_4$  contiene cuatro átomos de yodo y una molécula de  $T_3$  contiene tres. La glándula tiroides almacena una gran cantidad de sus hormonas unidas a moléculas de globulina, formando complejos tiroglobulina. Cuando van a

liberarse,  $T_3$  y  $T_4$  se desprenden de la globulina y entran en la sangre donde de nuevo vuelven a unirse a globulinas plasmáticas. Aunque se libera mayor cantidad de  $T_4$  que de  $T_3$ , esta última se considera la principal hormona tiroidea ya que se libera más rápidamente de las globulinas plasmáticas y se fija más eficazmente a los receptores nucleares de las células diana.

La hormona tiroidea contribuye a regular el ritmo metabólico de todas las células y los procesos de crecimiento celular y de diferenciación tisular.

La hipersecreción de hormona tiroidea provoca la enfermedad de Graves en la que se produce pérdida de peso, nerviosismo, incremento de la frecuencia cardiaca y exoftalmos. Por el contrario, la hiposecreción durante el crecimiento da lugar a cretinismo (disminución del metabolismo basal, retraso del crecimiento y del desarrollo sexual y probablemente retraso mental). Durante periodos posteriores de la vida, la hiposecreción produce un descenso del metabolismo basal, pérdida del vigor mental y físico, incremento de peso, pérdida de pelo y piel de color amarillento.

#### 2.3.2. Calcitonina.

La glándula tiroides también produce calcitonina. Esta hormona influye en el tratamiento del calcio en las células óseas y controla el contenido cálcico de la sangre y fomenta la conservación de la matriz ósea dura.

#### 2.4. Glándula paratiroides.

Existen 4 ó 5 glándulas parótidas incluidas en la cara posterior de los lóbulos laterales del tiroides. Son los encargados de segregar hormona paratiroidea o parathormona (PTH). Esta hormona actúa como antagonista de la calcitonina y ayuda a mantener la homeostasis cálcica. Actúa sobre el hueso y el riñón, incrementando su aporte de calcio desde estas localizaciones a la sangre. El mantenimiento de la homeostasis cálcica se consigue mediante la interacción entre la hormona paratiroidea y la calcitonina y es muy importante para que se lleve a cabo de una forma correcta la excitabilidad neuromuscular, la coagulación de la sangre, la permeabilidad celular y el funcionamiento de algunas enzimas.

#### 2.5. Glándulas suprarrenales.

Se localizan sobre los riñones. En ellas se distinguen la corteza en el exterior y la médula

suprarrenal en el interior. Cada una de estas dos partes presenta una estructura y una función diferente, por lo que se suelen considerar glándulas separadas. La corteza suprarrenal está compuesta de tejido endocrino y la médula de tejido neurosecretor.

#### 2.5.1. Corteza suprarrenal.

Está formada por tres capas distintas de células secretoras:

- \* Zona glomerular: Secreta mineralcorticoides.
- \* Zona fasciculada: Secreta glucocorticoides.
- \* Zona reticular: Secreta glucocorticoides y gonadocorticoides.

Todas estas hormonas son esteroides y al conjunto se le denomina corticosteroides.

##### 2.5.1.1. Mineralcorticoides.

En el hombre la aldosterona es el único mineralcorticoide fisiológicamente importante. Actúa manteniendo la homeostasis sódica en la sangre, ya que aumenta la reabsorción de sodio en el riñón. Los iones sodio se reabsorben de la orina a la sangre por intercambio con iones potasio e hidrógeno. Así, no solo se regulan los niveles de sodio de la sangre, sino que también se modifica el potasio y el pH de la sangre. Además, la reabsorción de sodio va acompañada de reabsorción de agua, por tanto la aldosterona también favorece la reabsorción hídrica en el organismo, por lo que en conjunto la aldosterona incrementa la retención de sodio, agua y la eliminación de potasio e hidrógeno.

La secreción de aldosterona está controlada fundamentalmente por el sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAA) y por la concentración de potasio en sangre. Este sistema funciona de acuerdo con las siguientes fases:

1. Cuando la presión arterial disminuye a cierto nivel, el sistema yuxtaglomerular del riñón segrega renina a la sangre.
2. La renina transforma el angiotensinógeno en angiotensina I.
3. La Angiotensina I se transforma en angiotensina II mediante peptidasas.
4. La angiotensina II actúa a nivel de la corteza suprarrenal estimulando la producción de aldosterona.
5. La aldosterona incrementa la reabsorción de sodio provocando retención de agua, la cual aumenta el volumen de sangre, incrementando la presión arterial.

### 2.5.1.2. Glucocorticoides.

Los principales glucocorticoides segregados por la corteza suprarrenal son el cortisol, la cortisona y la corticosterona. De todos ellos, en humanos, sólo el cortisol se segrega en cantidades significativas. Entre las funciones de los glucocorticoides se han citado las siguientes:

- \* Los glucocorticoides tienden a acelerar la degradación de proteínas en aminoácidos. Estos aminoácidos movilizados pasan a la sangre y son incorporados a las células hepáticas donde se transforman en glucosa mediante la neoglucogénesis. Por tanto, se puede decir que los glucocorticoides son movilizadores de proteínas, gluconeogénicos e hiperglucemiantes.
- \* Los glucocorticoides tienden a acelerar la movilización de los lípidos de las células adiposas y el catabolismo lipídico en casi todo el cuerpo. Los lípidos movilizados pueden emplearse en el hígado para llevar a cabo la gluconeogénesis.
- \* Los glucocorticoides son esenciales para mantener la presión arterial normal, ya que son básicos para que la adrenalina y la noradrenalina ejerzan un efecto vasoconstrictor.
- \* Una elevada concentración de glucocorticoides en sangre provoca rápidamente un descenso en el número de eosinófilos y atrofia de los tejidos linfáticos, por lo que se disminuye la producción de anticuerpos.
- \* Los glucocorticoides en una concentración adecuada actúan conjuntamente con la adrenalina producida en la médula suprarrenal en los procesos de recuperación de la inflamación.
- \* Los glucocorticoides aumentan su concentración durante el estrés.
- \* La producción de glucocorticoides está controlada por un mecanismo de retroalimentación negativo en el que interviene la ACTH (excepto en la respuesta al estrés).

### 2.5.1.3. Gonadocorticoides.

Este término hace referencia a hormonas sexuales liberadas en la corteza suprarrenal y no en las gónadas. La corteza suprarrenal normalmente produce pequeñas cantidades de hormonas masculinas (andrógenos).

La hipersecreción de hormonas corticosuprarrenales produce un conjunto de síntomas denominados síndrome de Cushing, caracterizado por una movilización de las grasas que se



acumulan en los hombros, cara, tronco y abdomen. La hiposecreción de mineralcorticoides y glucocorticoides (Enfermedad de Addison) puede dar lugar a un incremento de los niveles de sodio y un descenso en los niveles de glucosa y de potasio sanguíneos, deshidratación y pérdida de peso.

## 2.6. Islotes pancreáticos.

El páncreas es una glándula alargada (12-15 cm) y un peso aproximado de 100 g. Está compuesto por tejido endocrino y exocrino. La porción endocrina está formada por pequeños islotes de células dispersos (islotes de Langerhans) que sólo contienen el 2-3% de la masa total. Estos islotes productores de hormonas están rodeados de células denominadas acinos que son los encargados de producir enzimas digestivos.

En cada islote pancreático se distinguen cuatro tipos celulares:

- \* Células alfa o células A: Segregan glucagón.
- \* Células beta o células B: Segregan insulina.
- \* Células delta o células D: Segregan somatostatina.
- \* Células polipeptídicas pancreáticas (Células F o PP): Segregan polipéptido pancreático.

### 2.6.1. Glucagón.

Producido por las células alfa tiende a incrementar los niveles de glucemia, estimulando la conversión de glucógeno en glucosa en las células hepáticas. También estimula la gluconeogénesis. La glucosa producida se vierte a la circulación sanguínea produciendo un efecto hiperglucémico.

### 2.6.2. Insulina.

Producida por las células beta, promueve el movimiento de glucosa, aminoácidos y ácidos grasos de la sangre a los tejidos y de esta forma favorece su metabolismo en las células tisulares.

### 2.6.3. Somatostatina.

Producida por las células delta, regula al resto de células endocrinas de los islotes pancreáticos, inhibiendo la secreción de glucagón, insulina y péptido pancreático. Además, también inhibe la secreción de hormona de crecimiento en el hipófisis anterior.

#### 2.6.4. Polipéptido pancreático.

Producido por las células PP influye en la digestión.

### 2.7. Gónadas

#### 2.7.1. Testículos.

Los testículos están formados por ovillos de conductillos seminíferos productores de esperma y un pequeño número de células intersticiales endocrinas localizadas entre los conductillos. Estas células producen andrógenos, siendo el más destacado la testosterona. Esta hormona es responsable del desarrollo y mantenimiento de los caracteres sexuales masculinos y de la producción de esperma. Su secreción está controlada por los niveles de gonadotropinas (fundamentalmente LH) en sangre.

#### 2.7.2. Ovarios.

Producen las siguientes hormonas:

##### 2.7.2.1. Estrógenos.

Como el estradiol y la estrona. Son hormonas esteroideas secretadas por las células de los folículos ováricos. Promueven el desarrollo de las mamas y del ciclo menstrual.

##### 2.7.2.2. Progesterona.

Segregada por el cuerpo amarillo, la progesterona (junto a los estrógenos) mantiene el revestimiento del útero necesario para la gestación.

La regulación de la secreción hormonal ovárica es compleja y depende de los niveles cambiantes de FSH y LH de la adenohipófisis.

### 2.8. Placenta.

La placenta es el tejido que se forma sobre el revestimiento del útero como una interfase entre los sistemas circulatorios de la madre y del niño en desarrollo, actuando como una glándula endocrina temporal.

#### 2.8.1. Gonadotropina coriónica humana (hCG).

Se denomina coriónica porque es segregada por el corión (componente de la placeta) y

gonadotropina porque al igual que las gonadotropinas de la adenohipófisis estimula el desarrollo y la secreción de los tejidos ováricos.

La secreción de esta hormona es elevada durante el principio del embarazo y sirve a las gónadas de la madre como señal para mantener el revestimiento uterino en lugar de dejarlo degenerar y que se desprenda como ocurre en la menstruación.

El descubrimiento de esta hormona llevó al desarrollo de las primeras pruebas de embarazo ya que en los primeros estadios del embarazo, los niveles de hCG en orina son muy elevados y fácilmente detectables. Cuando la placenta supera el primer trimestre de gestación, la producción de hCG disminuye y aumenta la producción de estrógenos y progesterona. La placenta también produce lactógeno placentario humano (hPL) y relaxina.

#### 2.9. Timo.

Es una glándula situada en el mediastino, detrás del esternón. Hasta la pubertad es de gran tamaño, pero a partir de esta edad, comienza a atrofiarse. Tradicionalmente se ha considerado como un órgano linfático, sin embargo, se han aislado de él hormonas como la timosina y la timopoyetina que agrupan a toda una familia de péptidos que desempeñan en conjunto un papel esencial para el desarrollo del sistema inmune ya que estimulan la producción de linfocitos T (inmunidad de células T)