

SISTEMA PARASIMPÁTICO. Este sistema consta de fibras originadas en el encéfalo, del que salen junto con los pares III, VII, IX y especialmente el X (neumogástrico o vago), así como por las fibras originadas en la región pélvica de la médula, con salida junto a los nervios raquídeos de dicha región. El nervio vago sale del bulbo y desciende hacia el tórax y abdomen, donde inerva el corazón, órganos respiratorios y tubo digestivo hasta el intestino delgado. El intestino grueso y el aparato genitourinario están inervados por el parasimpático de la porción pélvica. El iris y las glándulas salivales están inervados por los pares II, VII y IX (el iris por el tercer par; la sublingual y submaxilar por el XII, y la parótida por el IX. Todos estos nervios contienen los axones de las neuronas preganglionares de la cadena; los ganglios del sistema parasimpático están situados en el mismo órgano inervado o cerca de él, de modo que los axones de las neuronas postganglionares son todos relativamente cortos.

- a) Describir el sistema nervioso autónomo en su división Simpática.

- b) Describir el sistema nervioso autónomo en su división Parasimpática.

CAPÍTULO XIII.

HORMONAS Y VITAMINAS.

En una planta o un animal multicelular aparte de los sistemas de control nervioso encontramos otro tipo de control por agentes químicos; los cuales pueden ser de una gran diversidad, tanto en su estructura química como en su función. Algunos pertenecen al grupo de las *hormonas*, es decir, son sustancias químicas producidas por una célula o un grupo de células especializadas cuya acción coordinadora se manifiesta en otra parte distinta del cuerpo, generalmente lejana al sitio donde fueron producidas cuyo medio de transporte es la sangre.

13-1 LAS HORMONAS.

Las *glándulas endocrinas* se distinguen por la particularidad de que secretan sus productos y los vierten en la corriente sanguínea, de modo que carecen en general de tubo excretor que lleve el producto activo al exterior o a uno de los órganos internos.

Se conocen más las hormonas de los mamíferos que de otros animales, debido fundamentalmente al interés que existe en el funcionamiento de las hormonas en el hombre. De hecho el término *hormona* fue propuesto por E. H. Starling, en 1905, para describir la sustancia química que estimula al páncreas de los mamíferos a secretar jugos digestivos.

En general, podemos decir que en los grupos de vertebrados inferiores, como los peces, hay menos órganos endocrinos (estructuras productoras de hormonas) bien definidos, que en las aves o en los mamíferos. Sin embargo, la importancia

funcional de las hormonas puede ser igualmente grande en todos los grupos.

A pesar de que desde hace mucho tiempo los biólogos sospechaban que numerosas actividades de los invertebrados, como la muda, la coloración y el comportamiento relativo a la reproducción, eran controladas por hormonas, sólo en fecha reciente se ha verificado la existencia de tales hormonas y los sitios en que se producen. Los investigadores han descubierto tejidos endocrinos y hormonas en varios insectos y crustáceos, e igualmente han observado actividad hormonal en anélidos, moluscos, equinodermos y cefalópodos.

La técnica clásica para el estudio de una hormona consiste en extirpar la glándula que se sospecha la produce y observar qué función específica del organismo cesa. Esta función debe restaurarse con la administración de un extracto de los tejidos removidos. Por otra parte la aplicación de este extracto a animales debe producir efectos distintos y con frecuencia opuestos a los ocasionados con la extirpación de la glándula. Con el ejemplo siguiente, comprendemos mejor estas técnicas.

Los cangrejos deben despojarse periódicamente de la cubierta dura que los recubre, conocida como exoesqueleto, para permitir el crecimiento del animal. Esta muda, llamada *ecdisis*, es controlada por dos hormonas (fig.13-1): la *ecdisona*, producida por la glándula del órgano "Y", que ocasiona una compleja serie de eventos que acompañan a la verdadera muda, y la *hormona inhibidora de la muda* (HIM), producida por la glándula del órgano "X", que inhibe la producción de *ecdisona*. Bajo condiciones normales, la HIM se produce durante el período de crecimiento. Cuando la época de muda se aproxima, la secreción de HIM disminuye, terminando con ello la inhibición de la producción de *ecdisona*. Esta última hormona es secretada por el órgano "Y" hacia el fluido corporal y a medida que su concentración aumenta, ocasiona la pérdida del exoesqueleto del cangrejo.

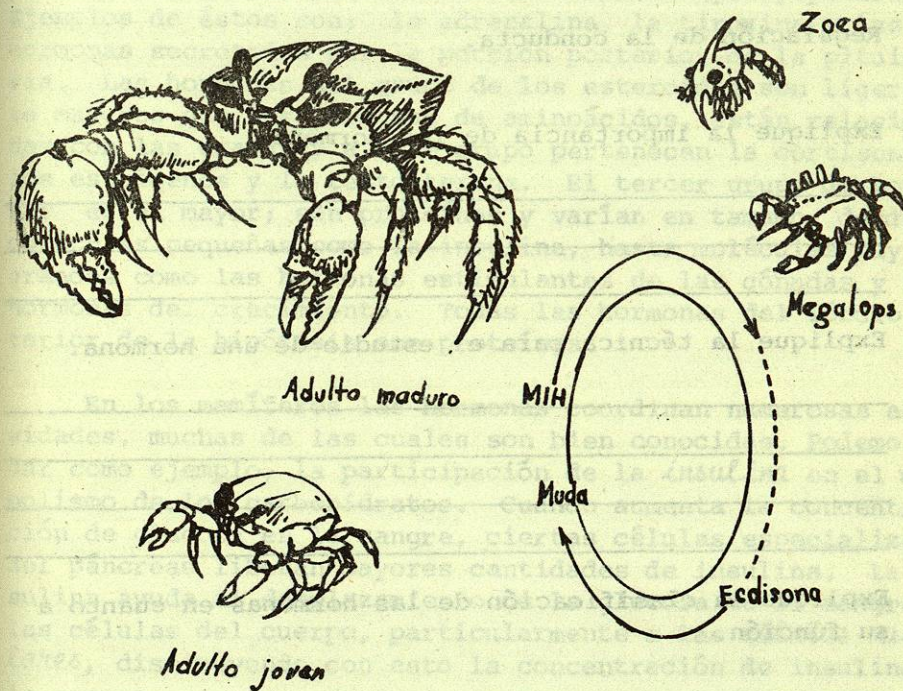


Fig. 13-1. Ciclo de Muda (Ecdisis) en el cangrejo.

En general las funciones principales de las hormonas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- 1.- Regulación del medio interno de los organismos, (como regulación de fluidos internos y secreción de otras hormonas).
- 2.- Regulación de los ciclos de reproducción.
- 3.- Regulación de la conducta.

a) Explique la importancia de las hormonas.

b) Explique la técnica para el estudio de una hormona.

c) Explique la clasificación de las hormonas en cuanto a su función.

13-2 HORMONAS DE LOS VERTEBRADOS.

La estructura química de las hormonas de los vertebrados es muy variable. Existen tres grupos generales. Las hormonas más simples están constituidas por aminoácidos modificados por grupos pequeños de aminoácidos (polipéptidos). Ejemplos de éstos son: la adrenalina, la tiroxina y las hormonas secretadas por la porción posterior de la pituitaria. Las hormonas del grupo de los esteroides son ligeramente mayores que las hormonas de aminoácidos, están relacionadas con las grasas y a este grupo pertenecen la cortisona, los estrógenos y la testosterona. El tercer grupo de hormonas es el mayor; son proteínas y varían en tamaño, desde moléculas pequeñas como la insulina, hasta moléculas muy grandes como las hormonas estimulantes de las gónadas y las hormonas del crecimiento. Todas las hormonas del lóbulo anterior de la hipófisis son proteínas.

En los mamíferos las hormonas coordinan numerosas actividades, muchas de las cuales son bien conocidas. Podemos dar como ejemplo, la participación de la *insulina* en el metabolismo de los carbohidratos. Cuando aumenta la concentración de glucosa en la sangre, ciertas células especializadas del páncreas liberan mayores cantidades de insulina. La insulina ayuda al desplazamiento de la glucosa de la sangre a las células del cuerpo, particularmente a las *células musculares*, disminuyendo con esto la concentración de insulina en la sangre.

Otros tipos de actividades coordinadas por hormonas involucran a muchos órganos y mecanismos separados. Una de éstas es la reproducción, en la que participan tres sitios diferentes: las gónadas, la pituitaria y el cerebro; los tres secretando hormonas que controlan al mismo fenómeno.

Muchas de las cosas que asociamos con la reproducción resultan de las hormonas producidas por las gónadas. Por ejemplo, en un vertebrado macho los testículos producen andrógenos -hormonas sexuales masculinas- que son liberados hacia el torrente sanguíneo. Estas hormonas determinan el

desarrollo de las estructuras típicas masculinas, la forma del cuerpo, la coloración, así como los patrones de conducta masculina de las especies. Esto es, no solamente controlan la reproducción sino también las características sexuales secundarias.

Los andrógenos también afectan a algunas células del cerebro de la región llamada hipotálamo. Estas células nerviosas producen una hormona (una neurosecreción), a la cual solamente se le conoce una función: estimular las células de la porción anterior de la glándula pituitaria que producen las hormonas gonadotrópicas (hormonas estimulantes de las gónadas). Estas hormonas estimulan a los testículos a producir espermatozoides y andrógenos. Los andrógenos a su vez inhiben la actividad de las células del hipotálamo, completándose así el ciclo de acción.

Sabemos, sin embargo, que el nivel de hormonas que participan en la reproducción no es siempre el mismo, sino que generalmente hay dos niveles que corresponden a otros tantos períodos, uno durante el cual se efectúa la reproducción y otro cuando las estructuras reproductoras permanecen inactivas. ¿Cómo es que funciona este sistema controlador de la reproducción (hipotálamo-pituitaria anterior-gónada) estimulando la actividad en ciertas épocas e inhibiéndola en otras?

A este respecto hay excelentes trabajos sobre la iniciación del apareamiento en los pájaros. Los experimentos hechos en 1920 por W. Rowan mostraron que el desarrollo de las gónadas y la conducta de celo en las aves son estimulados por la exposición diaria a mayor número de horas de luz. Desde entonces y por experimentos realizados por muchos biólogos, se ha podido demostrar que el aumento en la longitud del día es detectado por receptores en la retina del ojo. A través de algún camino nervioso desconocido, el nervio impulsado por la retina estimula la actividad de las células neurosecretoras del hipotálamo. Estas a su vez determinan la liberación de hormonas gonadotrópicas. Así tenemos que el factor que inicia todo el ciclo de las actividades reproductoras es el aumento de horas de luz solar en un día.

a) Describe los tres grupos principales de hormonas en cuanto a su estructura química.

b) Explicar la función coordinadora de las hormonas sexuales.

13-3 HORMONAS EN LOS INSECTOS.

Entre las hormonas de los invertebrados las que se conocen mejor son las de los insectos, entre las que se incluyen la *ecdisona* y la *hormona juvenil*.

La *ecdisona* influye en el crecimiento vital y en el proceso de muda o ecdisis de los insectos, en la misma forma que lo hacen los cangrejos. El análisis químico indica que es un esteroide, por lo que está relacionada con un grupo importante de hormonas de los vertebrados.

El conocimiento del modo de acción de la *ecdisona* es el aspecto más significativo de su estudio; cuando se aplica *ecdisona* a los cromosomas gigantes que se localizan en las células salivares de muchas larvas de insectos; poco tiempo después pueden localizarse en estos cromosomas las "expansiones" que les son características. Además, se sabe que el tamaño de las áreas de expansión es proporcional a la dosis de *ecdisona*. Estudios posteriores han mostrado que la síntesis de RNA y de proteínas es más rápida en estas áreas. Con base

en estos conocimientos se ha elaborado una hipótesis muy interesante: la ecdisona actúa directamente sobre los cromosomas activando a un gene o a un grupo de genes que a su vez dirige a la síntesis de enzimas que participan en la ecdisis. Si ésta fuese el verdadero mecanismo de acción y fuese también el de otras hormonas, tendríamos la respuesta a una de las interrogantes más grandes de la biología contemporánea: ¿qué controla la actividad de los genes? Pero no hay que olvidar que lo anterior es solo una hipótesis y que existen otras alternativas para explicar las expansiones en los cromosomas. Existen diferentes sustancias químicas, entre las que se encuentran los narcóticos y ciertos iones, que causan patrones de expansión idénticos a los producidos por la ecdisona, aun cuando no inducen la muda.

La *hormona juvenil* es producida por un par de cuerpos pequeños que se localizan en el cerebro de los insectos; como la ecdisona, también participa en el control del crecimiento. Su función específica es la de conservar al insecto en estado larvario durante cierto número de mudas. Por ejemplo, el gusano de seda muda cuatro o cinco veces antes de hacerse ninfa y la hormona juvenil mantiene al insecto en estado larvario hasta la última muda.

Químicamente la hormona juvenil está relacionada con los esteroides. Un hecho interesante, por lo que se refiere a su estructura, consiste en que hay muchas sustancias que mimetizan su actividad biológica. Utilizando pruebas biológicas se ha determinado actividad de hormona juvenil en muchos extractos tisulares provenientes de numerosos invertebrados, vertebrados, plantas y microorganismo.

a) Explique la función de la ecdisona.

b) Explique la función de la hormona juvenil.

13-4 HORMONAS DE LOS VEGETALES.

* El crecimiento de las plantas y la especialidad de sus estructuras están controlados por sustancias químicas llamadas hormonas vegetales. Presentan varias diferencias con las hormonas típicas de los animales. Son producidas por células, nunca por glándulas, y pasan de célula a célula, no a través de los tejidos vasculares de la planta. Además, sus efectos son más generalizados que los efectos localizados y altamente específicos de las hormonas animales.

Estas discrepancias son ilustradas en forma notable por las hormonas que influyen en el crecimiento y la diferenciación celular de las plantas. En general se reconocen tres tipos distintos: *las auxinas, las giberelinas y las citocininas*, que se distinguen fácilmente por su estructura química. Las funciones de estas hormonas en algunas ocasiones se sobrepone, en otras hay cooperación y a veces hasta son antagónicas. Esta situación hace difícil una diferenciación funcional.

Auxinas.- Son las hormonas vegetales mejor conocidas. Se originan en los ápices de los tallos y en general regulan su crecimiento.

Cuando se corta el ápice de un tallo, la planta deja de crecer. La reposición del ápice sobre el tallo cortado, o de un bloque de agar sobre el cual se ha dejado reposar al ápice, permite que el crecimiento continúe (fig. 13-2). Un ápice colocado en forma invertida sobre el agar no tiene efecto, debido a que la hormona se desplaza en un solo sentido, alejándose del ápice, independiente de la orientación de