



Atlas de Histología Vegetal y Animal

Órganos animales ENDOCRINO

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Abril 2019)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs5.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software \LaTeX
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Introducción	1
2	Imagen; Hipófisis	5
3	Imagen; Páncreas	8
4	Imagen; Glándula suprarrenal	9
5	Imagen; Páncreas	10

1 Introducción

La característica común que tienen las estructuras que forman el sistema endocrino es la producción de unas moléculas denominadas hormonas. Estas moléculas se liberan al medio extracelular y llegan al torrente sanguíneo, a través del cual se reparten por todo el organismo. Algunas hormonas, sin embargo, pueden actuar localmente. Las hormonas funcionan como señales químicas entre las células y desencadenan efectos muy variados dependiendo del tipo de hormona, de la célula sobre la que actúan y del estado fisiológico del organismo. Las respuestas a las hormonas son generalmente más lentas y prolongadas, cuando se comparan con la velocidad de las respuestas que se producen en el sistema nervioso o en el músculo.

Una hormona se puede definir como una molécula que desencadena una respuesta biológica en determinadas células diana. Hay más de 100 hormonas diferentes en humanos que según su naturaleza química se pueden dividir en tres tipos: esteroides, proteicas y derivadas de aminoácidos. Cada una de ellas actúa sobre receptores específicos que se encuentran en las células diana. Estos receptores se pueden encontrar en la membrana plasmática, los cuales reconocen hormonas peptídicas y catecolaminas, y desencadenan cascadas de señalización en el interior celular como, por ejemplo, el aumento de la concentración del AMP cíclico. Algunas hormonas, como las esteroideas y tiroideas, pueden cruzar con facilidad las membranas celulares y tienen sus receptores en el interior de la célula. Estos receptores internos tienen un dominio que les permite unirse directamente al ADN y regular la expresión génica.

Las células productoras de hormonas, o células endocrinas, se pueden encontrar de forma aislada en órganos como las gónadas, riñón, tubo digestivo o el hígado. A este conjunto de células se le denomina sistema endocrino difuso. Otras veces se asocian para formar estructuras glandulares macroscópicas, denominadas glándulas endocrinas, tales como la hipófisis, la glándula pineal, la glándula tiroidea, la glándula paratiroides y las glándulas suprarrenales. El principal centro regulador del sistema endocrino

es el hipotálamo, parte del encéfalo ventral. Las glándulas endocrinas suelen estar fuertemente irrigadas por capilares sanguíneos y sus células secretoras se organizan en islotes o formando cuerdas. Sólo en algunos casos forman folículos, como ocurre en la glándula tiroidea.

Hipotálamo

El hipotálamo es el intermediario entre el sistema nervioso y el sistema endocrino. Produce hormonas que estimulan o inhiben la liberación de otras hormonas en el organismo. Por ello contribuye al mantenimiento de la homeostasis corporal con funciones tales como el mantenimiento del ritmo cardíaco, presión sanguínea, apetito, secreción digestiva, regula la actividad de otras glándulas, etcétera. El hipotálamo se localiza en la base del encéfalo y está estrechamente conectado con la hipófisis.

Produce las denominadas neurohormonas tales como la hormona antidiurética que aumenta la absorción de agua, hormona liberadora de corticotropina que actúa sobre la neurohipófisis y ésta sobre las adrenales para regular el metabolismo, hormona liberadora de gonadotropinas que también induce a la neurohipófisis a liberar FSH, la cual influye en las gónadas, hormonas inhibitoras y facilitadoras de la liberación de la hormona del crecimiento por parte de la hipófisis, hormona oxitocina que está involucrada en multitud de funciones corporales, hormonas liberadoras o inhibitoras de prolactina que afectan al liberación de prolactina por parte de la hipófisis, la cual dispara la producción de leche durante el embarazo.

Glándula pituitaria (hipófisis)

La hipófisis se localiza en la parte basal del encéfalo. Está conectada al hipotálamo física y funcionalmente. Hipotálamo e hipófisis son los principales reguladores del sistema endocrino. La hipófisis es una glándula mixta formada por un lóbulo anterior o adenohipófisis y otro posterior o neurohipófisis. El infundíbulo es el pedúnculo que conecta la hipófisis con el hipotálamo. La adenohipófisis es tejido epitelial glandular y la neurohipófisis es tejido nervioso secretor.

La adenohipófisis está organizada como cualquier tejido endocrino, es decir, sus células se disponen en grupos o cordones en torno a capilares fenestrados.

En la adenohipófisis se pueden distinguir una pars distalis y una pars tuberalis. La pars distalis tiene diferentes tipos celulares que secretan diferentes hormonas: las células somatotrofas liberan GH (hormona del crecimiento), las lactotrofas liberan la PRL (prolactina), las corticotrofas liberan ACTH (hormona adrenocorticotrófica), las gonadotrofas liberan FSH (hormona estimulante de los folículos) y LH (hormona luteinizante) y las tirotrofas liberan TSH (hormona estimulante del tiroides). Existe una región entre la adenohipófisis y la neurohipófisis, denominada pars intermedia con células que se organizan formando folículos, cuya función no es clara.

La neurohipófisis está formada por la pars nervosa y por el infundíbulo, este último sirve de conexión con el hipotálamo. En la pars nervosa se encuentran prolongaciones celulares, fundamentalmente axones, de somas neuronales localizados en los núcleos hipotalámicos supraóptico y parventricular.

Glándula pineal (epífisis)

La glándula pineal o epífisis es una parte del epitalamo. Se sitúa en la línea media del encéfalo, entre los dos hemisferios cerebrales. Es una estructura en forma de piña, de ahí el nombre de pineal. Está unida al encéfalo por un pedúnculo denominado tallo epifisiario. Las células que forman esta glándula son principalmente los pinealocitos pero también presenta células intersticiales y neuronas. Todas estas células están rodeadas por una cubierta de prolongaciones gliales. La hormona que se produce en la glándula pineal es la melatonina, la cual está implicada en la regulación de los ritmos circadianos (día - noche). Así, su producción y liberación se hace de noche, mientras que se inhibe durante las horas de luz.

Glándula tiroides

Es una glándula situada delante de la tráquea y formada por dos lóbulos unidos por una zona medial. A veces aparece un tercer lóbulo piramidal. Está rodeada por una cápsula de tejido conectivo que se puede dividir en dos capas: una externa y otra interna. La interna se continúa con prolongaciones de tejido conectivo que se internan en la glándula. Estas prolongaciones crean tabiques que dividen a la

glándula en lóbulos y lobulillos.

La unidad estructural de la glándula tiroides son los folículos, estructuras redondeadas rodeadas por tejido conectivo por el que transcurren capilares fenestrados. El folículo consta de una capa de epitelio cúbico simple que rodea un espacio acelular que contiene material de aspecto gelatinoso denominado coloide.

Las células foliculares son las que conforman el epitelio del folículo y las encargadas de sintetizar el coloide. El coloide es rico en proteínas, en tiroglobulina y algunas enzimas. La tiroglobulina es una proteína yodada. El tiroides es la única glándula endocrina que almacena su producto de secreción externamente. La tiroglobulina es sintetizada y exocitada desde las células foliculares hacia el interior del folículo para formar el coloide. Una vez liberada se une al yodo. Cuando se requiere, la tiroglobulina yodada es de nuevo endocitada y transformada en las hormonas T3 (triyodotironina) y T4 (tetrayodotironina o tiroxina). Por exocitosis a través de las membranas basales de estas células foliculares, las hormonas T3 y T4 son liberadas al tejido conectivo y a los capilares que rodean al folículo.

Las células parafoliculares se encuentran en la periferia del folículo, adyacentes a las foliculares. Estas células no liberan al coloide sino directamente al tejido conectivo del que rodea al folículo. La hormona que sintetizan es la calcitonina.

Glándula paratiroides

Se incluye dentro de glándula paratiroides a una serie de pequeñas glándulas asociadas con el tiroides. Se agrupan en glándulas paratiroides superiores e inferiores. Cada glándula paratiroides está delimitada por una cápsula de tejido conectivo, desde la cual se emiten tabiques de tejido conectivo que divide a la glándula en lobulillos. Está formada por dos tipos celulares: las células principales y las oxílicas. Las células principales aparecen durante el desarrollo embrionario y son las más abundantes. Secretan la hormona paratiroidea (PTH) que está relacionada con el metabolismo del calcio y del fosfato de la sangre. La PTH tiene efectos contrarios a la calcitonina, otra hormona relacionada con el metabolismo del calcio. Las células oxílicas aparecen durante la pubertad pero se

desconoce una función secretora.

Glándulas suprarrenales (o adrenales)

Como su nombre indica, estas glándula se localizan en la parte superior de ambos riñones y suelen tener forma de cono. Están encerradas por una cápsula de tejido conectivo, desde la cual se emiten proyecciones de tejido conectivo que forman tabiques por los cuales entran los vasos sanguíneos y nervios. Estructuralmente está formada por una zona cortical y por una medular.

La zona medular es la más interna y central de la glándula. Está formada por las células cromafines entre las que discurren los vasos sanguíneos, fibras nerviosas y espacios sinusoidales. Las fibras nerviosas son simpáticas preganglionares y contactan directamente con las células cromafines haciendo que liberen su contenido. Las células cromafines secretan adrenalina y noradrenalina, y sobre todo una proteína denominada cromogranina. La liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) favorece el consumo de energía para realizar esfuerzos estimulando la glucogenolisis y movilidad de ácidos grasos.

La zona cortical es la más externa y se divide en tres regiones que se pueden identificar con el microscopio óptico: zona granulosa, zona fasciculada y zona reticulada. La zona granulosa es la más externa y posee células redondeadas agrupadas que producen aldosterona que regula la presión sanguínea. La zona fasciculada es la zona intermedia de la corteza y es la más extensa. Sus células se disponen formando tubos orientados radialmente. Estas células producen glucocorticoides como la corticosterona o el cortisol. La zona radiada es la parte más interna de la corteza y sus células se disponen de forma desorganizada. En esta zona se producen andrógenos.

Glándulas sexuales: gónadas.

Las glándulas sexuales están localizadas en las gónadas femeninas y masculinas. Las gónadas femeninas son los ovarios y en ellos se encuentran los folículos ováricos. Los folículos liberan dos tipos de hormonas: los estrógenos y la progesterona. Los primeros son liberados por las células de la granulosa de los folículos secundarios en proceso de maduración y permiten el crecimiento y maduración de los órganos sexuales y

la aparición de caracteres sexuales femeninos durante la pubertad. También favorecen el desarrollo de las glándulas mamarias y del tejido adiposo.

La progesterona es el principal progestágeno liberado por el cuerpo lúteo. Éste resulta de la proliferación y maduración de las células somáticas del folículo, una vez liberado el óvulo. Si se produce implantación del embrión la placenta se convierte también en una fuente de progesterona. Esta hormona está implicada en el acondicionamiento de los órganos relacionados con la reproducción, principalmente el útero y la glándula mamaria, durante cada ciclo de ovulación, y se produce desde la pubertad hasta la menopausia. En menor medida, la progesterona también se produce en otras glándulas como las adrenales.

Las células ováricas también producen otras hormonas como la inhibina, la activina y la foliculostatina, implicadas en la regulación de la liberación de FSH (hormona estimulante de los folículos) por parte del hipotálamo.

Las gónadas masculinas también poseen células liberadoras de hormonas. Las células de Leydig se encuentran en el tejido intersticial que rodea a los túbulos seminíferos y son las encargadas de liberar la testosterona, un andrógeno, tras llegar a la pubertad. Esta hormona promueve la aparición de los caracteres sexuales secundarios y favorece la producción de espermatozoides. Si embargo, para esta segunda función necesita de la colaboración de las células de Sertoli, las cuales se encuentran formando parte de la pared de los túbulos seminíferos. La testosterona necesita unirse a una proteína, denominada ABC, que es liberada por las células de Sertoli, para incrementar la producción de espermatozoides.

Las células de Sertoli producen una hormona que se denomina inhibina y que actúa sobre el hipotálamo inhibiendo la liberación de FSH (hormona estimulante de los folículos). Durante el desarrollo embrionario se produce en todos los embriones, machos o hembras, el inicio del desarrollo de los conductos de Müller, los cuales darán lugar parte del aparato reproductor de las hembras. Sin embargo, en los machos las células de Sertoli producen la hormona antimülleriana que inhibe el desarrollo de los conductos de Müller.

Timo

Aunque este órgano está más relacionado con el sistema inmune que con el endocrino también secreta hormonas. El timo se localiza próximo al corazón y secreta las denominadas hormonas humorales, las cuales son importantes durante la pubertad. La principal misión de estas hormonas es desarrollar el sistema inmune, fundamentalmente mediante la acción sobre la maduración de los linfocitos T, lo cual se produce prácticamente antes de la pubertad.

Páncreas

El páncreas es un órgano con una parte exocrina que libera enzimas al digestivo y una parte endocrina productora de hormonas. Las células endocrinas pancreáticas se agrupan formando los islotes de Langerhans. éstos representan un 1 % de la masa pancreática y están inervados por el sistema nervioso autónomo. En ellos se disponen diferentes tipos celulares. Las células alfa que liberan la hormona glucagón, la cual aumenta la concentración de glucosa en la sangre. Las células beta que producen la hormona insulina, la cual disminuye la concentración de glucosa en la sangre. Las células delta que producen la hormona somatostatina, la cual inhibe la contracción del músculo liso del digestivo deteniendo la digestión. Las células F producen el péptido pancreático que regula la secre-

ción exocrina del páncreas. Las más abundantes son las células beta, entre un 40 y un 60 % de las células endocrinas pancreáticas, mientras que las alfa comprenden entre un 20 y un 30 %. Por el papel de las hormonas pancreáticas es clara su implicación en la regulación de la glucemia corporal, derivando su alteraciones en patologías como la diabetes.

Otros

Hay células endocrinas dispersas y aisladas en otras partes del organismo. Así, en el epitelio del sistema digestivo existen células productoras de hormonas formando en su conjunto lo que se denomina sistema endocrino entérico. Estas células liberan hormonas tales como las gastrina, colecistoquinina o la secretina, todas ellas implicadas en la regulación de la digestión. El hígado es un regulador de la concentración de algunas hormonas en sangre, puesto que las elimina, pero también produce otras como el angiotensinógeno, precursor de la angiotensina, regulador de la presión sanguínea, y la trombopoietina que favorece la hematopoyesis en la médula ósea. El riñón secreta la eritropoyetina y la renina, que estimulan la producción de glóbulos rojos y regula la presión sanguínea, respectivamente. La placenta, durante el embarazo, libera hormonas como la hormona coriónica y la progesterona, relacionadas con la gestación.

2 Imagen; Hipófisis

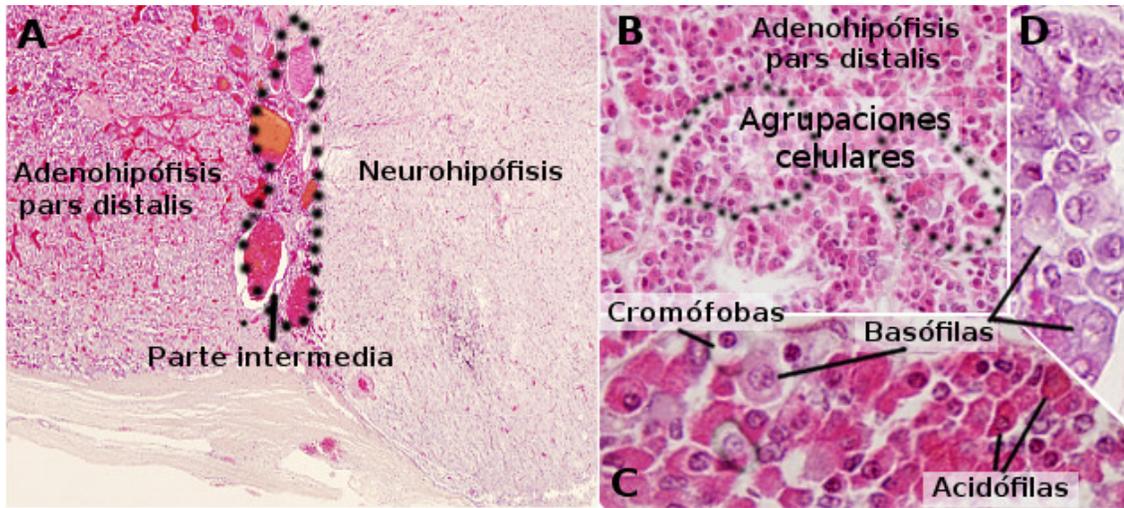


Figura 1: Órgano: hipófisis. Especie: humano (*Homo sapiens*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

La hipófisis se divide en tres partes: adenohipófisis, neurohipófisis y parte intermedia (Figura 2). La parte anterior de la glándula o adenohipófisis se subdivide a su vez en pars distalis y pars tuberalis (A). En la pars distalis las células secretoras endocrinas se disponen en filas, folículos o se agrupan de manera irregular para formar el parénquima glandular. Estas formaciones celulares están rodeadas de una lámina basal y tejido conjuntivo en el cual se extiende una red de capilares de luz amplia y pared fina (B). En la pars distalis se sintetizan gran cantidad de hormonas pero sus células productoras solo se pueden distinguir unas de otras mediante el uso de técnicas inmunohistoquímicas. Así que con la técnica de tinción convencional de estas imágenes sólo se distinguen tres tipos celulares dependiendo de su afinidad tintorial: las células acidófilas, basófilas y cromófobas. Las agrupaciones celulares están formadas por uno o varios tipos celulares.

Las células basófilas y eosinófilas son grandes con un núcleo central más o menos esférico y citoplasma abundante que presenta diferencias tintoriales. Las células eosinófilas son más abundantes en las agrupaciones celulares que quedan más internas en la glándula (C). Sin embargo, las células basófilas pre-

dominan en la zona anterior y periférica de la glándula (D), donde podemos observar agrupaciones con solo este tipo celular. Las células cromófobas, es decir, sin ninguna apetencia tintorial, característica que las diferencia del resto, parecen menos abundantes. Sus límites están poco definidos y se supone que son células acidófilas o basófilas en estado inactivo después de su degranulación (C).

La pars intermedia, poco desarrollada en la especie humana, está formada por células dispuestas en cordones o revistiendo cavidades (quistes de Rathke) que se llenan de coloide. La mayor parte de estas células son basófilas aunque se puede encontrar alguna eosinófila.

La parte posterior de la hipófisis, la neurohipófisis, está formada por axones procedentes del hipotálamo y por unas células llamadas pituicitos, que no tienen capacidad de síntesis hormonal. Las hormonas (oxitocina y vasopresina) son sintetizadas por neuronas del hipotálamo y liberadas en los capilares de la neurohipófisis por las terminaciones axónicas. Los pituicitos con núcleos redondos o alargados se han descrito como células con prolongaciones citoplasmáticas muy ramificadas y parecidas a los astrocitos. Se creen que son células de glía con función de soporte.

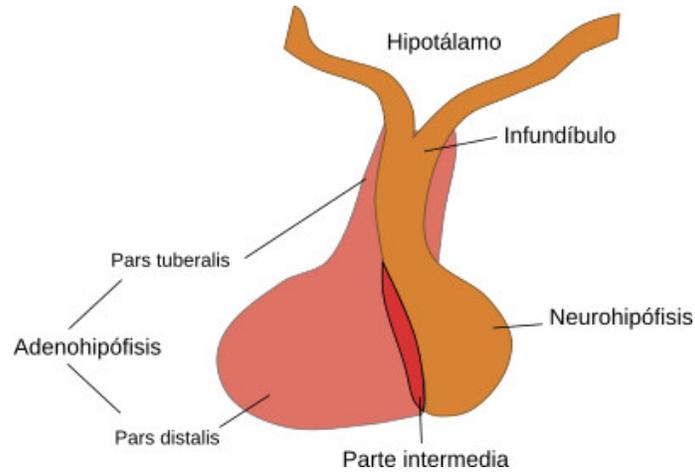


Figura 2: Partes de la hipófisis.

La glándula pituitaria está rodeada por una cápsula de tejido conjuntivo permitiendo que los vasos sanguíneos penetren en su interior irrigando de esta manera esta glándula endocrina.

La hipófisis de la rata (figura 3) difiere ligeramente de la humana. En la imagen inmediatamente superior se observan cortes transversales donde la pars distalis envuelve a la pars intermedia que a su vez rodea a la

neurohipófisis. Destaca que la pars intermedia presenta en rata un mayor desarrollo con células únicamente basófilas dispuestas en formaciones más o menos ordenadas y rodeadas por lámina basal y conjuntivo con vasos sanguíneos. No se aprecian las cavidades con coloide típicas de la pars intermedia humana.

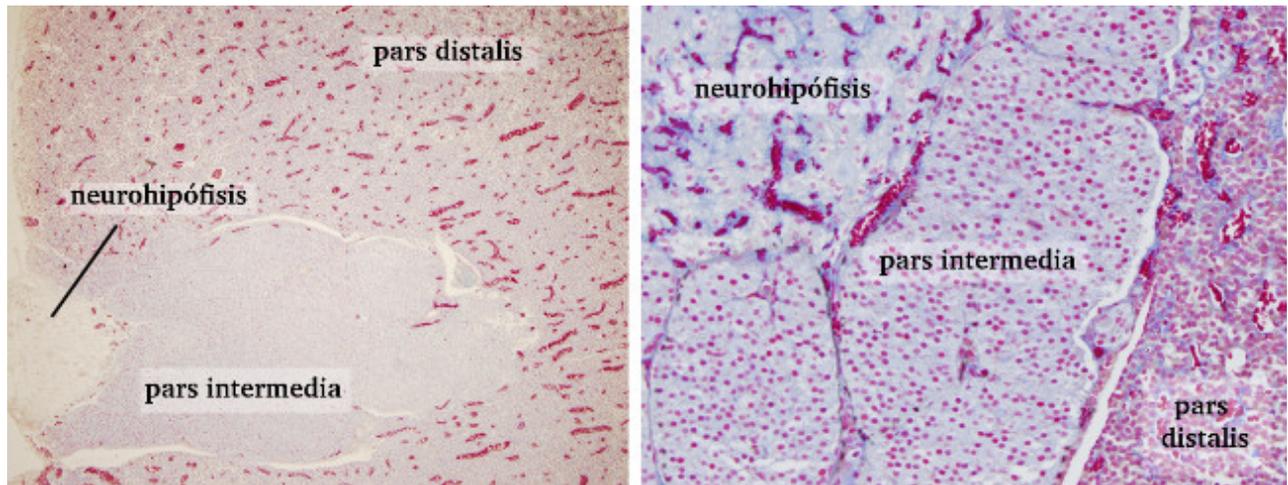


Figura 3: Imágenes de la hipófisis de una rata.

3 Imagen; Páncreas

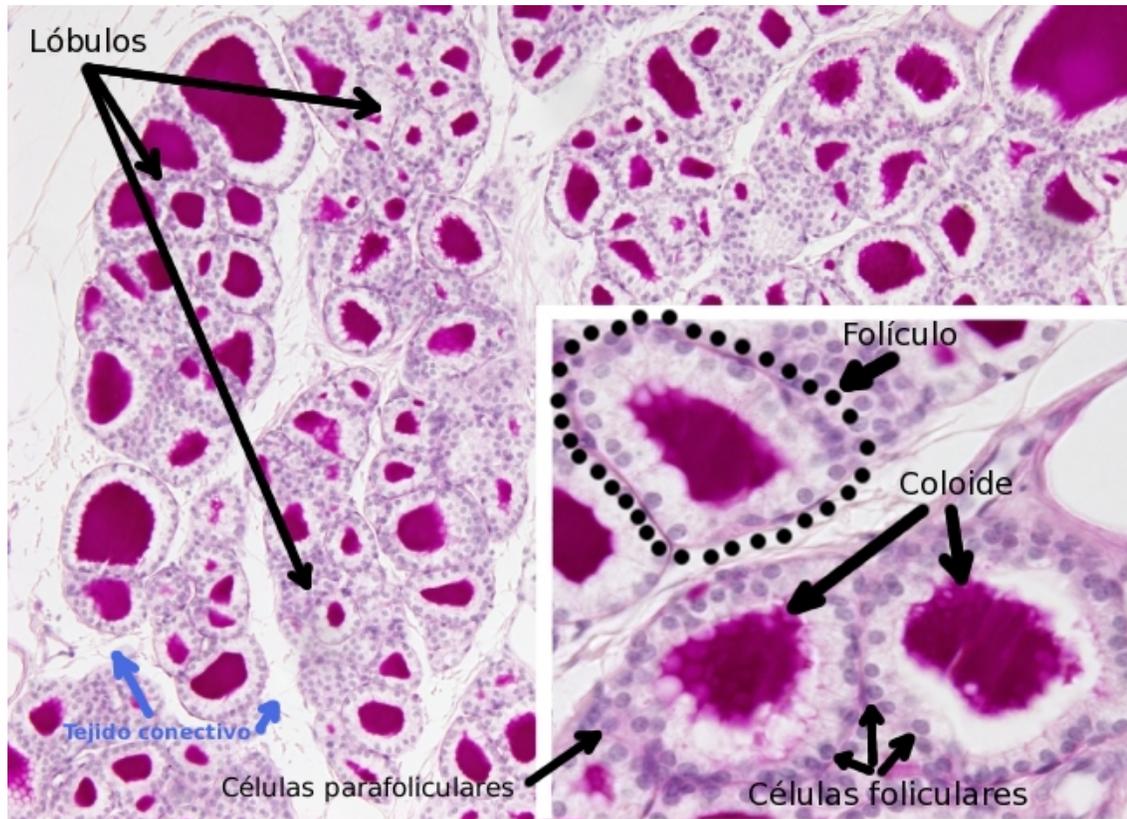


Figura 4: Órgano: glándula tiroides, glándula endocrina. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: PAS-hematoxilina en cortes de parafina de 8 micras.

La glándula tiroides es una de las glándulas endocrinas más grandes del organismo y se sitúa en el cuello, sobre la tráquea. Posee una estructura en lóbulos que están separados por tejido conectivo por el que transcurren los vasos sanguíneos, a los cuales se liberarán las hormonas ya procesadas. Los lóbulos contienen a los folículos, que están formados por las células foliculares, formando un epitelio simple cúbico, y por el coloide. Entre los folículos se encuentran otras células denominadas parafoliculares. El carácter glandular endocrino de las células folicu-

lares y parafoliculares se debe a su capacidad para producir y liberar hormonas que serán incorporadas y transportadas por los capilares sanguíneos que atraviesan el tiroides. Las células foliculares producen las hormonas tiroideas T3 (triiodotironina) y T4 (tiroxina), mientras que las parafoliculares liberan calcitonina. El coloide ocupa el interior del folículo y está formado mayoritariamente por tiroglobulina, proteína producida por las propias células foliculares que sirve de precursor para la síntesis de las hormonas tiroideas T3 y T4.

4 Imagen; Glándula suprarrenal

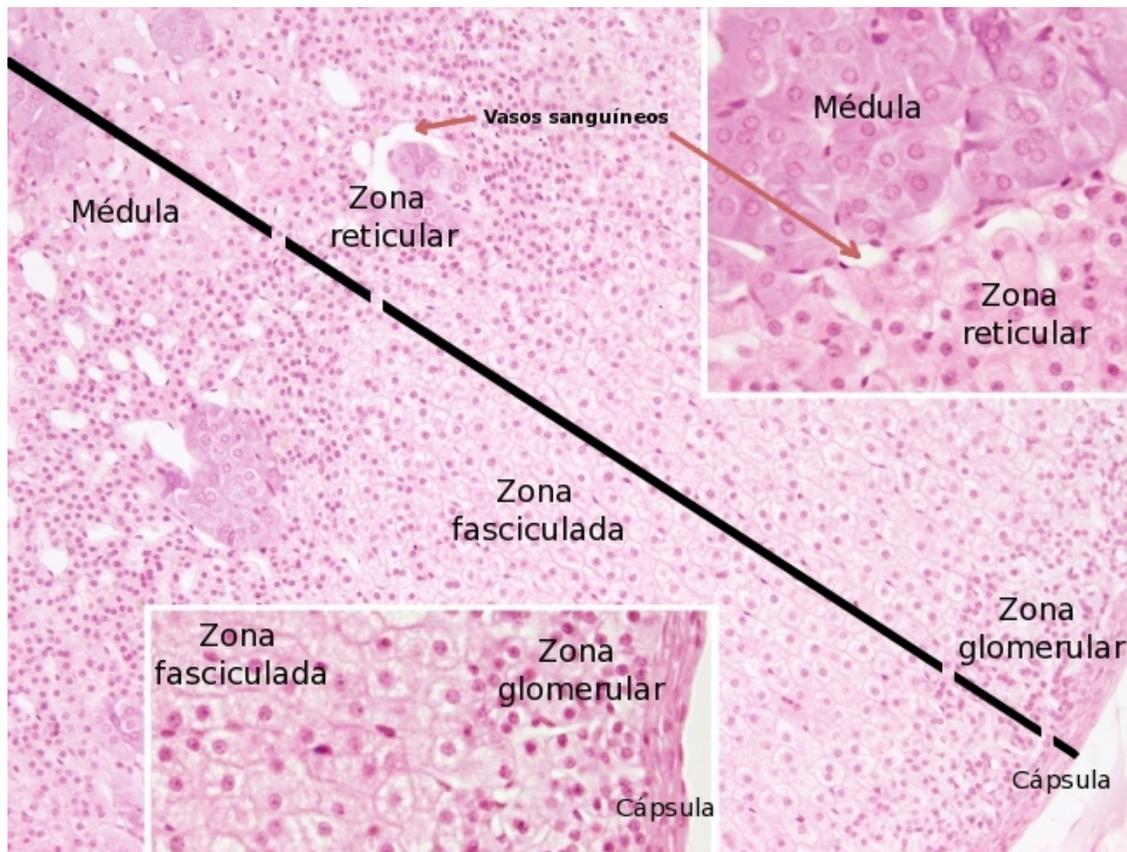


Figura 5: Órgano: glándula suprarrenal. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

Esta glándula endocrina se encuentra localizada sobre la parte dorsal del riñón. La organización del tejido epitelial glandular refleja su variado tipo de secreción y determina los compartimentos de esta glándula. Así, hay dos partes diferenciadas: la corteza y la médula. La corteza se puede subdividir en otros tres compartimentos. El más externo de los compartimentos corticales se denomina zona glomerular, donde las células epiteliales se organizan formando túbulos dispuestos irregularmente. Estas células están especializadas en la liberación de mineralocorticoides como la aldosterona. Inmediatamente debajo de la zona glomerular se encuentra la zona fasciculada, que es la más extensa, y en la que las células epiteliales se disponen formando túbulos orientados radialmente. Además, las células epiteliales presentan un aspecto

más laxo o esponjoso porque contienen gran cantidad de gotas de lípidos. Están especializadas en la producción y liberación de glucocorticoides como el cortisol. El tercer compartimento, el más interno de la corteza, es la zona reticular. Aquí los túbulos de células epiteliales se disponen desordenadamente, formando una estructura reticular, y producen y liberan hormonas sexuales esteroideas como los andrógenos. La zona medular, la más interna de la glándula, contiene células epiteliales grandes y globosas que se asocian en grupos en torno a los vasos sanguíneos medulares, a donde liberan catecolaminas como la adrenalina y noradrenalina. La superficie externa de la glándula suprarrenal está formada por una vaina de epitelio conectivo denominada cápsula.

5 Imagen; Páncreas

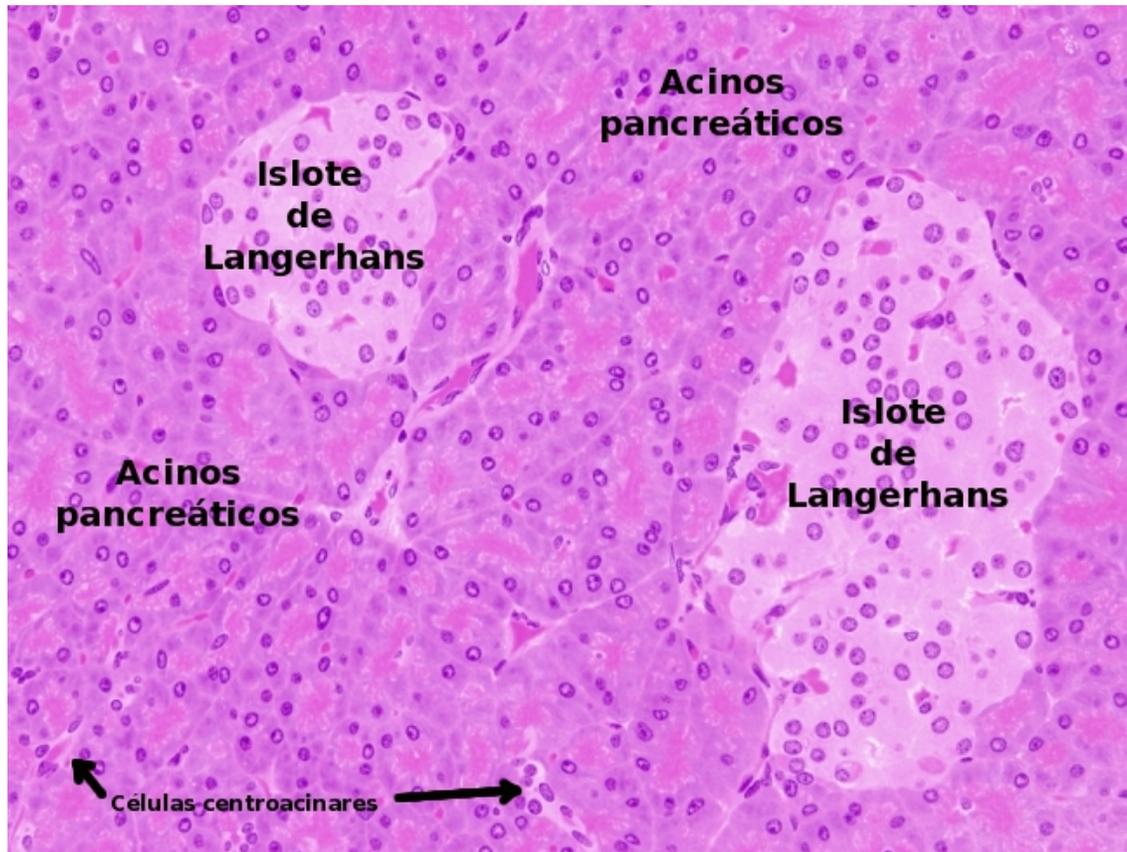


Figura 6: Órgano: páncreas, glándula endocrina y exocrina (mixta). Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina. Pon el cursor sobre el dibujo para ver el origen de la imagen.

El páncreas posee una parte secretora exocrina formada por los denominados acinos pancreáticos, y otra endocrina formada por los islotes de Langerhans. Por ello se dice que es una glándula mixta. La mayor proporción del páncreas la componen los acinos pancreáticos (98-99 % en humanos) los cuáles están formados por células con núcleo redondeado. La parte apical de estas células, que da hacia el interior del acino, es más clara debido a la acumulación de su producto de secreción, los denominados gránulos de zimógeno, que contienen precursores de enzimas digestivas. Su parte basal aparece siempre más teñida por la abundancia de retículo endoplasmático rugoso, responsable de sintetizar los precursores enzimáticos. En el interior de algunos acinos pancreáticos se dis-

tinguen células más pálidas denominadas células centroacinares. Estas células son las responsables de la formación de túbulos intraacinares para la conducción del producto liberado en los acinos. Estos túbulos convergerán en los conductos intercalares, éstos en los intralobulillares, éstos en los interlobulillares y éstos a su vez en los conductos pancreáticos que desembocarán en el tubo digestivo. En los acinos pancreáticos no hay células mioepiteliales rodeando la pared externa.

La parte endocrina está formada por los islotes de Langerhans, los cuales se encuentran dispersos entre los acinos pancreáticos. Son agrupaciones celulares que poseen una densa red de capilares a los que

se liberan los productos que sintetizan. Aunque en preparaciones histológicas generales son difíciles de distinguir, en los islotes de Langerhans hay diversos tipos celulares: células α ; (secretan glucagón), células β (secretan insulina), células δ (secretan somatostatina) y células F (secretan polipéptido pancreático).