

SISTEMA NERVIOSO

En lo que se refiere a la comprensión del funcionamiento del sistema nervioso humano, debemos tener en cuenta al menos tres factores: El factor filogenético, es decir, el proceso a través del cual ha evolucionado el sistema nervioso a lo largo del tiempo para adaptarse a las características del medio y que ha conducido a, través de los cambios en la transmisión genética, a la constitución de la especie humana. Este proceso determina las posibilidades del ser humano en cuanto a la captación de estímulos y los procesos mediante las cuales se responde a ellos. El factor genético, es decir las características genéticas que diferencian a unos individuos de otros dentro de la misma especie y que son consecuencia de la variedad de combinaciones genéticas que se producen mediante la reproducción sexual. El factor ambiental, es decir, el medio ambiente externo, que determina el desarrollo de las características genéticas heredadas.

El factor filogenético.

El ser humano actual, *homo sapiens sapiens*, es el resultado de un proceso evolutivo que se inicia hace unos sesenta y cinco millones de años, con la aparición de los primeros primates, de los se separaron los homínidos (a los que pertenecen los orangutanes, gorilas, chimpancés, bonobos y los seres humanos). Los humanos se separaron de los chimpancés hace unos seis millones de años. Este proceso implicó la aparición de una serie de características que nos definen como especie, entre las que destacan las siguientes: El bipedismo y la posición erguida, que posibilitó la liberación de la mano y la fabricación de instrumentos, entre los que cabe destacar el fuego, que propicia la disminución de la mandíbula y la liberación de la caja craneana, lo que, a su vez, permite el aumento del volumen cerebral (encefalización) y con ello la posibilidad de desarrollar habilidades más complejas, como la comunicación mediante del lenguaje articulado, las relaciones sociales (cuidado de los hijos, familia) y la transmisión del conocimiento, que propicia la aparición de la cultura y la sustitución, al menos parcial del proceso de hominización por el proceso de humanización, con la consiguiente relajación de los instintos y su sustitución por el aprendizaje, que aumenta la capacidad adaptativa y la influencia ambiental.

El factor ontogenético: Las neuronas

Los seres humanos nos formamos a partir de una sola célula, llamada cigoto, que es el resultado de la unión de un espermatozoide con un óvulo y a partir de él se formará el embrión tras sucesivas divisiones celulares. Sobre esta célula, el cigoto, recae la ardua tarea encomendada por toda una historia de diferenciación celular, la tarea de generar todo un organismo completo, con tejidos que tendrán distintas funciones, cada uno de esos tejidos con un tipo de células específico. El cigoto comienza su división celular al día siguiente de la fecundación¹. A las 30 horas pasa a ser un “embrión de día 2” que ya

¹ Las primeras células procedentes del cigoto son denominadas células totipotenciales, por ser capaces de diferenciarse en todo tipo de células especializadas, de modo que de una célula totipotencial se puede obtener un organismo funcional. A medida que se diferencian restringen su potencial y se convierten en células pluripotenciales, que pueden desarrollarse en varios, pero ya no en todos los tipos celulares. De estas células ya no es posible obtener un organismo.

cuenta con unas cuatro células. En la semana doce de gestación, el embrión pasa a denominarse feto.

Neuronas y sinapsis

Todo individuo comienza siendo una sola célula. Esta célula original se divide y multiplica innumerables veces hasta que se constituyen los diversos órganos corporales.

En cada multiplicación las células cambian de estructura y función, desempeñando un papel determinante en las actividades corporales.

Aunque cada órgano corporal consta de muchos tipos de células, existe uno de ellos que atiende la función principal de ese órgano.

En el caso del sistema nervioso esta célula es la **neurona**, y su función consiste en enviar mensajes que se llaman **impulsos nerviosos**. Se las considera como las unidades esenciales del cerebro, ya que poseen una gran capacidad para almacenar, recuperar y utilizar información. Su número y su variación morfológica son inmensos. Así, el cerebro humano consta de aproximadamente un billón de células, de las cuales unos quince mil millones son neuronas (según algunos autores, su número rondaría los cien mil millones). Éstas se hallan concatenadas en grandes redes que recorren todo el Sistema Nervioso.

Las neuronas varían extraordinariamente de tamaño y de forma; sin embargo, en esencia todas las neuronas se componen de un **soma celular** y de **fibras**.

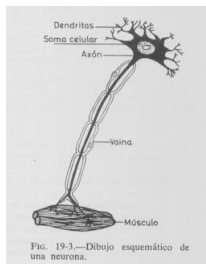


FIG. 19-3.—Dibujo esquemático de una neurona.

El soma celular contiene ciertas estructuras que le permiten vivir y funcionar normalmente. En él se encuentra el núcleo que contiene el ADN y el citoplasma, donde están las mitocondrias, cuya misión es suministrar energía a la célula, y los ribosomas, que son los que contienen el ARN.

En cuanto a las fibras, son de dos tipos: **dendritas**, estimuladas por las neuronas cercanas o por los estímulos físicos y **axones**, que envían impulsos nerviosos a las neuronas contiguas o a un efector, como p. ej., el músculo.

La longitud de las dendritas y los axones varía de unas células a otras.

Función:

La función más importante de una neurona es la conducción de impulsos nerviosos².

² Se trata de impulsos muy breves que atraviesan la fibra a una velocidad relativamente grande, que oscila entre 1 y 10 metros por segundo. Es importante reseñar que los impulsos nerviosos se transmiten en una sola dirección: la que va desde las dendritas hasta las terminales pasando por el axón. La velocidad de conducción del impulso es bastante elevada. Las que mayores velocidades desarrollan son las fibras nerviosas del sistema sensitivo motor, que tienen como misión recibir las sensaciones y emitir órdenes a los músculos. Su velocidad puede alcanzar más de 100 metros por segundo (360 kms./hora), aunque otras fibras nerviosas apenas pasen de 0,5 metros por segundo. Dichas velocidades son posibles gracias a una capa de mielina que recubre los axones neuronales, aislándolos entre sí. Esa capa es la que proporciona el color blanquecino a los nervios, que no son más que paquetes de axones.

Tales impulsos corresponden a reacciones químicas que se producen en la fibra, pero que implican indudablemente procesos electroquímicos.

Estas variaciones pueden quedar registradas en un voltímetro si los electrodos se colocan en la neurona y se envían a un amplificador adecuado.

El axón de gran parte de las fibras nerviosas está rodeado de mielina, cuya función principal es aumentar la velocidad y eficiencia de la transmisión de impulsos nerviosos (potenciales de acción) a lo largo del axón. Esto se logra al reducir la resistencia y la dispersión de la señal a lo largo del axón recubierto de mielina, lo que permite una transmisión más rápida y eficiente de los impulsos nerviosos. La enfermedad de la mielina, como la esclerosis múltiple, puede interferir en la capacidad de la mielina para cumplir esta función, lo que puede resultar en síntomas neurológicos.

La ley del todo o nada

Aunque muchos de los procesos neuronales aún permanecen en la oscuridad, hay otros que han sido explicados.

Se sabe, p. ej., que un estímulo produce una despolarización de la membrana nerviosa.

Si el estímulo es débil, el equilibrio se restablece rápidamente; pero si es intenso, lo que se crea es un impulso nervioso que recorre toda la fibra.

El impulso nervioso es, pues, un cambio de potencial que se desplaza a lo largo de toda una fibra. Se presenta o no, sin matices intermedios.

Los neurotransmisores

Una de las cuestiones mayormente investigada en la actualidad por la neurología y la psiquiatría es la de los mecanismos de síntesis y activación de los neurotransmisores, ya que una comprensión plena de ellos arrojaría luz sobre el funcionamiento de la mente, además de contribuir a la terapia y curación de las enfermedades psicológicas.

Hoy día se conocen alrededor de 50 neurotransmisores. Mediante estudios de las bases químicas de la conducta, se ha comprobado que muchos fármacos y drogas aumentan o inhiben la acción de estos transmisores. Así, por ejemplo, algunos antidepresivos refuerzan los efectos de la serotonina; igualmente, la cocaína facilita la actividad de algunos neurotransmisores como la dopamina, la cual se halla involucrada en ciertos mecanismos de la esquizofrenia; inhibiendo su acción, lo que se consigue mediante fármacos antipsicóticos, se alcanzan mejoras en los síntomas de alucinaciones, delirios o disgregación del pensamiento que caracterizan a los esquizofrénicos. La Psiquiatría, mediante la investigación farmacológica, espera desentrañar en un futuro cercano la complejidad de los neurotransmisores, puesto que ahí podría encontrarse una de las claves biológicas para la curación de muchas enfermedades mentales.

Cuando pasa por uno de los electrodos se produce una variación de voltaje en un sentido determinado, y cuando pasa por el segundo el voltímetro refleja otro cambio, pero en sentido opuesto. Esto dura aproximadamente una milésima de segundo.

Los fisiólogos han averiguado que la membrana de la fibra se halla polarizada normalmente: presenta un exceso de iones positivos (cationes) en la parte externa y de iones negativos (aniones) en la parte interna.

Eléctricamente se ha comprobado lo que podríamos denominar un potencial de reposo y que puede medirse colocando un electrodo en la parte externa de la membrana y otro en la parte interna de la fibra.

Lo que aparentemente ocurre, pues, en el impulso nervioso es que desaparece la polarización de la membrana haciendo que el potencial de reposo ascienda a cero o que incluso cambie de signo.

División funcional de las neuronas

Según sus diversas funciones, las neuronas se suelen dividir en:

- a) **Sensitivas** o aferentes, cuando trasladan los impulsos únicamente en dirección al cerebro o a la médula espinal.
- b) **Motoras** o eferentes, cuando realizan la función contraria, es decir, transmitir impulsos desde el cerebro o la médula hasta los músculos y glándulas.
- c) **Interneuronas**, si su misión es realizar funciones de enlace entre las sensitivas y las motoras.

Conexiones sinápticas

Si ya sabemos que los impulsos nerviosos pasan a través de las fibras, es natural que nos preguntemos de dónde proceden estos impulsos y a dónde van.

Los impulsos nerviosos se originan en los receptores de los distintos sentidos,

Algunos receptores, como los conos y bastones de la retina, las células ciliadas del olfato y las terminaciones nerviosas de la piel y los sentidos profundos pueden considerarse como neuronas especializadas. En ellas, un estímulo externo provoca directamente un impulso.

Los receptores de algunos otros sentidos no son neuronas, pero se relacionan con ellas.

Cuando un estímulo incide sobre ellos envían excitaciones a las neuronas circundantes. En cualquier caso, directa o indirectamente. La neurona que conduce el impulso se denomina neurona sensorial.

Al extremo de cada neurona sensorial el impulso tropieza con un vacío que no puede atravesar. Este vacío, que señala el final de una neurona y el comienzo de la siguiente, se denomina **sinapsis**.

Aunque un impulso no puede cruzar esta sinapsis, su campo eléctrico atraviesa el vacío lo suficientemente bien como para estimular la neurona adyacente e iniciar un nuevo impulso en su fibra. Por eso, se descarga un nuevo impulso en la sinapsis donde se produce la contigüidad de los extremos de dos neuronas.

(En su mayor parte, las neuronas sensoriales establecen una conexión directa entre un órgano de los sentidos y el S.N.C., contenido en la columna vertebral y el cráneo. Por tanto, las sinapsis se establecen dentro del mismo sistema nervioso central. En algunos casos, p. ej., en el ojo, dentro de la misma retina, se establecen distintas sinapsis, y por ello la neurona que empalma con el S. N. C. es la tercera o la cuarta de la cadena.

Ya dentro del S.N.C. existen distintas posibilidades de estructuración.

En unos pocos casos atípicos las neuronas sensoriales establecen directamente sinapsis con una motora, que envía una fibra a los músculos o glándulas

Es más frecuente, sin embargo, que existan una o más neuronas intercalares, denominadas neuronas de asociación.

Podemos, por tanto, considerar la disposición completa más sencilla para una respuesta a un estímulo como una interconexión entre una neurona sensorial, una neurona de asociación y otra motora. Es lo que se denomina el **arco reflejo sencillo**, origen de algunos de los reflejos más elementales.

El arco reflejo, sin embargo, no es típico, ya que las conexiones sinápticas son casi siempre más complicadas. Es frecuente que varias neuronas sensoriales establezcan sinapsis con una neurona de asociación. Esto significa que las neuronas de asociación poseen con frecuencia campos receptivos relativamente amplios, que reciben impulsos de muchos receptores en un órgano sensorial.

Las neuronas de asociación, además, pueden entrelazarse para formar circuitos nerviosos recurrentes. En esta estructuración los impulsos proceden, sin necesidad de que los pongan en marcha ciertas estimulaciones sensoriales, de una manera continua, es decir que, una vez iniciado el impulso, continúa durante un tiempo indefinido.

Métodos de estudio

El problema general de la psicofisiología estriba en relacionar las estructuras y las funciones del cuerpo con los resultados de la conducta.

Para cumplir este propósito tiene que combinar varios métodos de estudio: los del anatomista, los del psicólogo y los del fisiólogo.

Los más importantes del fisiólogo son:

A) Métodos neuroanatómicos: El neuronatista ha de descubrir la urdimbre del sistema nervioso, y para ello tiene que distinguir los trayectos de los núcleos, descubriendo las conexiones que existen entre ellos.

- A simple vista podemos hacernos una idea de cómo se hallan dispuestas esas estructuras.

Las fibras son de color blanco y los centros de color gris.

- Pero esta distinción cromática no nos sirve para establecer la estructura fina del sistema nervioso. Por eso se tiene que recurrir a **tinciones** que afectan de una manera específica, bien a los somas celulares de las neuronas, bien a las capas de mielina de las fibras.
- Frecuentemente se suele añadir al método de la tinción el de **degeneración walleriana**: Cuando se corta una fibra se produce una degeneración ascendente, con lo que nos es posible seguir su trayecto hasta llegar al soma que le dio origen. Por eso, si cortamos un haz de fibras y observamos las neuronas que han degenerado podemos establecer una relación entre los núcleos y las fibras.

Las neuronas periféricas no suelen, sin embargo, degenerar, como en el caso de las neuronas centrales. Todavía se desconoce la causa de esta diferencia, pero es útil para estudiar el sistema nervioso.

B) Lesiones cerebrales.

- El más apropiado cuando se trata de áreas muy amplias y fácilmente accesibles, consiste **destrucción** de áreas nerviosas mediante la extirpación o la simple escisión con el bisturí. Se extrae una determinada área de la corteza cerebral, del tálamo, etc., o se secciona un nervio o un haz y se mide la capacidad de un animal, antes y después de la operación, para ejecutar una tarea determinada, tal como la discriminación visual. Los resultados que se obtienen dependen a menudo de la perfección con que se haya extirpado exactamente el área escogida. Esto no es frecuente saberlo cuando se está operando, por lo que es necesario sacrificar al

animal al final del experimento, preparar secciones microscópicas del sistema nervioso, teñirlas y controlar exactamente las áreas que han sido destruidas. Esto es imposible en el caso de que se trate de áreas profundas y relativamente pequeñas. Entonces hay que recurrir a las

- **Lesiones electrolíticas.** Consiste este método en hundir un fino alambre o aguja, que se halla aislada en toda su extensión salvo en la punta. Al pasar una corriente por este hilo se destruye la zona que rodea su punta. La magnitud de la zona herida se puede determinar por la intensidad de la corriente utilizada, la duración de la corriente, etc.

C) **Registro eléctrico:** Es posible registrar los impulsos nerviosos en las fibras neuronales mediante electrodos y un sistema de amplificación.

También es posible registrar trastornos de una longitud mayor. Estos trastornos, denominados **alteraciones potenciales**, pueden consistir en un gran número de impulsos nerviosos (potenciales en espiga), que se disparan al mismo tiempo y en el mismo lugar.

Pueden consistir, además, en variaciones rítmicas relativamente lentas en los potenciales de reposo de un amplio grupo de neuronas.

En cualquier caso, el registro de los potenciales se ha utilizado para obtener ciertas informaciones útiles sobre las funciones del sistema nervioso.

En general, tenemos que distinguir tres niveles o grados de finura en el registro:

ELECTROENCEFALOGRAMA. Es el método más tosco de registro que puede realizarse sobre un animal intacto o un ser humano.

Para obtener un EEG, el investigador aplica firmemente dos electrodos al pericráneo; se amplía convenientemente la potencia de los electrodos y se registra sobre una banda.

La posición de los electrodos establece ciertas diferencias, pues algunos de los potenciales registrados en el EEG son mucho más fuertes en unas áreas del cerebro que en otras.

Con un emplazamiento adecuado pueden registrarse los cambios mayores, llamados **ondas cerebrales**. La frecuencia y amplitud de esas ondas varía de acuerdo con ciertos factores y está ligada de algún modo a lo que el sujeto está haciendo (excitación, relajamiento, somnolencia, sueño, sueño profundo, etc.).

POTENCIALES DE ACCION. Un método más refinado consiste en colocar los electrodos directamente sobre la parte del sistema nervioso que se está estudiando.

En este caso se suele situar un electrodo en la parte que interesa estudiar, y el segundo en un área neutra del cuerpo.

El primer electrodo, o electrodo activo, registra, pues, las variaciones de potencial eléctrico en la región en la que se ha insertado. Se puede utilizar para señalar la presencia de actividad en esa zona.

En ausencia de estímulo, la diferencia de potencial entre el interior y el exterior de una neurona es negativa y estable y se denomina **potencial de reposo**. Esta diferencia de potencial está generada por determinados iones que son diferentes en el interior y en el exterior debido a una permeabilidad selectiva de la membrana de la célula. Ocurre en todo tipo de células. La membrana ofrece una resistencia al flujo de corriente, pero permite el paso de determinados iones y no de otros debido a su tamaño. Sin embargo,

también contiene ciertos canales activos que pueden abrirse en respuesta a un determinado estímulo (como la presencia de neurotransmisores, energías específicas como la luz o el sonido, una tensión mecánica, etc.) y permitir el paso de un tipo de iones (Na^+) al interior de la célula, produciendo una despolarización de la membrana que, al llegar al máximo, abre nuevos canales para permitir la salida de K^- y cierra la entrada de Na^+ , provocando una caída de potencial.

El registro eléctrico sirve, pues, para obtener un mapa del sistema nervioso. Se puede, p. ej., colocar un electrodo en la corteza cerebral y emitir distintos sonidos. Al determinar qué zonas de la corteza cerebral entran en actividad ante cada uno de estos sonidos, cabe establecer los límites del área auditiva de la corteza.

El método ha sido refinado hasta tal punto que actualmente sabemos qué puntos de la corteza responden a cada frecuencia tonal.

MICROELECTRODOS. Es la técnica más refinada. Utiliza unos electrodos tan finos que su punta no es mucho mayor que un solo cuerpo celular. Con ello nos es posible registrar las actividades de cada una de las unidades del sistema nervioso.

Se suelen recoger, en realidad, los potenciales eléctricos de varias neuronas, pero la ley del todo o nada nos permite reconocer los potenciales correspondientes a cada neurona. Podemos, pues, trazar un mapa topográfico del S.N. en el que se muestra su estructura fina.

Los microelectrodos tradicionales están formados por un alambre fino de plata. En la actualidad se usan micro capilares de vidrio rellenos de una solución electrolítica.

D) Métodos de estimulación

Los electrodos no sólo sirven para registrar la actividad del sistema nervioso, sino también para estimularla. Los mismos electrodos pueden cumplir ambas funciones, pero lo más corriente es que se utilice uno para estimular y otro situado en un sitio diferente, para detectar la actividad eléctrica. De esta forma es posible registrar dicha actividad en cada uno de los puntos del sistema nervioso.

El estímulo que se utiliza es una descarga eléctrica o una serie de descargas.

Probablemente, la utilización más antigua de este método consiste en la excitación de las llamadas áreas motoras de la corteza. En efecto, se demostró con este método que dichas áreas, al ser estimuladas, determinaban una serie de movimientos, puesto que sirven como centros motores a una serie de músculos.

Se pudo, pues, construir un mapa de los centros que controlaban cada grupo de músculos.

En años recientes, este método se ha empleado en sujetos humanos conscientes para explorar las áreas de la corteza relacionadas con la sensación y la memoria.

Esto se realiza, por supuesto, solo cuando se opera a un paciente por alguna otra razón; p. ej., en el caso de que se intente extirpar un tumor cerebral. Se abre el cráneo bajo anestesia local, lo que, al mismo tiempo que impide el dolor conserva íntegra la capacidad mental del sujeto. Entonces se emplean los electrodos para estimular diversos puntos de la corteza, al tiempo que el paciente informa qué es lo que experimenta.

Este método proporciona una información considerable sobre las funciones de la corteza cerebral, y a la vez permite al cirujano extirpar un tumor sin exponer a lesiones las áreas más relacionadas con la experiencia sensorial y la memoria.

Se ha elaborado un método de implantación permanente de electrodos estimulantes. Consiste en dejar implantada en el cerebro una aguja muy fina que se halla conectada con un cable eléctrico. Cuando el investigador desea estimular el lugar en donde está la punta del electrodo, le basta con conectar el cable a un estimulador.

Este método se emplea actualmente en el estudio de las porciones profundas del cerebro.

El estímulo puede controlarse por el científico o por el propio sujeto; incluso en algunas ocasiones el impulso se experimenta como algo placentero, tanto en el caso de sujetos humanos como en el de animales. Entonces, el sujeto no tiene más que cerrar el circuito para que se produzca el estímulo. (Olds, 1.956) Así, por ejemplo, personas a las que se les estimuló ciertos puntos del hipotálamo lateral sintieron un placer semejante al orgasmo sexual.

Aunque el método de la estimulación local generalmente hace uso de la corriente eléctrica, cabe también emplear **estímulos químicos**. En este caso, el método consiste en introducir una finísima pipeta en un área cerebral. Por el extremo exterior de la pipeta se introducen sustancias químicas en disolución.

Se ha empleado este método con gran éxito en experimentos sobre el mecanismo de motivación de la sed.

LA ORGANIZACION GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso es, a la par, un prodigio de complejidad y orden, tanto en sus estructuras específicas como en su topografía o geografía general.

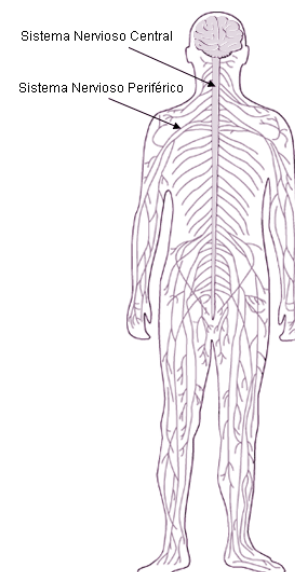
A un nivel global, que es en el que vamos a movernos en este apartado, hay que señalar ante todo la existencia de dos grandes estructuras, denominadas respectivamente SISTEMA NERVIOSO **CENTRAL** y SISTEMA NERVIOSO **PERIFÉRICO**.

S.N.C. comprende toda la masa nerviosa albergada dentro de la cavidad craneal y de la columna vertebral. Comprende, por tanto, el **encéfalo**, que abarca no sólo los grandes **hemisferios** que forman el cerebro, sino también el **cerebelo** y el **tronco del encéfalo**, cuya prolongación constituye la **médula espinal**, que es la parte inferior, del sistema.

El resto, es decir, todo lo que queda fuera de ese estuche óseo, constituye el S.N.P.

El **S.N.P.** comprende todos los **nervios sensoriales** (fibras nerviosas sensoriales) y **motores**, más algunos que quedan fuera del S.N.C. al que suministran información y del que la reciben.

Las fibras sensoriales o **aferentes** del S.N.P. transmiten señales procedentes de los sentidos externos e internos que entran en el S.N.C. bien en la médula o bien directamente en el encefálico,



Las fibras **eferentes** o motoras del S.N.P. salen, en cambio, del S.N.C. para inervar los músculos o glándulas del organismo.

La mayoría de estos nervios periféricos son mixtos, es decir, contienen fibras sensoriales y motoras, aun cuando algunos, como parte de los nervios craneales, sean solamente motores o sensoriales.

Dentro del S.N.P. es posible efectuar dos subdivisiones: el **sistema autónomo**, que está formado por dos series de ganglios dispuestos a los lados de la columna vertebral, es el regulador de las funciones **vegetativas** (como la digestión la circulación, sudoración, etc.) y **emocionales**, cuyo decurso es relativamente independiente de la actividad voluntaria.

El **sistema somático**, que regula los aspectos ejecutivos de la vida de relación con el medio exterior.

(Bien entendido que ni la relación con el medio exterior ni la vida vegetativa y emocional dependen exclusivamente del S.N.P.).

En definitiva, básicamente el sistema nervioso humano se halla estructurado en tres grandes regiones, cada una con un cometido primordial:

- 1.- Un sistema nervioso central, cuya misión es marcadamente integradora.
- 2.- Un sistema nervioso periférico (somático), cuyo contenido es principalmente de relación con el mundo exterior,
- 3.- Un sistema nervioso autónomo, asimismo periférico, que regula la actividad visceral.

El ENCEFALO (o cerebro)

De las dos partes principales del S.N.C. (encéfalo y médula) el encéfalo es el más interesante porque desempeña la función central en todas las actividades complejas: el aprendizaje, el pensamiento, la percepción, etc.

El papel que desempeña en este proceso lo veremos más adelante; para comprenderlo debemos bosquejar la estructura general del encéfalo.

Pesa alrededor de 1.400 grs. y se distinguen tres grandes estructuras:

1) El cerebro **posterior** o **metencéfalo**, que incluye el **cerebelo** y el **bulbo raquídeo** (o **tronco**). El cerebelo es un centro (no el único) de coordinación motora, hace que nuestros movimientos posean flexibilidad y exactitud. Es un órgano esencial para el mantenimiento de la postura y del equilibrio.

El bulbo contiene centros muy importantes que controlan la respiración y el ritmo cardíaco, pero también interviene en la transmisión de impulsos sensoriales hacia el cerebro medio y el anterior.

2) El cerebro **medio** o **mesencéfalo** es una especie de puente que conecta entre sí el cerebro anterior y el posterior e incluye. por lo tanto, gran número de **haces ascendentes** y **descendentes**, pero posee también centros importantes para la visión y la audición

3) El cerebro **anterior** o **prosencefalo** es la parte superior del cerebro. Aunque de desarrollo lento en el reino animal, terminó siendo la parte más compleja del cerebro en el hombre y en los antropoides.

Su volumen es mucho mayor que el de las otras dos porciones del cerebro.

Muchas de las partes del cerebro anterior actúan en la conducta compleja, pero sólo consideraremos cuatro grupos principales:

- La **corteza cerebral**
- El **tálamo**.
- Un grupo formado por tres estructuras íntimamente relacionadas entre sí y que se denominan **hipotálamo, septum y amígdala**.
- Sistema reticular activante**, que es exterior al cerebro anterior y recorre el cerebro medio y el posterior.

CORTEZA CEREBRAL

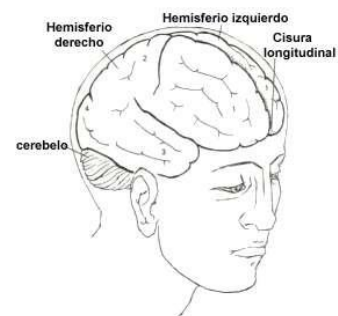
Una vista exterior del cerebro humano presenta más la corteza cerebral que las restantes estructuras, ya que la corteza circunda a casi todo el cerebro anterior y medio.

Es como un traje arrugado que posee sus cordilleras y sus valles.

A estas cordilleras se le denominan **circunvoluciones**, y a los valles **surcos y cisuras**.

Se utilizan las cisuras más grandes para dividir el cerebro en varios lóbulos.

A lo largo de la línea media existe una cisura que se llama **cisura longitudinal** y que divide al cerebro en dos mitades denominadas **hemisferios** (derecho e izquierdo, unidos por el **cuerpo calloso**)

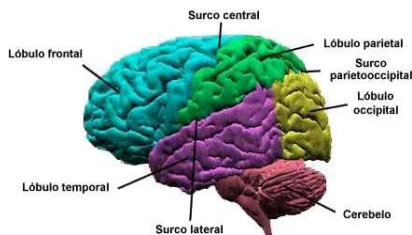


El **surco central o cisura de Rolando** divide a cada mitad en otras dos porciones. La porción situada por delante de ella se

denomina **lóbulo frontal**.

Por, detrás del surco central se halla el **lóbulo parietal**.

Y todavía más hacia atrás el **lóbulo occipital**. Finalmente, en cada hemisferio existe un surco lateral o **cisura de Silvio**. La corteza situada por debajo de él forma el **lóbulo temporal**.



FUNCIONES DEL SISTEMA NERVIOSO

Mecanismos sensomotores.

Las vías motores y sensoriales del sistema nervioso son relativamente fáciles de determinar mediante métodos neuroanatómicos.

Han sido objeto de más investigaciones que cualquiera otra región, por lo que sus funciones son bastante conocidas.

La mayor parte de la corteza humana es independiente de estas funciones, mientras que en los animales ocupan una parte relativamente más amplia. Esto explicaría la mayor capacidad por parte del hombre para realizar actividades complejas tales como las del aprendizaje y el pensamiento.

Las dos áreas más importantes para las funciones motoras son el área **motora** y la



premotora, situadas delante de la cisura de Rolando.

Diversos experimentos muestran que el área motora es la zona ejecutiva de la corteza. Gracias a ella es posible ejecutar distintas formas de movimiento.

En esta área existen unas neuronas motoras que envían fibras a otras situadas en el cerebelo y en la médula, que activan los músculos.

Así, podemos hablar de una conexión bineuronal entre el área motora y la musculatura periférica.

En dos clases de experimentos se ha demostrado que esta conexión es esencial para la ejecución de movimientos coordinados.

Uno de ellos consiste en la estimulación eléctrica del área motora. Un estímulo eléctrico aplicado a esta zona en un ser humano consciente o en un animal bajo ligera anestesia produce una serie de movimientos, cuya localización y forma dependen del punto estimulado.

En la parte superior del área y alrededor de la cisura longitudinal, un estímulo producirá movimientos las piernas, y si se aplica algo lateralmente, de los músculos del tronco.

Cuando se estimulan porciones algo más inferiores, se ponen en movimiento los brazos y las manos.

Finalmente, en la zona más inferior de esta área y ya en la proximidad de la cisura de Silvio, lo que se producen son movimientos de la cara y de la boca.

Las áreas relacionadas con los movimientos del tronco y de las piernas son relativamente pequeñas; las correspondientes a la mano son bastante más amplias, y, finalmente, los correspondientes a la boca y a la cara son extraordinariamente grandes.

Otro tipo de experimento consiste en la extirpación de algunas porciones del área motora. Esta extirpación a veces se hace imprescindible cuando se trata de la exéresis de un tumor (también se pueden producir hemorragias locales).

El resultado es la parálisis. Si queda afectada toda la mitad del área motora, la parálisis invade la mitad opuesta del cuerpo, ya que las fibras se cruzan- en su descenso.

Si sólo se destruye una parte del área motora, se produce una parálisis parcial de la porción correspondiente del cuerpo.

La otra área que posee funciones motoras es la premotora. Ésta forma parte de un sistema complejo, en el que intervienen el cerebelo y los centros subcorticales del cerebro anterior.

Sus funciones son, por tanto, difíciles de describir.

Hablando en términos generales, regula la **tensión** y la **postura** de distintas partes del cuerpo y facilita los movimientos específicos bajo el control del área motora.

Si el área premotora es lesionada, los movimientos se hacen torpes. Parece que el individuo desea ejecutarlos, pero que le es difícil hacerlo bien. La tensión continua de sus músculos extensores impide que se realicen los movimientos de una manera flexible y precisa.

Dentro y fuera de la corteza existen otras áreas que intervienen en las funciones motoras, pero no interesan al psicólogo.

Centros y vías sensoriales

La visión, la audición, el gusto y el olfato se localizan en la cabeza. Es de esperar, pues, que sus nervios, centros y vías se hallen en el cerebro y no tengan correspondencia con la médula.

Efectivamente, el nervio olfativo proviene de las fosas nasales y pasa directamente a la base de la corteza cerebral.

El nervio óptico emerge del punto ciego de la retina, atraviesa la cuenca del ojo y termina en el tálamo.

El nervio auditivo y los del gusto terminan en el cerebro posterior, pero desde allí envían impulsos hacia el cerebro medio y el tálamo, desde donde, finalmente, son proyectados a la corteza cerebral.

Esto no se aplica por entero a los sentidos somestésicos (sentidos cutáneos de la presión, del dolor, del calor y el frío y los factores cinestésicos). Algunos de los nervios que realizan estas funciones y que inervan la cabeza se introducen directamente en el cerebro posterior, pero los restantes hacen empalme en la médula espinal.

Todos los sentidos, excepto el olfato, poseen una estación de empalme en el tálamo. Del tálamo se mandan los impulsos a la corteza cerebral, donde volvemos a observar su separación en tres grupos principales:

Justamente detrás de la cisura de Rolando existe un área para la somestesia y el gusto.

En la parte posterior de la corteza, en el lóbulo occipital, se halla un área para la visión.

Finalmente, en la porción superior del lóbulo temporal, esto es, en el suelo de la cisura de Silvio, se halla el área de la audición.

El método de estimulación ha sido utilizado en sujetos humanos, cuyos cerebros habían sido expuestos a una anestesia local. Al aplicarle un estímulo eléctrico, el sujeto indica qué experiencia vive en ese momento (Penfield, 1.950)

El sujeto informa sobre las sensaciones de calor o presión cuando se estimula su corteza somestésica; las experiencias visuales cuando interviene la corteza visual, y varios sonidos cuando el lugar de la estimulación es su corteza auditiva.

Es interesante, sin embargo, poner de relieve que nunca experimenta dolor cuando se estimulan sus áreas somestésicas, sino solamente cuando interviene el tálamo. Parece, pues, obvio que las fibras del sistema somestésico especializadas en la sensación de dolor no pasan del tálamo y, por tanto, no alcanzan la corteza cerebral.

Otro método de estudio se basa en la destrucción de un determinado centro, debiéndose examinar la capacidad sensorial del sujeto antes y después de la destrucción.

Por supuesto, ese método sólo se utiliza con animales, aunque algunas veces se pone en práctica sobre seres humanos, cuando es necesaria la extirpación o cuando se produce un trauma accidental.

En general, los experimentos de este tipo muestran que la corteza cerebral se relaciona con los aspectos espaciales de la percepción, mientras que los centros subcorticales intervienen más para determinar la intensidad de la experiencia (por supuesto, esto es una conclusión general, no válida en detalle).

La visión es, probablemente, el mejor ejemplo de esta regla general. En todos los animales que han sido estudiados, la corteza visual primaria, es necesaria para percibir estructuras y detalles visuales:

Si se extirpa esta área cortical, el animal no podrá distinguir un triángulo de un círculo, o unas líneas verticales de otras horizontales.

Este mismo animal podrá reaccionar, sin embargo, a una luz que se enciende y se apaga.

La capacidad para experimentar la intensidad, en cuanto distinta de los detalles espaciales, corresponde, por tanto, a los centros subcorticales (situados probablemente en el cerebro medio) y no a la corteza visual.

TALAMO.

El tálamo yace precisamente por encima del cerebro medio, circunscrito por la corteza y otras estructuras del cerebro anterior.

Se le puede considerar una especie de estación de empalme. Los estímulos procedentes de la médula, del cerebro posterior y del medio sinapsan en el tálamo.

En el caso del nervio óptico, la sinapsis es directa, pero en general los centros talámicos retransmiten los impulsos a diversas partes de la corteza cerebral.

SISTEMA RETICULAR ACTIVANTE.

Su función es paralela a la del tálamo.

Es, efectivamente, una estación sensorial de empalme que se intercala en el camino hacia la corteza cerebral.

Está situado debajo del cerebro medio, al lado del bulbo raquídeo.

La diferencia entre el tálamo y el SRA radica en que el tálamo es una estación de empalme directa para la corteza cerebral y su proyección es totalmente específica. Los impulsos visuales, p. ej., alcanzan un centro óptico del tálamo y son transmitidos al área visual de la corteza. Esto sucede también con la audición y los órganos sensoriales inferiores, que poseen áreas de proyección en la corteza cerebral.

Esto no ocurre, sin embargo, con el SRA, que es relativamente difuso. Recibe impulsos de los sistemas sensoriales, pero dentro del mismo sistema nervioso, al ascender las fibras correspondientes hacia el tálamo.

Envía impulsos a la corteza cerebral, pero a una porción relativamente amplia de ella. No separa entre sí los impulsos que recibe (aunque la mayor parte de los impulsos visuales son enviados al área óptica de la corteza cerebral).

Se trata más bien de un sistema activador general de la corteza, y de ahí su nombre.

Una parte del SRA envía impulsos sensoriales a la corteza cerebral y se denomina SR Ascendente. El descendente envía impulsos a la médula.

Además, la corteza cerebral también envía impulsos al SRA, por lo que ambos forman un sistema cerrado en el que el SRA estimula al cerebro y éste, a su vez, estimula al SRA.

Consideraremos más adelante el papel que desempeña el SRA en el sueño y en el estado de vigilia.

HIPOTÁLAMO, SEPTUM y AMIGDALA.

Son tres estructuras que poseen gran importancia en la emoción y la conducta motivada.

El hipotálamo está situado por debajo del tálamo, en una oquedad que se halla en la base del cráneo, de tal forma que un cirujano puede alcanzarlo a través del techo de la boca. Es de pequeño tamaño, apenas más grande que un cacahuete, pero ejerce un gran número de funciones importantísimas.

El septum, que es también una estructura pequeña, reside en la parte frontal y superior del hipotálamo.

La amígdala yace por detrás y algo al lado del hipotálamo.

Las tres estructuras se repiten en cada hemisferio, pero el septum y el hipotálamo, al hallarse en la línea media se fusionan con los del hemisferio opuesto. En todo caso, los núcleos siempre se presentan en parejas, como tantas estructuras corporales

No se conoce la relación exacta entre estas estructuras. Se cree que existen entre ellas conexiones directas e indirectas. Pero parece ser que el septum y la amígdala envían fibras al hipotálamo.

Las que provienen del septum son de tipo inhibitorio, todo lo contrario que las que proceden de la amígdala. En resumen, el septum inhibe el hipotálamo y, en cambio, la amígdala lo activa.

MOTIVACIÓN y EMOCIÓN

Lo que hemos dicho acerca de los mecanismos sensoriales y motores es algo ya conocido desde hace bastante tiempo, no ocurre lo mismo con los mecanismos que intervienen en la motivación y la emoción. Sin embargo, recientemente, una serie de hallazgos han revelado numerosos detalles sobre los mecanismos hipotalámicos, así como sobre la participación de otros centros y vías, hasta ahora insospechados.

Sueño y vigilia.

El sueño es una necesidad fisiológica. Es necesario para la recuperación de energía. Muchos animales, como los domésticos, el hombre y los pájaros, necesitan un largo período de sueño diario. La rata, el gato, y los niños alternan cortos períodos de sueño con otros de actividad.

En cualquier caso, sean tales períodos largos o cortos, se adaptan a un ciclo o ritmo determinado.

La pregunta que ha intrigado a los científicos es la siguiente: ¿Qué explican estos ciclos de sueño y de vigilia?

Se dan dos posibilidades firmes: Una de ellas es que, existan centros en el cerebro que controlen el sueño y vigilia; la otra es que estimulación sensorial procedente del medio ambiente y de los órganos de los sentidos pueda controlar o influir sobre el sueño.

Centros de sueño y de vigilia.

Esta posibilidad fue algo que se sospechó hace bastantes años ante ciertos pacientes que presentaban una tendencia patológica hacia el sueño.

En algunos de estos pacientes se encontraron tumores o afecciones en el hipotálamo

La atención de los científicos se dirigió a esta porción y, efectivamente, se observó que destruyendo un centro relativamente pequeño del hipotálamo se producía una marcada somnolencia en los animales afectados,

Los monos, por ejemplo, permanecían durmiendo de 4 a 8 días seguidos y varios meses después seguían soñolientos (Ranson, 1.939). Estos monos podían ser despertados por ruidos u otros estímulos intensos, pero cuando se les dejaba solos volvían a dormirse.

Se han obtenido resultados semejantes en otros animales, por lo que no cabe duda de la existencia de este centro en la mayoría de los animales. Como su destrucción produce somnolencia, se presume que mantiene al animal alerta cuando funciona normalmente. Por ello recibe el nombre de **centro de la vigilia**.

Un investigador se planteó entonces la existencia de un centro del sueño (Nanta, 1.946). Mediante lesiones localizadas del hipotálamo se demostró que existe este centro y que se halla situado a cierta distancia del anterior.

Su destrucción, según Nanta estableció, mantiene a un animal (la rata) en vela. Los animales pueden comer, beber realizar todas sus actividades normales, pero son incapaces de dormir. Permanecen varios días en estado de actividad hasta, que se sienten exhaustos, caen en coma y mueren.

En otros experimentos este investigador destruyó tanto el centro de la vigilia como el del sueño, observándose como resultado una cierta somnolencia, igual que cuando sólo se destruía el centro de la vigilia.

A partir de este experimento podemos concluir que el centro de la vigilia tiende a ser el dominante y que el sueño resulta de una inhibición temporal del centro de la vigilia

Sistema reticular activante.

Pero estas conclusiones no bastan para explicar el sueño y la vigilia. También interviene el SRA, pero primero nos referiremos al electroencefalograma, ya que se ha demostrado que el EEG se relaciona con el estado de vigilia de un sujeto.

El EEG característico de una persona normal, relajada y despierta, se compone de ondas alfa, de aproximadamente 10 ciclos por segundo.

Este perfil desaparece cuando el sujeto percibe un sonido o una luz, pero también cuando se halla angustiado.

Entonces aparecen unas ondas rápidas e irregulares (ondas beta).

El ritmo alfa desaparece también cuando el sujeto se duerme. Al principio, las ondas devienen más lentas y amplias, pero al profundizar el sueño las ondas aumentan en tamaño y terminan siendo muy lentas e irregulares.

Estos cambios sirven para determinar si una persona se halla soñolienta o en un sueño profundo.

Se relacionan, además, con el SRA, lo que se ha demostrado en el siguiente experimento (1.949):

Los investigadores estaban explorando los efectos de una estimulación eléctrica en el cerebro colocando electrodos en diversas posiciones y observando los efectos de la estimulación.

Quedaron sorprendidos al observar que la estimulación del SRA causaba dos efectos:

- Despertaba a un gato que se hallaba dormido o soñoliento.

- Ponía en estado de alerta a otro que se hallaba despierto.
- Alteraba el EEG, produciendo las mismas variaciones en éste que las que acompañan al estado de vigilia.

Parecía, pues, que el SRA intervenía directamente en el mecanismo del sueño y la vigilia.

Las investigaciones posteriores añadieron una serie de datos suplementarios. Uno de ellos consistía en que los impulsos sensoriales que se acercaban a la corteza cerebral podían registrarse también en el SRA.

Esto, unido al hecho de que la estimulación del SRA producía cierta actividad en la corteza cerebral, demostró que aquél era una estación de empalme aparte para los impulsos sensoriales.

Los investigadores observaron que la estimulación de la corteza cerebral producía cierta actividad en el SRA, demostrándose de esa manera que existía un circuito cerrado entre éste y la corteza.

Realizaron otros experimentos utilizando el método de extirpación: (Lindsley, 1.950)

Los investigadores seccionaron las vías sensoriales ascendentes, dejando intactas aquéllas que procedían del SRA hacia la corteza, y observaron que esta operación no causaba efecto alguno sobre los perfiles de sueño y de vigilia del gato.

El EEG, unido a la observación, indicaba un estado de vigilia; por el contrario, cuando se lesionaba el SRA, el gato se dormía durante largos períodos de tiempo.

La profundidad de su soñolencia dependía del nivel a que se había seccionado el SRA. Si el corte era relativamente alto (próximo a la conjunción del cerebro medio con el hipotálamo), bloqueándose prácticamente casi todos los impulsos provenientes del SRA en dirección a la corteza cerebral, la somnolencia era muy intensa.

Si el corte era más bajo, con lo que parte del SRA quedaba vinculado a la corteza, la soñolencia era relativamente leve.

Todavía no se sabe con claridad hasta qué punto se relaciona el SRA con los centros del sueño y de la vigilia; pero, por supuesto, esta relación debe ser estrecha.

Está claro, sin embargo, que el SRA representa un mecanismo básico de activación para el cerebro. Sin su activación de la corteza, un individuo permanece soñoliento y, aunque ciertos impulsos sensoriales alcancen la corteza por vía talámica, no son capaces de impresionarla.

Esto es lo que ocurre en el sueño.

El SRA determina, pues, el estado general del sueño o de vigilia del organismo.

Emoción.

El hipotálamo es un área relativamente pequeña, pero ejerce una influencia mucho mayor de la que cabría suponer por su tamaño. Cuando estudiamos la emoción o cualquier conducta motivada no hacemos más que tropezarnos con el influjo de esta pequeña estructura.

Hipotálamo:

La función del hipotálamo en la emoción fue establecida por experimentos ahora clásicos (Cannon, 1.927; Bard, 1.928)

Utilizando gatos como animales de experimentación se realizó una serie de secciones a través del cerebro anterior cortando siempre cada vez más hasta separar todo el cerebro anterior del medio y posterior.

En cada sujeto sólo se realizó una sección a un determinado nivel.

Se examinó a cada animal antes y después de la operación.

En lo que concernía a su capacidad para sentirse encolerizado ante la presencia de un perro, al pellizcarle la cola, soplar un cuerno de caza, etc., la conducta característica de los gatos furiosos incluye el gruñido, el bufido, morder, sacar las uñas, etc.

Los investigadores observaron que esta conducta aparecía sólo en aquellos animales en donde el hipotálamo permanecía intacto. Cuando éste era eliminado por la intervención quirúrgica, permaneciendo sólo el cerebro medio y el cerebro posterior, desaparecía la respuesta.

Los sujetos, a veces, desplegaban una conducta emotiva, como el gruñido, el bufido, o el erizado de los pelos; pero en general, desaparecía, la secuencia representativa de la cólera.

Los investigadores concluyeron, pues, que el **hipotálamo es el área que estructura, por lo pronto, los elementos que componen la conducta de la cólera.**

Sin embargo, en ocasiones pueden inducirse respuestas de rabia sobre animales carentes de los centros hipotalámicos cruciales. Al parecer, pues, no es el hipotálamo el único centro organizador para la emoción. Otros participan en la misma tarea.

Septum y amígdala:

Su papel en la emoción ha sido estudiado produciendo lesiones en ellos y observando los efectos sobre, la conducta.

La mayor parte de los experimentos de este tipo se han realizado en ratas y gatos y pueden resumirse de la manera siguiente (King, 1958):

Se elaboró una escala para calificar la emotividad de una rata. Consistía en puntuar el grado de emotividad de la rata cuándo se sometía ciertas situaciones tipificadas, tales como cuando se las apuntaba con un lápiz.

Se realizaron calificaciones antes y después de la operación y en uno de los grupos (el de control) no se efectuó ninguna operación quirúrgica.

En un grupo se lesionaron los núcleos amigdaloides y en otro se produjeron lesiones en la región septal. Todas las lesiones se realizaron bilateralmente, teniendo en cuenta la estructura simétrica de las parejas.

Las lesiones en la región septal producían un incremento de la ferocidad. Animales antes mansos tenían que ser trasladados con gruesos guantes porque mordían al experimentador con verdadera furia.

En cambio, Las lesiones en el área amigdaloides producían el efecto contrario: los animales se mostraban pacíficos y soportaban los malos tratos.

En otro experimento se extirpó primero el área septal y después los núcleos amigdaloides: como resultado se obtuvo un estado de placidez.

Esto demostró que las dos regiones son antagonistas, pero que cuando se extirpan ambas el efecto es semejante al que se produce extirpando sólo los núcleos amigdaloides.

La destrucción de un área, por supuesto, produce los resultados opuestos a los causados por el funcionamiento normal de dicha área. Podemos concluir, pues, de los

experimentos anteriores que el área septal inhibe normalmente la conducta feroz, mientras que **los núcleos amigdaloides la excitan o la hacen excitable**.

Es posible que las dos áreas ejerzan su función actuando sobre los centros hipotalámicos. Así, cabe pensar que el septum inhibe el hipotálamo y la amígdala lo excita. (Esta conclusión no ha sido definitivamente probada)

Placer y dolor.

Otro avance reciente en nuestro conocimiento de los mecanismos de la motivación procede de los experimentos con electrodos implantados.

Requiere la inserción de finos electrodos en un punto profundo del cerebro y con una conexión externa, de forma el experimentador pueda enviar a través de aquéllas breves descargas eléctricas.

Estas descargas se pueden emplear como refuerzo para una respuesta determinada por parte del animal, como manipular una palanca, girar una rueda o volverse en un punto determinado de un laberinto.

Lo más interesante es que la estimulación central puede actuar como un refuerzo positivo o negativo, lo que depende, entre otras cosas, del lugar en que se estimula el cerebro

Se han realizado experimentos con ambos tipos de refuerzos en gatos, ratas y monos. Consideraremos separadamente los refuerzos positivo y negativo.

DOLOR.

Cuando un estímulo sirve de refuerzo negativo, podemos suponer que es doloroso y desagradable. Hablaremos de en un sentido muy amplio, como algo que produce una repulsa en un sujeto; como puesto al placer.

Los efectos del refuerzo negativo de la estimulación central aparecen en el siguiente experimento:

El investigador usó gatos como sujetos. Cada gato ocupaba un aparato con una rejilla en el suelo y una rueda en una de las paredes laterales.

Cuando se aplicaba un shock a través de la rejilla, el gato podía abrir el circuito girando la rueda.

Se adiestró en ello a un grupo de gatos en los que se habían implantado electrodos. Sabían escapar de la descarga manipulando la rueda.

Se sustituyó luego la descarga periférica por la central, y la estimulación no cesó hasta que los gatos giraban la rueda.

En los primeros ensayos los gatos parecían sorprendidos y desorganizados, pero rápidamente transferían el hábito de girar la rueda de la estimulación periférica a la central. Es, pues, evidente que la estimulación central era dolorosa o desagradable.

En otro experimento se colocó en un laberinto a un grupo de ratas con electrodos implantados. Cuando la rata recorría el laberinto, el experimentador producía una descarga eléctrica cerebral si la rata entraba en un callejón sin salida y mantenía la descarga hasta que la rata volvía al camino correcto.

Las ratas aprendieron el camino de la misma forma que si se les hubiese aplicado una descarga periférica.

La estimulación central aparecía como un refuerzo negativo.

Se han utilizado muchas posiciones diferentes en la implantación de electrodos, en varios experimentos encaminados a la exploración del cerebro para determinar los centros y conductos cuya estimulación posee un efecto doloroso o desagradable.

Existen muchos lugares de estos y no comprendemos todavía por qué poseen esa acción. Esperamos, sin embargo, que ese método será útil para trazar un mapa de los mecanismos del dolor en el cerebro.

En sí mismos, los estudios sobre efectos desagradables de la estimulación central no son sorprendentes. Después de todo, la descarga eléctrica actúa como una estimulación semejante a la que podríamos obtener estimulando los receptores del dolor. En algunos casos es probablemente lo que ocurre. En otros, cuando los electrodos distan de las vías conductoras de las situaciones dolorosas, se produce un estado general de desagrado bajo los efectos de la estimulación central.

PLACER

Los efectos desagradables de la estimulación eléctrica central no son particularmente sorprendentes puesto que todos sabemos que las descargas periféricas son dolorosas o desagradables.

Lo que es totalmente sorprendente e inesperado es que la estimulación central pueda ser en sí misma placentera y sirva como refuerzo positivo.

Deseando información sobre el SRA, Olds empleaba electrodos implantados permanentemente en el cerebro de una rata sana.

Por casualidad, un electrodo quedó implantado la región de la comisura anterior (una estructura cercana al septum).

El resultado fue sorprendente. Cuando el animal era estimulado en un lugar específico de su zona de movimiento, a veces seguía su camino, pero enseguida volvía a aquel lugar y comenzaba a olisquear. Si se le seguía estimulando permanecía allí.

Más adelante, se observó que este mismo animal podía ser empujado a un determinado punto del laberinto propinándole una ligera descarga eléctrica después de cada respuesta en la dirección correcta. Era como jugar al frío o caliente. Cada respuesta correcta suponía una descarga eléctrica que parecía indicar al animal que se hallaba en la dirección apropiada.

Más adelante, el mismo animal fue colocado en un laberinto en T de paredes elevadas.

Como al principio se dirigió hacia la derecha se le forzó hacia la izquierda.

Después de tres ensayos se consiguió, mediante la estimulación eléctrica, que diera 10 giros consecutivos hacia la izquierda; luego se le dejó de estimular y se le condicionó mediante la descarga girada hacia la derecha durante seis ensayos. Una vez conseguido esto, el animal giró diez veces consecutivas hacia la derecha cuando se le estimulaba eléctricamente.

Hasta aquel momento no se había colocado ningún alimento en el laberinto.

Después de este experimento y de otros, los investigadores decidieron estudiar el fenómeno de una manera más sistemática. Colocaron un grupo de ratas en una caja de Skinner (una caja en la cual un animal puede obtener alimento o agua al aprender a pulsar una palanca), que proporciona un registro automático de las respuestas.

La palanca de la caja actuaba como una llave que producía una estimulación central en la rata.

Se registraba la actitud positiva o negativa de la rata ante la estimulación por electrodos y luego se realizaba la autopsia en el animal para determinar con exactitud el emplazamiento del electrodo.

Como se suponía, determinadas localizaciones producían estímulos desagradables y otras, en cambio, placenteros.

El área septal era la estructura, más amplia que producía estímulos agradables durante largos períodos.

SEXO, HAMBRE Y SED

En estas tres necesidades humanas está probada la intervención del hipotálamo.

Las lesiones en determinadas áreas del hipotálamo hacen desaparecer las conductas sexuales en los dos sexos, incluso aunque se inyecten hormonas. Por lo que se cree que las hormonas sirven para excitar el hipotálamo.

En la línea media del hipotálamo existe un centro que inhibe el hambre; cuando se destruye los animales desarrollan apetitos voraces y no dejan de comer durante todo el día, hasta pesar aproximadamente tres veces su peso normal. Luego disminuye el apetito y se mantiene este peso.

El metabolismo de estos animales es normal, así como las restantes funciones somáticas. Todo parece, pues, como si el animal hubiese perdido el control del apetito.

Es probable que en muchos seres humanos obesos exista una lesión hipotalámica, pero lo más seguro es que en el hombre la obesidad se deba a malos hábitos alimenticios o a una personalidad neurótica.

Existe un segundo centro en el hipotálamo, a unos pocos milímetros del anterior, que ejerce los efectos opuestos. Si se lesiona esta zona el animal pierde por completo el apetito y deja de comer. Si no se les socorre a tiempo acaban muriendo de hambre.

Por último, los mecanismos de la sed son semejantes a los del sexo y hambre

Existe una región del hipotálamo cuya destrucción hace que los animales desarrollen una sed extraordinaria.