

# Introducción a la endocrinología

Estructura química y síntesis de las hormonas.

Existen 3 clases generales de hormonas:

1. **Proteínas y polipéptidos:** como las hormonas secretadas por la adenohipofisis, la neurohipofisis, el páncreas y glándulas paratiroides.

Las hormonas proteicas y peptídicas se sintetizan en el componente rugoso del retículo endoplásmico de las distintas células endocrinas, de la misma forma que las proteínas.

2. **Esteroides:** secretados por la corteza suprarrenal (cortisol y aldosterona), los ovarios (estrógenos y progesterona), los testículos (testosterona) y la placenta (estrógenos y progesterona).

3. **Derivados del aminoácido tirosina:** secretados por la glándula tiroidea (tiroxina y triyodotironina) y la médula suprarrenal (adrenalina y noradrenalina).

Retroalimentación positiva puede dar lugar a un incremento de las concentraciones hormonales.

El gran aumento de la síntesis de Hormona Luteinizante (LH) que se produce como consecuencia del efecto estimulador ejercido por los estrógenos sobre la adenohipofisis antes de la ovulación. Con el tiempo, la LH alcanza una concentración adecuada y se desarrolla el control mediante retroalimentación negativa de la secreción hormonal.

## Transporte de las hormonas en la sangre.

Las hormonas hidrosolubles (péptidos y catecolaminas) se disuelven en el plasma y se transportan desde su origen hasta los tejidos efectores, donde difunden desde las capilares para pasar al líquido intersticial y, en última instancia, a las células efectoras.

Las hormonas esteroideas y tiroideas circulan en la sangre unidas principalmente a las proteínas plasmáticas. Menos del 10% de las hormonas esteroideas o tiroideas del plasma se encuentra en forma libre.

## Mecanismos de acción de las hormonas

La acción de una hormona comienza con su unión a un receptor específico de la célula efectora, mientras que los de otras se encuentran en el citoplasma o en el núcleo.

Los distintos tipos de receptores hormonales se encuentran de ordinario en los siguientes lugares:

- 1.- En o sobre la superficie de la membrana celular: los receptores de membrana son específicos sobre todo de las hormonas proteicas y peptidicas y de las catecolaminas.
- 2.- En el citoplasma celular. Los receptores principales de las distintas hormonas esteroideas se encuentran fundamentalmente en el citoplasma.

3: En el núcleo celular. Los receptores de las hormonas tiroideas se encuentran en el núcleo y se cree que están unidos a uno o varios cromosomas.

Hormonas esteroideas incrementan la síntesis proteica

La secuencia de acontecimientos de la función de las hormonas esteroideas es, la siguiente:

- 1: La hormona esteroidea difunde a través de la membrana y entra en el citoplasma celular, donde se une a una proteína receptora específica.
- 2: El complejo proteína receptora-hormona difunde o es transportado al núcleo.
- 3: El complejo se une a regiones específicas de las cadenas de ADN de los cromosomas, activando el proceso de transcripción de determinados genes para la formación de ARNm.
- 4: El ARNm difunde el citoplasma, donde activa el proceso de traducción en los ribosomas para formar nuevas proteínas.

Determinación de las concentraciones hormonales en la sangre.

La radioinmunoanálisis se basa en el principio siguiente: en primer lugar, se produce un anticuerpo con gran especificidad por la hormona que desea medir.

## Hormonas hipofisarias y su control por el hipotálamo

La hipófisis y su relación con el hipotálamo.

La hipófisis denominada también glándula pituitaria, es una pequeña glándula de alrededor 1cm de diámetro, esta situada en la silla turca y unida al hipotálamo mediante el tallo hipofisario.

La hipófisis se divide en dos partes bien diferenciadas: el lóbulo anterior o adenohipófisis y el lóbulo posterior o neurohipófisis. Entre existe una pequeña zona poco vascularizada y denominada parte intermedia.

La adenohipófisis secreta seis hormonas peptídicas necesarias y otras de menor importancia, mientras que la neurohipófisis sintetiza dos hormonas peptídicas importantes.

- La hormona del crecimiento estimula el crecimiento de todo el cuerpo mediante su acción sobre la formación de proteínas y sobre la multiplicación y diferenciación celulares.
- La corticotropina controla la secreción de algunas hormonas corticosuprarrenales, que, a su vez, afectan al metabolismo de la glucosa, las proteínas y los lípidos.
- La tirotrina (hormona estimulante del corticoides) controla la secreción de tiroxina y triyodotironina por la glándula tiroidea; a su vez, estas hormonas regulan casi todas las reacciones químicas intracelulares que tienen lugar en

el organismo.

- La *prolactina* estimula el desarrollo de las glándulas mamarias y la producción de leche
- Por último, dos hormonas gonadotrópicas distintas, la *hormona estimulante de los folículos* y la *hormona luteinizante*, controla el crecimiento de los ovarios y los testículos, así como actividad hormonal y reproductiva.

Las dos hormonas secretadas por la neurohipófisis desempeñan otras funciones.

- La *hormona antidiurética (vasopresina)* controla la excreción de agua en la orina, con lo que ayuda a regular la concentración hídrica en los líquidos corporales.
- La *oxitocina* contribuye a la secreción de leche desde las glándulas mamarias hasta los pezones durante la lactancia; posiblemente, interviene también en el parto, al final de la gestación.

Tipos celulares que sintetizan y secretan hormonas

Los cinco tipos de células son:

- 1: Somatotropas: Hormona del crecimiento humana (GH)
- 2: Corticotropas: corticotropina (ACTH)
- 3: Tirotropas: tirotropina (TSH)
- 4: Gonadotropas: Hormona luteinizante (LH) y (FSH)
- 5: Lactotropas: prolactina (PRL)

## Anomalías de la secreción de hormona de crecimiento

- 1: Panhipotituitarismo. Hace referencia a una secreción reducida de todas las hormonas adenohipofisarias. Puede ser congénita o aparecer de forma repentina o progresiva en cualquier momento, casi siempre por un tumor hipofisario que destruye esta glándula.
- 2: Enanismo. Es una deficiencia generalizada de la secreción de la adenohipófisis durante la infancia. Las personas no alcanzan la pubertad y nunca llegan a secretar una cantidad de hormonas gonadotrópicas suficientes para desarrollar las funciones sexuales en la edad adulta.
- 3: Gigantismo. Las células acidófilas de la glándula adenohipofisaria productoras de hormona del crecimiento se torna hiperactivas y a veces llegan a originarse tumores acidófilos en la glándula. Los gigantes sufren hiperglucemia y las células B de los islotes de Langerhans del páncreas tienden a degenerar.
- 4: Acromegalia. Cuando el tumor acidófilo aparece después de la adolescencia, es decir, cuando las epífisis de los huesos largos se han soldado ya con las diáfisis y todo el crecimiento posterior es imposible, los huesos aumentarán de grosor, al igual que los tejidos blandos.

## Neurohipófisis y relación con el hipotálamo

La neurohipófisis, se compone sobre todo de las células similares a las gliales, denominadas pitocitos.

Estas terminaciones reposan sobre la superficie de los capilares, hacia los que secretan dos hormonas neurohipofisarias: 1) hormona antidiurética (ADH), llamada también vasopresina, y 2) oxitocina.

Estructuras químicas de la hormona antidiurética y la oxitocina.

La oxitocina y la ADH (vasopresina) son polipéptidos de nueve aminoácidos cada uno.

Funciones fisiológicas de ADH

Las inyecciones de cantidades minúsculas de ADH reduce la excreción renal del agua.

Oxitocina.

Estimula con fuerza la contracción del útero en el embarazo, en especial al final de la gestación, muchos tocólogos piensan que esta hormona es la responsable, al menos en parte, de la inducción del parto.

Igual estimula la expulsión de leche por las mamas.

## Hormonas metabólicas tiroideas

### Síntesis y secreción de las hormonas metabólicas tiroideas

El 93% de las hormonas con actividad metabólica secretadas por la glándula tiroidea corresponde a tiroxina y el 7% restante a triyodotironina.

### Funciones fisiológicas de las hormonas tiroideas

El efecto general de las hormonas tiroideas consiste en la activación de la transcripción nuclear de un gran número de genes. Casi toda la tiroxina secretada por el tiroides se convierte en triyodotironina.

Las hormonas tiroideas activan receptores nucleares. Los receptores de hormona tiroidea se encuentran unidos a las cadenas genéticas de ADN o junto a ellas.

Las hormonas tiroideas incrementan las actividades metabólicas de casi todos los tejidos del organismo. Las hormonas tiroideas incrementan el número y la actividad de las mitocondrias. También facilitan el transporte activo de iones a través de la membrana celular.

El efecto sobre el crecimiento ejerce efectos generales y específicos sobre el crecimiento. En los niños con hipotiroidismo, la velocidad de crecimiento es mucho más lenta, mientras que los hiperparatiroides a menudo experimentan un crecimiento esquelético excesivo, por lo que son bastante altos.



Efectos de las hormonas tiroideas sobre mecanismos corporales específicos.

- Estimulación del metabolismo de los hidratos de carbono: la hormona estimula casi todas las fases de metabolismo de los hidratos de carbono, la rápida captación de glucosa por las células, el aumento de la glucólisis, el incremento de la gluconeogénesis, una mayor absorción en el tubo digestivo e incluso una mayor secreción de insulina.
- Aumento metabolismo basal: cuando no se produce hormona tiroidea, el metabolismo basal disminuye hasta la mitad de lo normal.
- Disminución del peso corporal: el aumento casi siempre producen adelgazamiento, mientras que su disminución marcada se asocia en la mayoría de los casos a una ganancia ponderal.

Efecto de las hormonas tiroideas sobre el aparato cardiovascular

1. Aumento del flujo cardíaco: el aumento del metabolismo en los tejidos acelera la utilización de oxígeno e induce la liberación de cantidades excesivas de productos metabólicos a partir de los tejidos.
2. Aumento de frecuencia cardíaca: Bajo la influencia de la hormona tiroidea, la frecuencia cardíaca se eleva mucho más de lo que se esperaba.

3. Aumento de la respiración: el incremento del metabolismo eleva la utilización de oxígeno y la formación del dióxido de carbono.
4. Efecto sobre el sueño: ejerce un efecto agotador sobre la musculatura y sobre el sistema nervioso central, por lo que pueden sentirse cansadas siempre.

### Regulación de la secreción de hormonas tiroideas

Los efectos son los siguientes:

1. Intensifica la glicólisis de la tiroxina para formar hormonas tiroideas
2. Aumenta el tamaño y la actividad secretora de las células tiroideas
3. Eleva la proteólisis de la tiroglobulina que se encuentra almacenada en los folículos, con lo que se liberan hormonas tiroideas a la sangre circulante y disminuye la sustancia folicular

### Enfermedades

1. Hipertiroidismo
2. Hipotiroidismo
3. Cretinismo

## Hormonas corticosuprarrenales

Existen dos glándulas suprarrenales, cada glándula se compone de dos porciones diferentes, la médula suprarrenal y la corteza suprarrenal. La médula suprarrenal ocupa el 20% central de la glándula y secreta hormonas adrenalina y noradrenalina. La corteza suprarrenal secreta un grupo completamente diferente de hormonas, llamadas corticoesteroides.

Corticoesteroides: mineralcorticoide, glucocorticoide y andrógenos.

La corteza suprarrenal secreta dos tipos principales de hormonas corticosuprarrenales, los mineralcorticoide y los glucocorticoide. Produce pequeñas cantidades de hormonas sexuales, en particular de andrógenos, que induce los mismos efectos que la hormona sexuales, en particular de androgenos.

### Síntesis y secreción de hormonas corticosuprarrenales

La corteza suprarrenal tiene tres capas diferentes:

1. La zona glomerular: una capa delgada de células situada inmediatamente por debajo de la cápsula, contribuye con casi el 15% de la corteza suprarrenal. Capaces de secretar cantidades importantes de Aldosterona porque contiene la enzima aldosterona sintetasa. La secreción de estas células

está controlada sobre todo por las concentraciones de angiotensina II y potasio en el líquido extracelular; ambas estimulan la secreción de aldosterona.

2: la zona fascicular: capa más ancha, representa casi el 75% de la corteza suprarrenal y secreta los glucocorticoides cortisol y corticosterona, así como pequeñas cantidades de andrógenos y estrógenos suprarrenales.

3: la zona reticular, la capa más profunda, secreta los andrógenos suprarrenales dehidroepiandrosterona (DHEA) y androstenediona, así como pequeñas cantidades de estrógenos y algunos glucocorticoides.

## Mineralocorticoides

- Aldosterona
- Cortisona
- Corticoesterona
- Dexoxicorticoesterona
- Cortisol

## Glucocorticoides

- Cortisol
- Dexametasona
- Prednisona
- Corticoesterona
- Metilprednisona
- Cortisona

El cortisol es importante para resistir el estrés y la inflamación.

Algunos tipos de estrés que aumenta la liberación de

cortisol son:

1. Traumatismo
2. Infección
3. Calor o frío intensos
4. Inyección de noradrenalina y otras simpaticomiméticas.
5. Cirujía
6. Inyección de sustancias necrosantes bajo la piel
7. Inmovilización del animal
8. Enfermedades debilitantes de casi cualquier tipo.

## Anomalías de la secreción corticosuprarrenal

- Enfermedad de Addison
- Deficiencia de glucocorticoides
- Pigmentación melánica
- Crisis addisoniana
- Hiperfunción corticosuprarrenal: síndrome de Cushing
- Hiperaldosteronismo primario (síndrome de Conn)
- Síndrome adrenogenital.

## Insulina, glucagón y diabetes mellitus

El páncreas, secreta 2 hormonas, la insulina y el glucagón, son esenciales para la regulación del metabolismo de la glucosa, los lípidos y las proteínas. El páncreas se compone de dos grandes tipos de tejidos, los *ácinos*, que secretan jugos digestivos al duodeno, y 2) los *isletos de Langerhans*, que secretan insulina y glucagón de forma directa a la sangre.

Insulina es una hormona asociada a la abundancia de energía

La insulina desempeña una función primordial en el almacenamiento de la energía sobrante. Si se consume hidratos de carbono en exceso, estos se depositarán principalmente como glucógeno en el hígado y en los músculos. En cuanto a las proteínas, la insulina ejerce un efecto directo para que las células absorban más aminoácidos y los transforme en proteínas

### Depósito del glucógeno en el músculo

Si el músculo no se ejercita después de una comida, pero la glucosa se transporta en abundancia a su interior, la mayor parte de ella se depositará como glucógeno muscular y no se empleará como sustrato energético. Se trata de un mecanismo muy útil para los períodos cortos de utilización interna de energía o incluso energía anaerobia

El hígado libera glucosa entre las comidas.

- 1: El descenso de la glucemia hace que el páncreas reduzca la secreción de insulina
- 2: La falta de insulina anula todos los efectos enumerados anteriormente con respecto al depósito del glucógeno; interrumpe la nueva síntesis del glucógeno en el hígado.
- 3: La falta de insulina activa la enzima fosforilasa, que produce la degradación de glucógeno a glucosa fosfato
- 4: La enzima glucosa fosfatasa, inhibida previamente por la insulina, se activa ahora por la falta de la hormona y provoca la separación entre la glucosa y el radical fosfato, con lo que la primera puede difundir de nuevo a la sangre.

## El glucagón y sus funciones

Es una hormona secretada por las células alfa de los islotes de Langerhans cuando disminuye la glucemia y cumple varias funciones diametralmente opuestas a las de la insulina

### Efecto sobre el metabolismo de la glucosa

- 1: El glucagón activa a la adenilato ciclasa de la membrana de los hepatocitos.
- 2: lo que determina la síntesis del monofosfato de adenosina cíclica.

- la somatostatina inhibe la secreción de glucagón e insulina -

Las células delta de los islotes de Langerhans secretan la hormona somatostatina, un polipéptido que consta de 14 aminoácidos.

A su vez, la somatostatina ejerce numerosas efectos inhibidores:

- 1: La somatostatina actúa localmente sobre los propios islotes de Langerhans y reduce la secreción de insulina y de glucagón.
- 2: La somatostatina reduce la motilidad del estómago, el duodeno y la vesícula biliar.
- 3: La somatostatina disminuye tanto la secreción como la absorción por el tubo digestivo.

## Diabetes mellitus

Es un síndrome caracterizado por las alteraciones del metabolismo de los hidratos de carbono, las grasas y proteínas, por falta de insulina. Existen dos tipos de diabetes mellitus:

- 1: Diabetes tipo 1
- 2: Diabetes tipo 2



## Hormona paratiroidea

### Absorción y excreción de calcio y fósforo

La ingestión diaria de calcio es de aproximadamente 1.000 mg. Sin embargo, como se exponerá más adelante, la vitamina D facilita la absorción de calcio en el intestino.

### Hueso y su relación con el calcio y el fósforo extracelulares

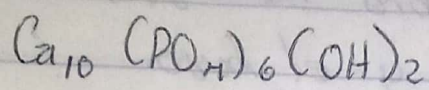
El hueso se compone de una rica matriz orgánica que se fortalece notablemente gracias a los depósitos de sales de calcio. El hueso compacto está compuesto en el 30% de su peso por matriz y en el 70% por sales. El hueso no formado puede tener un porcentaje considerablemente mayor de matriz en relación con las sales.

### Matriz orgánica del hueso

Esta matriz es el 90% al 95% por fibras de colágeno y el resto es un medio gelatinoso homogéneo denominado sustancia fundamental. La sustancia fundamental está formada por líquido extracelular al que asocian proteoglicanos, sobre todo condroitina sulfato y ácido hialurónico.

## Sales óseas

Las sales cristalinas que se depositan en la matriz orgánica del hueso están compuestas principalmente por el calcio y por el fósforo. La fórmula principal sal cristalina, denominada hidroxapatita, es la siguiente:



## Vitamina D

La vitamina D ejerce un potente efecto facilitador de la absorción del calcio en el tubo digestivo; también tiene importantes efectos tanto sobre el depósito como sobre la resorción del hueso.

El colecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>) se forma en la piel; varios compuestos derivados de los esteroides pertenecen a la familia vitamínica D. El más importante es el colecalciferol y se forma en la piel como resultado de la radiación del 7-dehidrocolecalciferol, una sustancia que se encuentra presente en la piel en condiciones normales, por los rayos ultravioletas de la luz solar. En consecuencia, la exposición adecuada a la luz solar evita el déficit de vitamina D.

## Hormona paratiroidea

La hormona paratiroidea (PTH) constituye un potente mecanismo para el control de las concentraciones extracelulares de calcio y fosfato porque regula la absorción intestinal, la excreción renal y el intercambio de estos iones entre el líquido extracelular y el hueso.

La hormona paratiroidea incrementa la absorción intestinal del calcio y fosfato; facilita la absorción del calcio y de fosfato en el intestino. Los efectos son:

- 1- Estimula la resorción ósea
- 2- Aumenta la reabsorción del calcio
- 3- Es necesaria para la conversión de 25-hidroxicolecalciferol en 1,25-dihidroxicolecalciferol.