

Todos los órganos del sistema endocrino son glándulas. Son diferentes del resto de las glándulas porque liberan sustancias químicas, conocidas como hormonas, en la circulación sanguínea general. Otras glándulas descargan sus secreciones en conductos hacia un lugar concreto. Estas glándulas se denominan exocrinas. Los órganos del sistema endocrino se encuentran situados en lugares del cuerpo muy separados: en la cavidad craneal, en el cuello, en la cavidad torácica, en la cavidad abdominal, en la cavidad pélvica y fuera de las cavidades del cuerpo. Las hormonas que liberan son muy importantes para las funciones corporales. Regulan instintos básicos y emociones, como los impulsos sexuales, violencia, ira, miedo, alegría y tristeza. También estimulan el crecimiento y la identidad sexual, controlan la temperatura corporal, ayudan en la reparación de tejidos dañados y ayudan a generar energía.

Las glándulas adrenales se encuentran sobre la parte superior de cada riñón en la zona abdominal. Aunque parece un sólo órgano, en realidad son dos pequeñas glándulas, cada una con un peso de unos 7 gramos. La médula adrenal (la parte interna) es un agente del sistema nervioso simpático y se activa mediante impulsos nerviosos. El córtex adrenal (la parte externa) se divide en tres zonas: glomerulosa, fasciculada y reticular) es una glándula endocrina verdadera que se activa con la hormona adrenocorticotrófica (ACTH), enviada desde la glándula pituitaria. La médula adrenal secreta las catecolaminas epinefrina y noradrenalina. Estas hormonas ayudan al cuerpo a reducir tensión nerviosa. Cuando el sistema nervioso simpático reacciona ante emociones intensas, como miedo o ira, se liberan grandes cantidades de esta hormona. Esto puede causar una reacción de "lucha o huida", en la que la presión sanguínea aumenta, las pupilas se ensanchan y la sangre se desvía hacia los órganos más vitales y los músculos del esqueleto. El corazón también se estimula. El córtex adrenal secreta dos hormonas: cortisol y aldosterona. Estas hormonas se conocen conjuntamente como mineralocorticoesteroides. Ayudan al cuerpo a reducir tensión nerviosa y son imprescindibles para la vida. El cortisol es un generador de energía. Regula la conversión de hidratos de carbono a glucosa y dirige las reservas al hígado. También disminuye las inflamaciones. La aldosterona regula el balance mineral y de agua en el cuerpo. Evita la pérdida excesiva de agua a través de los riñones y mantiene el balance entre sodio y potasio en la corriente sanguínea. Este balance es importante en la contracción muscular.

El hipotálamo está formado por un minúsculo grupo de células nerviosas situadas en el centro de la base del cerebro. Este órgano sirve como vínculo entre el sistema nervioso autónomo y el sistema endocrino. El hipotálamo es responsable de muchas funciones corporales. Su función es integrar y asegurar respuestas adecuadas a los estímulos. Regula el hambre, la sed, el sueño y el insomnio. También juega un papel importante en la regulación de la mayoría de los mecanismos involuntarios del cuerpo, como la temperatura corporal, el impulso sexual o el ciclo menstrual en las mujeres. El hipotálamo también regula las funciones de la glándula pituitaria.

Los ovarios son dos cuerpos con forma de almendra de unos 3,5 centímetros de longitud que se encuentran situados a cada lado de la pelvis. Cada ovario contiene dos clases diferentes de estructura glandular: los folículos de Graaf, que secretan estrógeno, y el cuerpo lúteo, que secreta progesterona y algo de estrógeno. La hormona estrógeno influye en el desarrollo de los caracteres sexuales y en la maduración de los órganos sexuales femeninos. La progesterona influye en el desarrollo de las glándulas mamarias y prepara el útero para la implantación del óvulo.

El páncreas se encuentra situado justo detrás de la parte inferior del estómago. Es la segunda glándula del cuerpo en tamaño, y es una glándula endocrina y exocrina. Su función exocrina es producir jugos digestivos (jugos pancreáticos) y liberarlos a través de un tubo, el conducto pancreático, al intestino. La función endocrina del páncreas es controlar la cantidad de azúcar en la sangre. Las células que controlan los niveles de azúcar en la sangre se denominan islotes de Langerhans. Estos islotes son grupos microscópicos de células esparcidas por todo el tejido pancreático entre el resto de las células pancreáticas aunque se encuentran concentradas principalmente en la cola del páncreas.

Los islotes de Langerhans están formados por dos tipos de células: alfa y beta. Las células alfa secretan una hormona llamada glucagón y las células beta secretan insulina. La insulina y el glucagón funcionan como un sistema de comprobación y equilibrio regulando el nivel de azúcar en sangre en el cuerpo. El glucagón acelera el proceso de la glucogénesis en el hígado (proceso químico por el cual la glucosa almacenada en las células del hígado en forma de glucógeno se convierte en glucosa; esta glucosa deja entonces las células del hígado y pasa a la sangre). Este proceso tiende a incrementar la concentración de glucosa en la sangre. La insulina es un antagonista del glucagón, pues reduce la cantidad de glucosa en la sangre. La insulina realiza este proceso acelerando su salida de la corriente sanguínea, a través de las membranas celulares, hacia las células. Como la glucosa entra en las células a un ritmo más rápido, las células aumentan su metabolismo de glucosa. Todas las comidas que contienen azúcares y almidón, como el pan, patatas y pasteles, se descomponen en glucosa. De esta forma pueden ser absorbidos por cada célula del cuerpo, incluyendo las células del hígado, una de cuyas funciones principales es almacenar azúcar. Las células absorben glucosa y la queman en estructuras llamadas mitocondrias, utilizando la energía que contiene y produciendo dióxido de carbono y agua como productos derivados. Este proceso de quemado es la principal fuente de energía del cuerpo, y no podría tener lugar sin la presencia de la insulina. La diabetes se produce cuando el páncreas no produce suficiente insulina y no se regula, por tanto, la concentración de glucosa en la sangre. El nivel de glucosa normal para un adulto medio está entre 80 y 120 miligramos de glucosa por cada 100 mililitros de sangre. Si los islotes de Langerhans secretan poca insulina, se produce un exceso de glucosa, una característica de la diabetes mellitus, el trastorno más habitual del sistema endocrino.

Las glándulas paratiroides son glándulas pequeñas, habitualmente cuatro, incrustadas en la parte posterior del tiroides. Estas glándulas producen la hormona parathormona, que regula el nivel de calcio y fósforo en la sangre y huesos. La parathormona tiende a aumentar la concentración de calcio en la sangre incrementando la descomposición ósea. Esta hormona tiene el efecto contrario de la calcitonina (tirocalcitonina), que es secretada por la glándula tiroides. El calcio juega un papel muy importante en muchos procesos metabólicos; demasiado calcio (hipercalcemia) o demasiado poco (picocalcemia) puede alterar el funcionamiento normal de músculos y nervios. La parathormona ayuda a mantener la homeostasis de calcio en la sangre. Las células corporales son muy sensibles a los cambios de la cantidad de calcio en la sangre.

La pituitaria (o hipófisis) es una pequeña glándula no mayor que un guisante, localizada en la base del cerebro en una pequeña depresión del hueso esfenoidal denominada la silla turca. Es controlada por el hipotálamo al cual está anclada y a veces se denomina como glándula principal o dominante, ya que su función es coordinar el sistema nervioso y endocrino. Algunas de sus hormonas estimulan a otras glándulas endocrinas que producen sus propias hormonas. Esta pequeña glándula consta realmente de dos glándulas: la glándula pituitaria anterior (o adenohipófisis) y la posterior (o neurohipófisis). Esta glándula produce numerosas hormonas. Una de ellas regula la retención de agua por los riñones. Otra produce la contracción del útero durante el parto, estimulándose entonces la producción de leche en las glándulas mamarias. Una de las hormonas más importante es la hormona del crecimiento (GH). Esta hormona controla el crecimiento regulando la cantidad de nutrientes recibidos por las células. La hormona del crecimiento también colabora con la insulina en el control del nivel de azúcar en sangre.

Los testículos consisten en dos glándulas de forma ovalada de unos 3 centímetros de longitud y 2,5 centímetros de ancho. Se encuentran suspendidos en un saco denominado escroto fuera del cuerpo para mantener la menor temperatura necesaria para la producción eficiente de esperma. Cada uno de los testículos está formado por varias secciones (lóbulo), y cada lóbulo está formado a su vez por un delgado y largo túbulo seminífero enrollado. Desde la pubertad, las células de los túbulos seminíferos producen casi continuamente espermatozoides, las células reproductoras masculinas. Otras células, conocidas como células intersticiales, secretan la hormona masculina testosterona en la sangre. Estas células se encuentran en numerosos grupos en el tejido conectivo situado entre los túbulos seminíferos. La testosterona realiza diversas funciones: es importante para el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos, estimula y mantiene el desarrollo de los órganos accesorios masculinos (la glándula prostática, vesículas seminales, etc.), y tiene un efecto estimulante en el metabolismo de las proteínas.

Timo :Situado sobre el corazón, el timo es un órgano bilobulado cuya función principal es la de desarrollar linfocitos. La linfa transporta glóbulos blancos a este órgano, donde se multiplican y se transforman en células especiales de lucha contra las infecciones. Aunque la función del timo no se conoce en su totalidad, se sabe que tiene un papel muy importante en el desarrollo de la inmunidad ante diversas enfermedades. Muchos investigadores opinan que el timo produce los linfocitos originales formados en el cuerpo antes del nacimiento y continúa produciéndolos después. Los linfocitos viajan desde el timo a los ganglios linfáticos y al bazo a través de la circulación sanguínea. También se cree que el timo sintetiza una hormona esencial para la inmunidad. Esta hormona, conocida como factor humoral del timo (THF), debe estar presente durante un corto periodo de tiempo después del nacimiento del niño para poder desarrollar la inmunidad mínima necesaria. Los investigadores piensan que la hormona producida por el timo actúa sobre los linfocitos, haciendo que los linfocitos B se conviertan en células plasmáticas, las cuales forman anticuerpos que producen inmunidades. Tras la pubertad, el timo comienza a disminuir de tamaño. Su función principal parece desarrollarse durante las primeras etapas de la vida en el desarrollo de la inmunidad.

La glándula tiroides es una de las glándulas del sistema endocrino que se encuentra fuera de una cavidad corporal. Es una glándula pequeña con un peso de unos 28 gramos y se encuentra situada en el cuello, bajo la laringe. Esta glándula secreta dos hormonas: tiroxina y calcitonina (tirocalcitonina). La tiroxina afecta a la tasa de crecimiento y al metabolismo de todas las células del cuerpo. Controla los reflejos y regula la tasa por la que el cuerpo produce energía y transforma los alimentos en componentes corporales. Esta hormona provoca que las células aceleren la liberación de energía a partir de los alimentos según se necesite estimulando el catabolismo (incrementando el metabolismo basal). Todas las funciones corporales dependen del aporte normal de energía, por lo que la secreción normal de la glándula tiroides resulta vital para el funcionamiento del cuerpo. Uno de los componentes principales de la tiroxina es el yodo, un importante agente de desarrollo corporal. Los niños pequeños no pueden crecer de forma adecuada sin yodo. En personas mayores, la carencia de hormonas tiroideas provoca pérdida de pelo, habla retardada y sequedad y engrosamiento de la piel. La dosis media requerida para un adulto normal es de sólo 0,00003 gramos al día, pero es vital para mantener el delicado balance entre salud y enfermedad. La tiroxina también controla la temperatura corporal. Las personas con hiperactividad de la glándula tiroides tienden a sentirse demasiado calurosas en condiciones de temperatura exterior fría, mientras que aquellas personas con poca actividad de la glándula tiroides tienden a sentir frío en condiciones externas de calor. La otra hormona producida por la glándula tiroides, la calcitonina, tiende a disminuir la cantidad de calcio en la sangre, el efecto opuesto a la parathormona secretada por las glándulas paratiroides. La calcitonina ayuda a mantener la homeostasis del calcio en la sangre. Evita que se produzca un exceso de calcio en la sangre, denominado hipercalcemia.

Sistema endocrino, conjunto de órganos y tejidos del organismo que liberan un tipo de sustancias llamado hormonas. Los órganos endocrinos también se denominan glándulas sin conducto, debido a que sus secreciones se liberan directamente en el torrente sanguíneo, mientras que las glándulas exocrinas liberan sus secreciones sobre la superficie interna o externa de los tejidos cutáneos, la mucosa del estómago o el revestimiento de los conductos pancreáticos. Las hormonas secretadas por las glándulas endocrinas regulan el crecimiento, desarrollo y las funciones de muchos tejidos, y coordinan los procesos metabólicos del organismo. La endocrinología es la ciencia que estudia las glándulas endocrinas, las sustancias hormonales que producen estas glándulas, sus efectos fisiológicos, así como las enfermedades y trastornos debidos a alteraciones de su función.

Los tejidos que producen hormonas se pueden clasificar en tres grupos: glándulas endocrinas, cuya función es la producción exclusiva de hormonas; glándulas endo-exocrinas, que producen también otro tipo de secreciones además de hormonas; y ciertos tejidos no glandulares, como el tejido nervioso del sistema nervioso autónomo, que produce sustancias parecidas a las hormonas.

Hipófisis

La hipófisis, está formada por tres lóbulos: el anterior, el intermedio, que en los primates sólo existe durante

un corto periodo de la vida; y el posterior. Se localiza en la base del cerebro y se ha denominado la "glándula principal". Los lóbulos anterior y posterior de la hipófisis segregan hormonas diferentes. El anterior libera varias hormonas que estimulan la función de otras glándulas endocrinas, por ejemplo, la adrenocorticotropina, hormona adrenocorticotropa o ACTH, que estimula la corteza suprarrenal; la hormona estimulante de la glándula tiroides o tirotropina, denominada TSH, que controla el tiroides; la hormona estimulante de los folículos (FSH) y la hormona luteinizante (LH), que estimulan las glándulas sexuales; y la prolactina, que al igual que otras hormonas especiales, influye en la producción de leche por las glándulas mamarias. La hipófisis anterior es fuente de producción de la hormona del crecimiento, denominada también somatotropina, que favorece el desarrollo de los tejidos del organismo, en particular la matriz ósea y el músculo, e influye sobre el metabolismo de los hidratos de carbono. La hipófisis anterior también secreta una hormona denominada estimuladora de los melanocitos, que estimula la síntesis de melanina en las células pigmentadas o melanocitos. En la década de 1970, los científicos observaron que la hipófisis anterior también producía sustancias llamadas endorfinas, que son péptidos que actúan sobre el sistema nervioso central y periférico para reducir la sensibilidad al dolor.

El hipotálamo, porción del cerebro de donde deriva la hipófisis, secreta una hormona antidiurética (que controla la excreción de agua) denominada vasopresina, que circula y se almacena en el lóbulo posterior de la hipófisis. La vasopresina controla la cantidad de agua excretada por los riñones e incrementa la presión sanguínea. El lóbulo posterior de la hipófisis también almacena una hormona fabricada por el hipotálamo llamada oxitocina. Esta hormona estimula las contracciones musculares, en especial del útero, y la excreción de leche por las glándulas mamarias.

La secreción de tres de las hormonas de la hipófisis anterior está sujeta a control hipotalámico: la secreción de tirotropina está estimulada por el factor liberador de tirotropina (TRF) y la de hormona luteinizante por la hormona liberadora de hormona luteinizante (LHRH). La dopamina elaborada por el hipotálamo suele inhibir la liberación de prolactina por la hipófisis anterior. Además, la liberación de la hormona de crecimiento se inhibe por la somatostatina, sintetizada también en el páncreas. Esto significa que el cerebro también funciona como una glándula.

Glándulas suprarrenales

Cada glándula suprarrenal está formada por una zona interna denominada médula y una zona externa que recibe el nombre de corteza. Las dos glándulas se localizan sobre los riñones. La médula suprarrenal produce adrenalina, llamada también epinefrina, y noradrenalina, que afecta a un gran número de funciones del organismo. Estas sustancias estimulan la actividad del corazón, aumentan la tensión arterial, y actúan sobre la contracción y dilatación de los vasos sanguíneos y la musculatura. La adrenalina eleva los niveles de glucosa en sangre (glucemia). Todas estas acciones ayudan al organismo a enfrentarse a situaciones de urgencia de forma más eficaz. La corteza suprarrenal elabora un grupo de hormonas denominadas glucocorticoides, que incluyen la corticosterona y el cortisol, y los mineralocorticoides, que incluyen la aldosterona y otras sustancias hormonales esenciales para el mantenimiento de la vida y la adaptación al estrés. Las secreciones suprarrenales regulan el equilibrio de agua y sal del organismo, influyen sobre la tensión arterial, actúan sobre el tejido linfático, influyen sobre los mecanismos del sistema inmunológico y regulan el metabolismo de los hidratos de carbono y de las proteínas. Además, las glándulas suprarrenales también producen pequeñas cantidades de hormonas masculinas y femeninas.

Tiroides

El tiroides es una glándula bilobulada situada en el cuello. Las hormonas tiroideas, la tiroxina y la triyodotironina, aumentan el consumo de oxígeno y estimulan la tasa de actividad metabólica, regulan el crecimiento y la maduración de los tejidos del organismo y actúan sobre el estado de alerta físico y mental. El tiroides también secreta una hormona denominada calcitonina, que disminuye los niveles de calcio y fósforo en la sangre e inhibe la reabsorción ósea de estos iones.

Glándulas paratiroides

Las paratiroides se localizan en un área cercana o están inmersas en la glándula tiroides. La hormona paratiroidea aumenta los niveles sanguíneos de calcio y fósforo y estimula la reabsorción de hueso.

Ovarios

Los ovarios son los órganos femeninos de la reproducción, o gónadas. Son estructuras pares con forma de almendra situadas a ambos lados del útero. Los folículos ováricos producen óvulos, o huevos, y también segregan un grupo de hormonas denominadas estrógenos, necesarias para el desarrollo de los órganos reproductores y de las características sexuales secundarias, como distribución de la grasa, amplitud de la pelvis, crecimiento de las mamas y vello púbico y axilar.

La progesterona ejerce su acción principal sobre la mucosa uterina en el mantenimiento del embarazo. También actúa junto a los estrógenos favoreciendo el crecimiento y la elasticidad de la vagina. Los ovarios también elaboran una hormona llamada relaxina, que actúa sobre los ligamentos de la pelvis y el cuello del útero y provoca su relajación durante el parto, facilitando de esta forma el alumbramiento.

Testículos

Las gónadas masculinas o testículos, son cuerpos ovoideos pares que se encuentran suspendidos en el escroto. Las células de Leydig de los testículos producen una o más hormonas masculinas, denominadas andrógenos. La más importante es la testosterona, que estimula el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, influye sobre el crecimiento de la próstata y vesículas seminales, y estimula la actividad secretora de estas estructuras. Los testículos también contienen células que producen el esperma. Véase Aparato reproductor.

Páncreas

La mayor parte del páncreas está formado por tejido exocrino que libera enzimas en el duodeno. Hay grupos de células endocrinas, denominados islotes de Langerhans, distribuidos por todo el tejido que secretan insulina y glucagón. La insulina actúa sobre el metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas y grasas, aumentando la tasa de utilización de la glucosa y favoreciendo la formación de proteínas y el almacenamiento de grasas. El glucagón aumenta de forma transitoria los niveles de azúcar en la sangre mediante la liberación de glucosa procedente del hígado.

Placenta

La placenta, un órgano formado durante el embarazo a partir de la membrana que rodea al feto, asume diversas funciones endocrinas de la hipófisis y de los ovarios que son importantes en el mantenimiento del embarazo. Secreta la hormona denominada gonadotropina coriónica, sustancia presente en la orina durante la gestación y que constituye la base de las pruebas de embarazo. La placenta produce progesterona y estrógenos, somatotropina coriónica (una hormona con algunas de las características de la hormona del crecimiento), lactógeno placentario y hormonas lactogénicas. Véase Embriología.

Otros órganos

Otros tejidos del organismo producen hormonas o sustancias similares. Los riñones secretan un agente denominado renina que activa la hormona angiotensina elaborada en el hígado. Esta hormona eleva a su vez la tensión arterial, y se cree que es provocada en gran parte por la estimulación de las glándulas suprarrenales. Los riñones también elaboran una hormona llamada eritropoyetina, que estimula la producción de glóbulos rojos por la médula ósea. El tracto gastrointestinal fabrica varias sustancias que regulan las funciones del aparato digestivo, como la gastrina del estómago, que estimula la secreción ácida, y la secretina y

colecistoquinina del intestino delgado, que estimulan la secreción de enzimas y hormonas pancreáticas. La colecistoquinina provoca también la contracción de la vesícula biliar. En la década de 1980, se observó que el corazón también segregaba una hormona, llamada factor natriurético auricular, implicada en la regulación de la tensión arterial y del equilibrio hidroelectrolítico del organismo.

La confusión sobre la definición funcional del sistema endocrino se debe al descubrimiento de que muchas hormonas típicas se observan en lugares donde no ejercen una actividad hormonal. La noradrenalina está presente en las terminaciones nerviosas, donde transmite los impulsos nerviosos. Los componentes del sistema renina-angiotensina se han encontrado en el cerebro, donde se desconocen sus funciones. Los péptidos intestinales gastrina, colecistoquinina, péptido intestinal vasoactivo (VIP), y el péptido inhibidor gástrico (GIP) se han localizado también en el cerebro. Las endorfinas están presentes en el intestino, y la hormona del crecimiento aparece en las células de los islotes de Langerhans. En el páncreas, la hormona del crecimiento parece actuar de forma local inhibiendo la liberación de insulina y glucagón a partir de las células endocrinas.

Metabolismo hormonal

Las hormonas conocidas pertenecen a tres grupos químicos: proteínas, esteroides y aminos. Aquellas que pertenecen al grupo de las proteínas o polipéptidos, incluyen las hormonas producidas por la hipófisis anterior, paratiroides, placenta y páncreas. En el grupo de esteroides se encuentran las hormonas de la corteza suprarrenal y las gónadas. Las aminos son producidas por la médula suprarrenal y el tiroides. La síntesis de hormonas tiene lugar en el interior de las células y, en la mayoría de los casos, el producto se almacena en su interior hasta que es liberado en la sangre. Sin embargo, el tiroides y los ovarios contienen zonas especiales para el almacenamiento de hormonas.

La liberación de las hormonas depende de los niveles en sangre de otras hormonas y de ciertos productos metabólicos bajo influencia hormonal, así como de la estimulación nerviosa. La producción de las hormonas de la hipófisis anterior se inhibe cuando las producidas por la glándula diana (target) particular, la corteza suprarrenal, el tiroides, o las gónadas, circulan en la sangre. Por ejemplo, cuando hay una cierta cantidad de hormona tiroidea en el torrente sanguíneo la hipófisis interrumpe la producción de hormona estimulante del tiroides hasta que el nivel de hormona tiroidea descienda. Por lo tanto, los niveles de hormonas circulantes se mantienen en un equilibrio constante. Este mecanismo, que se conoce como realimentación negativa o homeostasis, es similar al sistema de activación de un termostato por la temperatura de una habitación para encender o apagar una caldera.

La administración prolongada procedente del exterior de hormonas adrenocorticales, tiroideas, o sexuales, interrumpe casi por completo la producción de las correspondientes hormonas estimulantes de la hipófisis, y provoca la atrofia temporal de las glándulas diana. Por el contrario, si la producción de las glándulas diana es muy inferior al nivel normal, la producción continua de hormona estimulante por la hipófisis produce una hipertrofia de la glándula, como en el bocio por déficit de yodo.

La liberación de hormonas está regulada también por la cantidad de sustancias circulantes en sangre, cuya presencia o utilización queda bajo control hormonal. Los altos niveles de glucosa en la sangre estimulan la producción y liberación de insulina, mientras que los niveles reducidos estimulan a las glándulas suprarrenales para producir adrenalina y glucagón; así se mantiene el equilibrio en el metabolismo de los hidratos de carbono. De igual manera, un déficit de calcio en la sangre estimula la secreción de hormona paratiroidea, mientras que los niveles elevados estimulan la liberación de calcitonina por el tiroides.

La función endocrina está regulada también por el sistema nervioso, como lo demuestra la respuesta suprarrenal al estrés. Los distintos órganos endocrinos están sometidos a distintas formas de control nervioso. La médula suprarrenal y la hipófisis posterior son glándulas con rica inervación y controladas de modo directo por el sistema nervioso. Sin embargo, la corteza suprarrenal, el tiroides y las gónadas, aunque responden a varios estímulos nerviosos carecen de inervación específica y mantienen su función cuando se trasplantan a

otras partes del organismo. La hipófisis anterior tiene innervación escasa, pero no puede funcionar si se trasplanta.

Se desconoce la forma en que las hormonas ejercen muchos de sus efectos metabólicos y morfológicos. Sin embargo, se piensa que los efectos sobre la función de las células se deben a su acción sobre las membranas celulares o enzimas, mediante la regulación de la expresión de los genes o mediante el control de la liberación de iones u otras moléculas pequeñas. Aunque en apariencia no se consumen o se modifican en el proceso metabólico, las hormonas pueden ser destruidas en gran parte por degradación química. Los productos hormonales finales se excretan con rapidez y se encuentran en la orina en grandes cantidades, y también en las heces y el sudor. Véase Metabolismo.

Ciclos endocrinos

El sistema endocrino ejerce un efecto regulador sobre los ciclos de la reproducción, incluyendo el desarrollo de las gónadas, el periodo de madurez funcional, y su posterior envejecimiento, así como el ciclo menstrual y el periodo de gestación. El patrón cíclico del estro, que es el periodo durante el cual es posible el apareamiento fértil en los animales, está regulado también por hormonas.

La pubertad, la época de maduración sexual, está determinada por un aumento de la secreción de hormonas hipofisarias estimuladoras de las gónadas o gonadotropinas, que producen la maduración de los testículos u ovarios y aumentan la secreción de hormonas sexuales. A su vez, las hormonas sexuales actúan sobre los órganos sexuales auxiliares y el desarrollo sexual general.

En la mujer, la pubertad está asociada con el inicio de la menstruación y de la ovulación. La ovulación, que es la liberación de un óvulo de un folículo ovárico, se produce aproximadamente cada 28 días, entre el día 10 y el 14 del ciclo menstrual en la mujer. La primera parte del ciclo está marcada por el periodo menstrual, que abarca un promedio de tres a cinco días, y por la maduración del folículo ovárico bajo la influencia de la hormona folículo estimulante procedente de la hipófisis. Después de la ovulación y bajo la influencia de otra hormona, la llamada luteinizante, el folículo vacío forma un cuerpo endocrino denominado cuerpo lúteo, que secreta progesterona, estrógenos, y es probable que durante el embarazo, relaxina. La progesterona y los estrógenos preparan la mucosa uterina para el embarazo. Si éste no se produce, el cuerpo lúteo involuciona, y la mucosa uterina, privada del estímulo hormonal, se desintegra y descama produciendo la hemorragia menstrual. El patrón rítmico de la menstruación está explicado por la relación recíproca inhibición-estimulación entre los estrógenos y las hormonas hipofisarias estimulantes de las gónadas.

Si se produce el embarazo, la secreción placentaria de gonadotropinas, progesterona y estrógenos mantiene el cuerpo lúteo y la mucosa uterina, y prepara las mamas para la producción de leche o lactancia. La secreción de estrógenos y progesterona es elevada durante el embarazo y alcanza su nivel máximo justo antes del nacimiento. La lactancia se produce poco después del parto, presumiblemente como resultado de los cambios en el equilibrio hormonal tras la separación de la placenta.

Con el envejecimiento progresivo de los ovarios, y el descenso de su producción de estrógenos, tiene lugar la menopausia. En este periodo la secreción de gonadotropinas aumenta como resultado de la ausencia de inhibición estrogénica. En el hombre el periodo correspondiente está marcado por una reducción gradual de la secreción de andrógenos.

Trastornos de la función endocrina

Las alteraciones en la producción endocrina se pueden clasificar como de hiperfunción (exceso de actividad) o hipofunción (actividad insuficiente). La hiperfunción de una glándula puede estar causada por un tumor productor de hormonas que es benigno, o con menos frecuencia, maligno. La hipofunción puede deberse a defectos congénitos, cáncer, lesiones inflamatorias, degeneración, trastornos de la hipófisis que afectan a los

órganos diana, traumatismos, o, en el caso de enfermedad tiroidea, déficit de yodo. La hipofunción puede ser también resultado de la extirpación quirúrgica de una glándula o de la destrucción por radioterapia.

La hiperfunción de la hipófisis anterior con sobreproducción de hormona del crecimiento provoca en ocasiones gigantismo o acromegalia, o si se produce un exceso de producción de hormona estimulante de la corteza suprarrenal, puede resultar un grupo de síntomas conocidos como enfermedad de Cushing que incluye hipertensión, debilidad, policitemia, estrías cutáneas purpúreas, y un tipo especial de obesidad. La deficiencia de la hipófisis anterior conduce a enanismo (si aparece al principio de la vida), ausencia de desarrollo sexual, debilidad, y en algunas ocasiones desnutrición grave. Una disminución de la actividad de la corteza suprarrenal origina la enfermedad de Addison, mientras que la actividad excesiva puede provocar el síndrome de Cushing u originar virilismo, aparición de caracteres sexuales secundarios masculinos en mujeres y niños. Las alteraciones de la función de las gónadas afecta sobre todo al desarrollo de los caracteres sexuales primarios y secundarios. Las deficiencias tiroideas producen cretinismo y enanismo en el lactante, y mixedema, caracterizado por rasgos toscos y disminución de las reacciones físicas y mentales, en el adulto. La hiperfunción tiroidea (enfermedad de Graves, bocio tóxico) se caracteriza por abultamiento de los ojos, temblor y sudoración, aumento de la frecuencia del pulso, palpitaciones cardíacas e irritabilidad nerviosa. La diabetes insípida se debe al déficit de hormona antidiurética, y la diabetes mellitus a un defecto en la producción de la hormona

pancreática insulina, o puede ser consecuencia de una respuesta inadecuada del organismo.

Addison, Enfermedad de, alteración endocrina crónica causada por una insuficiente secreción de las glándulas suprarrenales. Esta enfermedad, descrita por el médico británico Thomas Addison en 1855, puede desarrollarse tras una infección grave como la tuberculosis, tras sangrado masivo en las suprarrenales, o tras cirugía ablativa de las glándulas, como la realizada para extirpar un tumor. En la mayoría de los casos la etiología es desconocida. La secreción insuficiente de la hormona corticosteroide, origina debilidad y astenia, pérdida de peso, baja tensión arterial, desequilibrio iónico, alteraciones gastrointestinales, hipoglucemia en sangre, depresión e irritabilidad, y aumento de la pigmentación de la piel. Sin tratamiento resulta mortal, pero hoy en día se trata perfectamente con dosis diarias de cortisona o hidrocortisona y añadiendo sal en la ingesta.

Acromegalia, enfermedad crónica causada por un exceso de secreción de la hormona del crecimiento (GH, antes llamada somatotropina) que se caracteriza por el desarrollo exagerado de las manos, los pies y la parte inferior de la cara. En muchos casos el exceso de secreción hormonal se debe a la existencia de un tumor en la hipófisis. La acromegalia produce además astenia (debilidad o cansancio) y a veces diabetes mellitus; ocasionalmente se presenta durante la lactancia. La enfermedad aparece en los adultos, y frecuentemente afecta a más de un miembro de una misma familia. El tratamiento se basa en la extirpación del tejido hiperfuncionante, la aplicación de radioterapia sobre la hipófisis y el uso de fármacos inhibidores de la hormona del crecimiento. En los niños la enfermedad equivalente debida al exceso en la producción de GH se llama gigantismo y ocasiona un crecimiento exagerado de los huesos largos del esqueleto. Un déficit en la producción de la hormona del crecimiento da lugar al enanismo, enfermedad que se caracteriza por el escaso crecimiento de los huesos.

Diabetes insípida, enfermedad infrecuente causada por un déficit de vasopresina, una de las hormonas de la hipófisis posterior, que controla el volumen de orina secretado por los riñones. Los síntomas son sed intensa y emisión de grandes cantidades de orina, entre cuatro y diez litros por día. Esta orina es baja en glucosa. En muchos casos la inyección o inhalación nasal de vasopresina controla los síntomas de la enfermedad.

Diabetes mellitus, enfermedad producida por una alteración del metabolismo de los carbohidratos en la que

aparece una cantidad excesiva de azúcar en la sangre y en la orina. Afecta de un 1 a un 2% de la población, aunque en el 50% de los casos no se llega al diagnóstico. Es una enfermedad multiorgánica ya que puede lesionar los ojos, riñones, el corazón y las extremidades. También puede producir alteraciones en el embarazo. El tratamiento adecuado permite disminuir el número de complicaciones. Se distinguen dos formas de diabetes mellitus. La tipo I, o diabetes mellitus insulino-dependiente (DMID), denominada también diabetes juvenil, afecta a niños y adolescentes, y se cree producida por un mecanismo autoinmune. Constituye de un 10 a un 15% de los casos y es de evolución rápida. La tipo II, o diabetes mellitus no-insulino-dependiente (DMNID), o diabetes del adulto, suele aparecer en personas mayores de 40 años y es de evolución lenta. Muchas veces no produce síntomas y el diagnóstico se realiza por la elevación de los niveles de glucosa en un análisis de sangre u orina.

Causas y evolución

Más que una entidad única, la diabetes es un grupo de procesos con causas múltiples. El páncreas humano segrega una hormona denominada insulina que facilita la entrada de la glucosa a las células de todos los tejidos del organismo, como fuente de energía. En un diabético, hay un déficit en la cantidad de insulina que produce el páncreas, o una alteración de los receptores de insulina de las células, dificultando el paso de glucosa. De este modo aumenta la concentración de glucosa en la sangre y ésta se excreta en la orina. En los diabéticos tipo I, hay disminución o una ausencia de la producción de insulina por el páncreas. En los diabéticos tipo II, la producción de insulina es normal o incluso alta, pero las células del organismo son resistentes a la acción de la insulina; hacen falta concentraciones superiores para conseguir el mismo efecto. La obesidad puede ser uno de los factores de la resistencia a la insulina: en los obesos, disminuye la sensibilidad de las células a la acción de la insulina. La diabetes tipo I tiene muy mal pronóstico si no se prescribe el tratamiento adecuado. El paciente padece sed acusada, pérdida de peso, y fatiga. Debido al fallo de la fuente principal de energía que es la glucosa, el organismo empieza a utilizar las reservas de grasa. Esto produce un aumento de los llamados cuerpos cetónicos en la sangre, cuyo pH se torna ácido interfiriendo con la respiración. La muerte por coma diabético era la evolución habitual de la enfermedad antes del descubrimiento del tratamiento sustitutivo con insulina en la década de 1920. En las dos formas de diabetes, la presencia de niveles de azúcar elevados en la sangre durante muchos años es responsable de lesiones en el riñón, alteraciones de la vista producidas por la ruptura de pequeños vasos en el interior de los ojos, alteraciones circulatorias en las extremidades que pueden producir pérdida de sensibilidad y, en ocasiones, necrosis (que puede precisar amputación de la extremidad), y alteraciones sensitivas por lesiones del sistema nervioso. Los diabéticos tienen mayor riesgo de sufrir enfermedades cardíacas y accidentes vasculares cerebrales. Las pacientes diabéticas embarazadas con mal control de su enfermedad tienen mayor riesgo de abortos y anomalías congénitas en el feto. La esperanza de vida de los diabéticos mal tratados es un tercio más corta que la población general. El diagnóstico de la diabetes tipo II en ausencia de síntomas suele realizarse mediante un análisis rutinario de sangre, que detecta los niveles elevados de glucosa. Cuando las cifras de glucosa en un análisis realizado en ayunas sobrepasan ciertos límites, se establece el diagnóstico. En situaciones intermedias, es preciso realizar un test de tolerancia oral a la glucosa, en el que se ve la capacidad del organismo de metabolizar una cantidad determinada de azúcar.

Tratamiento

Con el tratamiento adecuado la mayoría de los diabéticos alcanzan niveles de glucosa en un rango próximo a la normalidad. Esto les permite llevar una vida normal y previene las consecuencias a largo plazo de la enfermedad. Los diabéticos tipo I o los tipo II con escasa o nula producción de insulina, reciben tratamiento con insulina y modificaciones dietéticas. El paciente debe ingerir alimentos en pequeñas dosis a lo largo de todo el día para no sobrepasar la capacidad de metabolización de la insulina. Son preferibles los polisacáridos a los azúcares sencillos, debido a que los primeros deben ser divididos a azúcares más sencillos en el estómago, y por tanto el ascenso en el nivel de azúcar en la sangre se produce de manera más progresiva. La mayoría de los pacientes diabéticos tipo II tienen cierto sobrepeso; la base del tratamiento es la dieta, el ejercicio y la pérdida de peso (que disminuye la resistencia de los tejidos a la acción de la insulina). Si, a pesar

de todo, persiste un nivel elevado de glucosa en la sangre, se puede añadir al tratamiento insulina. Los pacientes que no requieren insulina, o los que tienen problemas con las inyecciones de insulina, pueden utilizar medicamentos por vía oral para controlar su diabetes. En la actualidad, hay bombas de infusión de insulina que se introducen en el organismo y liberan la hormona a un ritmo predeterminado. Esto permite realizar un control más exhaustivo de los niveles de glucosa en la sangre; sin embargo, hay complicaciones asociadas a este tratamiento, como son la cetoacidosis y las infecciones en relación con la bomba de infusión.

Paratiroides, cada grupo de agregados de células glandulares localizado en la región del cuello próxima al tiroides en los lagartos, algunas aves y la mayoría de los mamíferos. En el ser humano aparecen cuatro de estos grupos que se presentan como órganos encapsulados (glándulas endocrinas) pardo-amarillos bien determinados, de 6 mm de longitud. El peso combinado de estas glándulas es de 560 mg como máximo. Se localizan junto al tiroides (dos a cada lado), y en ocasiones una o más están inmersas en el tejido tiroideo. En otros casos se encuentran asociadas con el timo, o incluso en cualquier localización del cuello o de la zona anterior y superior del tórax. Las glándulas que pueden encontrarse además de las cuatro ya citadas se conocen como tejido paratiroideo accesorio.

Las paratiroides secretan paratorhormona (PTH), una hormona que controla la concentración de calcio (ion calcio) y fósforo (ion fosfato) en la sangre. El calcio y el fósforo mantienen una relación constante en el organismo. La hormona paratiroidea eleva la excreción de fósforo por los riñones (que tiende a descender los niveles de fósforo en la sangre) e incrementar la tasa de reabsorción de calcio del hueso (lo que eleva el nivel de calcio en la sangre). El déficit de hormona paratiroidea se produce rara vez de forma espontánea y generalmente se debe la resección o corte accidental de las glándulas paratiroides durante la extirpación quirúrgica del tiroides. La consecuencia de este déficit es la reducción del calcio sanguíneo, el aumento de los niveles de fósforo, y de la excitabilidad nerviosa que conduce a contracciones rápidas e involuntarias de los músculos, un estado denominado tetania. A veces, cuando se extirpan las cuatro glándulas principales, el tejido paratiroideo accesorio basta para evitar los síntomas graves de deficiencia.

A menos que exista tejido accesorio o que se administren inyecciones de hormonas el déficit de paratorhormona conduce a la muerte. La hiperactividad de las glándulas paratiroides habitual en casos de tumores paratiroides o hiperplasia (aumento de tamaño) de estas glándulas, origina una disminución del fósforo en la sangre y un aumento del calcio sanguíneo. El calcio sanguíneo se obtiene por reabsorción en determinadas zonas óseas, que se vuelven blandas y frágiles y se originan "pseudotumores". En el hiperparatiroidismo la elevada excreción de calcio en la orina provoca la formación de cálculos renales. La sangre puede transportar y depositar el calcio en los tejidos blandos del organismo. Los depósitos de calcio pueden ser causantes de la disfunción de diversos órganos, en particular de los riñones.

Hormona, sustancia que poseen los animales y los vegetales que regula procesos corporales tales como el crecimiento, el metabolismo, la reproducción y el funcionamiento de distintos órganos. En los animales, las hormonas son segregadas por glándulas endocrinas, carentes de conductos, directamente al torrente sanguíneo (véase Sistema endocrino). Se mantiene un estado de equilibrio dinámico entre las diferentes hormonas que producen sus efectos encontrándose a concentraciones muy pequeñas. Su distribución por el torrente sanguíneo da lugar a una respuesta que, aunque es más lenta que la de una reacción nerviosa, suele mantenerse durante un periodo más prolongado.

Hormonas en animales

Los órganos principales implicados en la producción de hormonas son el hipotálamo, la hipófisis, el tiroides, la glándula suprarrenal, el páncreas, la paratiroides, las gónadas, o glándulas reproductoras, la placenta (véase Aparato reproductor) y, en ciertos casos, la mucosa del intestino delgado.

La hipófisis consta de tres partes: el lóbulo anterior, el lóbulo intermedio, el cual se cree que no es funcional o que está casi ausente en humanos, y el lóbulo posterior. El lóbulo anterior es considerado como la glándula más importante del sistema endocrino. Controla el crecimiento del esqueleto; regula la función del tiroides; afecta a la acción de las gónadas y de las glándulas suprarrenales; produce sustancias que interaccionan con otras que son segregadas por el páncreas, y puede influir sobre la paratiroides. También segrega una hormona llamada prolactina, excepto cuando está inhibido por la progesterona, que es segregada por la placenta (véase más adelante); la prolactina estimula la formación de leche en las glándulas mamarias maduras. El lóbulo anterior también segrega la hormona melanotropa, que estimula a los melanocitos o células productoras de pigmentos. Las hormonas producidas o almacenadas en el lóbulo posterior incrementan la presión sanguínea, evitan que se produzca una secreción excesiva de orina (hormona antidiurética), y estimulan la contracción del músculo uterino (oxitocina). Algunas de las hormonas hipofisarias tienen un efecto opuesto al de otras hormonas, como, por ejemplo, el efecto diabético que inhibe la síntesis de insulina. Véase ACTH.

La hormona producida en el tiroides estimula el metabolismo general; también incrementa la sensibilidad de varios órganos, en especial el sistema nervioso central (véase Cerebro), y tiene un efecto marcado sobre el desarrollo, es decir, en la evolución desde la forma infantil hasta la forma adulta. La secreción de la hormona tiroidea está controlada sobre todo por el lóbulo anterior de la hipófisis, pero también se ve afectada por las hormonas producidas por el ovario y, a su vez, afecta al desarrollo y a la función de los ovarios.

La hormona producida por el paratiroides controla la concentración de calcio y fosfato de la sangre.

El páncreas segrega al menos dos hormonas, la insulina y el glucagón, que regulan el metabolismo de los hidratos de carbono en el cuerpo. La insulina, que es una proteína, fue sintetizada por científicos estadounidenses en 1965, y el glucagón fue sintetizado en 1968 por investigadores alemanes.

Las glándulas suprarrenales están divididas en dos partes, una corteza externa o córtex y una médula interna. Los extractos de corteza contienen hormonas que controlan la concentración de sales y de agua en los líquidos corporales, y son esenciales para el mantenimiento de la vida de cada individuo (véase Hidrocortisona). Las hormonas corticales también son necesarias para la formación de azúcar a partir de proteínas y para su almacenamiento en el hígado, y para mantener la resistencia frente al estrés tóxico, físico y emocional. La corteza también segrega hormonas que afectan a los caracteres sexuales secundarios. La médula, que es independiente de la corteza desde el punto de vista funcional y embrionario, produce adrenalina, que incrementa la concentración de azúcar en la sangre y estimula el sistema circulatorio y el sistema nervioso simpático (véase Sistema nervioso vegetativo), y también produce noradrenalina (precursor de la adrenalina), que es una hormona relacionada con este sistema.

Las gónadas, sometidas a la influencia del lóbulo anterior de la hipófisis, producen hormonas que controlan el desarrollo sexual y los distintos procesos implicados en la reproducción. Las hormonas testiculares controlan la formación de espermatozoides en los testículos y la aparición de los caracteres sexuales secundarios masculinos (véase Andrógeno; Testosterona). Las hormonas ováricas se sintetizan sobre todo en los folículos del ovario. Estas hormonas, llamadas estrógenos, son producidas por células granulosas, y en este grupo se incluyen el estradiol, la más importante, y la estrona, cuya composición química está relacionada con la del estradiol, y cuya función es similar a la de éste, pero menos potente. Las hormonas estrogénicas interaccionan con las hormonas producidas por el lóbulo anterior de la hipófisis para controlar el ciclo de la ovulación. Durante este ciclo, se forma el cuerpo lúteo, éste segrega progesterona, y de este modo controla el ciclo de la menstruación. Durante la gestación, la placenta también produce grandes cantidades de progesterona; junto con los estrógenos, da lugar al desarrollo de las glándulas mamarias y, al mismo tiempo, transmite al hipotálamo la información necesaria para inhibir la secreción de prolactina en la hipófisis. En la actualidad se utilizan varias hormonas semejantes a la progesterona como contraceptivos, para inhibir la ovulación y la concepción. La placenta también segrega una hormona, similar a otra producida por la hipófisis, que recibe el nombre de gonadotropina coriónica e inhibe la ovulación. Esta hormona está presente en la sangre en cantidades sustanciales y es excretada con rapidez por los riñones; ésta es la base de algunas pruebas de embarazo. Véase

Gonadotropina; Terapia de sustitución hormonal.

La membrana mucosa del intestino delgado segrega un grupo especial de hormonas en una fase determinada de la digestión. Estas hormonas coordinan las actividades digestivas puesto que controlan la movilidad del píloro, del duodeno, de la vesícula biliar y de los conductos biliares. También estimulan la formación de los jugos digestivos del intestino delgado, de la bilis hepática y de las secreciones internas y externas del páncreas. La gastrina es una hormona producida por una parte del revestimiento del estómago y es liberada a la sangre mediante impulsos nerviosos, iniciados en el momento de la degustación del alimento o por la presencia de comida en el estómago. En el estómago, la gastrina estimula la secreción de pepsina, una proteasa, y de ácido clorhídrico, y estimula las contracciones de la pared del estómago. La gastrina estimula la secreción de enzimas digestivas y de insulina por el páncreas, y de bilis por el hígado. Véase Aparato digestivo.

La deficiencia o el exceso de cualquier hormona altera el equilibrio químico que es esencial para la salud, para un crecimiento normal y, en casos extremos, para la vida. La organoterapia es el método utilizado para tratar las enfermedades que aparecen como consecuencia de alteraciones endocrinas; este método implica la utilización de preparaciones procedentes de órganos animales y de productos sintéticos, y ha conseguido algunos éxitos notables y a veces espectaculares. Véase Enfermedad de Addison; Cretinismo; Diabetes Mellitus; Gigantismo; Bocio; Mixedema.

Mecanismos hormonales

Cuando las hormonas llegan al torrente sanguíneo, se unen a proteínas plasmáticas o transportadoras específicas, que las protegen de una degeneración prematura y evitan que sean absorbidas de inmediato por los tejidos a los cuales afectan, los tejidos diana o blanco. En general, los tejidos diana poseen receptores o células que atrapan de forma selectiva y concentran a sus moléculas hormonales respectivas, hasta que las hormonas reaccionan con los tejidos diana.

Se cree que las hormonas afectan a los tejidos diana de tres formas básicas. Primera: regulan la permeabilidad de la membrana celular externa y de las membranas intracelulares. Se cree que la insulina relaja las membranas de las células del músculo esquelético, permitiéndoles transportar glucosa con rapidez. Segunda: las hormonas modifican las enzimas intracelulares. Por ejemplo, la adrenalina, que procede de la médula adrenal, permite que se produzca la hidrólisis del glucógeno en azúcares de seis átomos de carbono en las células del hígado y del músculo, mediante la activación de una enzima unida a la membrana de la célula y recibe el nombre de adenilato-ciclase. Este proceso está mediado por moléculas que reciben el nombre de segundos mensajeros; no son hormonas y se encuentran dentro de las células diana. Cuando los receptores celulares se unen a las hormonas del torrente circulatorio, se altera el nivel de actividad de los segundos mensajeros, los cuales estimulan o inhiben al tejido diana.

El tercer modo en que las hormonas afectan a los tejidos diana consiste en cambiar la actividad de los genes de las células diana. Se ha demostrado que las hormonas causan plegamiento o desenrollamiento; en determinados cromosomas, de un modo directo al entrar en las células diana, o, con mayor probabilidad, actuando de forma indirecta a través de segundos mensajeros; esto indica que los genes están implicados de una forma activa en la síntesis de moléculas de ácido ribonucleico mensajero o ARNm (véase Genética; Ácidos nucleicos). Las moléculas de ARNm son traducidas a proteínas específicas necesarias para procesos controlados por hormonas y son tan diversos como la muda en los insectos, o el mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios en los vertebrados.

Obtención de hormonas a partir de bacterias

Utilizando la tecnología del ADN recombinante (véase Ingeniería genética), los investigadores han desarrollado técnicas que permiten utilizar bacterias modificadas genéticamente para producir grandes

cantidades de insulina destinada a los pacientes que padecen diabetes. Se han empleado métodos similares para producir la hormona del crecimiento, una sustancia muy solicitada porque se utiliza para tratar a los niños que presentan un crecimiento insuficiente (mediante métodos convencionales, se necesita la hormona de crecimiento de 50 hipófisis humanas procedentes de donaciones, para proporcionar un solo año de tratamiento). Los investigadores tienen grandes esperanzas en la utilización de la síntesis de productos en bacterias para tratar úlceras pépticas sangrantes severas y para soldar fracturas óseas complicadas.

Hipófisis o Glándula pituitaria, glándula endocrina principal de los vertebrados. Las hormonas que segrega controlan el funcionamiento de casi todas las demás glándulas endocrinas del organismo. Las hormonas hipofisarias también estimulan el crecimiento y controlan el equilibrio del agua del organismo. Véase Sistema endocrino; Hormona.

La hipófisis es una pequeña glándula con forma de riñón, de color rojizo-grisáceo. Se localiza cerca del hipotálamo en la silla turca, en el suelo de la cavidad craneal (en el hueso esfenoides), y está unida a la base del cerebro por un tallo. La hipófisis tiene dos lóbulos el anterior o adenohipófisis y el posterior o neurohipófisis que difieren en estructura y función. El lóbulo anterior deriva desde el punto de vista embriológico del techo de la faringe; está compuesto por grupos de células glandulares separadas por conductos sanguíneos y cubierta por una cápsula de colágeno. El lóbulo posterior deriva de la base del cerebro y está compuesto por tejido nervioso y células neurosecretoras. El área que queda entre el lóbulo anterior y posterior de la hipófisis apenas está desarrollada en los humanos, se llama lóbulo intermedio y tiene el mismo origen embriológico que el lóbulo anterior.

Lóbulo anterior

Porción de mayor tamaño de la hipófisis, contiene grandes cantidades de sustancias químicas u hormonas que controlan de diez a doce funciones del cuerpo. Es posible obtener extractos de estas sustancias a partir del lóbulo anterior de la hipófisis de ganado vacuno, ovino y porcino. Ocho hormonas han sido aisladas, purificadas e identificadas. Todas ellas son péptidos compuestos por aminoácidos. La hormona del crecimiento (GH) o somatotropina es esencial para el desarrollo del esqueleto durante el crecimiento y se neutraliza por las hormonas gonadales durante la adolescencia. La hormona estimulante del tiroides (TSH) controla la función normal de la glándula tiroides, y la hormona adrenocorticotrófica o adrenocorticotropina (ACTH) controla la actividad de la corteza suprarrenal y participa en las reacciones de estrés (véase Cortisol). La prolactina, también llamada hormona lactopénica o luteotropina inicia la secreción mamaria durante la lactancia después de que la mama haya sido preparada durante el embarazo por la secreción de otra hormona hipofisaria y de hormonas sexuales. Las dos hormonas gonadotrópicas son la foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). La foliculo estimulante induce la etapa de la formación del folículo de De Graaf en el ovario en la mujer y el desarrollo de los espermatozoides en el varón. La hormona luteinizante estimula la formación de hormonas ováricas tras la ovulación e induce la etapa de lactancia en las mujeres; en el hombre estimula los tejidos del testículo para producir testosterona. En 1975, los científicos identificaron una sustancia llamada endorfina que actúa en animales de experimentación controlando el dolor en situaciones de estrés. La endorfina y la ACTH se forman a partir de una proteína de cadena larga que, más tarde, se rompe. Este puede ser el mecanismo para controlar las funciones fisiológicas de dos hormonas inducidas en situaciones de estrés. La misma prohormona que contiene la ACTH y la endorfina también contienen péptidos cortos como la hormona estimulante del melanocito. Estas sustancias son análogas a la hormona que regula la pigmentación en peces y anfibios, pero en los seres humanos apenas tiene importancia.

Distintas investigaciones han demostrado que la actividad hormonal del lóbulo anterior de la hipófisis está controlada por mensajeros químicos, enviados desde el hipotálamo a través de finos capilares sanguíneos que conectan con el lóbulo anterior de la hipófisis. En la década de 1950 el neurólogo británico Geoffrey Harris descubrió que al interrumpir el aporte sanguíneo del hipotálamo a la hipófisis se alteraba la función hipofisaria. En 1964 se encontraron en el hipotálamo agentes químicos llamados factores reguladores; estas sustancias afectan a la secreción de la hormona del crecimiento, a la hormona estimulante del tiroides, llamada

tirotropina y a las hormonas gonadotróficas en relación con los testículos y los ovarios. En 1969 el endocrinólogo estadounidense Roger Guillemin y sus colaboradores aislaron y caracterizaron el factor regulador de la tirotropina, que estimulaba la secreción del factor estimulador del tiroides en la hipófisis. En los cinco años siguientes, al lado del fisiólogo estadounidense Andrew Schally, aislaron el factor regulador de la hormona luteinizante que estimula la secreción tanto de LH como de FSH y la somatostatina, que inhibe la secreción de la hormona del crecimiento. Por este trabajo, que demostraba que el cerebro y el sistema endocrino están ligados, le fue otorgado el Premio Nobel de Medicina en 1977. La somatostatina fue una de las primeras sustancias que pudo obtenerse a partir de bacterias mediante técnicas de recombinación del ADN.

La presencia de factores de regulación en el hipotálamo ayudó a explicar la acción de las hormonas sexuales femeninas, estrógenos y progesterona, y la producción de formas sintéticas de las mismas como contraceptivos orales o píldoras anticonceptivas. Durante un ciclo femenino normal se precisan numerosos cambios hormonales para la producción de óvulos por el ovario para una posible fecundación. Cuando los niveles de estrógenos descienden, el factor regulador del folículo aumenta su concentración en la hipófisis y estimula la secreción de hormona estimulante del folículo (FSH). A través de un mecanismo de realimentación similar, la caída de niveles de progesterona causa una caída del factor regulador luteico, que estimula a su vez la secreción de la hormona luteinizante (LH). La maduración del folículo en el ovario produce estrógenos y un aumento en los niveles de esas hormonas influye en el hipotálamo para disminuir, de forma temporal, la producción de FSH. El mecanismo de realimentación por el incremento de progesterona sobre el hipotálamo provoca un descenso en la producción de LH por la hipófisis. Las dosis diarias de estrógenos sintéticos y progesterona en forma de anticonceptivos orales, o la inyección de las mismas hormonas, inhiben la actividad reproductiva de los ovarios ya que imitan los efectos de estas hormonas sobre el hipotálamo.

Lóbulo intermedio

En los vertebrados inferiores esta parte de la hipófisis segrega la hormona estimulante de los melanocitos, que ocasiona cambios en el color de la piel. En los seres humanos, esto ocurre sólo durante cortos periodos iniciales de la vida y durante el embarazo, pero no está demostrado que tenga que ver con ninguna función.

Lóbulo posterior

En el lóbulo posterior se segregan dos hormonas. Una de ellas es la hormona antidiurética (ADH) o vasopresina. La vasopresina estimula los túbulos renales para absorber agua del plasma filtrado en los riñones y esto controla la cantidad de orina excretada. La otra hormona secretada por el lóbulo posterior es la oxitocina, que provoca la contracción de las fibras del músculo liso del útero, intestinos y arteriolas. La oxitocina estimula la contracción de los músculos del útero en la etapa final del embarazo para permitir la expulsión del feto y estimula la eyección o subida de la leche de la glándula mamaria. Sintetizada en 1953, la oxitocina fue la primera hormona hipofisaria producida artificialmente. La vasopresina fue sintetizada en 1956.

Trastornos hipofisarios

El funcionamiento de la hipófisis se altera por distintos factores como tumores, intoxicaciones, coágulos de sangre e infecciones. Los problemas que provoca el descenso de la secreción del lóbulo anterior de la hipófisis incluyen el enanismo, la enfermedad de Simmond y el síndrome de Fröhlich. El enanismo se produce cuando la deficiencia en las secreciones del lóbulo anterior ocurren durante la infancia. En algunos casos, aparece cuando los huesos de las extremidades son cortos y frágiles, en especial, cuando la deficiencia se produce tras la pubertad. El síndrome de Simmond se produce cuando hay un daño importante del lóbulo anterior de la hipófisis se caracteriza por envejecimiento precoz, pérdida de cabello y dientes, anemia y desnutrición; puede ser fatal. El síndrome de Fröhlich, también llamado distrofia adiposogenital, se produce por un defecto tanto del lóbulo anterior de la hipófisis como del lóbulo posterior o del hipotálamo. Ocasiona obesidad, enanismo y

retraso en el desarrollo sexual. Las glándulas sometidas a la influencia de las hormonas del lóbulo anterior de la hipófisis se ven también afectadas por el déficit hipofisario anterior.

La hiperproducción de una de las hormonas del lóbulo anterior hipofisario, somatotropina, origina una enfermedad crónica llamada acromegalia, que se caracteriza por el aumento del tamaño de ciertas partes del cuerpo. Las deficiencias del lóbulo posterior dan lugar a la diabetes insípida.

ACTH, abreviatura de la hormona adrenocorticotropa secretada por el lóbulo anterior de la hipófisis. Su función específica es estimular el crecimiento y las secreciones de la corteza de la glándula suprarrenal. Una de estas secreciones es el cortisol, hormona implicada en el metabolismo de los hidratos de carbono y las proteínas y en el alivio de los síntomas de las alergias y la artritis. La ACTH, también llamada corticotropina, es una molécula de proteína compleja que contiene 39 aminoácidos. Su masa molecular es de aproximadamente 5.000. En varias especies de animales la actividad biológica de esta hormona es similar a la que tiene en los humanos, pero su secuencia de aminoácidos varía entre los distintos organismos. Véase Síndrome de Cushing.

Síndrome de Cushing, grupo de trastornos similares descritos por primera vez por Harvey Williams Cushing en 1932 y producido por niveles elevados de glucocorticoides circulantes, en particular de cortisol. Los síntomas que se presentan son: enrojecimiento de las mejillas, obesidad en el tronco, aumento del apetito, cara de luna llena, piel fina que se lesiona con facilidad, mala cicatrización de las heridas, aumento de la susceptibilidad a las infecciones, debilidad y atrofia de los músculos proximales, hipertensión, acné, osteoporosis, intolerancia a la glucosa que puede producir diabetes, cansancio excesivo, amenorrea en mujeres, y euforia u otros síntomas psicológicos.

Causas del síndrome de Cushing

En condiciones normales la cantidad de glucocorticoides segregada por la corteza suprarrenal está controlada por los niveles de hormona adrenocorticotropa (ACTH) en la sangre. La ACTH es segregada por la hipófisis anterior en respuesta a las necesidades de glucocorticoides del organismo, y los niveles de glucocorticoides en la sangre tienen un efecto inhibitor sobre la secreción de ACTH, de forma que cuando se alcanza la concentración adecuada de glucocorticoides se detiene la producción de ACTH. Este mecanismo se conoce como retroalimentación negativa. El exceso de glucocorticoides responsables de este síndrome puede tener diversos orígenes.

Si la causa de los síntomas es una alteración de la hipófisis, recibe el nombre de enfermedad de Cushing. En este caso aparece un tumor en la hipófisis anterior. El tumor no obedece al mecanismo de retroalimentación negativa y segrega grandes cantidades de ACTH incluso cuando los niveles de glucocorticoides en sangre son elevados. La ACTH estimula la corteza suprarrenal para que produzca glucocorticoides y el resultado es un aumento de la concentración de éstos.

La elevación de los niveles de ACTH puede ser debida a la existencia de un tumor fuera de la hipófisis, por ejemplo, un carcinoma de células de avena de los bronquios que segrega ACTH, y su efecto sobre la secreción de glucocorticoides es similar.

El síndrome de Cushing puede ser consecuencia de una alteración en la corteza suprarrenal. Una parte de ésta puede producir cantidades excesivas de glucocorticoides. En este caso los niveles de ACTH serán inferiores a lo normal por el mecanismo de retroalimentación negativa. El exceso de glucocorticoides inhibirá la secreción de ACTH por la hipófisis. En raras ocasiones la causa puede ser un carcinoma de las glándulas suprarrenales.

Una causa frecuente del síndrome de Cushing es su aparición como efecto colateral del tratamiento prolongado con glucocorticoides instaurado para alguna otra enfermedad. Los glucocorticoides se emplean como fármacos antiinflamatorios e inmunosupresores en el tratamiento de la artritis reumatoide, el asma grave, y algunas otras enfermedades.

Tratamiento

El tipo de tratamiento del síndrome de Cushing depende de su causa, por lo que es esencial establecer un diagnóstico preciso. Si su origen es yatrogénico (se debe a la administración de glucocorticoides), es necesario disminuir el tratamiento de forma progresiva. Si la causa es un tumor en la hipófisis, éste se puede extirpar por microcirugía o ser tratado con radioterapia. Si la causa no está en la hipófisis puede ser necesario extirpar la corteza suprarrenal o tratar los síntomas de la enfermedad con fármacos que inhiben la acción de los glucocorticoides.

Bocio, enfermedad de la glándula tiroides caracterizada por un aumento de su tamaño que se visualiza externamente como una inflamación en la cara anterior del cuello. En el bocio tóxico la actividad metabólica basal está elevada.

Bocio simple

El bocio simple se caracteriza por un aumento global de la glándula, o de uno de sus lóbulos, que suele estar causado por un déficit dietético de yodo. La aparición de la enfermedad es más frecuente en adolescentes. El bocio simple existe en todas las zonas del interior de todos los continentes. La administración de yodo, o de tiroxina, la hormona que contiene yodo, previene de forma eficaz la enfermedad. La profilaxis requiere la ingesta de pequeñas cantidades de yodo durante largos periodos de tiempo. Su ingestión durante el embarazo evita el desarrollo de la enfermedad en el lactante así como en la madre. Las medidas de salud pública, que incluyen la adición de yodo a los suministros de agua o a la sal de mesa, han ayudado a reducir la incidencia de bocio simple en determinadas zonas. El yodo es más eficaz cuando se administra a niños que padecen la enfermedad. La tiroidectomía, o extirpación quirúrgica de la glándula, puede ser necesaria en los casos en los que el aumento de tamaño es muy importante.

Bocio tóxico

El bocio tóxico, también denominado hipertiroidismo, o tirotoxicosis, es una manifestación habitual de dos tipos diferentes de enfermedades del tiroides, la enfermedad de Graves y el bocio tóxico multinodular. La enfermedad de Graves, así llamada en honor del médico irlandés Robert James Graves, se debe a un exceso de secreción de tiroxina. La causa de este aumento de secreción no está clara, pero se piensa que tiene un origen autoinmune. El bocio multinodular es una fase más avanzada del bocio simple que se produce cuando la función de la glándula es independiente del control que ejerce sobre ella la hipófisis. Los síntomas del bocio tóxico pueden incluir taquicardia, temblores, aumento de la sudoración, aumento del apetito, pérdida de peso, debilidad y fatiga. Algunos pacientes con la enfermedad de Graves presentan alteraciones oculares, como mirada fija y protrusión de los globos oculares. En el tratamiento del bocio tóxico se utiliza algunas veces yodo y tiouracilo, así como irradiación de la glándula con yodo radiactivo.

Mixedema (del griego myxa, 'limo' y oidema, 'tumefacción'), enfermedad deficitaria debida a la producción insuficiente o nula de hormonas por el tiroides. Los pacientes que padecen mixedema sufren cansancio, estupor, somnolencia, intolerancia al frío, falta de agilidad mental, tienden a ganar peso y tienen dolores

generalizados. El rostro aparece hinchado y su cutis muestra tumefacto, rugoso y de color amarillento. La piel se seca y el pelo, quebradizo y seco, se pierde con facilidad. A menudo desaparece también la porción externa de las cejas. Estos y otros síntomas son consecuencia de un descenso en la actividad metabólica debido al déficit de la hormona tiroidea, que es un estimulante del metabolismo. El mixedema tiene la misma causa que el cretinismo, pero se distingue de éste en que se desarrolla después del nacimiento y no produce un retraso cerebral tan marcado. La enfermedad puede afectar a varios miembros de una misma familia. Cualquier alteración que lleve consigo una disminución en la producción hormonal del tiroides puede causar mixedema. El tratamiento consiste en la administración de tiroxina u otros extractos tiroideos, o de preparaciones sintéticas como la levotiroxina.