

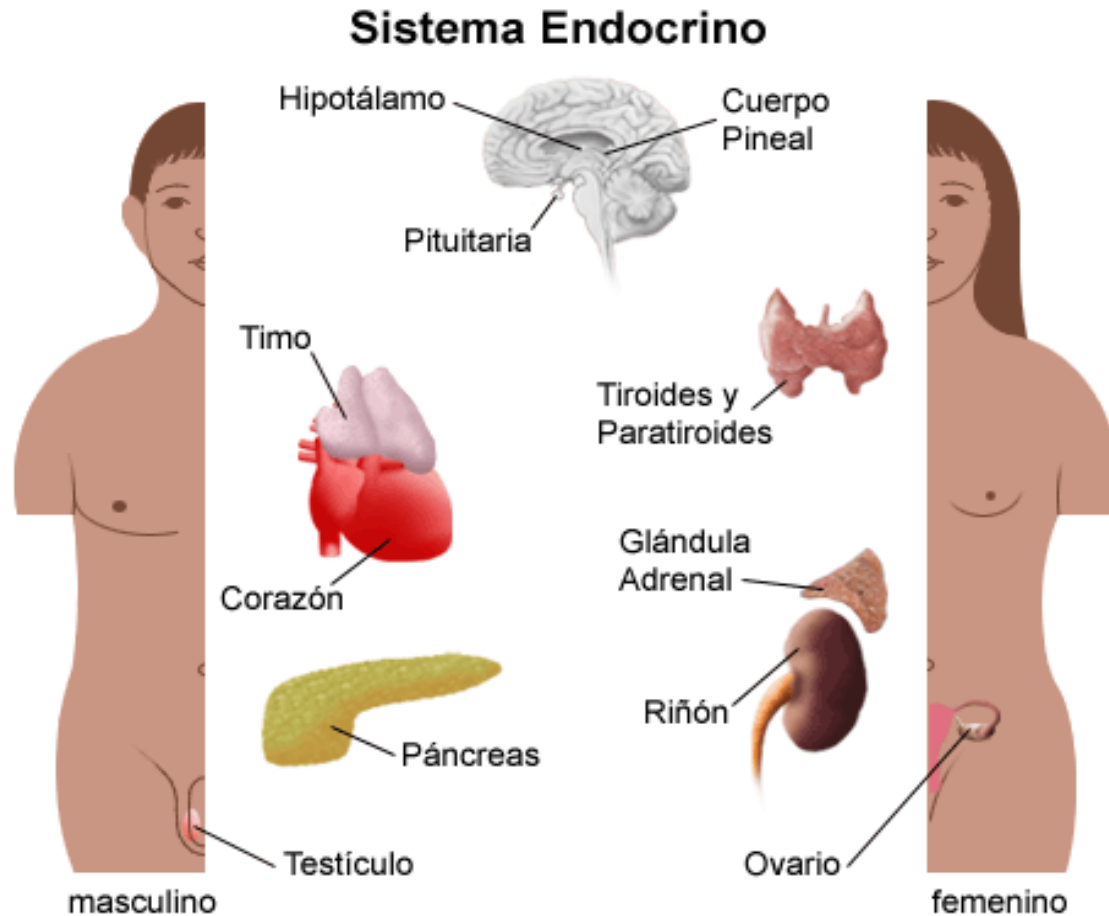
Sistema Endócrino

Anatomía I

Profesora Dra. Biancciotti María Eugenia

Anatomía del sistema endócrino

El sistema endócrino es una red compleja de glándulas y órganos. Emplea hormonas para controlar y coordinar el metabolismo interno del cuerpo (homeostasis), el nivel de energía, la reproducción, el crecimiento y desarrollo, y la respuesta a lesiones, estrés y factores ambientales. Las siguientes son partes que integran el sistema endócrino:



•**Hipotálamo**. El hipotálamo se encuentra en la base del cerebro, cerca del quiasma óptico, donde se cruzan y encuentran los nervios ópticos detrás de cada ojo. El hipotálamo secreta hormonas que estimulan o suprimen la liberación de hormonas en la glándula pituitaria, además de controlar el equilibrio de agua, el sueño, la temperatura, el apetito y la presión sanguínea.

•**Glándula pineal**. La glándula pineal se encuentra debajo del cuerpo calloso, en el medio del cerebro. Produce la hormona melatonina, que ayuda al cuerpo a saber cuándo es momento de dormir.

•**Pituitaria**. La glándula pituitaria se encuentra debajo del cerebro. Generalmente su tamaño no es superior al de un frijol y controla numerosas funciones de las demás glándulas endócrinas.

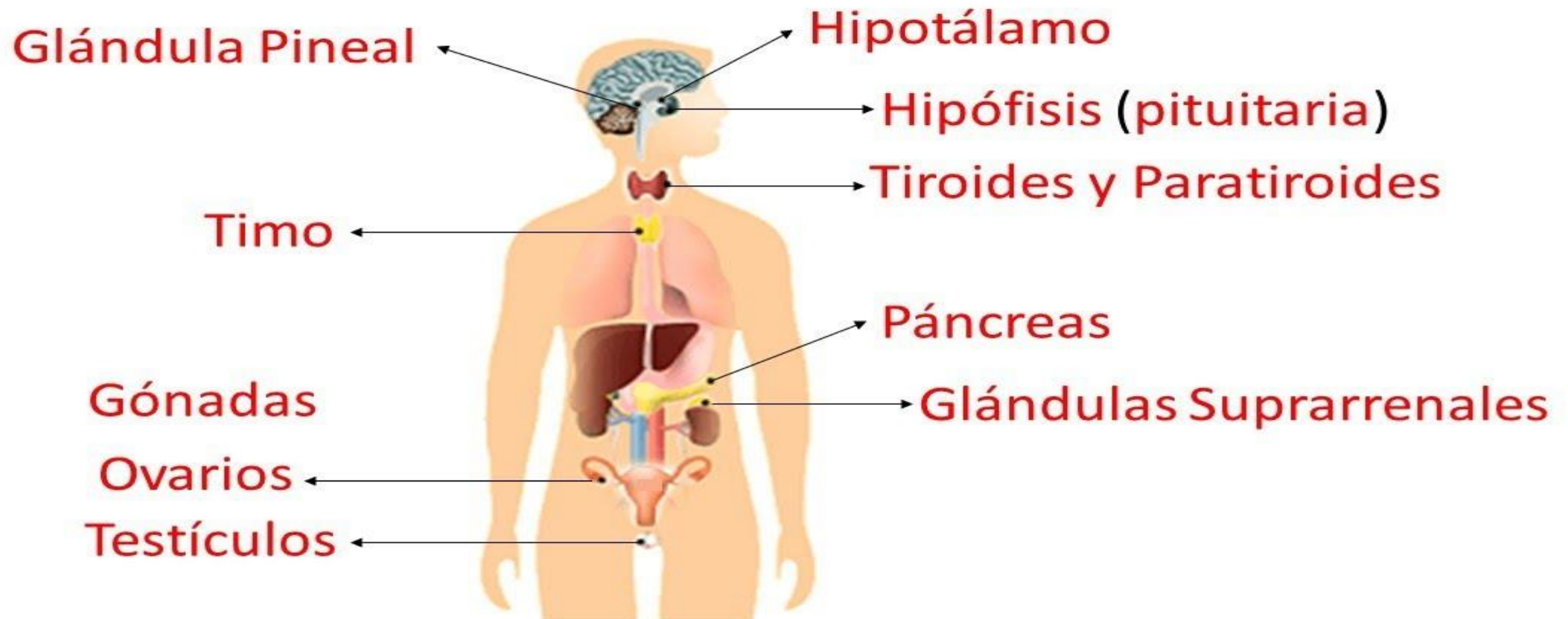
•**Tiroides y paratiroides**. La glándula tiroides y paratiroides se encuentran en la parte delantera del cuello, debajo de la laringe. La tiroides desempeña una importante función en el metabolismo del cuerpo. Las glándulas paratiroides desempeñan una importante función en la regulación del equilibrio de calcio del cuerpo.

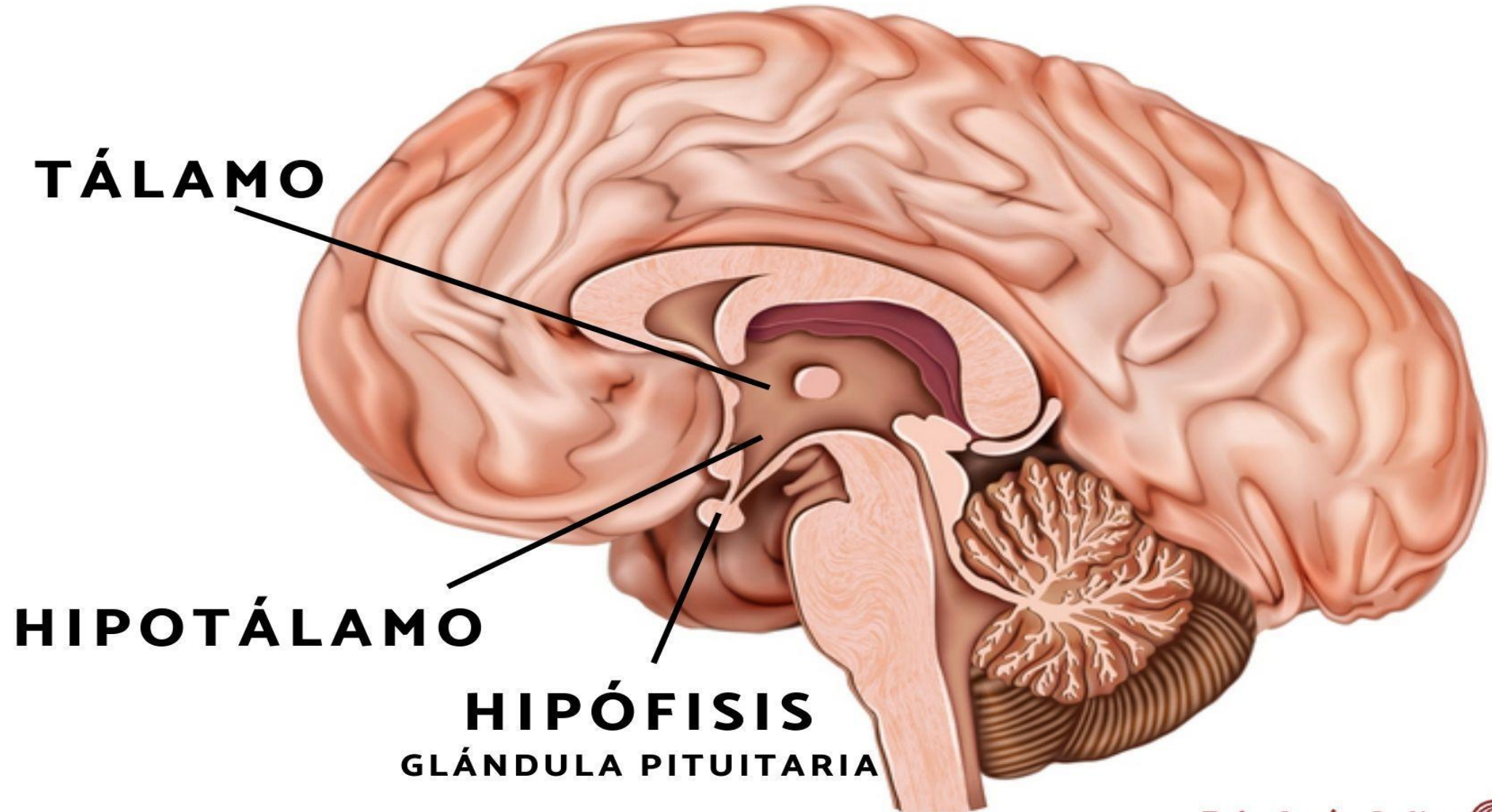
•**Timo**. El timo se encuentra en la parte superior del pecho y produce linfocitos T (glóbulos blancos que combaten las infecciones y destruyen las células anormales).

•**Glándula suprarrenal**. Las glándulas suprarrenales se encuentran en la parte superior de cada riñón. Al igual que muchas glándulas, las glándulas suprarrenales actúan en colaboración con el hipotálamo y la glándula pituitaria. Las glándulas suprarrenales producen y liberan hormonas corticosteroides que mantienen la presión sanguínea y regulan el metabolismo.

•**Páncreas**. El páncreas atraviesa la parte posterior del abdomen, detrás del estómago. El páncreas actúa en la digestión y también en la producción de hormonas. Las hormonas producidas por el páncreas incluyen la insulina y el glucagón, que regulan los niveles de azúcar en sangre.

Sistema Endocrino





Dónde se encuentra el hipotálamo

El hipotálamo se encuentra **en el interior de nuestro cerebro**, más o menos **en el centro** del mismo, justo **debajo del tálamo y encima de la glándula pituitaria**. Influye tanto en el sistema endocrino como en el [sistema nervioso](#) y en las conexiones entre ambos sistemas, así como en el sistema autonómico, por lo que es clave en las principales funciones del cuerpo humano.

El tálamo se encarga del procesamiento de la información sensitiva - es decir, de la información captada a través de los órganos de los sentidos-, de los procesos de memoria, de emociones y de distintas funciones motoras. En él se integra la información (exceptuando la olfativa) y se distribuye a las distintas zonas del cerebro pertinentes.

El sistema endocrino coordina el funcionamiento de los diferentes órganos, aparatos y sistemas a través de hormonas, que son compuestos químicos que se secretan a la circulación sanguínea desde tipos específicos de células ubicadas dentro de glándulas endocrinas (carentes de conductos). Una vez en la circulación, las hormonas afectan la función de los tejidos diana, que puede ser una glándula endocrinológica o un órgano terminal. Algunas ejercen un efecto en las células del órgano que las secretó (efecto parácrino), mientras que otras incluso actúan sobre el mismo tipo celular (efecto autócrino).

Las hormonas pueden ser

- Péptidos (uno o más aminoácidos unidos por enlaces químicos) de varios tamaños
- Esteroides (derivados del colesterol)
- Derivados de aminoácidos

Las hormonas se unen selectivamente a receptores localizados dentro o en la superficie de las células blanco. Los receptores intracelulares interactúan con hormonas que regulan la función de genes (p. ej., corticoides, vitamina D, hormona tiroidea). Los receptores ubicados sobre la superficie celular se unen con hormonas que regulan la actividad de enzimas o afectan canales iónicos (p. ej., hormona de crecimiento, hormona liberadora de tirotropina).

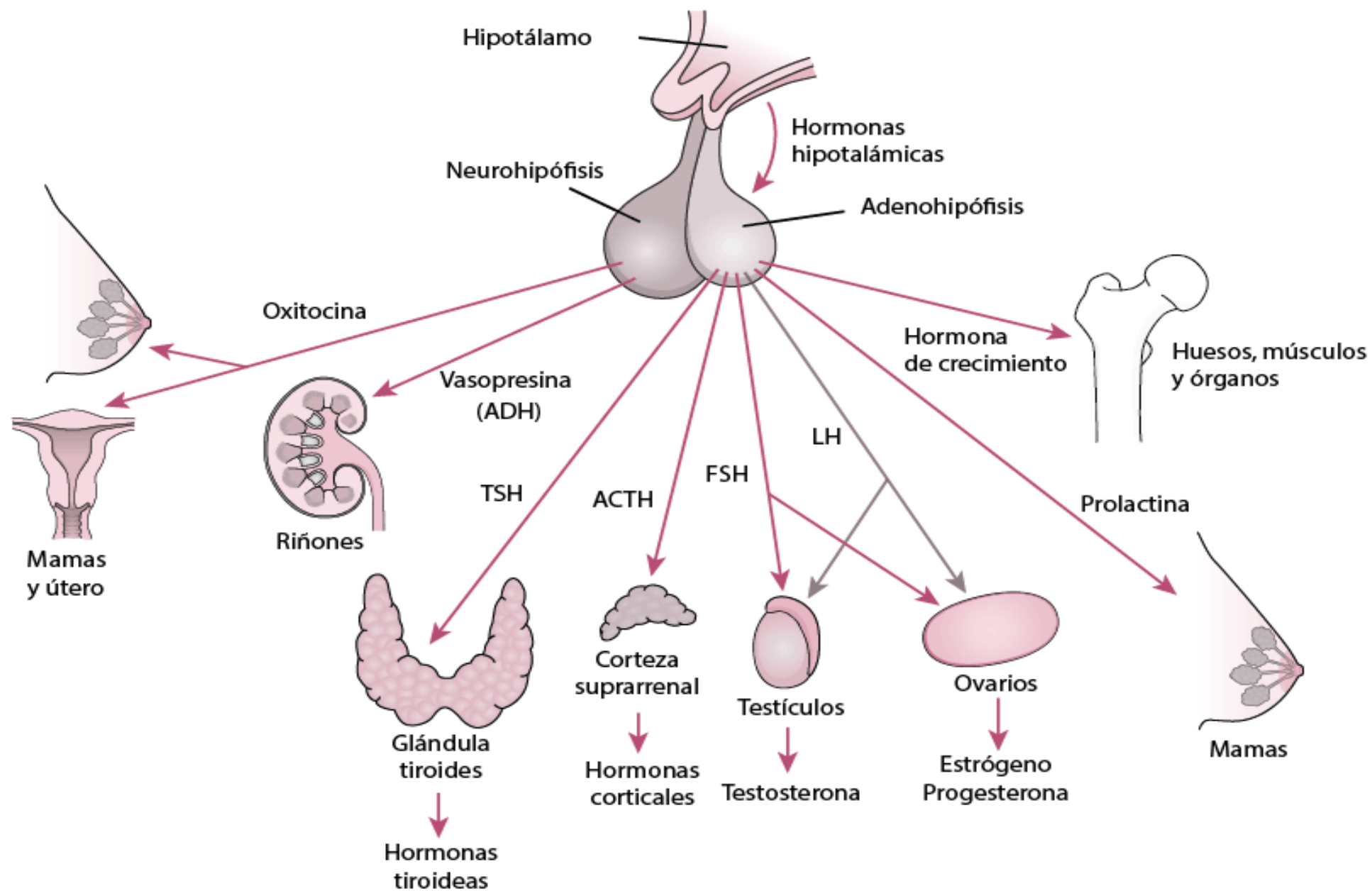
Los [trastornos endocrinológicos](#) son el resultado del compromiso de las glándulas endocrinas y/o sus tejidos diana.

Las funciones de los órganos endocrinos periféricos son controladas en mayor o menor medida por hormonas hipofisarias. Algunas funciones (p. ej., secreción de insulina controlada por el páncreas, principalmente por el nivel de glucosa en sangre) son reguladas en un grado mínimo o son independientes del control hipofisario (p. ej., secreción de [hormona paratiroidea](#) por las glándulas paratiroides, sobre todo en respuesta a los niveles de calcio en sangre), mientras que muchas otras funciones (p. ej., secreción de hormonas tiroideas o gonadales) están sujetas a un control significativo. La secreción de hormonas hipofisarias está controlada por el hipotálamo. La interacción entre el hipotálamo y la hipófisis (denominada eje hipotálamo-hipofisario) es un sistema de control por retroalimentación. El hipotálamo recibe estímulos de casi todas las áreas del sistema nervioso central y, a su vez, envía señales a la hipófisis. En respuesta, la hipófisis libera varias hormonas que estimulan algunas glándulas endocrinas de todo el cuerpo. El hipotálamo detecta los cambios en las concentraciones circulantes de hormonas producidos por estas glándulas endocrinas y, como consecuencia, aumenta o disminuye la estimulación de la hipófisis para mantener la homeostasis.

El hipotálamo modula las actividades de los lóbulos anterior y posterior de la hipófisis de diferentes maneras. Las neurohormonas sintetizadas en el hipotálamo llegan al lóbulo anterior (adenohipófisis) a través de un sistema vascular especializado y regulan la síntesis y la secreción de las 6 hormonas peptídicas principales de este lóbulo (véase figura [Hipófisis y sus órganos diana](#)). Estas hormonas de la adenohipófisis regulan a las glándulas endocrinas periféricas (tiroides, suprarrenales y gónadas), además del crecimiento y la lactación. No existen conexiones nerviosas directas entre el hipotálamo y la adenohipófisis.

En cambio, el lóbulo posterior (neurohipófisis) está compuesto por axones procedentes de los cuerpos de las células neuronales ubicadas en el hipotálamo. Estos axones almacenan 2 hormonas peptídicas, vasopresina (hormona antidiurética) y oxitocina, sintetizadas en el hipotálamo; estas hormonas actúan en la periferia para regular el balance hídrico, la eyección de leche y la contracción uterina.

Casi todas las hormonas sintetizadas en el hipotálamo y la hipófisis se liberan por pulsos, es decir que se suceden períodos de liberación y de inactividad. Algunas hormonas (p. ej., la hormona adrenocorticotrópica [ACTH], la hormona de crecimiento, la prolactina) presentan ritmos circadianos definidos, mientras que otras (p. ej., luteinizante y foliculoestimulante durante el ciclo menstrual) presentan ritmos mensuales con ritmos circadianos sobreimpuestos.



Controles hipotalámicos

Hasta el momento, se identificaron 7 neurohormonas hipotalámicas fisiológicamente importantes . Excepto la amina biógena dopamina, todas las demás hormonas son péptidos pequeños. Varias de estas hormonas se producen tanto en la periferia como en el hipotálamo y actúan en sistemas parácrinos locales, en especial en el tubo digestivo. Uno de ellos es el péptido intestinal vasoactivo, que también estimula la secreción de prolactina

Neurohormonas hipotalámicas

Las neurohormonas pueden controlar la liberación de varias hormonas hipofisarias. La regulación de la mayoría de las hormonas adenohipofisarias depende de señales estimuladoras procedentes del hipotálamo, salvo la prolactina, regulada por estímulos inhibidores. Si el tallo hipofisario (que conecta la hipófisis con el hipotálamo) se secciona, la secreción de prolactina aumenta, mientras que la liberación de todas las demás hormonas adenohipofisarias disminuye.

Muchos trastornos hipotalámicos (como tumores, encefalitis y otras lesiones inflamatorias) pueden afectar la liberación de las neurohormonas hipotalámicas. Como estas neurohormonas se sintetizan en diversos centros dentro del hipotálamo, algunas enfermedades sólo afectan a un neuropéptido, otras a varios. El resultado podría ser la hiposecreción o la hipersecreción de neurohormonas. Los síndromes clínicos secundarios a la disfunción de las hormonas hipofisarias (p. ej., [diabetes insípida](#), [acromegalia](#) e [hipopituitarismo](#)) se analizan en otro apartado.

Neurohormona	Hormonas adenohipofisarias afectadas	Efecto
Hormona liberadora de corticotropina	ACTH	Estimula
Dopamina	Prolactina LH FSH TSH	Inhibe Inhibe Inhibe Inhibe
Hormona liberadora de gonadotropinas	LH FSH	Estimula* Estimula*
Hormona liberadora de hormona de crecimiento	GH	Estimula
Hormona liberadora de prolactina	Prolactina	Estimula
Somatostatina	GH TSH	Inhibe Inhibe
Hormona liberadora de tirotropina	TSH Prolactina	Estimula Estimula

Función de la adenohipófisis

Las células del lóbulo anterior de la hipófisis (que constituye el 80% del peso de ésta) sintetizan y secretan varias hormonas necesarias para el crecimiento y el desarrollo normales; además, estimulan la actividad de varias glándulas.

Hormona adrenocorticotrópica (ACTH)

La ACTH también se llama corticotropina. La hormona liberadora de corticotropina (CRH) es la principal estimuladora de la secreción de ACTH, pero la vasopresina también cumple un papel durante el estrés. La ACTH induce a la corteza suprarrenal para que libere cortisol y varios andrógenos débiles, como dehidroepiandrosterona (DHEA). El cortisol circulante y otros corticosteroides (incluso los corticoides exógenos) inhiben la secreción de CRH y ACTH. El eje CRH-ACTH-cortisol es un componente crucial de la respuesta al estrés. Sin ACTH, la corteza suprarrenal se atrofia y la secreción de cortisol prácticamente cesa.

Hormona tiroideoestimulante (TSH)

La TSH regula la estructura y la función de la glándulas tiroides, donde estimula la síntesis y la secreción de las hormonas tiroideas. La síntesis y la liberación de TSH son estimuladas por la hormona hipotalámica liberadora de tirotropina (TRH) e inhibidas (mediante retroalimentación negativa) por las hormonas tiroideas circulantes.

Hormona luteinizante (LH) y hormona foliculoestimulante (FSH)

La LH y la FSH controlan la producción de las hormonas sexuales. La síntesis y la secreción de LH y FSH son estimuladas sobre todo por la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) e inhibidas por los estrógenos y la testosterona. Un factor que controla la liberación de GnRH es kisspeptina, un péptido hipotalámico estimulado por el aumento de los niveles de leptina en la pubertad. Dos hormonas gonadales, activina e inhibina, afectan solo a la FSH; activina es estimuladora e inhibina es inhibidora.

En las **mujeres**, la LH y la FSH estimulan el desarrollo folicular ovárico y la [ovulación](#).

En los **hombres**, la FSH actúa sobre las células de Sertoli y es esencial para la espermatogénesis; la LH actúa sobre las células de Leydig de los testículos para estimular la biosíntesis de testosterona .

Hormona de crecimiento (GH)

La GH estimula el crecimiento somático y regula el metabolismo. La hormona liberadora de hormona de crecimiento (GHRH) es la principal estimuladora, y la somatostatina es la principal inhibidora de la síntesis y la secreción de GH. A su vez, la GH controla la síntesis de factor de crecimiento semejante a la insulina- 1 (IGF-1, también llamado somatomedina-C), que controla sobre todo el crecimiento corporal. Si bien muchos tejidos producen IGF-1, el hígado es la fuente principal. Una variedad de IGF-1 está presente en el músculo, donde cumple un papel en el aumento de la fuerza muscular. Esta variedad se encuentra menos sujeta al control de la GH que su contrapartida hepática.

Los efectos metabólicos de la GH son bifásicos. En un principio, la GH ejerce efectos semejantes a los de la insulina, con incremento de la absorción de glucosa en los músculos y el tejido adiposo, estimulación de la absorción de aminoácidos y síntesis de proteínas en el hígado y el músculo, e inhibición de la lipólisis en el tejido adiposo. Varias horas más tarde se desarrollan efectos metabólicos de tipo anti-insulina más profundos. Estos incluyen inhibición de la captación y el uso de la glucosa, lo que aumenta la glucemia y estimula la lipólisis, lo que a su vez conduce al incremento de la concentración plasmática de ácidos grasos libres. Las concentraciones de GH se elevan durante el ayuno, con el fin de mantener la glucemia y movilizar los lípidos como fuente alternativa de combustible metabólico. La producción de GH disminuye con el envejecimiento. La grelina, una hormona producida en el fondo gástrico, promueve la liberación de GH en la hipófisis, aumenta la ingesta de alimentos y, en modelos animales, mejora la memoria.

Prolactina

La prolactina se sintetiza en células denominadas lactotropos, que constituyen alrededor del 30% de las células de la adenohipófisis. La hipófisis duplica su tamaño durante el embarazo, sobre todo como consecuencia de la hiperplasia y la hipertrofia de los lactotropos. En los seres humanos, la función principal de la prolactina es estimular la producción de leche. Asimismo, se secreta prolactina durante la actividad sexual y el estrés. La prolactina puede ser un indicador sensible de la disfunción hipofisaria y es la hormona hallada con mayor frecuencia en concentraciones excesivas debido a su secreción por tumores hipofisarios. También puede hallarse una deficiencia de esta hormona en enfermedades infiltrantes o debido a la compresión tumoral de la hipófisis.

Otras hormonas

La adenohipófisis produce otras hormonas. Dichas hormonas son la proopiomelanocortina (POMC, que da origen a la ACTH), la hormona alfa-melanocitoestimulante y beta-melanocitoestimulante (MSH), la beta-lipotropina (β -LPH), las encefalinas y las endorfinas. La POMC y la MSH pueden causar hiperpigmentación de la piel y tienen importancia clínica en pacientes con enfermedades que producen concentraciones muy altas de ACTH (p. ej., [enfermedad de Addison](#), síndrome de Nelson). La función de la β -LPH es desconocida. Las encefalinas y las endorfinas son opiáceos endógenos que se unen a los receptores de opiáceos en todo el sistema nervioso central, y los activan.

Función de la neurohipófisis

La neurohipófisis secreta vasopresina (también denominada argininavasopresina u hormona antidiurética) y oxitocina. Ambas hormonas se liberan en respuesta a impulsos nerviosos y poseen vidas medias aproximadas de 10 minutos.

Vasopresina (hormona antidiurética, ADH)

La vasopresina actúa sobre todo en la conservación renal de agua a través del incremento de la permeabilidad del epitelio tubular distal. Cuando sus concentraciones sanguíneas son elevadas, la vasopresina también produce vasoconstricción. Al igual que la aldosterona, la vasopresina cumple una función importante en el mantenimiento de la homeostasis hídrica y la hidratación vascular y celular. El principal estímulo para la secreción de vasopresina es el aumento de la presión osmótica del agua corporal, registrada por los osmorreceptores del hipotálamo.

El otro estímulo importante es la [depleción de volumen](#), registrada por los barorreceptores presentes en la aurícula izquierda, las venas pulmonares, el seno carotídeo y el arco aórtico, que luego transmiten señales al sistema nervioso central a través de los nervios vago y glossofaríngeo. Otros factores que estimulan la secreción de vasopresina son el dolor, el estrés, los vómitos, la hipoxia, el ejercicio, la hipoglucemia, los agonistas colinérgicos, los beta-bloqueantes, la angiotensina y las prostaglandinas. Los factores que inhiben la secreción de vasopresina son el alcohol, los alfabloqueantes y los corticoides.

Una falta de vasopresina causa [diabetes insípida central](#). La incapacidad de los riñones para responder a la vasopresina en forma normal produce [diabetes insípida nefrogénica](#). La extirpación de la glándula hipofisis no produce diabetes insípida permanente porque algunas neuronas hipotalámicas remanentes sintetizan pequeñas cantidades de vasopresina.

La copeptina se coproduce con vasopresina en la neurohipófisis. La medición puede ser útil para distinguir la causa de la [hiponatremia](#).

Oxitocina

La oxitocina tiene 2 objetivos principales:

- Células mioepiteliales de la mama, que rodean a los alvéolos de la glándula mamaria
- Células musculares lisas del útero.

La succión estimula la síntesis de oxitocina, que promueve la contracción de las células mioepiteliales. Esta contracción desplaza la leche desde los alvéolos hasta los senos grandes para su eyección (es decir, reflejo de bajada de la leche de las madres que amamantan). La oxitocina estimula la contracción de las células musculares lisas del útero y la sensibilidad uterina a la oxitocina permanece elevada durante todo el embarazo. No obstante, las concentraciones plasmáticas no aumentan en forma aguda durante el parto, y el papel de la oxitocina en el inicio del trabajo de parto no se definió con precisión.

En los hombres no se detectó un estímulo específico para la secreción de oxitocina, aunque se hallaron concentraciones muy bajas de esta hormona.