

NEUROLOGIA

SISTEMA NERVIOSO

GENERALIDADES

Una de las propiedades fundamentales de la sustancia viva es la excitabilidad. Todo organismo vivo recibe estímulos del medio que le rodea y responde a los mismos con reacciones convenientes que relacionan al organismo con el medio exterior. El metabolismo del propio organismo condiciona a su vez una serie de estímulos a los que también reacciona.

En los organismos multicelulares superiores la relación entre la zona donde recae la excitación y el órgano que reacciona corre a cuenta del sistema nervioso.

Al penetrar con sus ramificaciones en todos los órganos y tejidos, el sistema nervioso enlaza todas las regiones del organismo en un todo único, efectuando su unión, su integración.

Por consiguiente, el sistema nervioso es ...«un instrumento de relaciones de una complejidad y precisión indescriptibles, es el enlace de las múltiples partes del organismo entre sí y del organismo como sistema de máxima complejidad, con el número infinito de agentes exteriores» (I. P. Pávlov).

En la base de la actividad del sistema nervioso radica el reflejo (I. M. Séchenov). «Eso significa que en cualquier aparato nervioso receptor, el golpe de tal o cual agente del mundo exterior o del mundo interno del organismo se transforma en proceso nervioso, en un fenómeno de estimulación nerviosa. Esta estimulación corre por las fibras nerviosas, al igual que por un cable eléctrico, hacia el sistema nervioso central, y desde allí, gracias a las conexiones establecidas es transmitida por otros cables hacia el órgano de trabajo, transformándose, a su vez, en un proceso específico de las células de este órgano» (I. P. Pávlov).

El elemento anatómico básico del sistema nervioso es la célula nerviosa, la cual, junto con todas sus prolongaciones se denomina *neurona* o *neurocito*. Del cuerpo de la célula parte hacia un lado una prolongación única, alargada, el axón o neurita, y hacia el otro, las prolongaciones protoplasmáticas o dendritas, cortas y ramificadas. La corriente de la excitación nerviosa en el interior de la neurona va desde las dendritas hacia el cuerpo de la célula, y desde ésta hacia el axón; los axones conducen la excitación en dirección eferente al cuerpo de la célula. La transmisión del impulso nervioso desde una neurona a otra se realiza mediante dispositivos terminales de estructura especial, las sinapsis (del gr. *synapsis*, conjunción). Se distinguen enlaces axonosomáticos de las neuronas, en las cuales las ramificaciones de una neurona llegan al cuerpo de otra neurona, y los enlaces axonodendríticos, más nuevos filogénicamente, en los que el contacto se realiza con las dendritas de las células nerviosas (S. Sarkisov).

Los enlaces axonodendríticos están desarrollados en las capas superiores de la corteza cerebral, más nuevas filogénicamente, y más elevadas desde el punto de vista funcional. Estos desempeñan un papel en el mecanismo de redistribución de los impulsos en la corteza y representan, por lo visto, la base morfológica de los enlaces temporales en la actividad reflejocondicionada.

En la médula espinal y en las formaciones subcorticales prevalecen los enlaces axonomáticos.

La discontinuidad de las vías de transmisión nerviosa se manifiesta en todas partes, creando la posibilidad de los enlaces más variados (F. Poemny y E. Semiónova).

Así, pues, el sistema nervioso en su conjunto se presenta como un complejo de neuronas, las cuales, al entrar en relación unas con otras, en ninguna parte se continúan directamente una con la otra.*

Por consiguiente, la excitación nerviosa originada en un punto determinado es transmitida por las prolongaciones de las células, desde una neurona a la otra y desde ésta a una tercera, y así sucesivamente. Como ejemplo demostrativo del enlace neuronal entre los órganos puede servir el llamado arco reflejo, en el que se basa la acción refleja, es decir, la reacción más simple y al mismo tiempo fundamental del sistema nervioso.

El arco reflejo simple consta, por lo menos, de dos neuronas, de las cuales una está relacionada con tal o cual superficie sensitiva (por ejemplo, la piel), y la otra termina por medio de su neurita en un músculo (o glándula). Al estimular la superficie sensitiva, la excitación es transmitida por la neurona enlazada a dicha superficie, en dirección centrípeta, hacia el centro reflector, donde se encuentra la sinapsis entre ambas neuronas. Aquí, la excitación es transmitida a la otra neurona y va entonces en dirección centrifuga, al músculo o la glándula, cuyo resultado es la contracción del músculo o los cambios de secreción de la glándula. Con frecuencia en la composición del arco reflejo simple entra una tercera neurona, la intercalada, que cumple la misión de central transmisora de la excitación desde la vía sensitiva a la vía motriz. Además de ese arco reflejo simple (de tres eslabones) existen los arcos reflejos plurineuronales, de formación compleja, que pasan a través de diferentes niveles del encéfalo, incluyendo su corteza. En los animales superiores y en el hombre, sobre este fondo de reflejos simples y complejos, y también por intermedio de las neuronas, se forman enlaces temporales de orden superior, conocidos actualmente con la denominación de reflejos condicionados (I. P. Pávlov).

De esta manera, el sistema nervioso en su conjunto, desde el punto de vista funcional puede considerarse compuesto de tres géneros de elementos (fig. 379).

1. **Receptor**, que transforma la energía de estímulo exterior en proceso nervioso, está relacionado con la neurona aferente (centrípeta o receptora) que transmite al centro la excitación originada (el impulso nervioso); con este fenómeno se inicia el análisis (I. P. Pávlov).

* La teoría de la neurona, desarrollada primeramente por Ramón y Cajal y popularizada más tarde por Waldeyer (quien ideó el término «neurona»), es discutida por algunos investigadores (por ejemplo, F. Stern-junior y otros), los cuales consideran el sistema nervioso no como un conjunto de eslabones nerviosos, sino como una densa red de neurofibrillas que pasan directamente de una neurona a la otra (teoría neurófila).

Esos puntos de vista no son confirmados por la mayoría de los investigadores, incluyendo a los más destacados, tanto soviéticos (B. Lavréntiev y otros), como extranjeros (V. Kirch y otros).

E. Sepp (1950) considera que en el sistema nervioso se conjugan las dos formas de estructura: el sistema neuronal con el sistema reticular, preponderando, sin embargo, la estructura neuronal.

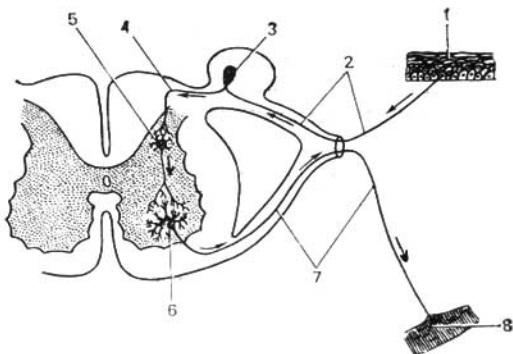


Fig. 379. Esquema del arco reflejo.

- | | |
|---|--|
| 1 — terminación nerviosa de una neurona sensitiva en la piel; | 4 — prolongación central de una neurona sensitiva; |
| 2 — prolongación periférica de una neurona sensitiva; | 5 — neurona intercalar; |
| 3 — ganglio espinal; | 6 — célula motora del cuerno anterior; |
| | 7 — neurita de la célula motora; |
| | 8 — terminación nerviosa en el músculo. |

2. **Conductor**, neurona intercalada o asociativa que funciona como un interruptor que cierra el circuito, pasando la excitación desde la neurona centripeta a la centrifuga y transforma el impulso recibido en el centro en reacción exterior. Ese fenómeno es la síntesis que representa «evidentemente una manifestación del contacto nervioso» (I. P. Pávlov). Por eso I. P. Pávlov denominó a dicha neurona «contactora», de cierre.

3. **Neurona eferente (centrifuga)**, encargada de efectuar la reacción de respuesta (motriz o secretora), gracias a la transmisión de la excitación desde el centro a la periferia, al efector, el realizador del efecto, de la acción, es decir, hacia el órgano de trabajo (músculo, glándula). Por eso a esta neurona se le denomina también efectora. Los receptores son excitados desde tres superficies o campos receptores del organismo: 1) desde la superficie externa o cutánea del cuerpo (*campo exteroceptivo*), mediante los órganos de los sentidos relacionados con la misma genéticamente, y que reciben estímulos del medio ambiente; 2) desde la superficie interna del cuerpo (*campo interoceptivo*), que recibe principalmente estímulos de las substancias químicas que penetran en las cavidades viscerales, y 3) desde el espesor de las paredes del propio cuerpo (*campo propioceptivo*), en el que se hallan contenidos los huesos, músculos y otros órganos que provocan estímulos captados por receptores especiales. Los receptores de los campos enumerados se encuentran enlazados con neuronas aferentes, las cuales alcanzan el centro, donde mediante un sistema a veces compilado de conductores, se continúan en las diferentes vías eferentes, que uniéndose con los órganos de trabajo provocan tal o cual efecto.

CARACTERISTICA GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA CIBERNETICA

Como es sabido, la cibernética enseña que el organismo vivo representa una máquina única en su género, capaz de autodirección, cuya función está a cargo del sistema nervioso.

Para que se cumpla la autodirección son necesarios tres eslabones.

Primer eslabón: entrada de la información por el canal dado, que se efectúa de la manera siguiente.

A. La comunicación surgida en la fuente de información llega al extremo del canal de información: el **receptor**. El receptor es el dispositivo codificador que percibe la comunicación y la transforma en señal —señal aferente—, en cuyo resultado la excitación exterior se convierte en impulso nervioso.

B. La señal aferente se transmite más adelante por el canal de información constituido por el **nervio aferente**.

Hay tres tipos de canales de información, tres entradas en ellos:

1. **Entradas externas** — a través de los órganos de los sentidos (**exteroceptores**).

2. **Entradas internas** — a) a través de los órganos de la vida vegetativa (vísceras) — **interoceptores**; b) a través de los órganos de la vida animal (soma) — **propioceptores**.

Segundo eslabón: elaboración de la información. Se realiza con el dispositivo decodificador, constituido por los cuerpos celulares de las neuronas eferentes de los ganglios y los neurocitos de la substancia gris de la médula espinal, de la corteza y la subcorteza del encéfalo, que forman la red nerviosa de la substancia gris del sistema nervioso central.

Tercer eslabón: dirección.

Se logra mediante la transmisión de las señales eferentes de la substancia gris de la médula espinal y del encéfalo al órgano ejecutivo y se realiza por los canales eferentes, es decir, por los nervios eferentes con el efector en el extremo.

Hay 2 tipos de órganos ejecutivos:

1. Los órganos ejecutivos de la vida animal son los músculos estriados, preferentemente los esqueléticos.

2. Los órganos ejecutivos de la vida vegetativa son los músculos lisos y las glándulas.

Además de este esquema cibernético, la cibernética moderna ha establecido la comunidad del principio de la relación inversa en la dirección y coordinación de los procesos que tienen lugar tanto en las máquinas automáticas, como en los organismos vivos; desde este punto de vista, en el sistema nervioso puede destacarse una relación inversa entre el órgano de trabajo y los centros nerviosos, «la vía aferente invertida» (P. Anojin).

Con esta denominación se sobreentiende la transmisión de señales desde el órgano de trabajo al sistema nervioso central, dando cuenta del resultado de su trabajo en cada momento dado. Cuando los centros emiten impulsos eferentes para el órgano ejecutivo, en este último se origina un efecto de trabajo determinado (movimiento, secreción). Este efecto provoca en el órgano ejecutivo impulsos nerviosos (sensitivos), que, por las vías aferentes, llegan en sentido inverso a la médula espinal y al encéfalo, sirviendo de

señales sobre la realización de una acción determinada por el órgano en el momento dado. Eso es lo que representa, en esencia, «la vía aferente invertida» la cual, hablando en sentido figurado, es el informe dirigido al centro sobre el cumplimiento de la orden emitida por éste a la periferia. Así, al ir a coger un objeto con la mano, los ojos miden ininterrumpidamente la distancia entre la mano y el objeto, y envían su información al encéfalo en forma de señales aferentes. En el encéfalo tiene lugar el cierre del circuito con las neuronas eferentes, las cuales transmiten los impulsos motrices a los músculos del brazo que realizan las acciones necesarias para coger el objeto. Conjuntamente, los músculos actúan sobre los receptores contenidos en los mismos, los cuales envían ininterrumpidamente sus señales sensitivas al encéfalo, informándole sobre la posición del brazo en cada momento. Esta transmisión bilateral de señales por los eslabones de los reflejos continúa hasta que la distancia entre la mano y el objeto se anule, es decir, hasta que la mano coja el objeto.

Por consiguiente, durante todo el tiempo tiene lugar el autocontrol del trabajo del órgano, lo cual es posible gracias al mecanismo de «la vía aferente invertida», que tiene el carácter de un circuito cerrado, con la ordenación siguiente: centro (aparato que emite el programa de acción) — efector (motor) — objeto (órgano de trabajo) — receptor — centro.

La existencia de esta cadena circular cerrada de reflejos en el sistema nervioso central asegura todas las correcciones más complicadas de los procesos que transcurren en el organismo, sean cuales fuesen las variaciones de las condiciones externas e internas (V. Moiséyev, 1960). Sin los mecanismos de relación inversa, los organismos vivos serían incapaces de acomodarse de modo apropiado a las condiciones del medio ambiente.

Así, pues, además del arco reflejo abierto, que sirve de base estructural para el sistema nervioso, deben tenerse en cuenta los circuitos reflejos cerrados, por los que se efectúa la relación inversa entre el órgano de trabajo y los centros del sistema nervioso, y con los cuales se explica la coordinación refleja de todas sus actividades. Por consiguiente, en lugar del concepto anterior, respecto de que en la base de la estructura y la función del sistema nervioso se encuentra el arco reflejo abierto, la teoría de información y comunicación inversa («aferentación inversa») da un nuevo concepto sobre la cadena anular cerrada de los reflejos, sobre el sistema circular de la señalización aferente—eferente. Así que la nueva noción sobre la estructura y la función del sistema nervioso no es la de un arco abierto, sino de un círculo cerrado.

De tal modo, a la luz de los datos de la cibernética, el sistema nervioso se caracteriza como un sistema de información y de dirección.

El sistema nervioso único del hombre se divide condicionalmente en dos partes, en correspondencia con las dos partes fundamentales del organismo, vegetativa y animal: 1) la parte del sistema nervioso que inerva las vísceras y también el sistema endocrino, los músculos lisos de la piel, el corazón y los vasos, es decir, los órganos de la vida vegetativa, que constituyen el medio interno, se denomina **sistema nervioso vegetativo**; 2) la parte restante del sistema nervioso que rige la musculatura estriada del esqueleto y la de algunas vísceras (lengua, laringe, faringe), inervando principalmente a los órganos de la vida animal, se denomina **sistema nervioso animal**. Este último es también denominado, con poco acierto, sistema

nervioso somático, teniendo en cuenta el soma o cuerpo propiamente dicho*. El sistema nervioso animal dirige preferentemente las funciones de enlace del organismo con el medio externo, condicionando la sensibilidad del organismo (por medio de los órganos de los sentidos) y los movimientos de la musculatura del esqueleto. El carácter condicional y limitado de la clasificación que acabamos de citar se deduce ya por el hecho de que el sistema nervioso vegetativo tiene relación con la inervación de todos los órganos, incluidos los somáticos, por cuanto interviene en su nutrición (trofismo), determinando, además, el tono de la musculatura esquelética.

I. P. Pávlov, y en particular K. M. Bíkov con sus colaboradores (V. N. Chernigovski y otros), enseñaron la dependencia de la actividad de los órganos internos y los vasos de la corteza del encéfalo.

La parte vegetativa del sistema nervioso a su vez se divide en dos sectores: *el simpático* y *el parasimpático*, los cuales, para abreviar, también se llaman sistemas. El sistema simpático inerva todo el cuerpo, y el parasimpático, solamente determinadas zonas (véase pág. 323).

Además de esta clasificación, correspondiente a la estructura del organismo, el sistema nervioso se divide, según el principio topográfico, en partes o sistemas central y periférico.

El sistema nervioso central comprende la médula espinal y el encéfalo, que consta de substancia gris y blanca; el periférico, todo lo demás, es decir, las raíces nerviosas, los ganglios, los plexos, los nervios y las terminaciones nerviosas periféricas. La substancia gris de la médula espinal y del encéfalo representa acúmulos de células nerviosas con las ramificaciones de sus prolongaciones más cercanas, los llamados centros nerviosos. Denominase centro nervioso a la «acumulación y adherencia de las células nerviosas» (I. P. Pávlov).

La substancia blanca representa las fibras nerviosas (prolongaciones de las células nerviosas, neuritas), cubiertas con una capa miélica (de donde procede el color blanco), y que unen los diferentes centros entre sí, es decir, las vías conductoras. Tanto la zona central como la periférica del sistema nervioso contienen elementos de sus partes animal y vegetativa, con lo cual se logra la unidad de todo el sistema nervioso.

La parte superior, la que dirige todos los procesos del organismo, tanto animal como vegetativo, es la corteza del cerebro.

DESARROLLO GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO

La **filogénesis del sistema nervioso** se reduce brevemente a lo siguiente. En los protozoarios unicelulares (amiba) no existe sistema nervioso, y el enlace con el medio circundante se realiza con ayuda de los líquidos que se encuentran dentro y fuera del organismo — es la forma humoral (humor — líquido), prenerviosa, de la regulación.

* Además, el sistema nervioso vegetativo se denomina autónomo, a pesar de que médula espinal también posee cierta autonomía; también se le llama visceral, aunque la inervación vegetativa no se limita a las vísceras. Tampoco son lógicas esas denominaciones del sistema nervioso animal existentes en la literatura médica, como sistema cerebrospinal (ya que este término corresponde a todo el sistema nervioso) o sistema somático (por cuanto el término soma indica al cuerpo en general, en su conjunto). Todos esos términos imprecisos van cayendo paulatinamente en desuso.

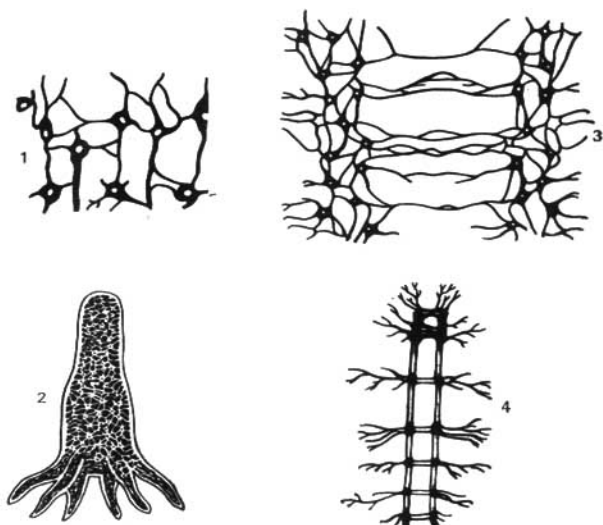


Fig. 380. Etapas en el desarrollo del sistema nervioso.

1 — sistema nervioso difuso;
2 — sistema nervioso difuso de las hidras;

3 y 4 — sistema nervioso de conjunción
de los gusanos anélidos.

En lo ulterior, cuando se origina el sistema nervioso, aparece también la forma de regulación nerviosa. A medida que se desarrolla este sistema, regulación nerviosa subordina más y más a la humoral, de tal manera que se forma una regulación neurohumoral única, desempeñando el papel principal en el sistema nervioso. Este atraviesa una serie de etapas fundamentales en el proceso de la filogénesis (fig. 380).

Primera etapa — sistema nervioso reticular. En esta etapa (celentéreos) el sistema nervioso, por ejemplo, de la hidra, consta de células nerviosas cuyas múltiples prolongaciones se unen una con la otra en diferentes direcciones, formando una red que penetra difusamente en todo el cuerpo del animal. Durante la estimulación de cualquier punto del cuerpo, la excitación se difunde por toda la red nerviosa y el animal reacciona moviendo todo el cuerpo. El reflejo de esta etapa en el hombre es la estructura reticular del sistema nervioso intramural (E. K. Sepp).

Segunda etapa — sistema nervioso ganglionar. En esta etapa (nemátodos) las células nerviosas se unen en aglomeraciones aisladas o grupos, con la particularidad de que las aglomeraciones de los cuerpos celulares forman los ganglios nerviosos —centros—, y las de las prolongaciones, troncos ner-

viosos — los nervios. Durante esta etapa el número de prolongaciones en cada célula disminuye, recibiendo una dirección determinada. En correspondencia con la estructura segmentaria del animal, por ejemplo, en los anélidos, cada segmento tiene ganglios y troncos nerviosos segmentarios. Estos últimos unen los ganglios en dos direcciones: los troncos transversales que enlazan los ganglios del segmento dado, y los troncos longitudinales que enlazan los ganglios de diferentes segmentos. Gracias a esto, los impulsos nerviosos surgidos en cualquier punto no se difunden por todo el cuerpo, sino que se propagan por los troncos transversales en los límites del segmento dado. Los troncos longitudinales unen los segmentos nerviosos en un todo. En el extremo cefálico del animal, que al avanzar entra en contacto con los diferentes objetos circundantes, se desarrollan los órganos de los sentidos, por lo cual los ganglios cefálicos evolucionan más intensamente en comparación con los demás, siendo prototipos del futuro encéfalo. El reflejo de esta etapa en el hombre es la persistencia de rasgos primitivos (dispersión de ganglios y microganglios en la periferia) en la estructura del sistema nervioso vegetativo.

Tercera etapa—sistema nervioso tubular. En el eslabón primario del desarrollo de los animales jugó un papel importantísimo el aparato locomotor, de cuya perfección depende la condición principal de la existencia del animal — alimentación (movimiento en búsqueda de la comida, su aprehensión y devoramiento). En los protozoarios multicelulares se desarrolló el modo peristáltico de movimiento, relacionado con la musculatura lisa y su aparato nervioso local. En un eslabón más alto, el modo peristáltico es sustituido por la motricidad esquelética, es decir, con ayuda del sistema de palancas rígidas — encima de los músculos (atropodos) y dentro de los músculos (vertebrados). Como resultado de esto, se formaron la musculatura estriada y el sistema nervioso central, que coordinan el movimiento de las distintas palancas del esqueleto motor.

Este sistema nervioso central en los cordados (*Amphioxus lanceolatus*) se originó en forma de un tubo nervioso constituido metaméricamente, con nervios segmentarios que parten del mismo hacia los segmentos del cuerpo, incluyendo el aparato locomotor—cerebro troncular. En los vertebrados y en el hombre éste se convierte en médula espinal. De tal modo, la aparición del cerebro troncular está relacionada con la perfección, en primer lugar, del pertrechamiento motor del animal. Junto con eso, en el *Amphioxus lanceolatus* ya existen receptores (olfatorio y lumínico). El desarrollo posterior del sistema nervioso y el surgimiento del encéfalo están condicionados por la perfección del pertrechamiento de los receptores.

Puesto que la mayoría de los órganos sensoriales se originan en aquel extremo del cuerpo dirigido hacia el lado del movimiento, es decir, adelante, entonces para la percepción de los estímulos externos mediante los mismos, contribuye al desarrollo del extremo anterior del cerebro troncular y a la formación del encéfalo, lo que coincide con la formación y aislamiento del extremo anterior del cuerpo en forma de la cabeza—*cefalización* (*cephal—ca*—beza).

E. K. Sepp en el manual de las enfermedades nerviosas* da un esquema muy simplificado, y a la vez cómodo, para el estudio de la filogénesis del

* E. K. Sepp, M. B. Zuker, E. V. Shmidt, 1950.

encéfalo, que citamos a continuación. De acuerdo con este esquema, en la primera etapa el encéfalo consta de tres partes: posterior, media y anterior, con la particularidad de que de estas partes se desarrollan primero (peces inferiores) y, en particular, el cerebro posterior o romboidal (rombencéfalo), que tiene lugar bajo el influjo de los receptores acústicos y estáticos (receptores del VIII par de los nervios céfalicos), de primordial importancia para la orientación en el medio acuático.

Durante su evolución ulterior, el cerebro posterior se diferencia en *médula oblongada*, que resulta ser la parte intermedia entre la médula espinal y el encéfalo, y por eso se denomina *mielencéfalo* (*myelos*, médula espinal; *encephalon*, encéfalo), y el cerebro posterior propiamente dicho, *metencéfalo*, del cual se desarrolla el cerebelo y el puente (puente de Varolio). En el proceso de adaptación del organismo al medio ambiente mediante la transformación del metabolismo, surgen en el metencéfalo, como la parte más desarrollada en esta etapa del sistema nervioso central, los centros de control de los procesos vitalmente importantes de la vida vegetativa, relacionados particularmente con el aparato branquial (respiración, circulación sanguínea, digestión, etc.). Por eso surgen en la médula oblongada los núcleos de los nervios branquiales (grupo del X par—del vago). Estos centros de la respiración y la circulación sanguínea, de importancia vital, permanecen en la médula oblongada del hombre, lo que explica el porqué de la muerte cuando se lesiona la médula oblongada. En la segunda etapa (aún en los peces), bajo el influjo del receptor óptico se desarrolla, en particular, *el cerebro medio, mesencéfalo*. En la tercera etapa, a causa del paso definitivo de los animales del medio acuático al aéreo, se desarrolla intensamente el receptor olfatorio, que percibe las sustancias químicas presentes en el aire y que señalan mediante su olor la presa, el peligro y otros fenómenos vitalmente importantes de la naturaleza circundante.

Bajo el influjo del receptor olfatorio se desarrolla *el cerebro anterior definitivo —el prosencéfalo—*, que al principio tiene carácter de cerebro parámetro olfatorio y que más tarde crece y se diferencia en *cerebro intermedio —el diencéfalo—* y *cerebro terminal —el telencéfalo*. Según E. K. Sepp (1959), el cerebro intermedio se desarrolla junto con el medio.

En el telencéfalo, como parte más elevada del sistema nervioso central, surgen centros para todos los tipos de la sensibilidad. Sin embargo, los centros más inferiores no desaparecen, sino que persisten subordinándose a los centros del piso superior. Por consiguiente, con cada nueva etapa del desarrollo del encéfalo surgen nuevos centros que se subordinan a los ya existentes. Al parecer, tiene lugar al mismo tiempo un desplazamiento de los centros funcionales hacia el extremo céfalico, y la subordinación de los esbozos viejos filogenéticamente, a los nuevos. Como resultado, los centros acústicos que surgen por vez primera en el metencéfalo, están también presentes en el prosencéfalo y el mesencéfalo; los centros ópticos, surgidos en el mesencéfalo, existen también en el prosencéfalo; y los centros del olfato sólo se encuentran en el prosencéfalo. Bajo el influjo del receptor olfatorio se desarrolla una pequeña porción del prosencéfalo, denominada por eso cerebro olfatorio —*el rinencéfalo*—, cubierto por la corteza de la substancia gris —*corteza antigua (paleocortex)*.

El perfeccionamiento de los receptores conduce al desarrollo progresivo del prosencéfalo que poco a poco se hace el órgano que controla toda la con-

ducta del animal. En el animal se distinguen dos formas de conducta: la instintiva, basada en las reacciones de la especie (reflejos incondicionales), y la individual, basada en la experiencia del individuo (reflejos condicionales). En correspondencia con estas dos formas de conducta, en el telencéfalo se desarrollan dos grupos de centros de substancia gris: *los ganglios subcorticales*, con estructura de núcleos (centros nucleares), y *la corteza gris*, que tiene la estructura de una lámina homogénea (centros de proyección). Durante ese proceso al principio se desarrolla la «subcorteza» y luego la corteza. La corteza surge con el paso de modo de vida acuático al terrestre y se manifiesta claramente en los anfibios y reptiles. La evolución posterior del sistema nervioso se caracteriza porque la corteza del encéfalo subordina más y más las funciones de todos los centros situados más abajo, es decir, tiene lugar *la corticización sucesiva de las funciones*. I. P. Pávlov señala: «A medida que el sistema nervioso del animal se hace más perfecto, se hace más centralizado, y su parte superior se convierte cada vez en mayor grado en el administrador de toda la actividad del organismo, a pesar de que esto no se manifiesta clara y abiertamente».

La nueva corteza sirve como formación necesaria a la realización de la actividad nerviosa superior; ésta se localiza en la superficie de los hemisferios y adquiere, en el proceso de la filogénesis, la estructura de seis capas. Gracias al desarrollo intensificado de la nueva corteza, el telencéfalo de los vertebrados superiores supera a todas las demás partes del encéfalo, cubriéndolas como un manto (*pallium*). El nuevo cerebro en desarrollo (neocéfalo) empuja hacia la profundidad al cerebro antiguo (olfatorio), el que parece enrollarse en forma de un cuerno (cuerno de Ammón o pie del hipocampo) y sigue siendo, como antes, el centro olfatorio. Como resultado de esto *el manto*, es decir, *el neocéfalo*, predomina bruscamente sobre las demás partes del encéfalo — el paleocéfalo.

Así, pues, la evolución del encéfalo tiene lugar bajo el influjo del desarrollo de los receptores, con lo cual se explica que la porción más elevada del encéfalo — la corteza gris — representa, como explica Pávlov, el conjunto de los extremos corticales de los analizadores, es decir, una superficie receptora continua. El desarrollo ulterior del encéfalo en el hombre se subordina a las nuevas leyes relacionadas con su naturaleza social; pues, además de los órganos del cuerpo, contenidos también en el animal, el hombre comenzó a usar medios de trabajo. Estos se hicieron órganos artificiales que llegaron a completar los órganos naturales del cuerpo y constituyeron el instrumental técnico del hombre. Con ayuda de este pertrechamiento el hombre adquirió la posibilidad no sólo de adaptarse a la naturaleza, como lo hacen los animales, sino de adaptar la naturaleza a sus necesidades. El trabajo, como dijimos anteriormente, resultó ser el factor decisivo en la formación del hombre, y en el proceso del trabajo social surgió el medio necesario para la comunicación entre las personas — el lenguaje.

«Al principio el trabajo, y después, junto con éste, el lenguaje articulado, resultaron ser los dos estímulos más importantes, bajo cuya influencia el cerebro del mono se convirtió poco a poco en cerebro humano, el cual, con toda su semejanza con el del mono, lo supera en mucho por su magnitud y perfección» (C. Marx y F. Engels. Obras, ed. 2, t. 20, p. 490). Esta perfección está condicionada por el máximo desarrollo del telencéfalo, y en particular de su corteza — *neocorteza*.

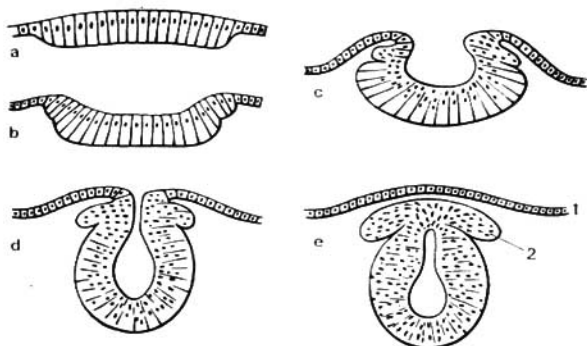


Fig. 381. Estadios de la embriogénesis del sistema nervioso en un corte transversal esquemático.

a — lámina medular;
b, c — surco medular;
d, e — tubo neural;

1 — hoja córnea (epidermis);
2 — engrosamiento ganglionar.

Además de los analizadores, que perciben diferentes estímulos del mundo exterior y que constituyen el substrato material del pensamiento concreto-illustrativo propio de los animales (*primer sistema de señalización* de la realidad, según I. P. Pávlov), en el hombre surgió la capacidad del pensamiento abstracto con ayuda de la palabra, al principio audible (habla oral) y más tarde visible (habla escrita). Esto constituyó *el segundo sistema de señalización* (I. P. Pávlov), que en el mundo animal en desarrollo resulta ser «la adición extraordinaria a los mecanismos de la actividad nerviosa» (I. P. Pávlov). El substrato material del segundo sistema de señalización lo constituyen las capas superficiales de la neocorteza. Por eso la corteza del telencéfalo logra su desarrollo máximo en el hombre. De tal manera, toda la evolución del sistema nervioso se reduce al desarrollo progresivo del telencéfalo, el cual en los vertebrados superiores, y particularmente en el hombre, debido a la complicación de las funciones nerviosas, alcanza grandes dimensiones.

Las mencionadas regularidades de la filogénesis condicionan **la embriogénesis del sistema nervioso** del hombre, el cual se origina de la hoja embrionaria externa o ectodermo (véase «Introducción»). Esta última forma un engrosamiento longitudinal, denominado *lámina medular* (fig. 381), que por los lados colinda con las demás partes del ectodermo — la hoja cutánea o corneal. La lámina medular pronto se invagina en *el surco medular*, cuyos bordes (engrosamientos medulares) se hacen poco a poco más altos y luego se unen convirtiéndose el surco en un tubo (*tubo neural*). Después de unirse los bordes, el tubo neural se separa definitivamente del ectodermo, originándose entre ellos el mesodermo. El tubo neural representa el esbozo de la parte central del sistema nervioso. Su extremo posterior, más o menos uniforme, forma el rudimento de la médula espinal, mientras que su extremo-

anterior, ensanchado, se divide mediante estrechamientos en tres vesículas cerebrales primarias, de las cuales se origina el encéfalo con toda su complejidad. La lámina medular consta primeramente de una sola capa de células epiteliales. Durante su transformación en tubo neural, aumenta el número de células en sus paredes, de tal modo, que surgen tres capas: la interna (en dirección a la cavidad del tubo), de la cual se origina el tapizamiento epitelial de las cavidades cerebrales (el epéndimo del canal central de la médula espinal y de los ventrículos del encéfalo); la media, de la cual se desarrolla la sustancia gris del cerebro (células nerviosas — neuroblastos), y por último, la externa, que casi no contiene núcleos y que se desarrolla en sustancia blanca (prolongaciones de las células nerviosas—neuritas). Los fascículos de las neuritas de los neuroblastos se difunden bien en el espesor del tubo neural formando la sustancia blanca del cerebro, o bien penetran en el mesodermo y luego se unen con las células musculares jóvenes (mioblastos). De tal manera surgen los nervios motores.

Los nervios sensitivos tienen su origen en los rudimentos de los ganglios espinales, que ya se manifiestan en los bordes del surco medular, en la zona de transición a la capa córnea. Cuando el surco se cierra en el tubo neural, los rudimentos se desplazan a su lado dorsal, localizándose en la línea media. Luego las células de estos rudimentos se desplazan en dirección ventral, localizándose nuevamente a los lados del tubo neural en forma de las llamadas crestas neurales. Ambas crestas neurales proliferan en forma de cuentas de collar en la zona dorsolateral de los rudimentos, debido a lo cual se origina en cada lado una serie de ganglios espinales o intervertebrales. En la parte cefálica del tubo neural éstos sólo llegan hasta la zona de la vesícula cerebral posterior, donde forman los rudimentos de los ganglios de los nervios sensitivos cefálicos. Los neuroblastos de los rudimentos ganglionares se desarrollan y toman el aspecto de células nerviosas bipolares, una de cuyas prolongaciones prolifera en el tubo neural, mientras que la otra va a la periferia formando el nervio sensitivo. Gracias a la fusión, en cierta extensión del inicio de ambas prolongaciones, de las células bipolares se obtienen las denominadas células unipolares falsas, con una prolongación dividida en «T», las cuales son características de los ganglios intervertebrales del adulto. Las prolongaciones centrales que penetran en la médula espinal forman las raíces posteriores de los nervios espinales, mientras que las prolongaciones periféricas proliferan en dirección ventral y contribuyen a formar el nervio mixto después de unirse a las fibras eferentes que salieron de la médula espinal formando la raíz anterior. De las crestas neurales surgen también los rudimentos del sistema nervioso vegetativo (para más detalle véase pág. 320).

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

MÉDULA ESPINAL

Desarrollo de la médula espinal. Como ya se dijo, desde el punto de vista filogenético la médula espinal (tronco cerebral del *Amphioxus lanceolaus*) surge en la tercera etapa del desarrollo del sistema nervioso (sistema nervioso tubular). En este período aún no existe el encéfalo, por eso el tronco cerebral tiene centros para controlar los procesos del organismo, tanto los vegetativos, como los animales (centros viscerales y somáticos). En correspondencia con la estructura segmentaria del cuerpo, el tronco cerebral tiene esta estructura y consta de neurómeras, en cuyos límites se cierra el arco reflejo primitivo. La estructura metamérica de la médula espinal se conserva también en el hombre, lo que condiciona la presencia de los arcos reflejos breves en el mismo.

Con la aparición del encéfalo (etapa de cefalización), en éste se originan los centros superiores de mando de todo el organismo, mientras que la médula espinal pasa a una posición subordinada. La médula no sólo permanece como aparato segmentario, sino que se hace también conductora de los impulsos desde la periferia hacia el encéfalo y viceversa, y en la misma se desarrollan conexiones bilaterales con el encéfalo. De tal manera, durante la evolución de la médula espinal se forman dos aparatos: el primero, más viejo, es el aparato segmentario de los enlaces propios de la médula, y en el segundo, más nuevo, es el aparato suprsegmentario de las vías conductoras bilaterales hacia el encéfalo. Tal principio estructural se observa también en el hombre.

El factor decisivo de la formación del tronco cerebral resulta ser la adaptación el medio ambiente mediante los movimientos. Por eso la estructura de la médula espinal refleja el modo del movimiento del animal. Así, por ejemplo, en los reptiles desprovistos de miembros y que se mueven con ayuda del tronco —las serpientes—, la médula espinal está desarrollada uniformemente a todo lo largo y carece de engrosamientos. En los animales que utilizan los miembros surgen dos engrosamientos; con la particularidad de que si los miembros anteriores son más desarrollados (por ejemplo, las alas de las aves), entonces predomina el engrosamiento anterior (cervical) de la médula espinal; si están más desarrollados los posteriores (por ejemplo, las patas del avestruz), entonces está más aumentado el engrosamiento posterior (lumbar); si durante la marcha participan de igual modo los miembros anteriores y los posteriores (mamíferos cuadrúpedos), entonces ambos engrosamientos están desarrollados igualmente. En el hombre, en relación con la actividad más compleja de la mano como órgano de trabajo, el engrosamiento cervical de la médula se diferenció más intensamente que el lumbar.

Los factores filogenéticos señalados juegan su papel en el desarrollo de la médula espinal y en la ontogénesis. La médula espinal se desarrolla del tubo neural, de su segmento posterior (del anterior se origina el encéfalo). De la parte ventral del tubo neural se forman las columnas anteriores de la substancia gris de la médula espinal (cuerpos celulares de las neuronas motoras), los fascículos de fibras nerviosas longitudinales colindantes con

éstas y las prolongaciones de las neuronas mencionadas (raíces motoras). De la parte dorsal surgen las columnas posteriores de la substancia gris (cuerpos celulares de las neuronas sensitivas) y los cordones posteriores (prolongaciones de las neuronas sensitivas).

De esta manera, la parte ventral del tubo neural es la zona motora primaria, y la dorsal, la sensitiva primaria. Esta división en zonas motora y sensitiva, abarca todo el tubo neural y se conserva en el tronco del encéfalo.

Debido a la reducción de la parte caudal de la médula espinal se obtiene un tracto fino de tejido nervioso, el futuro hilo terminal. Al principio, en el tercer mes de vida fetal, la médula espinal ocupa todo el canal vertebral, luego la columna vertebral comienza a crecer más rápido que la médula, por eso el extremo de la misma se desplaza poco a poco hacia arriba (cranealmente). Al nacer, el extremo de la médula espinal ya se encuentra a nivel de la III vértebra lumbar, y en el adulto ya alcanza la altura de las I—II vértebras lumbares. Como resultado de este «ascenso» de la médula, las raíces nerviosas que parten de la misma toman una dirección oblicua (fig. 382).

ESTRUCTURA DE LA MÉDULA ESPINAL

La médula espinal (del gr., *myelos*) está situada en el canal vertebral y en los adultos representa un cordón cilíndrico algo aplastado de delante atrás, que en la parte superior (craneal) pasa directamente a la médula oblongada, y por abajo (caudal) termina en una punta cónica, el cono medular, a nivel de la II vértebra lumbar (véase fig. 382). El conocimiento de este hecho tiene importancia práctica (para no dañar la médula espinal durante la punción lumbar, con el fin de tomar líquido cerebrospinal o de la anestesia espinal, es necesario introducir la aguja de la jeringuilla entre los procesos espinosos de las III y IV vértebras lumbares).

Del cono medular parte hacia abajo el hilo terminal, que representa la parte inferior atrofiada de la médula espinal, la que más abajo comprende la continuación de las vainas de la médula espinal y se inserta en la II vértebra coccígea.

La médula espinal, en toda su extensión, tiene dos engrosamientos que corresponden a las raíces de los nervios de los miembros superior e inferior: el engrosamiento superior se denomina **intumescencia cervical** (*intumescentia cervicalis*), y el inferior, **intumescencia lumbosacral** (*intumescentia lumbosacralis*). De estos engrosamientos, el más amplio es el lumbar, pero el más diferenciado es el cervical, que está relacionado con la inervación más compleja de la mano como órgano de trabajo. Mediante los surcos longitudinales anterior y posterior, el profundo —fisura mediana anterior—, y el superficial —surco mediano posterior—, formados como resultado del engrosamiento de las paredes laterales del tubo neural y que pasan por la línea media, la médula espinal se divide en dos mitades simétricas —derecha e izquierda—, cada una de las cuales tiene a su vez un surco longitudinal débilmente manifiesto que pasa por la línea de entrada de las raíces posteriores. Este se denomina **surco dorsolateral** o **posterolateral**.

Este surco y el lugar de salida de las raíces anteriores subdividen cada mitad de la médula en tres **cordones longitudinales**: el anterior —**funículo anterior**—, el lateral —**funículo lateral**—, y el posterior —**funículo posterior**. El funículo posterior en las porciones cervical y torácica superior está di-

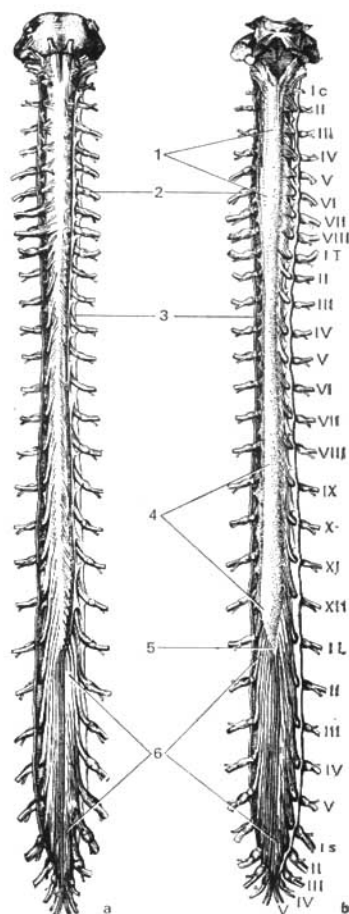


Fig. 382. Médula espinal.

- a — vista anterior (cara ventral);
 b — vista posterior (cara dorsal). La duramadre y la aracnoidea están disecadas. La piamadre está quitada. Con números romanos se señala el orden de la disposición de los nervios cerebrospinales cervicales (C), torácicos (T), lumbares (L) y sacros (S).
 1 — Intumescencia cervical;
 2 — ganglio espinal;
 3 — duramadre de la médula espinal;
 4 — Intumescencia lumbar;
 5 — cono medular;
 6 — cola de caballo.

vidido por un surco intermedio —surco intermedio posterior— en dos fascículos: el fascículo grácil (de Goll) y el fascículo cuneiforme (de Burdach). Ambos fascículos se continúan, con la misma denominación, por el lado posterior de la médula oblongada.

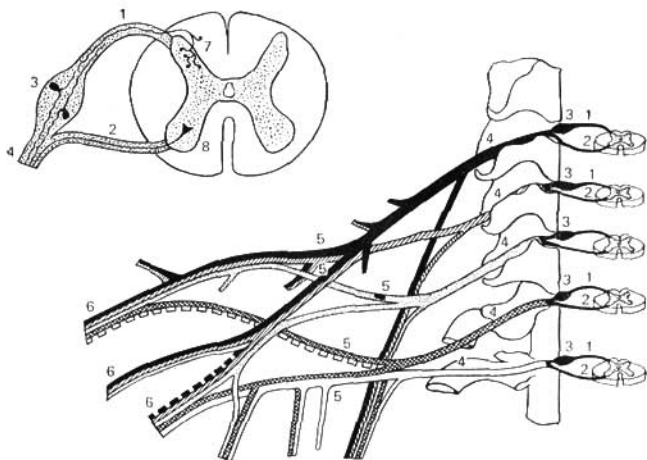


Fig. 383. Elementos del sistema nervioso periférico (esquema).

- 1 — raíz dorsal;
 2 — raíz ventral;
 3 — ganglio espinal;
 4 — funículo;

- 5 — plexo;
 6 — ramos del plexo;
 7 — cuerno posterior;
 8 — cuerno anterior.

En uno y otro lado de la médula espinal salen en filas longitudinales las raíces de los nervios espinales. La raíz ventral o anterior consta de las neuritas de las neuronas motoras (centrífugas o eferentes), cuyos cuerpos celulares se localizan en la médula espinal, mientras que la raíz dorsal o posterior, que entra en el surco lateral posterior, contiene las prolongaciones de las neuronas sensitivas (centrípetas o aferentes), cuyos cuerpos se encuentran en los ganglios* espinales (intervertebrales).

A cierta distancia de la médula espinal, la raíz motora se une con la sensitiva (fig. 383), y juntas forman el tronco del nervio espinal, al cual los neuropatólogos destacan con el nombre de funículo. Durante la inflamación del funículo (funiculitis) surgen, al mismo tiempo, trastornos segmentarios de la esfera motora y de la sensitiva; durante la enfermedad de la raíz (radiculitis) se observan los trastornos segmentarios de una sola esfera —o sensitiva, o motora; y durante la inflamación de los ramos del nervio (neuritis) los trastornos corresponden a la zona de distribución del nervio dado. El funículo es por lo común muy corto, puesto que sale rápidamente del orificio intervertebral, después de lo cual el nervio espinal se separa en sus ramos principales. En los orificios intervertebrales, cerca de la unión

** Según los últimos datos (Gasser, 1955; Gess, 1956; Mitchel, 1957, y otros), por las raíces posteriores pasan fibras eferentes, amielínicas, inervadoras de los músculos lisos de las vísceras y los vasos.

de ambas raíces, la raíz dorsal tiene un engrosamiento —el ganglio espinal o intervertebral—, que contiene las células nerviosas unipolares falsas (neuronas aferentes) con una prolongación que luego se divide en dos ramos: uno de éstos, el central, pasa junto con la raíz dorsal a la médula espinal, el otro, el periférico, se continúa en el nervio espinal. De esta forma, en los ganglios espinales están ausentes las sinapsis, puesto que aquí solamente se encuentran los cuerpos celulares de las neuronas aferentes. Los ganglios mencionados se diferencian de los ganglios vegetativos del sistema nervioso periférico, ya que en estos últimos entran en contacto las neuronas* intercalares y las eferentes. Los ganglios espinales de las raíces sacras se encuentran dentro del canal sacro, y el ganglio de la raíz coccígea, dentro de la vaina de la duramadre.

Como la médula espinal es más corta que el canal vertebral, el lugar de salida de las raíces no corresponde al nivel de los orificios intervertebrales. Para penetrar en estos últimos, las raíces no sólo se apartan de la médula espinal, sino que se dirigen también hacia abajo, y tanto más verticalmente cuanto más se alejan de la médula espinal. En la parte lumbar de la misma las raíces bajan a los orificios intervertebrales correspondientes, paralelamente al hilo terminal, envolviendo a éste y al cono medular con un fascículo espeso, la cola de caballo (*cauda equina*) (véase fig. 382).

ESTRUCTURA INTERNA DE LA MÉDULA ESPINAL

La médula espinal consta de sustancia gris, que contiene células nerviosas, y de sustancia blanca, compuesta de fibras nerviosas mielínicas.

A. La sustancia gris (*substantia grisea*) se deriva del tubo neural, de la capa media de sus células epiteliales (véase pág. 175), se encuentra dentro de la médula espinal y está rodeada por todos los lados de sustancia blanca. La sustancia gris forma dos columnas verticales, situadas en la mitad derecha e izquierda de la médula espinal. En su centro se encuentra el estrecho canal central (*canalis centralis*) de la médula espinal, que se extiende a todo lo largo de la misma y que contiene líquido cerebrospinal. El canal central es el remanente de la cavidad del tubo nervioso primario. Por eso, en la parte superior comunica con el IV ventrículo del encéfalo y en la inferior, en la región del cono medular, termina en una pequeña expansión —el ventrículo terminal. Con la edad el canal central se estrecha y en algunas partes se oblitera del todo, ya que después de los 40 años (en el 93%) deja de ser un canal continuo (V. P. Kurkovski).

La sustancia gris que rodea el canal se denomina sustancia intermedia central (*substantia intermedia centralis*). En cada columna gris se distinguen dos porciones: una anterior, la columna gris anterior, y otra posterior, la columna gris posterior.

En los cortes transversales de la médula espinal estas porciones tienen el aspecto de cuernos: el anterior, ensanchado, cuerno anterior, y el posterior, afilado, cuerno posterior. Debido a esto, el aspecto general de la sustancia gris, que se destaca en el fondo de la sustancia blanca, recuerda la letra «H».

* En la composición de los ganglios espinales se pueden encontrar los elementos multipolares del sistema nervioso vegetativo (A. Doguel, F. Kisch, N. Kolosov).

La substancia gris está compuesta de células nerviosas que se agrupan en núcleos, cuya localización principal corresponde a la estructura segmentaria de la médula y a su arco reflejo primario trófico. La primera neurona, sensitiva, de este arco está en los ganglios espinales y su prolongación periférica va en el conjunto de los nervios hacia los órganos y tejidos, y allá entra en contacto con los receptores; su prolongación central penetra con las raíces posteriores en el surco lateroposterior de la médula espinal y termina conectándose con las células de los cuernos posteriores. Por eso, alrededor del vértice del cuerno se forma una zona limítrofe de substancia blanca, que representa un conjunto de prolongaciones centrales de las células de los ganglios espinales que terminan en la médula espinal. Las células de los cuernos posteriores forman grupos aislados o núcleos que reciben del «soma» diferentes clases de sensibilidad (cutánea y de los órganos del movimiento) — núcleos sensitivos somáticos.

Entre ellos se destacan: el núcleo de la base del cuerno posterior, **núcleo torácico** (columna de Clarke-Stolling), más evidente en los segmentos torácicos de la médula; el núcleo de la **substancia gelatinosa** situada en el vértice del cuerno, y los llamados **núcleos propios**.

Las células del cuerno posterior forman neuronas intercalares que dan inicio a las neuritas que van a los funículos de la médula espinal, y las células de la substancia gelatinosa y las denominadas células fasciculares, distribuidas difusamente en la substancia gris, sirven para conectarse con las terceras neuronas situadas en los cuernos anteriores del mismo segmento. Las prolongaciones de estas células, que van de los cuernos posteriores a los anteriores, naturalmente, se disponen cerca de la substancia gris, por su periferia, formando una franja estrecha de substancia blanca que rodea la substancia gris por todas partes. Estos son los fascículos propios o basales de la médula espinal.

Los axones de otras células fasciculares se dividen en ramos ascendente y descendente, que terminan en las células de los cuernos anteriores de varios segmentos situados más arriba y más abajo. Debido a eso, la excitación que parte de una región determinada del cuerpo puede transmitirse no sólo al segmento correspondiente, sino también abarcar a los otros. Como resultado, el reflejo simple puede atraer en su reacción de respuesta a un grupo entero de músculos, asegurando el complejo movimiento coordinado, que sin embargo sigue siendo reflejo incondicionado.

Los cuernos anteriores contienen las terceras neuronas, motoras, cuyos axones, al salir de la médula espinal, forman las raíces anteriores motoras. Estas células forman los núcleos de los nervios somáticos eferentes que inervan la musculatura esquelética — núcleos somáticos motores*. Estos últimos tienen el aspecto de columnas cortas y se sitúan en forma de dos grupos — medial y lateral. Los mediales inervan los músculos desarrollados de la parte dorsal de las miotomas (musculatura propia del dorso), y los laterales, los músculos que se originan de la parte ventral de las miotomas (los músculos ventrolaterales del tronco y los músculos de los miem-

* Las células de los cuernos anteriores son también los centros tróficos de la musculatura; la desconexión de las neuronas motoras trae no solamente la parálisis, sino la atrofia de los músculos

bros). Cuanto más distantes se encuentran los músculos inervados, tanto más lateralmente se sitúan las células que los inervan.

El mayor número de núcleos se encuentra en los cuernos anteriores del engrosamiento cervical de donde se inervan los miembros superiores, lo que se determina por la participación de estos últimos en la actividad laboral del hombre. En relación con la complicación de los movimientos de la mano como órgano de trabajo, el hombre tiene un número mucho mayor de estos núcleos que los animales, incluyendo los antropoides. De esta manera, los cuernos posteriores y anteriores de la substancia gris se relacionan con la inervación de los órganos de la vida animal, particularmente del aparato locomotor, a cuyo perfeccionamiento evolutivo se debe el desarrollo de la médula espinal.

Los cuernos anterior y posterior en cada mitad de la médula espinal se comunican entre sí por una zona intermedia de substancia gris, que en las porciones torácica y lumbar de la médula (desde el I segmento torácico hasta el II—III lumbar) se manifiesta particularmente y se presenta en forma de **cuerno lateral** (*cornu laterale*). Debido a esto en dichas porciones la substancia gris en el corte transversal adquiere el aspecto de una mariposa. En los cuernos laterales se encuentran las células que inervan los órganos vegetativos y que se agrupan en el núcleo que se denomina núcleo intermediolateral (*nucleus intermediolateralis*) (descrito por vez primera por I. M. Yakubóvich). Las neuritas de las células de este núcleo salen de la médula espinal en el conjunto de las raíces anteriores.

B. **La substancia blanca** (*substantia alba*) de la médula espinal consta de prolongaciones nerviosas que forman tres sistemas de fibras nerviosas.

1. Fascículos cortos de fibras de asociación, basales, que unen las partes de la médula espinal a diferentes niveles (neuronas aferentes e intercalares).
2. Fibras largas centrípetas (sentitivas, aferentes).
3. Fibras largas centrífugas (motoras, eferentes).

El primer sistema (fibras cortas) se refiere al aparato propio de la médula espinal y los restantes (fibras largas) constituyen el aparato conductor de los enlaces bilaterales con el encéfalo.

El **aparato propio de la médula** incluye la substancia gris con las raíces posteriores y anteriores, y los fascículos principales propios de la substancia blanca, que rodean la substancia gris en forma de una cinta estrecha. Por su desarrollo, el aparato propio es, filogenéticamente, la formación más antigua y por eso conserva los rasgos primitivos de la estructura —la segmentación—, y por eso también lo llaman aparato segmentario de la médula espinal, a diferencia del otro, no segmentado, de los enlaces bilaterales con el encéfalo.

De esta forma, *el segmento nervioso* es una sección transversal de la médula espinal y de los nervios espinales derechos e izquierdos relacionados con el mismo, desarrollados de un neurotomo (neurómera). Este consta de una capa horizontal de substancia gris y blanca (cuernos posteriores, anteriores y laterales) que contiene las neuronas, cuyas prolongaciones pasan por el nervio espinal par (derecho e izquierdo) y sus raíces (véase fig. 383). En la médula se distinguen 31 segmentos que topográficamente se dividen en 8 cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coccígeo. En los límites del segmento nervioso se cierra el arco reflejo corto (véase fig. 379).

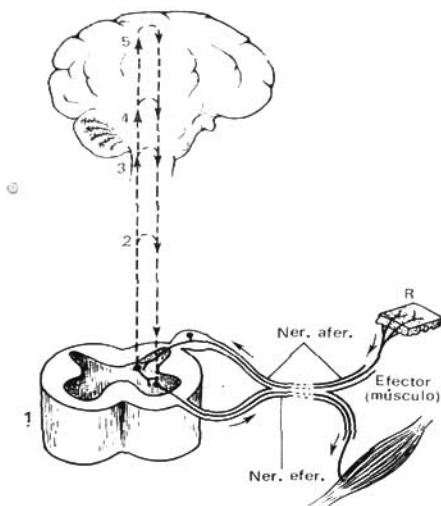


Fig. 384. Esquema elemental del reflejo incondicionado.

Los impulsos nerviosos que surgen durante la estimulación del receptor (R) por las fibras aferentes (Nerv. afer.) sólo se ha señalado una fibra de este tipo, van hacia la médula espinal (1), donde a través de la neurona intercalada se transmiten a las fibras eferentes (Nerv. efer.), por las que llegan hasta el efector. Líneas punteadas — difusión de la excitación de las partes inferiores del sistema nervioso central a las que están situadas más arriba (2, 3, 4), hasta la corteza del cerebro (5) inclusive. La alteración de las partes superiores del cerebro que tiene lugar a consecuencia de eso, actúa (véase flechas) sobre la neurona eferente, influyendo en el resultado final de la respuesta refleja.

Puesto que el aparato segmentario propio de la médula espinal surgió cuando todavía no existía el encéfalo, este hecho hace que su función consista en la realización de aquellas reacciones de respuesta a excitaciones externas e internas, que filogenéticamente se originaron antes, o sea, las reacciones congénitas (reflejos incondicionados de I. P. Pávlov).

El aparato de los enlaces bilaterales con el encéfalo resulta ser, filogenéticamente, más joven, puesto que surgió cuando apareció el encéfalo.

A medida que se desarrolla este último, desde la sustancia gris proliferan vías conductoras que unen la médula espinal con el encéfalo (fig. 384). Esto explica el hecho de que la sustancia blanca de la médula espinal se comporte como si rodeara por todos los lados la sustancia gris. Debido a este aparato conductor, el aparato propio de la médula está relacionado con el del encéfalo, que reúne el trabajo de todo el sistema nervioso. Las fibras nerviosas se agrupan en fascículos sólo distinguibles en los preparados con ayuda de métodos especiales (véase «Curso de Anatomía Microscópica»), y de éstos se componen los funículos visibles a simple vista: posterior, lateral y anterior (véase pág. 178). En el funículo posterior (fig. 385), limitante con el cuerno posterior (sensitivo), se tienen los fascículos de las fibras nerviosas ascendentes; en el funículo anterior, limitante con el cuerno anterior (motora), están los fascículos de las fibras nerviosas descendentes; y en fin, en el funículo lateral se encuentran tanto los unos como los otros. Además de los funículos, la sustancia blanca está presente también en la comisura blanca (*comissura alba*), formada por el entrecruzamiento de las fibras delante

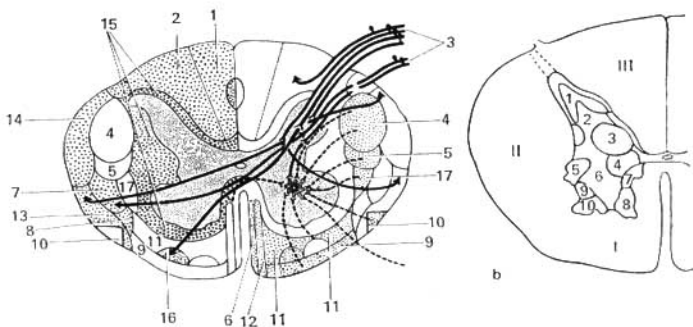


Fig. 385.

a — esquema de las vías de conducción de la médula espinal en un corte transversal. A la izquierda se señala la porción de los sistemas de las fibras ascendentes; a la derecha, la de los sistemas de las fibras descendentes.

- 1 — fascículo grácil (de Goll);
- 2 — fascículo cuneiforme (de Burdach);
- 3 — raíz posterior;
- 4 — tracto corticospinal lateral;
- 5 — tracto rubrospinal;
- 6 — tracto tectospinal;
- 7 — tracto espinotalámico lateral;
- 8 — tracto espinotectal;
- 9 — tracto vestibulospinal;
- 10 — tracto olivospinal;
- 11 — tracto reticulospinal;
- 12 — tracto corticospinal anterior;
- 13 — tracto espinocerebeloso anterior (de Gowers);

- 14 — tracto espinocerebeloso posterior (de Flechsig);
- 15 — fascículos propios;
- 16 — tracto espinotalámico anterior;
- 17 — tracto talamospinal.

b — corte transversal de la médula espinal;

- núcleos de la sustancia gris (porción torácica).
- 1 — sustancia gelatinosa (de Rolando);
- 2 — núcleo propio del cuerno posterior;
- 3 — núcleo torácico (columna de Clarke-Stilling);
- 4 — núcleo intermedio medial;
- 5 — núcleo intermedio lateral;
- 6, 7, 8, 9, 10 — cinco núcleos motores del cuerno anterior;
- I, II, III — funículos anterior, lateral y posterior de la sustancia blanca.

de la sustancia intermedia central; por detrás la comisura blanca no existe.

Los funículos posteriores contienen las fibras de las raíces espinales posteriores compuestas por dos sistemas:

1. Fascículo grácil (*fasciculus gracilis*) (de Goll), situado medialmente.

2. Fascículo cuneiforme (*fasciculus cuneatus*) (de Burdach), situado lateralmente.

Los fascículos grácil y cuneiforme conducen a la corteza desde las partes correspondientes del cuerpo la sensibilidad consciente propioceptiva (sensación músculo-articular, y la sensibilidad cutánea (sensación estereognósica — reconocimiento de los objetos al tacto), relacionadas con la determinación de la posición del cuerpo en el espacio y también con la sensibilidad táctil (Deshin, 1939).

Los funículos laterales contienen los siguientes fascículos:

A. Ascendentes.

Hacia el metencéfalo: 1) tracto espinocerebelar posterior (de Flechsig), situado en la parte posterior del funículo lateral, por su periferia; 2) tracto espinocerebelar anterior (haz de Gowers), que se encuentra por delante del primero. Ambos tractos espinocerebelares conducen impulsos inconstantes propioceptivos (coordinación inconsciente de los movimientos).

Hacia el mesencéfalo: 3) **tracto espinotectal** (*tractus spinotectalis*), que limita con la parte medial y anterior del tracto espinocerebelar anterior (de Halweg).

Hacia el diencéfalo: 4) **tracto espinotalámico lateral** (de Eninger), que limita por la parte medial con el tracto espinocerebelar anterior, se encuentra detrás del espinotectal. El tracto por su parte dorsal conduce las excitaciones térmicas, y por la ventral, las de dolor; 5) **tracto espinotalámico anterior** es análogo al precedente, pero se sitúa por delante del tracto lateral homónimo (K. Bíkov, G. Konradi, 1955) y resulta ser la vía de conducción de los impulsos del tacto (sensibilidad táctil). Según la descripción de otros autores (P. Diákonov, 1946, y otros), este tracto se sitúa en el funículo anterior.

B. Descendentes.

De la corteza cerebral: 1) **tracto corticospinal lateral** (piramidal, haz de Meynert). Este tracto es la vía consciente motora eferente.

Del mesencéfalo: 2) **tracto rubrospinal** (de Monakow). Este es la vía motora inconsciente (extrapiramidal).

Del metencéfalo: 3) **tracto olivospinal** (de Bejterev—Helweig). Está situado por delante del tracto espinocerebelar anterior, cerca del funículo anterior.

Los funículos anteriores contienen las vías descendentes.

De la corteza del encéfalo: 1) **tracto corticospinal (piramidal) anterior**. Este tracto forma con el tracto piramidal lateral el sistema piramidal común.

Del mesencéfalo: 2) **tracto tectospinal**, que se encuentra medialmente al tracto piramidal, limitando la fisura mediana anterior. Gracias al mismo se realizan movimientos reflejos protectores durante las excitaciones ópticas y acústicas—tracto óptico-acústico reflejo.

Una serie de fascículos se dirige a los cuernos anteriores de la médula espinal desde los diferentes núcleos de la *médula oblongada*, que tienen relación con el equilibrio y con la coordinación de los movimientos; a saber:

3) de los núcleos del nervio vestibular — el **tracto vestibulospinal** (haz de Held), situado en el límite de los funículos anterior y lateral;

4) de la formación reticular — el **tracto reticulospinal**, que se localiza en la parte central del funículo anterior;

5) **los fascículos propios** limitan directamente con la sustancia gris y se refieren al aparato propio de la médula espinal.

MENINGES DE LA MÉDULA ESPINAL

La médula espinal está envuelta por tres membranas conjuntivas (fig. 386), las meninges, que proceden del mesodermo del tubo medular. Si comenzamos desde la superficie hacia la profundidad, entonces estas meninges serán las siguientes: la duramadre o paquimeninge; la aracnoides, membrana meníngea delicada, y la piamadre, membrana meníngea vascular. Las dos últimas, a diferencia de la primera, se denominan también meninge blanda, leptomeninge. Cranealmente, las tres meninges se continúan con las homólogas del encéfalo.

1. **La duramente** de la médula espinal envuelve en forma de un saco externo a la médula y no está unida a las paredes del canal vertebral, tapizadas por su propio periostio interno, denominado también hoja externa

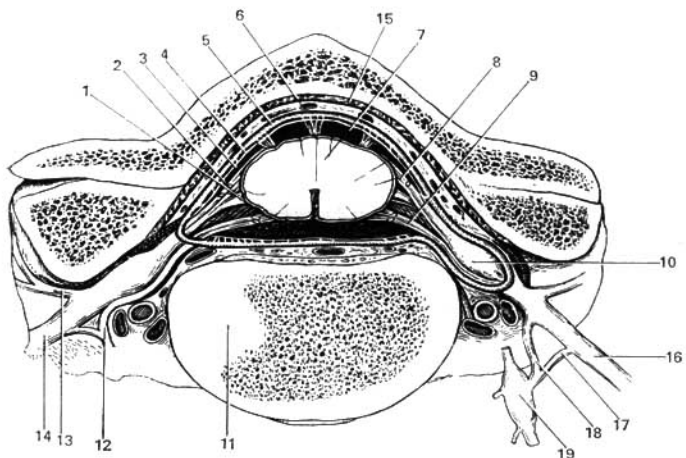


Fig. 386. Meninges de la médula espinal.

- | | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 1 — piamadre; | 10 — ganglio espinal; |
| 2 — aracnoides espinal; | 11 — vértebra; |
| 3 — cavidad subaracnoidea; | 12, 18 — ramo comunicante blanco; |
| 4 — cavidad subdural; | 13 — ramo dorsal del nervio espinal; |
| 5 — duramadre; | 14 — ramo ventral del nervio espinal; |
| 6 — cavidad epidural; | 15 — endorraquia; |
| 7 — médula espinal; | 16 — nervio espinal; |
| 8 — raíz dorsal; | 17 — ramo comunicante gris; |
| 9 — raíz ventral; | 19 — ganglio del tronco simpático. |

de la duramadre. Entre el periostio y la duramadre se encuentra la **cavidad epidural** (*cavum epidurale*), ocupada por tejido adiposo y plexos venosos (plexos venosos vertebrales internos), a los cuales afluye la sangre venosa de la médula espinal y las vértebras. Cranealmente, la duramadre se adhiere a los bordes del agujero magno, y caudalmente termina en forma de un hilo (filo de la duramadre espinal), que se inserta en el cóccix.

La duramadre recibe sus *arterias* de los ramos espinales de las arterias segmentarias; sus *venas* afluyen en el plexo venoso vertebral interno, y sus *nervios* proceden de los ramos menínges de los nervios espinales. La superficie interna de la duramadre está cubierta por una capa de endotelio, por lo cual tiene un aspecto liso y brillante.

2. La **aracnoides**, en forma de hoja fina transparente, carente de vasos, limita por dentro con la duramadre, separándose de esta última por la **cavidad subdural** (*cavum subdurale*), en forma de hendidura, atravesada por finos travesaños. Entre la aracnoides y la piamadre, que cubre directamente a la médula espinal, se encuentra la **cavidad subaracnoidea** (*cavum subaracnoideale*), en la cual la médula y las raíces nerviosas se hallan libremente rodea-

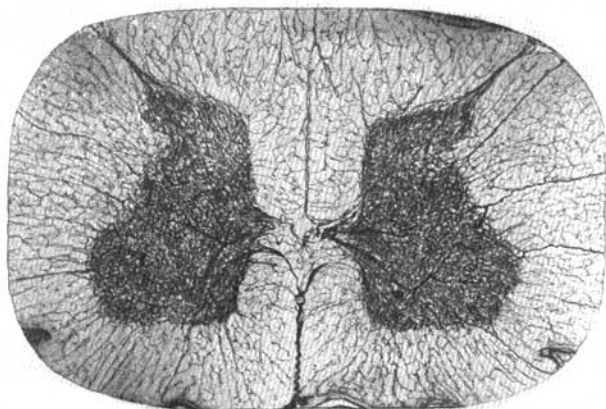


Fig. 387. Vasos de la médula espinal de un gato (según I. Lev).

das de gran cantidad de líquido cerebrospinal (*liquor cerebrospinalis*). Esta cavidad es particularmente ancha en la parte inferior del saco aracnoideo, donde rodea a la cola de caballo (*cauda equina*) de la médula espinal (**cisterna terminal**). El líquido que llena el espacio subaracnoideo está en comunicación continua con el líquido de los espacios subaracnoideos del encéfalo y los ventrículos del cerebro. Entre la aracnoides y la piamadre medular cervical se forma a lo largo de la línea mediana posterior un tabique, el **septo cervical intermedio**. Además de esto, a cada lado de la médula, y en el plano frontal se encuentra el **ligamento denticulado**, provisto de 19-23 dientes que pasan por los espacios existentes entre las raíces anteriores y posteriores. Los **ligamentos denticulados** sirven para fijar la médula en su lugar, sin permitirle alargarse. Mediante los dos ligamentos denticulados el espacio subaracnoideo se divide en anterior y posterior.

3. **La meninge vascular** de la médula espinal, la **piamadre**, cuya superficie está cubierta por un endotelio, reviste directamente a la médula espinal y contiene entre sus dos hojas a los vasos, junto con los cuales entra en sus surcos y en la substancia medular, formando alrededor de los vasos los espacios perivascuales.

Vasos de la médula espinal (fig. 387). *Las arterias* espinales anterior y posteriores bajan a lo largo de la médula espinal y se unen entre sí por múltiples ramos, formando en la superficie de la médula una red vascular (la llamada corona vascular). De esta red parten ramitos que penetran con las prolongaciones de la piamadre en la substancia medular (fig. 387) (I. Lev). *Las venas*, en general, son análogas a las arterias y afluyen, a fin de cuentas, en los plexos venosos vertebrales internos. Entre *los vasos linfáticos* de la médula espinal pueden incluirse los espacios perivascuales que comunican con el espacio subaracnoideo.

ENCÉFALO

ASPECTO GENERAL DEL ENCÉFALO

El **encéfalo** (*encephalon*) está situado en la cavidad craneal y tiene una forma que, en general, corresponde a los contornos internos de dicha cavidad. Su cara superolateral o dorsal es convexa, conforme a la bóveda del cráneo, y la cara inferior o base es más o menos aplanada y desigual. En el encéfalo pueden distinguirse tres grandes porciones: **los hemisferios cerebrales** (*hemispherie cerebri*), el **cerebelo** (*cerebellum*) y el **tronco cerebral encefálico** (*truncus cerebri s. encephalicus*). La mayor parte del encéfalo está formada por los hemisferios, les sigue en magnitud el cerebelo, y la otra parte, comparativamente pequeña, la constituye el tronco cerebral.

Cara superolateral del encéfalo. Ambos hemisferios están separados uno del otro por la **fisura longitudinal del cerebro** (*fissura longitudinalis cerebri*), dispuesta sagitalmente. En la profundidad de esta fisura los hemisferios están unidos entre sí por una comisura, el cuerpo caloso, y por otras formaciones situadas por debajo de éste. Por delante del cuerpo caloso, la **fisura longitudinal** es pasante, mientras que por atrás se continúa con la **fisura transversa del cerebro** (*fissura transversa cerebri*), que separa la parte posterior de los hemisferios cerebrales situada por debajo.

Cara inferior del encéfalo (fig. 388). Desde la cara inferior del encéfalo (*facies inferior cerebri*) no sólo se observa la parte inferior de los hemisferios del cerebro y el cerebelo, sino también toda la cara inferior del tronco cerebral y los nervios que parten del encéfalo.

Aquí se encuentran las siguientes formaciones, yendo de delante hacia atrás. La parte anterior de la cara basal del encéfalo está constituida por los **lóbulos frontales** de los hemisferios, en cuya cara inferior se notan **los bulbos olfatorios**, a los cuales llegan finos **hilos nerviosos** que desde la cavidad nasal atraviesan los orificios de la lámina cribosa del etmoides y los cuales forman en conjunto el I par de los nervios céfalicos — nervios olfatorios. Por lo común, al extraer el encéfalo del cráneo, estos hilos se arrancan de los bulbos olfatorios. Los bulbos se continúan hacia atrás en **los tractos olfatorios**, que terminan cada uno en dos raíces, entre las cuales se encuentra una eminencia, el **trígono olfatorio**. Directamente por detrás del trígono, a uno y otro lado, se encuentra la **substancia perforada anterior**, así llamada porque aquí hay pequeños agujeros a través de los cuales pasan vasos a la substancia cerebral.

En el centro, entre ambos espacios perforados anteriores, está el **quiasma óptico**, que tiene la forma de la letra «X». De la cara superior del quiasma parte una placa fina de color gris, la **lámina terminal**, que va a la profundidad de la fisura longitudinal cerebral. Detrás del quiasma se encuentra el **tubérculo ceniciento** (*tuber cinereum*), cuyo ápice tiene forma de un tubo estrecho llamado **infundíbulo**, del cual, como una frutita en su tallo, cuelga un cuerpo redondeado, la **hipófisis**. Al situarse el encéfalo en su lugar, la hipófisis ocupa la cavidad de la **silla turca**. Detrás del tubérculo ceniciento se encuentran dos eminencias esféricas pequeñas de color blanco, **los cuerpos mamilares**. Detrás de ellos hay una fosa bastante profunda, la **fosa interpeduncular**, limitada lateralmente por dos gruesos cordones blancos, unidos por detrás que se denominan **pedúnculos cerebrales**. El fondo de la fosa está

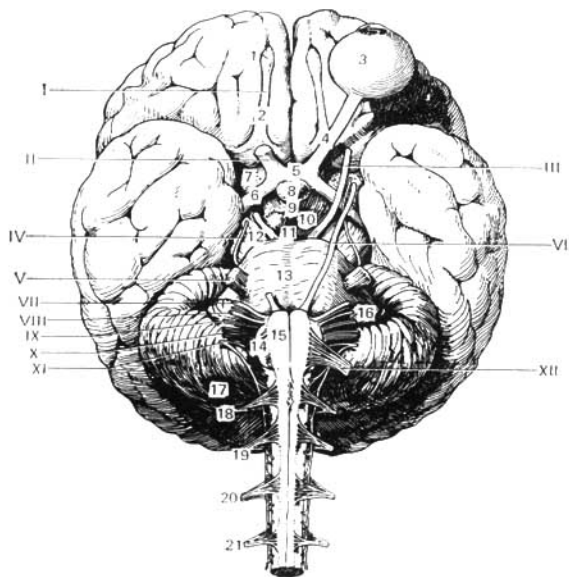


Fig. 388. Cara inferior del encéfalo.

- | | |
|---|---|
| I — tracto olfatorio; | 5 — quiasma óptico; |
| II — nervio óptico; | 6 — tracto óptico; |
| III — nervio oculomotor; | 7 — substancia perforada anterior; |
| IV — nervio troclear; | 8 — hipófisis; |
| V — nervio trigémino; | 9 — tubérculo centicento; |
| VI — nervio abductor (<i>abducens</i>); | 10 — cuerpo mamilar; |
| VII — nervio facial; | 11 — substancia perforada posterior; |
| VIII — nervio vestibulococlear; | 12 — pedúnculo del cerebro; |
| IX — nervio glosofaríngeo; | 13 — puente; |
| X — nervio vago; | 14 — oliva; |
| XI — nervio accesorio; | 15 — pirámide; |
| XII — nervio hipoglosa; | 16 — flóculo; |
| 1 — bulbo olfatorio; | 17 — cerebelo; |
| 2 — tracto olfatorio; | 18, 19, 20, 21 — raíces de los cuatro nervios espinales superiores. |
| 3 — bulbo ocular izquierdo; | |
| 4 — nervio óptico; | |

perforado por varios agujeros por donde pasan vasos, y por eso se nombra **substancia perforada posterior**. A cada lado de este espacio, en el surco del borde medial del pedúnculo cerebral, emerge el III par — **nervio oculomotor** (*n. oculomotorius*). En la cara lateral de los pedúnculos cerebrales se observa el nervio más fino de todos los nervios cefálicos, el IV par — **nervio troclear** (*nervus trochlearis*), que, sin embargo, parte no de la base cerebral, sino de su parte dorsal, el **velo medular superior**. Detrás de los pedúnculos cerebrales se encuentra un grueso rodillo transversal —el **puente** (*pons*) de Varolio, que, estrechándose por los lados, se sumerge en el cerebelo. Las partes

laterales del puente, cercanas al cerebelo, se denominan **pedúnculos cerebelares medios**; en el límite entre ellos y el puente propiamente dicho sale a uno y otro lado el V par —nervio trigémino. Detrás del puente está la **médula oblongada**; entre ella y el borde posterior del puente, a los lados de la línea media, se distingue el inicio del VI par —**n. abductor** (*n. abducens*); aún más lateralmente, cerca del borde posterior de los pedúnculos cerebelares medios, a uno y otro lado salen juntos dos nervios más: el VII par —**nervio facial**—, y el VIII par — **nervio vestibulococlear** (*n. vestibulocochlearis*).

Entre la pirámide y la oliva de la médula oblongada (véase pág. 197) emergen las raíces del XII par— **nervio hipogloso** (*n. hypoglossus*). Las raíces del IX, X y XI pares— **nervio glossofaríngeo** (*n. glossopharyngeus*), **nervio vago** (*n. vagus*) y **nervio accesorio** (*n. accesorius*)— salen del surco que se encuentra detrás de la oliva. Las fibras accesorias del XI par parten ya de la porción cervical de la médula espinal.

EMBRIOGÉNESIS DEL ENCÉFALO

El tubo neural muy pronto se divide en dos partes, que corresponden al encéfalo y la médula espinal. Su parte anterior, ensanchada, que representa el rudimento del encéfalo, se divide, como se había dicho, mediante estrechamientos en tres **vesículas cerebrales primarias**, dispuestas una tras la otra: la anterior, el prosencéfalo; la media, el mesencéfalo; y la posterior, el rombencéfalo. La vesícula anterior se cierra por delante por la llamada lámina terminal. Este estadio de tres vesículas se convierte más tarde en *cinco vesículas* que dan inicio a las cinco partes principales del encéfalo (fig. 389). A la par con esto, el tubo neural se encorva sagitalmente. Ante todo, en la región de la vesícula media se desarrolla **una curvatura parietal** convexa en dirección dorsal, y luego en el límite con el rudimento espinal se desarrolla **la curvatura occipital**, también convexa dorsalmente. Entre ellas, en la región de la vesícula posterior se forma una cuarta curvatura, convexa ventralmente, **la curvatura del puente**.

Mediante esta última, **la vesícula cerebral posterior, rombencéfalo**, se divide en dos partes. La última de estas dos, **el mielencéfalo**, se convierte durante el desarrollo definitivo en la médula oblongada; y de la parte anterior, **el metencéfalo**, se desarrolla, a partir del lado ventral, el puente, y en el lado dorsal, el cerebelo. El metencéfalo se separa de la vesícula del mesencéfalo, situada por delante, mediante una zona estrechada, el **istmo rombencéfálico**. La cavidad total del rombencéfalo que tiene en su porción frontal la forma de un rombo, forma **el IV ventrículo**, el cual comunica con el canal central de la médula espinal. Sus paredes ventral y laterales, gracias al desarrollo de los núcleos de los nervios cefálicos, se engrosan fuertemente, mientras que la dorsal permanece fina y en la región de la médula oblongada, su mayor parte consta de una sola capa epitelial que se fusiona con la meninge vascular (tela corioidea inferior). Las paredes de la vesícula media del mesencéfalo se engrosan al desarrollarse más uniformemente en ellas la substancia cerebral. Ventralmente, a partir de éstas, surgen los pedúnculos cerebrales, dorsalmente a **la lámina del techo** (véase fig. 389). La cavidad de la vesícula media se convierte en un canal estrecho, el **acueducto cerebral** (de Silvio), que se une con el IV ventrículo.

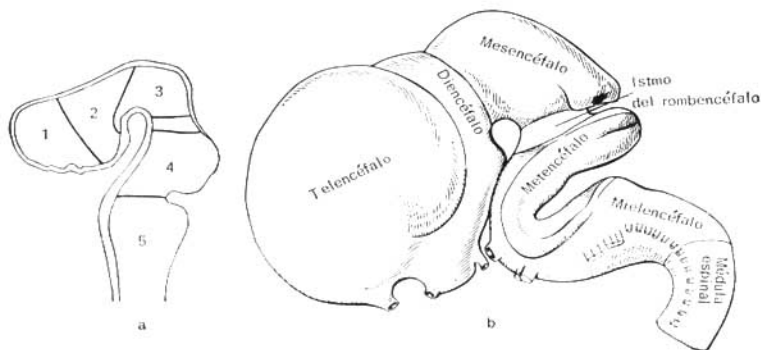


Fig. 389. Desarrollo del encéfalo (esquema).

- a — cinco vesículas cerebrales;
 1 — primera vesícula (telencéfalo — cerebro terminal);
 2 — segunda vesícula (diencéfalo — cerebro intermedio);
 3 — tercera vesícula (mesencéfalo — cerebro medio);
 4 — cuarta vesícula (metencéfalo —

- cerebro posterior propiamente dicho, como la parte del rombencéfalo);
 5 — quinta vesícula (mielencéfalo — médula oblongada);
 entre la tercera y cuarta vesículas — istmo;
 b — desarrollo del encéfalo (según R. Sinélnikov).

La vesícula cerebral anterior, el prosencéfalo, sufre en grado mayor la diferenciación y las variaciones de forma, dividiéndose en una parte posterior, el diencéfalo (cerebro intermedio), y otra anterior, el telencéfalo (cerebro terminal). Las paredes laterales del cerebro intermedio, engrosándose, forman los tálamos (*thalami*). Además, las paredes laterales, expandiéndose lateralmente, dan lugar a las dos vesículas ópticas, de las cuales más tarde se desarrollan la retina y los nervios ópticos. La pared dorsal del cerebro intermedio permanece delgada, en forma de lámina epitelial que se fusiona con la meninge vascular (tela corioidea superior). Por detrás de esta pared surge una expansión, a expensas de la cual se origina la epífisis (glándula o cuerpo pineal). Los pedículos huecos de las vesículas ópticas se introducen en la pared de la vesícula cerebral anterior, a causa de lo cual en el fondo de la cavidad de esta última se forma una depresión, el receso óptico, cuya pared anterior consta de una lámina terminal delgada. Detrás del receso óptico aparece otra depresión en forma de embudo, cuyas paredes dan lugar al tubérculo ceniciento, el infundíbulo y el lóbulo posterior (nervioso) de la hipófisis. Aún más atrás, en la región del diencéfalo, a manera de eminencias solitarias se forman los cuerpos mamilares. La cavidad del cerebro intermedio constituye el III ventrículo.

El telencéfalo se divide en una parte media, menor (telencéfalo medio), y dos partes laterales mayores, que son las vesículas de los hemisferios del cerebro (hemisferios derecho e izquierdo), los cuales en el hombre proliferan muy intensamente, y ya al final del desarrollo por su magnitud superan en mucho a las demás partes del encéfalo. La cavidad del telencéfalo medio, continuación anterior de la del cerebro intermedio (del III ventrículo),

comunica por los lados mediante los orificios interventriculares con las cavidades de las vesículas de los hemisferios, las que en el cerebro desarrollado se denominan ventrículos laterales. La pared anterior de la porción central del telencéfalo, continuación directa de la lámina terminal, al principio del primer mes de la vida embrionaria forma un engrosamiento o lámina comisural, de la cual se desarrollan el cuerpo calloso y la comisura anterior.

En el interior del suelo de las vesículas de los hemisferios se forma un saliente en cada lado, el **tubérculo nodular**, del cual se desarrolla el **cuerpo estriado**. Una parte de la pared medial de la vesícula permanece con el aspecto de una capa epitelial y se enrolla dentro de la vesícula formando un pliegue de la meninge vascular (plexo coroideo). En la parte inferior de cada vesícula, ya a la 5ª semana de vida embrionaria surge una prominencia, el rudimento del cerebro olfatorio, **rinencéfalo**, que poco a poco se separa de la pared de los hemisferios mediante un surco correspondiente a la fisura rinal lateral. Durante el desarrollo de la substancia gris (corteza), y luego de la substancia blanca en las paredes del hemisferio, éste aumenta formando el **palio**, que se sitúa debajo del cerebro olfatorio (rinencéfalo) y cubre no sólo los tálamos ópticos, sino también la cara dorsal del cerebro y el cerebelo.

El hemisferio aumenta de volumen durante su crecimiento, al principio en la región del lóbulo frontal, después en la del parietal y el occipital, y por último, en la del temporal. Gracias a esto se crea la impresión de que el palio gira alrededor de los tálamos, primero de delante atrás, y después hacia abajo, y en fin, se encorva hacia delante, hacia el lóbulo frontal. Como resultado de este movimiento se forma en la cara lateral del cerebro una fosa (de Silvio), comprendida entre el lóbulo frontal y el lóbulo temporal, que va al encuentro del primero y cuando la aproximación de los lóbulos es completa la fosa desaparece, convirtiéndose en el **surco lateral del cerebro** (*sulcus cerebri lateralis*), en cuyo fondo se encuentra una zona de la corteza denominada **ínsula**.

Con el desarrollo y crecimiento del hemisferio también se desarrollan y efectúan el «giro» mencionado, sus cámaras internas, los ventrículos laterales (restos de la cavidad de la vesícula primaria), así como parte del cuerpo estriado (el núcleo caudado), con lo que se explica la semejanza de forma con la del hemisferio: en los ventrículos —presencia de las partes anterior, central, posterior y de la parte inferior, que se encorva hacia abajo y adelante (véase fig. 413); en el núcleo caudado —presencia de la cabeza, el cuerpo y la cola, que se curva hacia abajo y adelante.

Los surcos y giros (circunvoluciones) (fig. 390, 391, 392) surgen a consecuencia del crecimiento desigual del cerebro (D. Zernov), lo que está relacionado con el desarrollo de sus diferentes partes. Así, en el lugar del cerebro olfatorio se originan el **surco olfatorio** (*sulcus olfactorius*), el **surco del hipocampo** (*sulcus hippocampi*); y el **surco del cíngulo** (*sulcus cinguli*); en el límite de los extremos corticales de los analizadores del tegumento y motor (véase más abajo, concepto del analizador y descripción de los surcos), el **surco central** (de Rolando) (*sulcus centralis*); en el límite del analizador motor y la zona premotoria, que recibe impulsos de las vísceras, el **surco precentral** (*sulcus precentralis*); en el lugar del analizador acústico, el **surco temporal superior** (*sulcus temporalis superior*); en la región del analizador óptico, el **surco calcarino** (*sulcus calcarinus*) y el **surco parietooccipital** (*sulcus parietooccipitalis*).

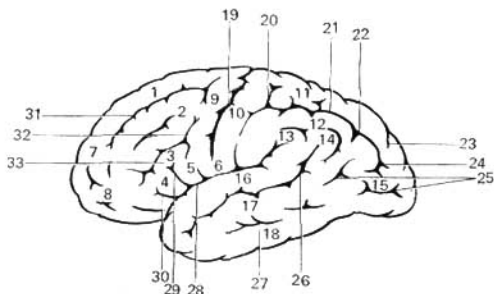


Fig. 390. Cara superolateral del hemisferio izquierdo del encéfalo.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1, 7 — giro frontal superior; | 20 — surco postcentral; |
| 2 — giro frontal medio; | 21 — surco intraparietal; |
| 3 — giro frontal inferior; | 22 — unión del surco intraparietal con el |
| 4 — porción triangular; | surco occipital transverso; |
| 5 — porción opercular; | 23 — surco parietooccipital; |
| 6, 10 — giro postcentral; | 24 — surco occipital transverso; |
| 8 — polo frontal; | 25 — surcos occipitales laterales; |
| 9 — giro precentral; | 26 — surco temporal superior; |
| 11 — lóbulo parietal superior; | 27 — surco temporal inferior; |
| 12 — lóbulo parietal inferior; | 28 — surco cerebral lateral; |
| 13 — giro supramarginal; | 29 — ramo ascendente del surco cerebral |
| 14 — giro angular; | lateral; |
| 15 — giros occipitales laterales; | 30 — ramo anterior del surco cerebral la- |
| 16 — giro temporal superior; | teral; |
| 17 — giro temporal medio; | 31 — surco frontal superior; |
| 18 — giro temporal inferior; | 32 — surco frontal inferior. |
| 19 — surco central; | 33 — surco frontal inferior. |

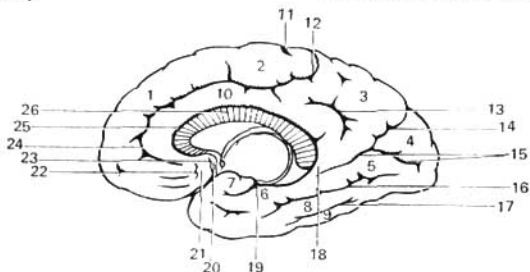
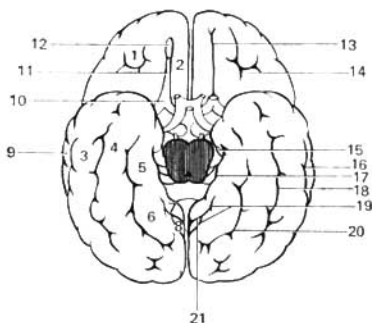


Fig. 391. Cara medial del hemisferio derecho del encéfalo.

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1 — giro frontal superior; | 14 — surco parietooccipital; |
| 2 — lóbulo paracentral; | 15 — surco calcarino; |
| 3 — precúneo; | 16 — surco colateral; |
| 4 — cúneo; | 17 — surco occipitotemporal; |
| 5 — giro occipitotemporal medial; | 18 — istmo del giro del cíngulo; |
| 6 — giro parahipocampal; | 19 — surco del hipocampo; |
| 7 — gancho; | 20 — giro subcallosa; |
| 8 — giro occipitotemporal lateral; | 21 — área olfatoria; |
| 9 — giro temporal inferior; | 22 — surco olfatorio anterior; |
| 10 — giro del cíngulo; | 23 — surco olfatorio posterior; |
| 11 — surco central; | 24 — surco del cuerpo callosa; |
| 12, 24 — surco del cíngulo; | 25 — cuerpo callosa. |
| 13 — surco subparietal; | |

Fig. 392. Cara inferior del encéfalo.

- 1 — giros orbitales;
- 2 — giro recto;
- 3 — giro temporal inferior;
- 4 — giro occipitotemporal lateral;
- 5 — giro parahipocampal;
- 6 — giro occipitotemporal medial;
- 7 — istmo del giro del cíngulo;
- 8 — cúneo;
- 9 — giro temporal medio;
- 10 — trigono olfatorio;
- 11 — tracto olfatorio;
- 12 — bulbo olfatorio;
- 13 — surco olfatorio;
- 14 — surcos orbitales;
- 15 — gancho del giro parahipocampal;
- 16 — surco temporal inferior;
- 17 — surco del hipocampo;
- 18 — surco occipitotemporal;
- 19 — surco calcarino;
- 20 — surco colateral;
- 21 — surco parietooccipital.



Estos surcos, que surgen antes que los otros y que se diferencian por su constancia absoluta, pertenecen, según D. Zernov, a *los surcos de primera categoría*. Los demás, que tienen nombres y que surgen también en relación con los analizadores, pero que aparecen un poco más tarde y no son constantes, pertenecen a *los surcos de segunda categoría*. En el momento del nacimiento existen ya surcos de primera y segunda categoría. En fin, los múltiples surcos pequeños, sin nombres, no sólo aparecen durante la vida fetal, sino también después del nacimiento. Con respecto al tiempo de surgimiento, el lugar y su número resultan ser muy inconstantes; son *surcos de tercera categoría*. De su grado de desarrollo depende la variedad y la complejidad del relieve cerebral. El crecimiento del cerebro humano en el período embrionario y en los primeros años de vida, cuando tiene lugar el crecimiento impetuoso del organismo, su adaptación al nuevo medio, la adquisición de la capacidad de la marcha vertical y la formación del segundo sistema de señales, del habla, se efectúa muy intensamente y termina a los 20 años. En los recién nacidos el encéfalo (en promedio) pesa 340 g en los niños, y 330 g en las niñas; en los adultos, 1375 g en el hombre y 1245 g en la mujer.

DIFERENTES PARTES DEL ENCÉFALO

Basándonos en el desarrollo embrionario, como hemos dicho, las partes en que se divide el encéfalo pueden localizarse comenzando por su extremo caudal, en el orden siguiente: 1) el **rombencéfalo** o **cerebro posterior**, que comprende: a) el **mielencéfalo**, o **médula oblongada**, y b) el **metencéfalo** o **cerebro posterior propiamente dicho**; 2) el **mesencéfalo** o **cerebro medio**; 3) el **prosencefalo** o **cerebro anterior**, en el cual se distinguen: a) el **diencéfalo** o **cerebro intermedio**, y b) el **telencéfalo** o **cerebro terminal**.

Además de estas partes, también se aísla el **istmo del rombencéfalo**, situado entre el rombencéfalo y el cerebro medio.

El mesencéfalo y el prosencefalo constituyen el **cerebro**, (*cerebrum*), a diferencia del cerebro menor o **cerebelo** (*cerebellum*).

ROMBENCÉFALO

MEDULA OBLONGADA, MIELENCÉFALO

La médula oblongada, mielencéfalo (figs. 393, 394), representa la continuación directa de la médula espinal en el tronco del encéfalo y forma parte del rombencéfalo. Combina en sí rasgos estructurales de la médula espinal y la parte inicial del encéfalo, con lo que se justifica su nombre —mielencéfalo. La médula oblongada tiene forma de bulbo (bulbo cerebral o bulbo de la médula espinal) (de aquí el término «trastornos bulbares»), cuyo extremo superior ensanchado limita con el puente (de Varolio) y cuyo límite

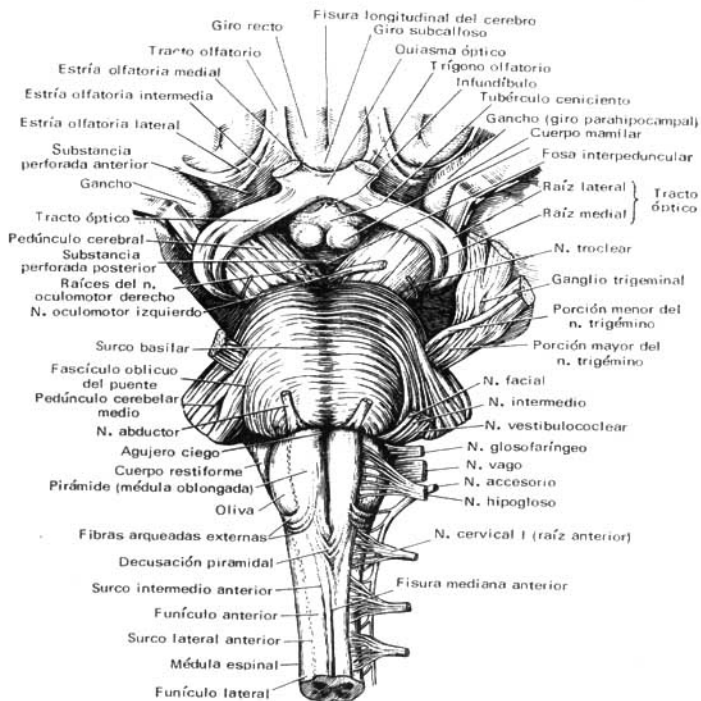


Fig. 393. Parte ventral de la médula oblongada, del puente y del mesencéfalo.

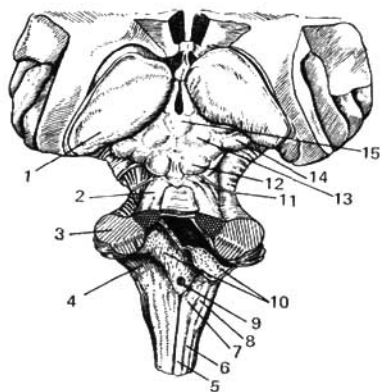


Fig. 394. Tronco del encéfalo.

- 1 — pulvinar (parte posterior del tálamo);
- 2 — pedúnculo cerebral superior;
- 3 — pedúnculo cerebelar medio;
- 4 — pedúnculo cerebelar inferior;
- 5 — fascículo grácil (de Goll);
- 6 — fascículo cuneiforme (de Burdach);
- 7 — tubérculo del núcleo grácil;
- 8 — tubérculo del núcleo cuneiforme;
- 9 — apertura mediana del IV ventrículo;
- 10 — plexo coroideo, tela coroidea del

- IV ventrículo (están disecados y desplegados, a través del corte se ve la cavidad del IV ventrículo);
- 11 — nervio troclear;
- 12 — colículo inferior del techo mesencefálico;
- 13 — colículo superior del techo mesencefálico;
- 14 — cuerpo geniculado medial;
- 15 — cuerpo pineal.

inferior corresponde al punto de emergencia de las raíces del I par de nervios cervicales, a la altura del agujero magno.

1. En la cara anterior (ventral) de la médula oblongada, en el plano medio, se encuentra la **fisura mediana anterior**, continuación directa de la fisura homónima de la médula espinal. A cada lado se encuentran dos tractos longitudinales, las **pirámides de la médula oblongada**, como si se continuasen en los funículos anteriores de la médula espinal. Las fibras de las pirámides se entrecruzan en parte, con las análogas del otro lado (*decusación de las pirámides*), en la profundidad de la fisura mediana anterior, después de lo cual descienden directamente al funículo lateral opuesto de la médula (tracto corticospinal lateral). La otra parte de las fibras no se cruza sino que desciende al funículo anterior correspondiente de la médula espinal (tracto corticospinal anterior). Las pirámides no existen en los vertebrados inferiores y aparecen a medida que se desarrolla la nueva corteza; por eso están más desarrolladas en el hombre, puesto que las fibras piramidales unen su corteza (de máximo desarrollo en el mismo) con los núcleos de los nervios craneales y con los de los cuernos anteriores de la médula. Lateralmente a cada pirámide se encuentra una eminencia ovalada, la **oliva**, separada de ésta por el **surco lateral anterior**.

2. En la parte dorsal (posterior) de la médula oblongada (fig. 394) se extiende el **surco mediano posterior** — continuación directa del surco homónimo



Fig. 395. Tronco del encéfalo (corte sagital).

de la médula espinal. A sus lados se localizan los **funículos posteriores**, limitados lateralmente, por el **surco posterolateral**, poco marcado. En dirección craneal los funículos posteriores divergen y van al cerebelo, entrando en la composición de sus pedúnculos inferiores (pedúnculos cerebelares inferiores), que rodean por abajo la fosa romboidea. Con ayuda del surco intermedio cada funículo posterior se subdivide en una parte medial, el **fascículo grácil** (*fasciculus gracilis*), y otra lateral, el **fascículo cuneiforme** (*fasciculus cuneatus*). Cerca del ángulo inferior de la fosa romboidea, los fascículos grácil y cuneiforme se continúan con dos engrosamientos; el **tubérculo del núcleo grácil** (*tuberculum nuclei gracilis*) y el **tubérculo del núcleo cuneiforme** (*tuberculum nuclei cuneati*), condicionados por los núcleos de la substancia gris, homónimos de los fascículos, núcleo grácil y núcleo cuneiforme. En estos núcleos terminan las fibras ascendentes de las raíces posteriores de la médula espinal, que pasan a los funículos posteriores (fascículos grácil y cuneiforme). La cara lateral de la médula oblongata, la que se encuentra entre el **surco posterolateral** y el **anterolateral** (*sulcus lateralis posterior et anterior*), corresponde al funículo lateral. Del

surco lateral posterior, detrás de la oliva, emergen los IX, X y XI pares de nervios craneales. En la composición de la médula oblongada entra la parte inferior de la fosa romboidea (véase pág. 206) (figs. 395, 400).

ESTRUCTURA INTERNA DE LA MÉDULA OBLONGADA

La médula oblongada surgió en relación con el desarrollo de los órganos del equilibrio y con los del aparato branquial vinculados con la respiración y la circulación sanguínea. Por eso se encuentran en la misma los núcleos de la substancia gris relacionados con el equilibrio, la coordinación de los movimientos y la regulación del metabolismo (fig. 396).

1. El núcleo de la oliva tiene el aspecto de una lámina sinuosa de subs-

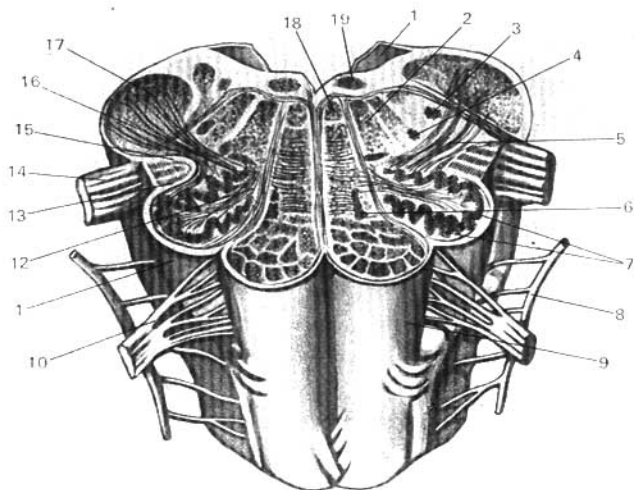


Fig. 396. Médula oblongada — corte horizontal a nivel de la oliva (según R. Sinélnikov).

- 1 — velo medular posterior;
- 2 — formación reticular;
- 3 — núcleo del tracto espinal del nervio trigémino;
- 4 — núcleo ambiguo;
- 5 — tracto olivocerebelar;
- 6 — núcleo olivar accesorio medial;
- 7, 16 — núcleo olivar;
- 8 — nervio accesorio;
- 9 — pirámides;

- 10 — nervio hipoglosio;
- 11 — oliva;
- 12 — hillo del núcleo olivar;
- 13 — tracto tectospinal;
- 14 — nervio vago;
- 15 — tracto rubrospinal;
- 17 — pedúnculo cerebelar inferior;
- 18 — fascículo longitudinal medial;
- 19 — núcleo del nervio hipoglosio.

tancia gris, abierta medialmente (hilio), que condiciona por fuera la expansión de la oliva. Está relacionado con el núcleo dentado del cerebelo y resulta ser el núcleo intermedio del equilibrio, más marcado en el hombre, cuya posición vertical exige un aparato del equilibrio más perfeccionado (también se encuentra el núcleo olivar accesorio medial).

2. La **formación reticular** se constituye por el entrecruzamiento plexiforme de las fibras nerviosas entre las cuales se localizan numerosas células nerviosas formando los llamados núcleos de la substancia reticular. La formación reticular de la médula oblongada está enlazada con la médula espinal mediante el tracto reticulospinal.

3. Los núcleos de cuatro pares de nervios craneales inferiores (IX-XII) tienen relación con la innervación de los derivados del aparato branquial y de las vísceras.

4. Los centros vitalmente importantes de la respiración y de la circulación sanguínea están enlazados con los núcleos del nervio vago. Por eso, la lesión de la médula oblongada puede causar la muerte.

La **substancia blanca** de la médula oblongada contiene fibras largas y cortas. A las primeras pertenecen las vías piramidales descendentes, que van de tránsito por los funículos anterior y lateral de la médula espinal y se cruzan en parte en la región de las pirámides. Además de esto, en los núcleos de los funículos posteriores (núcleos grácil y cuneiforme) comienzan las segundas neuronas de las vías sensitivas ascendentes, que van de la médula oblongada al tálamo óptico — **tracto bulbotalámico**. Estas fibras constituyen el lemnisco medial, que aquí se entrecruza con las homónimas del otro lado, **decusación del lemnisco medio** (*decussatio lemniscorum*) (cinta de Reil), y forman un gran fascículo situado detrás de las pirámides, entre las olivas — **capa lemniforme interolivar** — antes de seguir su camino ascendente.

De este modo, en la médula oblongada existen dos decusaciones de las vías largas: una ventral, motora, la decusación piramidal, y otra dorsal, sensitiva, la decusación del lemnisco.

A las **vías cortas** pertenecen los fascículos de fibras nerviosas que conectan entre sí distintos núcleos de la substancia gris, y también de la médula oblongada con las partes vecinas del encéfalo. Entre éstos hay que señalar el **tracto olivocerebelar** y el **fascículo longitudinal medial**, situados dorsalmente a la capa interolivar.

Topográficamente, las relaciones recíprocas de las formaciones más importantes de la médula oblongada pueden verse en un corte transversal que pase a nivel de las olivas (véase fig. 396). Las raíces que parten de los núcleos de los nervios hipogloso y vago dividen la médula oblongada, en cada lado, en tres regiones: posterior, lateral y anterior. En la primera se encuentran los núcleos del funículo posterior y los pedúnculos cerebelares inferiores; en la zona lateral, el núcleo de la oliva y la formación reticular; y en la anterior, las pirámides.

METENCÉFALO

El metencéfalo consta de dos partes: una ventral — el puente, y otra dorsal — el cerebelo.

PUENTE

El puente (*pons*) representa desde la base de encéfalo un rodillo blanco, grueso, que limita caudalmente con el extremo superior de la médula oblongada, y cranealmente, con los pedúnculos cerebrales (véase fig. 393). En el límite lateral del puente se tiene una línea artificial que une los nervios trigémino y facial —la línea trigeminofacial. Lateralmente a esta línea se encuentran los pedúnculos medios del cerebro (*pedunculi cerebellares medii*), que penetran a uno y otro lado en el cerebelo. La cara dorsal del puente no se ve desde fuera, puesto que está oculta por el cerebelo, formando la parte superior de la fosa romboidea (del fondo del IV ventrículo). La cara ventral del puente tiene aspecto fibrilar, cuyas fibras, en general, se disponen transversalmente, dirigiéndose a los pedúnculos cerebelares medios. Por la línea media de la cara ventral pasa el surco basilar, donde se encuentra la arteria basilar.

ESTRUCTURA INTERNA DEL PUENTE

En los cortes transversales del puente puede verse que éste consta de una parte mayor, inferior, la porción ventral (*pars ventralis pontis*), y una parte menor, la porción dorsal (*pars dorsalis pontis*). Como límite entre ellas sirve una capa gruesa de fibras transversales, el cuerpo trapezoide, cuyas fibras corresponden a la vía acústica. En la región del cuerpo trapezoide se encuentra el núcleo relacionado también con la vía acústica, el núcleo dorsal del cuerpo trapezoide antes llamado olivar superior (BNA), en razón de su forma dentada análoga al núcleo de la oliva de la médula oblongada.

La porción ventral contiene fibras longitudinales y transversales, entre las cuales están dispersos los núcleos propios de la sustancia gris—núcleos del puente.

Las fibras longitudinales pertenecen a las vías piramidales, fibras corticopontinas (*fibrae corticopontinae*) relacionadas con los núcleos propios del puente, donde se inician las fibras transversales que van a la corteza del cerebelo —tracto pontocerebelar. Todo este sistema de vías de conducción une por medio del puente la corteza cerebral con la corteza de los hemisferios del cerebelo. Cuanto más desarrollada está la corteza del cerebro, tanto más desarrollados están el puente y el cerebelo. Naturalmente, el puente resulta más notable en el hombre, constituyendo un rasgo específico de su encéfalo. En la porción dorsal se encuentra la formación reticular, continuación de la parte análoga de la médula oblongada, y por encima de la misma está el suelo de la fosa romboidea, tapizado por el epéndimo con los núcleos de los nervios craneales situados debajo del mismo (VIII-V pares).

En la porción dorsal también están las vías de conducción de la médula oblongada, que se sitúan entre la línea media y el núcleo dorsal del cuerpo trapezoide y que forman parte del lemnisco medial; en este último se entrecruzan las vías ascendentes de la médula oblongada, el tracto bulbotalámico.

CEREBELO

El cerebelo (*cerebellum*) (fig. 397), derivado del cerebro posterior, se desarrolla en correspondencia con los receptores estáticos. Por eso tiene una relación directa con la coordinación de los movimientos y resulta ser el órgano de adaptación del organismo para la superación de las propiedades

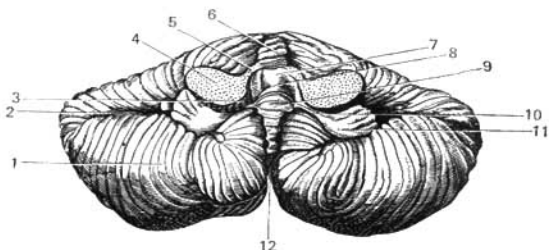


Fig. 397. Cerebelo visto por abajo.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 — hemisferio del cerebelo; | 7 — velo medular superior; |
| 2 — surco horizontal cerebeloso; | 8 — IV ventrículo; |
| 3 — velo medular inferior; | 9 — nódulo; |
| 4 — pedúnculo cerebelar medio; | 10 — pedúnculo del flóculo; |
| 5 — pedúnculo cerebelar superior; | 11 — flóculo; |
| 6 — vermis; | 12 — escotadura posterior del cerebelo. |

principales de la masa del cuerpo—gravedad e inercia. Este órgano también se considera como uno de los centros superiores del sistema nervioso vegetativo (simpático) (L. Orbeli y su escuela).

El desarrollo filogenético del cerebelo pasó por tres etapas principales, en concordancia con los cambios en los modos de movimientos del animal.

En la primera etapa, cuando los animales se movían en el agua con ayuda de movimientos ondulatorios del cuerpo (*Cyclostomata*), su cerebelo tenía el aspecto de una pequeña formación —aurícula— que en los animales terrestres se desarrolló en el llamado flóculo. Esta es la parte más antigua del cerebelo —*archicerebellum*. En la segunda etapa, cuando en los animales acuáticos aparecen aletas (peces) y cambian los movimientos del tronco, surge una parte nueva del cerebelo, el vermis, que en el hombre resulta ser la parte antigua del cerebelo —*paleocerebellum*. Por último, en la tercera etapa, en los animales terrestres surgen los hemisferios del cerebelo que constituyen la parte más nueva del cerebelo —*neocerebellum*—, que poco a poco se desarrollan a medida que el cuerpo del animal se despega de la tierra y se mueve cada vez más con ayuda de los miembros. En el hombre, los hemisferios del cerebelo alcanzan el máximo desarrollo en relación con la marcha vertical con ayuda de miembros inferiores y con el perfeccionamiento de los movimientos prensores de la mano durante el trabajo. Por esto el cerebelo humano está más desarrollado que en los otros animales, constituyendo una característica estructural específica.

El cerebelo está situado en la fosa posterior del cráneo, debajo de los lóbulos occipitales del cerebro, dorsalmente al puente y la médula oblongada. En él se distinguen dos partes laterales voluminosas o hemisferios (*hemispheria cerebelli*), y una parte estrecha mediana, el vermis, situado entre aquéllos.

En el borde anterior del cerebelo se encuentra la escotadura anterior que abraza la porción vecina de sus pedúnculos y el IV ventrículo. En su

borde posterior se encuentra la **escotadura posterior**, más estrecha, que separa los hemisferios.

La superficie del cerebelo está cubierta por una capa de substancia gris —su corteza— que forma giros estrechos denominados **folios cerebelares**, separados uno del otro por surcos o **fisuras cerebelares**. Entre estas últimas, la más profunda es la **fisura horizontal cerebelar**, que cruza el borde posterior del órgano y separa las caras superior e inferior de los hemisferios. Mediante esta fisura y otras mayores, la superficie del cerebelo se divide en una serie de **lobulillos** (*lobuli cerebelli*) (véase fig. 397), entre los cuales se destacan el lobulillo más aislado, el **flóculo**, situado en la cara inferior del hemisferio, cerca del pedúnculo cerebelar medio y la parte del vermis relacionada con el mismo, el **nódulo**. El flóculo está unido al nódulo por una cinta fina, el **pedúnculo del flóculo**, que se dirige medialmente confundándose con una lámina semilunar delgada, el **velo medular inferior**.

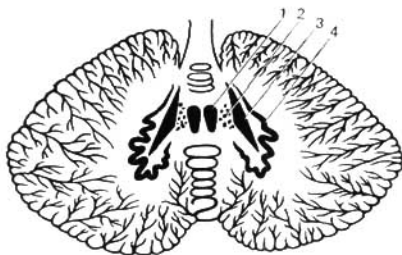
ESTRUCTURA INTERNA DEL CEREBELO

En el espesor de la substancia blanca del cerebelo se encuentran unos núcleos pares de substancia gris, situados en cada mitad del órgano (fig. 398). A cada lado de la línea media, en la región donde el techo (*fastigium*) penetra en el cerebelo, se halla el núcleo más medial, el **núcleo del techo** (*nucleus fastigii*). Lateralmente a éste, están los pequeños islotes del **núcleo globoso**, y más lateralmente aún, el **núcleo emboliforme**. Por último, en el centro de hemisferio se encuentra el **núcleo dentado**, que tiene el aspecto de una lámina sinuosa gris parecida al núcleo de la oliva, con su hilio abierto en su parte medial. La semejanza del núcleo dentado del cerebelo con el de la oliva, también de forma dentada, no es casual, puesto que ambos están unidos por vías de conducción, las **fibras olivocerebelares**, y cada giro de un núcleo es análogo al del otro. De esta manera, ambos núcleos participan juntos en la función del equilibrio (véanse figs. 396, 398).

Los núcleos mencionados tienen diferente edad filogenética: el núcleo del techo (*nucleus fastigii*) pertenece a la parte más antigua del cerebelo — el flóculo (*archicerebellum*), relacionada con el aparato vestibular; los núcleos emboliforme y globoso corresponden a la parte vieja (*paleocerebellum*), surgida en relación con los movimientos del tronco; y el núcleo den-

Fig. 398. Núcleos del cerebelo (esquema).

- 1 — núcleo del techo;
- 2 — núcleo globoso;
- 3 — núcleo emboliforme;
- 4 — núcleo dentado.



tado, a la parte más joven (*neocerebellum*), desarrollada en relación con el movimiento con ayuda de los miembros. Por eso, las lesiones de cada una de estas partes alteran distintas secciones de la función motora, correspondientes a los diferentes estadios de la filogénesis, a saber: la lesión del sistema floculo-nodular y de su núcleo del techo altera el equilibrio del cuerpo. La lesión del vermis y de los núcleos emboliforme y globoso, correspondientes a éste, trastorna el trabajo de la musculatura del cuello y del tronco. La lesión de los hemisferios y del núcleo dentado perturba el trabajo de la musculatura de los miembros.

Al corte la substancia blanca de cerebelo tiene el aspecto de pequeñas hojas de una planta, correspondientes a cada giro, cubierta en la periferia por la corteza de substancia gris. Como resultado, el aspecto general de la substancia blanca y de la gris en el corte recuerda un árbol, *el árbol de la vida del cerebelo* (este nombre ha sido asignado por el aspecto exterior, ya que la lesión del cerebelo no amenaza directamente la vida). La substancia blanca del cerebelo se compone de fibras nerviosas de diferentes tipos. Unas de ellas unen giros y lobulillos, otras van desde la corteza a los núcleos internos de cerebelo, y por último, las terceras unen el cerebelo con las partes vecinas del encéfalo. Estas últimas entran en la composición de los tres pares de *pedúnculos del cerebelo*:

1. **Pedúnculos cerebelares inferiores** (*pedunculi cerebellares inferiores*) (a la médula oblongada).

En su composición se encuentran el tracto espinocerebelar posterior (de Flechsig), que va al cerebelo; las fibras arqueadas externas de los núcleos de los funículos posteriores de la médula oblongada y las fibras olivocerebelares de la oliva. Todas ellas terminan en la corteza del vermis y de los hemisferios. Además, también van las fibras de los núcleos del nervio vestibular que terminan en el núcleo del techo. Gracias a todas estas fibras el cerebelo recibe los impulsos del aparato vestibular y del campo propioceptivo, debido a lo cual se hace el centro de la sensibilidad propioceptiva, que realiza la corrección automática de la actividad motora de las demás partes del encéfalo. En la composición de los pedúnculos inferiores van también vías descendentes de dirección contraria, a saber: desde el núcleo del techo al núcleo vestibular lateral (véase pág. 211), y de éste a los cuernos anteriores de la médula espinal, el tracto vestibulospinal.

2. **Pedúnculos cerebelares medios** (al puente).

En su constitución van las fibras que desde los núcleos del puente se dirigen a la corteza del cerebelo, o sea, **los tractos pontocerebelares**, que son la continuación de las vías corticopontocerebelosas que terminan en los núcleos del puente después de entrecruzarse en la línea media. Estas vías unen la corteza del cerebro con la del cerebelo, lo cual explica el hecho de que cuanto más desarrollada está la corteza del cerebro, más lo están el puente y los hemisferios cerebelares, cosa que se observa en el hombre.

3. **Pedúnculos cerebelares superiores** (*pedunculi cerebellares superiores*) (al techo mesencefálico).

Estos constan de fibras nerviosas que van en ambas direcciones: 1) al cerebelo — **tracto espinocerebelar anterior** (de Gowers) (*tractus spinocerebellaris anterior*), y 2) del núcleo dentado del cerebelo al techo mesencefálico — **el tracto cerebelotegmental** (*tractus cerebellotegmentalis*), el cual después del cruzamiento termina en el núcleo rojo y en el tálamo (véanse págs. 366

y 375). A través de la primera vía el cerebelo recibe impulsos de la médula espinal y por la segunda manda impulsos por el sistema extrapiramidal, mediante el cual influye sobre la médula espinal.

ISTMO

El istmo (*isthmus rhombencephali*) representa el paso del rombencéfalo al mesencéfalo. En su composición entran: 1) los **pedúnculos superiores del cerebelo** (*pedunculi cerebellares superiores*); 2) el **velo medular superior**, que se extiende entre éstos y el cerebelo, el cual se inserta en el surco mediano, entre los colículos del techo mesencefálico, 3) el **trígono del lemnisco**, condicionado por el paso de las fibras acústicas del lemnisco lateral. Este trígono de color gris está limitado por delante por el brazo del colículo inferior; por detrás, por el pedúnculo superior del cerebelo y, lateralmente, por el pedúnculo cerebral. Este último está separado del istmo y del cerebro medio por un surco claramente marcado, el **surco lateral del mesencéfalo**. En el interior del istmo penetra el extremo superior del IV ventrículo, que, en el cerebro medio, se continúa con el acueducto.

IV VENTRÍCULO

El **IV ventrículo** (*ventriculus quartus*) (figs. 395, 399) representa el resto de la cavidad de la vesícula cerebral posterior y por eso es la cavidad común para todas las partes que constituyen el romboencéfalo (médula oblongada, cerebelo, puente e istmo). El IV ventrículo recuerda una tienda de campaña, en la cual se distinguen el fondo y el techo.

El **fondo** o base tiene la forma de un rombo, como si estuviese embutido en la cara posterior de la médula oblongada y del puente. Por eso la llaman **fosa romboidea**. El techo tiene la forma de un toldo cuya parte más alta entra en la cara inferior del cerebelo. En el ángulo posteroinferior de la fosa romboidea se abre el canal central de la médula espinal, y en el ángulo anterosuperior se comunica con el acueducto. Los ángulos laterales terminan ciegamente en forma de dos bolsas, los **recesos laterales del IV ventrículo**, que se encorvan lateralmente alrededor de los pedúnculos inferiores del cerebelo.

El **techo del IV ventrículo** (*tegmen ventriculi quarti*) tiene la forma de una tienda de campaña (*fastigium*) (BNA) y está compuesto por dos **velos medulares**: el superior (*velum medullare superius*) (de Vieussens), que se extiende entre los pedúnculos superiores del cerebelo, y el inferior (*velum medullare inferius*) (de Tarín), formación par que limita con los pedúnculos del flóculo. La parte del techo comprendida entre los velos está formada por la substancia del cerebelo. El velo medular inferior es completado con la hoja de la meninge vascular, la **tela coroidea** (*tela chorioidea ventriculi quarti*), cubierta por dentro por una capa de epitelio, la lámina coroidea epitelial, que representa el rudimento de la pared posterior de la vesícula cerebral posterior (con ésta se relaciona el plexo coroideo del IV ventrículo).

Al principio, la tela coroidea cierra completamente la cavidad ventricular, pero después, en el proceso del desarrollo, en ella aparecen tres orificios: uno, en la región del ángulo inferior de la fosa romboidea, la **apertura mediana del IV ventrículo** (*apertura mediana ventriculi quarti*) (la más grande); y otro en cada región de los **recesos laterales del ventrículo**, **aperturas laterales del IV ventrículo** (*aperturae laterales ventriculi quarti*). Por estos agujeros

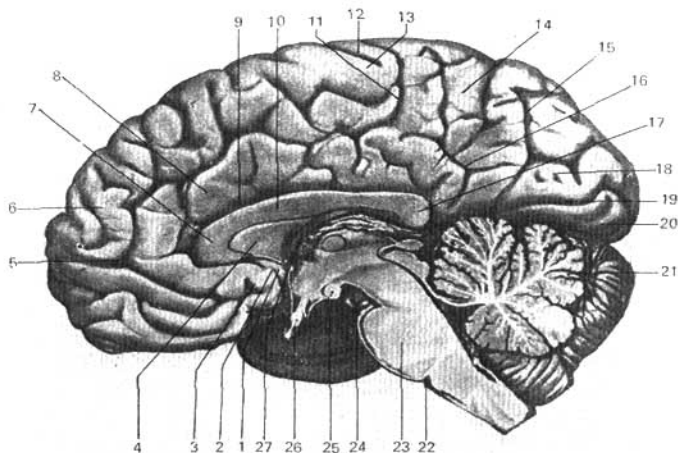


Fig. 399. Cara medial del hemisferio derecho del cerebro, del tronco cerebral y del cerebelo. Acueducto del cerebro; IV ventrículo.

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 — giro subcalloso; | 15 — surco parietooccipital; |
| 2 — surco olfatorio posterior; | 16 — surco subparietal; |
| 3 — área olfatoria; | 17 — esplenio del cuerpo calloso; |
| 4 — septo pedúnculo; | 18 — cúneo; |
| 5, 11 — surco del cíngulo; | 19 — surco calcarino; |
| 6 — giro frontal superior; | 20 — giro occipitotemporal medial; |
| 7 — rodilla del cuerpo calloso; | 21 — lobulillo del vermis inferior; |
| 8 — giro del cíngulo; | 22 — límite posterior del puente; |
| 9 — seno del cuerpo calloso; | 23 — puente; |
| 10 — tronco del cuerpo calloso; | 24 — nervio oculomotor; |
| 12 — surco central (de Rolando); | 25 — cuerpo manillar; |
| 13 — lóbulo paracentral; | 26 — quiasma óptico; |
| 14 — precúneo; | 27 — fórnix (columna). |

el IV ventrículo comunica con el espacio subaracnoideo del encéfalo, gracias a lo cual el líquido cerebrospinal llega de los ventrículos cerebrales a los espacios intermeníngeos. En casos de estrechamiento u obliteración de estos orificios, debido a la inflamación de las meninges (meningitis), el líquido acumulado en los ventrículos no tiene salida al espacio subaracnoideo y surge el hidrocéfalo.

FOSA ROMBOIDEA

La fosa romboidea (fig. 400) tiene cuatro lados correspondientes a su forma en rombo — dos superiores y dos inferiores. Los superiores están limitados por los dos pedúnculos superiores del cerebelo, y los inferiores, por los dos pedúnculos inferiores. A lo largo del rombo, en la línea mediana, del

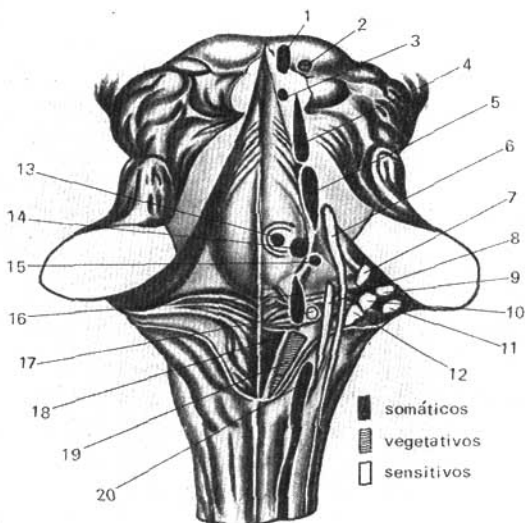


Fig. 400. Núcleos de los nervios cefálicos en la fosa romboidea.

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1 — núcleo del nervio oculomotor; | 10 — núcleo vestibular lateral; |
| 2 — núcleo accesorio del nervio oculomotor; | 11 — núcleo coclear dorsal; |
| 3 — núcleo del nervio troclear; | 12 — núcleo vestibular medial; |
| 4 — núcleo del tracto mesencefálico del trigémino; | 13 — núcleo del nervio abductor; |
| 5 — núcleo motor del nervio trigémino; | 14 — núcleo del nervio facial; |
| 6 — núcleo sensitivo del nervio trigémino; | 15 — núcleo salivatorio superior; |
| 7 — núcleo vestibular superior; | 16 — núcleo ambiguo; |
| 8 — núcleo del tracto solitario (X, IX pares); | 17 — núcleo salivatorio inferior; |
| 9 — núcleo coclear ventral; | 18 — núcleo del nervio hipogloso; |
| | 19 — núcleo dorsal del vago; |
| | 20 — núcleo del nervio accesorio. |

ángulo superior al inferior se extiende el surco mediano, que divide la fosa en las mitades derecha e izquierda. A cada lado del surco se sitúa la **eminencia medial** (*eminencia medialis*), condicionada por el acúmulo de substancia gris.

Hacia abajo, la eminencia se estrecha poco a poco, transformándose en un triángulo, sobre el cual se proyecta el núcleo del nervio hipogloso, el **trígono del nervio hipogloso**. Más lateralmente a la parte inferior de este triángulo se encuentra otro menor, notable por su coloración gris, el **trígono del nervio vago**, en el cual se encuentra el **núcleo dorsal del nervio vago** (*nucleus dorsalis nervi vagi*). Hacia arriba, la eminencia medial tiene un saliente, el **colículo facial** (*colliculus facialis*), condicionado por el origen de la raíz del nervio facial y el núcleo del nervio abductor.

En la zona de los ángulos laterales se sitúa a ambos lados el área vestibular (*area vestibularis*). Aquí se encuentran los núcleos del VII par. Una parte de las fibras que parten de éstos atraviesa la fosa romboidea, desde los ángulos laterales hasta el surco mediano, formando cintas horizontales denominadas *estriás medulares del IV ventrículo* (*striae medullares ventriculi quarti*). Estas estriás dividen la fosa romboidea en las mitades superior e inferior y corresponden al límite de la médula oblongada con el puente.

TOPOGRAFÍA DE LA SUBSTANCIA GRIS DE LA FOSA ROMBOIDEA

La substancia gris de la médula espinal pasa directamente a la substancia gris del tronco cerebral y, en parte, se dispersa por la fosa romboidea y las paredes del acueducto (véase mesencéfalo), y, en parte, se divide en núcleos aislados de los nervios craneales o núcleos de las fibras de las vías de conducción.

Para comprender la disposición de estos núcleos es necesario tener en cuenta, como ya se dijo anteriormente, que el tubo neural cerrado de la médula espinal al pasar a la médula oblongada se abrió en su parte posterior y se desarrolló en la fosa romboidea. Debido a eso, los cuernos posteriores de la médula espinal parece que divergen lateralmente. Los núcleos somaticosensitivos de los cuernos posteriores se sitúan lateralmente en la fosa romboidea, y los somaticomotores correspondientes a los cuernos anteriores se hallan medialmente. Con respecto a los núcleos vegetativos, de los cuernos laterales de la médula, después de desplegarse el tubo neural, ellos se disponen en la fosa romboidea entre los núcleos somaticosensitivos y los somaticomotores, en concordancia con la posición de los cuernos laterales entre los posteriores y los anteriores. Como resultado de todo esto, los núcleos de la pared de la fosa romboidea, a diferencia de la médula espinal, no están situados en dirección sagital, anteroposterior, sino en filas orientadas desde el plano medio al lateral.

Así, por ejemplo, los núcleos somaticomotores de los XII y VI pares se encuentran en la fila medial; los vegetativos de los X, IX, VII pares, en la fila intermedia, y los somaticosensitivos del VIII par, lateralmente.

Proyección de los núcleos de los nervios craneales en la fosa romboidea:

El XII par — **nervio hipogloso** — tiene un sólo **núcleo motor** situado en la parte más inferior de la fosa romboidea, en la profundidad del trigono del hipogloso.

El XI par — **nervio accesorio** — tiene dos núcleos (ambos son motores): uno está en la médula espinal y se llama **núcleo espinal del nervio accesorio**, otro es la continuación craneal de los núcleos de los X y XI pares y se denomina **núcleo ambiguo**. Este se localiza en la médula oblongada, dorsolateralmente al núcleo de la oliva.

El X par — **nervio vago** — tiene tres núcleos:

1. Núcleo sensitivo, **núcleo del tracto solitario** (*nucleus tractus solitarii*)*.

* Antes, los núcleos sensitivos se designaban como núcleos terminales, ya que éstos son la terminación de las neuronas aferentes. Sin embargo, puesto que la parte sensitiva del nervio craneal pasa por el encéfalo en forma de tracto independiente, últimamente esta designación fue sustituida por el término núcleo del tracto solitario (*nucleus tractus solitarii*).

Está situado junto con el núcleo del nervio hipogloso en la profundidad del trigono del vago.

2. Núcleo vegetativo, **núcleo dorsal del nervio vago** (*nucleus dorsalis n. vagi*). Se encuentra en la misma zona.

3. Núcleo motor, **núcleo ambiguo** (*nucleus ambiguus*). Es común con el del IX par y se localiza en la formación reticular, más profundamente al núcleo dorsal.

El IX par — **nervio glossofaríngeo** — también tiene tres núcleos:

1. Núcleo sensitivo, **núcleo del tracto solitario**. Se encuentra lateralmente al núcleo del hipogloso.

2. Núcleo vegetativo (secretorio), **núcleo salivatorio inferior** (*nucleus salivatorius inferior*). Tiene sus células dispersas en la formación reticular de la médula oblongada, entre el núcleo ambiguo y el de la oliva.

3. Núcleo motor o **núcleo ambiguo** (*nucleus ambiguus*). Es común con el nervio vago y el nervio accesorio.

El VIII par — **nervio vestibulococlear (n. octavo)** (*n. vestibulocochlearis*) tiene múltiples núcleos que se proyectan en los ángulos laterales de la fosa romboidea, en la región del área vestibular. Los núcleos se dividen en dos grupos, que corresponden a las dos partes del nervio; la porción coclear — **nervio coclear** o acústico propiamente dicho —, que tiene dos núcleos: uno **dorsal** (*nucleus cochlearis dorsalis*), y otro **ventral** (*nucleus cochlearis ventralis*), situado más lateralmente y por delante del anterior. La otra parte del nervio, la porción vestibular — **nervio vestibular** o estático —, tiene cuatro núcleos (*nucli vestibulares*):

1. Medial—principal (núcleo de Schwalbe).

2. Lateral —(núcleo de Dieters).

3. Superior —(núcleo de Bétjerev).

4. Inferior.

La presencia de cuatro núcleos en el hombre refleja los estadios tempranos de la filogénesis, cuando en los peces existieron varios aparatos receptores estáticos separados.

El VII par — **nervio facial** —, tiene un solo **núcleo motor** situado en la formación reticular de la parte dorsal del puente. Las fibras nerviosas que parten de éste, en su trayecto, en el espesor del puente, forman un lemnisco que se destaca en la fosa romboidea en forma del **colículo facial** (*colliculus facialis*).

El **nervio intermedio**, relacionado estrechamente en su trayecto con el nervio facial, tiene dos núcleos:

1. Núcleo vegetativo (secretorio), **núcleo salivatorio superior** (*nucleus salivatorius superior*). Está situado en la formación reticular del puente, dorsalmente al núcleo del nervio facial.

2. Núcleo sensitivo, **núcleo del tracto solitario** (*nucleus tractus solitarii*).

El VI par — **nervio abductor** (*n. abducens*) — tiene un **núcleo motor**, situado en el lemnisco del nervio facial, por eso el colículo facial de la cara de la fosa romboidea corresponde al núcleo.

El V par — **nervio trigémino** — tiene cuatro núcleos:

1. Núcleo sensitivo, **núcleo sensitivo principal del trigémino** (*nucleus sensorius principalis n. trigemini*). Se proyecta en la parte dorsolateral y superior del puente.

2. Núcleo del tracto espinal del n. trigémino (*nucleus tractus spinalis*

n. trigemini). Es continuación del precedente, a todo lo largo de la médula oblongada hasta la porción cervical de la médula espinal, donde hace contacto con la substancia gelatinosa de los cuernos posteriores.

3. **Núcleo motor del trigémino** (*nucleus motorius n. trigemini*) (masticatorio). Está situado medialmente al sensitivo.

4. **Núcleo del tracto mesencefálico del trigémino** (*nucleus tractus mesencephalici trigemini*). Se encuentra lateralmente al acueducto. Este resulta ser el núcleo de la sensibilidad propioceptiva de los músculos masticatorios y de los músculos del bulbo del ojo (A. R. Buchanan, 1962).

Es posible que este núcleo refleje el desarrollo independiente del primer ramo del nervio trigémino (n. oftálmico), llamado en los animales n. oftálmico profundo, relacionado con el órgano de la vista, lo que explica la disposición del núcleo en el mesencéfalo.

MESENCÉFALO

El mesencéfalo o cerebro medio (figs. 393, 394) se desarrolla en la filogénesis bajo el influjo preponderante del receptor de la visión por lo cual sus formaciones más importantes están relacionadas con la inervación del ojo. Aquí también se formaron los centros de la audición, que junto con los de la vista proliferaron bajo la forma de cuatro eminencias, los colículos mesencefálicos. La aparición de los analizadores acústico y óptico en la corteza del prosencéfalo en los animales superiores y en el hombre, relegó a una posición subordinada a los centros similares del mesencéfalo, quedando en situación de intermediarios, subcorticales. Con el desarrollo del prosencéfalo en los mamíferos superiores y en el hombre, comenzaron a atravesar el mesencéfalo las vías de conducción que unen la corteza del telencéfalo con la médula espinal (pedúnculos cerebrales).

Como resultado de todo esto, el mesencéfalo humano presenta: 1) centros subcorticales de la vista y núcleos de los nervios de los músculos del bulbo del ojo; 2) centros acústicos subcorticales; 3) todas las vías ascendentes y descendentes que unen la corteza del encéfalo con la médula espinal y que pasan de tránsito por el mesencéfalo; 4) fascículos de fibras que unen el mesencéfalo con otras regiones del sistema nervioso central. En correspondencia con eso, el mesencéfalo humano es la parte más pequeña y estructuralmente más sencilla del encéfalo, en la que se distinguen dos porciones principales: la porción dorsal, el techo mesencefálico, donde se sitúan los centros subcorticales acústico y óptico mencionados y la porción ventral, los pedúnculos cerebrales, por donde pasan preferentemente las vías de conducción.

1. La porción dorsal, constituida por el **techo mesencefálico** (*tectum mesencephali s. lamina quadrigemina*) (BNA) (véase fig. 394), se encuentra oculta debajo del extremo posterior del cuerpo caloso y está dividida por dos surcos, dispuestos en cruz (longitudinal y transversal), en cuatro eminencias o colículos de color blanco, dispuestos en parejas.

Los dos **colículos superiores** (*colliculi superiores*) son los centros subcorticales ópticos; mientras que los dos **inferiores** (*colliculi inferiores*) son los acústicos. En una depresión aplanada situada entre los colículos superiores se encuentra el **cuerpo pineal** (glándula pineal). Cada colículo se continúa con el **lado del brazo del colículo** (*brachium colliculi*), que se dirige lateralmente

hacia delante y arriba, en dirección al diencéfalo. El **brazo del colículo superior** (*brachium colliculi superioris*) pasa por debajo del pulvinar del tálamo óptico y termina en el cuerpo geniculado lateral. El **brazo del colículo inferior** (*brachium colliculi inferioris*) limita por arriba el **trígono del lemnisco lateral** (*trigonum lemnisci* (cinta de Reil)) y termina en el cuerpo geniculado medial. Ambos cuerpos geniculados pertenecen al diencéfalo.

2. La porción ventral, los **pedúnculos cerebrales** (*pedunculi cerebri*), contiene las vías de conducción que van al prosencéfalo y tienen el aspecto de dos gruesos cordones semicilíndricos blancos que muestran claramente las fibras longitudinales ligeramente inclinadas en forma espiral. Se extienden desde el borde superior del puente hacia arriba y lateralmente, separándose entre sí, formando un ángulo de unos 80° antes de penetrar en el espesor de hemisferio cerebral correspondiente. Cerca de su entrada en el cerebro están cruzados transversalmente por una cinta o **tracto óptico** del mismo lado (*tractus optici*).

3. La cavidad del **mesencéfalo**, remanente de la cavidad primaria de la vesícula cerebral media, tiene el aspecto de un canal estrecho, tapizado por el epéndimo y se denomina **acuoducto del cerebro** (de Silvio) (*aqueductus cerebri*), con una longitud promedia de 1,5-2,0 cm y comunica el cuarto ventrículo con el tercero. Dorsalmente el acuoducto limita con el **techo mesencéfálico** y ventralmente, con el **tegmento** (*tegmentum*).

Estructura interna del mesencéfalo. En un corte transversal del mesencéfalo se distinguen tres partes principales: 1) la **lámina del techo** (*lamina tecti*); 2) el **tegmento** (*tegmentum*), que representa la parte superior del pedúnculo cerebral, y 3) la parte ventral de los pedúnculos cerebrales, el **pie del pedúnculo** (*crus cerebri*). De acuerdo con el desarrollo del mesencéfalo bajo el influjo del receptor visual (E. K. Sepp), en esta región se encuentran diferentes núcleos relacionados con la inervación de los ojos.

En los vertebrados inferiores, los colículos superiores son los principales núcleos de terminación de los nervios ópticos, constituyendo verdaderos centros de integración visual. En los mamíferos y en el hombre, con el traslado de estos centros al prosencéfalo, ha hecho perder a dichas conexiones gran parte de su importancia, conservándose tan sólo centros de actividad refleja visual. En el núcleo del colículo inferior y en el cuerpo geniculado medial terminan las fibras del **lemnisco lateral** (*lemniscus lateralis*). El **techo mesencéfálico** tiene conexiones dobles con la médula espinal, el **tracto espinotal** y los **tractos tectobulbar** y **tectospinal** (*tractus spinoctectalis, tractus tectobulbaris et tectospinalis*), que después de entrecruzarse en el tegmento (decusación de Meynert) van a los núcleos motores en la médula oblongada y espinal. Esta es la llamada vía refleja óptico-acústica, de la cual se habla al describir la médula espinal. De esta manera, los colículos pueden considerarse como el centro reflejo de los movimientos de diferente tipo que surgen, fundamentalmente, bajo la acción de los estímulos visuales y acústicos.

El acuoducto del cerebro está rodeado por la substancia gris central, que por su función se relaciona con el sistema vegetativo. En ésta, bajo la pared ventral del acuoducto, en el tegmento del mesencéfalo, se localizan los **núcleos** de dos nervios craneales motores — el **nervio oculomotor** (III par) (*n. oculomotorius*), a nivel del colículo superior y el **nervio troclear** (IV par) (*n. trochlearis*), a nivel de colículo inferior. El **núcleo del nervio oculomotor** consta de varias partes que corresponden a la inervación de varios músculos del bulbo

Fig. 401. Corte transversal de los pedúnculos cerebrales.

- 1 — núcleo rojo;
- 2 — núcleo del nervio oculomotor;
- 3 — acueducto del cerebro;
- 4 — lemnisco medial;
- 5 — substancia negra;
- 6 — pie del pedúnculo cerebral;
- 7 — nervio oculomotor;
- 8 — tegmento.



del ojo. Medialmente y por detrás de este núcleo se encuentra otro pequeño, par, el núcleo vegetativo, núcleo accesorio (de Yakubovich) (Yakubovich lo describió en 1857, antes que Westphal y Edinger, de cuyos nombres procedía incorrectamente su denominación), y el núcleo mediano impar. Los núcleos accesorio y mediano impar inervan los músculos lisos del ojo (m. ciliar y m. esfínter de la pupila). Esta parte del nervio oculomotor pertenece al sistema parasimpático. Más arriba del núcleo del nervio oculomotor, en el tegmento mesencefálico, se localiza el núcleo del tracto longitudinal medial (núcleo de Darkschewitch).

Lateralmente al acueducto se encuentra el núcleo de la raíz mesencefálica del trigémino (*nucleus tractus mesencephalici n. trigemini*).

Cómo hemos dicho, los pedúnculos cerebrales se dividen en porción ventral o **pie del pedúnculo** (*crus cerebri*) y en **tegmento** (*tegmentum*). El límite entre ambas porciones es la **substancia negra** (*substantia nigra*), que debe su coloración al pigmento melanina, presente en las células que la componen (fig. 401).

La substancia negra se extiende a todo lo largo del pedúnculo, desde el puente hasta el diencefalo, y su función corresponde al sistema extrapiramidal.

El pie del pedúnculo cerebral, situado ventralmente a la substancia negra, contiene fibras longitudinales que bajan desde la corteza cerebral hacia todas las partes situadas más abajo del sistema nervioso central: **tractos corticopontinos, corticonucleares, corticospinales**, etc. (*tractus corticopontinus, corticonuclearis, corticospinalis*). El tegmento, situado dorsalmente a la substancia negra contiene preferentemente diferentes fibras ascendentes y también núcleos de substancia gris. Entre ellos el más importante es el **núcleo rojo** (*nucleus ruber*).

Esta formación alargada en forma de salchichón se extiende desde la región del hipotálamo del diencefalo hasta el colículo inferior. A su nivel comienza el importante **tracto rubrospinal** (*tractus rubrospinalis*) (de Monakov), que une el núcleo rojo con los cuernos anteriores de la médula espinal. Este tracto después de salir del núcleo rojo se entrecruza con su homólogo del lado opuesto en la parte ventral del rafe — **decusación ventral del tegmento** (de Forel). El núcleo rojo es el centro más importante de coordinación del sistema extrapiramidal, relacionado con las demás partes del mismo. Al núcleo llegan fibras del cerebelo, en el espesor de sus pedúnculos superiores, después de su cruzamiento por debajo de la lámina del techo, ventralmente al acueducto, y también llegan fibras del globo pálido, que resulta ser el ganglio subcorti-

cal más inferior y más antiguo de todos los ganglios del encéfalo que entran en la composición del sistema extrapiramidal. Gracias a estos enlaces, el cerebelo y el sistema extrapiramidal (mediante el núcleo rojo y el tracto rubrospinal que parte de éste) influyen en toda la musculatura esquelética en el sentido de los movimientos automáticos inconscientes. Además de las fibras longitudinales descendentes, en la composición del tegmento van fibras ascendentes, que forman en el mesencéfalo la continuación de los lemniscos medial y lateral. En la composición de estos lemniscos ascienden al cerebro todas las vías sensitivas, con exclusión de la vía óptica y la olfatoria. En el tegmento continúa también la formación reticular (*formatio reticularis*) y el fascículo longitudinal medial (*fasciculus longitudinalis medialis*). Este último se inicia en diferentes lugares. Una de sus porciones comienza en los núcleos vestibulares, pasando a los lados de la línea media, directamente bajo la substancia gris del suelo del acueducto y del IV ventrículo, y consta de fibras ascendentes y descendentes, que van a los núcleos III, IV, VI y XI de los nervios craneales. El fascículo longitudinal medial es la vía importante de asociación que enlaza los diferentes núcleos de los nervios de los músculos del bulbo del ojo, con lo que se condicionan los movimientos combinados de los ojos al desviarlos a uno y otro lado. Su función está unida también a los movimientos conjugados de los ojos y de la cabeza que surgen al estimular el aparato del equilibrio.

PROSENCÉFALO

El prosencéfalo o cerebro anterior se desarrolla en relación con el receptor olfatorio y al principio forma (en los animales acuáticos) el cerebro olfatorio (rinencéfalo). Con el paso de los animales del medio acuático al aéreo, el receptor olfatorio se desarrolla de tal modo que con su ayuda se determinan las substancias químicas contenidas en el aire, las cuales le señalan la presa, el peligro y otros fenómenos vitalmente importantes de la naturaleza desde una distancia lejana — receptor a distancia.

Por eso, gracias también al desarrollo y perfección de otros analizadores, el prosencéfalo de los animales terrestres crece intensamente y supera a otras partes del sistema nervioso central, convirtiéndose de cerebro olfatorio en órgano que controla la conducta del animal, en correspondencia con las dos formas principales de la misma: 1) conducta instintiva, basada en la experiencia de la especie (reflejos incondicionados), y 2) conducta individual, basada en la experiencia del individuo (reflejos condicionados). En el prosencéfalo se desarrollan dos grupos de centros: 1) los ganglios basales o centrales de los hemisferios (subcorteza); 2) la corteza del cerebro. A estos dos grupos de centros llegan todos los impulsos nerviosos y hacia éstos se extienden todas las vías sensitivas aferentes, las que (con pocas exclusiones) pasan previamente a través de un centro común, el tálamo. La adaptación del organismo al medio mediante la transformación del metabolismo condicionó la aparición en el prosencéfalo de centros superiores que controlan los procesos vegetativos (hipotálamo).

De las dos partes del prosencéfalo, la corteza y los ganglios subcorticales pertenecen al telencéfalo, y el tálamo y el hipotálamo, al diencéfalo. Según E. K. Sepp (1959), en el proceso de la filogénesis el diencéfalo no se

desarrolló del prosencéfalo, como resultado de la división de este último, sino junto con el mesencéfalo. Con eso se explica el enlace del receptor de la vista no sólo con el mesencéfalo, sino también con el diencefalo y su tálamo, que recibe por esto el nombre correspondiente.

DIENCÉFALO

El diencefalo o cerebro intermedio está situado debajo del cuerpo caloso y el fórnix (trígono cerebral), fusionándose por los lados con los hemisferios del telencéfalo. En reciprocidad con lo dicho anteriormente sobre la función y el desarrollo del prosencéfalo, en el diencefalo se distinguen dos partes principales: 1) una dorsal (más joven filogenéticamente), el talamoencefalo, centro de vías aferentes; y 2) otra ventral (más vieja filogenéticamente), el hipotálamo, centro vegetativo superior. Como cavidad para el diencefalo sirve el III ventrículo.

TALAMOENCEFALO

El talamoencefalo consta de tres partes: el tálamo — cámara —, el epitálamo — zona supratalámica —, y el metatálamo — zona trastalámica (fig. 402).

A. Tálamo (*thalamus*). Representa un gran acúmulo par de substancia gris en las paredes laterales del diencefalo, a los lados del III ventrículo, que tiene la forma de un huevo, con la particularidad de que su extremo anterior está afilado en forma de un tubérculo anterior, mientras que el posterior forma una protuberancia ensanchada y engrosada denominada pulvinar. La división en extremo anterior y pulvinar corresponde a la división funcional del tálamo en centros de vías aferentes (extremo anterior) y centro óptico (posterior). La cara superior está tapizada por una capa fina de substancia blanca, el estrato zonal (*stratum zonale*) y su parte lateral, dispuesta hacia la

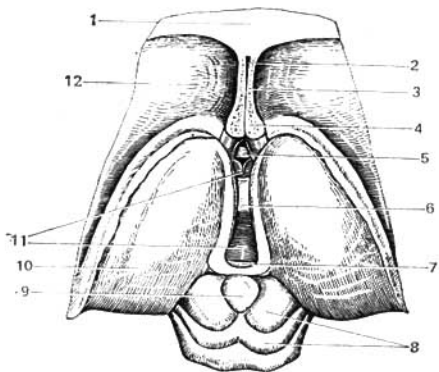


Fig. 402. Diencefalo y mesencéfalo; vista superior.

- 1 — cuerpo caloso;
- 2 — cavidad del septo pelúcido;
- 3 — septo pelúcido;
- 4 — fórnix (corte transversal de las columnas);
- 5 — comisura anterior;
- 6 — adhesión intertalámica;
- 7 — comisura posterior;
- 8 — techo mesencefálico (lámina del techo);
- 9 — cuerpo pineal;
- 10 — tálamo;
- 11 — III ventrículo;
- 12 — núcleo caudado (cabeza).

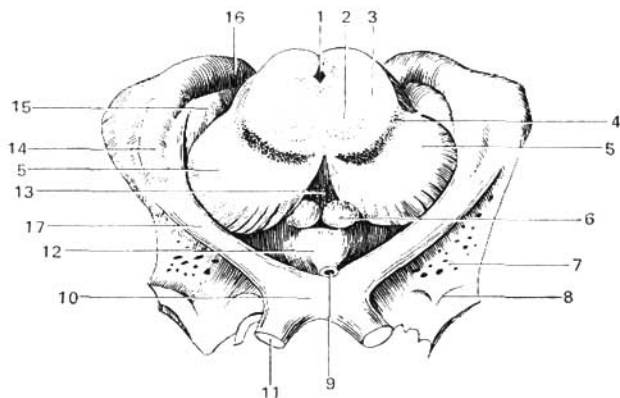


Fig. 403. Metatálamo e hipotálamo.

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 — acueducto del cerebro; | 10 — quiasma óptico; |
| 2 — núcleo rojo; | 11 — nervio óptico; |
| 3 — tegmento; | 12 — tubérculo ceniciento; |
| 4 — sustancia negra; | 13 — sustancia perforada posterior; |
| 5 — pie del pedúnculo cerebral; | 14 — cuerpo geniculado lateral; |
| 6 — cuerpo mamilar; | 15 — cuerpo geniculado medial; |
| 7 — sustancia perforada anterior; | 16 — pulvinar; |
| 8 — trigono olfatorio; | 17 — tracto óptico. |
| 9 — infundíbulo; | |

cavidad del ventrículo lateral está separada del núcleo caudado por el **surco terminal** (*sulcus terminalis*), que separa el telencéfalo, al cual pertenece el núcleo caudado, del diencéfalo, al que pertenece el tálamo. Por este surco pasa una cintilla de sustancia cerebral, la **estria terminal** (*stria terminalis*).

La cara medial del tálamo, cubierta por una capa de sustancia gris central, es vertical y se dirige a la cavidad del III ventrículo formando su pared lateral. Por arriba, está separada de la cara superior por una cintilla cerebral blanca, la **estria medular del tálamo** (*stria medullaris thalami*). Ambas caras mediales están unidas entre sí por la **adhesión intertalámica** (*adhesio interthalamica*) que se encuentra casi en el centro. La cara lateral del tálamo limita con la cápsula interna. La cara inferior se sitúa encima del pedúnculo cerebral fusionándose con su tegmento (fig. 403). Como se ve en los cortes, las **láminas medulares** (*laminae medullares thalami*) dividen la masa gris del tálamo en varios núcleos, cuya designación depende de su topografía — anterior, central, medial, lateral y una serie de núcleos ventrales.

La **importancia funcional** del tálamo es muy grande. Como ya se dijo, por él pasan todas las vías aferentes: en su pulvinar termina una parte de las fibras del tracto óptico (centro subcortical de la vista); en el núcleo anterior termina el fascículo mamilotalámico (de Vicq-d'Azyr, que va desde el cuerpo mamilar (*corpora mamillaria*) y que une el tálamo con la esfera olfatoria. En fin, todas las demás vías sensitivas aferentes procedentes de núcleos nerviosos situados más abajo, con la particularidad de que el lemnisco medial ter-

mina en el núcleo lateral. De este modo, el tálamo es el centro subcortical de todos los tipos de sensibilidad. Desde aquí, las vías sensitivas van, en parte a los ganglios subcorticales (gracias a lo cual el tálamo se convierte en centro sensitivo del sistema extrapiramidal) y en parte directamente a la corteza por el tracto talamocortical (*tractus thalamocorticalis*).

B. Epitálamo. Las estrías medulares de ambos tálamos se dirigen hacia atrás (caudalmente) y forman a uno y otro lado un ensanchamiento triangular denominado **trígono de la habénula** (*trigonum habenulae*). De este último parte la llamada **habénula** (rienda) que con la homóloga del lado opuesto se une con el **cuerpo pineal** (*corpus pineale s. epiphysis*) (véase fig. 402). Por delante del cuerpo pineal, ambas riendas están unidas por la **comisura de las habénulas** (*commissura habenularum*). La misma glándula pineal, parecida a la piña del pino (de aquí su nombre), por su estructura y función corresponde a las glándulas de secreción interna. Sobresaliendo por detrás, en la región del mesencéfalo, la glándula pineal está situada en el surco existente entre los colículos superiores, formando algo así como un quinto colículo. Colgándose de las riendas desde el lado dorsal, el cuerpo pineal se une ventralmente con la lámina medular, la cual, contorneándose hacia atrás, se continúa en la lámina del techo. El lugar de la incurvación de esta lámina forma la comisura cerebral posterior. Entre ésta y la comisura de las habénulas se encuentra una pequeña depresión que entra en la base de la glándula pineal, el **receso pineal** (*recessus pinealis*), remanente de aquella protrusión en forma de saco de la pared superior del diencéfalo de la cual se desarrolla la epífisis.

C. Metatálamo. Detrás del tálamo se encuentran dos pequeñas eminencias, los **cuerpos geniculados lateral y medial** (*corpus geniculatum laterale et mediale*) (véanse figs. 403, 394).

El **cuerpo geniculado medial** es menor por sus dimensiones, pero es más notable; está situado por delante del brazo del colículo inferior; debajo del pulvinar del tálamo, separado de éste por un surco claro. En el mismo terminan las fibras del lemnisco lateral (*lemniscus lateralis*), por lo cual este cuerpo resulta ser, junto con los colículos inferiores, el centro subcortical de la audición. El **cuerpo geniculado lateral** — de mayor tamaño, en forma de tubérculo plano — se sitúa en la parte lateroinferior del pulvinar. En él termina la porción más grande de la parte lateral del tracto óptico (la otra parte termina en el pulvinar). Por eso, junto con el pulvinar y los colículos superiores, el cuerpo geniculado lateral resulta ser el centro subcortical de la vista. Los núcleos de ambos cuerpos geniculados, por intermedio de las vías centrales, están unidos con los extremos corticales de los analizadores correspondientes (véanse págs. 416, 418).

HIPOTÁLAMO

Bajo el nombre de **hipotálamo** (*hipothalamus*), en el sentido amplio de la palabra, se reúnen las formaciones situadas ventralmente debajo del suelo del III ventrículo, por delante de la substancia perforada posterior, incluyendo también la **región subtalámica** (*regio subthalamica*). En correspondencia con el desarrollo embrionario, el hipotálamo se divide en dos porciones: una anterior — **óptica** (*pars optica hypothalamii*), bajo cuyo nombre se reúnen el **tubérculo ceniciento** (*tuber cinereum*) con el infundíbulo y la hipófisis, y también el quiasma óptico, con el **tracto óptico** (*tractus opticus*); y otra posterior —

olfatoria, cuerpo mamilar (*corpora mamillaria*) y región subtalámica (*regio subthalamica*).

A. **Tubérculo ceniciento** (*tuber cinereum*). Se encuentra por delante del tubérculo mamilar y representa un saliente hueco impar de la pared inferior del III ventrículo, constituido por una lámina fina de substancia gris. El vértice del tubérculo está alargado en forma de embudo estrecho y hueco, **infundíbulo**, en cuyo extremo ciego se encuentra un apéndice cerebral, **la hipófisis** (glándula pituitaria) situada en la profundidad de la silla turca (véase su descripción en el apartado «Órganos de secreción interna»). En el tubérculo ceniciento se encuentran los núcleos de substancia gris de los centros vegetativos superiores que influyen particularmente en el metabolismo y la termorregulación.

B. **Quiasma óptico** (*decusación óptica*). Está situado por delante del tubérculo ceniciento, formado por la decusación de los nervios ópticos (véase pág. 416).

C. **Cuerpos mamilares** (*corpora mamillaria*). Son dos pequeñas prominencias de color blanco, de forma esférica irregular, que se encuentran simétricamente a los lados de la línea media, por delante de la substancia perforada posterior, bajo una capa superficial de substancia blanca, localizándose dos núcleos grises dentro de cada cuerpo.

Atendiendo a su función, los cuerpos mamilares pertenecen a los centros olfatorios subcorticales.

D. **Región subtalámica** (*regio subthalamica*). Representa una pequeña porción de substancia cerebral, situada bajo el tálamo y separada de éste por el **surco hipotalámico** (surco de Monro). Este surco se ve en el corte mediano del encéfalo. En la región subtalámica, más lateralmente a la substancia negra, se encuentra el **núcleo subtalámico** (de Luys) (*nucleus subthalamicus*), de forma ovalada. Este cuerpo es uno de los eslabones del sistema extrapiramidal, al que también se le atribuyen funciones vegetativas.

III VENTRÍCULO

El **tercer ventrículo** (*ventriculus tertius*) está situado precisamente en el plano medio, y en un corte frontal del encéfalo tiene el aspecto de una fisura estrecha vertical. Sus **paredes laterales** están formadas por las caras mediales de los tálamos, entre los cuales se extiende la **adhesión intertalámica** (*adhesio interthalamica*) (véase fig. 402). Su **pared anterior** está constituida por una lámina fina, la **lámina terminal** (supraóptica), y más arriba, por las columnas del fórnix y con la comisura anterior del cerebro (*commissura cerebri anterior*) situada transversalmente. A cada lado, cerca de la pared anterior del ventrículo, estos pilares, junto con los extremos anteriores de los tálamos, limitan los orificios interventriculares, **agujeros interventriculares** (*foramina interventricularia*), que unen la cavidad del III ventrículo con los ventrículos laterales, situados en los hemisferios del telencéfalo. Su **pared superior**, que se encuentra debajo del fórnix y del cuerpo caloso, representa la **tela coroidea del III ventrículo** (*tela chorioidea ventriculi tertii*) (fig. 404), en cuya composición entra la pared rudimentaria de la vesícula cerebral en forma de la lámina epitelial y la meninge vascular fusionada a la misma. A los lados de la línea media, en la tela coroidea se encuentra el plexo coroideo del III ventrículo. En su **pared posterior** se halla la comisura de las habénulas y la comisura

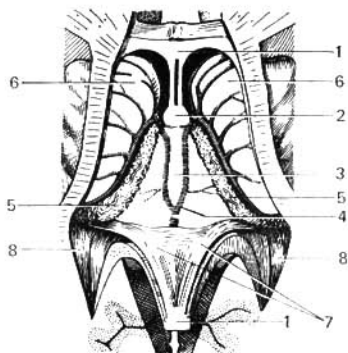


Fig. 404. Parte del encéfalo con los ventrículos laterales expuestos. El cuerpo calloso está diseccionado y junto con la bóveda está desplazado hacia atrás, con la finalidad de mostrar la tela corioidea.

- 1 — cuerpo calloso;
- 2 — columnas del fórnix (seccionadas);
- 3 — tela corioidea del III ventrículo;
- 4 — vena cerebral magna;
- 5 — plexo corioideo de los ventrículos laterales;
- 6 — núcleo caudado;
- 7 — pilar del fórnix;
- 8 — cuerno posterior de los ventrículos.

cerebral posterior, entre las cuales sobresale en dirección caudal una prolongación ciega del ventrículo, el **receso pineal** (*recessus pinealis*). Por debajo de la comisura posterior se abre el acueducto por un orificio en forma de embudo en el III ventrículo. La **pared inferior** estrecha del III ventrículo, separada de las paredes laterales por los surcos hipotalámicos derecho e izquierdo, corresponde en la base del cerebro a la substancia perforada posterior, los cuerpos mamilares y el tubérculo ceniciento con el quiasma óptico. En la región del fondo, la cavidad del ventrículo forma dos depresiones: el **receso infundibular**, que entra en el tubérculo ceniciento y el infundíbulo, y el **receso óptico**, situado por delante del quiasma. La cara interna de las paredes del III ventrículo está cubierta por el epéndimo.

Las partes ya estudiadas del encéfalo — rombencéfalo (excepto el cerebelo), mesencéfalo y diencéfalo — se unen bajo el nombre de tronco del cerebro (F. A. Poyemny y E. P. Semiónova, 1960). Algunas veces, los clínicos sólo atribuyen el metencéfalo y el mesencéfalo al tronco cerebral (E. Sepp, M. Zuker, E. Shmidt, 1950). El tronco del cerebro, que es la formación más vieja filogenéticamente, se diferencia en lo esencial por su estructura y función de la parte más joven del encéfalo, el telencéfalo.

TELENCÉFALO

El **telencéfalo**, como ya dijimos, está representado por los dos hemisferios (*hemispheria cerebri*). En la composición de cada hemisferio entran: el palio, el rinencéfalo y los ganglios de la base del cerebro. El remanente de las cavidades primarias de ambas vesículas del telencéfalo son los ventrículos laterales. El prosencéfalo, del cual se deriva el telencéfalo, al principio surge en relación con el receptor olfatorio (rinencéfalo), y luego este último se convierte en órgano de control de la conducta del animal, surgiendo en el mismo los centros de la conducta instintiva, basada en las reacciones de la especie (reflejos incondicionados), ganglios subcorticales, y los de la conducta individual, fundamentada en la experiencia individual (reflejos

condicionados), corteza del cerebro. En correspondencia con eso, en el telencéfalo se distinguen, según el orden del desarrollo histórico, los siguientes *grupos de centros*:

1. **Cerebro olfatorio, rinencéfalo.** La parte más antigua y también la más pequeña, situada ventralmente.

2. **Ganglios basales o centrales de los hemisferios, «subcorteza».** Es la parte vieja del telencéfalo, paleocéfalo, oculta en la profundidad.

3. **Sustancia gris de la corteza, el córtex.** Es la parte más joven, el neocéfalo, y también la más grande, que cubre a las demás a modo de manto, a lo cual debe su nombre — el **pallio**.

Además de las dos formas de conducta del animal ya mencionadas, en el hombre surge una tercera forma, la conducta colectiva, basada en la experiencia del colectivo humano, la cual se crea en el proceso de la actividad laboral y de comunicación entre los hombres mediante el lenguaje. Esta conducta está relacionada con el desarrollo de las capas superficiales, las más jóvenes, de la corteza cerebral, que constituyen el substrato material del llamado segundo sistema de señalización (lenguaje discursivo) de la realidad (I. P. Pávlov).

Puesto que en el proceso evolutivo del sistema nervioso central, el telencéfalo crece más rápida e intensamente, por eso en el hombre se hace la parte más grande del encéfalo y adquiere el aspecto de dos **hemisferios voluminosos: derecho e izquierdo** (*hemispherium dextrum et sinistrum*). En la profundidad de la fisura longitudinal del cerebro, fisura interhemisférica, ambos hemisferios están unidos entre sí mediante una lámina gruesa, el **cuerpo calloso**, que consta de fibras nerviosas dispuestas transversalmente de un hemisferio al otro. En el cuerpo calloso se distinguen: el extremo anterior doblado hacia abajo, la **rodilla del cuerpo calloso** (*genu corporis callosi*); la parte intermedia, el **tronco del cuerpo calloso**; y luego el extremo posterior, engrosado en forma de rodillo, el **esplenio del cuerpo calloso**. Todas estas partes se ven bien en un corte longitudinal del cerebro entre ambos hemisferios (véase fig. 399). La rodilla del cuerpo calloso, incurvándose hacia abajo, se afila y forma el pico o **rostro del cuerpo calloso**, que se prolonga en una lámina fina, la lámina rostral, la cual se continúa en la lámina terminal.

Debajo del cuerpo calloso se encuentra el **fórnix** (figs. 399, 405), que representa dos estrias blancas en forma de arco, que en su parte central, **cuerpo del fórnix** (*corpus fornicis*), están unidas entre sí, pero por delante y por detrás se separan, formando por delante las **columnas del fórnix** (*columnae fornicis*) y por detrás los **pilares del fórnix** (*crura fornicis*), que dirigiéndose hacia atrás, bajan a los cuernos inferiores de los ventrículos laterales y allí pasan a la **fimbria del hipocampo** (*fimbria hippocampi*). Entre los pilares del fórnix, debajo del esplenio del cuerpo calloso, se extienden los tractos transversales de fibras nerviosas que forman el psalterio o comisura del fórnix. Las columnas del fórnix siguen hacia abajo, hasta la base del cerebro, donde terminan en los cuerpos mamilares, atravesando la sustancia gris del hipotálamo. Las columnas del fórnix limitan los orificios interventriculares situados por detrás de aquéllos que unen el III ventrículo con los ventrículos laterales. Por delante de estas columnas se encuentra la comisura anterior que tiene el aspecto de un travesaño blanco constituido de fibras nerviosas. Entre la parte anterior de la bóveda y la rodilla del cuerpo calloso se extiende una lámina vertical fina de tejido cerebral, el **septo pelúcido** (*septum pellu-*

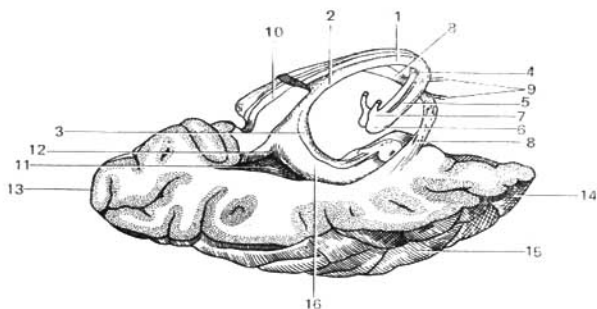


Fig. 405. Fórnix, hipocampo y comisura anterior.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1 — cuerpo del fórnix; | 10 — esplenio del cuerpo caloso; |
| 2 — pilar del fórnix; | 11 — trigono colateral; |
| 3 — fimbria del hipocampo; | 12 — espolón (<i>calcar avis</i>); |
| 4, 5 — columna del fórnix; | 13 — polo occipital; |
| 6 — cuerpo mamilar; | 14 — polo temporal; |
| 7 — fascículo mamilotalámico (de Viciq d'Azvyr); | 15 — giro temporal medio; |
| 8, 9 — comisura anterior; | 16 — hipocampo. |

cidum) en cuyo espesor se encuentra una pequeña cavidad en forma de fisura la cavidad del septo (*cavum septi pellucidi*) (véanse figs. 399, 411).

Para comodidad del estudio, comenzamos la descripción de las partes siguiendo un orden contrario al desarrollo histórico, es decir, desde el palio que cubre a las demás partes.

PALIO

En cada hemisferio pueden verse tres caras: superolateral, medial e inferior, y tres extremos o polos: el polo anterior o frontal, el polo posterior u occipital, y el polo temporal, correspondiente a la prominencia de la cara inferior y separado de ésta por la fosa lateral del cerebro (*fossa lateralis cerebri*).

Superficie del hemisferio (manto). Está formada por una capa uniforme de substancia gris, de 1,3-4,5 mm de espesor, que contiene células nerviosas. Esta capa, llamada también **corteza cerebral** (*cortex cerebri*), se presenta dispuesta en pliegues, gracias a los cuales la superficie del palio tiene un dibujo altamente complejo, constituido por surcos que alternan entre sí en diferentes direcciones y que crean entre ellos rodillos denominados **giros** * (*gyri*). La magnitud y la forma de los surcos están sometidas a considerables oscilaciones individuales, por lo cual no sólo el cerebro de diferentes personas, sino incluso los hemisferios del mismo individuo no tienen completa semejanza en el dibujo de los surcos (véase clasificación de los surcos en la pág. 193).

* El área total de la corteza del hombre adulto es de 220 000 mm² aproximadamente (Geneberg), con la particularidad de que 2/3 se encuentran en la profundidad, entre los giros, y sólo 1/3 se halla en la superficie.

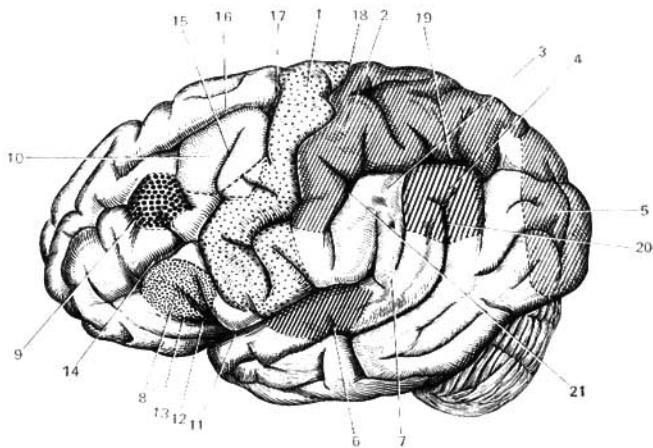


Fig. 406. Núcleos de los analizadores en la corteza cerebral; vista lateral del cerebro.

- 1 — núcleo del analizador motor;
 2 — núcleo del analizador cutáneo;
 3 — núcleo del analizador motor mediante el cual se sintetizan los movimientos orientados acostumbrados;
 4 — núcleo del analizador óptico del lenguaje escrito;
 5 — núcleo del analizador óptico (memoria visual);
 6 — núcleo del analizador acústico;
 7 — núcleo del analizador acústico del lenguaje;
 8 — núcleo del analizador motor de la articulación del habla;
 9 — núcleo del analizador motor relacio-

- nado con la desviación conjugada de la cabeza y los ojos;
 10 — núcleo del analizador motor del lenguaje escrito;
 11, 12, 13 — surco lateral (11 — el propio surco; 12 — rama ascendente; 13 — rama anterior);
 14 — surco frontal inferior;
 15 — surco precentral inferior;
 16 — surco frontal superior;
 17 — surco precentral superior;
 18 — surco central (de Rolando);
 19 — surco intraparietal;
 20 — surco temporal superior;
 21 — surco postcentral.

Los surcos profundos constantes se emplean para la división de cada hemisferio en grandes porciones, denominadas **lóbulos**, y a su vez éstos se dividen en lobulillos y giros (circunvoluciones). Hay cinco **lóbulos** en cada hemisferio: **frontal** (*lobus frontalis*), **parietal** (*lobus parietalis*), **temporal** (*lobus temporalis*), **occipital** (*lobus occipitalis*) y un lobulillo oculto en el fondo del surco lateral (*sulcus lateralis*), la llamada **ínsula** (ínsula de Reil).

Cara superolateral del hemisferio. Está dividida en lóbulos por tres surcos (figs. 390, 406): uno lateral, otro central y el del extremo superior del surco parietooccipital de la cara medial del hemisferio, que forma una entalladura en su borde superior. El **surco lateral del cerebro** (*sulcus cerebri lateralis*) se inicia en la cara basal del hemisferio, en la fosa lateral, y después pasa a la cara superolateral, dirigiéndose atrás y algo arriba, terminando aproximadamente en el límite del tercio medio y el posterior de la misma.

De la parte anterior del surco lateral parten dos pequeñas ramas: una rama ascendente y otra rama anterior las cuales se dirigen al lóbulo frontal.

Surco central (de Rolando). Se inicia en el borde superior del hemisferio, algo por detrás de su punto medio, y va hacia delante y abajo. El extremo inferior de este surco no llega hasta el surco lateral. La porción del hemisferio situada por delante del surco central pertenece al lóbulo frontal; la parte que se encuentra por detrás constituye el lóbulo parietal, el cual, mediante la parte posterior del surco lateral, limita con el lóbulo temporal situado más abajo. Como límite posterior del lóbulo parietal sirve el extremo superior del **surco parietooccipital**, situado en la cara medial del hemisferio, pero esta delimitación no es completa, ya que dicho surco no se extiende mucho sobre la cara superolateral, debido a lo cual el lóbulo parietal se continúa directamente con el occipital. Este último tampoco tiene una delimitación brusca que lo separa del lóbulo temporal situado por delante. A consecuencia de esto, el límite entre los lóbulos mencionados se traza artificialmente mediante una línea que va del surco parietooccipital hacia el borde inferior del hemisferio.

Cada lóbulo consta de una serie de giros, en algunos lugares denominados lobulillos, que se delimitan por los surcos de la superficie cerebral.

Lóbulo frontal. Por la parte posterior de su cara lateral de este lóbulo pasa el **surco precentral** (*sulcus precentralis*) casi paralelo al surco central. De éste parten dos surcos en dirección longitudinal: el **surco frontal superior** (*sulcus frontalis superior*) y el **surco frontal inferior** (*sulcus frontalis inferior*). Gracias a esto, el lóbulo frontal se divide en cuatro giros — uno vertical y tres horizontales. El **giro precentral** (*gyrus precentralis*) se encuentra entre el surco central y el surco precentral.

Los **giros horizontales del lóbulo frontal** son los siguientes: 1) el **giro frontal superior** (*gyrus frontalis superior*), que pasa por encima del surco frontal superior, paralelamente al borde superior del hemisferio, entrando también en su cara medial; 2) el **giro frontal medio** (*gyrus frontalis medius*), que se extiende entre los dos surcos frontales; y 3) el **giro frontal inferior** (*gyrus frontalis inferior*), situado entre los surcos frontal inferior y el lateral. Las ramas del surco lateral (cisura del Silvio) que entran en el giro frontal inferior lo dividen en tres partes: la **porción opercular** (*pars opercularis*), situada entre el extremo inferior del surco precentral y la rama ascendente del surco lateral; la **porción triangular** (*pars triangularis*), situada entre ambas ramas del surco lateral; y por último, la **porción orbital** (*pars orbitalis*), situada por delante de la rama anterior del surco lateral.

Lóbulo parietal. En éste, casi paralelamente al surco central, se encuentra el **surco postcentral** (*sulcus postcentralis*), que por lo común se fusiona con el **surco intraparietal** (*sulcus intraparietalis*), de dirección horizontal. En dependencia de la disposición de estos surcos, el lóbulo parietal se divide en tres giros, uno de los cuales es vertical, y los otros dos son horizontales. El **giro postcentral** (*gyrus postcentralis*) va por detrás del surco central en la misma dirección con el precentral, separado de éste por el surco central. Por encima del surco intraparietal se sitúa el giro o lobulillo **parietal superior** (*lobulus parietalis superior*), que se continúa en la cara medial del hemisferio. Por debajo del surco intraparietal se encuentra el giro o **lobulillo parietal inferior** (*lobulus parietalis inferior*), que en su trayecto hacia atrás, contornea los extremos de los surcos lateral y temporal superior y se pierde en la zona del lóbulo occipital. La parte del lobulillo parietal inferior que contornea el surco lateral se denomina **giro supramarginal** (*gyrus supramarginalis*); la

otra parte, la que perfila el surco temporal superior, se llama **giro angular** (de Gratiolet) (*gyrus angularis*).

Lóbulo temporal. La cara lateral de este lóbulo tiene tres giros longitudinales, separados uno del otro por los surcos temporales superior e inferior. El **giro temporal superior** (*gyrus temporalis superior*) se encuentra entre el **surco temporal superior** y el **surco lateral**. Su cara superior, oculta en la profundidad del surco lateral, tiene 2-3 giros breves, denominados **giros temporales transversos** (de Heschl) (*gyri temporales transversi*). Entre los surcos temporales superior e inferior, se extiende el **giro temporal medio** (*gyrus temporalis medius*). Por debajo de éste, separándose del mismo por el surco temporal inferior, pasa el **giro temporal inferior** (*gyrus temporalis inferior*), que forma el paso de la cara lateral del lóbulo a la cara inferior.

Lóbulo occipital. Los surcos de la cara lateral de este lóbulo son inconstantes y variables. Entre éstos se destaca el **surco occipital transverso** (*sulcus occipitalis transversus*), que por lo común se une con el extremo del **surco intraparietal** (*sulcus intraparietalis*).

Ínsula. Para ver este lobulillo es necesario separar o sacar los bordes del surco lateral que cuelgan sobre el mismo. Estos bordes, que pertenecen a los lóbulos frontal, parietal y occipital, se denominan **opérculos**. La ínsula tiene forma de un triángulo, con el vértice dirigido hacia delante y abajo. Por delante, arriba y por detrás, está separada de sus partes vecinas por un surco profundo, el **surco circular** (*sulcus circularis*). La superficie de la ínsula está cubierta por varios giros breves.

La **porción de la cara inferior del hemisferio** (véase fig. 392) situada por delante de la fosa lateral pertenece al lóbulo frontal. Aquí, paralelamente al borde medial del hemisferio pasa el **surco olfatorio**, en el cual se encuentran el bulbo y el tracto olfatorios. Entre este surco y el borde medial del hemisferio se extiende el **giro recto** (*gyrus rectus*), continuación del giro frontal superior. Lateralmente al surco olfatorio, en la cara inferior, se encuentran varios surcos constantes, **los surcos orbitales** (*sulci orbitales*), que limitan **los giros orbitales medial y lateral** (*gyri orbitales*), considerados como continuación de los giros frontales medio e inferior. La porción posterior de la cara basal del hemisferio está formada por la cara inferior de los lóbulos temporal y occipital, los cuales aquí no tienen límites determinados. En esta porción se ven dos surcos: el **surco occipitotemporal** (*sulcus occipitotemporalis*), que pasa en dirección del polo occipital al temporal y el **surco colateral** (*sulcus collateralis*), que va paralelamente a éste [continuándose por delante con el **surco rinal** (*sulcus rhinalis*)]. Entre ellos se sitúa el **giro occipitotemporal lateral** (*gyrus occipitotemporalis lateralis*). Medialmente al surco colateral se sitúan dos giros: entre la porción posterior del colateral y el **surco calcario** (*sulcus calcarius*) se encuentra el **giro occipitotemporal medial o lingual** (*gyrus occipitotemporalis medialis s. gyrus lingualis*); entre la porción anterior del colateral y el surco rinal por un lado, y el surco del hipocampo que contornea el tronco cerebral, por el otro, se encuentra el **giro parahipocampal** (*gyrus parahippocampalis*). Este giro colindante con el tronco cerebral, se halla en la cara medial del hemisferio.

Cara medial del hemisferio. En esta cara (véase fig. 399) se encuentra el **surco del cuerpo calloso** (*sulcus corporis callosi*), que va directamente por encima del cuerpo calloso y se continúa por su extremo posterior con el surco del hipocampo, que va hacia delante y abajo. Paralelamente y más arriba de este

surco, pasa el surco del cíngulo (*sulcus cinguli*), que se inicia por delante, debajo del pico del cuerpo caloso, después va hacia atrás y termina por su extremo posterior en el borde superior del hemisferio. El espacio comprendido entre este borde y el surco del cíngulo pertenece al lóbulo frontal, al giro frontal superior. Una pequeña parte, encima del surco del cíngulo, limitada por detrás por el extremo posterior de éste, y por delante por el pequeño surco paracentral (*sulcus paracentralis*), se denomina lóbulo paracentral (*lobulus paracentralis*) puesto que corresponde a la cara medial de los extremos superiores de ambos giros centrales, que aquí se continúan uno con el otro.

Por detrás del lobulillo paracentral hay una superficie cuadrangular, el precúneo (*precuneus*), que limita por delante con el extremo del surco del cíngulo, por abajo, con el surco subparietal (*sulcus subparietalis*), y por detrás con el profundo surco parietooccipital (*sulcus parietooccipitalis*). El precúneo pertenece al lóbulo parietal. Por detrás del precúneo se encuentra una porción de corteza, bruscamente aislada, que corresponde al lóbulo occipital, la cuña (*cuneus*), limitada por delante por el surco parietooccipital, y por detrás por el surco calcarino (*sulcus calcarinus*), que se juntan en ángulo. Por abajo y por detrás la cuña entra en contacto con el giro occipitotemporal medial. Entre el surco del cíngulo y el surco del cuerpo caloso se extiende el giro del cíngulo (*gyrus cinguli*), el cual por intermedio del istmo se continúa con el giro parahipocampal (*gyrus parahippocampalis*), que termina en el gancho (*uncus*). El giro parahipocampal limita por un lado con el surco del hipocampo, que contornea el tronco cerebral, y por otro lado, con el surco colateral y su continuación hacia delante, denominada surco rinal. El istmo, lugar de paso estrecho del giro del cíngulo al parahipocampal, se encuentra por detrás del esplenio del cuerpo caloso, cerca del extremo del surco que se formó como resultado de la fusión del surco parietooccipital con el surco calcarino. El giro del cíngulo, el istmo y el giro parahipocampal forman el giro fornicado o arqueado (*gyrus fornicatus*), que describe casi un círculo completo, abierto solamente por abajo y por delante. El giro arqueado no tiene relación con ningún lóbulo del palio.

Al separar los bordes del surco del hipocampo puede verse una estrecha cintilla gris dentada que representa un giro rudimentario, el giro dentado (*gyrus dentatus*).

Estructura de la corteza del cerebro. La corteza de los hemisferios del cerebro consta de seis capas, que primordialmente se distinguen entre sí por la forma de sus células nerviosas (fig. 407): 1) capa molecular, situada directamente debajo de la piamadre, que contiene ramificaciones terminales de las prolongaciones de las células nerviosas entrecruzadas reticularmente; 2) capa granulosa externa, en cuya composición entran múltiples pequeñas células parecidas a granos, a lo cual debe su nombre, 3) capa de células piramidales, constituida por células piramidales pequeñas y medias; 4) capa granulosa interna, que al igual que la homóloga externa, se compone de células pequeñas — granos —; 5) capa ganglionar, compuesta de grandes células piramidales (células de Betz); 6) capa de células polimorfas, que limita con la substancia blanca. De estas seis capas, las inferiores (5ª y 6ª) son, preferentemente, el inicio de las vías eferentes; la 5ª capa, en particular, consta de células piramidales de Betz, cuyos axones constituyen el sistema piramidal. Las capas medias (3ª y 4ª) se relacionan, preferentemente, con las vías

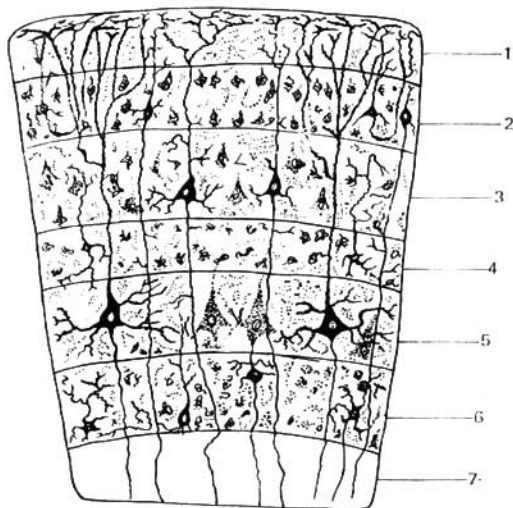


Fig. 407. Esquema de la estructura de la corteza cerebral.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 — capa molecular; | 4 — capa granulosa interna; |
| 2 — capa granulosa externa; | 5 — capa ganglionar; |
| 3 — capa de las pirámides pequeñas y medianas; | 6 — capa de las células polimorfas; |
| | 7 — sustancia blanca. |

aferentes, y las superiores (1ª y 2ª) están en relación con las vías de asociación de la corteza. La estructura de seis capas de la corteza se modifica en distintas regiones, tanto en dirección del espesor y la disposición de las capas, como también de la composición de las células (para más detalle véase «Curso de Histología»).

RINENCEFALO

El rinencéfalo o cerebro olfatorio (figs. 408, 409), es, filogenéticamente, la parte más antigua del prosencéfalo que surge en relación con el receptor olfatorio, cuando el prosencéfalo no se ha convertido aún en el órgano de la conducta del animal. Por eso todos sus componentes forman diferentes partes del analizador olfatorio (concepto sobre analizador, véanse págs. 236 y 373).

En los peces casi todo el prosencéfalo está constituido en órgano olfatorio. Con el desarrollo de la nueva corteza, que es lo que se observa en los mamíferos y en el hombre, se desarrolla la nueva parte del prosencéfalo (neocencéfalo), el palio. Pero el palio también recorre un camino largo de desarrollo que comprende tres partes de distinta antigüedad filogenética. Las partes más viejas son:

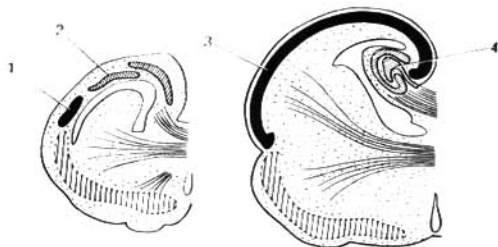


Fig. 408. Desarrollo del neopallio (según Edinger).

A la izquierda — de la serpiente (*Python*); a la derecha — de mamífero marsupial (*Hypsiprymnus*). 1 y 3 — neopallio; 2 — arquipallio; 4 — hipocampo.

1. **Paleopallio** (*paleopallium*), pequeña porción de la corteza en la cara inferior del lóbulo frontal, situado cerca del bulbo olfatorio y cubierto por la vieja corteza, el **paleocórtex**.

2. **Arquipallio** (*archipallium*), que entra en la composición del lóbulo temporal. Al principio esta parte se sitúa sobre la cara lateral del hemisferio, pero después, bajo el influjo del neopallio que aumenta intensamente, se enrolla en forma de salchichón denominándose hipocampo (cuerno de Ammón) y se desplaza medialmente en la cavidad del ventrículo lateral del

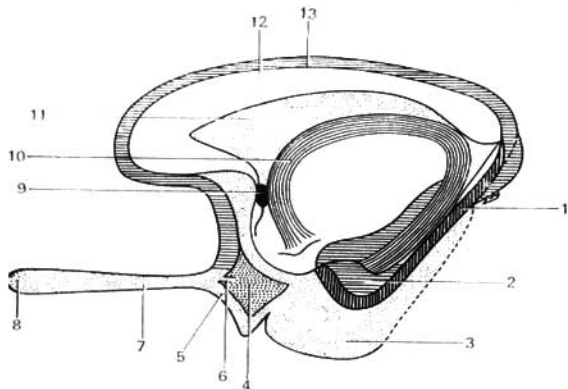


Fig. 409. Rinencéfalo (esquema).

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1 — giro dentado; | 8 — bulbo olfatorio; |
| 2 — giro parahipocampal; | 9 — comisura anterior; |
| 3 — gancho; | 10 — fórnix; |
| 4 — substancia perforada anterior; | 11 — septo pelúcido; |
| 5, 6 — estria olfatoria; | 12 — cuerpo caloso; |
| 7 — tracto olfatorio; | 13 — giro del cíngulo. |

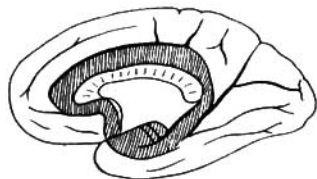


Fig. 410. Cara medial del hemisferio. El giro de cíngulo aparece sombreado.

telencéfalo en forma de un saliente de su cuerno inferior. El hipocampo está cubierto por la corteza, la **arquicorteza**.

3. El **neopallio** (*neopallium*) es el nuevo manto, en cuya corteza (neocórtex) aparecieron los centros superiores olfatorios, los extremos corticales del analizador. Esto constituye el gancho (*uncus*), que es una parte del giro arqueado.

Como resultado, el rinencéfalo del hombre contiene una serie de formaciones de diferente origen que pueden dividirse topográficamente en dos partes. La parte periférica es el lóbulo olfatorio, que comprende una serie de formaciones localizadas en la base del cerebro: 1) bulbo olfatorio; 2) tracto olfatorio; 3) trígono olfatorio, y 4) sustancia perforada anterior. La parte central comprende los siguientes giros cerebrales: 1) **giro parahipocampal** (*hippocampus*); 2) **giro dentado** (*gyrus dentatus*); 3) **giro fornicado** (*gyrus fornicatus*), con su parte anterior situada cerca del polo temporal, el **gancho** (*uncus*) (fig. 410).

VENTRICULOS LATERALES

En el cerebro, como en el resto de las cavidades primarias de ambas vesículas del telencéfalo, se localizan a nivel del cuerpo calloso dos ventrículos laterales, uno en cada hemisferio, dispuestos simétricamente a los lados de la línea media (figs. 411, 412, 413), separados de la cara superolateral de los hemisferios por el espesor de la sustancia cerebral. La cavidad de cada ventrículo lateral (fig. 412) corresponde a la forma del hemisferio: se inicia en el lóbulo frontal en forma del **cuerpo anterior** (*cornu anterius*) o prolongación anterior encorvada hacia abajo y lateralmente; desde aquí, a través del lóbulo parietal se extiende con el nombre de **porción central** (*pars centralis*) y luego a nivel del borde posterior del cuerpo calloso vira hacia abajo y va hacia delante en el lóbulo temporal, formando el **cuerpo inferior** (*cornu inferius*), donde termina. Allí donde la cavidad del ventrículo desciende, de la misma se desprende una prolongación hacia atrás, al lóbulo occipital, el **corno posterior** (*cornu posterius*).

La pared medial del cuerno anterior está formada por el septo pelúcido, que separa el cuerno anterior de su homólogo del otro hemisferio (véase fig. 411). La pared lateral y en parte el suelo del cuerno anterior están ocupados por una masa de color gris, la **cabeza del núcleo caudado** (*caput nuclei caudati*), y la pared superior se forma con las fibras del cuerpo calloso. El techo de la parte central del ventrículo, la más estrecha, también consta de fibras del cuerpo calloso, y el suelo se forma de la continuación del núcleo caudado, el **cuerpo del núcleo caudado** (*corpus nuclei caudati*), y de una parte

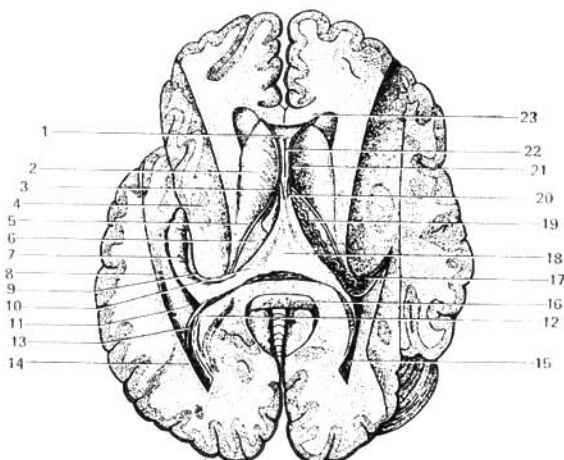


Fig. 411. Ventriculos laterales abiertos por arriba, mediante la extraccion de una parte de los hemisferios junto con el cuerpo calloso.

- 1 — cuerno anterior;
- 2 — núcleo caudado (cabeza);
- 3 — agujero interventricular;
- 4 — núcleo lenticular (corte);
- 5 — estricta terminal del tálamo;
- 6 — cara superior del tálamo;
- 7 — hipocampo;
- 8 — eminencia colateral;
- 9 — fimbria del hipocampo;
- 10 — pilar del fórnix;
- 11 — cuerno posterior del ventrículo lateral;

- 12 — pared medial del cuerno posterior;
- 13 — espolón (*calcar avis*);
- 14, 15 — cuerno posterior;
- 16 — esplenio del cuerpo calloso;
- 17, 19 — plexo coroideo en la parte central del ventrículo lateral y su continuación con el cuerno inferior;
- 18 — comisura del fórnix;
- 20 — columna del fórnix;
- 21 — septo pelúcido;
- 22 — cavidad del septo;
- 23 — cuerpo calloso.

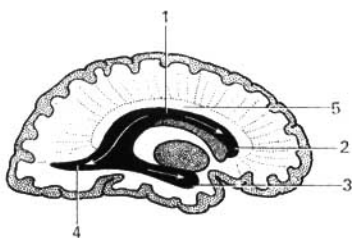


Fig. 412. Corte sagital del hemisferio izquierdo (algo lateralmente al plano mediano para mostrar las partes del ventrículo lateral).

- 1 — porción central;
- 2 — cuerno anterior;
- 3 — cuerno inferior;

- 4 — cuerno posterior;
- 5 — cuerpo calloso.

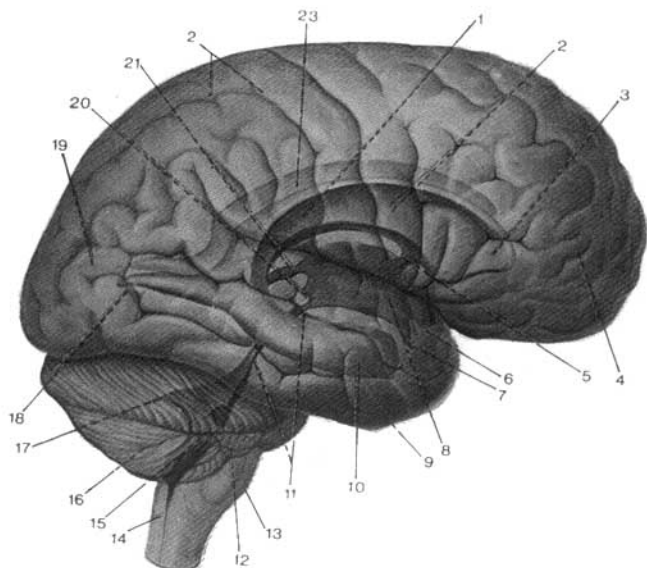


Fig. 413. Ventriculos cerebrales; vista lateral (esquema). Relaciones reciprocas especiales entre los hemisferios del encéfalo, el cerebelo y el tronco del cerebro, presentados como si fueran transparentes, y los ventriculos cerebrales (según R. Sinélnikov).

- | | |
|--|---|
| 1 — ventriculo lateral derecho; | 13 — médula oblongada; |
| 2 — porción central del ventriculo lateral; | 14 — canal central; |
| 3 — cuerno anterior del ventriculo lateral; | 15 — IV ventriculo; |
| 4 — lóbulo frontal; | 16 — cerebelo; |
| 5 — agujero interventricular; | 17 — techo mesencefálico; |
| 6 — receso óptico; | 18 — cuerno posterior del ventriculo lateral; |
| 7 — receso infundibular; | 19 — lóbulo occipital; |
| 8 — III ventriculo; | 20 — receso pineal; |
| 9 — lóbulo temporal; | 21 — depresión posterior del III ventriculo; |
| 10 — cuerno inferior del ventriculo lateral; | 22 — lóbulo parietal; |
| 11 — acueducto del cerebro; | 23 — ventriculo lateral izquierdo. |
| 12 — receso lateral del IV ventriculo; | |

de la cara superior del tálamo. El cuerno posterior está rodeado por una capa de fibras nerviosas blancas, que tienen su origen en el cuerpo calloso, llamado **tapiz** (*tapetum*); en su pared medial se nota un rodillo, el **espolón** (*calcar avis*), formado por la depresión del lado del **surco calcarino** (*sulcus calcarinus*) que se encuentra en la cara medial del hemisferio. La pared superolateral del cuerno inferior está formada por el tapiz, que es la continuación de la formación análoga que rodea el cuerno posterior. En la parte medial de la pared superior, pasa la parte adelgazada e incurvada hacia abajo y adelante del núcleo caudado, la **cola del núcleo caudado** (*cauda nuclei caudati*).

A lo largo de la pared medial del cuerno inferior se extiende una prominencia de color blanco, el **cuerno de Ammón o hipocampo** (*cornu Ammonis s. hippocampus*), que se forma como resultado de la depresión producida por el surco del hipocampo al encajarse profundamente en su lado lateral. Los surcos dividen el extremo anterior del hipocampo en varios tubérculos pequeños. Por el borde medial del cuerno de Ammón pasa la llamada fimbria del hipocampo, que representa la continuación del **pilar del fórnix** (*crus fornicis*). En el suelo del cuerno inferior se encuentra un rodillo, la **eminencia colateral** (de Meckel) (*eminencia collateralis*), que se origina por la depresión creada desde el lado externo por el surco homónimo. Desde la parte medial del ventrículo lateral, en su porción central y en el cuerno inferior penetra la piamadre que forma en este lugar un plexo vascular, el **plexo coroideo del ventrículo lateral** (*plexus chorioideus ventriculi lateralis*). El plexo está cubierto por un epitelio que representa un remanente de la pared medial rudimentaria del ventrículo. El plexo coroideo del ventrículo lateral es el borde lateral de la tela coroidea del III ventrículo (pág. 217).

GANGLIOS O NUCLEOS BASALES O CENTRALES DE LOS HEMISFERIOS

Además de la corteza gris, en el interior del hemisferio, hay acumulaciones de sustancia gris denominadas **núcleos basales, centrales o subcorticales** que constituyen lo que abreviadamente se denomina «**subcorteza**». A diferencia de la corteza que tiene estructura de centros laminares, los núcleos subcorticales tienen estructura de centros nucleares. Se distinguen tres núcleos subcorticales: el **cuerpo estriado** (*corpus striatum*), el **claustrum** (*claustrum*) y el **cuerpo amígdalino** (*corpus amygdaloideum*) (figs. 414, 415).

1. **Cuerpo estriado** (*corpus striatum*). Consta de dos partes, separadas no completamente una de la otra, el núcleo caudado y el núcleo lenticular.

A. **Núcleo caudado**. Se encuentra por encima y medialmente al núcleo lenticular, del cual está separado por una capa de sustancia blanca denominada **cápsula interna**. La parte anterior engrosada del núcleo, su **cabeza** (*caput nuclei caudati*), forma la pared lateral del cuerno inferior del ventrículo lateral, mientras que la parte posterior adelgazada, el **cuerpo y la cola del núcleo caudado** (*corpus et cauda nuclei caudati*), se extiende como hemos visto, hacia atrás por el fondo de la porción central del ventrículo; la cola se encorva sobre la pared superior del cuerno inferior. Por su lado medial, el núcleo caudado limita con el tálamo, separándose de éste por una cintilla de sustancia blanca, la **estría terminal del tálamo**. Por delante y abajo, la cabeza del núcleo llega hasta la sustancia perforada anterior, donde se une con el núcleo lenticular (con el putamen). Además de esta unión amplia de ambos núcleos por su parte ventral, hay también unas cintillas de sustancia gris que los unen dorsalmente. Estas cintillas situadas alternativamente entre los fascículos blancos de la cápsula interna motivaron su denominación de cuerpo estriado (véase fig. 414).

B. **Núcleo lenticular**. Se localiza lateralmente al núcleo caudado y al tálamo, separado de éstos por la cápsula interna. En un corte horizontal del hemisferio, la cara medial del lenticular, dirigida a la cápsula interna, tiene la forma de un ángulo cuyo vértice mira hacia el plano medio; el lado anterior es paralelo al cuerpo del núcleo caudado, y el posterior lo es al tálamo. La cara lateral es un poco convexa y está dirigida al lado lateral del hemisferio,

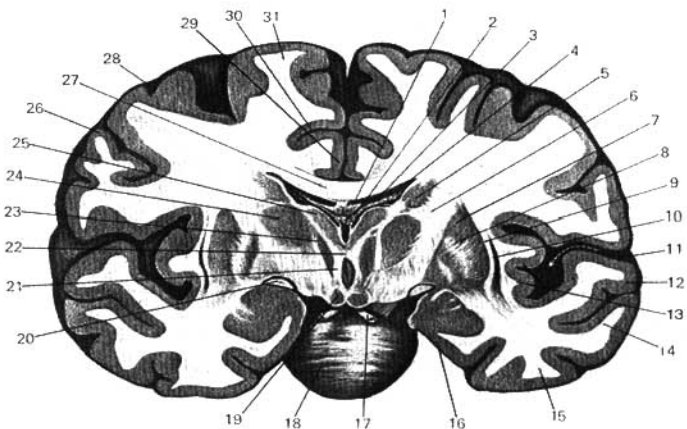


Fig. 414. Corte frontal de los hemisferios que pasa a través del cuerpo estriado y el tálamo.

- | | |
|--|---|
| 1 — fórnix; | 13 — ínsula; |
| 2 — plexo coroideo del III ventrículo; | 16 — giro parahipocámpal; |
| 3 — plexo coroideo del ventrículo lateral; | 17 — nervio oculomotor; |
| 4 — ventrículo lateral; | 18 — puente; |
| 5 — núcleo caudado; | 19 — núcleo del cuerpo mamilar; |
| 6 — segmento posterior de la cápsula interna; | 20 — tracto óptico; |
| 7 — putamen; | 21 — III ventrículo; |
| 8 — globo pálido; | 22 — adhesión intertalámica; |
| 9 — cápsula externa; | 23, 24, 25 — núcleos del tálamo; |
| 10 — claustrum; | 26, 28, 31 — giro frontal inferior, medio y superior; |
| 11 — surco lateral; | 27 — cuerpo calloso; |
| 12, 14, 15 — giro temporal superior, medio e inferior; | 29 — giro del cíngulo; |
| | 30 — surco del cíngulo. |

en la región de la ínsula. Por delante y ventralmente, como ya se señaló, el lenticular se fusiona con la cabeza del núcleo caudado. En un corte frontal, el núcleo lenticular tiene forma de una cuña, cuyo vértice está dirigido hacia el plano medio, y la base, hacia el lateral.

El núcleo lenticular, mediante dos láminas blancas paralelas (láminas medulares), se divide en tres porciones. Una de éstas, la lateral, de color gris oscuro, se denomina **putamen (cáscara)**, y las dos mediales, las más claras, reciben juntas el nombre de **globo pálido (globus pallidus)** (véase fig. 414).

Diferenciándose ya por su aspecto macroscópico, el globo pálido tiene también una estructura histológica distinta a las otras partes del cuerpo estriado. Filogenéticamente, el globo pálido representa la formación más antigua (*paleostriatum*), en comparación con el putamen y el núcleo caudado (*neostriatum*).

Debido a todas estas particularidades, el globo pálido se destaca actual-

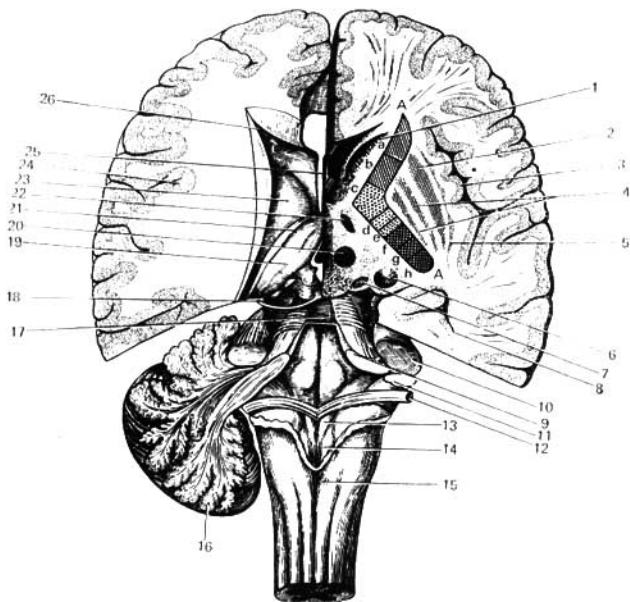


Fig. 415. Corte horizontal de los hemisferios cerebrales a diferentes niveles.

A la derecha — por debajo del fondo del ventrículo lateral — y a la izquierda — por encima del fondo del ventrículo lateral. El IV ventrículo está abierto por su parte superior.

- 1 — núcleo caudado;
- 2 — putamen;
- 3 — corteza de la insula;
- 4 — globo pálido;
- 5 — claustró;
- 6 — cola del núcleo caudado;
- 7 — núcleo geniculado medial;
- 8 — cuerno inferior del ventrículo lateral;
- 9 — pedúnculo cerebelar superior;
- 10 — pedúnculo cerebelar medio;
- 11 — pedúnculo cerebelar inferior;
- 12 — estrias medulares;
- 13 — trigono del vago;
- 14 — trigono del vago;
- 15 — tubérculo del núcleo grácil;
- 16 — cerebelo;

- 17 — velo medular superior;
 - 18 — nervio troclear;
 - 19 — tálamo;
 - 20 — núcleo rojo;
 - 21 — estria terminal;
 - 22 — núcleo del hipotálamo;
 - 23 — núcleo caudado;
 - 24 — corteza del hemisferio;
 - 25 — cavidad del septo pelúcido;
 - 26 — cuerno anterior del ventrículo lateral;
- AA — cápsula interna;
 a — tracto frontotalámico;
 b — tracto frontopontino;
 c — tracto corticonuclear;
 d — tractos corticospinales;
 e — tracto bulbotalámico y espinotalámico;
 f — tracto occipitotemporopontino;
 g — tracto acústico central;
 h — tracto óptico central.

mente como una unidad morfológica especial bajo el nombre de **pálido** (*pallidum*), mientras que el concepto **estriado** (*striatum*) queda solo para el putamen y el núcleo caudado. A consecuencia de esto, el término «núcleo lenticular» pierde su significado anterior y sólo puede ser usado en el sentido puramente topográfico, y en lugar del nombre antiguo, **cuerno estriado** (*corpus*

striatum), los núcleos caudado y lenticular se denominan *sistema estriopalidal*. Este sistema representa la parte principal del sistema extrapiramidal (véase más abajo), y, además, resulta ser el centro superior de regulación de las funciones vegetativas de la termorregulación y del metabolismo de los carbohidratos, predominando sobre los centros vegetativos similares del hipotálamo.

2. **Claustro** (*claustrum*). Representa una fina lámina de substancia gris, localizada en la región de la ínsula, entre ésta y el putamen (véase fig. 415).

De este último, él se separa por una capa de substancia blanca, la cápsula externa, y de la corteza de la ínsula por una capa análoga denominada **cápsula extrema**. Algunos autores no consideran el claustro (antemuro) dentro del grupo de los ganglios basales, estimándolo como la capa profunda de la corteza de la ínsula que se ha separado a causa del desarrollo de la cápsula extrema. Según otro criterio, el claustro representa una formación completamente independiente, la cual, por su origen, debe considerarse dentro de los ganglios basales.

3. **Cuerpo amigdalino** (*corpus amygdaloideum*). Se encuentra debajo del putamen, en el extremo anterior del lóbulo temporal. Sin llegar al polo temporal, el cuerpo amigdalino se halla por delante del vértice del cuerno inferior del ventrículo lateral. Morfológicamente representa la continuación posteroventral del claustro. El cuerpo amigdalino, por lo visto, pertenece a los centros olfatorios subcorticales. En él termina el fascículo de fibras que va del lóbulo olfatorio y de la substancia perforada anterior, señalado en la descripción del tálamo con el nombre de **estría terminal del tálamo** (véase fig. 415).

SUBSTANCIA BLANCA DE LOS HEMISFERIOS

Todo el espacio comprendido entre la substancia gris de la corteza cerebral y los ganglios basales está ocupado por la **substancia blanca**. Esta consta de gran cantidad de fibras nerviosas que van en distintas direcciones y que forman las vías de conducción del telencéfalo. Las fibras nerviosas pueden ser divididas en tres sistemas: 1) de asociación, 2) comisurales y 3) de proyección.

A. **Fibras de asociación** (fig. 416). Estas relacionan entre sí diferentes porciones de la corteza de un mismo hemisferio. Se dividen en cortas y largas. Las fibras cortas, fibras arqueadas del cerebro (*fibrae arcuatae cerebri*), conectan entre sí giros adyacentes en forma de fascículos arqueados. Las fibras largas unen porciones de corteza más alejadas una de otra. Existen varios fascículos de fibras de este tipo. En el cíngulo el fascículo de fibras que pasa al giro, fornicado (arqueado) une diferentes partes de la corteza del giro del cíngulo tanto entre sí como con los giros adyacentes de la cara medial del hemisferio. El lóbulo frontal se conecta con el giro parietal inferior, con el lóbulo occipital y con la parte posterior del lóbulo temporal mediante el **fascículo longitudinal superior**. Los lóbulos temporal y occipital se unen entre sí a través del **fascículo longitudinal inferior**. Por último, la cara orbitaria del lóbulo frontal se conecta con el polo temporal a través del **fascículo unciforme**.

B. **Fibras comisurales**. Están incluidas en la composición de las comisuras cerebrales y unen las partes simétricas de ambos hemisferios. La comisura cerebral más grande es el cuerpo calloso, el cual conecta entre sí las partes de ambos hemisferios pertenecientes al neocéfalo.

Las dos comisuras cerebrales, la anterior y la del fórnix (*commissura fornicis*), son mucho más pequeñas por sus dimensiones, pertenecen al rinencéfalo

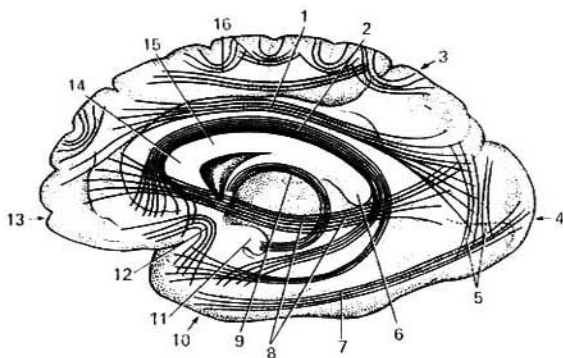


Fig. 416. Imagen esquemática de las vías de asociación de los hemisferios cerebrales.

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 — fascículo longitudinal superior; | 9 — fórnix; |
| 2 — cíngulo; | 10 — lóbulo temporal; |
| 3 — lóbulo parietal; | 11 — gancho; |
| 4 — lóbulo occipital; | 12 — fascículo unciforme; |
| 5 — fascículo vertical (occipital); | 13 — lóbulo frontal; |
| 6 — esplenio del cuerpo calloso; | 14 — rodilla del cuerpo calloso; |
| 7 — fascículo longitudinal inferior; | 15 — tronco del cuerpo calloso; |
| 8 — fascículo subcalloso (fascículo frontooccipital inferior); | 16 — fibras arqueadas. |

y unen: la comisura anterior a los lóbulos olfatorios y a los giros parahipocámpales; la comisura del fórnix a los cuernos de Ammón.

C. Fibras de proyección. Conectan la corteza cerebral en parte con el tálamo y los cuerpos geniculados, y en parte con aquellas secciones del sistema nervioso situadas más abajo, inclusive la médula espinal. Unas de estas fibras conducen las excitaciones centrípetamente, hacia la corteza, y las otras, al contrario, centrífugamente.

Las fibras de proyección del hemisferio, más cercanas a la corteza, forman **la corona radiante** (*corona radiata*) y luego su parte principal entra en **la cápsula interna**, mencionada anteriormente. La cápsula interna, como se señaló, representa una cápsula de substancia blanca situada entre el núcleo lenticular, por un lado, y el núcleo caudado y el tálamo, por el otro. En un corte frontal del cerebro, la cápsula interna tiene el aspecto de una cinta blanca dirigida oblicuamente, continuándose en el pie del pedúnculo. En un corte horizontal, la cápsula se presenta encorvada, en forma de ángulo abierto por el lado lateral (véase fig. 415), debido a esto, en ella se distingue la parte anterior o **brazo anterior** (*crus anterior capsulae internae*), que se encuentra entre el núcleo caudado y la mitad anterior de la cara medial del núcleo lenticular; la parte posterior o **brazo posterior** (*crus posterior*) se halla entre el tálamo y la mitad posterior del núcleo lenticular; por último, **la rodilla de la cápsula interna** (*genu capsulae internae*), situada en el lugar de la flexión entre ambas partes de la cápsula interna. Por su longitud las fibras de proyección pueden ser divididas en los siguientes sistemas, a partir de las más largas:

1. **Tracto corticospinal** (*tractus corticospinalis pyramidalis*). Conduce impulsos motores voluntarios a los músculos del tronco y los miembros. Se inicia en las células piramidales de la corteza de la parte media y superior del giro precentral anterior (frontal ascendente) y del lóbulo paracentral; las fibras entran en la composición de la corona radiante y luego atraviesan la cápsula interna, ocupando los dos tercios anteriores de su brazo posterior, por lo cual las fibras para el miembro superior van por delante de las fibras para el miembro inferior. Después pasan a través del pie del pedúnculo y desde allí por intermedio del puente a la médula oblongada.

2. **Tracto corticonuclear** (*tractus corticonuclearis*). Son vías de conducción hacia los núcleos de los nervios craneales. Se inician en las células piramidales de la corteza en la parte inferior del giro precentral, pasan a través de la rodilla de la cápsula interna y del pie del pedúnculo, luego entran en el puente, pasando al otro lado para terminar en los núcleos motores del lado opuesto, después de entrecruzarse (decusación). Una pequeña parte de las fibras termina sin decusarse.

Puesto que todas las fibras motoras están reunidas en un pequeño espacio dentro de la cápsula interna (rodilla y dos tercios anteriores de su pie), la lesión en este lugar produce la parálisis unilateral (hemiplejía) del lado opuesto del cuerpo.

3. **Tractos corticopontinos** (*tractus corticopontini*). Son vías de la corteza cerebral que se dirigen a los núcleos del puente. Estos van de la corteza de los lóbulos frontal, tracto frontopontino (*tractus frontopontinus*), occipital, tracto occipitopontino (*tractus occipitopontinus*), temporal, tracto temporopontino (*tractus temporopontinus*) y parietal, tracto parietopontino (*tractus parietopontinus*). En calidad de continuación de estas vías de los núcleos del puente van fibras en el espesor de los pedúnculos cerebelosos medios al cerebelo. Con ayuda de estas vías la corteza cerebral ejerce una acción inhibitoria y de regulación sobre la actividad del cerebelo.

4. **Fascículos talamocortical y corticotálámicos** (*fasciculi thalamocorticalis et corticothalamicis*). Son fibras que van del tálamo a la corteza y viceversa, de la corteza al tálamo. De las fibras que salen del tálamo es necesario señalar la vía del tegmento, que resulta ser la parte final de la vía sensitiva, que se dirige al centro de la sensibilidad cutánea, en el giro postcentral (parietal ascendente). Al salir del núcleo lateral del tálamo, las fibras de esta vía pasan por el brazo posterior de la cápsula interna, por detrás de la vía piramidal. Este lugar fue llamado «encrucijada sensitiva», ya que por aquí también pasan otras vías sensitivas, precisamente, la de la radiación óptica (de Gratiolet), que va desde el cuerpo geniculado lateral y el pulvinar al centro óptico, en la corteza del lóbulo occipital; después va el tracto acústico, la radiación acústica, que se dirige del cuerpo geniculado medial y el colículo inferior hacia los giros temporales transversos donde se localiza el centro acústico. Los tractos ópticos y acústicos ocupan la posición más posterior de la parte posterior de la cápsula interna.

BASES MORFOLÓGICAS DE LA LOCALIZACIÓN DINÁMICA DE LAS FUNCIONES EN LA CORTEZA CEREBRAL (CENTROS CORTICALES)

El conocimiento de la localización de las funciones en la corteza cerebral tiene gran importancia teórica, puesto que da una idea de la regulación nerviosa de todos los procesos del organismo y su adaptación al medio ambiente; asimismo tiene gran importancia práctica para el diagnóstico de los lugares lesionados en los hemisferios del cerebro.

La idea de la localización de las funciones en la corteza del cerebro está relacionada, ante todo, con el concepto del **centro cortical**. Respecto de esta cuestión existen tres puntos de vista. Conforme a uno de éstos, los centros corticales presentan un grupo estrictamente determinado de células nerviosas con un límite lineal bruscamente delimitado, con la particularidad de que la función sólo se localiza en el centro dado — teoría del localismo estrecho. De acuerdo con otro punto de vista, la existencia de centros corticales como porciones heterovalentes limitadas no se acepta, sino que toda la corteza se considera equivalente — teoría del equipotencialismo (*equus*, igual). Sin embargo, ya en 1874, el anatomista V. A. Betz afirmó que cada porción de la corteza se distingue por su estructura de otras partes del cerebro. Con eso se inició la teoría del carácter heterovalente de la corteza del cerebro, o sea, la citoarquitectura (*citos*, célula, *arquitectones*, construyo). Gracias a las investigaciones de Brodman, Economo y colaboradores del Instituto del Cerebro de Moscú, se logró descubrir más de 50 diferentes porciones de la corteza — campos citoarquitectónicos corticales, cada uno de los cuales se distingue de los otros por la estructura y disposición de los elementos nerviosos; existe también la división de la corteza en más de 200 campos (U. Vogt y O. Vogt, 1919). De éstos, que aparecen señalados con números, está compuesto el «mapa» de la corteza cerebral del hombre (fig. 417). I. P. Pávlov, luchando contra ambas teorías — localismo estrecho y equipotencialismo — creó una nueva teoría sobre el centro cerebral.

Según Pávlov, el centro es el extremo cerebral del llamado analizador. El analizador es un mecanismo nervioso cuya función consiste en descomponer la determinada complejidad del mundo externo e interno en elementos aislados, es decir, efectuar el análisis. Junto con eso, gracias a las amplias conexiones con otros analizadores, aquí también tiene lugar la síntesis, la combinación de los analizadores entre sí y con las diferentes actividades del organismo. «El analizador representa un mecanismo nervioso complejo, que comienza en el aparato receptor externo y termina en el cerebro» (I. P. Pávlov, Obras escogidas, ed. rusa, pág. 193). Desde el punto de vista de Pávlov, el centro o extremo cortical del analizador tiene límites no estrictamente delimitados y consta de una parte nuclear y otra difusa — teoría del núcleo y los elementos difusos. «El núcleo» presenta una proyección detallada y precisa de todos los elementos del receptor periférico en la corteza y es necesario para la realización del análisis y la síntesis superiores. «Los elementos difusos» se encuentran en la periferia del núcleo y pueden estar diseminados lejos de éste; en ellos se realiza el análisis y la síntesis más simples y elementales. Al lesionarse la parte nuclear los elementos difusos pueden, hasta cierto grado, compensar

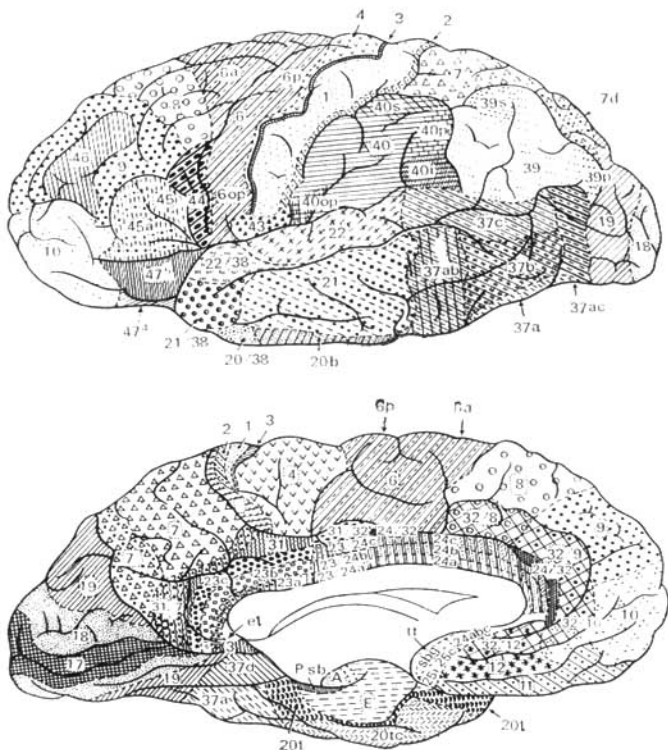


Fig. 417. Mapa de los campos citoarquitectónicos del cerebro humano (Instituto de Cerebro de Moscú).

Arriba — cara superolateral (explicaciones en el texto).
 Abajo — cara medial (explicaciones en el texto).

la función perdida del núcleo, lo que tiene gran importancia clínica para la restitución de la función dada.

Antes de Pávlov en la corteza se distinguía la zona motriz o centros motores — el giro precentral anterior y la zona sensitiva o centros sensitivos, situados detrás del surco central. Pávlov demostró que la llamada zona motriz, correspondiente al giro precentral, es, al igual que otras zonas de la corteza cerebral, la región receptora (terminación cortical del analizador motor). «La

zona motora es una zona receptora... Con eso se restablece la unidad de toda la corteza de los hemisferios» (I. P. Pávlov).

Hoy día se considera que la corteza cerebral es una superficie receptora continua. «La corteza... resulta ser sólo el aparato receptor que analiza y sintetiza, de diferentes modos, las excitaciones que llegan, las cuales solamente por medio de las fibras conectivas descendentes alcanzan los aparatos eferentes verdaderos» (I. P. Pávlov). *La corteza es el conjunto de las terminaciones corticales de los analizadores.* Desde este punto de vista, nosotros veremos la topografía de las partes corticales de los analizadores, es decir, los sectores receptores más importantes de la corteza de los hemisferios del cerebro.

Ante todo, examinaremos **las terminaciones corticales de los analizadores internos** (véanse figs. 406, 417).

1. *El núcleo del analizador motor*, o sea, del analizador de las excitaciones propioceptivas (cinestésicas) que salen de los huesos, articulaciones, músculos esqueléticos y sus tendones, se localiza en el giro precentral (campos 4 y 6) y en el lóbulo paracentral. Esta zona que antes se consideraba sólo como motora «es, ante todo, una región receptora, al igual que las demás regiones: óptica, acústica y otras» (I. P. Pávlov). Aquí se cierran los reflejos motores condicionados. Las parálisis motoras que surgen al lesionar la zona motora Pávlov las explica no por lesión de las neuronas eferentes, motoras, sino por lesión del núcleo del analizador motor, debido a lo cual la corteza no percibe las excitaciones cinestésicas y los movimientos son imposibles. Las células del núcleo del analizador motor están localizadas en las capas medias de la corteza de la zona motora. En sus capas profundas (5ª y en parte de la 6ª) están las células gigantes piramidales de Betz, que representan a las neuronas eferentes, las que Pávlov considera como neuronas intercalares que conectan la corteza cerebral con los ganglios subcorticales, los núcleos de los nervios craneales y las astas anteriores de la médula espinal, es decir, con las neuronas motoras. En el giro precentral, el cuerpo humano, lo mismo que en el postcentral, está proyectado con la cabeza hacia abajo. Con eso, la región motora derecha está relacionada con la mitad izquierda del cuerpo y viceversa, puesto que las vías piramidales que se inician a partir de aquélla, en parte se entrecruzan en la médula oblongada, y en parte en la médula espinal. Los músculos del tronco, la laringe y la faringe se encuentran bajo el influjo de ambos hemisferios. Además del giro precentral, los impulsos propioceptivos (sensibilidad músculo-articular) llegan también a la corteza del giro postcentral.

2. *El núcleo del analizador motor* relacionado con *el movimiento combinado de la cabeza y los ojos* en dirección opuesta, se localiza en el giro frontal medio, en la región premotora (campo 8). Tal movimiento tiene lugar también durante la excitación del campo 17, situado en el lóbulo occipital adyacente al núcleo del analizador óptico. Ya que durante la contracción de los músculos del ojo, a la corteza (analizador motor campo 8) llegan siempre no sólo los impulsos de los receptores de estos músculos, sino también los de la retina (analizador óptico, campo 17), las diversas excitaciones ópticas siempre se combinan con la distinta posición de los ojos que se establece mediante la contracción de los músculos del bulbo del ojo.

3. *El núcleo del analizador motor* mediante el cual se realiza la síntesis de *los movimientos coordinados dirigidos* habituales, se sitúa en el lobulillo parietal inferior izquierdo (en los dextrómanos), en el giro supramarginal (*gyrus*

supramarginalis) (capas profundas del campo 40). Estos movimientos coordinados formados por el principio de las conexiones temporales y elaborados por la práctica individual, se realizan a través del enlace del giro supramarginal con el precentral. Al lesionar el campo 40 se conserva la capacidad para el movimiento en general, pero aparece la incapacidad de ejercer los movimientos dirigidos, actuar — apraxis (*praxis*, acción, práctica).

4. *El núcleo del analizador de la posición*, y del movimiento de la cabeza — *analizador estático (aparato vestibular)* — aún no está localizado exactamente en la corteza cerebral. Hay argumentos para suponer que el aparato vestibular se proyecta en la misma región de la corteza que la cóclea, es decir, en el lóbulo temporal. Así, durante la lesión de los campos 21 y 20, localizados en la región de los giros temporales medio e inferior, se observa la ataxia, es decir, el trastorno del equilibrio, balanceo del cuerpo fuera de posición. Este analizador, que juega un papel decisivo en la marcha erecta del hombre, tiene importancia particular para el trabajo de los aviadores en las condiciones de la aviación reactiva, puesto que en el avión la sensibilidad del aparato vestibular disminuye considerablemente.

5. *El núcleo del analizador de los impulsos* que van de las vísceras y los vasos (funciones vegetativas) se encuentra en la parte inferior de los giros pre y postcentrales (V. N. Chernígovski). Los impulsos centrípetos de las vísceras, vasos, musculatura lisa y glándulas de la piel llegan a esta parte de la corteza, de donde parten las vías centrifugas hacia los centros vegetativos subcorticales.

En la región premotora (campos 6 y 8) tiene lugar la unión de las funciones vegetativas y de relación. Sin embargo, no debe considerarse que sólo esta región de la corteza influye sobre la actividad de las vísceras. Sobre estas últimas influye el estado de toda la corteza de los hemisferios del cerebro.

Los impulsos nerviosos del medio externo del organismo llegan a las terminaciones corticales de los analizadores del mundo exterior.

1. *El núcleo del analizador acústico* se halla en la parte media del giro temporal superior, sobre la cara dirigida hacia la ínsula, o sea, en los campos 41, 42, 52, donde está proyectada la cóclea. La lesión causa sordera cortical.

2. *El núcleo del analizador óptico* está situado en el lóbulo occipital, son los campos 17, 18, 19. En la cara interna del lóbulo occipital, por los bordes del surco calcarino, en el campo 17, termina la vía óptica. Aquí está proyectada la retina del ojo, y el analizador óptico de cada hemisferio está relacionado con los campos de la vista y las mitades homónimas de las retinas de ambos ojos (por ejemplo, el hemisferio izquierdo está unido a la mitad lateral del ojo izquierdo y a la medial del ojo derecho). Al lesionar el núcleo del analizador óptico se provoca la ceguera. Por encima del campo 17 se sitúa el campo 18, durante cuya lesión la vista se conserva y sólo se pierde la memoria visual. Aún más arriba se encuentra el campo 19, durante cuya lesión se pierde la orientación en el ambiente no acostumbrado.

3. *El núcleo del analizador olfatorio* se sitúa en la parte más antigua filogenéticamente de la corteza cerebral, entre los límites de la base del rinencéfalo, o sea, del gancho, en parte del pie del hipocampo (campo II) (véase fig. 417, campos A y E).

4. *El núcleo del analizador gustativo*, según datos, se encuentra en la parte inferior del giro postcentral, cerca de los centros de los músculos de la boca y la lengua, según otros, en el gancho, en la proximidad del extremo cortical

del analizador olfatorio, con lo que se explica la conexión estrecha de las sensaciones olfativas y gustativas. Se ha establecido que el trastorno del gusto tiene lugar durante la lesión del campo 43 (V. M. Béjterev). Los analizadores del olfato, gusto y oído de cada hemisferio están conectados con los receptores de los órganos correspondientes de ambos lados del cuerpo.

5. *Los núcleos del analizador del tegumento* (sensibilidad táctil dolorosa y térmica) se encuentran en el giro postcentral (campos 1, 2, 3) y en la corteza de la región parietal superior (campos 5 y 7). El cuerpo está proyectado en el giro postcentral con las piernas hacia arriba, de manera que en su parte superior se sitúa la proyección de los receptores de los miembros inferiores, y en la inferior, la proyección de los receptores de la cabeza. Ya que en los animales los receptores de la sensibilidad común están desarrollados particularmente en el extremo cefálico del cuerpo, en la región de la boca que juega gran papel durante el agarre de la comida, en el hombre se conservó el desarrollo intenso de los receptores de la boca. Por eso la región de estos receptores ocupa en el giro postcentral una zona extremadamente grande. Junto con eso, y en relación con el desarrollo de la mano como órgano de trabajo, en el hombre aumentaron bruscamente los receptores táctiles de la piel del carpo, que también se convirtió en órgano del tacto. En correspondencia con eso, las partes de la corteza que se refieren a los receptores del miembro superior, superan en mucho a la región del miembro inferior. Por eso, si en el giro postcentral se inscribe la figura del hombre con la cabeza hacia abajo (hacia la base del cráneo) y los pies hacia arriba (hacia el borde superior de hemisferio) entonces hay que dibujar una cara enorme, con una boca inadecuadamente grande, una gran mano, particularmente el carpo con un dedo pulgar que supera en mucho a los demás dedos, un tronco y un pie pequeños. Cada giro postcentral se une con la parte opuesta del cuerpo, debido al cruzamiento de las vías de conducción sensitivas en la médula espinal y, en parte, en la médula oblongada.

El aspecto particular de la sensibilidad cutánea, el reconocimiento de los objetos al tacto, o sea, la *estereognosis* (*estereos, especial; gnosis, conocimiento*), está relacionado con la porción de la corteza del lobulillo parietal superior (campo 7) en forma cruzada: el hemisferio izquierdo corresponde al brazo derecho, el derecho al brazo izquierdo. Al lesionar las capas superficiales del campo 7 se pierde la capacidad de reconocer los objetos al tacto, con los ojos cerrados.

Los extremos corticales de los analizadores descritos están situados en determinadas regiones de la corteza cerebral, la cual, de este modo representa «un mosaico grandioso, la grandiosa tabla de señalización» (I. P. Pávlov). Sobre esta «tabla», gracias a los analizadores, caen las señales del medio externo e interno del organismo. Estas señales, según Pávlov, componen el **primer sistema de señalización** de la realidad, que se revela en forma del pensamiento concreto-ilustrativo (sensaciones y complejos de sensaciones — percepciones). El primer sistema de señalización está presente también en los animales. Pero, «en la fase humana de la evolución del mundo animal se agregó un complemento considerable a los mecanismos de la actividad nerviosa. En el animal, la realidad es señalada casi exclusivamente por excitaciones y sus huellas en los grandes hemisferios, directamente conducidas a las células especiales de los receptores visuales, auditivos y otros del organismo. Es lo que en nosotros corresponde a las impresiones, a las sensaciones y a las

representaciones recibidas del medio exterior, natural y social, excepción hecha del lenguaje auditivo y visual. Es el primer sistema de señales de la realidad, sistema que nos es común con los animales. Pero el lenguaje constituye nuestro segundo sistema de señales de la realidad, especialmente nuestro, señal de las primeras señales ... precisamente la palabra nos hizo hombres» (I. P. Pávlov).

De esta manera, Pávlov distingue dos sistemas corticales: el primero y el segundo sistemas de señalización de la realidad. Al principio, surgió el primer sistema de señalización (éste se tiene también en los animales), y luego el segundo; éste lo tiene sólo el hombre y es el sistema del lenguaje discursivo. El segundo sistema de señalización es el pensamiento humano, que es siempre discursivo, puesto que la lengua es la envoltura material del pensamiento. La lengua constituye «la realidad inmediata del pensamiento» (C. Marx y F. Engels. Obras, 2ª ed. rusa 1955, pág. 448).

Mediante la repetición reiterada se formaron enlaces temporales entre determinadas señales (sonidos audibles y señas visibles) y movimientos de los labios, la lengua y los músculos de la laringe, por un lado, con estímulos reales o sus representaciones, por el otro (V. N. Tonkov). Así, sobre la base del primer sistema de señalización surgió el segundo.

Reflejando este proceso de la filogénesis en la ontogenia del hombre, al principio se cimienta el primer sistema de señalización y luego el segundo. Para que el segundo sistema comience a funcionar se necesita el contacto del niño con otra persona y la adquisición de los hábitos del lenguaje oral y escrito, para lo cual se necesitan varios años. Si el niño nace sordo o pierde el oído antes que comience a hablar, entonces la posibilidad del lenguaje oral fundada en él no se utiliza, el niño queda mudo, a pesar de que puede pronunciar los sonidos. Igualmente, si al hombre no se le enseña a leer y escribir, entonces queda para siempre analfabeto. Todo esto demuestra el influjo decisivo del medio ambiente en el desarrollo del segundo sistema de señalización. Este último está relacionado con la actividad de toda la corteza cerebral, aunque algunas regiones cuyas juegan un papel especial en la realización del lenguaje, constituyendo los núcleos del analizador del lenguaje.

Por eso, para comprender el substrato anatómico del segundo sistema de señalización es necesario, además del conocimiento de la estructura de la corteza del cerebro en general, tener en cuenta también las terminaciones corticales de los analizadores del lenguaje (fig. 418).

1. Como el lenguaje resultó ser el medio de comunicación del hombre en el proceso de su actividad laboral común, por eso los analizadores motores del lenguaje se desarrollaron en la proximidad inmediata del núcleo del analizador motor común.

El analizador motor de la articulación del lenguaje se encuentra en la parte posterior del giro frontal inferior (*gyrus Broca*, campo 44), en la contigüidad de la parte inferior de la zona motora. En éste tiene lugar el análisis de las excitaciones que llegan de la musculatura que participa en la creación del lenguaje oral. Esta función está relacionada con el analizador motor de los músculos de los labios, la lengua y la laringe, localizados en la parte inferior del giro precentral, con lo que se explica la proximidad del analizador motor del lenguaje al de dichos músculos. Al lesionar el campo 44 se conserva la capacidad de efectuar los más simples movimientos de la musculatura del lenguaje, gritar e incluso cantar, pero se pierde la posibilidad de pronunciar las pala-

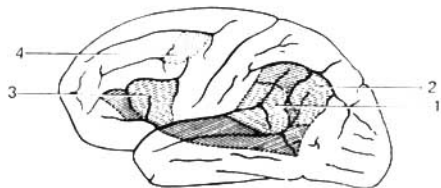


Fig. 418. Esquema de la topografía de los centros corticales del lenguaje. Hemisferio cerebral izquierdo.

- 1 — centro acústico (de Wernicke);
- 2 — centro óptico del lenguaje;
- 3 — centro motor del lenguaje oral (de Broca);
- 4 — centro motor del lenguaje escrito.

bras — afasia motora (*fasis*, palabra). Por delante del campo 44 se sitúa el campo 45, relacionado con el habla y el canto. Al lesionarlo surge la amusia vocal — incapacidad de cantar, componer las frases musicales, y también el agramatismo (E. K. Sepp), o sea, incapacidad de componer oraciones de las palabras.

2. Puesto que el desarrollo del lenguaje oral está relacionado con el órgano del oído, contiguo al analizador acústico, se formó *el analizador auditivo del lenguaje oral*. Su núcleo se sitúa en la parte posterior del giro temporal superior, en la profundidad del surco lateral (campo 42 o centro de Wernicke). Gracias al analizador auditivo, las diferentes combinaciones de los sonidos que el hombre percibe como palabras que determinan distintos objetos y fenómenos se convierten en sus propias señales (segundas señales). Con su ayuda el hombre controla su habla y comprende la ajena. Al lesionarse se conserva la posibilidad de oír los sonidos, pero se pierde la capacidad de comprender las palabras — sordera verbal o afasia sensorial. Al lesionar el campo 22 (el tercio medio del giro temporal superior) se provoca la sordera musical: el enfermo no reconoce los motivos y los sonidos musicales se perciben por él como un ruido desordenado.

3. En el eslabón más alto del desarrollo, los hombres aprendieron no sólo a hablar, sino también a escribir. El lenguaje escrito exige determinados movimientos de la mano durante la escritura de las letras u otros signos, lo que está relacionado con el analizador motor (común). Por eso *el analizador motor del lenguaje escrito* se localiza en la parte posterior del giro frontal medio cerca de la zona del giro precentral (zona motora). La actividad de este analizador está relacionada con el analizador de los movimientos estudiados de la mano necesarios durante la escritura (campo 40, lobulillo parietal inferior). Al lesionarse el campo 40 se conservan todos los tipos de movimiento, pero se pierde la capacidad de los movimientos finos, necesarios para la escritura de las letras, palabras y otros signos (agrafia).

4. Ya que el desarrollo del lenguaje escrito está relacionado también con el órgano de la vista, entonces en la proximidad del analizador óptico se elaboró *el analizador óptico del lenguaje escrito*, el cual, como es natural, está relacionado con el surco calcarino, donde está situado el analizador óptico común. El analizador óptico del lenguaje escrito se localiza en el lobulillo parietal inferior, en el giro angular (de Gratiolet) (campo 39). Al lesionar el campo 39 se conserva la vista, pero se pierde la capacidad de leer (alexia), es decir, de analizar las letras escritas y componer con ellas palabras y frases.

Todos los analizadores verbales se engendran en ambos hemisferios, pero sólo se desarrollan de un lado (en los dextrómanos, a la izquierda; en los zurdos

a la derecha) y funcionalmente resultan ser asimétricos. Este enlace entre el analizador motor de la mano (del órgano de trabajo) y los analizadores verbales se explica por la unión estrecha entre el trabajo y el habla, que influyeron decisivamente sobre el desarrollo del cerebro. «...El trabajo y después y junto con el mismo el lenguaje articulado...» condujeron al desarrollo del cerebro (C. Marx y F. Engels. Obras, 2ª ed. rusa, t. 20, pág. 420). Esta unión se utiliza también con fines curativos. Al lesionarse el analizador motor del lenguaje se conserva la capacidad motora elemental de los músculos del lenguaje, pero se pierde la capacidad del habla oral (afasia motora). En estos casos unas veces se logra restablecer el habla mediante ejercicios reiterados de la mano izquierda (en los dextrómanos), cuyo trabajo favorece el desarrollo del núcleo rudimentario del lado derecho del analizador motor del lenguaje.

Los analizadores del habla oral y escrita perciben las señales verbales (como dice Pávlov, señales de señales o segundas señales), lo que constituye el segundo sistema de señalización de la realidad que se manifiesta en forma del pensamiento abstracto (representaciones generales, conceptos, generalizaciones y deducciones), lo cual es sólo propio del hombre. Sin embargo, la base morfológica del segundo sistema de señalización no está constituida solamente por dichos analizadores. Ya que la función del lenguaje es la más joven filogenéticamente, por eso está menos localizada; es inherente a toda la corteza. La corteza crece por la periferia, por eso sus capas más superficiales se relacionan con el segundo sistema de señalización. Estas capas constan de gran número de células nerviosas (100 mil millones) con prolongaciones cortas, gracias, a las cuales se crea la posibilidad de la función de cierre ilimitada de asociaciones amplias lo que constituye la esencia de la actividad del segundo sistema de señalización. Con todo, el segundo sistema de señalización no funciona separadamente del primero, sino en contacto estrecho con el mismo, y más exactamente, en su base, puesto que las segundas señales sólo pueden surgir con la presencia de las primeras. «Las principales leyes establecidas en la función del primer sistema de señalizaciones deben también dirigir el segundo sistema, puesto que esta función es desempeñada por el mismo tejido nervioso» (Pávlov. Obras escogidas, ed. rusa, págs. 238-239).

La doctrina de Pávlov sobre los dos sistemas de señalización da la explicación materialista de la actividad psíquica del hombre y constituye la base científico-materialista de la teoría del reflejo de V. I. Lenin. De acuerdo con esta teoría, en nuestra conciencia, en forma de imágenes subjetivas, se refleja el mundo objetivo, real, que existe independientemente de nuestra conciencia. «La percepción — dice V. I. Lenin — es la imagen subjetiva del mundo objetivo». La percepción es la transformación de la energía del excitador en el hecho de la conciencia. En el receptor, la excitación exterior, por ejemplo, la energía de la luz, se transforma en el proceso nervioso que en la corteza cerebral se convierte en percepción. La misma cantidad y la misma calidad de la energía, en el caso dado de la energía luminosa, en los individuos sanos provoca en la corteza la percepción de la luz verde (imagen subjetiva), daltonismo — gracias a la diversa estructura de la retina — la percepción de la luz roja. Por consiguiente, la energía luminosa es la realidad objetiva, y los colores la imagen subjetiva; su reflejo en nuestra conciencia depende de la estructura del órgano de los sentidos (los ojos). Así que desde el punto de vista de la teoría leninista del reflejo, el cerebro puede ser caracterizado como el órgano del reflejo de la realidad.

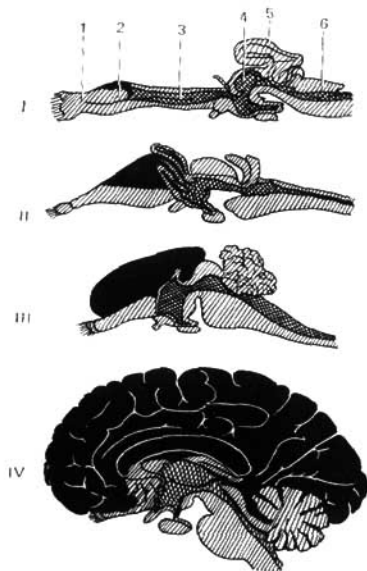


Fig. 419. Desarrollo del neoencéfalo (negro) respecto del paleoencéfalo (gris), según Edinger.

- I — tiburón (Chimera);
- II — lagartija (Varanus);
- III — conejo (Lepus);
- IV — hombre (Homo);
- 1 — lóbulo olfatorio;
- 2 — cuerpo estriado;
- 3 — diencefalo;
- 4 — mesencéfalo;
- 5 — cerebelo;
- 6 — médula oblongada.

Después de todo lo dicho acerca de la estructura del sistema nervioso central se pueden señalar **los caracteres humanos de la estructura cerebral**, es decir, los rasgos específicos de su estructura que distinguen al hombre de los animales (figs. 419, 420).

1. *Preponderancia del encéfalo sobre la médula espinal.* Así, en los carnívoros (por ejemplo, en el gato) el encéfalo es 4 veces más pesado que la médula espinal; en los primates (por ejemplo, en el macaco), en 8 veces, y en el hombre, en 45 veces (el peso de la médula espinal es de 30 g, del encéfalo 1500 g). Según Ranke, la médula espinal, de acuerdo con su peso, constituye en los mamíferos el 22-48% del peso del encéfalo, en el gorila, el 5-6%, y en el hombre sólo el 2%.

2. *Peso del encéfalo.* Según el peso absoluto del encéfalo, el hombre no ocupa el primer lugar, puesto que en los grandes animales el encéfalo es más pesado que en el hombre (1500 g): delfín—1800 g; elefante—5200 g; ballena—7000 g. Para investigar las relaciones verdaderas del peso del encéfalo respecto al peso del cuerpo, últimamente se comenzó a determinar el «índice cuadrado del encéfalo» (Ya. Roguinski), es decir, el producto del peso absoluto del encéfalo sobre el relativo. Este índice permitió destacar al hombre entre todo el mundo animal.

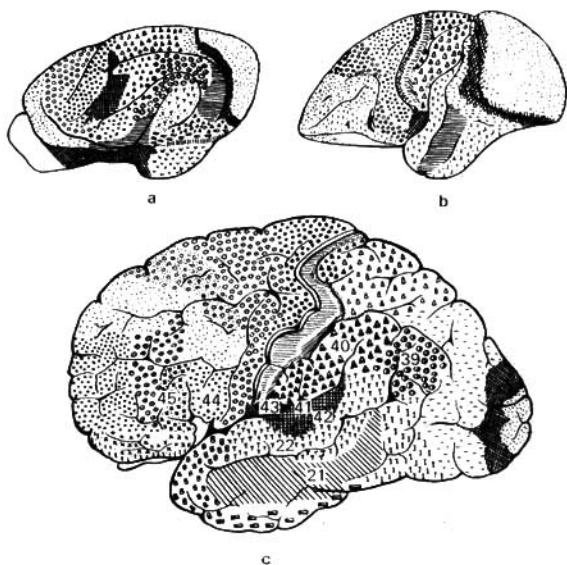


Fig. 420. Comparación de la estructura del cerebro.

a — cerebro del oso; b — cerebro del mono; c — cerebro del hombre.

Así, en los roedores es de 0,19; en los carnívoros, 1,14; en los cetáceos (delfín), 6,27; en el mono antropoide 7,35; en los elefantes, 9,82; y, por último en el hombre, 32,0.

3. *Preponderancia del palio sobre el tronco cerebral*, es decir, del neocórtex sobre el paleocórtex.

4. *Desarrollo máximo del lóbulo frontal del cerebro*. Según Brodman, los lóbulos frontales tienen en total, en los monos primitivos, el 8-12% de toda la superficie de los hemisferios; en los monos antropoides, el 16%, y en el hombre, el 30%.

5. *Preponderancia de la nueva corteza de los hemisferios del cerebro sobre la corteza vieja* (véase fig. 419).

6. *Preponderancia de la corteza sobre la «subcorteza»*. En el hombre ésta alcanza las cifras máximas: la corteza constituye, según Dalguert, el 53,7% de todo el volumen del cerebro, y los núcleos basales sólo el 3,7%.

7. *Surcos y giros*. Los surcos y giros aumentan el área de la corteza de la substancia gris, por eso cuanto más desarrollada está la corteza, tanto más plegado está el cerebro. El aumento del plegamiento se logra por el gran desarrollo de pequeños surcos de tercera categoría, la profundidad de los surcos y su disposición asimétrica. Ningún animal tiene simultáneamente un número

tan grande de surcos y giros tan profundos y asimétricos como el hombre.

8. *La presencia del segundo sistema de señalización*, cuyo substrato anatómico son las capas más superficiales de la corteza cerebral.

En conclusión, puede decirse que los rasgos específicos de la estructura cerebral del hombre, que le distinguen del de los animales más altamente desarrollados, radican en la preponderancia máxima de las partes jóvenes del sistema nervioso central sobre las viejas: del encéfalo sobre la médula espinal, del palio sobre el tronco, de la nueva corteza sobre la antigua, de las capas superficiales de la corteza sobre las profundas.

FALESDAD DE LA "TEORÍA" DEL RACISMO EN LA DOCTRINA SOBRE EL CEREBRO

Para justificar los intentos de los círculos imperialistas al dominio mundial, los científicos reaccionarios al servicio de las clases explotadoras crearon la «teoría» del racismo, de acuerdo con la cual los pueblos del mundo, desde los tiempos más remotos, se dividen en avanzados y atrasados, y las razas humanas, en superiores e inferiores. Las razas superiores tienen, según la opinión de los racistas, el derecho de subyugación de las inferiores, no sólo en virtud del atraso económico y político de éstos, sino a consecuencia de su supuesta organización biológica más inferior.

En calidad de argumentos de la organización más inferior se toman algunos rasgos de la estructura cerebral, a saber: peso y volumen comparativamente menores del cerebro, número menor de surcos y giros, sus variaciones raras, presencia de surcos más expresados en los primates, por ejemplo, el surco de mono en el lóbulo occipital, y también una serie de otros caracteres.

Sin embargo, todas estas particularidades de la estructura del cerebro no pueden servir como signos de desarrollo inferior. En realidad, si se toma el peso absoluto del cerebro, éste no puede servir como índice del desarrollo mental del hombre, puesto que entre las personas geniales puede encontrarse el cerebro del más variado peso. El peso del cerebro de una persona normal oscila entre 1100 g y 2000 g. El cerebro de mayor peso, como señala A. Yakob, se encuentra no sólo entre la gente mentalmente dotada, sino también entre la de desarrollo medio, al igual que en los epilépticos e idiotas. Así, el cerebro más pesado de todos los conocidos hasta ahora (2850 g) pertenecía a un idiota-epiléptico de 21 años. La relación de las cifras, expuestas por Yakob, del peso del cerebro de 50 destacadas personalidades de diferentes especialidades, enseña que el peso de su cerebro oscila entre amplios límites, por eso de ninguna manera pueden trazarse paralelos directos entre el peso del cerebro y el talento. De este modo, si se compara el peso de dos grandísimos escritores—Turguénev y Anatole France—, con el carácter igual de su talento, el cerebro de Turguénev era más pesado (2012 g) y el cerebro de Anatole France era casi dos veces más ligero (1017 g), lo que no impidió a Anatole France revelar su talento. Lo mismo se observa al comparar el cerebro de otras personas destacadas, por ejemplo, de los poetas Byron (2238 g) y Whitmann (1282 g) y los científicos zoólogos Cuvier (1830 g) y Agassiz (1495 g) y otros.

El mismo cuadro se observa al comparar en diferentes personas geniales el volumen absoluto del cerebro y del cráneo, por ejemplo, en Goethe, la circunferencia de la cabeza tenía 60 cm, en Dante 54 cm, lo que no impidió a Dante escribir su obra inmortal «La divina comedia». Ringer dice que «se puede ser inteligente con un cerebro pequeño». Añadimos: «y se puede ser idiota con un cerebro grande».

Como demostraron las investigaciones de L. Ya. Pines, el surco de mono se encuentra con igual frecuencia en el cerebro de los representantes de diferentes razas y entre las personas intelectualmente destacadas. El desarrollo de otros surcos y giros también sufre diferentes variaciones que tienen lugar con igual frecuencia en distintos pueblos. Una serie de investigadores objetivos (Kohlbrugge, Landau) expresan con respecto al don mental, que, basándose en los surcos, no puede sacarse una conclusión sobre el mismo. De tal manera, las particularidades mencionadas de la estructura cerebral no son caracteres raciales sino variantes de la mutabilidad individual, a la cual se someten todos los órganos, incluyendo el cerebro. El aumento regular de peso y volumen del cerebro tiene lugar realmente en la evolución del hombre, paso que transcurre durante centenas de milenios. Así

en los monos antropoides el cerebro pesa 400-500 g, y en el hombre contemporáneo, 1100-2000 g (en promedio 1500 g).

En lo que se refiere al hombre contemporáneo, las oscilaciones de peso y volumen del cerebro no reflejan el grado de desarrollo mental. El atraso cultural y político de los pueblos no está condicionado por la organización biológica (estructura cerebral y de todo el cuerpo humano), sino por las condiciones sociales de la vida. Un ejemplo brillante de esto lo vemos en China, India, Egipto y otros países ex coloniales. Allí, antes que en Europa, surgió una cultura antigua muy elevada, que creó maravillosos monumentos de arte, arquitectura y literatura. Sin embargo, después de la esclavización de la India por los ingleses, durante el yugo colonial de tres siglos, el desarrollo del pueblo indio se frenó bruscamente y se atrasó con respecto a los europeos que les habían conquistado. Ahora, cuando los pueblos esclavizados se han liberado del yugo del colonialismo y nuevamente se han hecho libres, van rápidamente por la vía del progreso socialista. De tal modo es necesario ver la ciencia de la política reaccionaria del racismo en la anatomía y desmascararla, apoyándose en hechos morfológicos científicos.

MENINGES DEL ENCÉFALO

Las meninges del encéfalo constituyen la continuación directa de las de la médula espinal — duramadre, aracnoides y piamadre. Las dos últimas, tomadas juntas, lo mismo que en la médula espinal, se denominan meninge blanda, leptomeninge.

DURAMADRE

La duramadre del encéfalo (*dura mater encephali*) (fig. 421) es una membrana resistente, blanquecina, de tejido conjuntivo, situada por fuera de las demás meninges. Su superficie exterior se relaciona directamente con los huesos del cráneo, a los cuales sirve de periostio, en lo que consiste su diferencia principal de su homóloga de la médula espinal. Su superficie interna dirigida hacia el cerebro está cubierta por un endotelio, y debido a esto es lisa y brillante. Entre ella y la aracnoides se encuentra un espacio estrecho, la cavidad subdural (*cavum subdurale*), llena de una pequeña cantidad de líquido. En algunos lugares la duramadre se separa en dos hojas. Este desdoblamiento tiene lugar en la región de los senos venosos (véase más abajo) y también en la región de la fosita existente en el vértice de la pirámide del hueso temporal (cavidad de Meckel), donde se localiza el nervio trigémino. La duramadre emite varias expansiones desde su cara interna, que penetran entre las partes del cerebro y contribuyen a separarlas (véase fig. 421).

La hoz del cerebro (*falx cerebri*) está dispuesta sagitalmente entre ambos hemisferios. Insertándose por la línea media de la calvaria en los bordes del surco del seno sagital superior (*sulcus sinus sagittalis superioris*), se adhiere por su extremo anterior, estrecho, a la crista galli, y por el extremo posterior, amplio, se fusiona a la cara superior de la tienda del cerebelo.

La tienda del cerebelo (*tentorium cerebelli*) representa una lámina extendida horizontalmente, algo convexa en su parte superior, semejante a un tejado de dos vertientes. Esta lámina se inserta en los bordes del surco del seno transverso (*sulcus sinus transversi*) del hueso occipital y a lo largo de la cara superior de la porción petrosa del temporal, en ambos lados, hasta los procesos clinoides posteriores del esfenoides. La tienda del cerebelo separa los lóbulos occipitales del cerebro del cerebelo.

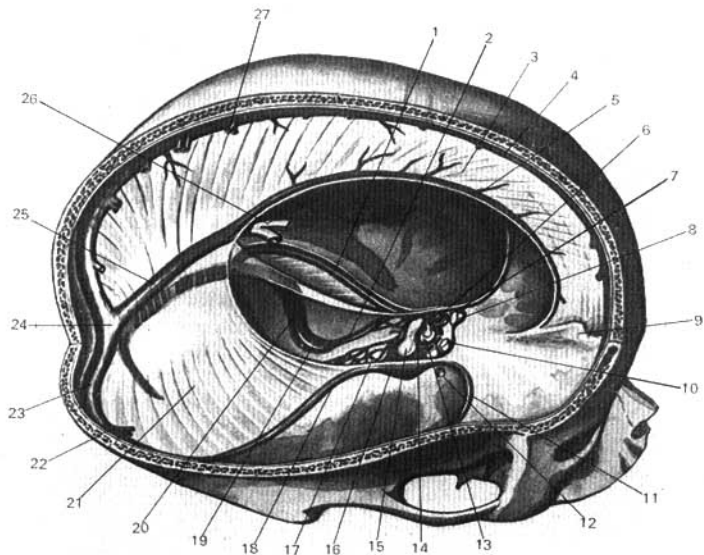


Fig. 421. Duramadre del encéfalo y sus senos venosos (según R. Sinélnikov).

- | | |
|--|---|
| 1, 18 — seno petroso superior (derecho e izquierdo); | 15 — dorso de la silla turca; |
| 2 — seno petroso inferior; | 16 — seno cavernoso; |
| 3 — hoz del cerebro; | 17 — plexo basilar; |
| 4 — seno sagital superior; | 19 — bulbo superior de la vena yugular interna; |
| 5 — seno sagital inferior; | 20 — seno sigmoideo; |
| 6 — infundíbulo; | 21 — tienda del cerebro; |
| 7 — carótida interna; | 22 — venas cerebrales inferiores; |
| 8 — nervio óptico; | 23 — seno transversal; |
| 9 — crista galli; | 24 — confluente de los senos; |
| 10, 14 — seno intercavernoso; | 25 — seno recto; |
| 11 — seno esfenoparietal; | 26 — vena cerebral magna; |
| 12 — vena cerebral media; | 27 — venas cerebrales superiores. |
| 13 — diafragma de la silla turca; | |

La hoz del cerebelo (*falx cerebelli*) se sitúa, lo mismo que la hoz del cerebro, en la línea media, a lo largo de la cresta occipital interna, hasta el agujero magno del occipital, rodeándolo por los lados con dos pedúnculos; esta prolongación pequeña entra en la escotadura posterior del cerebelo.

El diafragma de la silla turca es una lámina que limita por arriba el receptáculo de la hipófisis, en el fondo de la silla turca. En el centro el diafragma está perforado por un agujero para el paso del infundíbulo al cual se inserta la hipófisis.

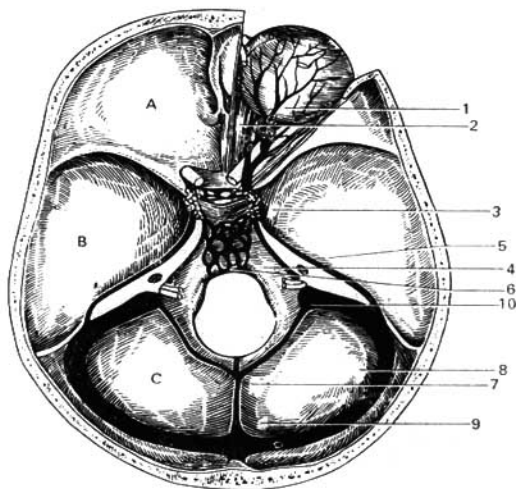


Fig. 422. Senos venosos de la duramadre.

A — fosa anterior del cráneo;
 B — fosa media del cráneo;
 C — fosa posterior del cráneo.
 1, 2 — venas oftálmicas superior e inferior;
 3 — seno cavernoso;
 4 — seno petroso inferior;
 5 — seno petroso superior;

6 — plexo basilar;
 7 — seno occipital;
 8 — seno transverso;
 9 — confluente de los senos;
 10 — paso del seno sigmoideo a la vena
 yugular interna.

Los vasos sanguíneos de la duramadre nutren los huesos del cráneo y forman depresiones en la lámina interna de éstos, surcos meníngicos (*sulci meningei*). De las arterias la más grande es la meníngica media, ramo de la arteria maxilar, que penetra en el cráneo a través del agujero espinoso del esfenoides. En la fosa anterior del cráneo se bifurca un ramito de la arteria oftálmica, y en la fosa posterior, los ramitos de las arterias faríngea ascendente y vertebral, y de la occipital que penetra a través del agujero mastoideo. Las venas de la duramadre acompañan a las arterias correspondientes, por lo común en número de dos y desembocan, en parte, en los senos, y en parte, en el plexo venoso pterigoideo.

Además de las venas propias, la duramadre contiene unas cavidades donde se concentra la sangre del cerebro, llamados *senos de la duramadre* (véanse figs. 421, 422).

Los senos son conductos venosos desprovistos de válvulas (triangulares al corte transversal), excavados en el espesor de la duramadre, en los lugares de inserción de sus prolongaciones en el cráneo y que se distinguen de las venas por la estructura de sus paredes. Estas se hallan formadas por dos hojas de la duramadre tensamente tendidas, debido a lo cual no se encogen al seccionarlas, y al herirlas permanecen abiertas. La rigidez de las paredes de los senos

asegura la circulación libre de la sangre venosa con diferentes cambios de la presión intracraneal, lo que es muy importante para la actividad ininterrumpida del encéfalo, y con ello se explica la presencia de los senos venosos de este tipo solamente en el cráneo.

Los senos existentes son los siguientes:

Seno transverso; es el más grande y ancho, está situado en el borde posterior de la tienda del cerebelo, en el surco del seno transverso del hueso occipital, de donde desciende con el nombre de seno sigmoideo por el surco homónimo, y luego cerca del agujero yugular se continúa con la vena yugular interna. Gracias a esto, el seno transverso junto con el seno sigmoideo sirve de colector principal de toda la sangre venosa de la cavidad craneal. Aquí desembocan todos los demás senos.

Senos que desembocan directamente en el seno transverso:

Seno sagital superior (*sinus sagittalis superior*); se extiende por el borde superior de la hoz cerebral, a lo largo del surco del seno sagital superior (*sulcus sinus sagittalis superioris*), desde la *cresta galli* hasta la protuberancia occipital interna (a los lados del seno sagital superior, en el espesor de la duramadre se alojan los llamados lagos sanguíneos, pequeñas cavidades que por un lado comunican con el seno y las venas diploicas, y por el otro, con las venas de la duramadre y del cerebro).

Seno occipital, es continuación del precedente, se extiende a lo largo del lugar de inserción de la hoz del cerebelo en la cresta occipital interna y después de bifurcarse corre por ambos lados del agujero magno del occipital.

Seno recto; se localiza en la línea de inserción de la hoz cerebral con la tienda del cerebelo. Este recibe, en su parte anterior, el seno sagital inferior, que va a lo largo del borde libre inferior de la hoz del cerebro, y también a la vena cerebral magna (de Galeno), por la cual circula la sangre de las partes profundas del cerebro.

En el lugar donde se unen los senos transverso, sagital superior, recto y occipital se forma un ensanchamiento común, conocido con el nombre de **confluente de los senos** (*confluens sinuum*). En la base del cráneo, a cada lado de la silla turca, está situado el **seno cavernoso** (*sinus cavernosus*), que tiene el aspecto de un plexo venoso o de una laguna ancha que bordea la carótida interna (O. P. Bolshakov, 1960). Este seno se une con el homólogo del otro lado mediante dos anastomosis transversas, los **senos intercavernosos**, los cuales se extienden por delante y por detrás de la **fosa de la hipófisis** (*fossa hypophysialis*); debido a lo cual en la región de la silla turca se forma un **círculo venoso** (véase fig. 422).

Según datos recientes (S. S. Mijáilov, 1959; M. A. Sreseli y O. P. Bolshakov, 1960), el seno cavernoso presenta un complejo anatómico muy complicado, en cuya composición, además del propio seno, entra la carótida interna, troncos nerviosos y el tejido conjuntivo que los rodea. Todas estas formaciones constituyen un dispositivo especial que desempeña un papel importante en la regulación de la circulación venosa intracraneal (M. A. Sreseli y O. P. Bolshakov, 1960). En la parte anterior del seno cavernoso desemboca la vena oftálmica superior que pasa a través de la hendidura orbital superior, y también el extremo inferior del **seno esfenoparietal**, extendido a lo largo del borde del ala menor del esfenoides.

El reflujo de la sangre del seno cavernoso se efectúa en dos senos situados hacia atrás: los **senos petrosos superior e inferior**, localizados en los surcos

homónimos (*sulcus sinus petrosi superioris et inferioris*). Los dos senos petrosos inferiores se unen entre sí por varios conductos venosos situados en el espesor de la duramadre, en la porción basilar del occipital y que en conjunto se denominan **plexo basilar**. El plexo está relacionado con los plexos venosos vertebrales, a través de los cuales refluye la sangre de la cavidad craneal.

Como vía principal del reflujo sanguíneo de los senos sirven las venas yugulares internas, pero, además de esto, los senos venosos se comunican con las venas del lado externo del cráneo mediante las llamadas venas emisarias, que pasan a través de los orificios de los huesos craneales (agujero parietal, agujero mastoideo, conducto condíleo, véase «Osteología»). Un papel similar desempeñan las pequeñas venas que salen del cráneo con los nervios a través del agujero oval, el agujero redondo y el canal hipogloso. En los senos de la duramadre desembocan también **las venas diploicas** de la substancia esponjosa de los huesos craneales que por el otro extremo pueden relacionarse con las venas superficiales de la cabeza. Las venas diploicas representan conductos anastomosados unos con otros, tapizados por dentro por una capa endotelial y extendidos en la substancia esponjosa de los huesos planos del cráneo.

Nervios de la duramadre. La duramadre está inervada por los ramos del nervio trigémino y en la fosa posterior del cráneo por los ramos de los X y XII pares (N. D. Dovguallo).

ARACNOIDES

La aracnoides del encéfalo (*arachnoidea encephali*) (fig. 423), lo mismo que en la médula espinal, está separada de la duramadre por la hendidura capilar de la cavidad subdural. La aracnoides no entra en la profundidad de los surcos y las depresiones cerebrales, como la piamadre, sino que pasa a través de ellos en forma de puente, debido a lo cual entre ella y la piamadre se forma la **cavidad subaracnoidea** (*cavum subarachnoideale*), que está llena de un líquido transparente. En algunos lugares, preferentemente en la base del cerebro, los espacios subaracnoideos están grandemente desarrollados, formando depósitos amplios y profundos de líquido cerebrospinal denominados **cisternas** (fig. 424).

Existen las siguientes cisternas:

1. **Cisterna cerebelomedular** (*cisterna cerebellomedullaris*); es la más grande de todas, está situada entre el borde posterior del cerebelo y la médula oblongada.

2. **Cisterna interpeduncular** (*cisterna interpeduncularis*); se halla entre los pedúnculos cerebrales.

3. **Cisterna quiasmática** (*cisterna chiasmatis*); está situada por delante del quiasma óptico.

4. **Cisterna de la fosa lateral del cerebro** (*cisterna fossae lateralis cerebri*); se encuentra en la fosa homónima.

Las cavidades subaracnoideas están unidas ampliamente entre sí y a nivel del agujero magno del occipital se continúan directamente con la cavidad subaracnoidea de la médula espinal. Además de esto, se encuentran en comunicación directa con los ventrículos cerebrales a través de los orificios de la pared posterior del IV ventrículo: **apertura mediana del IV ventrículo** (*aper-*

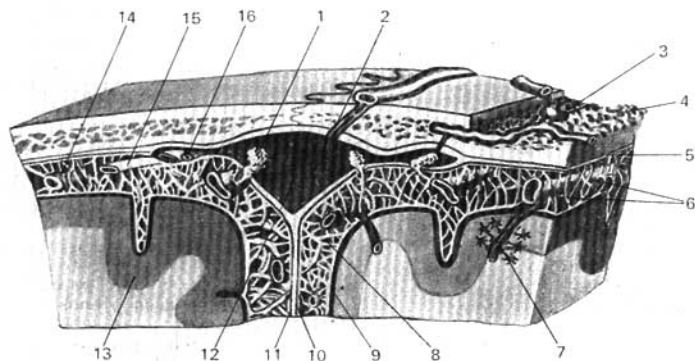


Fig. 423. Esquema de las relaciones mutuas de las meninges del encéfalo y las granulaciones aracnoideas (de Pacchioni) (según Kiss-Szentágothai).

- 1, 16 — granulaciones aracnoideas;
- 2 — vena emisaria;
- 3 — vena diploica;
- 4 — diploe;
- 5 — duramadre del encéfalo;
- 6 — trabéculas aracnoideas;
- 7 — espacio perivasculare;
- 8 — espacio subaracnoideo;

- 9 — piamadre;
- 10 — aracnoides;
- 11 — hoz del cerebro;
- 12 — seno sagital superior;
- 13 — corteza del cerebro;
- 14 — ramo cortical de la arteria cerebral;
- 15 — ramo cortical de la vena cerebral.

tura mediana ventriculi quarti), que se abre en la cisterna cerebelomedular y las **aperturas laterales del IV ventrículo** (*aperturae laterales ventriculi IV*). En las cavidades subaracnoideas se encuentran los vasos cerebrales, los cuales son protegidos de la compresión y del líquido circundante mediante trabéculas de tejido conjuntivo (*trabeculae arachnoideales*).

La particularidad de la estructura de la aracnoides son las llamadas **granulaciones aracnoideas** (de Pacchioni) (*granulationes arachnoideales*), que son expansiones del tejido aracnoideo en forma de cuerpos redondeados de color gris rosado y que entran en la cavidad de los senos venosos y de los lagos sanguíneos situados en su vecindad (véase fig. 423). Ellas se sitúan en grupos y están particularmente desarrolladas a lo largo del seno sagital superior, en el borde superior del hemisferio, pero se encuentran también a lo largo de otros senos. En los niños adultos están presentes, pero alcanzan su mayor número y tamaño en la vejez. Al aumentar de dimensiones, las granulaciones presionan sobre los huesos craneales formando en su superficie interna las depresiones conocidas en osteología con el nombre de **fosillas granulares** (*foveolae granulares*). Las granulaciones aracnoideas, como lo señalaron por vez primera Key y Retzius, sirven para la reabsorción del líquido cerebrospinal hacia el cauce sanguíneo mediante filtración.

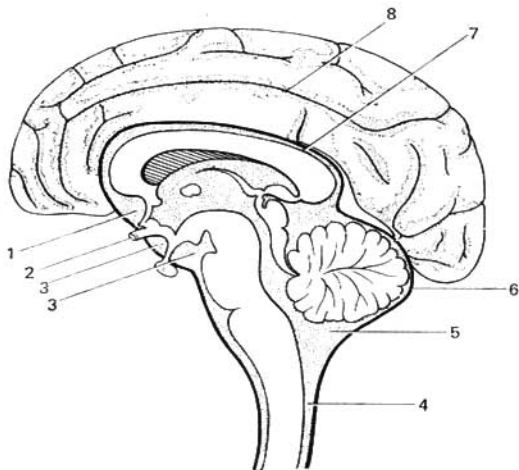


Fig. 424. Cisternas de la aracnoides.

1 — cisterna quiasmática;
 2 — quiasma óptico;
 3 — cisterna interpeduncular;
 4 — espacio subaracnoideo de la médula
 espinal;

5 — cisterna cerebelomedular;
 6 — aracnoides;
 7 — espacio subaracnoideo sobre el cuerpo
 caloso;
 8 — espacio subaracnoideo en los surcos.

PIAMADRE

La **piamadre del encéfalo** (*pia mater encephali*) está estrechamente adherida al encéfalo, entrando en todos los surcos y las fisuras de su superficie, y contiene vasos y plexos vasculares (véase fig. 404). Entre la meninge y los vasos existe la fisura perivascular, la cual comunica con el espacio subaracnoideo. La piamadre está dotada de múltiples nervios que parten del tronco simpático y van a lo largo de los vasos.

LIQUIDO CEREBROSPINAL

El **líquido cerebrospinal** (*liquor cerebrospinalis*) llena las cavidades subaracnoideas del encéfalo y de la médula espinal y los ventrículos del cerebro; se distingue claramente de otros líquidos del organismo. Este sólo se asemeja a la endo y perilinfia del oído interno y al humor acuoso del ojo. El líquido cerebrospinal es segregado por el plexo coroideo cuyo tapizamiento epitelial tiene carácter de epitelio glandular. El aparato que produce el líquido cerebrospinal tiene la propiedad de dejar pasar al líquido unas sustancias y dete-

ner otras (barrera hematocefálica), lo que tiene gran importancia para la preservación del encéfalo contra las influencias nocivas. De esta manera, según sus propiedades, el líquido cerebrospinal no es sólo un dispositivo protector mecánico del encéfalo, sino también un medio interno especial indispensable para el funcionamiento correcto de los órganos centrales del sistema nervioso. El espacio que alberga el líquido cerebrospinal es cerrado. La reabsorción de dicho líquido se efectúa por filtración, principalmente hacia el sistema venoso, a través de las granulaciones aracnoideas, y en parte, al sistema linfático a través de las vainas de los nervios, en las cuales se continúan las meninges cerebrales.

VASOS DEL ENCEFALO

Las arterias cerebrales tienen su origen en los ramos de la arteria carótida interna y de la arteria basilar que forman en la base del cerebro el círculo arterial (de Willis) (*circulus arteriosus cerebri*) (véase «Sistema vascular»). En la superficie de cada hemisferio se ramifican las arterias cerebrales anterior, media y posterior. La arteria cerebral anterior (véase pág. 59) irriga la cara medial del hemisferio hasta el surco parietooccipital, por su cara lateral, el giro frontal superior y el borde superior del lóbulo parietal; en la cara inferior del hemisferio, el giro recto del lóbulo frontal. La arteria cerebral medea (véase pág. 60) irriga la ínsula, los dos giros pre y postcentrales, el frontal inferior y gran parte del frontal medio, el lóbulo parietal y los giros temporales superior y medio. La arteria cerebral posterior (véase pág. 68) se ramifica en las caras medial, inferior y lateral de los lóbulos temporal y occipital, exceptuando los giros temporales superior y medio (fig. 425).

Las arterias enumeradas, con sus ramificaciones en la piamadre, forman una red que penetra verticalmente en el espesor de la sustancia cerebral emitiendo: 1) las arterias corticales, pequeños ramitos que sólo se arborizan

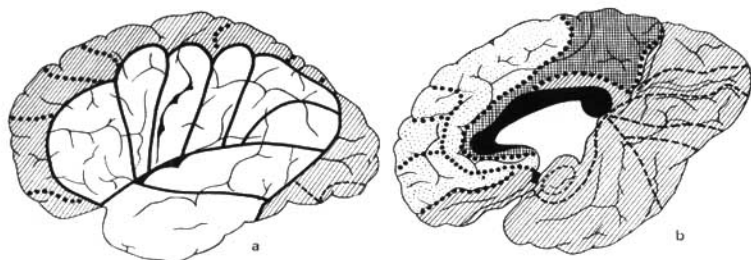


Fig. 425. Esquema de la vascularización del cerebro.

a — cara externa: zonas de la arteria cerebral media (claras); zonas de las arterias cerebrales anterior y posterior (rayadas);

b — cara interna: zonas de la arteria cerebral anterior (línea punteada), media (células) y posterior (rayas). En negro aparece el cuerpo calloso.

en la corteza cerebral, y 2) las arterias medulares, que al pasar a la corteza entran en la substancia blanca.

Las arterias centrales penetran por la base del cerebro.

Las arterias corticales, medulares y centrales se anastomosan una con otra, formando una red vascular única (I. V. Ismailova, B. N. Klosovsky, Krause, V. P. Kurkovsky, B. V. Ognev, M. G. Prives, Pfeifer). El cerebelo recibe su sangre de tres arterias en cada lado. Dos de éstas, la arteria cerebelar antero-inferior (ramo de la arteria basilar) y la arteria cerebelar posteroinferior (ramo de la arteria vertebral), se ramifican en la cara inferior del cerebelo, y el tercer ramo, la arteria cerebelar superior (ramo de la arteria basilar), va a su cara superior. De la arteria cerebelar superior se nutren también los colículos inferiores, mientras que los colículos superiores reciben sus ramitos de la arteria cerebral posterior. Las arterias de las otras partes del encéfalo, relacionadas con el puente y la médula oblongada, se originan de las arterias vertebral y basilar y sus ramos.

Además de los vasos arteriales descritos, tenemos las arterias especiales de los plexos vasculares en número de cuatro a cada lado.

Las venas cerebrales se dividen en superficiales y profundas. Las venas superficiales, en gran parte, recogen la sangre de la corteza cerebral y la vierten, en parte, en el seno sagital superior (venas superiores), y en parte (venas inferiores), en el seno transverso y los senos de la base craneal. Las venas están desprovistas de válvulas y se distinguen por sus múltiples anastomosis. Las venas profundas recogen la sangre de los núcleos grises centrales y los ventrículos cerebrales, y la vierten en la vena cerebral magna que desemboca en el seno recto.

Las venas del cerebelo constan de dos grupos: las superiores vierten su sangre en el seno recto y en la vena cerebral magna, y las inferiores, en los senos transverso, sigmoideo y petroso inferior.

En el cerebro hay una barrera hematoencefálica (BHE), cuya función consiste en regular y proteger la constancia relativa de la composición y las propiedades del medio interno directo del cerebro (homeostasia).

Desde el punto de vista anatómico, la barrera hematoencefálica única consta de varias porciones:

- 1) la barrera hematoencefálica propiamente dicha, situada en el límite de los vasos intraorgánicos y el tejido cerebral;
- 2) la barrera del hematolíquido, en el límite de los plexos vasculares y el líquido cerebrospinal;
- 3) la barrera del líquido encefálico, en las partes de contacto del líquido cerebrospinal con las caras externa y ventriculares del cerebro.

En su tiempo, el Académico L. S. Stern expresó la suposición sobre la existencia de sistemas morfológicamente diferenciados entre los límites de los medios líquidos (sangre, humores y líquido intercelular) y el tejido del sistema nervioso central.

Hoy día, esta suposición se ha confirmado. En los trabajos de V. A. Oteillin y sus colaboradores (V. L. Ribakov y M. N. Baibakovskaya) se estableció que estos sistemas están unidos por espacios intercelulares en un sistema único que atraviesa todo el espesor del cerebro.

En este sistema tiene lugar la acción mutua estrecha de los mecanismos nerviosos y humorales de la regulación de las relaciones nerviosas del cerebro.

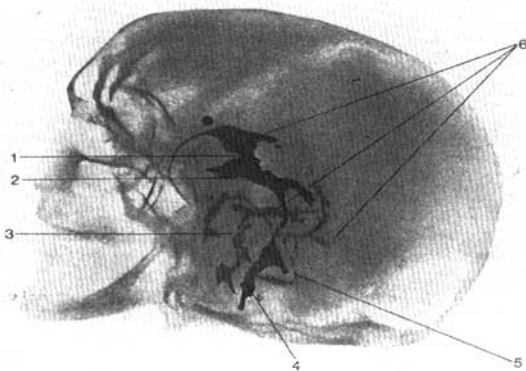


Fig. 426. Iodoventriculograma normal.

1 — agujero interventricular;
 2 — infundíbulo;
 3, 4 — espacio subaracnoideo;

5 — IV ventrículo;
 6 — ventrículo lateral (cuerno anterior,
 cuerno inferior y cuerno posterior).

De tal manera, la noción anterior sobre los hemisferios cerebrales, como una formación compacta, ha sido sustituida por una nueva: la sustancia cerebral, al parecer, está canalizada y por sus canales circula un líquido.

La investigación radiológica del sistema nervioso central (fig. 426) permite ver el encéfalo del ser vivo, sin necesidad de abrir el cráneo, sobre un fondo claro de un gas neutral introducido en la cavidad subaracnoidea. Este método se denomina *encefalografía* *.

En los *encefalogramas* se ven los contornos del encéfalo y sus diferentes partes y se revela el dibujo ramificado de los surcos cerebrales. El gas o líquido de contraste, introducido en la cavidad subaracnoidea, penetra en el sistema de las cámaras cerebrales, dando la imagen de los ventrículos del cerebro (*ventriculografía*)**.

En el *ventriculograma* lateral se ve claramente: el cuerno anterior, la parte central y los cuernos posterior e inferior del ventrículo lateral. Los III y IV ventrículos no siempre se observan en los *ventriculogramas* laterales. Su aumento de volumen es síntoma de dilatación patológica.

En las *radiografías* hechas en posición occipital (la película se aproxima a la región occipital; el paso de los rayos es sagital) se ve la figura simétrica

* La *encefalografía* se emplea sólo en la clínica para fines diagnósticos.

** Denomínase más exactamente *ventriculografía* a la introducción directa del gas en los ventrículos.

característica de los ventrículos laterales, parecida a una mariposa. Las mitades derecha e izquierda de la figura de la mariposa (como si fueran sus alas) se dividen por una línea vertical, el septo pelúcido (*septom pellucidum*) que separa ambos ventrículos laterales. Por debajo de éste se extiende una fisura clara estrecha, el III ventrículo. Por debajo de este último, en casos únicos, se observa la sombra estrecha en forma de fisura del IV ventrículo. En la dilatación patológica de los ventrículos del cerebro (hidrocéfalo interno), la figura de mariposa se altera, y los III y IV ventrículos aumentan y se hacen muy notables.

Con ayuda del método más reciente de exploración radiológica — la tomografía de cómputo — puede obtenerse la imagen radiológica de cualquier capa del encéfalo y en cualquier plano. En particular, se logra ver sus ventrículos laterales en todas sus partes.

SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO

NERVIOS DE LA VIDA ANIMAL O SOMÁTICOS

Los troncos nerviosos, según su lugar de partida del sistema nervioso central, de la médula espinal o del encéfalo, se dividen en nervios espinales (*nn. spiniales*) y nervios craneales (*nn. cerebrales. s. craneales*) (BNA).

NERVIOS ESPINALES

Los nervios espinales se sitúan en un orden correcto (neurómeras), correspondiendo a los miotomas (miómeras) del tronco y alternándose con los segmentos de la columna vertebral; a cada nervio corresponde también el segmento inervado por éste (dermatoma).

El hombre tiene 31 pares de nervios espinales, a saber: 8 cervicales; 12 torácicos; 5 lumbares; 5 sacros y un par coccígeo (véase fig. 382). Cada nervio espinal emerge de la médula por dos raíces: **la raíz dorsal** (sensitiva) y **la ventral** (motora) (véase pág. 000); ambas raíces se unen en un tronco o **funiculo** (*funiculus*), que sale de la columna vertebral a través del agujero intervertebral. Cerca y un poco por dentro del lugar de unión, la raíz dorsal forma el **ganglio espinal** (*ganglion spinale*), en el cual la raíz ventral motora no toma parte. Gracias a la unión de ambas raíces, los nervios espinales son nervios mixtos: contienen fibras sensitivas (aférentes) de las células de los ganglios espinales, fibras motoras (eferentes) de las células del cuerno anterior, y también fibras vegetativas de las células de los cuernos laterales, las cuales emergen de la médula espinal en el espesor de la raíz ventral (véase pág. 348) (fig. 427), y, según algunos autores (L. Ya. Pines, 1957), también emergen por la raíz dorsal (véase pág. 337). Las fibras vegetativas que penetran a través

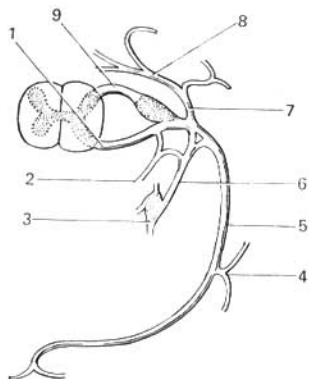


Fig. 427. Disposición general del nervio espinal (un ejemplo típico es el n. torácico).

- 1 — raíz ventral;
- 2 — ramo meníngeo;
- 3 — ganglio simpático;
- 4 — ramo cutáneo lateral;
- 5 — ramo anterior;
- 6 — ramo comunicante;
- 7 — ramo dorsal;
- 8 — ramo medial del ramo dorsal;
- 9 — raíz dorsal.

de las raíces en los nervios de la vida de relación, aseguran en el soma procesos tales como la troficidad, las reacciones vasomotoras, etc.

En los ciclostomos (lampreas) ambas raíces se continúan en los diferentes nervios — motores y sensitivos. En el curso posterior de la evolución, comenzando desde los ganoides, los nervios se aproximan y se fusionan de tal manera que el paso aislado se conserva sólo en las raíces, y los nervios se hacen mixtos. Cada nervio espinal al salir del agujero intervertebral se divide, en correspondencia con las dos partes del miotoma (dorsal y ventral), en dos ramos:

1) **ramo dorsal** (*ramus dorsalis*); para la musculatura propia del dorso, derivada de la parte dorsal del miotoma y para la piel que la cubre;

2) **ramo ventral** (*ramus ventralis*); para la pared ventral del tronco y los miembros, desarrollados de las partes ventrales de los miotomas.

Además, del nervio espinal parten dos tipos de ramos más;

3) **ramos comunicantes** (*rr. communicantes*), con el tronco simpático para la inervación de las vísceras;

4) **ramo meníngeo** (*r. meningeus*), que va en forma recurrente a través del agujero intervertebral, para inervar las meninges de la médula espinal,

RAMOS DORSALES DE LOS NERVIOS ESPINALES

Los ramos dorsales (*rami dorsales*) de todos los nervios espinales van hacia atrás, entre los procesos transversos de las vértebras, rodeando sus procesos articulares. Todos estos ramos (excepto los del I nervio cervical, de los IV y V sacros y del coccígeo) se dividen en un **ramo medial** y otro **lateral**, los cuales inervan la piel del occipucio, de la cara posterior del cuello y del dorso, y también los músculos profundos de este último.

El ramo dorsal del I nervio cervical, el nervio suboccipital (*n. suboccipitalis*), emerge entre el occipital y el atlas, y después se divide en ramos que inervan los músculos rectos posteriores mayor y menor de la cabeza (*mm. recticapitis major et minor*), el m. semiespinoso de la cabeza (*m. semispinalis capitis*) y los mm. oblicuos de la cabeza (*mm. obliqui capitis*). El nervio cervical no da ramos para la piel. El ramo dorsal del II nervio cervical, el nervio occipital mayor (*n. occipitalis major*) sale entre el arco posterior del atlas y la II vértebra, luego perfora los músculos, y, situándose debajo de la piel, inerva la región occipital de la cabeza.

Los ramos dorsales de los nervios torácicos se dividen en un ramo medial y otro lateral, que a su vez dan ramos para la musculatura autóctona; los ramos cutáneos de los nervios torácicos superiores salen solamente de los ramos mediales y los ramos cutáneos de los nervios torácicos inferiores parten de los ramos laterales. Los ramos cutáneos de los tres nervios lumbares superiores van a la parte superior de la región glútea con el nombre de nervios superiores de la nalga (*nn. clunium superiores*), y los ramos cutáneos de los nervios sacros, con la denominación de nervios medios de la nalga (*nn. clunium medii*).

RAMOS VENTRALES DE LOS NERVIOS ESPINALES

Los ramos ventrales (*rami ventrales*) de los nervios espinales inervan la piel y la musculatura de la pared ventral del cuerpo y los miembros, superiores e inferiores. Ya que la piel del abdomen, en su parte inferior, participa en

el desarrollo de los órganos genitales externos, entonces la piel que los cubre se inerva también por los ramos ventrales. Estos últimos, con excepción de los dos primeros, son de tamaño mucho mayor que los dorsales.

Los ramos ventrales de los nervios espinales conservan la estructura metamérica primaria sólo en la parte torácica (nervios intercostales). En las demás partes relacionadas con los miembros, durante cuyo desarrollo se pierde el carácter segmentario, los nervios que parten de los ramos raquídeos ventrales se entrecruzan. Así se forman plexos nerviosos, en los cuales tienen lugar el cambio de las fibras de diferente neurómeras. En los plexos se efectúa la redistribución compleja de las fibras: el ramo ventral de cada nervio espinal da sus fibras a varios nervios periféricos, y por consiguiente, cada uno de ellos contiene fibras de varios segmentos de la médula espinal. Por eso es comprensible que la lesión de uno u otro nervio del plexo no se acompañe de alteración de la función de todos los músculos que son inervados por los segmentos que dieron origen al nervio.

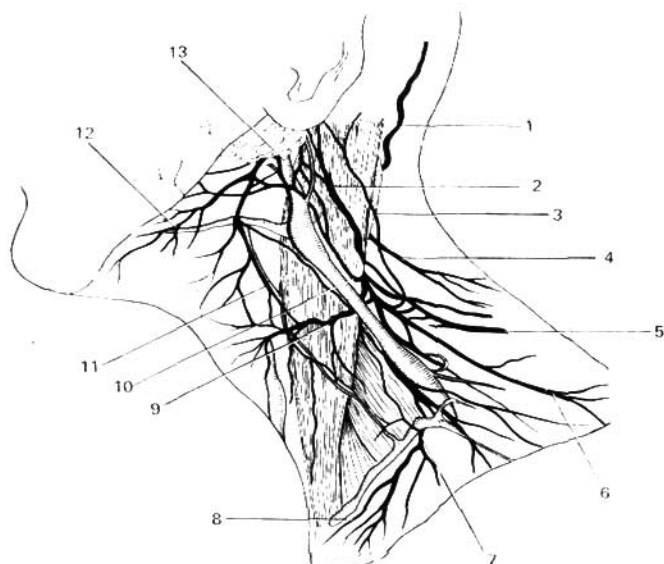


Fig. 428. Ramos cutáneos de los nervios cervicales (semiesquema; según L. Shanguina).

- | | |
|--|--|
| 1 — nervio occipital mayor; | 7 — nervios supraclaviculares intermedios; |
| 2 — nervio auricular mayor; | 8 — nervios supraclaviculares mediales; |
| 3 — nervio occipital menor; | 9 — nervio transverso del cuello; |
| 4, 6 — nervios supraclaviculares laterales | 10, 11 — conexiones con el nervio facial; |
| posteriores; | 12 — ramo del cuello del nervio facial; |
| 5 — nervio accesorio; | 13 — vena yugular externa. |

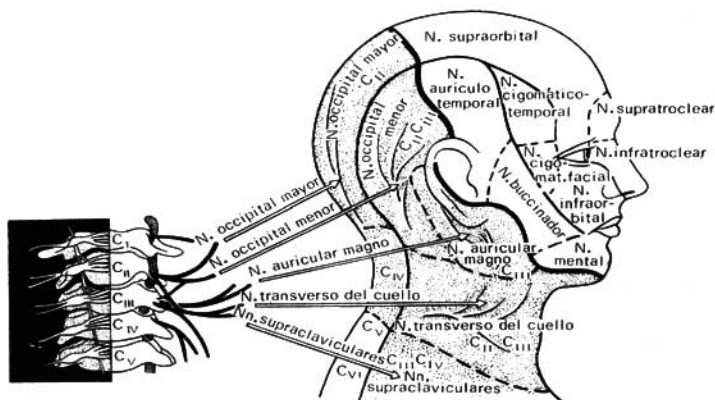


Fig. 429. Esquema de la inervación de la cabeza y el cuello con los nervios cervicales.

La mayoría de los plexos son mixtos; por eso el cuadro clínico de la lesión se compone de alteraciones motoras, alteraciones de la sensibilidad y trastornos vegetativos.

Distínguense tres grandes plexos: cervical, braquial y lumbosacro.

PLEXO CERVICAL

El plexo cervical (*plexus cervicalis*) (figs. 428, 429) se forma por los ramos ventrales de cuatro nervios cervicales superiores ($C_1 - C_{IV}$) que se unen entre sí por tres asas arqueadas situadas a la altura de los procesos transversos, entre los músculos prevertebrales, medialmente, y los músculos escaleno medio, elevador de la escápula y esplenio del cuello, lateralmente, anastomozándose con los nervios accesorio, hipogloso y tronco simpático. Por delante del plexo está cubierto por el músculo esternocleidomastoideo. Los ramos que parten del plexo se dividen en cutáneos, musculares y mixtos.

RAMOS CUTÁNEOS

1. **Nervio occipital menor** (de C_{II} y C_{III}), para la piel de la parte lateral de la región occipital*.

2. **Nervio auricular magno** (*nervus auricularis magnus*) (de C_{III}), el nervio más grueso de los ramos cutáneos del plexo cervical, se dirige a la oreja y el meato acústico externo a los que inerva.

* Los nervios de la región occipital están detalladamente estudiados por V. V. Kaverina, que señaló las variantes extremas de su mutabilidad individual, lo que tiene importancia práctica para la cirugía.

3. **Nervio transverso del cuello** (*nervus transversus colli*) (de C_{II-III}), al igual que los dos nervios precedentes, parte del centro del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo y se divide en ramos, que, al rebasar el borde posterior de este músculo, van por su cara lateral hacia delante y abajo, por debajo del m. platisma, innervando la piel del cuello.

4. **Nervios supraclaviculares** (*nervi supraclaviculares*) (de C_{III} y C_{IV}), descienden por debajo del músculo platisma, casi verticalmente, por la fosa supraclavicular a la piel que cubre los músculos dorsal largo y deltoideo.

RAMOS MUSCULARES

1. Para los músculos rectos anterior y lateral de la cabeza, músculos largos de la cabeza y del cuello, músculos escalenos, músculo elevador de la escápula, y en fin, para los músculos intertransversos anteriores del cuello.

2. **La raíz inferior** (*radix inferior*), parte $C_{II} - C_{III}$, pasa por delante de la vena yugular interna, debajo del músculo esternocleidomastoideo y cerca del tendón intermedio del omohioideo se une con **la raíz superior** (*radix superior*) formando junto con ésta el **asa cervical** (*ansa cervicalis*). Las fibras del plexo, mediante los ramos que parten del asa, innervan los músculos esternohioideo, esternotiroidoideo y omohioideo.

3. Los ramos para el músculo esternocleidomastoideo y el trapecio (de C_{III} y C_{IV}) toman parte en la innervación de estos músculos junto con el **nervio accesorio** (*n. accessorius*).

RAMOS MIXTOS

El nervio frénico, nervio diafragmático ($C_{III} - C_{IV}$), baja por el músculo escaleno anterior hacia la cavidad torácica, pasando entre la arteria y las venas subclavias. Después el frénico derecho desciende casi verticalmente por delante del hilio pulmonar y va por la cara lateral del pericardio al diafragma. El nervio frénico izquierdo cruza la cara anterior del arco de la aorta y del hilio del pulmón, pasando a la cara lateral izquierda del pericardio y de aquí al diafragma. Ambos nervios, en el mediastino anterior, van entre el pericardio y la pleura. El nervio frénico recibe fibras de dos ganglios cervicales inferiores del tronco simpático; es un nervio mixto que con sus ramos motores innerva el diafragma, siendo, de tal manera, el nervio que interviene en la respiración; sus ramos sensitivos van a la pleura y el pericardio. Algunos de sus ramos terminales atraviesan el diafragma, pasando a la cavidad abdominal (nn. frénicoabdominales) y se anastomosan con el plexo simpático del diafragma, enviando ramitos al peritoneo, a los ligamentos hepáticos y al mismo hígado, en cuya consecuencia, durante la enfermedad de este órgano puede presentarse el signo del frénico (I. I. Shapiro, 1964). Se tienen datos de que la región de innervación del frénico es más amplia; se considera que en la cavidad torácica innerva con sus fibras al corazón, los pulmones y el timo, y en la cavidad abdominal está relacionado con el plexo solar, a través del cual innerva a una serie de vísceras (F. P. Poliakin, 1958).

PLEXO BRAQUIAL

El plexo braquial (*plexus brachialis*) (fig. 430) se compone de los ramos ventrales de los cuatro nervios cervicales inferiores ($C_V - C_{VIII}$) y de la mayor parte del primer torácico (Th_1); frecuentemente se le une un ramo delgado

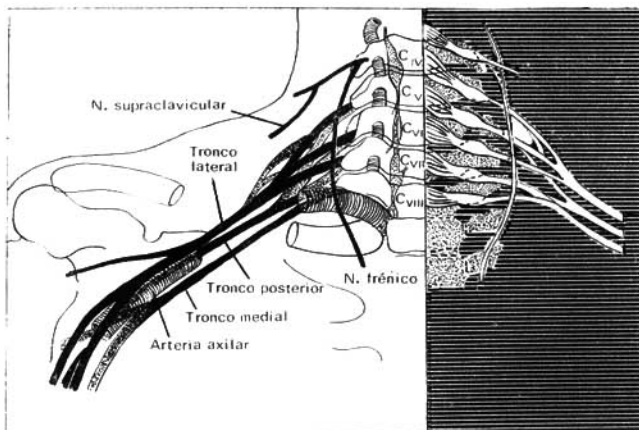


Fig. 430. Esquema del plexo braquial.

del C_{IV} . El plexo braquial emerge entre el músculo escaleno anterior y el escaleno medio hacia la fosa supraclavicular, situándose por encima y por detrás de la arteria subclavia. De este plexo surgen tres gruesos troncos nerviosos que se dirigen al hueso axilar, rodeando la arteria axilar por tres lados: lateral (tronco lateral), medial (tronco medial) y posterior (tronco posterior). En el plexo se distinguen la porción supraclavicular y la infraclavicular. Los ramos periféricos se dividen en breves y largos. Los ramos breves parten de diferentes lugares del plexo en su porción supraclavicular e inervan en parte a los músculos del cuello, y también a los músculos de la cintura escapular (excepto el trapecio) y de la articulación del hombro. Los ramos largos se originan de los tres troncos mencionados y van a lo largo del miembro superior inervando sus músculos y la piel.

Ramos breves:

1. **Nervio dorsal de la escápula** (*n. dorsalis scapulae*) (de C_V), acompaña al ramo descendente de la arteria transversa del cuello, a lo largo del borde medial de la escápula. Inerva el músculo elevador de la escápula y los músculos romboides.
2. **Nervio torácico largo** (*n. thoracicus longus*) (de $C_V - C_{VI}$), desciende por la cara lateral del músculo serrato anterior (*m. serratus anterior*) al que inerva.
3. **Nervio supraescapular** (de $C_V - C_{VI}$), va a través de la incisura escapular (*incisura scapulae*) a la fosa supraespinosa y junto con la arteria supraescapular pasa por debajo del acromion, entrando en la fosa infraespinosa. Inerva los músculos supra e infraespinosos y la cápsula de la articulación del hombro.
4. **Nervios pectorales medial y lateral** (*nn. pectorales medialis et lateralis*)

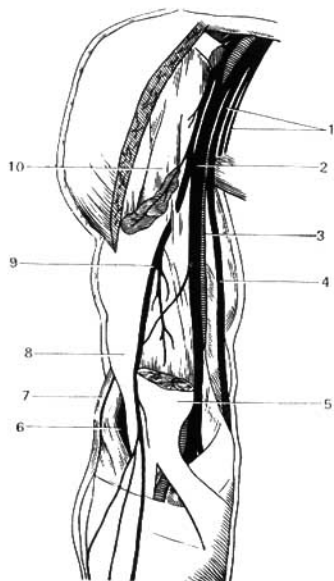


Fig. 431. Ramos largos del plexo braquial en el hombro.

- 1 — nervio braquiocutáneo medial y nervio antebraquiocutáneo medial (seccionados);
- 2 — nervio mediano;
- 3 — arteria humeral;
- 4 — nervio ulnar (cubital);
- 5 — extremo distal de m. biceps;
- 6 — nervio radial;
- 7 — ramo del nervio radial;
- 8 — músculo braquial anterior;
- 9 — nervio musculocutáneo;
- 10 — extremo proximal del biceps.

(de $C_V - Th_1$), inervan los músculos pectoral mayor y menor (*m. pectoralis major et minor*).

5. **Nervio subclavio** (C_V), inerva el músculo subclavio.

6. **Nervios subescapulares** ($C_V - C_{VII}$), inervan los músculos subescapular, redondo mayor y dorsal ancho. El ramo que pasa a lo largo del borde axilar de la escápula hacia el músculo dorsal ancho se denomina nervio toracodorsal (*n. thoracodorsalis*).

7. **Nervio axilar** (*n. axillaris*) (de $C_1 - C_{V1}$), es el nervio más grueso de los ramos breves del plexo braquial. penetra con la arteria circunfleja posterior a través del agujero cuadrilátero hacia la cara posterior del cuello quirúrgico del húmero y da ramos para los músculos deltoideo, redondo menor y la articulación humeral. Por el borde posterior del deltoideo da su ramo cutáneo, el nervio braquiocutáneo lateral superior (*n. cutaneus brachii lateralis superior*), que inerva la piel de la región deltoidea y de la región posterolateral del hombro en su parte superior.

Ramos largos (fig. 431):

Entre éstos se destacan los anteriores, para los flexores y los pronadores (nervios musculocutáneo, mediano y ulnar); y los posteriores, para los extensores y los supinadores (nervio radial).

1. **Nervio musculocutáneo**, parte del tronco lateral del plexo (de $C_V - C_{VII}$), perfora el músculo coracobraquial e inerva todos los músculos anterior-

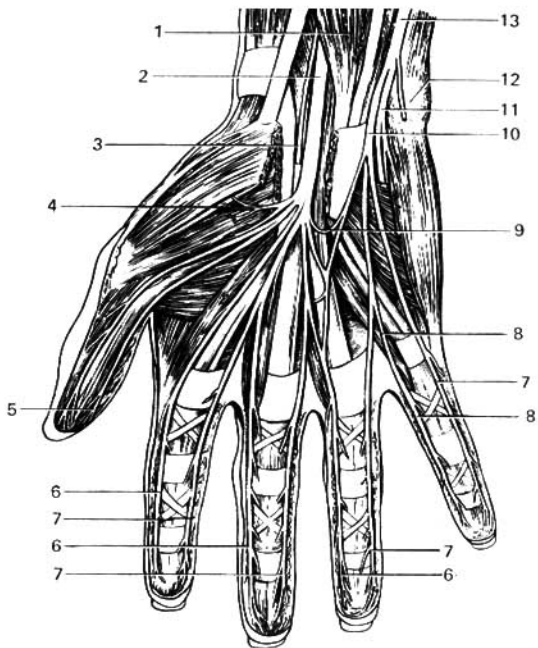


Fig. 432. Nervios del carpo (desde el lado palmar).

1 — músculo flexor superficial de los dedos;
 2 — nervio mediano;
 3 — ramo palmar del nervio mediano;
 4 — ramos musculares del nervio mediano;
 5, 6, 7, 8 — nervios digitales palmares de los nervios mediano y ulnar;

9 — ramo comunicante entre el nervio mediano y el ulnar;
 10 — ramo superficial del nervio ulnar;
 11 — ramo profundo del nervio ulnar;
 12 — hueso pisiforme;
 13 — nervio ulnar.

res del brazo: los músculos coracobraquial, bíceps y braquial. Pasa entre estos dos últimos a la parte lateral del codo, donde se continúa en el antebrazo con el nombre de nervio antebraquiocutáneo lateral (*n. cutaneus antebrachii lateralis*), inervando la piel en su parte radial y tenar.

2. **Nervio mediano** ($C_V - C_{VIII}$, Th_1), parte de los troncos medial y lateral, mediante dos raíces que rodean por delante la arteria axilar, luego va al surco bicipital medial (*sulcus bicipitalis medialis*) junto con la arteria humeral. En la flexura del codo pasa por detrás del pronador redondo y del flexor superficial de los dedos, después va entre este último y el músculo flexor profundo de los dedos, pasando luego por el surco mediano homónimo, en la línea media del antebrazo hasta la palma. El nervio mediano en el hombro no da ramos.

En el antebrazo envía ramos musculares para todos los músculos del grupo flexor anterior, excepto el músculo flexor ulnar del carpo (*m. flexor carpi ulnaris*) y a la porción medial del músculo flexor profundo de los dedos (figs. 432, 435).

Uno de los ramos, el **nervio interóseo (antebraquial) anterior** [*n. interosseus (antebrachii) anterior*], acompaña a la arteria interósea anterior en la membrana interósea e inerva los músculos flexores profundos (flexor largo del pulgar y parte del flexor profundo de los dedos), el pronador cuadrado y la articulación radiocarpiana. Sobre la articulación radiocarpiana el nervio mediano da un ramo cutáneo delgado —el **ramo palmar del nervio mediano** (*ramus palmaris n. mediani*), que inerva una pequeña porción de la piel de la eminencia tenar y la palma de la mano. El nervio mediano pasa a la palma de la mano a través del canal del carpo (*canalis carpi*) con los tendones de los flexores y se divide en tres ramos, los **nervios digitales palmares comunes**, que van a lo largo del primero, segundo y tercer espacios intermetacarpianos bajo la aponeurosis palmar, en dirección de los dedos. El primer ramo inerva los músculos del tenar, excepto el músculo aductor del pulgar y la cabeza profunda del músculo flexor breve del pulgar, que son inervados por el nervio ulnar (cubital). Los nervios digitales palmares comunes, a su vez, se dividen en siete **nervios digitales palmares propios** (*nn. digitales palmares proprii*), que discurren a ambos lados de los I-III dedos y por la parte radial de la IV dedo. De estos ramos se inerva también la piel de la parte radial de la palma (fig. 433); los nervios digitales inervan también los músculos primero y segundo lumbricales.

3. **Nervio ulnar** (*n. ulnaris*) (véanse figs. 432, 433), sale del tronco medial del plexo braquial (*C_{VII}, C_{VIII}, Th₁*), pasa por la parte medial del hombro en dirección a la cara posterior del epicóndilo medial, donde se sitúa debajo de la piel (a este nivel recibe a menudo golpes que provocan una sensación de punzadas en la zona medial del antebrazo): luego penetra en el surco ulnar y después en el canal ulnar del carpo (Guyón), donde acompaña a las arterias y las venas homónimas hasta la palma de la mano. En la cara anterior del retináculo de los músculos flexores termina con el nombre de **ramo palmar del nervio ulnar (cubital)**. En el brazo este nervio, al igual que el nervio mediano, no da ningún ramo.

Ramos del nervio ulnar en el antebrazo y el carpo:

- a) **Ramos articulares** para la articulación del codo.
- b) **Ramos musculares** para el músculo flexor ulnar del carpo y parte del músculo flexor profundo de los dedos.
- c) **Ramo cutáneo palmar** (*ramus cutaneus palmaris*) para la piel de la eminencia hipotenar.
- d) **Ramo dorsal** (*ramus dorsalis n. ulnaris*), va a través del intersticio entre el músculo flexor ulnar del carpo y el cúbito, y al llegar al dorso de la mano se divide en cinco **ramos dorsales digitales** (*nn. digitales dorsalis*) para los V y IV dedos y la parte medial del III dedo.
- e) **Ramo palmar del nervio ulnar**, a nivel del hueso pisiforme se divide en dos ramos, uno superficial y otro profundo, de los cuales el **ramo superficial** da un ramito al músculo palmar breve (*m. palmaris brevis*), luego inerva la piel en la zona cubital de la palma y se divide en los tres **nervios digitales palmares propios** (*nervi digitales palmares proprii*) para ambos lados del meñique y la parte medial del IV dedo.

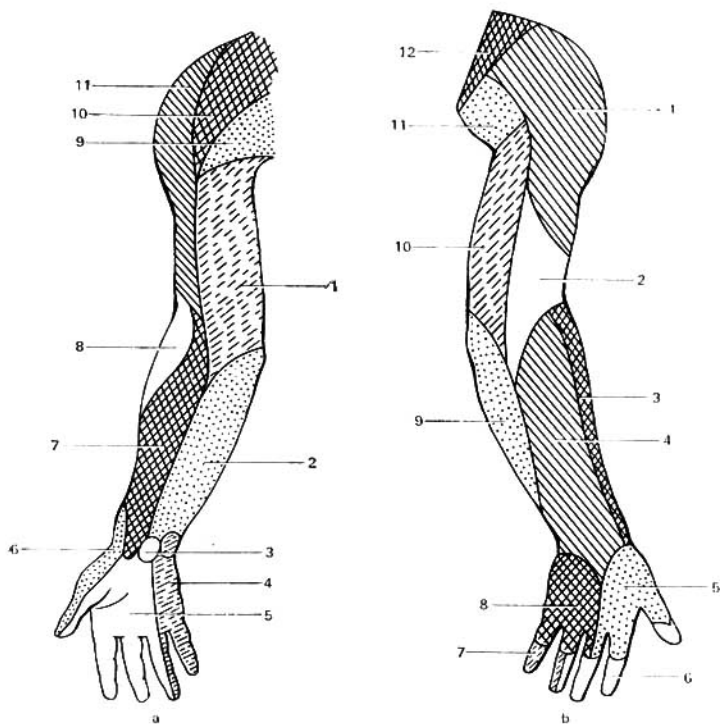


Fig. 433. Inervación cutánea del miembro superior (según Kiss-Szentágotthai).

- a* — cara palmar;
 1 — nervio braquiocutáneo medial;
 2 — nervio antebraquiocutáneo medial;
 3 — ramo palmar del nervio mediano;
 4 — ramo cutáneo palmar del nervio ulnar;
 5 — nervio mediano;
 6 — ramo superficial del nervio radial;
 7 — nervio antebraquiocutáneo lateral (nervio musculocutáneo);
 8 — nervio braquiocutáneo posterior (n. radial);
 9 — nervios pectorales laterales;
 10 — nervios supraclaviculares (plexo cervical);
 11 — nervio braquiocutáneo lateral superior (n. axilar).

- b* — cara dorsal;
 1 — nervio braquiocutáneo lateral superior (n. axilar);
 2 — nervios braquiocutáneos posterior y lateral inferior (n. radial);
 3 — nervio antebraquiocutáneo lateral (nervio musculocutáneo);
 4 — nervio antebraquiocutáneo posterior (nervio radial);
 5 — ramo superficial del nervio radial;
 6 — nervio mediano;
 7 — ramo cutáneo palmar del nervio ulnar;
 8 — ramo dorsal del nervio ulnar;
 9 — nervio antebraquiocutáneo medial;
 10 — nervio braquiocutáneo medial;
 11 — ramos cutáneos laterales de los nervios intercostales;
 12 — nervios supraclaviculares (plexo cervical).



Fig. 434. Trayecto del nervio radial en la parte posterior del hombro.

- 1 - nervio ulnar;
2 - nervio radial;
3 - nervio axilar.

f) **Ramo profundo del nervio ulnar**, va acompañado de la arteria cubital y atraviesa el espacio comprendido entre el flexor breve y el abductor del meñique para acompañar al arco palmar profundo. Aquí inerva a todos los músculos de la eminencia hipotenar, todos los músculos interóseos, los dos lumbricales mediales, así como el músculo aductor del pulgar y el fascículo profundo del flexor breve del pulgar. El ramo profundo termina en una delgada anastomosis con el nervio mediano (véase fig. 432).

4. **Nervio braquiocutáneo medial** (*n. cutaneus brachii medialis*), procede del tronco medial del plexo (de C_{VIII} , Th_1), va por la fosa axilar medialmente a la arteria axilar, se une, por lo común, con el ramo perforante del II nervio intercostal, del llamado nervio intercostobraquial, e inerva la piel de la cara medial del brazo hasta la articulación del codo.

5. **Nervio antebraquiocutáneo medial** (*n. cutaneus antebrachii medialis*), nace también en el tronco medial del plexo (de C_{VIII} , Th_1), en la fosa axilar se halla adosado al nervio ulnar; en la parte superior del hombro está situado medialmente a la arteria humeral, cerca de la vena basilíca, junto a la cual perfora la fascia y se hace subcutáneo. Inerva la piel en la parte medial del antebrazo hasta la articulación de la mano.

6. **Nervio radial** (figs. 434, 435) ($C_V - C_{VIII}$, Th_1), constituye la continuación del tronco posterior del plexo braquial. Desciende por detrás de la

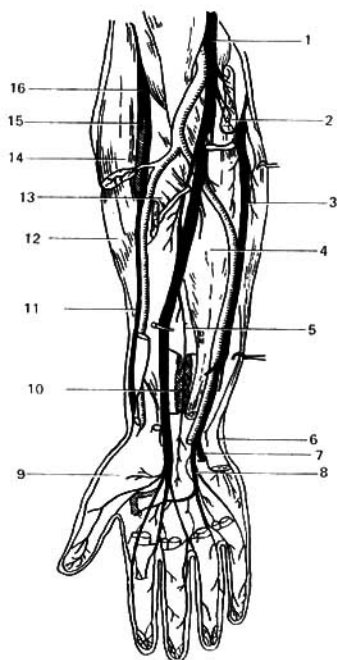


Fig. 435. Nervios del plexo braquial en el antebrazo y la mano.

- 1 — nervio mediano;
- 2 — músculo pronador redondo;
- 3 — nervio ulnar;
- 4 — músculo flexor profundo de los dedos;
- 5 — nervio interóseo anterior;
- 6 — ramo dorsal del n. ulnar;
- 7 — ramo profundo del nervio ulnar;
- 8 — ramo superficial del nervio ulnar;
- 9 — tenar;
- 10 — músculo pronador cuadrado;
- 11 — ramo superficial del nervio radial;
- 12 — músculo extensor radial largo de carpo;
- 13 — músculo flexor superficial de los dedos (seccionado);
- 14 — músculo braquiorradial (seccionado);
- 15 — ramo profundo del nervio radial;
- 16 — nervio radial.

arteria braquial (humeral) junto con la arteria braquial profunda, en la parte posterior del hombro; sigue un trayecto espiral al húmero, situándose en el canal humeromuscular (*canalis humeromuscularis*), luego perfora en dirección posteroanterior el septo intermuscular lateral y emerge entre el músculo braquiorradial (*m. brachioradialis*) y el músculo braquial (*m. brachialis*). Aquí, el nervio se divide en un ramo superficial y otro profundo. Antes de esto emite los siguientes ramos:

a) **Ramos musculares** en el brazo para los extensores — músculo tríceps y músculo ancóneo. Del último ramito se inerva también la bolsa interósea del codo y el epicóndilo lateral del húmero, lo que explica el porqué en la inflamación de este último (epicondilitis) puede surgir dolor a lo largo del trayecto del nervio (Wilhelm, 1962).

b) **Nervios braquiocutáneos posterior y lateral inferior** (*nn. cutanei brachii posterior et lateralis inferior*), se ramifican en la piel de la cara posterior y en la porción inferior de la cara posteriolateral del brazo.

c) **Nervio antebraquiocutáneo posterior** (*n. cutaneus antebrachii pos-*

terior), que se inicia en el nervio radial en el canal humeromuscular, emerge subcutáneamente por encima del origen del músculo braquiorradial y se difunde por la parte dorsal del antebrazo.

d) **Ramos musculares**, que van al braquiorradial, y al primer radial, extensor radial largo del carpo.

e) **Ramo superficial**, que va al antebrazo, en el surco radial está dispuesto lateralmente a la arteria radial, y luego, en el tercio inferior del antebrazo pasa entre el radio y el tendón del músculo braquiorradial al dorso del carpo e inerva con cinco ramos dorsales, **nervios digitales dorsales**, los lados de los dedos I y II, así como la parte lateral del III. Estos ramos terminan, generalmente, a nivel de las últimas articulaciones interfalángicas, anastomosándose* con el ramo dorsal del nervio ulnar (cubital). De tal modo, cada dedo está inervado por dos nervios dorsales y dos palmares que pasan por ambos lados. Los nervios dorsales se originan del nervio radial y el nervio ulnar, que inervan cada uno a 2½ dedos, y los palmares, que se originan del nervio mediano y el nervio ulnar; el primero inerva 3½ dedos (a partir del pulgar), y el segundo, a los otros 1½ dedos (véase fig. 433).

f) **Ramo profundo**, que atraviesa el músculo supinador e inervándolo con un ramo, emerge en la parte posterior del antebrazo, donde inerva al músculo extensor radial breve del carpo y a todos los demás músculos posteriores del antebrazo. El nervio interóseo posterior, continuación del ramo profundo, desciende entre los extensores del pulgar hasta la articulación radiocarpiana, a la cual inerva. Por el trayecto que sigue el nervio radial se ve que éste inerva a todos los extensores del brazo y del antebrazo, y en este último, también a los músculos del grupo radial. En correspondencia con esto, inerva la piel en la parte extensora del brazo y del antebrazo. El nervio radial, continuación directa del tronco posterior, es como el nervio posterior del miembro superior.

RAMOS VENTRALES DE LOS NERVIOS TORÁCICOS

Los ramos ventrales (*rami ventrales*) (fig. 436) de los nervios torácicos (*nn. thoracici*) se denominan **nervios intercostales**, puesto que pasan por los espacios intercostales, pero el XII nervio intercostal va por el borde inferior de la XII costilla y se llama nervio subcostal. Cada nervio intercostal al entregar su ramo comunicante al tronco simpático, al principio está cubierto solamente por la pleura, y después, yendo por debajo de la arteria intercostal posterior, entra en el intersticio de los músculos intercostales externo e interno y se dirige hacia delante, a lo largo del borde inferior de la costilla superior. Los seis nervios intercostales superiores llegan hasta el borde del esternón, los seis inferiores pasan al espesor de la pared abdominal, donde en el intersticio de los músculos transverso y oblicuo interno se dirigen al músculo recto del abdomen, adonde penetran después de perforar su vaina. El XII nervio intercostal, pasando oblicuamente por detrás del músculo cuadrado de los lomos (*m. quadratus lumborum*) se acerca a la sínfisis del pubis por su extremo anterior, terminando en la parte inferior del músculo recto y del piramidal.

* El término «anastomosis» es incorrecto y aquí se emplea convencionalmente, puesto que no existe una fusión verdadera de una fibra nerviosa con otra. Aquí no sucede lo mismo que en los vasos.

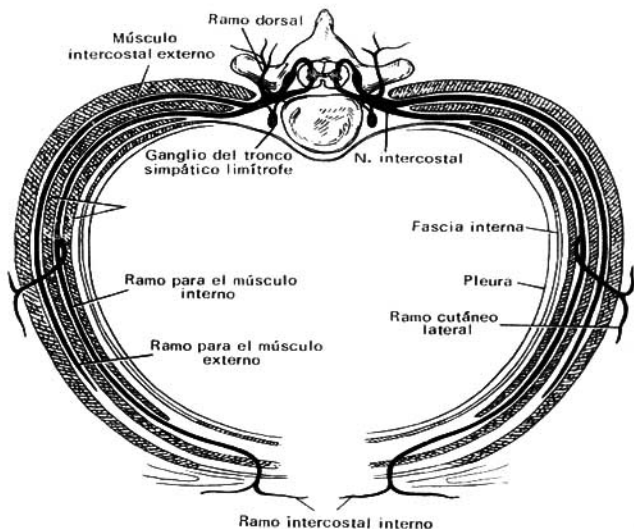


Fig. 436. Esquema de los nervios intercostales (segmento nervioso).

En su trayecto los nervios intercostales dan ramos musculares a todos los músculos ventrales de las paredes de las cavidades torácica y abdominal, y también para los músculos del dorso de origen ventral: los músculos serratos posteriores superiores e inferiores y los elevadores costales (*mm. levatores costarum*). Ellos también participan en la inervación de la pleura y el peritoneo (nervios pleurales y peritoneales).

Según los últimos datos (I. N. Chertkova, 1961), en la inervación de la pleura parietal, además de los intercostales, participan el plexo braquial (desde el primero hasta el octavo espacio intercostal) y el tronco simpático.

De los nervios intercostales se desprenden dos filas de ramos perforantes que inervan la piel de la cara lateral del tórax y el abdomen — **ramos cutáneos laterales pectoral y abdominal** —, y en la anterior — **ramos cutáneos anteriores pectoral y abdominal**. Desde éstos salen los ramos para la glándula mamaria: de los laterales — **ramos mamarios laterales**, y de los anteriores — **ramos mamarios mediales**.

Los ramos cutáneos anteriores de los seis nervios intercostales inferiores en su terminación perforan el recto del abdomen y la hoja anterior de su vaina y se ramifican en la piel del abdomen de esta misma región.

PLEXO LUMBOSACRO

El **plexo lumbosacro** (*plexus lumbosacralis*) se compone de los ramos ventrales de dos nervios lumbares, sacros y coccígeos. Este plexo común se divide en regiones o plexos particulares: **lumbar, sacro y coccígeo**.

PLEXO LUMBAR

El **plexo lumbar** (*plexus lumbalis*) (fig. 437) se forma de los ramos ventrales de los tres nervios lumbares superiores y la parte superior del IV, y también de un ramito del XII nervio intercostal. El plexo está situado por delante de los procesos costiformes de las vértebras lumbares, en el espesor del músculo psoas mayor y da una serie de ramos que salen, en parte, por detrás del borde lateral del músculo, en parte, del borde medial del mismo y en parte, lo perforan y aparecen en su cara anterior. *Estos ramos son los siguientes:*

1. **Ramos musculares**, para los músculos psoas mayor y menor, cuadrado lumbar e intertransversos lumbares laterales.

2. **Nervio iliohipogástrico** (*n. iliohypogastricus*) (L₁), sale detrás del borde lateral del músculo psoas mayor y va por la cara anterior del cuadrado lumbar paralelamente al XII nervio intercostal. Siendo como este último, un nervio segmentario, el nervio iliohipogástrico, al igual que aquél, pasa entre el músculo transverso y el oblicuo interno del abdomen, entregándoles ramos musculares, y también inervando la piel de la parte superior de la nalga y la del canal inguinal, por encima de su orificio superficial.

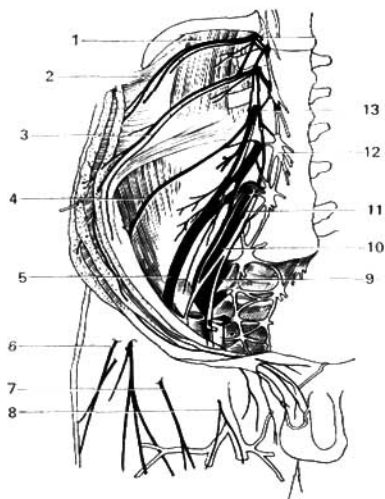


Fig. 437. Plexo lumbar.

- 1 — músculo cuadrado lumbar;
- 2 — XII nervio intercostal;
- 3 — nervios iliohipogástrico e ilioinguinal;
- 4 — nervio femorocutáneo lateral;
- 5 — nervio femoral;
- 6 — nervio femorocutáneo en el muslo;
- 7 — ramo cutáneo anterior del nervio femoral;
- 8 — ramo femoral del nervio genitofemoral;
- 9 — plexo sacro;
- 10, 11 — tronco que une al plexo lumbar con el sacro;
- 12 — ramo anterior del III nervio lumbar;
- 13 — ramo anterior del II nervio lumbar.

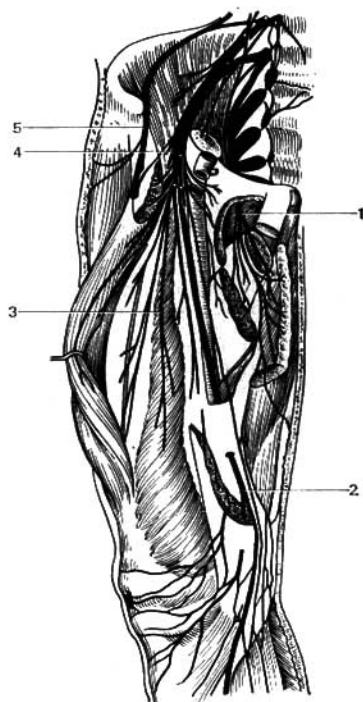


Fig. 438. Ramificación del nervio femoral; nervio obturador.

- 1 — nervio obturador;
- 2 — nervio safeno;
- 3 — ramos musculares del nervio femoral;
- 4 — nervio femoral;
- 5 — nervio femorocutáneo lateral.

3. **Nervio ilioinguinal** (*n. ilioinguinalis*) (L_1), es también un nervio segmentario, emerge por detrás del borde lateral del músculo psoas mayor y va hacia abajo y paralelamente al nervio iliohipogástrico, y después directamente en el canal inguinal; sale a través del anillo inguinal superficial y se ramifica en la piel del pubis y el escroto o en el labio mayor.

4. **Nervio genitofemoral** (*n. genitofemoralis*) (L_{II}), pasa a través del espesor del músculo psoas mayor y en la cara anterior de este músculo se bifurca en dos ramos: **el ramo femoral** se dirige abajo y adelante, hacia el ligamento inguinal, pasa por detrás del mismo y se ramifica en la piel del muslo, un poco más abajo de este ligamento. **El ramo genital** perfora la pared posterior del canal inguinal y se une al funículo espermático, innervando el músculo cremáster y las envolturas del testículo.

5. **Nervio femorocutáneo lateral** (*n. cutaneus femoris lateralis*) (L_{II} , L_{III}), sale por debajo del borde lateral del músculo psoas mayor, desciende por la

cara anterior del músculo iliaco y lateralmente a la espina iliaca anterossuperior, perfora la pared abdominal y sale al muslo donde se hace subcutáneo, descendiendo por la cara lateral del mismo hasta la rodilla innervando la piel.

La piel de la cara lateral del muslo también es innervada por los nervios iliohipogástrico y el XII intercostal (n. subcostal) (L. M. Selivánova, 1955).

6. **Nervio femoral** (*n. femoralis*) (fig. 438), es el ramo más grueso del plexo lumbar (L_{II} , L_{III} , L_{IV}), emerge a través de la laguna muscular en la parte anterior del muslo. Se sitúa lateralmente a la arteria femoral, separada de ésta por la fascia lata, se divide en múltiples ramos, de los cuales **los musculares** innervan a los músculos cuádriceps femoral, sartorio y pectíneo, y los otros, **los ramos cutáneos anteriores**, innervan la piel de la cara anteromedial del muslo. Uno de los ramos cutáneos del nervio es muy largo, el nervio safeno (*n. saphenus*), y entra en el canal aductor lateralmente a la arteria femoral. Cerca del hiato aductor el nervio abandona la arteria, perfora la pared anterior del canal y se hace superficial. En la pierna, el nervio acompaña a la vena safena magna. De él se desprende el **ramo infrapatelar** (*infrapatellaris*) para la piel de la parte inferior de la rodilla y **los ramos cutáneos mediales de la pierna** (*rami cutanei cruris mediales*) para la piel de la cara medial de la pierna y el extremo análogo del pie.

Además del nervio femoral principal, suele existir uno accesorio (Weber, 1951).

Nervio obturador (*n. obturatorius*) (L_{II} — L_{IV}), pasa a través del agujero obturador hacia el muslo y se divide en los ramos anterior y posterior. El **ramo posterior** innerva el músculo obturador externo, el aductor mayor y la articulación coxal; el **ramo anterior** innerva los demás músculos aductores junto con el **músculo grácil** (*m. gracilis*) y el músculo pectíneo; además de esto, de él parte un ramo cutáneo largo que va hacia abajo, entre los músculos aductores, entrando bajo la piel en la mitad inferior de la parte medial del muslo, a la cual innerva.

PLEXO SACRO

El **plexo sacro** (*plexus sacralis*) (fig. 439) es el más grande de todos los plexos, se compone de los ramos ventrales del IV y del V nervios lumbares, y de los ramos análogos de los cuatro nervios sacros (S_I — S_{IV}) que salen de los agujeros del sacro. La proximidad de los múltiples fascículos del plexo a la articulación sacroilíaca condiciona la diferente localización e irradiación de los dolores al enfermarse esta articulación (A. Maximénkov, 1932). Los nervios del plexo, al unirse uno con otro, forman una serie de asas que se fusionan por sus vértices cerca del borde inferior del músculo piriforme (*m. piriformis*) con el tronco grueso del nervio isquiático (*n. ischiadicus*) que sale de la pelvis a través del agujero infrapiriforme (*foramen infrapiriforme*). Los ramos que parten del plexo sacro pueden dividirse en breves y largos. Los primeros se ramifican en la región de la cintura pélvica, y los segundos innervan todo el miembro inferior, excepto una parte de éste que está innervado por los ramos del plexo lumbar.

Ramos breves (figs. 440, 444):

1. **Ramos musculares**, para los músculos piriforme de S_I y S_{II} , obturador interno con los géminos y el cuadrado femoral (de L_{IV} , L_V , S_I , y S_{II}), y para los músculos elevador del ano y cocígeo (S_{III} — S_{IV}).

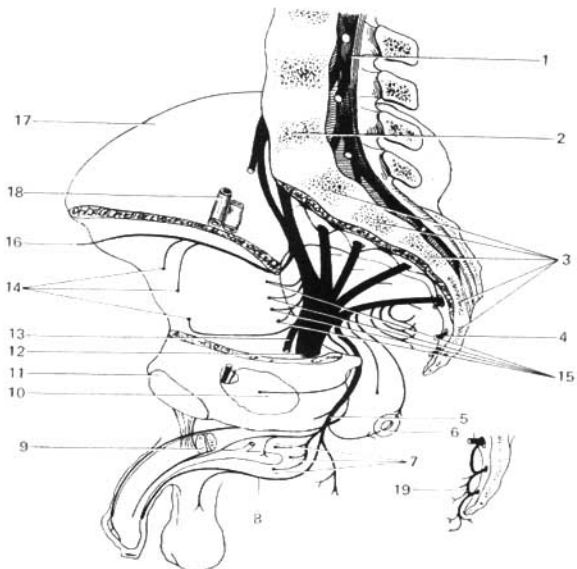


Fig. 439. Plexos sacro y coccigeo (esquema).

- 1 — cola de caballo;
 2 — V vértebra lumbar;
 3 — vértebras sacras;
 4 — ramos ventrales de los nervios sacros;
 5 — nervio pudendo;
 6 — ramos para el recto;
 7 — ramos para los músculos perineales;
 8 — ramos para los órganos genitales;
 9 — cuerpo cavernoso;
 10 — músculo obturador interno;

- 11 — cara sinfisial;
 12 — nervio isquiático;
 13 — nervio femorocutáneo posterior;
 14 — ramos para los músculos glúteos;
 15 — ramos para los músculos de la cara posterior de la articulación coxal;
 16 — ramos para la fascia lata;
 17 — cresta ilíaca;
 18 — vasos ilíacos externos;
 19 — plexo coccigeo.

2. **Nervio glúteo superior** (*n. gluteus superior*) (L_{IV} y L_V y de S_1), sale de la pelvis a través del agujero suprapiriforme con la arteria homónima y luego se difunde en los músculos glúteo mediano, glúteo menor y tensor de la fascia lata.

3. **Nervio glúteo inferior** (*n. gluteus inferior*) (L_V , S_1 , S_{11}), sale a través del agujero infrapiriforme, lateralmente a la arteria homónima, inerva con sus ramos al músculo glúteo máximo y a la cápsula de la articulación coxal.

4. **Nervio pudendo** (*n. pudendus*) (S_1 — S_{1V}) (fig. 444), emerge a través del agujero infrapiriforme junto con la arteria pudenda interna, contornea la espina isquiática y regresa a la pelvis a través del agujero isquiático menor (*foramen ischiadicum minus*). Después el nervio pudendo, acompañado de la

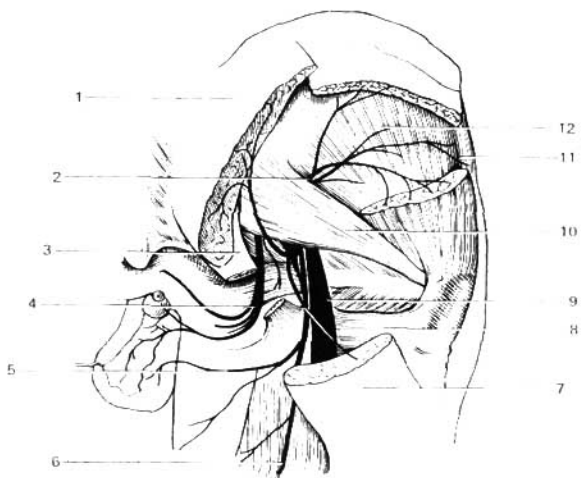


Fig. 440. Nervios de la región glútea.

1 y 7 — músculo glúteo máximo;
 2 — nervio glúteo superior;
 3 — ligamento sacrospinal;
 4 — nervio pudendo;
 5 — ramos perineales;
 6 — ramo femorocutáneo posterior;

8 — músculo cuadrado femoral;
 9 — nervio isquiático;
 10 — músculo piriforme;
 11 — músculo tensor de la fascia lata;
 12 — músculo glúteo mínimo.

misma arteria, pasa por la pared lateral de la fosa isquiorrectal. En los límites de esta última, salen del mismo los nervios rectales inferiores (*nn. rectales inferiores*) que inervan el esfínter del ano y la piel en el área circular próxima al ano.

A nivel de la tuberosidad del isquion, cerca del borde posterior del diafragma urogenital, el pudendo se divide en los nervios perineales y el nervio dorsal del pene (del clítoris). Los primeros, yendo hacia delante, inervan los músculos isquiocavernoso, bulbocavernoso y transverso superficial del periné, así como la piel del periné. Sus ramos terminales inervan la piel de la parte posterior del escroto (nervios escrotales posteriores) y de los grandes labios (nervios labiales posteriores). El nervio dorsal del pene (del clítoris) acompaña en el espesor del diafragma urogenital a la arteria dorsal del pene, da ramitos para el músculo transverso profundo del periné y el músculo esfínter estriado de la uretra (*m. sphínter uretrae*), pasa al dorso del pene (o del clítoris) donde se extiende hasta la piel, principalmente la del glande del pene. En la composición del nervio pudendo entran gran número de fibras vegetativas (véase pág. 344).

Ramos largos (fig. 441):

1. Nervio femorocutáneo posterior (*n. cutaneus femoris posterior*) (S_I , S_{II} , S_{III}), sale de la pelvis junto con el nervio isquiático y luego desciende

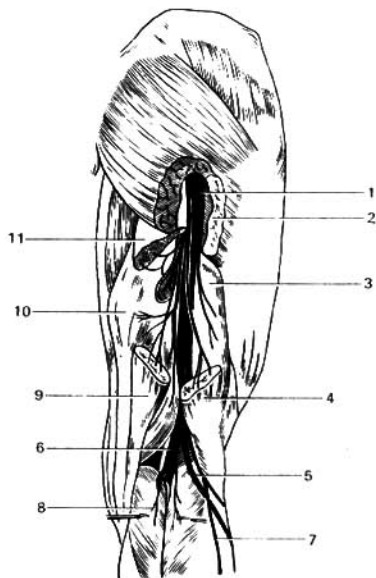


Fig. 441. Trayecto del nervio isquiático (ciático) en el muslo.

- 1 — nervio isquiático;
 2 — músculo glúteo máximo;
 3 — músculo bíceps femoral (cabeza breve);
 4 — músculo bíceps femoral (cabeza larga);
 5 — nervio peroneo común;
 6 — nervio tibial;
 7 — nervio cutáneo sural lateral;
 8 — ramos musculares del nervio tibial;
 9 y 11 — músculo semitendinoso;
 10 — músculo semimembranoso.

debajo del músculo glúteo máximo, en la cara posterior del muslo. Desde su parte medial da ramitos que van subcutáneamente en la parte inferior de la nalga (nervios inferiores de la nalga) y al periné (ramos perineales) (véase fig. 444). En el muslo desciende sobre la superficie de los músculos posteriores hasta el hueso poplíteo y da múltiples ramos que se extienden en la piel de la parte posterior del muslo y de la pierna.

2. **Nervio isquiático** (*n. ischiadicus*), el más grande de todos los nervios del cuerpo, representa la continuación inmediata del plexo sacro y contiene fibras de todas sus raíces. Sale de la pelvis a través del agujero isquiático mayor, por debajo del músculo piriforme cubierto por el músculo glúteo máximo. Después, más abajo, el nervio sale debajo del borde inferior de este músculo y desciende verticalmente en la parte posterior del muslo cubierto por los flexores de la pierna. En la parte superior del hueso poplíteo termina bifurcándose en sus ramos principales: el medial, que es el más grueso, el nervio tibial (*n. tibialis*), y el lateral, el más fino, el nervio peroneo o fibular común [*n. peroneus (fibularis) communis*]. Muy a menudo, el nervio se encuentra dividido en los dos troncos aislados que se encuentran a todo lo largo de la parte posterior del muslo.

Ramos del nervio isquiático (n. ischiadicus):

1. **Ramos musculares**, para los músculos posteriores del muslo: músculo

semitendinoso, músculo semimebranoso y la cabeza larga (*caput longum*) del músculo bíceps femoral, y también la parte posterior del músculo aductor magno. La cabeza breve (*caput breve*) del músculo bíceps recibe un ramito del nervio peroneo común. Del mismo lugar parte un ramito para la articulación de la rodilla (véase fig. 441).

2. **Nervio tibial** (*n. tibialis*) (L_{IV} , L_V , S_1 , S_{III}) va directamente hacia abajo, por el plano medio del hueco poplíteo, junto con los vasos poplíteos, luego entra en el canal femoropoplíteo y en compañía de la arteria y las venas tibiales posteriores llega hasta el maléolo tibial. Detrás de éste el nervio se divide en sus ramos terminales, los nervios plantares medial y lateral, los cuales pasan por los surcos homónimos de la planta del pie. En el hueco poplíteo, a partir del nervio salen ramos musculares para los músculos gastrocnemio (*m. gastrocnemius*), plantar delgado (*m. plantaris*), sóleo (*m. soleus*), y poplíteo (*m. popliteus*), y también varios ramitos para la articulación de la rodilla. Además, emite un ramo cutáneo largo, el nervio cutáneo sural medial (*n. cutaneus surae medialis*), que desciende junto con la vena safena parva e inerva la piel de la cara posteromedial de la pierna. En la pierna el nervio tibial (*n. tibialis*) inerva con sus ramitos a los tres músculos profundos: mm. tibial posterior, flexor largo del dedo grueso y flexor largo de los dedos, y la parte posterior de la articulación talocrural, y por detrás del maléolo tibial da ramos cutáneos, ramos calcáneos mediales, para la piel del talón y el borde medial del pie (fig. 442).

Nervio plantar medial (*n. plantaris medialis*), va por el trayecto de la arteria homónima, en el surco plantar medial, a lo largo del borde medial del músculo flexor breve de los dedos (*m. flexor digitorum brevis*) e inerva a este músculo y a los del grupo medial, excepto el aductor del dedo grueso y de la cabeza lateral del flexor breve del dedo grueso. Luego se divide en siete **nervios digitales plantares propios**, de los cuales uno va al borde medial del dedo grueso y de paso inerva también al primero y segundo músculos lumbricales, y los seis restantes inervan la piel interdigital de cuatro dedos, comenzando en la parte lateral del dedo grueso y terminando en el borde medial del IV dedo (fig. 443).

Nervio plantar lateral (*n. plantaris lateralis*), va por el trayecto de la arteria homónima en el surco plantar lateral. Este inerva por medio de ramos musculares a los tres músculos del grupo lateral de la planta del pie y al músculo cuadrado plantar (*m. quadratus plantae*) y se divide en dos ramos: uno profundo y otro superficial. El profundo va junto con el arco plantar e inerva el tercero y cuarto músculos lumbricales, a todos los músculos interóseos y también al aductor del dedo grueso y a la cabeza lateral del flexor breve del dedo grueso. El ramo superficial da ramos para la piel de la planta y se divide en **tres nervios digitales plantares propios** que van a ambos lados del V dedo y a la parte del IV dedo dirigida hacia el V. La distribución de los nervios plantares medial y lateral corresponde al trayecto del nervio ulnar y del mediano en la muñeca.

3. **Nervio peroneo (fibular) común** [*n. peroneus (fibularis) communis*] (L_{IV} , L_V , S_1 , S_{II}), va lateralmente al nervio tibial (*n. tibialis*), hasta la cabeza del peroné donde perfora el origen del músculo peroneo largo y se divide en los ramos superficial y profundo. En su trayecto el nervio emite ramo cutáneo sural lateral (*n. cutaneus surae lateralis*) que inerva la piel del lado lateral de la pierna. Más abajo de la parte media de la pierna, el nervio se une

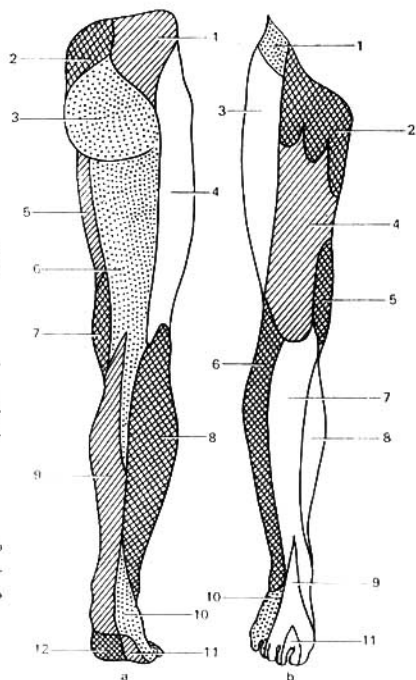


Fig. 442. Inervación cutánea del miembro inferior (según Kiss-Szentágothai).

- a — cara posterior;
- 1 — nervios superiores de la nalga;
 - 2 — nervios medios de la nalga;
 - 3 — nervios inferiores de la nalga;
 - 4 — nervio femorocutáneo lateral;
 - 5 — ramos cutáneos anteriores del nervio femoral;
 - 6 — ramo femorocutáneo posterior;
 - 7 — ramo cutáneo del nervio obturador;
 - 8 — nervio cutáneo sural lateral (n. peroneo común);
 - 9 — nervio cutáneo sural medial (n. tibial);
 - 10 — nervio sural;
 - 11 — nervio peroneo profundo.
 - 12 — nervio plantar medial.
- b — cara anterior;
- 1 — ramo cutáneo lateral;
 - 2 — nervio genitofemoral;
 - 3 — nervio cutáneo femoral;
 - 4 — ramos cutáneos anteriores del nervio femoral;
 - 5 — ramos cutáneos del nervio obturador;
 - 6 — nervio cutáneo sural lateral (nervio peroneo común);
 - 7 — nervio safeno (nervio femoral);
 - 8 — nervio cutáneo sural medial;
 - 9 — nervio peroneo superficial;
 - 10 — nervio sural;
 - 11 — nervio peroneo profundo.

con el cutáneo sural medial (*n. cutaneus surae medialis*) formando el nervio sural, que rodea por detrás el maléolo lateral, dando los ramos calcáneos laterales (*rami calcanei laterales*) para la piel del talón y luego sigue con el nombre de nervio cutáneo dorsal lateral, inervando la piel de este borde del pie y el lado lateral del V dedo.

Ramo superficial del nervio peroneo superficial [*n. peroneus (fibularis) superficialis*], descendiendo entre los músculos peroneos por el canal musculoperoneo superior, dando ramos musculares. En el límite del tercio medio e inferior de la pierna, ésta ya en calidad de nervio cutáneo perfora la fascia y baja a la línea media del dorso del pie, bifurcándose en dos ramos. Uno de éstos, el nervio cutáneo dorsal medial del pie [*n. cutaneus (pedis) dorsalis medialis*], inerva la parte medial del dedo grueso y los bordes, contiguos de los dedos II y III (**nervios digitales dorsales**). El otro ramo, el nervio cutáneo dorsal intermedio del pie [*n. cutaneus (pedis) dorsalis intermedius*], se divide en los

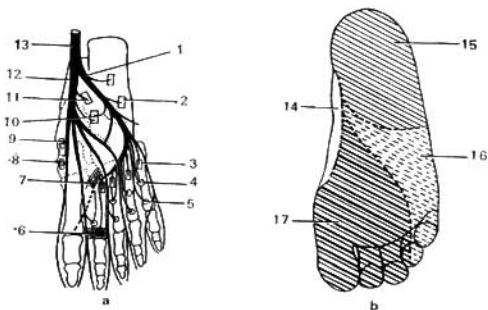


Fig. 443. Nervios de la planta del pie (a) y esquema de su inervación cutánea (b).

- | | |
|--|--|
| 1 — nervio plantar lateral; | 10 — músculo cuadrado plantar; |
| 2 — músculo flexor (breve) del dedo meñique; | 11 — músculo flexor breve de los dedos; |
| 3 — músculos interóseos dorsales; | 12 — nervio plantar medial; |
| 4 — músculos interóseos plantares; | 13 — nervio tibial; |
| 5 — músculos lumbricales; | 14 — región de la ramificación del nervio safeno; |
| 6 — cabeza transversa del músculo aductor del dedo grueso; | 15 — región de la inervación del nervio tibial; |
| 7 — cabeza oblicua del músculo aductor del dedo grueso; | 16 — región de la inervación del nervio plantar lateral; |
| 8 — músculo flexor breve del dedo grueso; | 17 — región de la inervación del nervio plantar medial. |
| 9 — músculo aductor del dedo grueso; | |

nervios digitales dorsales del pie que inervan los lados contiguos y la cara dorsal de los II-V dedos (véase fig. 442).

Ramo profundo del nervio peroneo profundo [*n. peroneus (fibularis) profundus*], pasa acompañando a la arteria tibial anterior, dándole ramos a los músculos tibial anterior, extensor largo de los dedos y extensor largo del dedo grueso, y también un ramo articular para la articulación talocrural. Este nervio junto con la arteria que le acompaña sale al dorso del pie, inerva el músculo extensor breve de los dedos, y luego se bifurca en dos **nervios digitales dorsales**, que inervan la piel de las caras vecinas de los I y II dedos.

En la composición del plexo sacro, perteneciente al sistema nervioso de la vida animal, toman parte fibras preganglionares y parasimpáticas, que se inician en los cuernos laterales de los II-IV segmentos sacros de la médula espinal. Estas fibras, en forma de nervios erectores o nervios espláncnicos pelvianos, se dirigen a los plexos nerviosos de la pelvis que inervan las vísceras pelvianas: la vejiga urinaria, el colon sigmoideo, el recto y los órganos genitales internos.

PLEXO COCCIGEO

El **plexo coccígeo** (*plexus coccygeus*) está compuesto por los ramos ventrales del V nervio sacro y del coccígeo. De éste salen los finos ramos anococcígeos

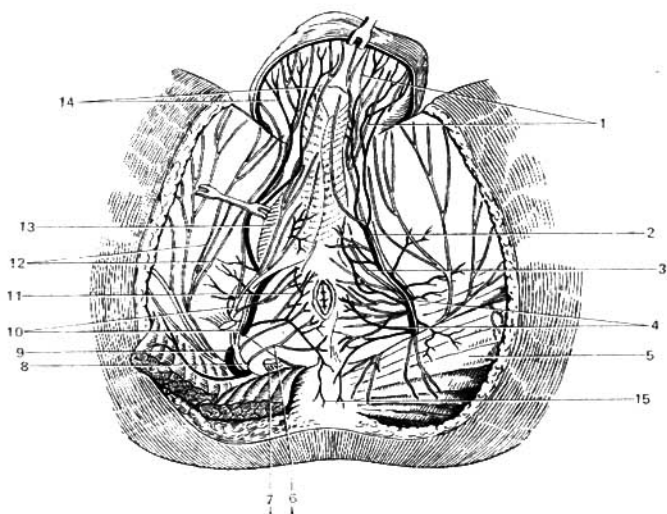


Fig. 444. Nervios del periné masculino.

- | | |
|--|--|
| 1 — nervios escrotales posteriores; | 9 — arteria pudenda interna; |
| 2 — arteria perineal; | 10 — nervios perineales; |
| 3 — nervio dorsal del pene; | 11 — músculo esfínter externo del ano; |
| 4 — arterias rectales inferiores; | 12 — ramos perineales del nervio femoro- |
| 5 — músculo glúteo máximo; | rocutánneo posterior; |
| 6 — nervio rectal inferior; | 13 — trigono urogenital; |
| 7 — ligamento sacrotuberal (seccionado); | 14 — arterias escrotales posteriores; |
| 8 — nervio pudendo; | 15 — nervios anocócigeos. |

terminales (*nn. anococcygei*) del plexo sacrococcígeo, que al unirse con el ramo dorsal del nervio coccígeo se ramifican en la piel cercana al vértice del cóccix (véase fig. 444).

NERVIOS CRANEALES

Los nervios craneales son 12 pares: I — n. olfatorio (*n. olfactorius*), II — n. óptico (*n. opticus*), III — n. oculomotor (*n. oculomotorius*), IV — n. troclear (*n. trochlearis*), V — n. trigémino (*n. trigeminus*), VI — n. abductor (*n. abducens*), VII — n. facial (*n. facialis*), VIII — n. vestibulococlear (*n. vestibulocochlearis*), IX — n. glosofaríngeo (*n. glossopharyngeus*), X — n. vago (*n. vagus*), XI — n. accesorio (*n. accessorius*), XII — n. hipogloso (*n. hypoglossus*).

Los nervios craneales poseen particularidades que los distinguen de los nervios espinales. Estas particularidades dependen fundamentalmente de

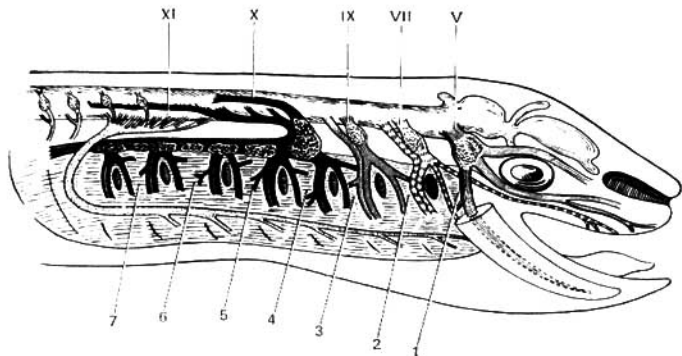


Fig. 445. Esquema de los nervios craneales de un vertebrado inferior.

Los arcos viscerales están designados con números árabes y los nervios con romanos.

otras condiciones del desarrollo del encéfalo y de la cabeza en comparación con la médula espinal y el tronco. Ante todo, los primeros dos nervios craneales relacionados con el prosencéfalo, por su carácter y origen, ocupan una posición por completo diferente entre todos nervios: son prolongaciones del encéfalo. Los demás, a pesar de que no se diferencian en principio de los nervios espinales, pero de todas maneras para ellos es característica la circunstancia de que ninguno corresponde por completo al nervio espinal formado por las raíces ventral y dorsal. Cada nervio craneal representa en sí mismo alguna de estas dos raíces, que en la cabeza nunca se unen, lo que hace recordar las relaciones análogas existentes en los nervios espinales de los vertebrados primitivos (lampreas) (fig. 445). Los nervios craneales III, IV, VI y XII corresponden a las raíces ventrales de los nervios espinales, y los nervios V, VII, VIII, IX y X son homólogos de las raíces dorsales (figs. 446, 447).

Los nervios craneales, al igual que los espinales, poseen núcleos de substancia gris: somatosensitivos (correspondiente a los cuernos posteriores de la substancia gris de la médula espinal), somaticomotores (correspondientes a los cuernos anteriores) y vegetativos (correspondientes a los cuernos laterales). Estos últimos pueden dividirse en viscerosensitivos y visceromotores, de los cuales los visceromotores inervan no sólo la musculatura lisa, sino también los músculos estriados de origen visceral. Teniendo en cuenta que los músculos estriados viscerales adquirieron rasgos de los músculos somáticos, todos los núcleos de los nervios craneales que tienen relación con los músculos estriados independientemente de su origen, es mejor designarlos como somaticomotores.

Como resultado, en la composición de los nervios craneales existen los mismos componentes que en los nervios espinales:

Aferentes:

1. *Fibras somatosensitivas*, que proceden de los órganos receptores de las

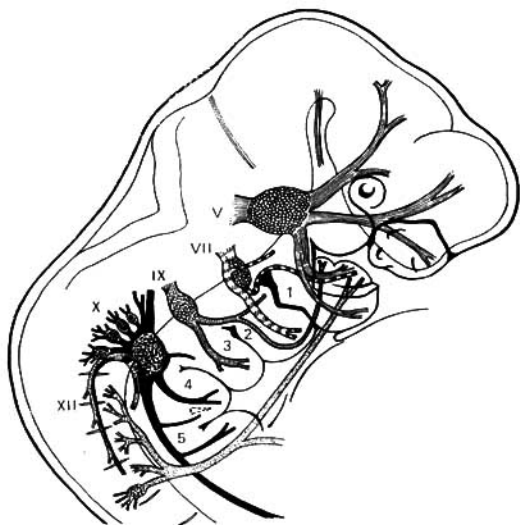


Fig. 446. Esquema de los nervios craneales del embrión humano.

Las designaciones son las mismas que en la fig. 445.

excitaciones físicas (presión, temperatura, sonido y luz), es decir, de la piel, órganos del oído y de la vista — II, V, VIII.

2. *Fibras viscerosensitivas*, que proceden de los órganos receptores de las excitaciones químicas (por las partículas de diferentes sustancias disueltas o en suspensión en el medio ambiente o en las cavidades internas), es decir, de las terminaciones nerviosas en los órganos digestivos y otras vísceras, de los órganos especiales de la faringe, de las cavidades bucal (órganos de gusto) y nasal (órganos del olfato) — I, V, VII, IX, X.

Eferentes:

3. *Fibras somaticomotoras*, que inervan la musculatura estriada, a saber: los músculos parietales originados de los miótomas craneales, los músculos del ojo (III, IV, VI); la musculatura hipoglosa (lengua) (XII), y también los músculos del tipo esquelético (somático), desplazados otra vez hacia el extremo anterior del tracto digestivo, los llamados músculos del aparato visceral (branquial), que en el hombre y los mamíferos se convirtieron en masticadores mímicos, etc. (V, VII, IX, X, XI).

4. *Fibras visceromotoras*, que inervan la musculatura visceral, es decir, la musculatura lisa de los vasos y las vísceras (órganos digestivos y respiratorios), músculo cardíaco y también las glándulas de diferentes tipos (fibras secretorias) — VII, IX, X.

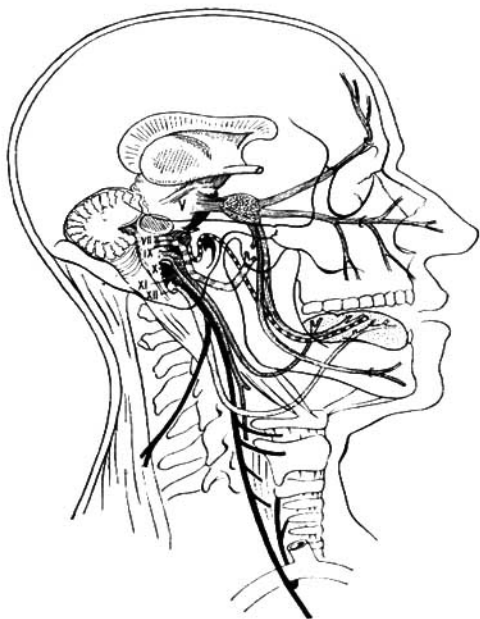


Fig. 447. Esquema de los nervios craneales del hombre adulto.

Las designaciones son las mismas que en la fig. 445.

En la composición de los nervios motores pasan a los mismos órganos las fibras simpáticas que van desde los ganglios simpáticos correspondientes.

De los 12 pares de nervios craneales, el VIII par es un nervio somaticosensitivo, y los III, IV, VI, XI y XII pares son somaticomotores. Los restantes (V, VII, IX, X) son mixtos.

El nervio olfatorio, que puede llamarse viscerosensitivo, el nervio óptico, somaticosensitivo, ocupan una posición especial, de la cual ya hemos hablado.

Un pequeño número de nervios somaticomotores, en comparación con los demás, se encuentra en conexión con la reducción de los miótomas de la cabeza, que sólo dan origen a los músculos del ojo. El desarrollo de los nervios mixtos que contienen componentes viscerales está relacionado con la evolución de la parte anterior del tubo intestinal (prensor y respiratorio), y en cuya región se desarrolla el aparato visceral con su zona sensitiva complicada y su considerable musculatura.

Para la mejor comprensión de los nervios craneales citamos la tabla que indica las relaciones mutuas de los somitas de la cabeza, las raíces de los nervios craneales y los arcos viscerales:

Somita	Raíz ventral	Raíz dorsal	Arco
I	III	V — nervio oftálmico (profundo)	—
II	IV	V — nervios maxilar y mandibular	Mandibular
III	VI	VII, VIII	Hipogloso
IV	—	IX	I branquial
V	—	X, XI	II branquial y los siguientes
y los siguientes			

Por lo común, los nervios craneales se describen por los números del I al XII. Pero si somos fieles al principio histórico, entonces éstos deben ser vistos en un orden inverso, correspondiente al desarrollo de las diferentes partes del encéfalo. En el mismo orden los exponemos nosotros (también así aparece en algunos manuales de neuropatología: E. K. Sepp, M. B. Zucker y E. V. Schmidt, 1950).

NERVIOS QUE SE DESARROLLARON MEDIANTE LA FUSIÓN DE NERVIOS ESPINALES

A este grupo pertenece un solo nervio, el hipogloso.

XII PAR-NERVIO HIPOGLOSO

El **nervio hipogloso** (*n. hypoglossus*) (figs. 388, 448, 449), es el resultado de la fusión de 3-4 nervios espinales (occipitales), segmentarios, que existen independientes en los animales y que inervan la musculatura hipoglosa. En correspondencia con el aislamiento de ésta de los músculos de la lengua, estos nervios (occipitales espinales anteriores) en los vertebrados superiores y en el hombre se fusionan formando como un grupo intermedio entre los nervios espinales y los craneales. Con esto se explica la posición del núcleo del nervio no sólo en el encéfalo, sino también en la médula espinal; la posición del propio nervio en el surco anterolateral de la médula oblongada, cerca de la médula espinal y su salida por muchos filetes radiculares (10-15), y también la conexión con los ramos ventrales de los I y II nervios cervicales en forma de asa cervical (asa del nervio hipogloso).

El nervio hipogloso, siendo muscular, contiene fibras eferentes (motoras) para los músculos de la lengua, y fibras aferentes (proprioceptivas) de los receptores de estos músculos. Por él también pasan fibras simpáticas del ganglio cervical superior (L. A. Orbely, A. V. Tonkij) y tiene relaciones con el nervio lingual (éstas han sido estudiadas detalladamente por R. A. Bárdina), con el ganglio inferior del vago y con los I y II nervios cervicales.

El *núcleo somaticomotor* único del nervio, localizado en la médula oblonga-

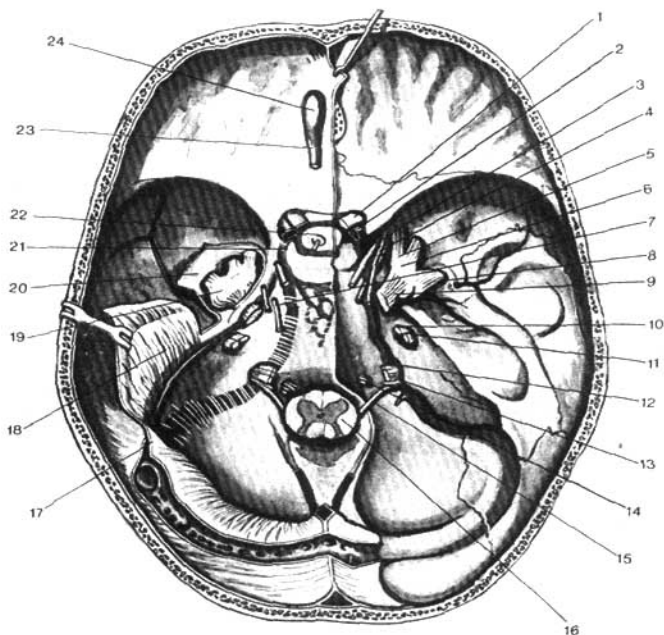


Fig. 448. Relación de los nervios craneales con los agujeros del cráneo (según R. Sinélnikov).

- | | |
|--|--|
| 1 — nervio óptico; | 12 — nervio glossofaríngeo; |
| 2 — arteria oftálmica; | 13 — nervio vago; |
| 3 — nervio oculomotor; | 14 — nervio hipogloso; |
| 4 — nervio troclear; | 15 — nervio accesorio; |
| 5 — nervio oftálmico (I ramo del trigé- | 16 — médula oblongada; |
| mino); | 17, 18 — hemisferios del cerebelo; |
| 6 — nervio maxilar (II ramo del trigé- | 19 — ganglio trigeminal; |
| mino); | 20 — duramadre del encéfalo; |
| 7 — nervio abductor (<i>abducens</i>); | 21 — seno cavernoso; |
| 8 — nervio mandibular (III ramo del tri- | 22 — diafragma de la silla turca (con el |
| gémino); | agujero para el infundíbulo e hipó- |
| 9 — nervio trigémino; | fisis); |
| 10 — nervio facial; | 23 — tracto olfatorio; |
| 11 — nervio vestibulococlear; | 24 — bulbo olfatorio. |

da, en la región del triángulo hipogloso de la fosa romboidal (véase pág. 207), desciende a través de la médula oblongada, llegando hasta los I-II segmentos cervicales y entra en el sistema de la formación reticular. El nervio aparece con varias raíces en la base del encéfalo, entre la pirámide y la oliva, luego

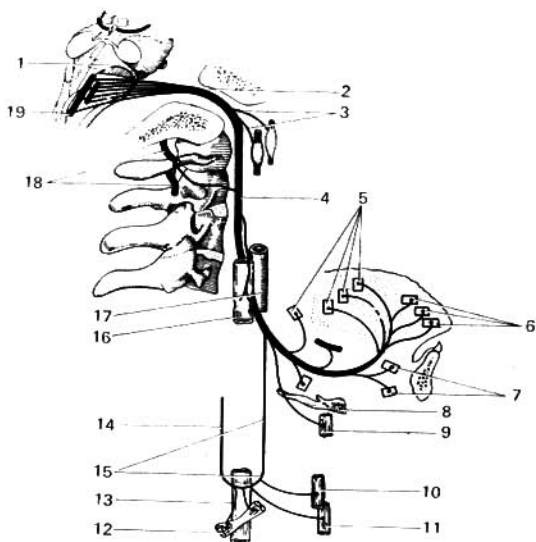


Fig. 449. Esquema del inicio de la ramificación y de las conexiones del nervio hipogloso.

- | | |
|--|---|
| 1 — fosa romboides; | 10 — ramos para el músculo esterno-
hioides; |
| 2 — canal del nervio hipogloso; | 11 — ramos para el músculo esterno-
tiroideo; |
| 3 — ramos comunicantes del nervio hi-
pogloso con el ganglio cervical
simpático superior y con el ganglio
inferior del nervio vago; | 12 — ramo para el músculo omohioides; |
| 4 — nervio hipogloso; | 13, 16 — vena yugular interna; |
| 5, 6 — ramos del nervio hipogloso para
los músculos de la lengua; | 14 — raíz inferior del nervio cervical para
el nervio hipogloso; |
| 7 — ramos para el músculo geniohioides; | 15 — raíz superior del nervio hipogloso; |
| 8 — hueso hioides; | 17 — carótida interna; |
| 9 — ramo para el músculo tirohioides; | 18 — nervios cervicales 1, 2; |
| | 19 — núcleo del nervio hipogloso. |

atraviesa el canal homónimo en el hueso occipital [*canalis (nervi) hipoglossi*], baja por la parte lateral de la arteria carótida interna, va por debajo del vientre posterior del músculo digástrico y se dirige en forma de arco convexo hacia abajo por la cara lateral del músculo hiogloso. Aquí el arco del nervio limita por arriba el triángulo de Pirogov (véase pág. 60).

Cuando el arco del nervio hipogloso tiene una disposición alta, el triángulo de Pirogov tiene un área mayor y viceversa (V. V. Kavérina). Cerca del borde anterior del músculo hiogloso, el nervio emite sus ramos terminales que entran en la musculatura de la lengua. Una parte de las fibras del nervio va en las composición de los ramos del nervio facial que van al músculo orbicular de los labios, con la particularidad de que al lesionarse el núcleo del nervio, se altera

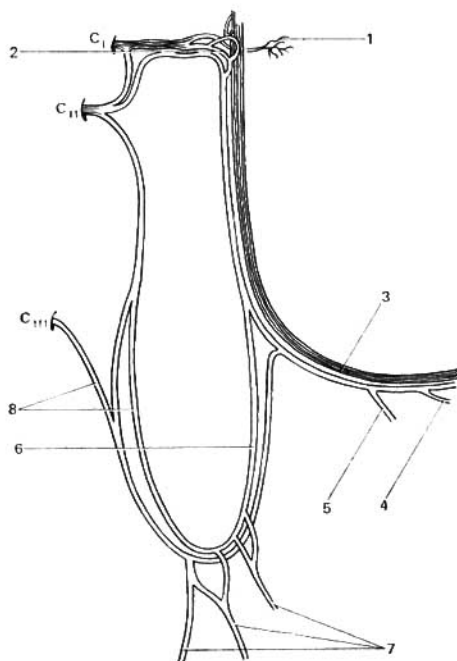


Fig. 450. Esquema de las conexiones del nervio hipogloso con los nervios espinales cervicales.

- 1 — ramos para el músculo recto anterior de la cabeza y para el músculo largo de la cabeza;
- 2 — fascículo de fibras de C_1 en la composición de la raíz superior del nervio hipogloso;
- 3 — nervio hipogloso;

- 4 — ramo para el músculo geniohioideo;
- 5 — ramo para el músculo tirohioideo;
- 6 — raíz superior del nervio hipogloso;
- 7 — ramos musculares;
- 8 — raíz inferior del plexo cervical en la composición del asa cervical.

en algo la función de este músculo (F. A. Poyemni y E. P. Semionova, 1960).

Uno de los ramos del nervio, **la raíz superior**, corre hacia abajo, se une a **la raíz inferior** procedente del plexo cervical y forma con ésta el asa cervical (fig. 450). De esta última se inervan los músculos infrahioideos y el músculo geniohioideo. La raíz superior del nervio hipogloso consta totalmente de fibras de los I y II nervios cervicales, procedentes del plexo cervical y están unidas con ésta. Este enlace morfológico del nervio hipogloso con el plexo cervical puede explicarse por el desarrollo del nervio, y también porque los

músculos de la lengua durante la deglución están relacionados funcionalmente con los músculos del cuello que influyen sobre el hueso hioideo y el cartilago tiroideo (F. A. Poyemni y E. P. Seminova, 1960).

NERVIOS DE LOS ARCOS VISCERALES

A este grupo pertenecen los nervios craneales V, VII, IX y X, los cuales, al igual que los homólogos de las raíces dorsales de los nervios espinales, están inervados con los ganglios nerviosos situados fuera del cerebro, junto con las células pseudounipolares. Estos nervios se desarrollan en relación con el mielencéfalo. A la par que las fibras sensitivas contienen fibras motoras que inervan la musculatura del aparato visceral (branquial) y resultan así ser nervios de los arcos viscerales.

El nervio visceral, típico de los peces, inervador del arco visceral (branquial), consta ordinariamente del ganglio epibranchial, del ramo prebranchial (*ramus pretrematicus*), constituido por fibras sensitivas y el ramo postbranchial (*ramus posttrematicus*), compuesto de fibras sensitivas y motoras. Las fibras sensitivas de ambos ramos son prolongaciones de las neuronas localizadas en el ganglio epibranchial, y las motoras pasan sin entrar en el ganglio, lo mismo que sucede en el nervio espinal. Precisamente estos rasgos característicos de la estructura del nervio visceral típico van a revelarse más o menos manifiestamente en la constitución de los nervios indicados. En este grupo también describiremos el XI par — nervio accesorio—, que es un desprendimiento del X par, y el VIII par — nervio vestibulococlear. Este último es un nervio aferente que se separó del nervio facial en el proceso de su desarrollo, y por eso, a pesar de no pertenecer a los nervios de los arcos viscerales, los datos sobre el mismo serán expuestos después del VII par.

V PAR-NERVIO TRIGEMINO

El nervio trigémino (figs. 388, 448, 451) se desarrolla en relación con es primer arco branquial (mandibular) y es mixto. Con sus fibras sensitivas inerva la piel de la cara y la parte anterior de la cabeza, limitando por detrás con la zona de distribución cutánea de los ramos dorsales de los nervios cervicales y los del plexo cervical. Los ramos cutáneos (posteriores) del II nervio cervical entran en el territorio del trigémino y en consecuencia surge una zona limítrofe de inervación mixta cuya anchura es de 1-2 traveses de dedos. El nervio trigémino es también conductor de la sensibilidad de los receptores de las mucosas de la boca, la nariz, del oído y de la conjuntiva de los ojos, exceptuando aquellas partes de estos últimos que son receptoras específicas de los órganos de los sentidos (inervados por los I, II, VII, VIII y IX pares).

En calidad de nervio del primer arco branquial, el trigémino inerva los músculos de la masticación, desarrollados de este arco, y los músculos del suelo de la boca (véase tomo I); contiene también fibras aferentes (proprioceptivas) que salen de sus receptores y terminan en el núcleo del tracto mesencéfalo del nervio trigémino (A. R. Buchanan, 1962).

Además, en la composición de los ramos del nervio entran las fibras secretoras (vegetativas) para las glándulas que se hallan en la región de las cavidades faciales.

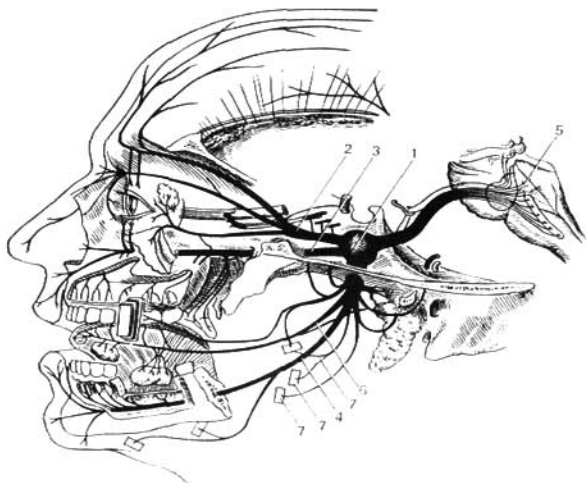


Fig. 451. Esquema del nervio trigémino.

1 — ganglio trigeminal;
 2 — I ramo del trigémino;
 3 — II ramo del trigémino;
 4 — III ramo del trigémino;

5 — fondo del IV ventrículo;
 6 — nervio lingual;
 7 — ramos para la musculatura masticadora.

El trigémino es un nervio mixto que tiene *cuatro núcleos*, de los cuales, dos sensitivos y uno motor, están situados en el cerebro posterior, y otro sensitivo (proprioceptivo) se encuentra en el cerebro medio (véase pág. 209). Las prolongaciones de las células del núcleo motor emergen del puente en la línea que separa a éste del pedúnculo cerebelar medio y que une el lugar de salida de los nervios trigémino y facial (línea trigeminofacial), formando la raíz motora del nervio. Al lado de ésta, la raíz sensitiva hace su entrada en la sustancia del encéfalo, formando ambas raíces el tronco del nervio trigémino, el que después de su emergencia penetra debajo de la duramadre del suelo de la fosa craneal media y se sitúa sobre la cara superior de la porción petrosa del temporal, cerca de su vértice, precisamente donde se encuentra la impresión trigemina. Aquí la duramadre se desdobra y forma para éste una pequeña cavidad, la cavidad trigeminal. En esta cavidad la raíz sensitiva tiene un gran ganglio semilunar, el ganglio trigeminal (de Gasser). Las prolongaciones centrales de las células de este ganglio constituyen la raíz sensitiva y van a los núcleos sensitivos: el núcleo sensitivo principal del n. trigémino (*nucleus sensorius principalis n. trigemini*), el núcleo del tracto espinal del n. trigémino (*nucleus tractus spinalis n. trigemini*) y el núcleo del tracto mesencefálico (*nucleus tractus mesencephalicis n. trigemini*). Las prolongaciones periféricas

entran en la composición de los tres ramos principales del nervio trigémino que parten del borde convexo del ganglio.

Estos ramos son los siguientes: el primer ramo, **nervio oftálmico**, el segundo, **nervio maxilar**, y el tercero, **nervio mandibular**. La raíz motora del trigémino, que no participa en la formación del ganglio, pasa libremente por debajo del mismo y luego se une al tercer ramo. El nervio trigémino del hombre es el resultado de la fusión de dos nervios presentes en los animales: 1) el **nervio oftálmico profundo** o I **nervio trigémino**, y 2) el **nervio maxilo-mandibular** o II **nervio trigémino**. Las huellas de esta fusión suelen manifestarse también en el ganglio trigeminal, el cual a menudo suele ser doble. En correspondencia con esto, el ramo oftálmico es el antiguo oftálmico profundo, y los dos ramos restantes constituyen el nervio maxilomandibular que, siendo un nervio del primer arco visceral (branquial), tiene la estructura de un nervio visceral típico (pág. 289): su ganglio trigeminal es homólogo del ganglio epibranchial; el ramo maxilar es homólogo del ramo prebranchial, y el ramo mandibular es homólogo del ramo postbranchial. Con eso se explica el porqué el ramo mandibular resulta ser un ramo mixto, y su raíz motora pasa sin entrar en el ganglio del nervio.

Cada uno de los tres ramos del nervio trigémino envía un ramito delgado a la duramadre.

En la región donde se ramifica cada uno de estos ramos se encuentran varios pequeños ganglios que pertenecen al sistema nervioso vegetativo, pero que se describen generalmente con el trigémino. Estos ganglios vegetativos (parasimpáticos) tuvieron su origen en células que se trasladaron durante la embriogénesis a las vías de los ramos del nervio trigémino, con lo que se explica la relación con éstos conservada para toda la vida, a saber: con el nervio oftálmico — el ganglio ciliar—; con el nervio maxilar — el ganglio pterigopalatino—; con el nervio mandibular — el ganglio ótico—; y con el nervio lingual (del III ramo) — el ganglio submandibular.

PRIMER RAMO DEL NERVIOS TRIGEMINO

Nervio oftálmico (*n. ophthalmicus*) (fig. 452). Sale del cráneo hacia la órbita, a través de la fisura orbital superior, pero antes de penetrar en ésta se divide en tres ramos: **ramo medial** o **nervio nasociliar**, **ramo medio** o **nervio frontal** y **ramo lateral** o **nervio lagrimal**.

1. **Nervio frontal** (*n. frontalis*). Se dirige hacia delante por debajo del techo de la órbita, atraviesa la incisura (o agujero) supraorbital y va a la piel de la frente con el nombre de nervio supraorbital, dando en su trayecto ramos para la piel del párpado superior y del ángulo medial del ojo.

2. **Nervio lagrimal** (*n. lacrimalis*). Va a la glándula lagrimal, a la que atraviesa y viene a terminar en la piel y la conjuntiva del ángulo lateral del ojo. Antes de penetrar en la glándula el nervio lagrimal se une con el nervio cigomático (del II ramo del nervio trigémino) (véase pág. 293). A través de esta conexión el nervio lagrimal recibe las fibras secretoras para la glándula lagrimal y le facilita también fibras sensitivas.

3. **N. nasociliar** (*n. nasociliaris*). Inerva la parte anterior de la cavidad nasal (n. etmoidales anterior y posterior), el bulbo del ojo (nervios ciliares largos), la piel del ángulo medial del ojo, la conjuntiva y el saco lagrimal (nervio infratroclear). De éste también se desprende un ramo comunicante

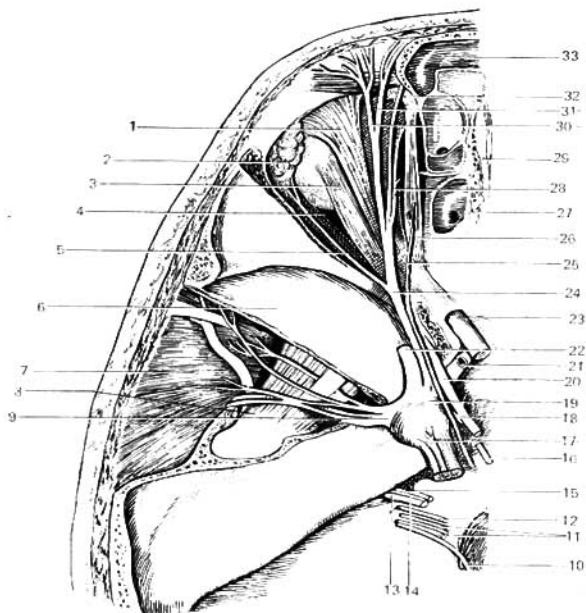


Fig. 452. Nervios de la órbita (vista superior).

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1 — músculo elevador del párpado superior; | 17 — nervio trigémino; |
| 2 — glándula lagrimal; | 19 — ganglio trigeminal; |
| 3 — músculo recto superior; | 20 — nervio oculomotor; |
| 4 — nervio lagrimal; | 21 — arteria carótida interna; |
| 5 — músculo recto lateral; | 22 — nervio maxilar; |
| 6 — fosa media del cráneo; | 23 — nervio óptico; |
| 7 — músculo temporal; | 24 — nervio oftálmico; |
| 8 — músculo pterigoideo lateral; | 25 — nervio troclear; |
| 9 — nervio mandibular; | 26 — músculo oblicuo superior; |
| 10 — nervio accesorio; | 27 — lámina cribosa; |
| 11 — nervio vago; | 28 — nervio nasociliar; |
| 12 — nervio glossofaríngeo; | 29 — crista galli; |
| 13 — plexo coclear del VIII par; | 30 — nervio supraorbital; |
| 14 — plexo vestibular del VIII par; | 31 — nervio frontal; |
| 15 — nervio facial; | 32 — tróclea; |
| 16, 18 — nervio abductor; | 33 — seno frontal. |

para el ganglio ciliar. El nervio oftálmico realiza la inervación sensitiva (propioceptiva) de los músculos del ojo con ayuda de las conexiones con los III, IV y VI pares nerviosos.

El ganglio ciliar tiene la forma de un pequeño engrosamiento ovalado de 1,5 mm de longitud, aproximadamente, situado sobre la cara lateral del

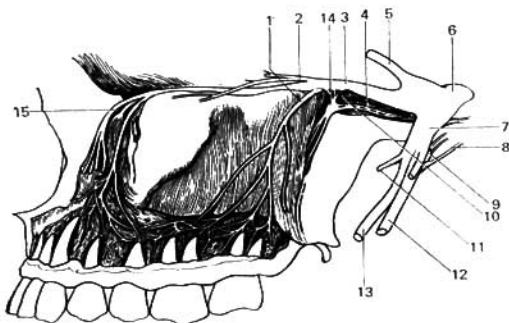


Fig. 453. Nervio maxilar (II ramo del trigémino).

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 — ramo dental superior; | 9 — ganglio ótico; |
| 2 — nervio cigomático; | 10 — ramitos del ganglio pterigopalatino |
| 3 — nervio maxilar; | para el nervio maxilar; |
| 4 — nervio del canal pterigoideo; | 11 — nervio masetérico; |
| 5 — nervio oftálmico; | 12 — nervio alveolar inferior; |
| 6 — nervio trigémino; | 13 — nervio lingual; |
| 7 — nervio mandibular; | 14 — ganglio pterigopalatino; |
| 8 — cuerda del tímpano; | 15 — nervio infraorbital. |

nervio óptico. En este ganglio, que pertenece al sistema vegetativo, se interrumpen las fibras parasimpáticas que van del núcleo accesorio en la composición del nervio oculomotor a los músculos lisos del ojo. Del extremo anterior del ganglio parten 3-6 nervios ciliares cortos (breves) que perforan la esclera del bulbo del ojo alrededor del nervio óptico y van al interior del mismo. A través de estos nervios pasan (después de su interrupción en el ganglio) las fibras parasimpáticas para el esfínter de la pupila y el músculo ciliar.

SEGUNDO RAMO DEL NERVIO TRIGÉMINO

Nervio maxilar (*n. maxillaris*) (fig. 453). Sale de la cavidad craneal a través del agujero redondo y llega a la fosa pterigopalatina; desde aquí se continúa con nervio infraorbital (*n. infraorbitalis*), que va a través de la fisura orbital inferior (*fissura orbitalis inferior*) hacia el canal y conducto infraorbitales de la pared inferior de la órbita, luego atraviesa el agujero infraorbital y aparece en la cara *, donde se separa en un fascículo de ramos. Estos ramos, al unirse en parte con los del nervio facial, inervan la piel del párpado inferior, de la cara lateral de la nariz y del labio superior.

Del nervio maxilar y de su continuación, el infraorbital, parten los ramos siguientes:

1. **Nervio cigomático** (*n. zygomaticus*). Para la piel de la mejilla y la parte anterior de la región temporal. Se anastomosa con el nervio lagrimal (del I ramo del nervio trigémino).

* Por eso, para anestesiarse la región de inervación del nervio infraorbital (dientes superiores) se introduce la aguja de la jeringuilla en el agujero infraorbital.

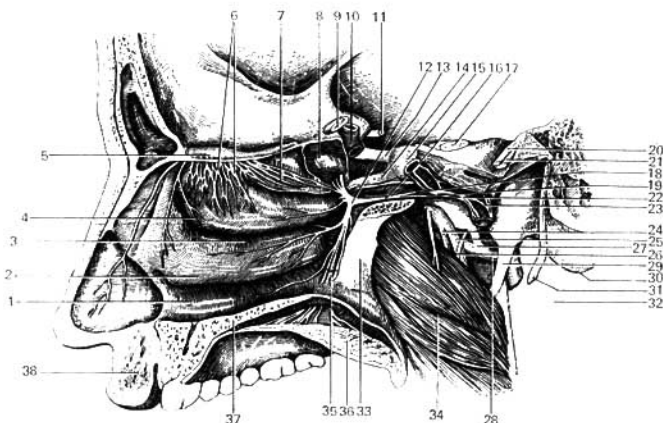


Fig. 151. Nervio olfatorio, ganglio pterigopalatino, ramos del nervio trigémino.

- | | |
|---|--|
| 1 — meato nasal inferior; | 21 — VIII par; |
| 2, 4, 7 — conchas nasales inferior, media y superior; | 22 — plexo simpático alrededor de la arteria carótida interna; |
| 3 — meato nasal medio; | 24 — nervio lingual; |
| 5 — bulbo olfatorio; | 25 — nervio alveolar inferior; |
| 6 — nervios olfatorios; | 26 — cuerda del tímpano; |
| 8 — seno esfenoidal; | 27 — arteria meníngea media; |
| 9 — nervio óptico; | 28 — arteria maxilar; |
| 10, 23 — arteria carótida interna; | 29 — proceso estiloideo; |
| 11 — nervio oculomotor; | 30 — proceso mastoideo; |
| 12 — ganglio pterigopalatino; | 32 — glándula parotídea; |
| 13 — nervio oftálmico; | 33 — lámina perpendicular del hueso palatino; |
| 14 — nervio maxilar; | 34 — músculo pterigoideo medial; |
| 15 — ganglio trigeminal; | 35 — nervios palatinos; |
| 16 — nervio del canal pterigoideo; | 36 — paladar blando; |
| 17 — nervio trigémino; | 37 — paladar duro; |
| 18 — nervio petroso mayor; | 38 — labio superior. |
| 19 — nervio petroso profundo; | |
| 20, 31 — nervio facial; | |

2. **Nervios alveolares superiores** (*nn. alveolares superiores*). En el espesor del maxilar forman el plexo dentario superior del cual parten los ramos dentales superiores y los filetes dentarios para los dientes superiores y los ramos gingivales superiores o filetes gingivales para las encías.

3. **Nervios pterigopalatinos** (*nn. pterygopalatini*). Está constituido por varios ramitos cortos (2-3), que unen el nervio maxilar con el ganglio pterigopalatino.

El ganglio pterigopalatino (*ganglion pterygopalatinum*) están situados en la fosa pterigopalatina medialmente y por debajo del nervio maxilar. En el ganglio, perteneciente al sistema nervioso vegetativo, se interrumpen las fibras parasimpáticas que van desde el núcleo vegetativo del nervio intermedio (*n. intermedius*) a la glándula lagrimal, a las glándulas de la mucosa de la nariz y del paladar en la composición del mismo nervio, y después, como el nervio petroso mayor (ramo del nervio facial) alcanza el ganglio.

El ganglio pterigopalatino da los siguientes ramos (secretorios) (fig. 454):

1) **ramos nasales posteriores**, que a través del agujero esfenopalatino (*foramen sphenopalatinum*) se dirigen a las glándulas de la mucosa nasal; el más grande de éstos es el nervio nasopalatino, que pasa a través del conducto incisivo e inerva las glándulas de la mucosa del paladar duro;

2) **nervios palatinos**, que bajan por el conducto palatino mayor y al salir a través de los agujeros palatinos mayor y menor inervan las glándulas de la mucosa del paladar duro y blando.

En la composición de los nervios que parten del ganglio pterigopalatino corren, además de las fibras secretoras, fibras sensitivas (del II ramo del nervio trigémino) y simpáticas. De este modo, las fibras del nervio intermedio (de la parte parasimpática del nervio facial) que pasan por el nervio petroso mayor inervan, a través del ganglio pterigopalatino, las glándulas de la cavidad nasal y del paladar, y también la glándula lagrimal. El trayecto de estas últimas es el del ganglio pterigopalatino, a través de los nervios pterigopalatinos al nervio zigomático y de éste, mediante conexión, al nervio lagrimal.

TERCER RAMO DEL NERVIOS TRIGEMINO

Nervio mandibular (*n. mandibularis*) (fig. 455). Además de la raíz sensitiva tiene en su composición la raíz motora del nervio trigémino, que va desde el núcleo motor a la musculatura derivada del arco mandibular, y por eso inerva los músculos insertados en la mandíbula, la piel que la cubre y otros derivados del arco. Al salir del cráneo a través del agujero oval, se divide en dos grupos de ramos.

A. Ramos musculares:

Para los músculos homónimos: el nervio masetérico, los nervios temporales profundos, los nervios pterigoideos lateral y medial, el nervio tensor del tímpano, el nervio tensor del velo palatino y el nervio milohioideo, que se desprende del nervio alveolar inferior, ramo del mandibular, e inerva también el vientre anterior del músculo digástrico.

B. Ramos sensitivos:

1. **Nervio bucal** (*n. buccalis*). Va a la mucosa de la mejilla.

2. **Nervio lingual** (*n. lingualis*). Desciende por la parte medial del músculo pterigoideo medio y se extiende por debajo de la mucosa del suelo de la cavidad bucal. Al emitir el nervio sublingual hacia la mucosa del suelo de la boca, el nervio lingual inerva también la mucosa del dorso de la lengua a lo largo de sus dos tercios anteriores. Allí donde el lingual pasa entre ambos músculos pterigoideos, a él se une un ramito fino del nervio facial que sale de la fisura petrotimpánica. Por este ramito van fibras secretoras parasimpáticas que emergen del núcleo salivatorio superior del nervio intermedio para las glándulas salivales sublingual y submandibular. También en su composición entran fibras gustativas de los dos tercios anteriores de la lengua. Las fibras del propio nervio lingual que se difunden en la lengua son conductoras de la sensibilidad general (tacto, dolor, sensibilidad térmica).

3. **Nervio alveolar inferior** (*n. alveolaris inferior*). Penetra en el canal mandibular (*canalis mandibulae*) acompañado de la arteria homónima, allí emite ramos para todos los dientes inferiores, formando previamente el plexo dentario inferior; cerca del extremo anterior del canal da un ramo grueso,

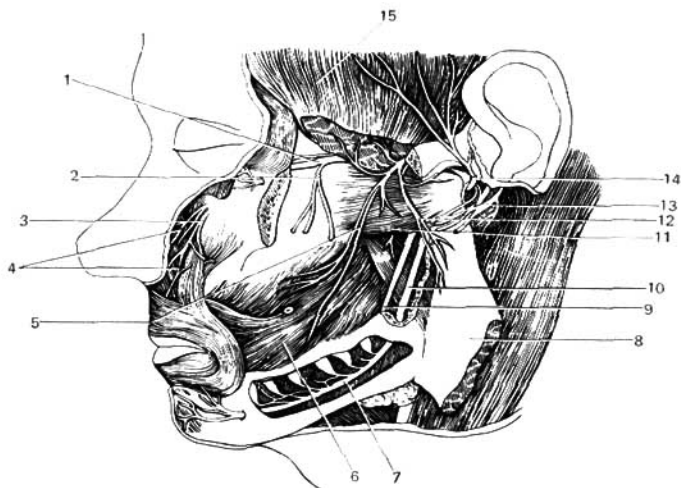


Fig. 455. Nervio mandibular (III ramo del trigémino).

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 — nervio maxilar; | 9 — nervio lingual; |
| 2 — nervio alveolar superior; | 11 — músculo pterigoideo lateral; |
| 3, 4 — nervio infraorbital; | 12 — nervio maseterico; |
| 5 — nervio bucal; | 13 — nervio facial; |
| 6 — músculo buccinador; | 14 — nervio auriculotemporal; |
| 7, 10 — nervio alveolar inferior; | 15 — músculo temporal. |
| 8 — músculo masetero; | |

el nervio mental, que sale del agujero mental y se extiende por la piel del mentón y del labio inferior. El nervio alveolar inferior es un nervio sensitivo con escasa combinación de fibras motoras, las cuales se desprenden del mismo cerca del agujero mandibular y entran en la constitución del nervio miloideo (véase más arriba).

4. **Nervio auriculotemporal** (*n. auriculotemporalis*). Penetra en la parte superior de la glándula parotídea y, virando hacia arriba, va a la región temporal acompañando a la arteria temporal superficial. En su trayecto emite ramos secretorios para la parótida (acerca de su origen, véase más abajo), y también ramos sensitivos para la articulación temporomandibular, la piel de la parte anterior de la oreja y el meato acústico externo. Los ramos terminales del nervio auriculotemporal inervan la piel de la sien.

En la región del III ramo del trigémino hay dos ganglios pertenecientes al sistema vegetativo, mediante los cuales se inervan, principalmente, las glándulas salivales. Uno de ellos, el **ganglio ótico**, representa un pequeño cuerpo redondeado situado debajo del agujero oval, en la parte medial del nervio mandibular. A él llegan fibras secretoras parasimpáticas en la com-

posición del nervio petroso menor, que son la continuación del nervio tímpanico (de Jacobson), que tiene su origen en el nervio glossofaríngeo. Estas fibras se interrumpen en el ganglio y van a la parótida por el nervio auriculotemporal, con el cual está unido el ganglio ótico. El otro ganglio, el **ganglio submandibular**, se sitúa en el extremo inferior del músculo pterigoideo medial, por encima de la glándula submandibular, debajo del nervio lingual. El ganglio está en conexión, mediante los ramos, con el nervio lingual. Las fibras de la cuerda del tímpano, por medio de estos ramos, van al ganglio, donde terminan; como su continuación sirven las fibras que parten del ganglio y que inervan las glándulas salivales submandibular y sublingual.

VII PAR-NERVIO FACIAL

Nervio facial (*n. facialis*) (figs. 388, 448, 456). Es un nervio mixto; en calidad de nervio del segundo arco visceral inerva los músculos desarrollados a expensas del mismo: todos los músculos mímicos y una parte de los

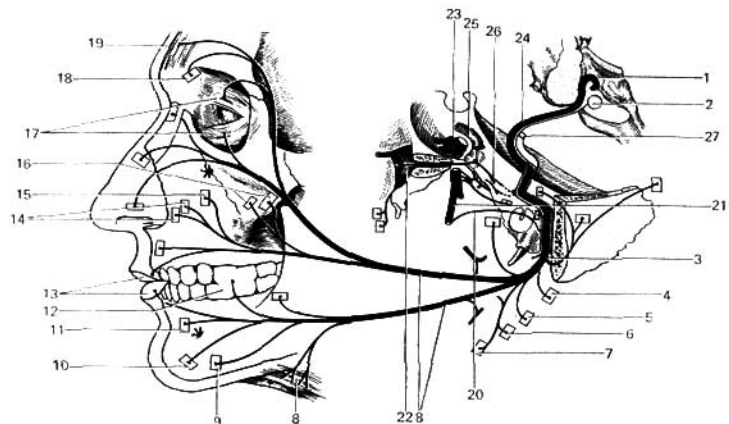


Fig. 456. Esquema del nervio facial.

- | | |
|--|--|
| 1 — suelo del IV ventrículo; | 13 — músculo orbicular de la boca; |
| 2 — núcleo del nervio facial; | 14 — músculo elevador del labio superior; |
| 3 — agujero estilomastoideo; | 15 — músculo canino; |
| 4 — músculo auricular posterior; | 16 — músculo cigomático; |
| 5 — vena occipital; | 17 — músculo orbicular del ojo; |
| 6 — vientre posterior del músculo digástrico; | 18 — músculo corrugador de las cejas; |
| 7 — músculo estilohioideo; | 19 — vena frontal del músculo occipitofrontal; |
| 8 — ramos del nervio facial para la musculatura mímica y para el músculo platisma; | 20 — cuerda del tímpano; |
| 9 — músculo depresor del ángulo de la boca; | 21 — nervio lingual; |
| 10 — músculo mental; | 22 — ganglio pterigopalatino; |
| 11 — músculo depresor del labio inferior; | 23 — ganglio trigeminal; |
| 12 — músculo buccinador; | 24 — arteria carótida interna; |
| | 25 — nervio intermedio; |
| | 26 — nervio facial. |

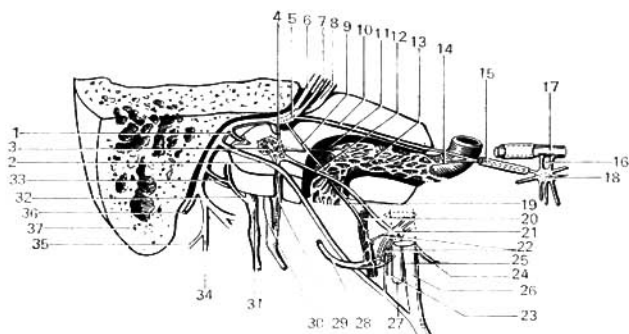


Fig. 457. Relaciones de los nervios y vasos con el hueso temporal (esquema).

- | | |
|--|---|
| 1 — nervio estapedio; | 21 — ganglio ótico; |
| 2 — cuerda del tímpano; | 22 — ramos del ganglio ótico para el |
| 3 — plexo timpánico; | nervio auriculotemporal; |
| 4 — ramo comunicante del nervio facial | 23 — rama comunicante entre el ganglio |
| con el plexo timpánico; | ótico y la cuerda del tímpano; |
| 5 — ganglio geniculado; | 24 — nervio mastoideo; |
| 6 — nervio facial; | 25 — nervio mandibular; |
| 7 — nervio intermedio; | 26 — nervio lingual; |
| 8 — VIII par; | 27 — nervio alveolar inferior; |
| 9, 19 — ramo comunicante con el plexo | 28 — nervio auriculotemporal; |
| alrededor de la arteria menígea | 29 — nervio timpánico; |
| media; | 30 — nervio glossofaríngeo; |
| 10 — nervio petroso mayor; | 31 — nervio vago (ganglio superior); |
| 11 — nervio caroticotimpánico; | 32 — ramo auricular del nervio vago; |
| 12 — nervio petroso menor; | 33 — ramo comunicante del nervio facial |
| 13 — plexo simpático de la arteria caróti- | con el ramo auricular del nervio |
| da interna; | vago; |
| 14 — nervio petroso profundo; | 34 — ramo del nervio facial para el mús- |
| 15 — nervio del canal pterigoideo; | culo estilogloideo; |
| 16 — nervios pterigopalatinos; | 35 — ramo del nervio facial para el vien- |
| 17 — nervio maxilar; | tre posterior del músculo digástrico; |
| 18 — ganglio pterigopalatino; | 36 — nervio auricular posterior; |
| 20 — plexo simpático de la arteria me- | 37 — proceso mastoideo. |

suprahioides y contiene fibras eferentes (motoras) para estos músculos, que parten de su núcleo motor, y fibras aferentes (proprioceptivas) que emergen de los receptores de estos músculos (véase fig. 456). En su composición entran también fibras gustativas (aferentes) y fibras secretoras (eferentes) pertenecientes al nervio intermedio (véase más abajo).

De acuerdo con sus componentes, el nervio facial tiene *tres núcleos* situados en el puente: el núcleo motor del nervio facial, el sensitivo—núcleo del tracto solitario—, y el secretorio—núcleo salivatorio superior. Estos dos últimos pertenecen al nervio intermedio.

El nervio facial emerge por la parte lateral de la superficie del encéfalo, por el borde posterior del puente, en la línea trigeminofacial, junto con el nervio vestibulococlear. Luego penetra con éste en el poro acústico interno y entra en el canal facial (*canalis facialis*). En este canal el nervio va al principio horizontalmente, en dirección lateral hasta la región del hiato petroso, donde vira hacia atrás, en ángulo recto, para seguir entonces por la parte

superior de la pared medial de la cavidad timpánica. Este, como antes, se encuentra en el canal óseo, y está separado de la cavidad timpánica por una placa ósea. Después de salir de esta cavidad, el nervio otra vez se flexiona y descende verticalmente, saliendo del cráneo a través del agujero estilomastoideo. A nivel de su primer ángulo (geniculo), su parte sensitiva (gustativa) tiene un pequeño ganglio nervioso, el **ganglio geniculado**. Al salir del agujero estilomastoideo el nervio facial penetra en el espesor de la parótida y se divide en sus ramos terminales. Durante su trayecto por el canal del facial, el nervio emite los ramos siguientes (fig. 457):

1. **Nervio petroso mayor** (*n. petrosus major*) (nervio secretorio). Se inicia en la región del ganglio geniculado y sale a través del hiato del canal del nervio petroso mayor; después se dirige por el surco homónimo en la cara anterior del peñasco del temporal, pasa al canal pterigoideo junto con el nervio simpático, nervio petroso profundo (*n. petrosus profundus*), formando con él un nervio común, el nervio del canal pterigoideo (*n. canalis pterygoidei*), que alcanza el ganglio pterigopalatino. El nervio se interrumpe en este ganglio y bajo la forma de ramos nasales posteriores y nervios palatinos va a las glándulas de la mucosa nasal y del paladar; una parte de las fibras que entran en la composición del nervio cigomático (del nervio maxilar) llegan por intermedio del nervio lagrimal a la glándula lagrimal (véase pág. 291).

2. **Nervio estapedio** (*n. stapedius*). Inerva al músculo del estribo (*m. stapedius*).

3. **Cuerda del tímpano** (*chorda tympani*) (ramo mixto). Se separa del nervio facial en la parte inferior del canal facial, penetra en la cavidad timpánica y allí se extiende sobre la cara medial del tímpano saliendo después a través de la cisura petrotimpánica para ir hacia abajo y adelante a unirse con el nervio lingual.

La parte sensitiva (gustativa) de la cuerda del tímpano (prolongaciones periféricas de las células del ganglio geniculado) van en la composición del nervio lingual hacia la mucosa de la lengua inervando con fibras gustativas sus dos tercios anteriores. La parte secretora llega al ganglio submandibular y después de interrumpirse en éste, inerva con fibras secretoras a las glándulas salivales submandibular y sublingual.

Después de salir del agujero estilomastoideo, a partir del nervio facial se extienden los siguientes **ramos musculares**:

1. **Nervio auricular posterior** (*n. auricularis posterior*). Inerva el músculo auricular posterior y el vientre occipital del músculo epicráneo.

2. **Ramo digástrico** (*ramus digastricus*). Inerva el vientre posterior del músculo digástrico y el músculo estilohioideo.

3. Los múltiples ramos que van a la musculatura mímica de la cara forman el plexo parotídeo. Estos ramos, en general, tienen disposición radial, dirigidos de atrás hacia delante y al salir de la glándula van a la cara y a la parte superior del cuello, anastomosándose ampliamente con los ramos subcutáneos del nervio trigémino. En ellos se distinguen:

a) **ramos temporales**—para los músculos auriculares anterior y superior, el vientre frontal del músculo epicráneo y el músculo orbicular de los ojos;

b) **ramos cigomáticos**—para el músculo orbicular de los párpados y el músculo cigomático;

c) **ramos bucales**—para los músculos en la circunferencia de la boca y la nariz:

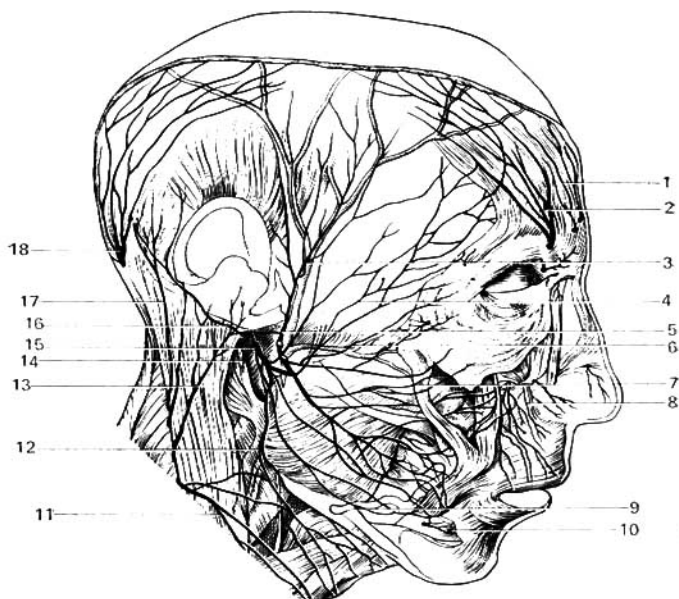


Fig. 458. Inervación de la piel de la cabeza y de la musculatura mímica.

- | | |
|---|---|
| 1 — ramo del nervio frontal; | 11 — ramo transverso del cuello; |
| 2 — nervio supraorbital; | 12 — ramo del cuello del nervio facial; |
| 3 — ramos del nervio auriculotemporal; | 13 — nervio auricular magno; |
| 4 — ramo cigomático del nervio facial; | 14 — ramo anastomótico del nervio facial con el plexo cervical; |
| 5 — nervio auriculotemporal; | 15 — nervio facial; |
| 6, 7 — ramos bucales del nervio facial; | 16 — nervio auricular posterior; |
| 8 — nervio infraorbital; | 17 — nervio occipital menor; |
| 9 — ramo marginal de la mandíbula; | 18 — nervio occipital mayor. |
| 10 — nervio mental; | |

d) **ramos marginales de la mandíbula** (*ramus marginalis mandibulae*)—se extienden por el borde de la mandíbula hacia los músculos del mentón y el labio inferior;

e) **ramo del cuello** (*ramus colli*)—desciende al cuello e inerva el platisma. Este último ramo se anastomosa constantemente con el ramo superior del nervio transverso del cuello (*n. transversus colli*) del plexo cervical (fig. 458).

Nervio intermedio (*n. intermedius*) (de Wrisberg). Es un nervio mixto. Contiene fibras aferentes (gustativas) que van a su núcleo sensitivo (núcleo del tracto solitario), y fibras eferentes (secretoras, parasimpáticas), que parten de su núcleo vegetativo, secretor (núcleo salivatorio) (pág. 937).

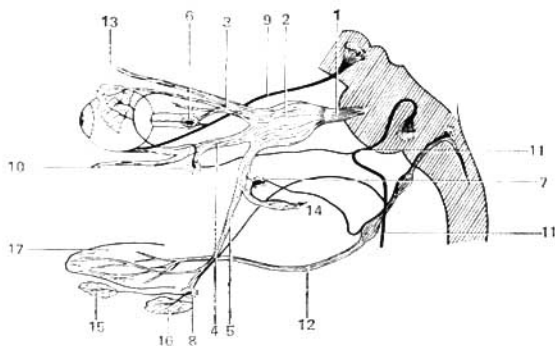


Fig. 459. Esquema de los nervios trigémino, facial (intermedio) y glosofaríngeo y sus relaciones con los ganglios.

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1 — nervio trigémino; | 10 — ganglio pterigopalatino; |
| 2 — ganglio trigémino; | 11 — nervio facial; |
| 3 — nervio oftálmico; | 12 — nervio glosofaríngeo; |
| 4 — nervio maxilar; | 13 — glándula lagrimal; |
| 5 — nervio mandibular; | 14 — nervio auriculotemporal; |
| 6 — ganglio ciliar; | 15 — glándula sublingual; |
| 7 — ganglio ótico; | 16 — glándula submandibular; |
| 8 — ganglio submandibular; | 17 — lengua. |
| 9 — nervio oculomotor; | |

El nervio intermedio sale del encéfalo por un pequeño tronco delgado, entre el facial y el vestibulococlear, después de algún trayecto entre ambos nervios se une con el nervio facial, haciéndose su componente; por eso le llaman porción intermedia del nervio facial. Después se continúa en la cuerda del tímpano y en el nervio petroso mayor. Sus fibras sensitivas surgen de las prolongaciones de las células pseudounipolares del ganglio geniculado. Las prolongaciones centrales de estas células van en la composición del nervio intermedio hacia el cerebro, donde terminan en el núcleo del tracto solitario. Las prolongaciones periféricas de las células pasan en la cuerda del tímpano conduciendo la sensibilidad gustativa de la porción anterior de la lengua y el paladar blando. Las fibras parasimpáticas secretoras del nervio intermedio comienzan en el núcleo salivatorio superior y se dirigen por la cuerda del tímpano a las glándulas submandibular y sublingual (mediante el ganglio submandibular) y por el nervio petroso mayor a través del ganglio pterigopalatino a las glándulas de la mucosa de la cavidad nasal y del paladar, y a la glándula lagrimal. Esta última recibe sus fibras secretoras del nervio intermedio a través del nervio petroso mayor, el ganglio pterigopalatino y la conexión del segundo ramo del nervio trigémino con el nervio lagrimal (fig. 459).

De esta manera puede decirse que el nervio intermedio inerva todas las glándulas de las cavidades de la cara, con excepción de la parótida que recibe sus fibras secretoras del nervio glosofaríngeo.

VIII PAR-NERVIO VESTIBULOCOCLEAR

Nervio vestibulococlear (*n. vestibulocochlearis*). Es un nervio aferente aislado del facial, contiene fibras somatosensitivas que salen del órgano del oído y del equilibrio. Este nervio consta de dos partes—porción vestibular y porción coclear, diferentes por sus funciones: **la porción vestibular** es el conductor de los impulsos del aparato estático, situado en el vestíbulo y los canales semicirculares del laberinto del oído interno, y **la porción coclear** conduce los impulsos acústicos del órgano espiral (*organum spirale*), que se encuentra en el caracol (cóclea) y que recibe las excitaciones acústicas (figs. 388, 448).

Puesto que estas partes son sensitivas, cada una de ellas tiene su propio ganglio nervioso que contiene células nerviosas bipolares. El ganglio de la porción vestibular (de Scarpa), denominado **ganglio vestibular**, se encuentra en el fondo del meato acústico interno y el ganglio de la porción coclear—ganglio espiral (de Corti)—se sitúa en el caracol.

Las prolongaciones periféricas de las células bipolares de los ganglios terminan en los aparatos receptores de las partes mencionadas del laberinto, sobre lo cual insistiremos en el capítulo de los órganos de los sentidos (véase «Órgano del oído y del equilibrio»), y las prolongaciones centrales, al salir del oído interno a través del poro acústico interno, van en la composición de las partes correspondientes del nervio al cerebro y entran en éste junto con el nervio facial alcanzando sus núcleos: la porción vestibular—a cuatro núcleos—, y la porción coclear—a dos núcleos (véase pág. 209).

IX PAR-NERVIO GLOsofaríngeo

Nervio glossofaríngeo (*n. glossopharyngeus*) (figs. 388, 448, 460). Es el nervio del tercer arco visceral que en el proceso evolutivo se separó del X par—nervio vago. Contiene tres tipos de fibras: 1) aferentes (sensitivas), que van de los receptores de la faringe, la cavidad timpánica, la mucosa de la lengua (tercio posterior), las tonsilas y los arcos del paladar; 2) efe-

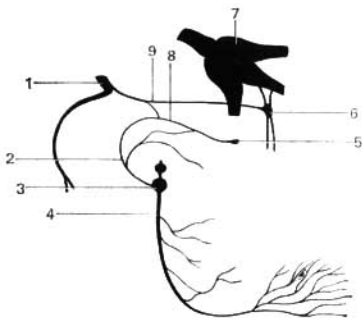


Fig. 460. Esquema del nervio glossofaríngeo.

- 1 — nervio facial;
- 2 — nervio timpánico;
- 3 — ganglio inferior del IX par;
- 4 — nervio glossofaríngeo;
- 5 — ganglio ótico;
- 6 — ganglio pterigopalatino;
- 7 — ganglio trigeminal;
- 8 — nervio petroso menor;
- 9 — nervio petroso mayor.

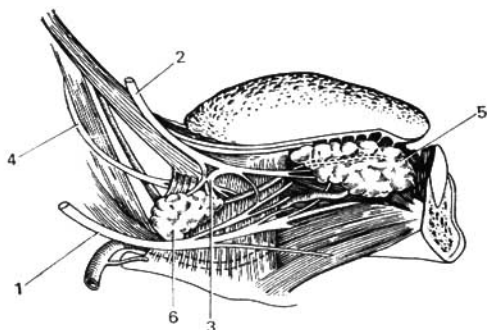


Fig. 461. Nervios de la lengua.

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1 — nervio hipoglosio; | 4 — nervio glossofaríngeo; |
| 2 — nervio lingual; | 5 — glándula sublingual; |
| 3 — ganglio submandibular; | 6 — glándula submandibular. |

rentes (motoras), que inervan uno de los músculos de la faringe (músculo estilofaríngeo); 3) eferentes (secretoras), parasimpáticas, para la glándula parotídea. En correspondencia con sus componentes, el nervio tiene *tres nucleos*: el **núcleo del tracto solitario**, al que llegan las prolongaciones centrales de las células de dos ganglios aferentes—el ganglio superior (de Ehrenritter) y el inferior (de Andersch) (véase más abajo). El **núcleo vegetativo** (secretor), parasimpático, **núcleo salivatorio inferior**, consta de células que se encuentran difundidas en la formación reticular, cerca del tercer núcleo, motor, común con el nervio vago, el **núcleo ambiguo** (véase fig. 400). El nervio glossofaríngeo sale con sus raíces de la médula oblongada, detrás de la oliva, por encima del nervio vago, y junto con éste abandona el cráneo a través del agujero yugular. En los límites de este último la parte sensitiva del nervio tiene un ganglio, el **ganglio superior**, y al salir del agujero, el **ganglio inferior**, situado en la cara inferior de la porción petrosa. Al principio, el nervio desciende entre la vena yugular interna y la arteria carótida interna, luego rodea por detrás el músculo estilofaríngeo y por el lado lateral de éste alcanza en forma de un arco en declive la raíz de la lengua, donde da sus ramos terminales (fig. 461).

Ramos del nervio glossofaríngeo:

1. **Nervio timpánico** (*n. tympanicus*). Parte del ganglio inferior y penetra en la cavidad timpánica, donde forma el plexo timpánico, al que llegan también ramos del plexo simpático de la arteria carótida interna. Este plexo inerva la mucosa de la cavidad timpánica y de la tuba auditiva. Al salir de la cavidad timpánica, atravesando su pared superior en forma del nervio petroso menor, pasa al surco homónimo (surco del n. petroso menor) de la cara anterior de la porción petrosa del temporal y llega al ganglio ótico. A través de este nervio llegan al ganglio fibras secretoras parasimpáticas para la glándula parotídea originadas en el núcleo salivatorio inferior. Después

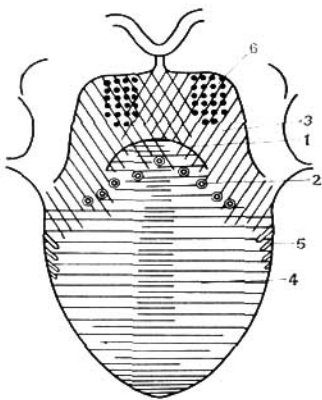


Fig. 462. Esquema de las zonas de inervación sensitiva de la lengua (*campos sensitivos*).

Por delante del surco limitrofe (1) — papilas rodeadas por la valla (2), y la zona detrás de ellas (3) región de la inervación del nervio glossofaríngeo. Parte anterior de la inervación del nervio lingual por los bordes de la lengua; (5) — región de la inervación del nervio glossofaríngeo en la raíz de la lengua (6) — región de la inervación de la lengua por el ramo del nervio laríngeo superior.

de interrumpirse en el ganglio, las fibras alcanzan la glándula en la composición del nervio auriculotemporal del III ramo del trigémino (véase pág. 295).

2. **Ramo del músculo estilofaríngeo** (*ramus m. stylopharyngei*), para el músculo homónimo.

3. **Ramos tonsilares** (*rami tonsillares*), para la mucosa de las tonsilas y los arcos del paladar.

4. **Ramos faríngeos** (*rami pharyngei*), para el plexo faríngeo.

5. **Ramos linguales** (*rami linguales*) (fig. 452), que con los ramos terminales del nervio inervan la mucosa del tercio posterior de la lengua con fibras sensitivas, entre las que pasan también fibras gustativas para las papilas valladas (*papillae vallatae*).

6. **Ramo del seno carotídeo** (*r. sinus carotici*), nervio sensitivo para el seno carotídeo (*glomus carotideo*) descrito detalladamente por A. A. Smirnov (véase fig. 291).

X PAR-NERVI VAGO

Nervio vago (*n. vagus*) (figs. 388, 448, 463, 464). Se desarrolló a expensas del cuarto arco visceral y de los que le siguen, se denomina vago por su amplia difusión. Es el más largo de los nervios craneales. Inerva con sus ramos los órganos respiratorios, una parte considerable del tracto digestivo (hasta el colon sigmoideo) y también el corazón, que recibe de este nervio las fibras que hacen más lentos sus latidos. El vago tiene tres tipos de fibras:

1. **Fibras aferentes (sensitivas)** van desde los receptores de las vísceras y órganos mencionados, así como de cierta parte de la duramadre y el meato acústico externo con la oreja, hasta el núcleo sensitivo, el **núcleo del tracto solitario** (sobre los núcleos del nervio vago véanse págs. 208, 209).

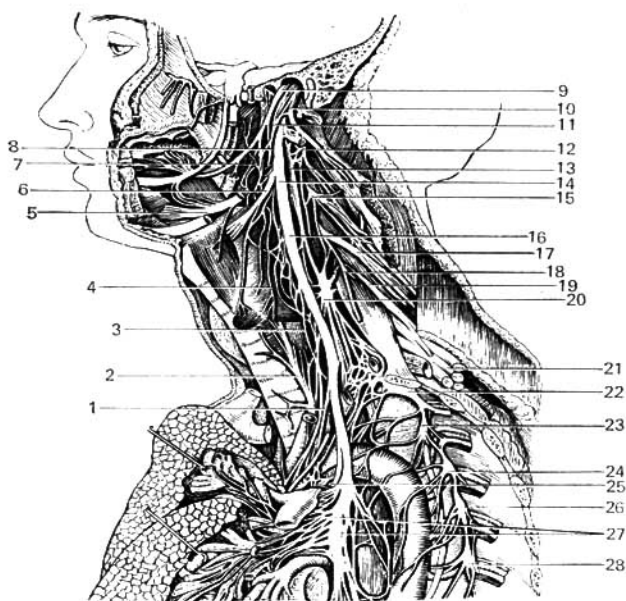


Fig. 463. Nervios glossofaríngeo y vago, parte cervical del tronco simpático.

- | | |
|---|--|
| 1 — ramos cardíacos inferiores del nervio vago; | 12-15, 17-19 — II, III, IV, V nervios cervicales espinales; |
| 2 — nervio laríngeo inferior; | 13 — ganglio cervical superior; |
| 3 — ramos cardíacos superiores; | 14, 16 — nervio vago; |
| 4 — plexo faríngeo; | 18 — nervio frénico; |
| 5 — nervio hipoglosso; | 20 — ganglio cervical medio; |
| 6 — nervio laríngeo superior; | 21 — plexo braquial; |
| 7 — nervio lingual; | 22 — ganglio cervical inferior; |
| 8 — ramos faríngeos del nervio vago; | 23, 24, 26, 28 — II, III, IV, V ganglios torácicos del tronco simpático; |
| 9 — nervio glossofaríngeo; | 25 — nervio laríngeo recurrente; |
| 10, 11 — ramos del nervio accesorio; | 27 — plexo pulmonar. |

2. **Fibras eferentes (motoras)**, para los músculos estriados de la faringe, el paladar blando y la laringe, y fibras aferentes (proprioceptivas), que parten de los receptores de estos músculos. Estos músculos reciben las fibras del núcleo motor (núcleo ambiguo).

3. **Fibras eferentes (parasimpáticas)**, parten del núcleo vegetativo (núcleo dorsal del nervio vago). Estas van a la musculatura estriada del corazón (retardan los latidos cardíacos) y a la musculatura lisa de los vasos (vasodilatador). Además de esto, en la composición de los ramos cardíacos del vago entra el llamado nervio depresor (de Cyon), que sirve de nervio sensitivo

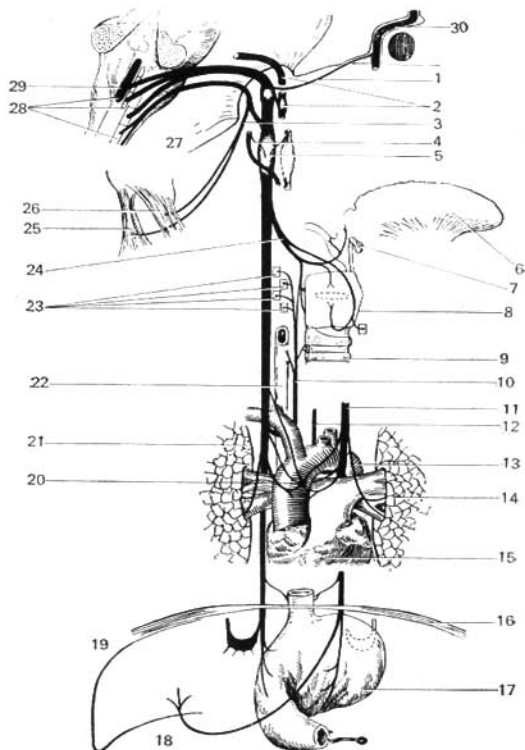


Fig. 464. Esquema de los nervios vago y accesorio.

- 1 — ramo comunicante del nervio vago con el nervio facial;
- 2 — nervio glosofaríngeo;
- 3 — nervio accesorio;
- 4 — ramo comunicante con el nervio hipogloso;
- 5 — ramo comunicante con el tronco simpático;
- 6 — lengua;
- 7 — hueso hioideo;
- 8 — laringe;
- 9 — tráquea;
- 10 — nervio laríngeo recurrente derecho;
- 11 — nervio laríngeo recurrente izquierdo;
- 12 — nervio vago izquierdo;
- 13 — aorta;
- 14 — pulmón;
- 15 — corazón;

- 16 — diafragma;
- 17 — estómago;
- 18 — hígado;
- 19 — ganglio semilunar derecho;
- 20 — ganglio cardíaco;
- 21 — pulmón derecho;
- 22 — esófago;
- 23 — ramificaciones del nervio laríngeo inferior en los músculos laríngeos;
- 24 — nervio laríngeo superior;
- 25 — músculo trapecio;
- 26 — músculo esternocleidomastoideo;
- 27 — nervio accesorio, que pasa a través del agujero yugular;
- 28 — núcleo del nervio vago y del nervio accesorio;
- 29 — núcleo del nervio vago;
- 30 — nervio facial.

para el corazón y la parte inicial de la aorta y ejerce la regulación refleja de la presión sanguínea. Las fibras parasimpáticas inervan también la tráquea, los pulmones (contraen los bronquios), el esófago, el estómago y el intestino hasta el colon sigmoideo (refuerzan la peristalsis), las glándulas localizadas en dichos órganos, y las glándulas de la cavidad abdominal—hígado, páncreas (fibras secretoras) y riñones.

La parte parasimpática del nervio vago es muy grande, por lo cual éste resulta ser un nervio vegetativo importantísimo para las funciones vitales del organismo. Según los datos de B. A. Dolgo-Saburov, el vago representa un sistema complejo que consta no sólo de conductores nerviosos de diferente origen, sino también de ganglios nerviosos intertrunculares.

Las fibras de todos los tipos relacionadas con los tres núcleos principales del vago salen de la médula oblongada por su surco lateral posterior, debajo del nervio glossofaríngeo, con 10-15 raíces que forman el tronco grueso del nervio, el cual, junto con los nervios glossofaríngeo y accesorio, abandona la cavidad del cráneo a través del agujero yugular. En el agujero la parte sensitiva del nervio tiene un ganglio pequeño, el ganglio superior, y al salir del agujero tiene otro engrosamiento ganglionar en forma de huso, el ganglio inferior. Uno y otro ganglio contiene células pseudounipolares cuyas prolongaciones periféricas entran en la composición de los ramos sensitivos que van a dichos ganglios desde los receptores de las vísceras y vasos (ganglio inferior) y desde el meato acústico externo (ganglio superior), cuyas prolongaciones centrales se agrupan en un fascículo solitario que termina en el núcleo sensitivo, núcleo del tracto solitario.

Al salir de la cavidad craneal, el tronco del vago desciende al cuello por detrás de los vasos, en un canal comprendido al principio entre la vena yugular interna y la arteria carótida interna, y más abajo, entre la misma vena y la arteria carótida común, en la misma vaina de estos vasos. Después el nervio penetra en la cavidad torácica, donde su tronco derecho se sitúa por delante de la arteria subclavia, mientras que el izquierdo va por la parte anterior del arco de la aorta. Ambos nervios descienden contorneando por detrás, a uno y otro lado, el hilio pulmonar y acompañan al esófago, formando plexos en sus paredes, con la particularidad de que el nervio izquierdo pasa por el lado anterior, y el derecho, por el posterior. Junto con el esófago, los dos nervios atraviesan el hiato esofágico del diafragma y entran en la cavidad abdominal donde forman plexos en las paredes del estómago. Los troncos de los nervios vagos, en el periodo embrionario, se sitúan simétricamente a los lados del esófago. Después que el estómago gira de izquierda a derecha, el vago izquierdo se desplaza hacia delante, y el derecho hacia atrás, en cuya consecuencia en la cara anterior se ramifica el vago izquierdo, y en la posterior, el derecho.

En su parte inicial, el nervio vago se conecta con los nervios glossofaríngeo, accesorio e hipogloso y con el ganglio superior del tronco simpático. El nervio vago en su trayecto emite los ramos siguientes:

A. *En la parte craneal* (entre el inicio del nervio y el ganglio inferior):

1. **Ramo meníngeo**, para la duramadre de la fosa posterior del cráneo.
2. **Ramo auricular**, para la piel de la pared posterior del meato acústico externo y una parte de la oreja. Este es el único ramito cutáneo de los nervios craneales no pertenecientes al nervio trigémino.

B. *En la parte cervical*:

1. **Ramos faríngeos**, que junto con los ramos del nervio glossofaríngeo y el tronco simpático forman el plexo faríngeo. De los ramos faríngeos del nervio vago se inervan los constrictores de la faringe, los músculos de los arcos palatinos y del paladar blando (excepto el m. tensor del velo palatino). El plexo faríngeo da también fibras sensitivas para la mucosa de la faringe.

2. **Nervio laríngeo superior**, que con sus fibras sensitivas inerva la mucosa de la laringe por encima de la glotis y una parte de la raíz de la lengua y de la epiglotis, y con sus fibras motoras, una parte de los músculos de la laringe y el constrictor inferior de la faringe.

3. **Ramos cardíacos cervicales superiores**, que salen a menudo del nervio laríngeo superior y entran en el plexo cardíaco. En la composición de estos ramos pasa el nervio depresor.

C. *En la parte torácica:*

1. **Nervio laríngeo recurrente**, que parte del nervio vago cuando éste se encuentra por delante del arco de la aorta (a la izquierda) o de la arteria subclavia (a la derecha). En el lado derecho, este nervio rodea por abajo y por detrás a la subclavia; en el lado izquierdo también rodea por abajo y por detrás al arco de la aorta y luego va hacia arriba, por el surco que le forman la tráquea y el esófago, dando múltiples ramos esofágicos y traqueales. El extremo distal del nervio, denominado nervio laríngeo inferior, inerva una parte de los músculos de la laringe, su mucosa por debajo de los pliegues vocales y la de la raíz de la lengua cerca de la epiglotis, así como la tráquea, la faringe, el esófago, el tiroides, el timo y los linfonodos del cuello, el corazón y el mediastino. El nervio se relaciona con los nervios vecinos, los ganglios simpáticos y los plexos perivasculares (A. N. Briliántova 1961).

2. **Ramos cardíacos cervicales inferiores**, por lo común consta de dos ramos que se inician en el nervio laríngeo recurrente y en la parte torácica del nervio vago y van al plexo cardíaco.

3. **Ramos torácicos** (*rr. thoracici*).

4. **Ramos bronquiales y traqueales**, que con los ramos del tronco simpático forman en las paredes de los bronquios el plexo pulmonar. A expensas de los ramos de este plexo se inerva la musculatura lisa y las glándulas de la tráquea y de los bronquios; además, el plexo contiene también fibras sensitivas para la tráquea, los bronquios y los pulmones.

5. **Ramos esofágicos**, que van a la pared del esófago.

6. **Ramitos para el conducto torácico** (A. P. Lavréntiev, V. V. Guinsburg).

D. *En la parte abdominal:*

Los plexos de los nervios vagos que van por el esófago se continúan en el estómago formando los **troncos vagales** anterior y posterior. Cada tronco vagal representa un complejo de conductores nerviosos no sólo del sistema parasimpático, sino también de los sistemas de la vida animal simpática y aferente, y contiene fibras de ambos nervios vagos (G. V. Stávichek, 1959).

La continuación del nervio vago izquierdo, que baja desde la parte anterior del esófago por la cara anterior del estómago, forma el **plexo gástrico anterior** situado principalmente a lo largo de la curvatura menor, del cual parten ramos gástricos anteriores, mezclados con ramos simpáticos, hacia la pared del estómago (a los músculos, glándulas y mucosa). Algunos ramitos se dirigen a través del omento menor al hígado. El nervio vago derecho en la pared posterior del estómago, en la región de la curvatura menor, forma también el **plexo gástrico posterior** que emite los ramos gástricos posteriores:

además de esto, gran parte de sus fibras en forma de los ramos celiacos (ramo hepático) va por el trayecto de la arteria gástrica izquierda hacia el ganglio celiaco, y desde aquí por los ramos de los vasos junto con los plexos simpáticos va hacia el hígado, bazo, páncreas, riñones e intestinos delgado y grueso hasta el colon sigmoideo. En los casos de lesión unilateral o parcial del X par, se trastornan, en lo primordial, sus funciones de la vida animal. Los desórdenes de la inervación visceral pueden expresarse no bruscamente. Esto se explica, en primer término, por el hecho de que en la inervación de las vísceras hay zonas de imbricación, y en segundo, porque en el tronco del nervio vago, en la periferia, hay células nerviosas—neuronas vegetativas, que juegan su papel en la regulación automática de las funciones de las vísceras (F. A. Poemny y E. P. Semiónova).

XI PAR-NERVIO ACCESORIO

El nervio accesorio (*n. accessorius*) (figs. 388, 448, 484) se desarrolla en relación con los últimos arcos viscerales, es un nervio muscular que contiene fibras eferentes (motoras) y aferentes (proprioceptivas) y tiene dos núcleos motores (véase pág. 208) situados en las médulas oblongada y espinal. En correspondencia con sus núcleos, en el nervio se distinguen una parte encefálica y otra espinal. La parte encefálica sale de la médula oblongada, un poco más abajo del nervio vago. La parte espinal del accesorio se forma entre las raíces ventrales y dorsales de los nervios espinales (C_2-C_5) y en la región de las raíces ventrales de los tres nervios cervicales superiores (V. V. Kavérina, 1963), va en forma de un tronquito nervioso hacia arriba y se une con la parte encefálica. Puesto que el nervio accesorio es una parte que se separó del vago, por eso es que éste sale con aquél de la cavidad craneal a través del agujero yugular, conservando su relación mediante el ramo interno del accesorio. Otro ramo del accesorio, el ramo externo, inerva los músculos trapecio y esternocleidomastoideo, por separado. La porción encefálica del accesorio da la inervación de la laringe mediante el nervio recurrente laríngeo (F. A. Poemny y E. P. Semiónova).

La parte espinal del nervio participa en la inervación motora de la faringe, alcanzando sus músculos a través del nervio vago, del cual el nervio accesorio se separó incompletamente (A. A. Schastlivtseva, 1962).

La comunidad y proximidad de los nervios accesorio y glossofaríngeo con el vago se explican con el hecho de que los IX, X y XI pares craneales constituyen el grupo de los nervios branquiales—grupo del vago, del cual se destacó el IX nervio y se separó el XI.

NERVIOS DESARROLLADOS EN RELACIÓN CON LOS MIÓTOMAS CRANEALES

A este grupo pertenecen los pares III, IV y VI de los nervios craneales, correspondientes a las raíces ventrales de los nervios espinales, surgidos en relación con el mesencéfalo, donde se encuentran sus núcleos. El núcleo del VI par se desplazó por segunda vez del mesencéfalo hacia la región de la fosa romboidea. Estos nervios son las raíces motoras de los miótomas craneales, por eso inervan los músculos del bulbo del ojo derivados de estos miótomas.

III PAR-NERVIO OCULOMOTOR

Nervio oculomotor (*n. oculomotoris*). De acuerdo con su desarrollo es la raíz motora del primer miótoma preótico y es un nervio muscular. Contiene: 1) fibras eferentes (motoras), que van desde su núcleo motor (véase pág. 211) hacia los músculos externos del bulbo del ojo; 2) fibras parasimpáticas, que van desde el núcleo accesorio (Yakubóvich) a los músculos internos del ojo (esfínter de la pupila y ciliar) (figs. 388, 448, 465).

El nervio oculomotor sale del encéfalo por el borde medial del pedúnculo y después va hasta la fisura orbital superior (*fissura orbitalis superior*) a través de la cual entra en la órbita, dividiéndose en dos ramos.

1. **Ramo superior**, para el músculo recto superior y el músculo elevador del párpado superior.

2. **Ramo inferior**, para los músculos recto inferior, recto medial y oblicuo inferior. Del ramo inferior sale hacia el ganglio ciliar la raíz oculomotora (*radix oculomotoria*), que lleva las fibras parasimpáticas para el músculo esfínter de la pupila y el músculo ciliar. Como el nervio oculomotor se sitúa en la base del encéfalo, en la cisterna interpeduncular (véase pág. 251), está bañado por abundante líquido cerebrospinal; por eso, en las meningitis es el primero en lesionarse, particularmente sus fibras externas, que inervan el músculo elevador del párpado superior (F. A. Poemny y E. P. Semiónova).

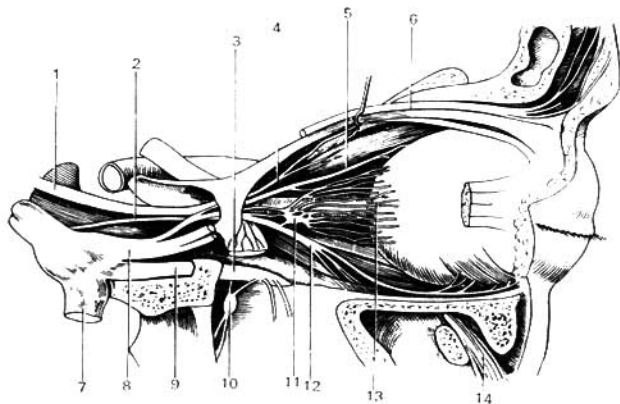


Fig. 465. Ramificaciones del nervio oculomotor.

- 1 — nervio oculomotor;
- 2 — nervio abductor;
- 3, 9 — nervio maxilar (II ramo del trigémino);
- 4 — ramo superior del nervio oculomotor;
- 5 — nervio nasociliar (del I ramo del trigémino);
- 6 — nervio frontal (del I ramo del trigémino);

- 7 — nervio mandibular (III ramo del trigémino);
- 8 — nervio oftálmico (I ramo del trigémino);
- 10 — ganglio pterigopalatino;
- 11 — ganglio ciliar;
- 12 — ramo inferior del nervio oculomotor;
- 13 — nervios ciliares breves;
- 14 — nervio infraorbital.

IV PAR-NERVIOS TROCLEAR

El nervio troclear (*n. trochlearis*), según su desarrollo, es la raíz motora del segundo miótoma preótico; es un nervio muscular y contiene fibras eferentes (motoras) que van desde su núcleo somaticomotor (véase pág. 208) al músculo oblicuo superior del ojo. Al salir por el lado dorsal del velo medular superior rodea la cara lateral del pedúnculo cerebral y entra en la órbita a través de la fisura orbital superior para inervar el músculo oblicuo superior (figs. 388, 448).

VI PAR-NERVIOS ABDUCTOR

Nervio abductor (*n. abducens*) (figs. 388, 448, 465). Es la raíz motora del tercer miótoma preótico, es un nervio muscular y contiene fibras eferentes (motoras) que van de su núcleo somaticomotor, situado en el puente (véase pág. 209), al músculo recto lateral del ojo. Emerge del encéfalo cerca del borde inferior del puente, pasa a la órbita a través de la fisura orbital superior y penetra en el músculo recto lateral.

Las fibras aferentes (proprioceptivas) para los músculos externos del ojo, correspondientes a las fibras eferentes de los nervios III, IV y VI pares, van en la composición del primer ramo del V par (nervio oftálmico).

Muchos autores admiten la presencia de fibras aferentes (proprioceptivas) en los tres nervios motores del ojo.

NERVIOS DERIVADOS DEL CEREBRO

A este grupo pertenecen los nervios olfatorios y el nervio óptico que parten del cerebro y por eso se consideran como falsos nervios.

I PAR-NERVIOS OLFATORIOS

Los nervios olfatorios (*nn. olfactorii, s. n. olfactorius*) (BNA) (fig. 388). Se derivan del rinencéfalo surgido en relación con el receptor del olfato. Contienen fibras viscerosensitivas que van desde los órganos de recepción de la excitación química. Puesto que estos nervios son prolongaciones del proencéfalo, no tienen ganglios y representan un conjunto de hilos nerviosos finos (*fila olfactoria*), en número de 15-20, que son las prolongaciones centrales de las células olfatorias situadas en la región olfatoria de la mucosa de la cavidad nasal. Los hilos olfatorios pasan a través de los agujeros de la lámina cribosa, en la pared superior de la cavidad nasal y luego terminan en el bulbo olfatorio, que se continúa en el tracto y trigono olfatorios. Sobre el trayecto posterior de la vía olfatoria, véase vías de conducción del olfato (pág. 422).

II PAR-NERVIOS ÓPTICOS

Nervio óptico (*n. opticus*) (figs. 388, 509). Durante su embriogénesis crece como el pedúnculo de la copa ocular del cerebro intermedio y en el proceso de la filogénesis, según E. K. Sepp, está en correlación con el mesencéfalo, originado en reciprocidad con el receptor de la luz, lo que explica sus enlaces

TABLA DE LOS NERVIOS CRANEALES

Número del par y denominación	Denominación de los núcleos	Topografía de los núcleos	Lugar de salida o de entrada del nervio en el encéfalo	Lugar de salida de la cavidad craneal
I. Nervios olfatorios	—	—	Bilbo olfatorio	Lámina cribosa del etmoides
II. Nervio óptico	—	—	Quiasma óptico en la base del cerebro	Canal óptico
III. Nervio oculomotor	a) núcleo del nervio oculomotor b) núcleo accesorio (de Yakubovich) y c) impar mediano	a) tegmento peduncular del cerebro a nivel de los colículos superiores b) en el mismo lugar del núcleo precedente, más medial y por detrás de éste	Surco medial del pedúnculo cerebral, fosa interpeduncular	Fisura orbital superior
IV. Nervio troclear	Núcleo del nervio troclear	Tegmento del pedúnculo cerebral, a nivel de los colículos inferiores del techo mesencefálico	Dorsalmente, por detrás del techo mesencefálico y del velo medular superior conforma los pedúnculos cerebrales	Fisura orbital superior
V. Nervio trigémino	a) núcleo motor del nervio trigémino b) núcleo sensitivo principal del nervio trigémino c) núcleo del tracto espinal del nervio trigémino d) núcleo del tracto mesencefálico del nervio trigémino	a) en la parte superior de la porción dorsal del puente, más medial con respecto a los otros núcleos b) en el mismo lugar del núcleo precedente, pero más lateral a éste c) es continuación del anterior a todo lo largo de la médula oblongada d) en el tegmento del pedúnculo cerebral, pero más lateral al acueducto del mesencéfalo	Por delante del pedúnculo medio del cerebro (la parte anterior de la línea trigeminofacial)	Nervio oftálmico— fisura orbital superior—, nervio maxilar—aguero redondo—; nervio mandibular—aguero oval

Número del par y denominación	Denominación de los núcleos	Topografía de los núcleos	Lugar de salida o de entrada del nervio en el eneéfalo	Lugar de salida de la cavidad craneal
VI. Nervio abductor (<i>n. abduccens</i>)	Núcleo del nervio abductor	Parte dorsal del puente en la región del colículo facial	Borde posterior del puente, en el surco, entre el puente y la pirámide	Fisura orbital superior
VII. Nervio facial (nervio intermedio)	Núcleo del nervio facial a) núcleo del tracto solitario b) núcleo salivatorio superior	Parte dorsal del puente, formación reticular a) parte dorsal del puente b) en la formación reticular de la parte dorsal del puente (más dorsalmente al núcleo del nervio facial)	Por detrás del pedúnculo medio del cerebelo (parte posterior de la línea trigeminofacial)	Poro acústico interno—canal facial agujero estilomas-toideo
VIII. Nervio vestibulococlear: porción coclear porción vestibular	Núcleos cocleares — ventral y dorsal Núcleos vestibulares — medial, lateral superior e inferior	En la región del ángulo lateral de la fosa romboides (área vestibular)	Lateralmente al nervio facial, en el borde posterior del puente, lateralmente a la oliva	Poro acústico interno
IX. Nervio glossofaríngeo	a) núcleo del tracto solitario	a) en la médula oblongada dorsalmente, en la región del trigono del nervio vago, como la continuación del núcleo de este nervio	Por debajo de los dos precedentes, en la parte superior del surco lateral posterior, que va dorsalmente a la oliva	Agujero yugular

Número del par y denominación	Denominación de los núcleos	Topografía de los núcleos	Lugar de salida o de entrada del nervio en el eneéfalo	Lugar de salida de la cavidad craneal
IX. Nervio glossofaríngeo	b) núcleo salivatorio inferior c) núcleo ambiguo	b) las células del núcleo están dispersas en la formación reticular de la médula oblongada, entre el núcleo ambiguo y el núcleo de la oliva c) formación reticular de la médula oblongada		
X. Nervio vago	a) núcleo del tracto solitario b) núcleo dorsal del nervio vago c) núcleo ambiguo	a) en la región del trigono del nervio vago, en la médula oblongada b) de la misma región, más dorsalmente al precedente c) formación reticular de la médula oblongada, más profundamente que el núcleo dorsal del nervio vago	Del mismo surco que el nervio glossofaríngeo, por debajo de este último	Agujero yugular
XI. Nervio accesorio	a) núcleo ambiguo b) núcleo espinal del nervio accesorio	a) en la médula oblongada, como la continuación del núcleo homónimo de los pares X y IX b) en la médula espinal, en el espacio entre los cuernos anterior y posterior de la sustancia gris	Raíces craneales—del mismo surco que el nervio vago, pero más caudalmente Raíces espinales—entre las raíces ventrales y dorsales de los nervios cervicales, a nivel de los segmentos C ₂ —C ₅	Agujero yugular
XII. Nervio hipogloso	Núcleo del nervio hipogloso	En la médula oblongada, en la región del trigono del hipogloso	Surco lateral anterior de la médula oblongada, entre la pirámide y la oliva	Canal del nervio hipogloso

sólidos con estas partes del encéfalo. Este nervio es el conductor de las excitaciones luminosas y contiene fibras somatosensitivas; como derivado del cerebro no tiene ganglio, al igual que el I par, y las fibras aferentes que entran en su composición constituyen la continuación de las neuritas de las células nerviosas multipolares de la retina. Al salir de la periferia posterior del bulbo del ojo, el nervio óptico abandona la órbita a través del canal óptico y, al penetrar en la cavidad craneal forma con el nervio análogo del lado opuesto un entrecruzamiento, el quiasma óptico, acostado en el surco quiasmático del esfenoides (el entrecruzamiento no es completo ya que sólo se entrecruzan las fibras mediales del nervio). Como continuación de la vía óptica más allá del quiasma sirve el tracto óptico, que termina en el cuerpo geniculado lateral, el pulvinar talámico, y en el culículo superior (véase «Órgano de la vista»). Según los últimos datos (Yu. V. Biriuchkov, 1963), ambas retinas están en conexión por intermedio del fascículo nervioso que va a través del borde anterior del quiasma. Este enlace es análogo a los enlaces comisurales de los hemisferios cerebrales. La presencia de dicho enlace explica el hecho de que durante las lesiones o enfermedades de un ojo se produzcan trastornos en el campo visual del otro.

INERVACIÓN PERIFÉRICA DEL “SOMA”

Cada nervio se distribuye con sus fibras dentro de los límites de una zona cutaneomuscular determinada, en cuyo resultado toda la piel y la musculatura pueden estar divididas en zonas que corresponden a la región de distribución del nervio cutáneo o muscular dado. Esta inervación se denomina **periférica o zonal** (figs. 466, 467). Su conocimiento es muy importante para el diagnóstico de la lesión de los nervios. En la fig. 467 se da la inervación periférica de la piel. En lo tocante a la inervación de los músculos, se habla de la misma al describir cada músculo. El esquema de la inervación periférica de los músculos se representa en la fig. 466. Ya que la mayoría de los nervios del cuerpo humano son mixtos, la lesión de los mismos produce trastornos de

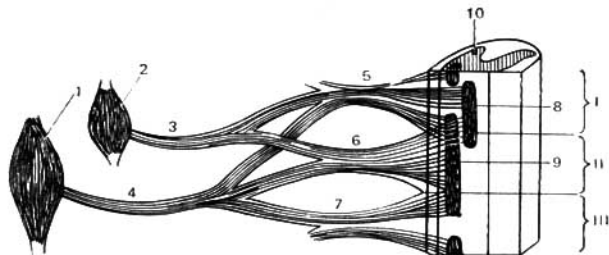


Fig. 466. Inervación radicular y periférica de los músculos.

El músculo 2 es inervado por los segmentos espinales I y II; el músculo 1, por los segmentos espinales I, II y III; 3 y

4 — nervios; 5, 6 y 7 — raíces; 8 y 9 — grupos celulares en los cuernos anteriores; 10 — cuerno posterior.

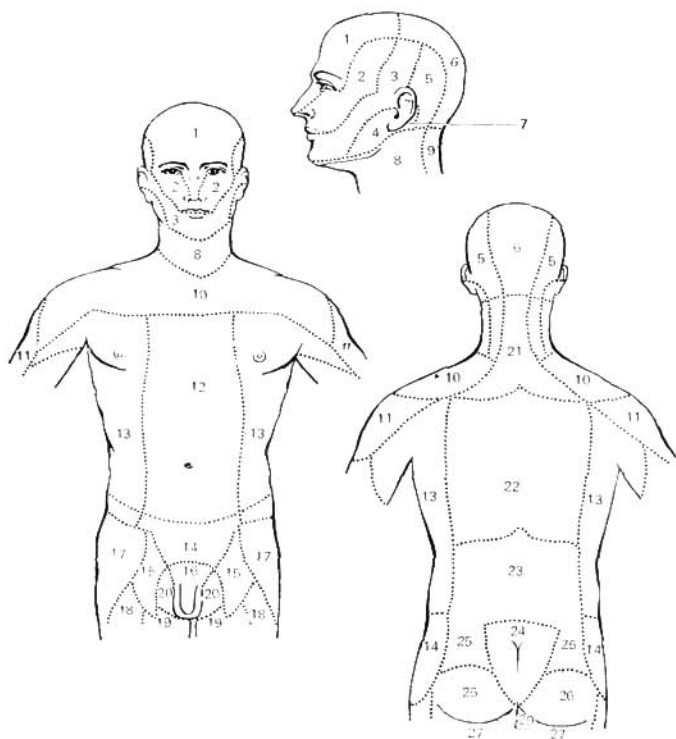


Fig. 467. Esquema de la inervación sensitiva periférica (según Kiss-Szentágothai).

- 1 — nervio oftálmico (V par, 1 rama);
 2 — nervio maxilar (V par, 2 ramos);
 3 — nervio mandibular (V par, 3 ramos);
 4 — nervio auricular magno (plexo cervical);
 5 — nervio occipital menor (plexo cervical);
 6 — nervio occipital mayor (C₂);
 7 — ramo auricular del nervio vago;
 8 — nervio transverso del cuello (plexo cervical);
 9, 21 — ramos posteriores de los nervios cervicales;
 10 — ramos supraclaviculares anteriores e intermedios (plexo cervical);
 11 — nervio axilar (plexo braquial);
 12 — nervios intercostales (ramos cutáneos anteriores);
 13 — nervios intercostales (ramos cutáneos laterales);

- 14 — nervio iliohipogástrico (plexo lumbar);
 15, 16 — ramo femoral y ramo genital del nervio genitofemoral (plexo lumbar);
 17 — nervio femorocutáneo lateral (plexo lumbar);
 18 — ramos cutáneos anteriores (nervio femoral);
 19 — ramo cutáneo del nervio obturador;
 20 — ramos perineales del nervio femorocutáneo posterior;
 22 — ramos dorsales de los nervios torácicos;
 23 — ramos dorsales de los nervios lumbares;
 24 — ramos dorsales de los nervios sacros (nervios mediales de la nalga);
 25 — nervios superiores de la nalga;
 26 — nervios inferiores de la nalga;
 27 — nervio femorocutáneo posterior.

la sensibilidad casi siempre combinados con los motores. La región de los trastornos sensitivos, en general, corresponde a la región inervada por el nervio dado. Sin embargo, la correspondencia no es completa y las zonas de anestesia, en realidad, son siempre mucho menores que las indicadas en el esquema. Esto depende de la «imbricación» parcial del nervio dado con los vecinos y también de sus enlaces múltiples. Desde este punto de vista cada región de un nervio cualquiera puede dividirse en tres zonas:

1. Zona autónoma, que sólo está inervada por el nervio dado: al lesionarlo se produce la anestesia completa.

2. Zona mixta, que está inervada por el nervio en cuestión y, en parte, por los vecinos: al lesionarlo se observa pérdida parcial de la sensibilidad—hipoestesia.

3. Zona máxima, que está inervada completamente por los nervios vecinos, y sólo, en parte, por el nervio dado; al lesionarlo la sensibilidad no se altera puesto que se conserva a cuenta de los nervios vecinos.

I. P. Pávlov señaló que las excitaciones sensitivas son más complicadas que las motoras, por lo cual los conductores sensitivos son también más complicados que los motores. Esto está confirmado por investigaciones recientes (N. I. Odnoralov). Aquellos nervios y ramos que son mixtos tienen una constitución más complicada que la de los puramente motores. Se supone que para las excitaciones sensitivas existen conductores de estructura diferente. Es probable que el tipo más complicado de sensibilidad sea la propioceptiva. Los nervios que conducen esta sensibilidad son los que tienen una estructura más compleja (radial, mediano, esquiático y otros). El tipo menos complicado es el de la sensibilidad cutánea. Todos los nervios cutáneos tienen una estructura más simple.

INERVACIÓN SEGMENTARIA O RADICULAR

De acuerdo con la estructura segmentaria del organismo cada segmento nervioso (neurómera) está en conexión con el segmento correspondiente del cuerpo (somita). Por eso cada raíz dorsal del nervio espinal y cada ganglio espinal están relacionados con la inervación de aquel segmento de piel (dermatoma) que está en correlación con éste en el proceso de la embriogénesis. Del mismo modo cada raíz ventral inerva los músculos que se originaron con ella en el segmento dado (miótoma), y que juntos forman el segmento neuromuscular. Como resultado, toda la piel y la musculatura pueden estar divididas en una serie de zonas radiculares consecutivas inervadas por las raíces nerviosas dorsales o ventrales correspondientes. Esto es lo que constituye la inervación *radicular* o *segmentaria* del cuerpo, representada en la fig. 468. A diferencia de las zonas de inervación periférica de algunos nervios cutáneos, las zonas de inervación radicular tienen la particularidad de que las fibras que pertenecen a una raíz dorsal o a un segmento, a pesar de ir en la composición de diferentes nervios, inervan la piel en forma continua en la región determinada, correspondiente al segmento nervioso dado, o a la raíz, y por eso se denomina cinturón radicular. Las zonas radiculares o segmentarias de la inervación sensitiva van por la piel en forma de cintas, cinturones, como está indicado en la fig. 468. Por eso, en los casos típicos es muy fácil distinguir el trastorno segmentario de la sensibilidad del periu-

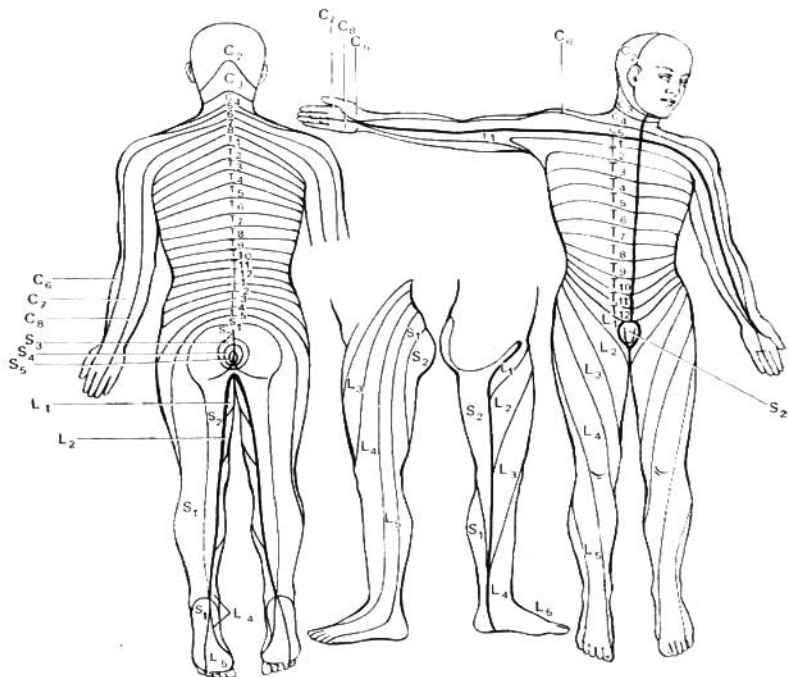


Fig. 468. Distribución segmentaria de las fibras de las raíces posteriores en la piel (según Kiss-Szentágothai).

Las letras y cifras indican los segmentos de la médula espinal, a los cuales, principalmente, llegan las fibras aferentes de la zona de piel dada.

férico. Así, durante la inflamación de la raíz dorsal (radiculitis) aparecen en la piel dolores zonales o herpes zóster que corresponden exactamente al cinturón radicular dado. En el sentido práctico, es muy importante saber que los segmentos nerviosos vecinos se imbrican enteramente uno al otro, de manera que cada segmento de piel es inervado por tres segmentos nerviosos vecinos. Por eso, al seccionar una raíz no se observan ningunos trastornos de la sensibilidad. Para que se pierda la sensibilidad en un segmento de piel hay que seccionar tres raíces nerviosas vecinas, cosa que es necesario tener en cuenta durante las intervenciones quirúrgicas. Lo mismo que al determi-

nar el límite del proceso patológico espinal es necesario tomar en consideración la imbricación de los segmentos y localizarla en 1-2 segmentos por encima de los límites de la anestesia cutánea.

REGULARIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS NERVIOS

1. De acuerdo con «la agrupación del cuerpo alrededor del sistema nervioso» (F. Engels), los nervios divergen a los lados del plano medio, en el cual se sitúa el sistema nervioso central (médula espinal y encéfalo).

2. De acuerdo con la estructura del cuerpo, según el principio de la simetría bilateral, los nervios resultan ser pares simétricos.

3. De acuerdo con la estructura metamérica del tronco, los nervios de esta región conservan la estructura segmentaria (nervios intercostales, ilioinguinales, iliohipogástricos).

4. Los nervios alcanzan los órganos siguiendo la distancia más corta del lugar de salida de la médula espinal o del encéfalo. Con eso se explica el trayecto de los ramos cortos (breves) a los órganos cercanos, y de los largos, a los lejanos, por ejemplo, el nervio isquiático.

Al desplazarse el órgano de su lugar de origen primario a su región definitiva, el nervio después del nacimiento crece y sigue tras el órgano.

5. Los nervios de los músculos parten de los segmentos de la médula espinal que corresponden a los miótomas que originaron el músculo dado. Por eso, incluso durante el desplazamiento posterior del músculo, éste recibe su inervación de la fuente cercana a su origen primario. Con eso se explica la inervación de los músculos centrípetos desplazados al tronco desde la cabeza, por los nervios craneales (nervio accesorio), y desde el cuello, por el plexo cervical; o la inervación de los músculos centrífugos de los miembros por el plexo nervioso principal del miembro dado, por ejemplo, de los músculos del cinturón escapular por el plexo braquial. Con eso se explica la inervación del diafragma, que tiene su origen en el cuello, por el nervio frénico, originado del plexo cervical.

De este modo, atendiendo al lugar de origen del nervio puede determinarse la región del desarrollo del órgano, puesto que existe una correspondencia entre el origen del nervio y el lugar de implantación de los órganos.

6. Si el músculo representa el producto de la fusión de varios miótomas, se inerva por varios nervios (por ejemplo, la inervación de los músculos anchos del abdomen por los nervios intercostales y ramos del plexo lumbar). Lo mismo se observa con relación de los músculos viscerales desarrollados del material de varios arcos viscerales. Así, el vientre anterior del músculo digástrico desarrollado a expensas del primer arco visceral, se inerva por el nervio trigémino, y el vientre posterior, que ha tenido su origen en el segundo arco visceral, por el nervio facial.

7. Los nervios superficiales (cutáneos) acompañan las venas subcutáneas, los profundos acompañan las arterias, venas y vasos linfáticos, formando con ellos fascículos (paquetes) vasculonerviosos.

8. Los nervios localizados en estos fascículos, así como estos últimos, se encuentran en las superficies flexoras de las regiones del cuerpo en lugares protegidos, cubiertos.

PARTE VEGETATIVA DEL SISTEMA NERVIOSO

Ya se ha señalado la diferencia cualitativa radical en la estructura, el desarrollo y la función de la musculatura lisa y la estriada. La musculatura esquelética participa en la reacción del organismo a las influencias exteriores y responde a los cambios del medio ambiente mediante movimientos rápidos y oportunos. La musculatura lisa localizada en las vísceras y los vasos trabaja lenta pero rítmicamente, asegurando el transcurso de los procesos vitales del organismo. Estas diferencias funcionales están en correlación con la diferencia en la inervación; la musculatura esquelética recibe los impulsos motores de la parte somática, de la vida animal del sistema nervioso, y la musculatura lisa, de la parte vegetativa.

El sistema nervioso vegetativo dirige la actividad de todos los órganos participantes en la realización de las funciones vegetativas del organismo (alimentación, respiración, secreción, multiplicación, circulación de los líquidos) y también realiza la inervación trófica (I. P. Pávlov).

La función trófica del sistema nervioso vegetativo determina la alimentación de los tejidos y órganos respecto a la función que cumplen ellos en una u otras condiciones del medio exterior (función trófica de adaptación).

Se sabe que los cambios en el estado de la actividad nerviosa superior se reflejan en la función de los órganos internos, y al contrario, el cambio del medio interno del organismo influye sobre el estado funcional del sistema nervioso central. El sistema nervioso vegetativo refuerza o debilita la función de los órganos que trabajan específicamente. Esta regulación tiene carácter tónico, por eso el sistema nervioso vegetativo cambia el tono del órgano. Puesto que una misma fibra nerviosa es sólo capaz de cambiar en una dirección y no puede al mismo tiempo aumentar y disminuir el tono, por eso, de acuerdo a lo enunciado, el sistema nervioso vegetativo se divide en dos partes o sistemas: **simpático** y **parasimpático**.

El sistema simpático, atendiendo a sus funciones principales, es trófico y realiza el reforzamiento de los procesos de oxidación, consumo de sustancias alimenticias, reforzamiento de la respiración, aceleración de la actividad cardíaca y aumento de la entrada de oxígeno a los músculos.

El papel del sistema parasimpático es de protección: contracción de la pupila en caso de luz intensa, freno de la actividad cardíaca, vaciamiento de los órganos cavitarios.

Al comparar las zonas de distribución de la inervación simpática y la parasimpática, se puede, en primer lugar, descubrir la importancia predominante de una parte vegetativa cualquiera. La vejiga, por ejemplo, recibe principalmente inervación parasimpática y la sección de los nervios simpáticos no altera en lo esencial sus funciones; las glándulas sudoríparas, los músculos pilosos de la piel el bazo y los suprarrenales sólo reciben inervación simpática. En segundo lugar, en los órganos con inervación vegetativa doble se observa la acción recíproca de los nervios simpáticos y parasimpáticos en forma de antagonismo diferenciado. Así, la excitación de los nervios simpáticos provoca dilatación de la pupila, estrechamiento de los vasos, aceleración

de las contracciones cardíacas, retraso de la peristalsis intestinal; la excitación de los nervios parasimpáticos acarrea el estrechamiento de la pupila, dilatación de los vasos, disminución de los latidos cardíacos, reforzamiento de la peristalsis.

Sin embargo, el llamado antagonismo de los sistemas simpático y parasimpático no debe comprenderse estáticamente como contraposición de funciones de estas dos partes. Estos sistemas son de acción recíproca, la correlación entre ellos cambia dinámicamente en las diferentes fases funcionales de uno u otro órgano; también pueden actuar antagónica y sinérgicamente.

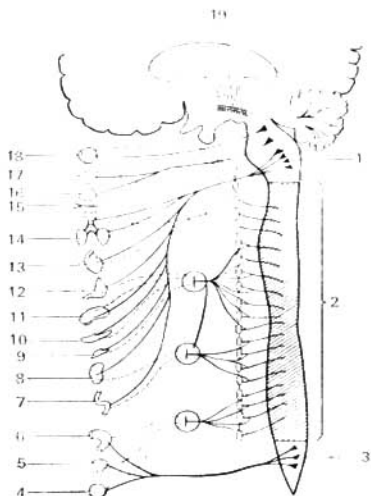
El antagonismo y el sinergismo son dos elementos componentes de un proceso único. Las funciones normales de nuestro organismo se aseguran con la acción coordinada de estas dos porciones del sistema vegetativo. Esta coordinación y regulación de funciones se realiza mediante la corteza del encéfalo. Por consiguiente, la autonomía de la actividad del sistema nervioso vegetativo no es absoluta y sólo se manifiesta en las reacciones locales de los arcos reflejos cortos. Por eso, el término propuesto «sistema nervioso autónomo» no es exacto, con lo que se explica la conservación del término más correcto y lógico «sistema nervioso vegetativo». La división del sistema nervioso vegetativo en las partes simpática y parasimpática se efectúa principalmente sobre la base de datos fisiológicos y farmacológicos, condicionados por la estructura y el desarrollo de estas porciones del sistema nervioso.

Por eso, primero vamos a caracterizar *las particularidades morfológicas del sistema nervioso vegetativo en comparación con el de la vida animal. Describiremos, ante todo, los centros del sistema nervioso vegetativo* (fig. 469).

Fig. 469. Esquema general del sistema nervioso vegetativo.

Con líneas punteadas se designan las fibras postganglionares del sistema simpático que se dirigen a los órganos; con líneas continuas, las fibras del sistema parasimpático y las fibras preganglionares del sistema simpático. Los centros del sistema simpático en la médula espinal están rayados.

- 1 — centros del sistema parasimpático en el encéfalo (parte craneal);
- 2 — centros del sistema nervioso simpático;
- 3 — centros del sistema parasimpático en el extremo inferior de la médula espinal (parte sacra);
- 4 — órganos genitales;
- 5 — vejiga urinaria;
- 6 — intestino grueso;
- 7 — intestino delgado;
- 8 — riñón;
- 9 — suprarrenales;
- 10 — páncreas;
- 11 — hígado;
- 12 — estómago;
- 13 — corazón;
- 14 — pulmones;
- 15 — vasos de la cabeza;
- 16, 17 — glándulas salivales;
- 18 — ojo;
- 19 — cuerpo estriado.



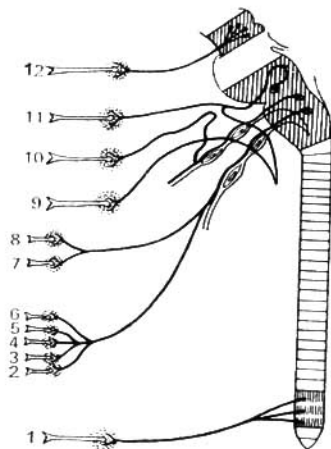


Fig. 470. Esquema del sistema nervioso parasimpático. Las fibras preganglionares están representadas con líneas continuas, las postganglionares, por medio de indicadores.

- 1 — plexo hipogástrico: las fibras preganglionares parasimpáticas llegan en la composición de los nervios pélvicos, y las fibras postganglionares se dirigen al intestino recto, vejiga urinaria y órganos genitales. Fibras postganglionares;
- 2 — a los riñones;
- 3 — al páncreas;
- 4 — al hígado;
- 5 — al intestino;
- 6 — al estómago;
- 7 — a los bronquios;
- 8 — al corazón (2-8 — fibras ganglionares que llegan en la composición del nervio vago);
- 9 — ganglio submandibular; las fibras preganglionares llegan en la compo-

- sición de la cuerda del tímpano (ramo del nervio facial); las postganglionares se dirigen a las glándulas salivales submandibular y sublingual;
- 10 — ganglio óptico: las fibras preganglionares se dirigen a la parótida;
- 11 — ganglio pterigopalatino: las fibras preganglionares llegan por el nervio petroso mayor (ramo del nervio facial); las postganglionares se dirigen a la glándula lagrimal y las glándulas de las cavidades nasal y bucal;
- 12 — ganglio ciliar: las fibras preganglionares llegan por el nervio oculomotor, las postganglionares se dirigen al músculo ciliar del ojo.

Los nervios de la vida animal salen del tronco cerebral y de la médula espinal segmentariamente en toda su extensión, conservándose este carácter segmentario también parcialmente en la periferia. Los nervios vegetativos salen sólo de algunas partes (focos) del sistema nervioso central. Hay cuatro focos de este tipo, de donde emergen los nervios vegetativos:

1. **Porción mesencefálica**—en el mesencéfalo (núcleo accesorio y núcleo mediano impar del III par de los nervios craneales).

2. **Porción bulbar**—en la médula oblongada y en el puente (núcleos de los pares craneales VII, IX y X). Estas partes se reúnen bajo el nombre de porción craneal.

3. **Porción toracolumbar**—en los cuernos laterales de la médula espinal a lo largo de los segmentos C_{VIII} , Th_I — L_{III} .

4. **Porción sacra**—en los cuernos laterales de la médula espinal a lo largo de los segmentos S_{II} — S_{IV} .

La porción toracolumbar pertenece al sistema simpático, y las porciones craneal y sacra al parasimpático (véanse figs. 469, 470).

Mitchel (1953) admite también la existencia de centros vegetativos en la porción cervical de la médula espinal, atribuyéndoles el núcleo espinal del nervio accesorio.

Sobre estos focos dominan los centros vegetativos superiores, los cuales no son simpáticos ni parasimpáticos, pero reúnen en sí la regulación de ambas partes del sistema vegetativo. Ellos son episegmentarios y se sitúan en el tronco y en el palio cerebral, a saber:

1. **Mielencéfalo**: el centro vasomotor en el suelo del IV ventrículo (F. O. Ovsíánnikov); en el cerebelo, al cual le atribuyen la regulación de una serie de funciones vegetativas (reflejos vasomotores, trofismo de la piel, velocidad de cicatrización de las heridas, etc.).

2. **Mesencéfalo**: la substancia gris del acueducto del cerebro.

3. **Diencéfalo**: el hipotálamo (tubérculo cenicito).

4. **Telencéfalo**: el cuerpo estriado.

La región hipotalámica es la que tiene mayor importancia en la regulación vegetativa; ésta resulta ser la parte más antigua del encéfalo, a pesar de existir en las formaciones viejas y jóvenes, en el sentido filogenético.

Los núcleos de la región hipotalámica están unidos a la hipófisis por un fascículo hipotalamohipofisario con la hipófisis, formando con ella *el sistema hipotalamohipofisario*. Este sistema, actuando con ayuda de las increciones de la hipófisis, es el regulador de todas las glándulas endocrinas.

La región hipotalámica regula la actividad de todos los órganos de la vida vegetativa, uniendo y coordinando sus funciones.

La unión de las funciones de la vida vegetativa y de la vida animal del organismo se realiza en la corteza cerebral (V. Ya. Danilevsky, V. M. Béjterev), particularmente en la zona premotora.

La corteza—según Pávlov—, siendo el complejo de los extremos corticales de los analizadores, recibe las excitaciones de todos los órganos de la vida vegetativa e influye sobre ellos mediante sus sistemas eferentes, incluyendo el sistema nervioso vegetativo. Por consiguiente, existe un enlace bilateral entre la corteza y las vísceras—enlace corticovisceral (K. M. Bíkov, V. N. Chernigovsky y otros). Gracias a esto, todas las funciones vegetativas se subordinan a la corteza del encéfalo, la cual rige todos los procesos del organismo.

De esta manera, el sistema vegetativo resulta ser no un sistema autónomo como lo consideraban antes de Pávlov, sino una parte especializada del sistema nervioso único, subordinado a sus partes superiores, incluyendo la corteza cerebral. Por eso, tanto en la parte animal del sistema, como en la vegetativa, pueden distinguirse sus secciones central y periférica. A la sección central pertenecen los centros descritos anteriormente y los de la médula espinal y el encéfalo; y a la sección periférica pertenecen los ganglios nerviosos, los nervios, plexos y terminaciones periféricas.

Ultimamente aparecieron informaciones (N. G. Kólosov, A. A. Milojin) acerca de que los ganglios vegetativos tienen su inervación aferente, gracias a la cual se encuentran bajo el control del sistema nervioso central.

El arco reflejo tiene diferencias considerables (fig. 471).

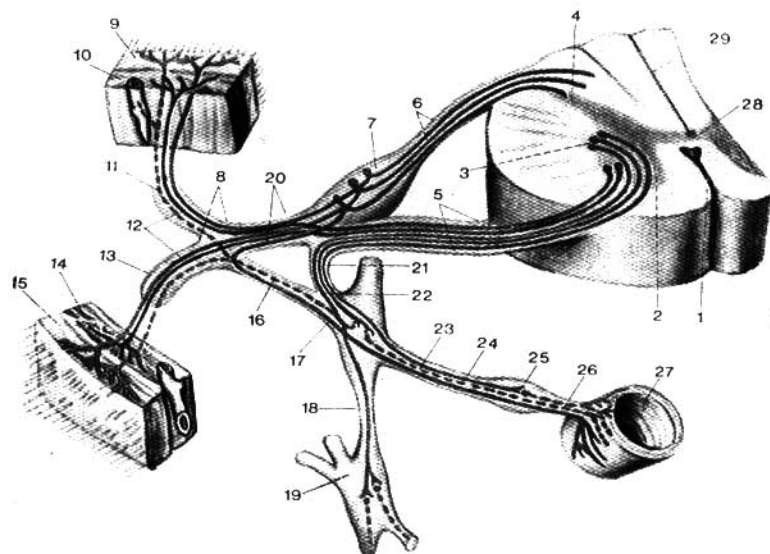


Fig. 471. Esquema del arco reflejo del sistema nervioso simpático y de la vida animal (según R. Sinélnikov).

- | | |
|--|---|
| 1 — fisura mediana anterior; | 18 — ramo interganglionar del tronco simpático; |
| 2 — cuerno anterior; | 19 — ganglio del tronco simpático; |
| 3 — cuerno lateral; | 20 — nervio espinal; |
| 4 — cuerno posterior; | 21 — ramo comunicante blanco (fibras preganglionares para el ganglio prevertebral); |
| 5 — raíz anterior; | 22 — ramo comunicante blanco (fibras preganglionares para el ganglio del tronco simpático); |
| 6 — raíz ventral; | 23 — fibras postganglionares del ganglio del tronco simpático; |
| 7 — ganglio espinal; | 24 — fibras preganglionares para el ganglio prevertebral; |
| 8 — fibras aferentes (somatosensitivas); | 25 — ganglio prevertebral; |
| 9, 15 — piel; | 26 — fibras postganglionares del ganglio prevertebral; |
| 10, 14 — músculo; | 27 — órgano (intestino); |
| 11 — ramo dorsal del nervio espinal; | 28 — canal central; |
| 12 — fibras motoras de las células del cuerno anterior de la médula espinal; | 29 — médula espinal. |
| 13 — ramo comunicante gris (fibras postganglionares para el nervio espinal); | |
| 16 — ramo comunicante gris (fibras postganglionares para el nervio espinal); | |
| 17 — fibras aferentes (viscerosensitivas); | |

El cuerpo celular de la neurona receptora, tanto la del sistema nervioso vegetativo, como también la de la vida animal, se sitúa en el ganglio espinal donde llegan las vías aferentes de los órganos de la vida animal y vegetativa, que, de tal forma, resulta ser un ganglio mixto, animal-vegetativo (A. G. Knorre, I. D. Lev, 1963). El cuerpo de la neurona intercalar en la

parte vegetativa, a diferencia de la parte animal, se sitúa en los cuernos laterales de la médula espinal. En tanto que el axón de la neurona intercalar animal, que parte de las células del cuerno posterior, termina en los límites de la médula espinal entre las células de sus cuernos anteriores. En lo que se refiere a la neurona intercalar del sistema vegetativo, ésta no termina en la médula espinal, sino que sale fuera de sus límites, a los ganglios situados en la periferia. Al salir de la médula, el axón de la neurona intercalar termina en *los ganglios del tronco simpático* (estos ganglios son como de primer orden; están formando el tronco simpático limítrofe), o las fibras no terminan en los mismos, sino en *ganglios intermedios* situados más periféricamente, entre el tronco simpático y el órgano (ganglio semilunar, ganglio mesentérico). Estos son ganglios simpáticos de segundo orden. En fin, las fibras pueden llegar sin interrumpirse hasta ganglios situados cerca del órgano (*ganglios preorgánicos*, por ejemplo, el ganglio ciliar, el ótico u otros), o en el espesor del mismo (*ganglios intraorgánicos, intramurales*). Unos y otros, que son *ganglios de tercer orden*, se denominan *ganglios terminales* y pertenecen a la parte parasimpática del sistema nervioso vegetativo*. Todas las fibras que van hasta los ganglios del primero, segundo y tercer orden, y que son axones de la neurona intermedia, se denominan *preganglionares* (ramos preganglionares), cubiertas de mielina.

La tercera neurona del arco reflejo de la vida animal, la neurona efectora, está situada en los cuernos anteriores de la médula espinal, y la neurona efectora del arco reflejo vegetativo se ha trasladado, durante el desarrollo del sistema nervioso central, al periférico, más cerca al órgano de trabajo, situándose en los ganglios vegetativos. De tal disposición de las neuronas efectoras en la periferia se desprende el rasgo principal del sistema vegetativo — *el carácter bineural de la vía eferente periférica*: la primera neurona es intercalar; su cuerpo está en los núcleos vegetativos de los nervios craneales o en los cuernos laterales de la médula espinal y la neurita alcanza al órgano de trabajo. Las neuronas efectoras de los nervios simpáticos se inician en el ganglio del tronco simpático (de primer orden) o en el ganglio intermedio (de segundo orden), y las de los nervios parasimpáticos, en los ganglios pre o interorgánicos, ganglio terminal (de tercer orden); como en estos ganglios tiene lugar la sinapsis de las neuronas intercalares y las eferentes, la diferencia entre la partes simpática y parasimpática del sistema vegetativo está relacionada precisamente con estas neuronas.

Los axones de las neuronas vegetativas eferentes están casi por completo privados de mielina —son amielínicos (grises) (véase pág. 290). Estos constituyen *las fibras postganglionares* (ramos postganglionares). Las fibras postganglionares del sistema nervioso simpático que parten de los ganglios del tronco simpático limítrofe divergen en dos direcciones. Unas van a las vísceras y forman *la parte visceral del sistema simpático*. Otras forman los ramos comunicantes grises (*rami comunicantes grisei*) que unen el tronco simpático con los nervios de la vida animal, en cuya composición las fibras alcanzan los órganos somáticos (del aparato del movimiento y de la piel), en los cuales inervan la musculatura lisa de los vasos y la piel, y también las glándu-

* Además de los ganglios aislados visibles macroscópicamente, en el trayecto de los nervios vegetativos se encuentran pequeños grupos de neuronas eferentes que migran por acá en el curso del desarrollo embrionario—microganglios.

las. El conjunto de estas fibras vegetativas eferentes, que van de los ganglios del tronco simpático a los órganos del soma, constituye la *parte somática del sistema simpático*. Esta estructura asegura la función del sistema vegetativo, el cual regula el metabolismo de todas las partes del organismo con respecto a las condiciones cambiantes del ambiente y las condiciones del funcionamiento (del trabajo) de los órganos y tejidos.

En correspondencia con esta función más universal relacionada no con cualesquier órganos y sistemas aislados, sino con todas las partes, con todos los órganos y tejidos del organismo, el sistema vegetativo se caracteriza también por su difusión universal, por todos los lugares del organismo, penetrando en todos sus órganos y tejidos. Por consiguiente, el sistema nervioso simpático inerva no sólo las vísceras, sino también el soma, asegurándole los procesos metabólicos y tróficos.

Gracias a eso, cada órgano, según Pávlov, se encuentra bajo un *control nervioso triple*, debido a lo cual él distingue tres tipos de nervios: 1) funcionales, que realizan la función del órgano dado; 2) vasomotores, que aseguran la irrigación sanguínea amplia del órgano y 3) tróficos, que regulan la asimilación de las sustancias nutritivas de la sangre que ha llegado.

La parte visceral del sistema simpático tiene los tres tipos de nervios para las vísceras, y la parte somática sólo tiene los vasomotores y los tróficos. En lo tocante a los nervios funcionales para los órganos del soma (de la musculatura esquelética y otros), ellos van en la composición del sistema nervioso somático de la vida animal.

De esta manera, la diferencia principal entre la parte eferente del sistema vegetativo y la parte eferente del sistema de la vida animal consiste en que las fibras somáticas, de la vida animal, al salir del sistema nervioso central, van hasta el órgano de trabajo sin interrumpirse en ningún lugar, mientras que las fibras vegetativas en su trayecto desde el cerebro hasta el órgano de trabajo se interrumpen en uno de los ganglios de primero, segundo o tercer orden. Debido a eso, la vía eferente del sistema vegetativo se rompe en sus dos partes consecutivas: fibras mielínicas (pulposas), preganglionares (ramos preganglionares) y fibras postganglionares, desprovistas de mielina (sin pulpa) (ramos postganglionares).

La presencia de ganglios en la parte eferente del arco reflejo es el rasgo característico del sistema nervioso vegetativo que le distingue del sistema de la vida animal (véase fig. 471).

Los nervios tienen también diferencias específicas. Las vías aferentes del sistema vegetativo no tienen el carácter de nervios visibles macroscópicamente y sus fibras van en la composición de otros nervios (nervios espláncnicos mayor y menor, nervio vago, raíces dorsales y otros). Para el sistema simpático es característico el hecho de que la inervación sensitiva relacionada con el mismo puede difundirse a distancias considerables, y, por consiguiente, el sistema simpático puede ser considerado como el sistema de la *inervación colateral* (de rodeo) (D. M. Golub, 1963).

Así, por ejemplo, las fibras nerviosas espinales aferentes, participantes en la formación del plexo solar que inerva los órganos de la cavidad abdominal, se originan de múltiples ganglios espinales (C_3-L_3). Esta circunstancia determina la multiplicidad y el carácter multisegmentario de las vías y fuentes de la inervación aferente de los órganos de la cavidad abdominal (F. B. Heinman, P. I. Lobko, N. K. Landshman). Con eso se explica que la

sensación dolorosa pueda transmitirse tanto por los nervios vegetativos, como también por los de la vida animal (Mitchel, 1953).

A la par con esto, últimamente se ha establecido (D. M. Golub, 1963) que no sólo existe difusión en cuanto a la distribución de las neuronas sensitivas y el trayecto de las vías de las fibras, sino también la participación preponderante de los ganglios espinales en la inervación de las vísceras. Por consiguiente, entre las fuentes y las vías de inervación aferente de las vísceras pueden destacarse las principales y las complementarias. Esta división está unida estrechamente con la representación sobre las vías colaterales de la inervación espinal aferente de las vísceras. Las vías indirectas en condiciones patológicas (interrupción de la médula espinal y otras) pueden jugar el papel de vías compensatorias, que equilibran la función de las vías principales perturbadas, *dispositivos compensatorios en forma de «imbricación»* de la inervación aferente de los órganos.

Respecto a las vías eferentes del sistema vegetativo, ellas forman nervios y ganglios bien evidentes. Por eso puede hablarse de dos vías eferentes del sistema nervioso único: una vía constituida por los nervios motores, somáticos, de la vida animal, y la otra por los vegetativos. Los nervios vegetativos forman plexos alrededor de los vasos sanguíneos junto con los cuales llegan y entran en los órganos. La existencia de plexos perivasculares es un rasgo característico del sistema nervioso vegetativo que le distingue del sistema nervioso de la vida animal.

Como se habló más arriba, el sistema nervioso vegetativo se caracteriza por su difusión universal en el organismo. Este tiene una amplia región de inervación eferente que abarca todos los órganos y tejidos del cuerpo, sin excluir la musculatura esquelética (a la cual tonifica). En esto consiste la particularidad morfológica del sistema vegetativo en contraposición al de la vida animal, el que con sus fibras centrifugas sólo inerva los músculos esqueléticos, es decir, tiene una región comparativamente limitada de inervación eferente. Un aporte considerable en el estudio de la morfología del sistema vegetativo lo hicieron V. P. Vorobiev, D. M. Golub, T. A. Grigorieva, A. S. Doguel, B. I. Dolgo-Saburov, G. F. Ivanov, N. G. Kolosov, N. S. Kondratiev, B. I. Lavrentiev, E. P. Melman, V. N. Murat, R. D. Sinélnikov, V. N. Ternovski y otros.

Para comprender su estructura es necesario tener en cuenta el desarrollo del sistema nervioso vegetativo.*

La musculatura lisa de los invertebrados es regulada por un sistema nervioso gangliorreticular, el cual, además de esta función especial, regula también el metabolismo. La acomodación, el ajuste del metabolismo a los cambios funcionales de los órganos, que se denomina adaptación, y la función correspondiente del sistema nervioso es la función *trófica adaptativa* (L. A. Orbeli). Esta es la función más común y antigua del sistema nervioso en los antecedentes primitivos de los vertebrados. En el transcurso posterior de la evolución progresaron más que otros, el aparato del movimiento (desarrollo del esqueleto óseo y la musculatura estriada) y los órganos de los sentidos, es decir, los órganos de la vida animal. Por eso, aquella parte del sistema nervioso relacionada con ellos, es decir, la parte animal, experimentó los cambios más bruscos y adquirió nuevos rasgos, en particular, el aislamiento de las fibras con ayuda de las membranas mielínicas (fibras pulposas), y la gran velocidad de conducción de la excitación (12-100 m por segundo). Al contrario, los órganos de la vida vegetativa experimentaron una evolución más lenta y menos progresiva, y por eso, la parte del sistema nervioso en conexión con ellos conservó la función

* A. G. Kuorre, I. D. Lev y E. K. Sepp lo exponen parcialmente.

más general—la trófica adaptativa. Esta parte es precisamente el sistema nervioso vegetativo. A la par con alguna especialización, éste conservó una serie de rasgos primitivos antiguos: ausencia de membranas mielínicas (fibras sin mielina) en la mayoría de las fibras nerviosas; menor velocidad de conducción de la excitación (0,3-10 m por segundo), y también menor concentración y centralización de las neuronas efectoras que permanecieron difundidas en la periferia, en los ganglios, nervios y plexos. La neurona efectora resultó estar situada cerca del órgano de trabajo e incluso en su espesor.

Tal disposición periférica de la neurona efectora condicionó la principal particularidad morfológica del sistema vegetativo—el carácter bineural de la vía eferente que consta de las neuronas intercalar y efectora.

Con la aparición del cerebro troncular (en los acráneos), los impulsos de adaptación surgidos en éste discurren por las neuronas intercalares que tienen ritmos rápidos de excitación; la adaptación se realiza por la musculatura lisa y las glándulas a las cuales llegan las neuronas efectoras que se distinguen por una conductibilidad lenta (sobre lo cual se habló más arriba). Esta contradicción se resuelve en el proceso de la evolución gracias al desarrollo de ganglios nerviosos especiales, en los que se establecen los contactos de las neuronas intercalares con las efectoras, con la particularidad de que una neurona intercalar entra en conexión con muchas neuronas efectoras (aproximadamente 1 : 32). Con eso se logra la commutación de las fibras mielínicas de gran velocidad de conducción con las amilínicas de pequeña velocidad. Como resultado, toda la vía periférica eferente del sistema vegetativo se divide en dos partes—preganglionar y postganglionar—y los propios ganglios se convierten en los transformadores de los ritmos de la excitación, desde los rápidos hasta los lentos.

Cuando en los peces inferiores se forma el encéfalo, en él se desarrollan los centros que unen la actividad de los órganos que elaboran el medio interno del organismo.

Puesto que en esta actividad, además de la musculatura lisa también participa la esquelética, estriada, entonces surge la necesidad de la coordinación del trabajo de los músculos lisos y estriados. Por ejemplo, las tapas branquiales se ponen en movimiento por la musculatura esquelética; lo mismo en el hombre, en el acto de la respiración participa tanto la musculatura lisa de los bronquios, como la estriada del tórax. Tal coordinación se realiza por un aparato reflejo especial desarrollado en el mielencéfalo, en forma del sistema del nervio vago (Sistema parasimpático de la médula oblongada).

En el sistema nervioso central surgen también otras formaciones, que al igual que el vago, cumplen la función de coordinar la actividad conjunta de la musculatura esquelética de ritmos rápidos de excitación, y la musculatura lisa y las glándulas de ritmos lentos. A éstas se atribuye aquella parte del nervio oculomotor que realiza con ayuda de los músculos lisos y estriados del ojo la fijación normal del diámetro de la pupila, de la acomodación y de la convergencia correspondiente a la intensidad de la luz y a la distancia hasta el objeto a observar, según los mismos principios que utiliza el fotógrafo (parte mesencefálica del sistema parasimpático). A esta parte también se le atribuye la función realizada por los nervios sacros (II-IV) y que no es otra que la función normal de los órganos pelvianos (de la vejiga urinaria y del recto)—la evacuación, en la cual participan tanto los músculos lisos de dichos órganos, como los músculos estriados de la pelvis y de la prensa abdominal—parte sacra del sistema parasimpático. En el mesencéfalo y en el diencefalo se desarrolló el aparato central de adaptación en forma de la substancia gris alrededor del acueducto del cerebro y del tubérculo ceniciento (hipotálamo).

En fin, en la corteza cerebral surgieron centros que unen las funciones superiores vegetativas y de la vida animal.

El desarrollo del sistema vegetativo en la ontogénesis (embriogénesis) sucede de una manera distinta a la de la filogénesis.

La parte vegetativa del sistema nervioso surge de un foco común con la parte animal—neuroectodermo—, con lo que se demuestra la unidad de todo el sistema nervioso.

Del rudimento común del sistema nervioso salen los simpatoblastos que migran a la periferia y se acumulan en lugares determinados formando al principio los ganglios del tronco simpático limítrofe, y luego, los ganglios intermedios y los plexos nerviosos. Las prolongaciones de las células del tronco simpático limítrofe, uniéndose en fascículos, forman los ramos comunicantes grises.

De una manera semejante se desarrolla también la parte craneal del sistema vegetativo. Los rudimentos de los ganglios parasimpáticos emergen de la médula oblongada o de la placa ganglionar y realizan la migración distante, a lo largo de los ramos de los nervios trigémino, vago y otros, asentándose por su trayecto o formando ganglios intramurales

FORMACIÓN DE NUEVAS VÍAS NERVIOSAS (REINERVAÇÃO DE LOS ÓRGANOS)

Por medio de investigaciones experimentales, D. M. Golub y sus colaboradores (1960, 1964) demostraron que al suturar algunos órganos internos uno al otro (intestino delgado o grueso a la vejiga) surgen nuevas vías aferentes que conectan a estos órganos con el sistema nervioso central (con la médula espinal). Entre los órganos suturados se forman comisuras, en las cuales, al principio se incrustan los vasos y después los nervios. Estos se localizan alrededor de los vasos en forma de plexos periadventicios y también intramurales, con la creación de centros reguladores locales.

En consecuencia, la comisura se convierte en un nuevo órgano que posee su propia vascularización e inervación. En este órgano se crea una nueva vía complementaria de conducción de impulsos aferentes al sistema nervioso central. Por consiguiente, además de los principales conductores nerviosos existentes, en casos especiales pueden desarrollarse vías nerviosas complementarias indirectas (de rodeo) que resultan ser el substrato morfológico de la inervación compensadora.

La posibilidad de dirigir el desarrollo del sistema nervioso y la formación de nuevas vías aferentes (reineriación) tiene importancia práctica para la restauración quirúrgica de los órganos y de su sistema nervioso alterado.

SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO

El sistema simpático surge, históricamente, como una parte segmentaria, por eso también en el hombre tiene una estructura de carácter segmentario.

PARTE CENTRAL DEL SISTEMA SIMPÁTICO

La parte central del sistema simpático está situada en los cuernos laterales de la médula espinal a nivel de C_{VIII} , Th_1 — L_{III} , en el **núcleo intermediolateral**. De éste parten las fibras que inervan la musculatura lisa de las vísceras, de los órganos de los sentidos (ojos) y las glándulas. Además, aquí se localizan los centros vasomotores, pilomotores y sudoríparos. Se considera (eso se confirma con la experiencia clínica) que las diferentes partes de la médula espinal influyen sobre la troficidad, la termorregulación y el metabolismo.

PARTE PERIFÉRICA DEL SISTEMA SIMPÁTICO

La parte periférica del sistema simpático se forma, ante todo, por dos troncos simétricos, **los troncos simpáticos derecho e izquierdo**, situados a los lados de la columna vertebral, en toda su extensión, desde la base del cráneo hasta el cóccix, donde ambos extremos caudales se unen en un ganglio común. Cada uno de estos dos troncos se compone de una serie de ganglios nerviosos de primer orden enlazados entre sí mediante **ramos longitudinales interganglionares**, constituidos por fibras nerviosas. Además de **los ganglios de los troncos simpáticos** (*ganglia trunci sympathici*), en la composición del sistema simpático entran **los ganglios intermedios** señalados más arriba. Según datos recientes (V. S. Abashidze, 1963), el tronco simpático, a partir del ganglio cervical superior, contiene elementos del sistema nervioso parasimpático e incluso del de la vida animal.

Las prolongaciones de las células de los cuernos laterales de la porción toracolumbar a través de las raíces ventrales, al separarse de éstas discurren en la composición de los ramos comunicantes blancos hacia el tronco simpático (véase fig. 474). Aquí se unen mediante sinapsis con las células de los ganglios del tronco simpático o atraviesan sus ganglios sin interrupción alcanzan a uno de los ganglios intermediarios. Esta es la llamada vía preganglionar. De los ganglios del tronco simpático o (si allí no hubo interrupción) de los ganglios intermediarios parten las fibras amielínicas de la vía postganglionar, que se dirigen a los vasos sanguíneos y a las vísceras.

Puesto que el sistema simpático tiene la parte somática, éste está en relación con los nervios espinales, que aseguran la inervación del soma. Esta relación se realiza mediante los ramos comunicantes grises, los cuales representan una porción de las fibras postganglionares que se extienden desde los ganglios del tronco simpático hasta el nervio espinal. En la composición de los ramos comunicantes grises y los nervios espinales, las fibras postganglionares se extienden a los vasos, glándulas y músculos lisos de la piel, y también a la musculatura estriada, asegurando su troficidad y tono.

De esta manera, el sistema simpático se une con el de la vida animal por medio de dos tipos de ramos comunicantes: los blancos y los grises. Los ramos blancos (mielínicos) son las fibras preganglionares y van desde los centros del sistema simpático a través de las raíces ventrales hacia los ganglios del tronco simpático. Debido a que los centros se encuentran a nivel de los segmentos torácicos y lumbares superiores, por eso los ramos comunicantes blancos sólo existen en los límites del I nervio torácico al III nervio lumbar. Los ramos comunicantes grises, que son fibras postganglionares, aseguran los procesos vasomotores y tróficos del soma; ellos unen el tronco limitrofe con los nervios espinales en toda su extensión. La parte cervical del tronco está también en conexión con los nervios craneales. Por consiguiente, todos los plexos del sistema nervioso de la vida animal contienen en sus fascículos y troncos nerviosos fibras del sistema simpático, con lo que se subraya la unidad de estos sistemas.

TRONCO SIMPÁTICO

Cada uno de los dos troncos simpáticos se divide en cuatro porciones: cervical, torácica, lumbar (o abdominal) y sacra (o pelviana).

La porción cervical va desde la base del cráneo hasta el cuello de la I costilla; el tronco simpático se sitúa por detrás de las arterias carótidas y delante de los músculos prevertebrales del cuello. En su composición entran tres ganglios cervicales simpáticos: superior, medio e inferior.

El ganglio cervical superior es el más grande del tronco simpático, tiene unos 20 mm de largo y 4-6 mm de ancho. Está situado a nivel de la II y una parte de la III vértebra cervical, por detrás de la arteria carótida interna y medialmente al nervio vago.

El ganglio cervical medio, de pequeño tamaño, se sitúa generalmente en el lugar del cruzamiento de la arteria tiroidea inferior con la arteria carótida, pero a menudo está ausente o puede dividirse en dos ganglios pequeños.

El ganglio cervical inferior, de tamaño bastante grande, está situado por detrás de la parte inicial de la arteria vertebral, a menudo se fusiona con el I,

y a veces, con el II ganglio torácico (A. R. Buchanan, 1962), formando el **ganglio cervicotorácico** o **ganglio estrellado**. Algunos autores (White, 1959) describen 4 ganglios cervicales del tronco simpático, en relación con el desarrollo de las arterias segmentarias: superior, medio, inferior y estrellado.

De los ganglios cervicales parten los nervios para la cabeza, el cuello y el tórax. Estos pueden dividirse en un grupo ascendente, que se dirige a la cabeza, y en otro grupo descendente, que baja al corazón, y un grupo para los órganos del cuello, que se dirige a éstos casi directamente, desde el lugar de partida.

Los nervios para *la cabeza* parten de los ganglios cervicales superior e inferior y se dividen en dos grupos: uno, que penetra en la cavidad craneal, y otro, que llega a la cabeza por su parte externa.

El primer grupo está representado por el **nervio carótido interno**, que parte del ganglio cervical superior, y el **nervio vertebral**, que parte del ganglio cervical inferior. Ambos nervios, acompañando a las arterias homónimas, forman plexos alrededor de las mismas: el carótido interno y el vertebral penetran junto con las arterias en la cavidad craneal donde se anastomosan entre sí y dan ramos para los vasos cerebrales, las meninges, la hipófisis, los troncos de los pares craneales III, IV, V y VI y el nervio carótico-timpánico.

El **nervio carótido interno** se continúa en el **plexo cavernoso**, que rodea la *arteria carótida interna a su paso por el seno cavernoso*.

Los ramos de los plexos se extienden por la arteria carótida interna y también por sus ramificaciones. De los ramos del plexo hay que subrayar el nervio petroso profundo, que se une con el nervio petroso mayor y junto con éste forma el nervio del canal pterigoideo (raíz facial), que llega a través del canal pterigoideo al ganglio pterigopalatino.

El segundo grupo de nervios simpáticos de la cabeza es externo y se compone de dos ramos del ganglio cervical superior, los **nervios carótidos externos**, que al formar los plexos alrededor de la arteria carótida externa, acompañan a sus ramificaciones en la cabeza. Del plexo parte un filete hacia el ganglio ótico y del **plexo facial**, que acompaña a la arteria homónima, parte un ramo para el ganglio submandibular.

Mediante los ramos que entran en los plexos pericarotídeos y sus ramificaciones el ganglio cervical superior emite fibras para los vasos (vasoconstrictores) y las glándulas de la cabeza: sudoríparas, lagrimales, mucosas y salivales, y también para los músculos lisos del pelo y el dilatador de la pupila (véase «Órganos de la vista»). El centro de la dilatación de la pupila, centro cilioespinal, se encuentra en la médula espinal, desde el VIII segmento cervical hasta el II torácico.

Los *órganos del cuello* reciben sus nervios de los tres ganglios cervicales, además, una parte de los mismos sale de los segmentos interganglionares de la porción cervical del tronco simpático, y otra parte, de los plexos de las arterias carótidas.

Los ramitos de los plexos siguen el trayecto de los ramos de la arteria carótida externa, son homónimos y junto con éstos llegan a los órganos, debido a lo cual el número de plexos simpáticos aislados es igual al número de ramos arteriales. De los nervios que parten de la porción cervical del tronco se destacan los **ramos laringofaríngeos** del ganglio cervical superior, que en parte van con el nervio laríngeo superior (ramo del nervio vago) hacia la

laringe y en parte descienden por la pared lateral de la faringe y aquí, junto con los ramos de los nervios glossofaríngeo, vago y laríngeo superior, forman el plexo faríngeo.

El grupo descendente de los ramos de la porción cervical del tronco simpático está representado por los **nervios cardíacos cervicales superior, medio e inferior**, que parten de los ganglios cervicales correspondientes. Estos nervios descienden a la cavidad torácica donde junto con los nervios cardíacos torácicos simpáticos y los ramos del vago, participan en la formación de los plexos cardíacos (véase «Inervación del corazón», pág. 342).

La porción torácica del tronco simpático se sitúa por delante de los cuellos de las costillas y en su parte anterior está cubierta por la pleura. En su composición entran 10-12 ganglios de forma más o menos triangular. Esta porción se caracteriza por la presencia de *los ramos comunicantes blancos* que unen las raíces ventrales de los nervios espinales con los ganglios del tronco simpático.

Ramos de la porción torácica: 1) **nervios cardíacos torácicos**; parten de los ganglios torácicos superiores y participan en la formación del plexo cardíaco (véanse plexos cardíacos en la descripción del corazón); 2) **ramos comunicantes grises**, amielínicos, para los nervios intercostales (parte somática del sistema simpático); 3) **ramos pulmonares**—para los pulmones, forman el plexo pulmonar; 4) **ramos aórticos**, forman el **plexo en la aorta torácica**, **plexo aórtico torácico**, y en parte en el esófago, **plexo esofágico**, así como en el conducto torácico (en todos los plexos indicados participa también el nervio vago); 5) **nervios espláncnicos mayor y menor**, el mayor se inicia por varias raíces que parten de los ganglios torácicos V-XI; sus raíces van medialmente y se fusionan a nivel de la IX vértebra torácica en un tronco común que penetra en la cavidad abdominal a través del espacio existente entre los fascículos musculares de los pilares del diafragma y termina formando parte del plexo celíaco; el menor se inicia en los X-XI ganglios torácicos y también entra en el **plexo celíaco**, atravesando el diafragma junto con el nervio espláncnico mayor o separado de éste por varios fascículos musculares. En los nervios espláncnicos discurren las fibras vasoconstrictoras, como puede observarse en el hecho de que al cortar estos nervios los vasos del intestino se llenan intensamente de sangre; además, estos nervios tienen fibras que frenan los movimientos del estómago e intestinos, y otras que sirven como conductoras de las excitaciones procedentes de las vísceras (fibras aferentes del sistema simpático).

La porción lumbar o abdominal del tronco simpático consta de cuatro ganglios, a veces de tres. Los troncos simpáticos en la porción lumbar están situados más cerca uno del otro que en la cavidad torácica, por eso los ganglios se localizan en la cara anterolateral de las vértebras lumbares a lo largo del borde medial del músculo psoas mayor. Los ramos comunicantes blancos existen solamente con dos o tres nervios lumbares superiores.

De la porción abdominal del tronco simpático, en toda su extensión, parten gran número de ramos que junto con los nervios espláncnicos mayor y menor y las porciones abdominales de los nervios vagos forman el plexo más grande, el **espláncnico o solar**, **plexo celíaco** (*plexus celiacus*) (fig. 472). En la formación del plexo participan también múltiples ganglios espinales (C₅—L₃) (D. M. Golub, 1963). El plexo está situado en la cara anterior de la aorta abdominal, detrás del páncreas, y rodea las partes iniciales del tronco

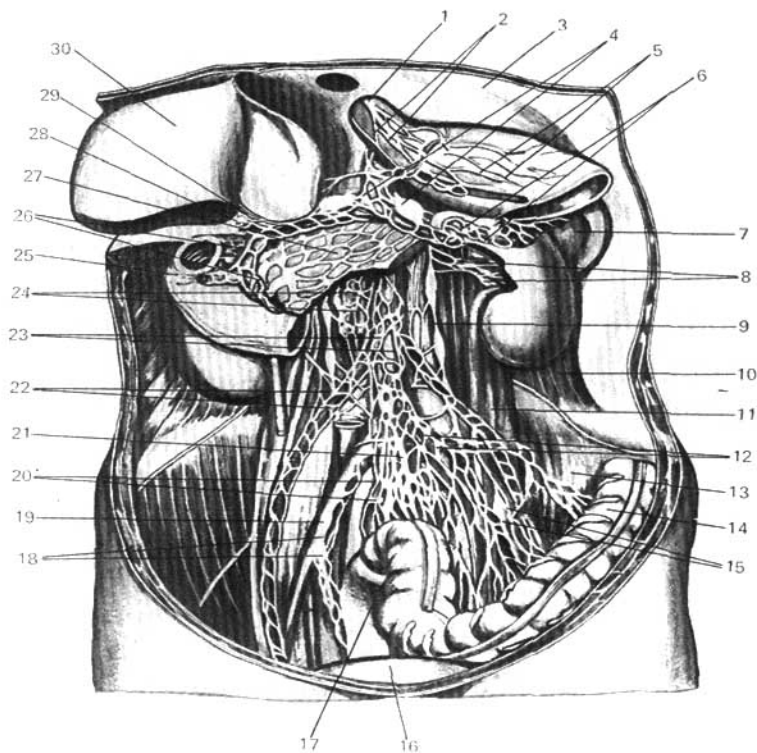


Fig. 472. Plexos solar y aórtico simpáticos (según Kiss-Szentágothai).

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 — nervio vago y plexos por éste formados en el esófago (2) y el estómago (5); | 16 — vejiga urinaria; |
| 3 — diafragma; | 17 — recto; |
| 4 — plexo celíaco y ganglio celíaco; | 18 — plexo ilíaco; |
| 5 — plexo lienal; | 19 — arteria ilíaca común; |
| 6 — bazo; | 20 — plexo rectal superior; |
| 7 — plexo renal; | 21 — plexo hipogástrico superior; |
| 8 — tronco simpático; | 22 — plexo testicular; |
| 9, 10, 11, 13 — músculos de la pared abdominal posterior; | 23 — plexo aórtico abdominal; |
| 12 — plexo mesentérico inferior; | 24 — plexo mesentérico superior; |
| 14 — colon sigmoideo; | 25 — duodeno; |
| 15 — plexo alrededor de la arteria sigmoidea; | 26 — plexo duodenal; |
| | 27 — páncreas; |
| | 28 — arteria hepática propia; |
| | 29 — plexo hepático; |
| | 30 — hígado. |

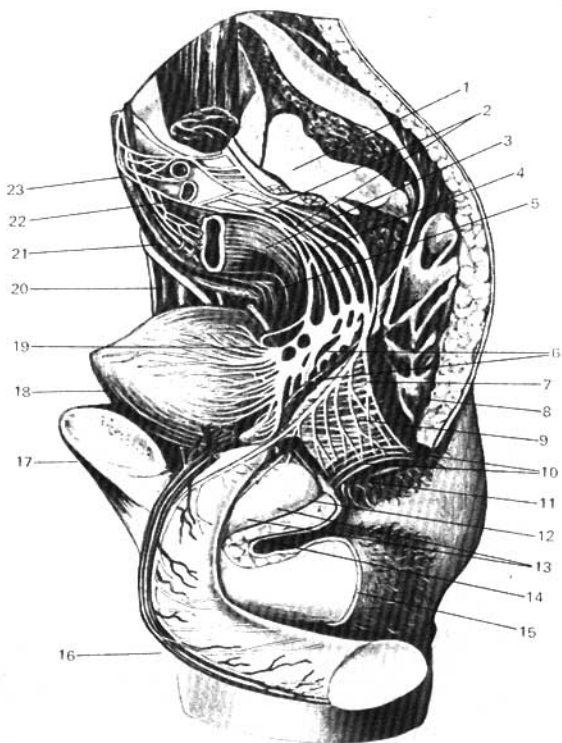


Fig. 473. Plexo pélvico (pelvis masculina); según Kiss-Szentágothai.

- 1 — cara auricular del hueso sacro;
- 2 — plexo sacro (de la vida animal);
- 3 — plexo hipogástrico superior;
- 4 — nervios espláncnicos pelvianos (nervios erectores);
- 5 — recto;
- 6 — plexo hipogástrico inferior (plexo pelviano), plexo rectal medio, plexo prostático y plexo vesical;
- 7 — nervio pudendo (del plexo sacro);
- 8 — músculo glúteo máximo;
- 9 — músculo elevador del ano;
- 10 — nervios rectales inferiores y nervios perineales;

- 11 — músculo esfínter externo del ano;
- 12 — diafragma urogenital;
- 13 — nervios profundos del pene;
- 14 — bulbo del pene;
- 15 — escroto;
- 16 — nervio dorsal del pene;
- 17 — sínfisis púbica;
- 18 — vejiga urinaria;
- 19 — uréter izquierdo;
- 20 — uréter derecho;
- 21 — nervio hipogástrico derecho;
- 22 — arteria ilíaca común izquierda;
- 23 — plexo aórtico abdominal.

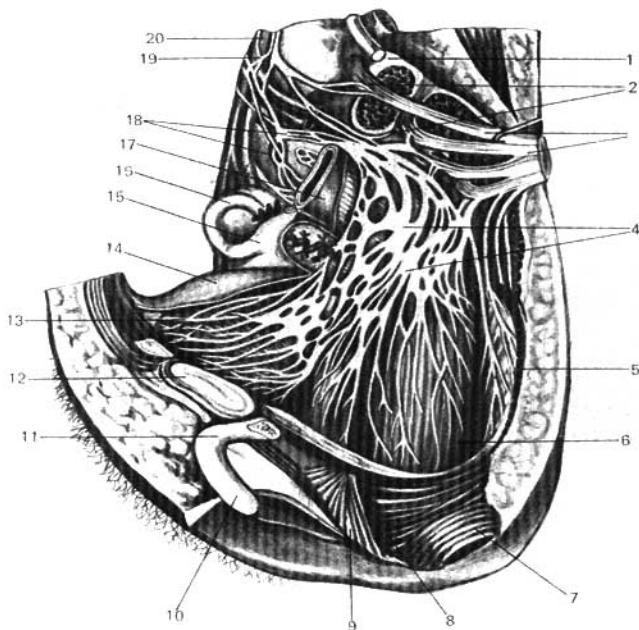


Fig. 474. Plexo pélvico (pelvis femenina), según Kiss-Szentágothai.

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 — hueso sacro; | 12 — sínfisis púbica; |
| 2 — ramos comunicantes; | 13 — plexo vesical; |
| 3 — plexo sacro; | 14 — vejiga urinaria; |
| 4 — plexo rectal y uterovaginal; | 15 — útero; |
| 5, 8 — músculo elevador del ano; | 16 — tuba uterina; |
| 6 — recto; | 17 — recto; |
| 7 — músculo esfínter externo del ano; | 18 — plexo hipogástrico superior; |
| 9 — músculo transverso profundo del periné; | 19 — plexo aórtico abdominal; |
| 10, 11 — clitoris; | 20 — aorta abdominal. |

celíaco y de la arteria mesentérica superior. El plexo se encuentra entre las arterias renales, las suprarrenales y el agujero aórtico del diafragma e incluye el ganglio par de la arteria celíaca, **ganglio celíaco**, y, a veces, el ganglio impar de la arteria mesentérica superior, **ganglio mesentérico superior**, situado debajo de la raíz de la arteria.

Del plexo celíaco parte una serie de plexos menores pares hacia el diafragma, las suprarrenales y los riñones, y también al **plexo ovárico** (testicular)

que siguen el trayecto de las arterias homónimas. Hay también una serie de plexos impares para determinados órganos que van por las paredes de las arterias con cuyo nombre se identifican. El **plexo mesentérico superior** inerva el páncreas, el intestino delgado y el grueso hasta la parte media del colon transverso y también el ovario (V. V. Troitski).

La segunda fuente principal de inervación de los órganos de la cavidad abdominal es el plexo de la aorta, **plexo aórtico abdominal** (véase fig. 472), compuesto de dos troncos que parten del plexo celiaco y de los ramitos de los ganglios lumbares del tronco simpático. Del plexo aórtico parte el **plexo mesentérico inferior** para el colon transverso, el descendente, el sigmoideo y las porciones superiores del recto (plexos rectales superiores). Cerca del lugar de partida del plexo mesentérico inferior se sitúa el ganglio homónimo, **ganglio mesentérico inferior**. Sus fibras postganglionares van a la pelvis en la composición de los nervios hipogástricos.

El plexo aórtico se continúa al principio en el plexo hipogástrico superior, impar, que en el promontorio se bifurca y pasa al plexo de la pelvis o plexo hipogástrico inferior. Las fibras originadas de los segmentos lumbares superiores son funcionalmente vasomotoras (vasoconstrictoras) para el pene, motoras para el útero y para el esfínter de la vejiga urinaria.

La **porción sacra o pelviana** tiene por lo común 4 ganglios, situándose en la cara anterior del sacro, a lo largo del borde medial de los orificios sacros anteriores; ambos troncos, yendo hacia abajo, se acercan poco a poco uno al otro, para terminar en un ganglio común impar situado en la cara anterior del cóccix. Estos ganglios, al igual que los lumbares, están unidos entre sí por cordoncitos longitudinales y también por cordoncitos transversos.

De los ganglios de la porción sacra del tronco simpático parte una serie de ramos que se unen con los ramos que salen del plexo mesentérico inferior y forman una lámina que se extiende desde el sacro hacia la vejiga denominada **plexo hipogástrico inferior o plexo pelviano** (*pl. hypogastricus s. pl. pelvinus*) (figs. 473, 474). El plexo tiene sus ganglios—ganglios pelvianos, y en él se distinguen varias porciones: 1) *porción anteroinferior*, en la que se distingue una parte superior que inerva la vejiga urinaria (**plexo vesical**); y una parte inferior que inerva en los hombres la próstata (**plexo prostático**); las vesículas seminales y el conducto deferente (**plexo deferencial**) y los cuerpos cavernosos (**nervios cavernosos del pene**); 2) *la porción posterior del plexo* inerva el recto (**plexos rectales medios e inferiores**). Además, en las mujeres se destacan: 3) *la porción media*, cuya parte inferior da ramos para el útero y la vagina (**plexo uterovaginal**), y los cuerpos cavernosos del clitoris (**nervios cavernosos clitoricos**), y la parte superior emite ramos para el útero y los ovarios (V. P. Vorobiov).

SISTEMA PARASIMPÁTICO

El sistema parasimpático (fig. 470) se desarrolla, históricamente, como una parte suprasedgmentaria y por eso sus centros se sitúan no sólo en la médula espinal, sino también en el encéfalo.

CENTROS DEL SISTEMA PARASIMPÁTICO

La parte central del sistema parasimpático comprende una **porción craneal** y otra **espinal** o **sacra**. Algunos autores (L. Ya. Pines, 1957) consideran que los centros parasimpáticos de la médula espinal se encuentran no sólo en la región de los segmentos sacros, sino también en sus otras porciones, en particular, en la porción limbotorácica, entre el cuerno anterior y el posterior, en la llamada zona intermedia. Los centros dan inicio a las fibras eferentes de las raíces dorsales que provocan dilatación de los vasos, la inhibición de la secreción del sudor y el freno de la contracción de los músculos lisos pilosos del tronco y los miembros.

PORCIÓN CRANEAL

La porción craneal, a su vez, consta de aquellos centros que están situados en el mesencéfalo (parte mesencefálica) y en el encéfalo romboideo—en el puente y la médula oblongada (parte bulbar).

1. *La parte mesencefálica* está representada por el **núcleo accesorio** del nervio oculomotor (de Yakubóvich) y el **núcleo mediano impar**, a expensas de los cuales se inerva la musculatura lisa del ojo—músculos esfínter de la pupila y ciliar.

2. *La parte bulbar* está representada por el **núcleo salivatorio superior** del nervio facial (más exactamente, el nervio intermedio de Wrisberg), el **núcleo salivatorio inferior** del nervio glossofaríngeo y el **núcleo dorsal** del nervio vago (véanse los nervios correspondientes).

PORCIÓN SACRA

Los centros parasimpáticos se encuentran en la médula espinal, en el **núcleo intermediolateral** del cuerno lateral a nivel de los II-IV segmentos sacros (fig. 475).

PARTE PERIFÉRICA DEL SISTEMA PARASIMPÁTICO

La parte periférica de la **porción craneal** del sistema parasimpático está representada por: 1) **las fibras preganglionares**, que van en la composición de los nervios III, VII, IX y X pares craneales (según Mitchel, 1957, también en la composición de los I y XI pares); 2) **los ganglios terminales**, situados cerca de los órganos, a saber: ganglios ciliar, pterigopalatino, submandibular, ótico y 3) **las fibras postganglionares**, que tienen un trayecto independiente, como sucede con los nervios ciliares cortos que parten del ganglio ciliar, o van en la composición de cualesquiera nervios, por ejemplo, las fibras postganglionares que parten del ganglio ótico y discurren en la composición del nervio auriculotemporal. Algunos autores (Gasser, 1955; Guess, 1956; Mitchel, 1957 y otros) señalan que las fibras parasimpáticas salen también de diferentes segmentos de la médula espinal a través de las raíces dorsales, dirigiéndose a las paredes del tronco y a los miembros.

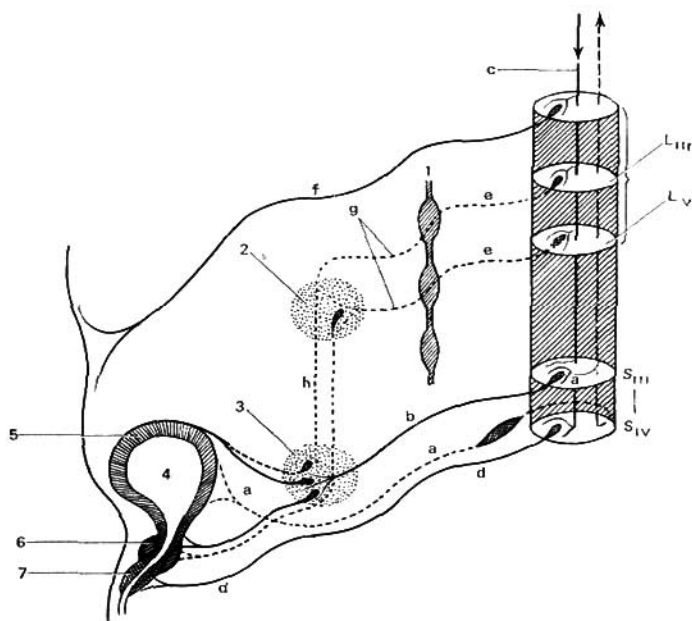


Fig. 475. Esquema de la inervación de la vejiga urinaria.

a — vía sensitiva a la médula espinal;
 b — nervio espláncnico pelviano;
 c — vía corticospinal;
 d — nervio pudendo;
 e — ramos comunicantes;
 f — nervio iliohipogástrico;
 g — nervios mesentéricos;
 h — nervios hipogástricos;
 i — tronco simpático;

2 — ganglio mesentérico inferior;
 3 — plexo hipogástrico y ganglios terminales del sistema parasimpático situados cerca de éste;
 4 — vejiga urinaria;
 5 — músculo detrusor;
 6 — músculo esfínter de la vejiga;
 7 — músculo esfínter de la uretra.

La parte periférica de la porción sacra del sistema parasimpático está representada por las fibras que en la composición de las raíces ventrales de los nervios sacros II-IV y después en la composición de sus ramos anteriores que forman el plexo sacro (plexo de la vida animal) entran en la pelvis menor. Aquí se separan del plexo y en forma de nervios espláncnicos pelvianos se dirigen al plexo hipogástrico inferior, con el que inervan las vísceras pelvianas: el recto con el colon sigmoideo, la vejiga urinaria y los órganos genitales externos e internos. La excitación de los nervios espláncnicos pelvianos provoca la contracción del recto y de la vejiga (músculo detrusor urinario) con el relajamiento de sus esfínteres. Las fibras del plexo hipogástrico simpático detienen el vaciamiento de estos órganos y excitan también la contrac-

ción del útero, mientras que los nervios espláncnicos pelvianos la frenan. Los nervios espláncnicos pelvianos tienen también fibras vasodilatadoras (nervios erectores) para los cuerpos cavernosos del pene y del clítoris, condicionan de la erección. Las fibras parasimpáticas que parten de la porción sacra de la médula espinal van a los plexos pélvicos no sólo en la composición de los nervios erectores y espláncnicos pelvianos, sino también en la composición del nervio pudendo (fibras preganglionares). Según los últimos datos (A. M. Mescheriakov, 1958), el pudendo es un nervio complejo que tiene en su composición, además de fibras de la vida animal, fibras vegetativas (simpáticas y parasimpáticas) que participan en el plexo hipogástrico inferior. Las simpáticas, que parten de los ganglios de la porción sacra del tronco simpático en calidad de fibras postganglionares, se unen con el nervio pudendo en la cavidad de la pelvis menor y pasan a través del plexo hipogástrico inferior a los órganos pelvianos.

Al sistema nervioso parasimpático pertenece también el llamado **sistema nervioso intramural**.

En las paredes de una serie de órganos cavitarios se encuentran plexos nerviosos que contienen ganglios pequeños (terminales) con células ganglionares y fibras amielínicas—sistema gangliorreticular o intramural.

Este sistema ha sido estudiado ampliamente por los científicos soviéticos (A. S. Doguel, B. I. Lavrentiev, V. P. Vorobiev, N. G. Kolosov). En una serie de tejidos, Leontóvich descubrió una red nerviosa difusa («red de Leontóvich»). El sistema intramural se observa particularmente en el tracto digestivo, donde está representado por varios plexos.

1. **Plexo muscular o plexo mesentérico** (de Auerbach), situado entre la musculatura longitudinal y la circular del tubo digestivo.

2. **Plexo submucoso** (de Meissner), situado en el tejido submucoso. Este discurre en el plexo de las glándulas y las vellosidades.

Hacia la periferia de los plexos mencionados se sitúa la red de Leontóvich. A los plexos llegan las fibras nerviosas de los sistemas simpático y parasimpático. En los plexos intramurales tiene lugar la conmutación de las fibras preganglionares del parasimpático en las postganglionares.

BREVE BOSQUEJO DE LA INERVACIÓN VEGETATIVA DE LOS ORGANOS *

INERVACIÓN DEL OJO

Como respuesta a determinadas excitaciones ópticas que van de la retina (véase pág. 411) se realiza la convergencia y acomodación del aparato óptico.

La convergencia de los ojos—coincidencia de los ejes ópticos de ambos ojos en el objeto a observar—se efectúa reflejamente, mediante la contracción combinada de los músculos estriados del bulbo del ojo. Este reflejo, necesario para la visión binocular, está relacionado con la acomodación del ojo. La acomodación—capacidad del ojo de distinguir claramente los objetos que se encuentran a diferente distancia del mismo depende de la contracción de la musculatura lisa—músculo ciliar y músculo esfínter de la pupila. Puesto que la actividad de la musculatura lisa del ojo se realiza en conjunto con la contracción de sus músculos estriados, la inervación vegetativa del ojo se examinará junto con la inervación de la vida animal de su aparato motor.

* Las vías aferentes de la inervación vegetativa se dan, en lo fundamental, según Mitchell (1957).

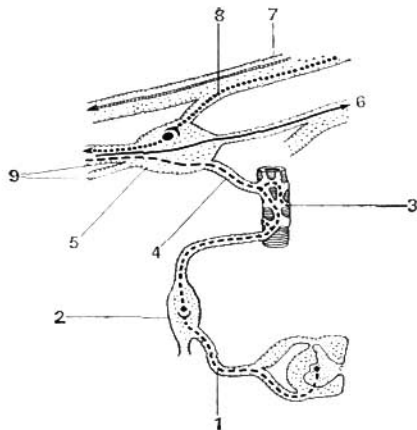


Fig. 476. Ganglio ciliar (esquema).

- 1 — ramo comunicante blanco;
- 2 — ganglio cervical superior;
- 3 — arteria oftálmica;
- 4 — ramo simpático al ganglio ciliar;
- 5 — ganglio ciliar;
- 6 — nervio nasociliar;
- 7 — nervio oculomotor;
- 8 — raíz oculomotora (fibras preganglionares parasimpáticas);
- 9 — nervios ciliares breves.

Como vía aferente de los músculos del bulbo del ojo (sensibilidad propioceptiva) sirven, según algunos autores, los mismos nervios de la vida animal que inervan los músculos dados (III, IV, VI nervios espinales); según otros, el nervio oftálmico (nervio trigémino).

Los centros de la inervación de los músculos del bulbo del ojo son los núcleos de los III, IV y VI pares. La vía eferente son los III, IV y VI pares de nervios craneales. La convergencia del ojo se realiza, como se señaló, mediante la contracción combinada de los músculos de ambos ojos. Hay que tener presente que no existen, en absoluto, movimientos aislados de un bulbo del ojo. En cualesquiera movimientos arbitrarios y reflejos siempre participan los dos ojos. Esta posibilidad del movimiento combinado de los ojos (de la mirada) se asegura por el sistema especial de fibras que unen los núcleos de los III, IV y VI pares y de ambos lados que se designa con el nombre de *fascículo longitudinal medial*.

El fascículo longitudinal medial se inicia en los pedúnculos cerebrales, a partir del núcleo de Darkshevich* (véanse págs. 212, 213), se une con los núcleos de los nervios III, IV y VI, con ayuda de los colaterales y se dirige por el tronco cerebral hacia abajo, a la médula espinal, donde por lo visto termina en las células de los cuernos anteriores de los segmentos cervicales superiores. Gracias a esto, los movimientos de los ojos se combinan con los de la cabeza y del cuello (F. A. Poemny y E. P. Semiónova, 1960).

La inervación de los músculos lisos del ojo — del músculo esfínter de la pupila y el músculo ciliar —, que realizan la acomodación, se efectúa a expensas del sistema parasimpático; la inervación del músculo dilatador de la pupila se lleva a cabo por medio del sistema simpático. Como vías aferentes del sistema vegetativo sirven los nervios oculomotor y oftálmico.

Inervación parasimpática eferente. Las fibras preganglionares van del núcleo accesorio (parte mesencefálica del sistema nervioso parasimpático), en la composición del nervio oculomotor y por su raíz motora, llegan al ganglio ciliar (fig. 476), donde terminan. En el ganglio ciliar se inician las fibras postganglionares que a través de los nervios ciliares cortos llegan a los músculos ciliar y esfínter de la pupila. Función: la constricción de la pupila y la acomodación del ojo ya sea para la visión a larga o a corta distancia.

Inervación simpática eferente. Las fibras preganglionares parten de las células del núcleo intermediolateral de los cuernos laterales del último segmento cervical y los dos

* Pequeña masa de células ganglionares situadas al lado del acueducto del cerebro, encima del núcleo del III par (*N. del red.*).

segmentos torácicos superiores [C VIII—Th11, centro ciliospinal (*centrum ciliospinale*)], emergen a través de los dos ramos comunicantes blancos torácicos superiores, discurren en la composición de la porción cervical del tronco simpático y terminan en el ganglio cervical superior. Las fibras postganglionares van en la composición del nervio carótido interno a la cavidad del cráneo y entran en el plexo carótido interno y en el plexo oftálmico; después de eso, una parte de las fibras penetra en el ramo comunicante que se une con el nervio nasal y los nervios ciliares largos, y otra parte se dirige al ganglio ciliar, a través del cual pasa, sin interrupción, a los nervios ciliares cortos. Unas y otras fibras simpáticas, que pasan a través de los nervios ciliares cortos y largos, llegan al músculo radial del iris. Función: dilatar la pupila y contraer los vasos del ojo.

INERVACION DE LAS GLÁNDULAS LAGRIMALES Y SALIVALES

El nervio lagrimal (ramo del nervio oftálmico del nervio trigémino) sirve de vía aferente para la glándula lagrimal; para las glándulas submandibular y sublingual, el nervio lingual (ramo del nervio mandibular del trigémino) y la cuerda del tímpano (ramo del nervio intermedio); para la glándula parotídea, el nervio auriculotemporal y el nervio glossofaríngeo.

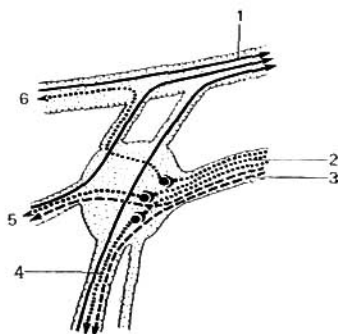
Inervación parasimpática eferente de la glándula lagrimal. El centro está situado en la parte superior de la médula oblongada (V. M. Béjterev), y en relación con el núcleo del nervio intermedio (núcleo salivatorio superior). Las fibras preganglionares van en la composición del nervio intermedio, luego en el nervio petroso (superficial) mayor hasta el ganglio pterigopalatino (fig. 477). Aquí se inician las fibras postganglionares que en la composición del nervio maxilar y después de su ramo cigomático, a través de las relaciones con el nervio lagrimal, alcanzan la glándula lagrimal.

Inervación parasimpática eferente de las glándulas submandibular y sublingual. Las fibras preganglionares salen del núcleo salivatorio superior en la composición del nervio intermedio, después pasan por la cuerda timpánica y siguen por el nervio lingual para alcanzar el ganglio submandibular, donde se inician las fibras postganglionares que van a las glándulas en la composición del nervio lingual.

Inervación parasimpática eferente de la parótida. Las fibras preganglionares parten del núcleo salivatorio inferior en la composición del nervio glossofaríngeo y después con el simpático, nervio petroso menor, hasta el ganglio óptico (fig. 478). En éste se inician las fibras postganglionares que van a la glándula en la composición del nervio auriculotemporal. Función: reforzamiento de la secreción de las glándulas lagrimal y salivales ya mencionadas; dilatación de los vasos de las glándulas.

Fig. 477. Ganglio pterigopalatino (esquema).

- 1 — nervio maxilar;
- 2 — nervio petroso mayor;
- 3 — nervio petroso profundo;
- 4 — nervios palatinos;
- 5 — nervios nasales posteriores;
- 6 — nervio cigomático.



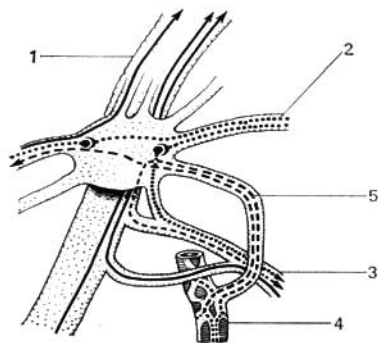


Fig. 478. Ganglio ótico (esquema).

- 1 — nervio mandibular;
- 2 — nervio petroso menor;
- 3 — nervio auriculotemporal;
- 4 — arteria meníngea media;
- 5 — fibras simpáticas.

Inervación simpática eferente de todas las glándulas mencionadas. Las fibras preganglionares se inician en los cuernos laterales de los segmentos torácicos superiores de la médula espinal y terminan en el ganglio cervical superior. Las fibras postganglionares se originan en dicho ganglio y llegan a la glándula lagrimal en la composición del plexo carotídeo externo, y a las glándulas submandibular y sublingual, a través del plexo carotídeo externo, y después del plexo facial. Función: detención de la secreción de la saliva (sequedad en la boca). Lagrimeo (la acción no es brusca).

INERVAÇÃO DEL CORAZÓN (FIG. 479)

Las vías aferentes del corazón van en la composición del nervio vago, y también en los nervios cardíacos cervicales medio e inferior y cardíacos torácicos superiores. Por los nervios simpáticos se conduce la sensación dolorosa y por los parasimpáticos todos los demás impulsos aferentes (Mitchel, 1957).

Inervación parasimpática eferente. Las fibras preganglionares se inician en el núcleo vegetativo dorsal del nervio vago y siguen en la composición del mismo, sus ramos y plexos cardíacos hasta los ganglios internos del corazón (esto se estableció por vez primera por V. V. Nikoláev, 1893), y también hasta los ganglios de los campos pericardíacos (Mitchel, 1957). Las fibras postganglionares parten de estos ganglios hasta el miocardio. Función: inhibición y depresión de la actividad cardíaca. Constricción de las arterias coronarias. I. F. Cyon, en 1866, descubrió el nervio «cardiosensitivo» que discurre en la composición del vago, centripétamente. Con este nervio está relacionada la disminución de la presión sanguínea, por eso tiene el nombre de nervio depresor.

Inervación simpática eferente. Las fibras preganglionares se inician en los cuernos laterales de la médula espinal de los 4-5 segmentos torácicos superiores, emergen en la composición de los ramos comunicantes blancos correspondientes y pasan a través del tronco simpático hasta los cinco ganglios torácicos superiores y los tres cervicales. En estos ganglios se inician las fibras postganglionares que en la composición de los nervios cardíacos cervicales superior, medio e inferior, y los nervios cardíacos torácicos llegan hasta el músculo cardíaco. Según los datos aportados por K. M. Bikov y otros (1955), la interrupción sólo se realiza en el ganglio estrellado. Atendiendo a la descripción de G. F. Ivanov, los nervios cardíacos contienen en su composición fibras preganglionares que se continúan en las fibras postganglionares de las células del plexo cardíaco. Función: reforzamiento del trabajo cardíaco (esto lo estableció Pávlov en 1888, al llamar reforzador al nervio simpático) y aceleración del ritmo cardíaco (esto, por vez primera, fue establecido por Cyon en 1866) y dilatación de los vasos coronarios.

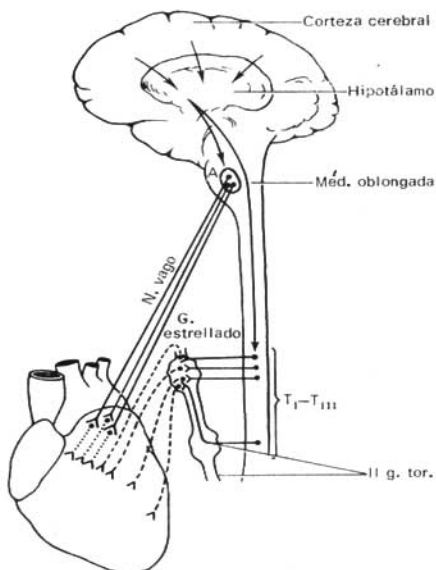


Fig. 479. Esquema de la inervación del corazón.

A — núcleo de las fibras cardíacas del nervio vago en la médula oblongada; T_1-T_{11} — segmentos de la médula espinal, en los cuales están situadas las células que emiten fibras simpáticas para el corazón; II g. tor. — segundo ganglio torácico simpático. Líneas continuas — fibras preganglionares de los nervios vago y simpáticos; línea punteada — fibras postganglionares del nervio vago en el corazón; líneas interrumpidas — fibras postganglionares simpáticas que van al corazón. Flechas — influjo de la corteza cerebral que se transmite a través de la región subtalámica sobre los núcleos del nervio vago y de las fibras nerviosas cardíacas simpáticas.

INERVACIÓN DE LOS PULMONES Y DE LOS BRONQUIOS

Como **vías aferentes** de la pleura visceral sirven los ramos pulmonares de la porción torácica del tronco simpático; las de la pleura parietal, los nervios intercostales y el nervio frénico; las de los bronquios, el nervio vago.

Inervación parasimpática eferente. Las fibras preganglionares se inician en el núcleo vegetativo dorsal del nervio vago y van en su composición y de sus ramos pulmonares a los ganglios del plexo pulmonar, y también a los ganglios situados en el trayecto de la tráquea, los bronquios y dentro de los pulmones. Las fibras postganglionares se dirigen de estos ganglios a la musculatura y las glándulas del árbol bronquial. Función: estrechamiento de la luz de los bronquios y bronquiolos y secreción del moco; dilatación de los vasos.

Inervación simpática eferente. Las fibras preganglionares emergen de los cuernos laterales de la médula espinal de los segmentos torácicos superiores (Th_2-Th_6) y atraviesan los ramos comunicantes blancos correspondientes y el tronco limitrofe, llegando a los

ganglios estrellado y torácicos superiores. En éstos se inician las fibras postganglionares que discurren en la composición del plexo pulmonar hacia la musculatura bronquial y los vasos sanguíneos. Función: dilatación de la luz bronquial. Constricción o dilatación de los vasos.

INERVACIÓN DEL TRACTO DIGESTIVO (HASTA EL COLON SIGMOIDEO), EL PÁNCREAS Y EL HÍGADO

Las vías aferentes de los órganos mencionados van en la composición del nervio vago, los nervios espláncnicos mayor y menor, el plexo hepático, el plexo celíaco, los nervios espinales lumbares y torácicos, y según los datos de E. P. Poliakin (1958), I. I. Shapiro (1961), también en la composición del nervio frénico. Por los nervios simpáticos se transmite la sensación dolorosa de estos órganos; por el nervio vago, otros impulsos aferentes, y del estómago, la sensación de náusea y hambre (Mitchel, 1953).

Inervación parasimpática eferente. Las fibras preganglionares del núcleo vegetativo dorsal del vago van en su composición hasta los ganglios terminales que se encuentran en el espesor de dichos órganos. En el intestino están representadas por los plexos intestinales (dos plexos mientérico y submucoso). Las fibras postganglionares parten de estos ganglios hacia los músculos lisos y las glándulas. Función: intensificación de la peristalsis del estómago, relajación del esfínter del píloro, reforzamiento de la peristalsis intestinal y de la vesícula biliar. Respecto de la secreción, en la composición del vago hay fibras que la excitan y la suprimen. Dilatación de los vasos.

Inervación simpática eferente. Las fibras preganglionares emergen de los cuernos laterales de la médula espinal de los V-XII segmentos torácicos, van por los ramos comunicantes blancos correspondientes al tronco simpático, y después, sin interrumpirse, siguen en la composición de los nervios espláncnicos mayores (VI-IX) hasta los ganglios intermedios, que participan en la formación del plexo celíaco y el plexo mesentérico inferior (ganglios celíacos y mesentérico superior e inferior). Aquí surgen las fibras postganglionares que van en la composición del plexo celíaco y el plexo mesentérico superior al hígado, el páncreas, el intestino delgado y el grueso hasta la parte media del colon transverso; la mitad izquierda del colon transverso y el colon descendente se inervan por el plexo mesentérico inferior. Los plexos enumerados inervan la musculatura y las glándulas de dichos órganos. Función: retardo de la peristalsis del estómago, intestinos y vesícula biliar, estrechamiento de la luz de los vasos sanguíneos y supresión de la secreción de las glándulas.

A esto puede añadirse que la detención de los movimientos en el estómago y el intestino se logra también porque los nervios simpáticos provocan la contracción activa de los esfínteres: esfínter del píloro, esfínteres del intestino, etc.

INERVACIÓN DEL COLON SIGMOIDEO, DEL RECTO Y DE LA VEJIGA URINARIA

Las vías aferentes discurren en la composición del plexo mesentérico inferior, de los plexos hipogástrico superior e inferior y en los nervios espláncnicos pelvianos.

Inervación parasimpática eferente. Las fibras preganglionares se inician en los cuernos laterales de la médula espinal de los segmentos sacros II-IV y emergen en la composición de las raíces ventrales correspondientes de los nervios espinales. Después van en forma de nervios espláncnicos pelvianos hasta los ganglios intraorgánicos del intestino grueso y de los ganglios periorgánicos de la vejiga urinaria. En estos ganglios se inician las fibras postganglionares que llegan a la musculatura lisa de dichos órganos. Función: excitación de la peristalsis del colon sigmoideo y del recto, relajamiento del esfínter interno del ano, contracción del músculo detrusor urinario y relajamiento del esfínter de la vejiga.

Inervación simpática eferente. Las fibras preganglionares van desde los cuernos laterales de la porción lumbar de la médula espinal a través de las raíces ventrales correspon-

dientes a los ramos comunicantes blancos, pasan sin interrupción a través del tronco simpático y llegan al ganglio mesentérico inferior. Aquí se inician las fibras postganglionares que discurren en la composición de los nervios hipogástricos hasta la musculatura lisa de dichos órganos. Función: inhibición de la peristalsis del sigmoides y el recto y la contracción del esfínter interno del recto. En la vejiga urinaria los nervios simpáticos provocan el relajamiento del músculo detrusor de la orina (*m. detrusor urinae*) y la contracción del esfínter de la vejiga.

La inervación de los órganos genitales se efectúa por medio de dos tipos de fibras: simpática (véase pág. 336), parasimpática (véase pág. 339). La inervación de otros órganos internos será descrita más adelante.

INERVACIÓN DE LOS VASOS SANGUÍNEOS

El grado de inervación de las arterias, los capilares y las venas no es el mismo (Mitchell, 1957). Las arterias que tienen elementos musculares más desarrollados en la túnica media, reciben una inervación más abundante, las venas menos intensas; la vena cava inferior y la vena porta ocupan una posición intermedia.

Los vasos más grandes situados dentro de las cavidades del cuerpo, obtienen su inervación de los ramos del tronco simpático, de los plexos más cercanos del vegetativo y los nervios espinales vecinos; los vasos periféricos la reciben de las paredes cavitarias y los vasos de los miembros se inervan de los nervios cercanos. Los nervios que llegan a los vasos van segmentariamente y forman plexos perivasculares de los cuales parten las fibras que penetran en la pared y se distribuyen en la adventicia (túnica externa) y entre ésta y la túnica media. Las fibras inervan las formaciones musculares de la pared teniendo terminaciones de diferentes formas. Actualmente se ha demostrado la presencia de receptores en todas las arterias (T. A. Grigoríeva, A. S. Doguel, G. F. Ivanov, N. G. Kolosov, B. I. Lavrentiev), las venas (B. A. Dolgo-Saburov, V. M. Godinov y V. V. Kuprianov) y los vasos linfáticos (D. A. Zhdanov, V. V. Guinzburg).

La primera neurona de la vía aferente del sistema vascular se encuentra en los ganglios prevertebrales o en los ganglios de los nervios vegetativos (nervios espláncnicos, nervio vago); luego va en la composición del conductor del analizador interoceptivo (pág. 359). El centro vasomotor se encuentra en la médula oblongada (F. V. Ovsianikov). Con la regulación de la circulación sanguínea tienen relación el globo pálido, el tálamo óptico (V. M. Béjterev y I. A. Mislavski), y también el tubérculo ceniciento (*tuber cinereum*). Los centros superiores de la circulación sanguínea, como también de todas las funciones vegetativas, se localizan en la corteza de la zona motora del cerebro (lóbulo frontal), y también por delante y por detrás de ésta (V. M. Béjterev y I. A. Mislavski). Según datos recientes, el extremo cortical del analizador de las funciones vasculares se sitúa, por lo visto, en todas las partes de la corteza. Las conexiones descendentes del encéfalo con los centros del tronco cerebral y de la médula espinal se realizan, por lo visto, por los tractos piramidales (Lassek) y extrapiramidales (Koreisha, 1952).

El cierre del arco reflejo puede tener lugar en todos los niveles del sistema nervioso central. Según algunos autores, tal cierre puede realizarse también en la parte periférica del sistema nervioso a través de las células del tipo II de Doguel, situadas en los ganglios de los plexos vegetativos (arco vegetativo reflejo propio).

La vía eferente provoca el efecto vasomotor—dilatación o constricción de los vasos. Las fibras vasoconstrictoras discurren en la composición de los nervios simpáticos y las fibras vasodilatadoras van en todos los nervios parasimpáticos de la porción craneal del sistema vegetativo (III, VII, IX, X), en las raíces dorsales de los nervios espinales (no todos así lo confirman) y de los nervios parasimpáticos de la porción sacra (nervios espláncnicos pelvianos).

En lo tocante a la inervación eferente de los capilares, las opiniones son contradictorias. T. A. Grigoríeva considera que los capilares por estar privados de elementos musculares no pueden tener inervación eferente correspondiente. B. A. Dolgo-Saburov y sus colaboradores (A. S. Gusev, N. N. Zlatitskaya) describieron terminaciones nerviosas de los capilares en el parénquima del cerebro (conexiones axosomales).

UNIDAD DE LAS PARTES DE LA VIDA VEGETATIVA Y ANIMAL DEL SISTEMA NERVIOSO

Es necesario recordar que el sistema vegetativo constituye una parte del sistema nervioso único. Por eso, en el organismo entero se observa la actividad combinada de estas partes vegetativa y animal, incluyendo los centros situados en los diferentes niveles del sistema nervioso.

Examinaremos tal actividad combinada en el ejemplo de la regulación de la micción (según V. V. Mijeev, 1962). La vejiga urinaria, como cualquier otro órgano, funciona según la ley del reflejo: a medida que la orina se va acumulando, la vejiga se va dilatando, provocando la excitación de los interoceptores, que por las fibras sensitivas de los nervios pelvianos (*nn. splanchnici pelvini*) y por las raíces sacras dorsales se transmite a los segmentos sacros II, III y IV. Al entrar en la médula espinal, una parte de los impulsos va al centro espinal de la vejiga—el núcleo de los nervios espláncnicos de la pelvis. Desde aquí los impulsos motores, por las fibras parasimpáticas de los nervios espláncnicos pelvianos (plexo hipogástrico) llegan al músculo liso, músculo detrusor de la orina (expulsor de la orina), situado en la pared de la vejiga urinaria. Simultáneamente la contracción poderosa del detrusor, se relaja el esfínter de la vejiga que, por lo común, está contraído, y tiene lugar el acto de la micción. El músculo esfínter de la vejiga y el detrusor de la orina están inervados también por fibras simpáticas, que emergen de los segmentos lumbares superiores de la médula espinal y atraviesan los ganglios del tronco simpático y terminan en el ganglio mesentérico inferior. Después de interrumpirse en este ganglio, las fibras postganglionares entran en el plexo hipogástrico inferior. Desde aquí penetran en el esfínter de la vejiga y en el detrusor de la orina, las cuales, en contraposición a las fibras parasimpáticas relajan al detrusor y contraen el esfínter, que impide la micción.

Sin embargo, al llenarse la vejiga urinaria (excitación de los interoceptores) y aparecer el deseo de la micción, este acto puede no efectuarse. Esto es posible porque otra parte de los impulsos va por conductores ascendentes a las porciones del diencéfalo relacionadas con la actividad instintiva y al analizador cortical (al lobulillo paracentral), donde se efectúa la coordinación de los mecanismos espinales e instintivos de la micción de conformidad con las exigencias del momento dado, es decir, se inhibe o se estimula la evacuación de la orina tras la aparición de los deseos de micción. Gracias a esto, el centro cortical puede, hasta un tiempo determinado, detener la expulsión de la orina, a pesar de la sensación de orinar. Esto se realiza a expensas del músculo estriado del esfínter de la uretra inervado por el pudendo y que sale de los segmentos espinales S_{II-IV} . La inervación cortical de la vejiga urinaria conecta a cada lobulillo paracentral con ambas mitades de la médula espinal, es decir, con ambos núcleos de los nervios espláncnicos pelvianos. He aquí el porqué la lesión de un hemisferio del cerebro o de una mitad de la médula espinal no provoca la alteración de la micción.

Zonas de Zajarín—Head. Hoy día se tienen informaciones sobre la inervación aferente de las vísceras por el sistema nervioso de la vida animal, de

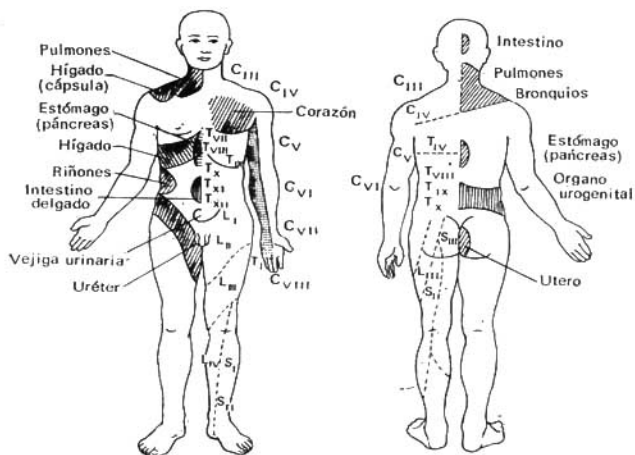


Fig. 480. Zonas de los dolores reflejos (zonas de Zajarín-Head) en las enfermedades de los órganos internos.

lo cual se habló más arriba (véanse págs. 315, 318). Es posible que eso explique el síntoma de los dolores reflejos conocido ya hace tiempo, que se observa en la clínica. Las enfermedades de algunos órganos internos se acompañan constantemente de dolores reflejos en determinados lugares de la piel. Por ejemplo, así son los dolores en el hombro y la mano izquierdos al padecer de angina de pecho; dolores interescapulares en la úlcera gástrica; dolores en la fosa ilíaca derecha en la apendicitis, y otros. Estos dolores se localizan en determinadas zonas cutáneas correspondientes a aquellos segmentos de la médula espinal a donde llegan las fibras aferentes (sensitivas) del órgano lesionado. Estos segmentos cutáneos o zonas se denominan zonas de Zajarín—Head, en honor a sus descubridores. En la fig. 480 se da el esquema de estas zonas. Su conocimiento ayuda a juzgar, de acuerdo con los dolores en los segmentos exteriores del cuerpo, acerca del estado de los órganos dentro de sus cavidades. Es posible que estas zonas determinen el efecto producido sobre los órganos internos mediante la cauterización y la acupuntura en determinados puntos cutáneos, que se emplean en la medicina china.

INERVACIÓN SEGMENTARIA DE LOS ÓRGANOS

De acuerdo con los datos obtenidos (N. I. Odnorálov y colaboradores, 1966), los nervios intraorgánicos de los órganos parenquimatosos se distribuyen, al igual que los vasos, en correspondencia con los segmentos de los órganos. Así, en los pulmones se distinguen: en el derecho, 10-11 segmentos nerviosos; en el izquierdo, 9-10 (Demífov). En el hígado su número varía bastante y puede alcanzar a 8 (Petrov). En el riñón se señalan 5 segmentos de inervación (Ereméyev).

VISTA DE CONJUNTO DE LAS PRINCIPALES VÍAS DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

Como señalamos anteriormente, la integración del organismo en un todo se realiza por la regulación neurohumoral, correspondiendo el papel rector al sistema nervioso. El sistema nervioso asegura también la unidad del organismo y el medio. Veamos la base morfológica de esta integración.

La actividad del sistema nervioso se basa en el arco reflejo (véase pág. 166). El **arco reflejo corto** (véase fig. 379) está formado de la manera siguiente. En la primera etapa del desarrollo del sistema nervioso central, cuando aún no había encéfalo, el arco reflejo sólo se cerraba en los límites del cerebro troncular. Reflejando esta etapa, en el hombre se conservó el aparato propio de la médula espinal, constituido por el principio del **arco reflejo trímero** (trineural).

La *primera neurona* (*aférente, sensitiva*) de este arco está representada por las células del ganglio espinal, cuyas prolongaciones periféricas discurren en los nervios hacia los órganos y tejidos y allí se ponen en contacto con sus receptores, en tanto que las centrales entran en la composición de las raíces dorsales a la médula espinal. Cada prolongación central, al entrar en la substancia blanca de la médula espinal, se bifurca en forma de «T» en dos ramos: uno ascendente y otro descendente, de los cuales, a su vez, parten varios ramitos laterales—los colaterales. Estos colaterales terminan en los cuernos posteriores y en la substancia intermedia central de la substancia gris de varios segmentos vecinos. La célula que aquí se halla es la *segunda neurona* (*intercalar, de asociación*) del reflejo simple. Sus prolongaciones también se dividen en ramos ascendentes y descendentes cuyos colaterales terminan en las células de los cuernos anteriores de varios segmentos vecinos. Las células de los cuernos anteriores constituyen la *tercera neurona* (*eférente, motora*); su prolongación emerge de la médula espinal en la **composición de las raíces ventrales** y después en la composición de los nervios alcanza a los efectores. Como resultado de esta constitución del arco reflejo simple, una neurona sensitiva se conecta con varias neuronas intermedias, y mediante sus ramificaciones, con un número aún más grande de neuronas motoras, debido a lo cual la excitación de un punto del cuerpo puede transmitirse no sólo al segmento correspondiente, sino también a una serie de los más próximos. Gracias a esto, el reflejo simple puede convertirse en más difuso, atrayendo a un gran grupo de músculos a la reacción respuesta.

En la médula espinal del hombre hay también *arcos dímeros* (bineurales) específicos carentes de neurona intermedia (véase fig. 485). A modo de ejemplo puede citarse el reflejo tendinoso rotuliano provocado por los golpecitos del martillito sobre el ligamento patelar, estando la rodilla flexionada. En este caso la excitación se transmite desde el receptor tendinoso a las prolongaciones periféricas de la neurona sensitiva en el ganglio espinal, cuya prolongación central, entrando en la composición de las raíces dorsales, en la médula espinal alcanza al cuerno anterior de la substancia gris donde termina en sus células. Estas forman la segunda neurona, motora, cuya prolon-

gación llega en la composición de la raíz ventral y luego del nervio muscular hasta el efector situado en los músculos, como resultado de la respuesta a los golpecitos con el martillito sobre el tendón del cuádriceps femoral se obtiene su contracción y extensión refleja de la pierna. Según A. A. Zavarzin, el arco dímero se considera como una adquisición joven de los animales, mientras que el aparato reflejo trímero de la médula espinal es un aparato anti-guo filogenéticamente. En su base, con el surgimiento del encéfalo, comenzó a desarrollarse un aparato de conducción más joven, que conecta la médula espinal con el encéfalo en desarrollo.

A medida que se desarrolla el encéfalo surgen y proliferan los enlaces bilaterales de la médula espinal con el encéfalo, debido a lo cual, al surgir cada nuevo piso del encéfalo, aumenta el número de neuronas aferentes y eferentes ligadas con el mismo. El arco reflejo se hace más complejo, de manera que en lugar de una neurona en cada parte del arco aparecen cadenas de neuronas que forman vías de conducción aferentes y eferentes. Por consiguiente, las vías de conducción en el sistema nervioso son fibras nerviosas dispuestas estrechamente, unas cercanas a las otras, que unen sus diferentes porciones y que están aunadas en sistemas de fascículos caracterizados por la comunidad de constitución y funciones (E. P. Kononova, 1959). Con ayuda de estas vías de conducción se logra la unidad del organismo y su enlace con el medio. Para comprender su constitución es necesario tener en cuenta las principales etapas de la evolución del sistema nervioso central, el desarrollo sucesivo de las partes del encéfalo (véase «Filogénesis»). En el hombre existen, al mismo tiempo, vías de conducción antiguas y nuevas, gracias a las cuales la médula espinal está en conexión con las partes principales del encéfalo (figs. 481, 385):

1. Con la médula oblongada:

a) **vías ascendentes**—el fascículo grácil (de Goll) y el fascículo cuneiforme (de Burdach), que van desde los ganglios espinales a través de los funículos posteriores de la médula espinal hasta los núcleos homónimos de la médula oblongada, el núcleo grácil y el núcleo cuneiforme; b) **vías descendentes**—los tractos vestibulospinal, reticulospinal y olivospinal que van desde los núcleos relacionados con el equilibrio y la coordinación de los movimientos, hasta los cuernos anteriores de la médula espinal.

2. Con el cerebelo:

a) **vías ascendentes**—el tracto espinocerebelo posterior (de Flechsig) y el tracto espinocerebelo anterior (de Gowers); éstos terminan en la corteza de la parte más antigua del cerebelo, o sea, el vermis. El posterior comprende las prolongaciones de las células del núcleo torácico de los cuernos posteriores de su lado y entra en el cerebelo por sus pedúnculos inferiores—la vía espinocerebelosa directa. El anterior comprende las prolongaciones de las células del cuerno posterior de uno y otro lado. Sube hasta el mesencéfalo y entra en el cerebelo por sus pedúnculos superiores. Sus fibras pasan al lado opuesto, formando la vía espinocerebelosa cruzada; b) **vías descendentes** van del cerebelo a la médula espinal a través del puente, el mesencéfalo y la médula oblongada.

3. Con el mesencéfalo:

a) **vías ascendentes**—tracto espinotectal, que va desde los cuernos posteriores, a través del tronco cerebral, hasta el techo del mesencéfalo; en su trayecto se cruza en la comisura blanca de la médula espinal; b) **vías descen-**

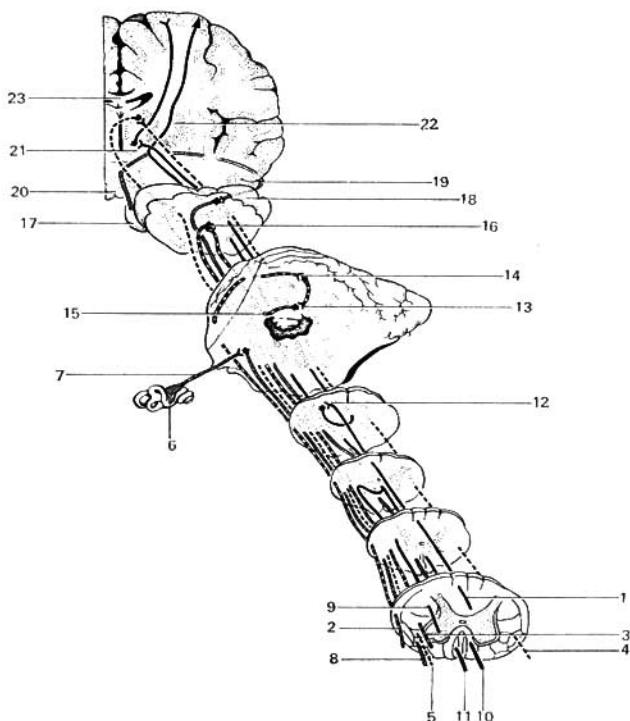


Fig. 481. Trayecto de algunas vías de conducción trazadas sobre una serie de cortes de médula espinal y de encéfalo (esquema).

1 — vías de las sensaciones y tractos propioceptivos conscientes;
 2 — vías de los impulsos propioceptivos, tracto espinocerebelar posterior;
 3 — tracto rubrospinal;
 4 — vía de las sensaciones cutáneas dolorosas y térmicas, tracto espinotálámico lateral;
 5 — tracto talamospinal;
 6 — laberinto;
 7 — plexo vestibular del VIII par;
 8 — tracto vestibulospinal;
 9 — tracto corticospinal lateral;
 10 — tracto corticospinal anterior;

11 — tracto tectospinal;
 12 — núcleo cuneiforme;
 13 — núcleo de techo;
 14 — vermis del cerebelo;
 15 — pedúnculo cerebelar superior;
 16 — núcleo rojo;
 17 — ojo;
 18 — colículo superior del techo mesencefálico;
 19 — tracto óptico;
 20 — cuerpo mamilar;
 21 — tálamo;
 22 — cápsula interna;
 23 — cuerpo calloso.

dentes (a los cuernos anteriores): tracto tectospinal—del techo del mesencéfalo (lámina cuadrigémina) y tracto rubrospinal—del núcleo rojo.

4. *Con el prosencéfalo:*

a) **vías ascendentes**—de los cuernos posteriores de la médula espinal al tálamo óptico—tracto espinotalámico lateral y anterior, cruzándose en su trayecto en la comisura blanca de la médula espinal; b) **vías descendentes**—tracto talamospinal—del tálamo a los cuernos anteriores de la médula espinal.

Con el prosencéfalo están ligadas también las vías que discurren desde las partes inferiores del encéfalo: el tracto bulbotalámico va desde los núcleos de los fascículos grácil y cuneiforme de la médula oblongada al tálamo, cruzándose en su trayecto en la decusación de los lemniscos.

5. Con el desarrollo de la corteza cerebral surgen sus enlaces con las partes inferiores, sobre las cuales aquélla se hace su superestructura. En el hombre existen: a) **vías ascendentes**—tracto talamocortical—del tálamo a la corteza cerebral; b) **vías descendentes**—tracto piramidal: de la corteza cerebral a los núcleos de los nervios craneales situados en el tronco cerebral—tracto corticonuclear y los cuernos anteriores de la médula espinal—tracto corticospinal (piramidal).

Cuanto más desarrollada está la corteza cerebral, tanto más lo están las vías piramidales que parten de ella y que logran el desarrollo óptimo en el hombre en concordancia con el máximo desarrollo de su nueva corteza.

Además de dichos tractos principales de fibras nerviosas, surgen también otras vías que conectan partes aisladas de la médula espinal y del encéfalo entre sí. Gracias a esto, se establece la unidad de todo el sistema nervioso.

ESQUEMA DE LAS VÍAS DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

Las vías de conducción, según la dirección de la conducción del impulso, pueden dividirse en dos grandes grupos: aferentes y eferentes. Las vías de conducción aferentes constituyen el eslabón medio—el conductor de uno u otro analizador; por eso, los examinaremos con los analizadores correspondientes (véase «Organos de los sentidos»).

VÍAS DE CONDUCCIÓN AFERENTES

Puesto que el organismo recibe la excitación del medio exterior y del interno, hay vías que conducen impulsos de los receptores de las excitaciones exteriores y de los receptores de las excitaciones internas.

VÍAS DE CONDUCCIÓN DE LOS RECEPTORES DE LAS EXCITACIONES EXTERIORES

Los receptores que perciben las excitaciones exteriores se denominan exteroceptores. En los primeros estadios de la evolución, éstos se basaron principalmente en los tegumentos externos del cuerpo, lo que era necesario para la percepción de las excitaciones exteriores; por eso, también en el hombre se desarrollan de la hoja embrionaria externa, el ectodermo. La excepción

La presenta el *órgano del gusto*, relacionado funcionalmente con el sistema digestivo y debido a lo cual se desarrolla del entodermo (del epitelio de la bolsa faríngea). Más tarde, al complicar la organización y el modo de vivir de los animales, aquellos receptores que tenían importancia comenzaron a desarrollarse intensamente y a complicarse en su organización, adquiriendo la constitución de órganos especiales para percibir excitaciones cuyas fuentes se encuentran a una distancia conocida del organismo y por eso se denominan distantes. Estos son los receptores del oído, la vista y el olfato. Los demás receptores de los tegumentos exteriores localizados en la piel, constituyendo la *parte periférica del analizador cutáneo*. Las vías de conducción de los receptores del sonido, la luz, el gusto y el olfato se examinarán durante la descripción de los analizadores correspondientes en el apartado que se refiere a «Estesiología». Aquí se expondrán las vías de conducción del analizador cutáneo.

VIAS DE CONDUCCIÓN DEL ANALIZADOR CUTÁNEO

Las fibras aferentes del analizador cutáneo llevan a la corteza cerebral las excitaciones táctiles, estereognósicas, dolorosas y térmicas. En relación con esto pueden dividirse en varios grupos.

VIAS DE CONDUCCIÓN DE LA SENSIBILIDAD TÁCTIL DE LA PIEL (SENTIDO DEL TACTO)

Tracto ganglio-espino-tálamo-cortical (fig. 482). El receptor se encuentra en el espesor de la piel. El conductor consta de tres neuronas. El cuerpo celular de la *primera neurona* está en el ganglio espinal, que representa la acumulación de neuronas periféricas de todos los tipos de sensibilidad. La prolongación de las células de este ganglio se divide en dos ramos, de los cuales el periférico va al receptor en la composición del nervio cutáneo, y el central, en la composición de la raíz dorsal, va al funículo posterior de la médula espinal donde se divide en los ramos ascendente y descendente. Las ramificaciones terminales y las colaterales de una parte de estas fibras terminan en los cuernos posteriores de la médula, en la substancia gelatinosa (esta parte del tracto se denomina tracto gangliospiñal), la otra parte de las fibras ascendentes no entra en los cuernos posteriores, sino que va a los funículos posteriores de la médula espinal y llega en la composición de los fascículos grácil y cuneiforme hasta los núcleos homónimos de la médula oblongada (esta parte del tracto se denomina tracto gangliobulbar).

En los cuernos posteriores de la médula espinal y en estos núcleos de la médula oblongada está situado el cuerpo de la *segunda neurona*. Los axones de las células de los cuernos posteriores atraviesan el plano medio en la comisura blanca y entran en la composición del tracto espinotalámico anterior situado en el funículo anterior del lado opuesto (véase fig. 385).

Es de mucha importancia tener presente que el cruzamiento de las fibras espinotalámicas no tiene lugar a nivel de la entrada de la raíz dorsal correspondiente, sino 2-3 segmentos más arriba. Este hecho tiene importancia esencial para la clínica, puesto que en la lesión unilateral de este fascículo el trastorno de la sensibilidad cutánea del lado opuesto se observa no a nivel de la lesión, sino más abajo de ésta (E. P. Kónonova, 1959).

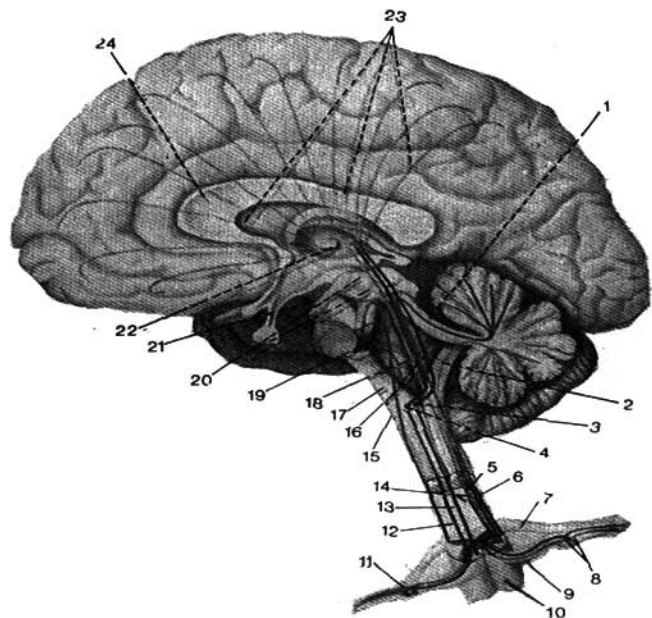


Fig. 482. Esquema de las vías sensitivas (según R. Sinélnikov).

- | | |
|--|---|
| 1, 6 — tracto espinocerebelar anterior; | 14, 18 — tractos espinotalámicos anterior |
| 2, 5 — tracto espinocerebelar posterior; | y lateral; |
| 3 — núcleo grácil; | 15 — médula oblongada; |
| 4 — núcleo cuneiforme; | 16 — tracto bulbotalámico; |
| 7 — raíz ventral; | 17 — pedúnculo cerebelar inferior; |
| 8 — ganglio espinal; | 19 — fosa romboides; |
| 9 — raíz dorsal; | 20 — techo mesencefálico; |
| 10 — médula espinal; | 21 — pedúnculo cerebral; |
| 11 — nervio espinal; | 22 — tálamo; |
| 12 — fascículo cuneiforme; | 23 — fascículos talamocorticales; |
| 13 — fascículo grácil; | 24 — cuerpo calloso. |

Este fascículo llega hasta el tálamo después de atravesar el tronco cerebral y en su trayecto establece enlaces con los núcleos motores del tronco cerebral y de los nervios craneales por los cuales discurren los reflejos craneales al excitar la piel; por ejemplo, el movimiento de los ojos al excitar la piel de la mano. Los axones de las células del segundo eslabón localizados en los núcleos de la médula oblongada llegan también hasta el tálamo por el tracto bulbotalámico, que en la médula oblongada pasa al lado opuesto, formando la decusación del lemnisco medial (*decussatio lemniscorum*) (fig. 483). De este modo, para cada mitad del cuerpo hay en la médula espinal, al parecer,

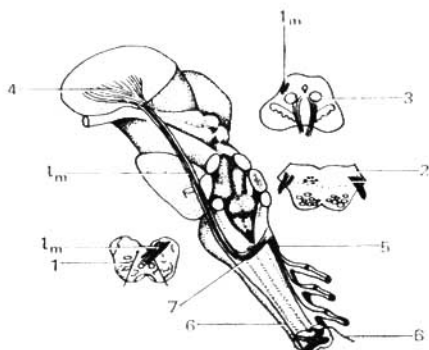


Fig. 483. Proyección del trayecto de todo el lemnisco medial sobre la cara lateral del tronco cerebral.

- | | |
|---|---|
| l — lemnisco medial; | 4 — núcleo lateral del tálamo; |
| 1, 2 y 3 — secciones transversales de la médula oblongada, del puente y del mesencéfalo con la designación de la posición del lemnisco medial (<i>l.m.</i>) en el espesor de estas formaciones; | 5 — vías del funículo posterior de la médula espinal (de Goll y Burdach); |
| | 6 — tracto gangliosomatico; |
| | 7 — decusación del lemnisco. |

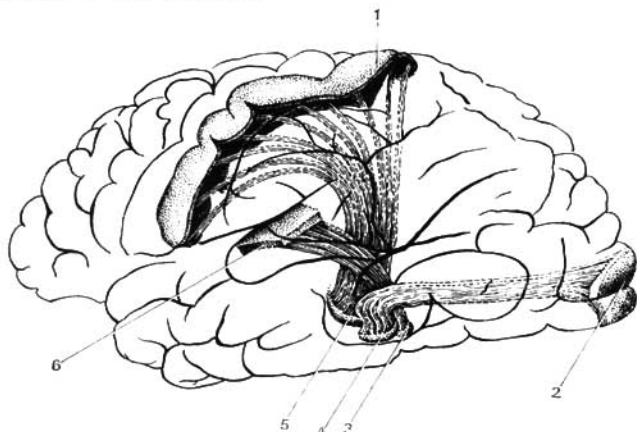


Fig. 484. Esquema modelo de los tres principales sistemas sensitivos del hemisferio cerebral izquierdo para las células de su corteza.

- | | |
|--|---|
| 1 — región de la sensibilidad general de la corteza de los hemisferios cerebrales; | 3 — cuerpo geniculado medial; |
| 2 — región óptica de la corteza del hemisferio cerebral; | 4 — cuerpo geniculado lateral; |
| | 5 — núcleo lateral del tálamo; |
| | 6 — región acústica de la corteza del encefalo. |

dos tractos que transmiten impulsos del tacto: 1) uno, que no se cruza en el funículo posterior del mismo lado, y 2) otro, que se cruza en el funículo anterior del lado opuesto. Por eso, en la lesión unilateral de la médula espinal la sensibilidad táctil puede permanecer como tal, no perturbada, porque se conserva el fascículo correspondiente en el lado sano.

En el tálamo se encuentra el cuerpo celular de la *tercera neurona*, cuyos axones se dirigen a la corteza cerebral en la composición del tracto talamocortical, al giro postcentral (campos 1, 2, 3) y al lobulillo parietal superior (campos 5, 7), donde se encuentra el extremo cortical del analizador cutáneo (fig. 484).

La sensibilidad táctil y la dolorosa tienen una localización difusa en la corteza del encéfalo, lo que explica su menor trastorno en limitados focos corticales de la lesión (E. P. Kónonova, 1959).

VIAS DE CONDUCCIÓN DE LA SENSIBILIDAD CUTÁNEA ESPACIAL (TRIDIMENSIONAL) — ESTEREOGNOSIS (CONOCIMIENTO DE LOS OBJETOS AL TACTO)

Este aspecto de la sensibilidad cutánea (fig. 385), al igual que la sensibilidad táctil, va por los fascículos grácil y cuneiforme, teniendo tres eslabones: 1) los ganglios espinales, 2) los núcleos grácil y cuneiforme en la médula oblongada y 3) el tálamo, y por último, el núcleo del analizador cutáneo en el lobulillo parietal superior (campos 5, 7).

VIAS DE CONDUCCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DOLOROSA Y TÉRMICA

El cuerpo celular de la *primera neurona* está en el ganglio espinal, cuyas células están enlazadas mediante sus prolongaciones periféricas con la piel, y por las centrales con los cuernos posteriores de la médula espinal (núcleos propios), donde se sitúa el cuerpo de la *segunda neurona*; pasa al otro lado en la composición de la comisura blanca y asciende en el espesor del tracto espinotalámico lateral hasta el tálamo. Es necesario señalar que el tracto espinotalámico lateral, a su vez, se divide en dos partes—anterior y posterior; por la anterior se transmite la sensibilidad dolorosa, y por la posterior la térmica. En el tálamo se encuentra el cuerpo de la tercera neurona, cuya prolongación forma parte del tracto talamocortical que se dirige a la corteza cerebral, donde termina en el giro postcentral (extremo cortical del analizador cutáneo).

Algunos suponen que la sensación de dolor se percibe no sólo en la corteza, sino también en el tálamo, donde los diferentes tipos de sensibilidad adquieren un matiz emocional. Los impulsos dolorosos y térmicos de las porciones u órganos de la cabeza llegan por los nervios craneales correspondientes—V, VII, IX y X pares.

Como resultado del cruzamiento de las fibras de la segunda neurona de las vías de conducción que van de los exteroceptores, los impulsos de la sensibilidad dolorosa, térmica y, parcialmente, de la táctil, se transmiten al giro postcentral desde el lado opuesto del cuerpo. Por eso recordamos que la lesión de la primera neurona o de la segunda hasta el entrecruzamiento provoca el desorden de la sensibilidad en el lado de la lesión. Si la lesión se

experimenta en las fibras de la segunda neurona después del cruzamiento, o a nivel de la tercera neurona, entonces el trastorno de igual tipo de la sensibilidad se observa en el lado opuesto al foco de la lesión.

VÍAS DE CONDUCCIÓN DE LOS RECEPTORES DE LAS EXCITACIONES INTERNAS

Las vías de conducción de los receptores de las excitaciones internas pueden dividirse en vías del aparato del movimiento (del cuerpo propiamente dicho), es decir, de los propioceptores que constituyen el conductor del **analizador motor** y vías de los receptores de las vísceras y vasos, es decir, interoceptores; el segundo grupo de vías resulta ser el conductor del **analizador interoceptivo**.

VÍAS DE CONDUCCIÓN DEL ANALIZADOR MOTOR

El analizador motor percibe la sensibilidad propioceptiva profunda a la cual se refiere la sensación mioarticular, la sensibilidad vibrátil, sensación de presión y peso (de la gravitación). El tipo principal de la sensibilidad propioceptiva es la sensación mioarticular, es decir, los impulsos que surgen en relación con las alteraciones del grado de tensión de los tendones y de la presión de los músculos; gracias a estos impulsos en el hombre se crea la representación de la posición del cuerpo y de sus partes en el espacio y la de la alteración de esta posición (lo que tiene importancia particular en los vuelos en el cosmos donde existe el estado de ingravidez). Las vías de conducción del analizador motor están constituidas por el tracto ganglio-bulbo-tálamo-cortical y el tracto espinocerebeloso anterior y posterior.

Tracto ganglio-bulbo-tálamo-cortical (véase fig. 483). Los receptores se encuentran en los huesos, músculos, tendones, articulaciones, es decir, en el cuerpo propiamente dicho, por lo que se denominan propioceptores (fig. 485).

El conductor consta de tres neuronas. El cuerpo de la *primera neurona* está situado en el ganglio espinal. El axón de esta célula se divide en dos ramos: el periférico que va en la composición del nervio muscular al propioceptor, y el central, que va en la composición de las raíces dorsales a los funículos (cordones) posteriores de la médula espinal, el fascículo grácil y el fascículo cuneiforme hasta la médula oblongada (véanse figs. 385, 482, 483), donde terminan en los núcleos homónimos de dichos fascículos—los núcleos grácil y cuneiforme y el tracto gangliobulbar (*tractus gangliobulbaris*).

En estos núcleos se sitúan los cuerpos de las *segundas neuronas*. Sus axones, en la composición del tracto bulbotalámico (*tractus bulbothalamicus*), llegan hasta los núcleos laterales del tálamo donde se inicia el *tercer eslabón*. Los axones de las células de este último se dirigen a través de la cápsula interna (véase fig. 415) a la corteza del *giro precentral* donde está situada en la terminación cortical del analizador motor (campos 4 y 6). Por las vías propioceptivas descritas llegan a la corteza del encéfalo los impulsos nerviosos: por el fascículo grácil—desde la musculatura de los miembros inferiores y la mitad inferior del tronco; y por el fascículo cuneiforme—desde la mitad superior del tronco y los miembros superiores. Las fibras propioceptivas de los músculos de la cabeza discurren por los nervios craneales: el trigémino

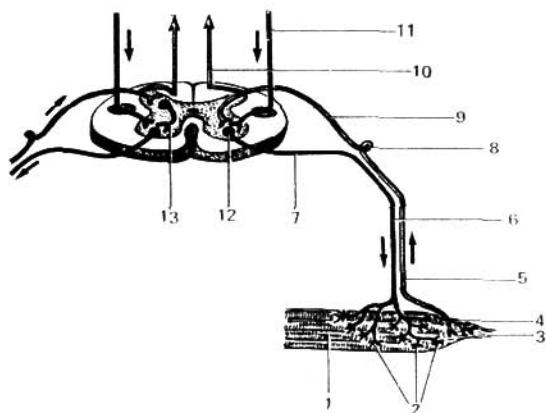


Fig. 485. Vía del arco reflejo propioceptivo (a la derecha — el dímero; a la izquierda — el trímero).

- | | |
|---|---|
| 1 — fibras musculares; | 8 — ganglio espinal; |
| 2 — terminaciones motoras; | 9 — raíz posterior; |
| 3 — tendón; | 10 — vía sensitiva ascendente del funículo posterior; |
| 4 — terminación sensitiva en el tendón; | 11 — vía motora descendente (vía piramidal lateral); |
| 5 — fibra periférica de la neurona sensitiva; | 12 — célula motora del cuerno anterior; |
| 6 — fibra motora; | 13 — neurona intercalar. |
| 7 — raíz anterior; | |

(V par)—desde los músculos del ojo y desde la musculatura masticadora; el VII par—desde la musculatura mímica; los IX, X, XI y XII pares—desde la lengua, la musculatura de la faringe y otros músculos del ex aparato visceral.

Al desaparecer la sensibilidad profunda (proprioceptiva), el enfermo pierde la representación de la posición de las partes de su cuerpo en el espacio y del cambio de posición; los movimientos pierden su precisión, su concordancia, aparece el trastorno de la coordinación de los movimientos—ataxia. A diferencia de la ataxia cerebelosa (motora), ésta se denomina sensoria (sensitiva).

Pero no todas las vías de la sensibilidad propioceptiva llegan hasta la corteza. Los impulsos propioceptivos inconscientes se dirigen al cerebelo, el centro más importante de la sensibilidad propioceptiva.

VIAS PROPRIOCEPTIVAS HACIA EL CEREBELO

Los impulsos sensitivos inconscientes del aparato del movimiento (de los huesos, articulaciones, músculos y tendones) llegan al cerebelo por las vías propioceptivas espinales, de las cuales las más importantes son los tractos espinocerebelosos posterior y anterior (véanse figs. 385, 486).

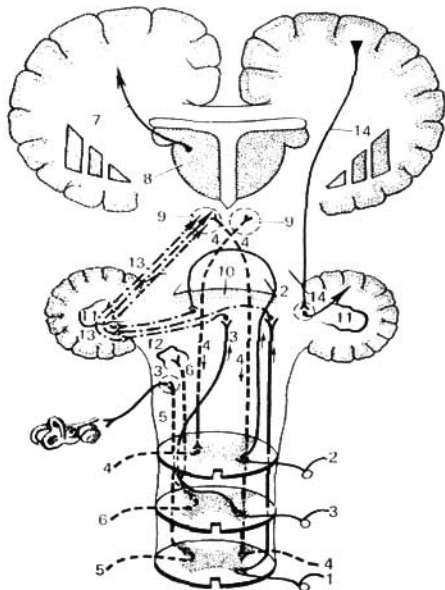


Fig. 486. Vías ascendentes y descendentes del cerebelo.

- | | |
|--|--|
| 1 — tracto espinocerebelar posterior; | 8 — tálamo; |
| 2, 3 — tracto espinocerebelar anterior; | 9 — núcleo rojo; |
| 2 — parte que se entrecruza en el mesen-
céfalo; | 10 — vermis; |
| 3 — parte que se entrecruza en la médula
espinal; | 11 — núcleo dentado del cerebelo; |
| 4 — tracto rubrospinal; | 12 — oliva y núcleos del plexo vestibular
del VIII par; |
| 5 — tracto vestibulospinal; | 13 — enlaces del cerebelo y del núcleo
rojo; |
| 6 — tracto olivospinal; | 14 — tracto corticopontocerebelar. |
| 7 — tracto talamocortical; | |

1. **Tracto espinocerebeloso posterior** (de Flechsig). El cuerpo de la *primera neurona* está en el ganglio espinal, el axón se divide en dos ramos; el periférico, que va en la composición del nervio muscular hacia el receptor situado en una u otra parte del aparato del movimiento, y el central, que en la composición de la raíz dorsal penetra en la columna posterior de la médula espinal y mediante sus ramos terminales y los colaterales se ramifica alrededor del núcleo torácico de los cuernos posteriores. En este núcleo se encuentran las células de la *segunda neurona*, cuyos axones forman el tracto espinocerebeloso posterior. El núcleo torácico, como indica su nombre, está más marcado en la porción torácica desde el nivel del último segmento cervical hasta el II lumbar. Las fibras del tracto se dirigen al funículo lateral

del mismo lado y ascienden en el mismo hasta penetrar en los pedúnculos inferiores del cerebelo y terminar en la corteza del vermis. En su trayecto en las médulas espinal y oblongada no se entrecruza y por eso se denomina tracto cerebeloso directo. Sin embargo, al entrar en el cerebelo se entrecruza en su parte mayor en el vermis.

2. **Tracto espinocerebeloso anterior** (de Gowers). *La primera neurona* es la misma que la del tracto posterior. En el cuerno posterior se sitúan las células de *las segundas neuronas*, cuyos axones, que forman el tracto espinocerebeloso anterior, ascienden por la porción anterior del funículo lateral de su lado y también del lado opuesto, después de realizar el entrecruzamiento en la comisura blanca (*commissura alba*). El tracto asciende a través de la médula oblongada y el puente hasta el velo medular anterior, donde otra vez se entrecruza. Después de esto, las fibras entran en el cerebelo a través de sus pedúnculos superiores donde terminan en la corteza del vermis. En consecuencia, toda esta vía resulta decusada dos veces y a ello se debe que la sensibilidad propioceptiva se transmita al mismo lado del cual ha llegado.

De esta manera, ambas vías cerebelosas unen las mitades homónimas de la médula espinal y del cerebelo (T. A. Poemny y E. P. Semiónova).

Además de las vías mencionadas, el cerebelo recibe los impulsos propioceptivos del núcleo grácil y del cuneiforme dispuestos en la médula oblongada. Las prolongaciones de las células localizadas en estos núcleos van al cerebelo a través de sus pedúnculos inferiores.

Todas las vías de la sensibilidad (inconsciente) terminan en el vermis, es decir, en la parte antigua del cerebelo, el paleocerebelo.

ANALIZADOR INTEROCEPTIVO

El analizador interoceptivo, a diferencia de los otros, no tiene una vía de conducción compacta trazada estrictamente, desde el punto de vista morfológico, a pesar de conservar el carácter específico en toda su extensión.

Sus receptores, denominados interoceptores, se encuentran difundidos en todos los órganos de la vida vegetativa (vísceras, vasos, musculatura lisa, glándulas de la piel, etc.).

El conductor consta de fibras aferentes del sistema vegetativo que van en la composición de los nervios simpáticos, parasimpáticos y de la vida animal y después en la médula espinal y el encéfalo hasta la corteza. Una parte del conductor interoceptivo la constituyen las fibras aferentes que van en los nervios craneales (V, VII, IX y X pares) y que llevan los impulsos de los órganos situados en la región de la inervación de cada uno de estos nervios. La vía aferente formada por los mismos se divide en tres eslabones: las células del *primer eslabón* están en los ganglios de estos nervios (ganglio del trigémino, ganglio geniculado, ganglio inferior); las células del *segundo eslabón* se encuentran en los núcleos de estos nervios (núcleo del tracto espinal del nervio trigémino, núcleo del tracto solitario de los nervios VII, IX, X). Las fibras que salen de estos núcleos pasan al otro lado, dirigiéndose al tálamo. En fin, las células del *tercer eslabón* están situadas en este último.

Una parte considerable del conductor del analizador interoceptivo está formada por el nervio vago, que es el principal componente de la inervación parasimpática. Su vía aferente también se divide en tres eslabones: los cuer-

pos de *las primeras neuronas* se encuentran en el ganglio inferior del vago; los cuerpos de *las segundas neuronas* se hallan en el núcleo del tracto solitario.

Las fibras del vago que salen de este último núcleo junto con las prolongaciones de las segundas neuronas del nervio glossofaríngeo pasan al lado opuesto, cruzándose con las del lado opuesto, y ascienden por el tronco cerebral y a nivel de los colículos superiores se unen con las segundas neuronas del analizador cutáneo (lemnisco medial), llegando hasta el tálamo, donde se encuentran los cuerpos de las terceras neuronas. Las prolongaciones de estas últimas van por el tercio posterior del brazo posterior de la cápsula interna a la porción inferior del giro postcentral. En este lugar se sitúa una de las partes de la terminación cortical del analizador interoceptivo ligado a los nervios craneales parasimpáticos y a la región de su inervación.

Las vías aferentes de los órganos de la vida vegetativa van también en la composición de las raíces dorsales de los nervios espinales. En este caso los cuerpos de las primeras neuronas se encuentran en los ganglios espinales. *El potente colector de la vía aferente de los órganos de la vida vegetativa* pasa a través de los nervios espláncnicos. Los diferentes grupos de fibras de los nervios espláncnicos ascienden por la médula espinal en la composición de sus funículos posteriores y laterales. Las fibras aferentes de los funículos posteriores transmiten los impulsos interoceptores que llegan a través de los tálamos hasta la corteza cerebral (Daupmen e Ivens).

Las vías aferentes de los funículos laterales terminan en los núcleos del tronco cerebral, del cerebelo y el tálamo (núcleo ventral posterior). De esta manera, en el tálamo se encuentran los cuerpos de las terceras neuronas de todo el conductor del analizador interoceptivo, conectado tanto con la inervación simpática como también con la parasimpática. Por eso en el tálamo tiene lugar el cierre de los arcos reflejos interoceptivos y es posible la «salida» de las vías eferentes.

El cierre para los reflejos aislados puede tener lugar también a niveles más bajos. Con eso se explica la actividad inconsciente automática de los órganos dirigidos por el sistema nervioso vegetativo. *La terminación cortical del analizador interoceptivo*, además del giro postcentral de que ya se habló más arriba, se encuentra en la zona premotora, donde terminan las fibras aferentes que vienen del tálamo. Los impulsos interoceptivos que llegan por los nervios espláncnicos, alcanzan también la corteza de los giros pre y postcentral en las zonas de la sensibilidad cutaneomuscular.

Es posible que estas zonas sean las primeras neuronas corticales de las vías eferentes del sistema nervioso vegetativo que realizan la regulación cortical de las funciones vegetativas. Desde este punto de vista pueden considerarse como análogas a las células piramidales de Betz, que son las primeras neuronas de las vías piramidales.

Como se desprende de lo expuesto más arriba, el analizador interoceptivo, en el sentido estructural y funcional, es parecido a los analizadores exteroceptivos; sin embargo, el área del extremo cortical del analizador interoceptivo es considerablemente menor, en comparación con los exteroceptivos. Con esto se explica su «tosquedad», es decir, la menor finura y precisión de las diferenciaciones respecto de la consciencia.

El sistema límbico consta de una serie de formaciones situadas en la cara medial de los hemisferios del cerebro y en su base. Tales formaciones son el

giro del cíngulo (*gyrus cinguli*), el cuerpo amigdalino (*corpus amygdaloideum*), la región del septo pelúcido (*septum pellucidum*) y el hipocampo (*hipocampus*).

El sistema límbico participa en el mantenimiento de la constancia del medio interno del organismo (homeostasia) y la regulación de las funciones vegetativas. Por eso lo llaman también «cerebro visceral».

A todos los niveles del sistema nervioso central—en la médula espinal, el cerebelo, los tálamos y la corteza cerebral—existe una imbricación muy estrecha de las vías y zonas de representación de los órganos de la vida vegetativa y animal. Los impulsos aferentes somáticos y viscerales pueden dirigirse a una misma neurona, que «sirve» las funciones vegetativas y somáticas (K. M. Bikov y V. N. Chernigovski).

Hasta ahora se han examinado las vías aferentes relacionadas con la especialización determinada de las neuronas que conducen unos u otros impulsos específicos (táctiles, propioceptivos e interoceptivos). Junto con las vías de conducción de los órganos de la vista, el oído, el gusto y el olfato constituyen **el sistema aferente específico**. A la par con eso, existe **el sistema aferente** representado por **la formación reticular**, perteneciente a **estructuras no específicas**. La formación reticular percibe todos los impulsos, sin exclusión: dolorosos, ópticos, acústicos, etc. Pero mientras que los impulsos de los órganos de los sentidos llegan por sistemas de conducción especiales a la corteza de los analizadores correspondientes, en la formación reticular no existe especificación de las neuronas; las mismas neuronas perciben diferentes impulsos y los transmiten a todas las capas de la corteza. De esta manera, la formación reticular viene a ser un segundo sistema aferente.

SEGUNDO SISTEMA AFERENTE DEL ENCÉFALO * (FORMACIÓN RETICULAR)

Bajo este nombre se considera el conjunto de estructuras situadas en las partes centrales del cerebro y que se distinguen por las siguientes **particularidades morfológicas**:

1. Las neuronas de la formación reticular tienen una constitución que las distingue de otras neuronas—sus dendritas se ramifican muy débilmente; las neuritas por el contrario, se dividen en ramos ascendentes y descendentes que desprenden múltiples colaterales, gracias a lo cual el axón puede tener contacto con gran número de células nerviosas (más de 27 500 con una longitud de 2 cm).

2. Las fibras nerviosas van en las más diversas direcciones haciendo recordar bajo el microscopio a una red, lo que sirvió a Deiters para denominarlas, hace 100 años, formación reticular.

3. Esta formación consta de células de diferente magnitud (gigantescas, grandes, medianas y pequeñas) y forma (poligonales, fusiformes, redondas, ovaladas), con la particularidad de que las neuronas macrocelulares están orientadas de tal manera que sus dendritas y los colaterales del axón se ramifican en un plano perpendicular al eje longitudinal del tronco cerebral.

* Últimamente aparecieron informaciones sobre la localización de la formación reticular incluso en la corteza cerebral.

En la misma dirección se difunden los colaterales de las vías de conducción específicas. Basándose en esto, Schaibel considera la formación reticular como una serie de segmentos neuropílos. Las dendritas de las células de la parte medial de la formación reticular del tronco se dirigen longitudinalmente, y en la parte lateral, extendiéndose hacia las principales fuentes aferentes (G. P. Zhukova y T. A. Leontóvich).

4. Las células, en algunas partes, están difundidas, y en otras forman núcleos, a los cuales comenzó a destacar V. M. Bédjerev que describió el núcleo reticular del tegmento del puente.

Actualmente se han descrito 96 núcleos aislados (Olschevski).

La región de la difusión de la formación reticular aún no está establecida con exactitud. Fundamentándonos en datos fisiológicos, se encuentra situada a todo lo largo del tronco cerebral y ocupa una posición central en la médula oblongada, el puente, el mesencéfalo, la región sub e hipotalámica e incluso en la parte medial de los tálamos. Aquí se estrecha, terminando en una prominencia, el extremo rostral.*

Conexiones de la formación reticular. La formación reticular está ligada a todas las partes del sistema nervioso central, debido a lo cual se distinguen:

1) los enlaces reticuloaferentes, que van:

- a) de todas las vías aferentes del tronco cerebral;
- b) del cerebelo;
- c) de los centros subcorticales vegetativos;
- d) de la corteza de todos los lóbulos del cerebro;

2) los enlaces reticuloeferentes, que van:

- a) hacia la corteza cerebral;
- b) a los núcleos de los nervios craneales;
- c) al cerebelo;
- d) a la médula espinal (fascículo reticuloespinal en la parte medial de la columna anterior);

3) los enlaces retículo-reticulares (ascendentes y descendentes) entre los diferentes núcleos de la formación reticular.

Función. La formación reticular fue descrita en el siglo pasado (Lenhossek, Deiters, V. M. Bédjerev), pero sólo atrajo la atención en las últimas décadas (Brodal, Boduen, Arshavski, Dzugaeva y otros), cuando después de las investigaciones electrofisiológicas (Megún) se desarrolló la teoría de I. M. Séchenov sobre la inhibición central y fue demostrada la acción inhibitoria de la formación reticular de la médula oblongada sobre las partes motoras de la corteza cerebral.

En la actualidad se considera que la formación reticular es un «generador de energía» y regula los procesos que se efectúan en otras partes del sistema nervioso central, incluyendo la corteza cerebral. Esta función está asegurada por los enlaces bilaterales, ya mencionados más arriba (reticuloaferentes y reticuloeferentes), de la formación reticular con diferentes partes del encéfalo y de la médula espinal. Así, por ejemplo, el enlace de las células de la formación reticular con los núcleos de los nervios craneales garantiza la conmutación de los impulsos desde éstos a las diferentes direcciones, gra-

* Expuesto por I. N. Filimónov (artículo de la Gran Enciclopedia de Medicina, Moscú, URSS) con adición de trabajos especiales de los autores allí señalados.

cias a lo cual estos núcleos participan en la realización de muchos actos complicados de los reflejos incondicionados. De esta manera, todos los actos reflejos complicados que exigen la participación de muchos músculos en variadas combinaciones (articulación, fonación, deglución, respiración, y también el vómito, la tos y otros) se coordinan en la formación reticular. Y la misma formación reticular, en el caso dado, es un centro reflejo complicado que asegura la conservación relativa del automatismo de la respiración y la actividad cardíaca. Es muy importante que la formación reticular ejerce una acción activadora no específica, general, sobre toda la corteza del encéfalo (P. K. Anojin), asegurada por la existencia de las vías de conducción ascendentes de la formación reticular hacia todos los lóbulos de los hemisferios cerebrales. Por eso, ésta se denomina también **sistema reticular activador ascendente** (Moruzzi y Megún). Entrando en conexión por las colaterales de los axones de sus células con todas las vías de conducción aferentes específicas que discurren a través del tronco cerebral, ésta recibe de las mismas los impulsos y conduce la información no específica a la corteza cerebral.

Como resultado, a través del tronco cerebral pasan a la corteza cerebral dos sistemas aferentes: uno, específico, constituido por las vías de conducción sensitivas específicas que llevan los impulsos de los receptores (exteroceptores, interoceptores y propioceptores) y que terminan preferentemente en los cuerpos de las células de la cuarta capa de la corteza; el otro, no específico, integrado por la formación reticular y que termina en las dendritas de todas las capas de la corteza (Filimónov). La acción recíproca de ambos sistemas condiciona la reacción definitiva de las neuronas corticales (Chang).

La reacción mutua funcional de la formación reticular con la corteza del encéfalo se completa y condiciona por el sistema de la regulación humoral. Los últimos datos recibidos demuestran que las propias células de la formación reticular tienen una elevada sensibilidad a la acción de algunos factores humorales, en particular, a la adrenalina. Los resultados de estas investigaciones indican que hoy día las relaciones mutuas de los núcleos de la formación reticular con las porciones del cerebro, situadas más arriba, deben considerarse como un complejo de enlaces nervioso y humorales que aseguran el análisis y la síntesis de los impulsos nerviosos que llegan a la corteza por las vías aferentes. Así es la representación moderna de los dos sistemas aferentes del encéfalo.

Teniendo en cuenta la gran importancia de la formación reticular y su influjo sobre la corteza cerebral, algunos científicos burgueses (Penfield, Jasper y otros) exageran su papel, considerando que la misma, al localizarse en las partes centrales del cerebro, constituye un sistema «centroencefálico» especial que cumple la función de la consciencia y la integración. El intento de bajar la integración desde el nivel superior de la corteza cerebral a la subcorteza carece de argumentos reales y es antievolucionista, puesto que en el proceso de la evolución el desarrollo máximo es alcanzado por la parte más superior del cerebro, o sea, el palio y no el tronco. Esta tentativa contradice la idea materialista del nervismo y refleja el freudismo—teoría idealista sobre el papel directriz de la subcorteza y no de la corteza. La constitución y la función de la formación reticular aún no están completamente esclarecidas y constituyen el objeto de posteriores exploraciones.

VÍAS MOTORAS DESCENDENTES

Las vías motoras descendentes salen de la corteza del encéfalo—tracto corticonuclear y corticospinal (sistema piramidal)—, desde los *núcleos subcorticales* del prosencéfalo (sistema extrapiramidal) y del *cerebelo*.

TRACTO CORTICOSPINAL (PIRAMIDAL) O SISTEMA PIRAMIDAL

El cuerpo de la *primera neurona* se halla en el giro precentral de la corteza cerebral (células piramidales de Betz). Los axones de estas células descienden por la corona radiada hasta la cápsula interna (rodilla y dos tercios anteriores de la parte posterior), luego pasan al pedúnculo cerebral (por su parte mediana) y después a la porción basal (*pars basilaris*) del puente y de la médula oblongada. Aquí, una parte de las fibras del sistema piramidal (fig. 487) se conectan con los núcleos de los nervios craneales. Esta parte pasa a través de la rodilla de la cápsula interna y enlaza la corteza cerebral con los núcleos de los nervios craneales y se denomina **tracto corticonuclear***. Las fibras de este tracto pasan en parte al lado opuesto y en parte permanecen en su lado. Los axones de las células de los núcleos de los nervios craneales (cuerpos de las segundas neuronas), van en la composición de los nervios correspondientes y terminan en la musculatura estriada inervada por los mismos.

La otra parte del sistema piramidal, la que pasa por los dos tercios anteriores de la parte posterior de la cápsula interna, sirve para la conexión con los núcleos de los nervios espinales, descendiendo hasta los cuernos anteriores de la médula espinal y por eso se denomina **tracto corticospinal**. Este tracto al pasar por el tronco cerebral hasta la médula oblongada forma las *pirámides*, en las cuales se entrecruzan parte de las fibras del tracto (decusación piramidal), que al bajar a la médula espinal se asientan en su funículo lateral formando el **tracto corticospinal** (piramidal) **lateral**. La parte no entrecruzada del tracto desciende en el funículo anterior de la médula espinal, formando su **tracto corticospinal** (piramidal) **anterior** (véase fig. 385).

Las fibras de este tracto también pasan sucesivamente al otro lado, a todo lo largo de la médula espinal, a nivel de la comisura blanca, de lo cual resulta que todo el tracto corticospinal se entrecruza. Gracias a esto, la corteza de cada hemisferio inerva la musculatura del lado opuesto del cuerpo.

Las decusaciones motoras y sensitivas que tienen lugar en diferentes partes del cerebro (decusación piramidal, comisura blanca, decusación del lemnisco y otras) representan, según Pávlov, un dispositivo del sistema nervioso dirigido a la conservación de la inervación cuando se lesiona el cerebro en cualquier lugar de sus partes. Los axones que constituyen el **tracto corticospinal** (piramidal) se conectan con las células motoras de los cuernos anteriores de la médula espinal, donde se inicia *el segundo eslabón*. Los axones de las células que aquí se localizan van en la composición de las raíces ventrales

* Las fibras del tracto corticonuclear se conectan con los núcleos de los nervios craneales *no directamente, sino con la ayuda de neuronas intercalares*.

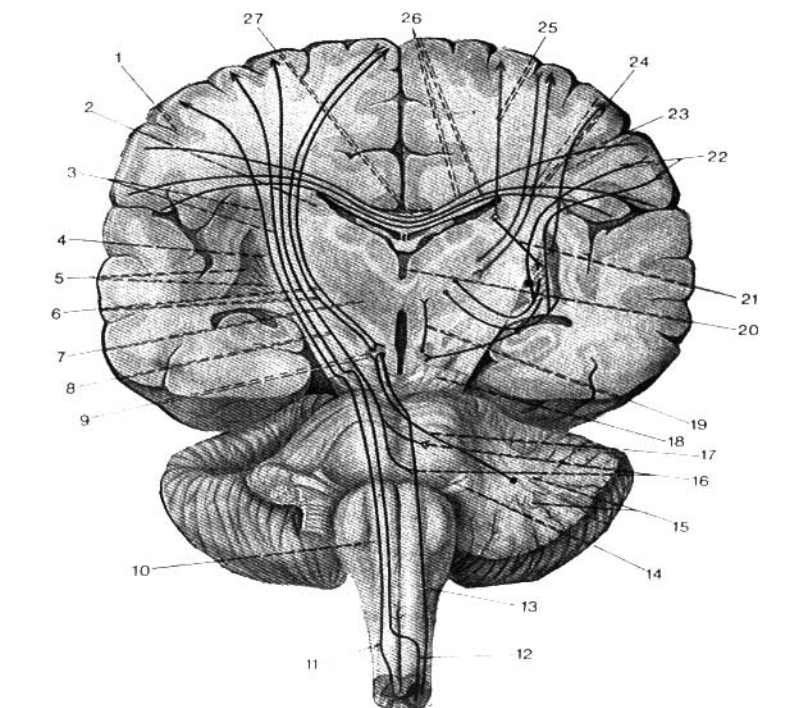


Fig. 487. Esquema de las vías descendentes del encéfalo (según R. Sinélnikov).

- | | | |
|--|---|---|
| 1 — corteza; | 12 — tracto corticospinal (piramidal) lateral; | 22 — tracto corticospinal y tegmento-cortical; |
| 2 — núcleo caudado; | 13 — tracto rubrospinal; | 23 — fibras de la corteza para el núcleo lenticular; |
| 3 — tracto corticospinal; | 14 — puente; | 24 — radiación talámica (fascículos corticotálamicos y talamocorticales); |
| 4 — cápsula interna; | 15 — núcleo dentado; | 25 — fibras de la corteza para el núcleo caudado; |
| 5 — núcleo lenticular; | 16 — núcleos de los nervios craneales; | 26 — fibras comisurales del cuerpo calloso; |
| 6 — fibras que enlazan la corteza con el núcleo (enlace bilateral) rojo; | 17 — tracto cerebelorubral; | 27 — cuerpo calloso. |
| 7 — tálamo; | 18 — pedúnculo cerebral; | |
| 8 — tracto corticonuclear; | 19 — tracto rubrotalámico; | |
| 9 — núcleo rojo; | 20 — III ventrículo; | |
| 10 — pirámide; | 21 — fibras del núcleo caudado hacia el globo pálido; | |
| 11 — tracto corticospinal (piramidal) anterior; | | |

y después en los nervios musculares hacia la musculatura estriada del tronco y los miembros inervados por los nervios espinales. De esta manera, el tracto corticonuclear y el tracto corticospinal juntos constituyen un sistema piramidal único que sirve para el mando consciente de toda la musculatura esquelética (véase fig. 487). Este sistema está desarrollado particularmente en el hombre, en relación con la marcha vertical y el uso consciente de su aparato de movimiento en el proceso de su actividad laboral.

VÍAS DESCENDENTES DE LOS NÚCLEOS SUBCORTICALES DEL PROSENCEFALO — SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL

El sistema piramidal, como señalamos anteriormente, se inicia en la corteza cerebral (5ª capa, células piramidales de Betz). El sistema extrapiramidal se compone de formaciones subcorticales. En su composición entran el cuerpo estriado, el tálamo, el núcleo subtalámico (cuerpo de Luys), el núcleo rojo, la substancia negra y los conductores de substancia blanca que los enlazan. El sistema extrapiramidal (figs. 488, 489) se distingue del piramidal por su constitución, su desarrollo y sus funciones. Este es el aparato

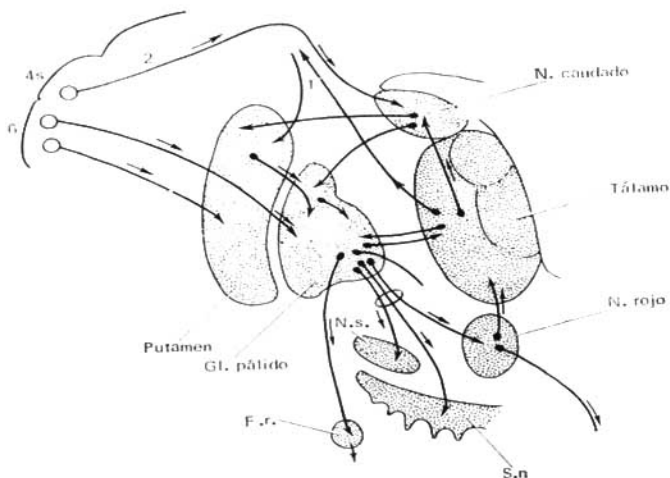


Fig. 488. Conexiones del sistema estriopiramidal y el sistema extrapiramidal.

6-4S — campos de la zona premotora y motora de la corteza cerebral;
 1 — fibras ascendentes del tálamo a la corteza;
 2 — vía de las partes de inhibición del campo 4 en el núcleo caudado; globo pálido;

N. S. — núcleo subtalámico; núcleo rojo;
 S. n. — substancia negra;
 F. r. — formación reticular de la médula oblongada. Las flechas indican la dirección y "estación de destino" de los impulsos.

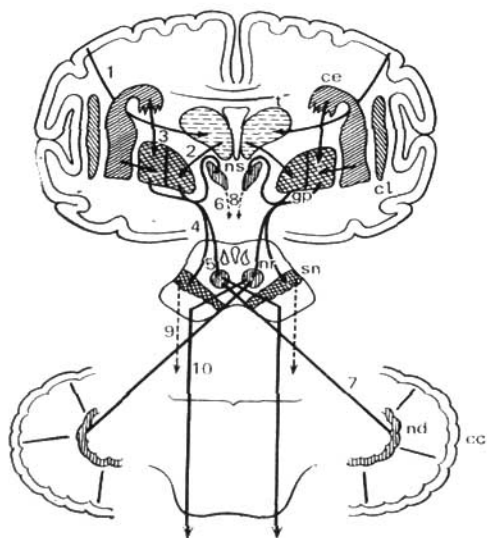


Fig. 489. Esquema del sistema extrapiramidal.

cc — corteza del cerebelo;
 cl — claustró;
 ns — núcleo subtalámico;
 nd — núcleo dentado del cerebelo;
 nr — núcleo rojo;
 gp — globo pálido;
 sn — substancia negra;
 ce — cuerpo estriado (núcleo caudado y putamen);
 t — tálamo;
 l — tracto corticoestriado;

2 — fibras talamopalidales;
 3 — fibras estriopalidales;
 4, 5 — relaciones con la substancia negra y el núcleo rojo;
 6, 8 — fibras eferentes del núcleo subtalámico;
 7 — fibras de pedúnculo cerebral superior;
 9 — fibras eferentes de la substancia negra;
 10 — tracto rubrospinal.

motor tónico más antiguo, filogenéticamente, que se encuentra en los peces donde sólo existe el **globo pálido** (*pallidum* (*paleostriatum*)); en los anfibios ya aparece la cáscara, el **putamen** (*neostriatum*). En este estadio del desarrollo, en que el sistema piramidal aún está ausente, el sistema extrapiramidal resulta ser la parte superior del encéfalo, que percibe la excitación de los órganos de recepción y que manda los impulsos a la musculatura mediante mecanismos automáticos de la médula espinal. En consecuencia, aparecen los movimientos comparativamente simples (automatizados). En los mamíferos, a medida del desarrollo del prosencéfalo y de su corteza, se forma el nuevo sistema cinético—el piramidal—, que corresponde a la nueva forma de los actos motores (M. I. Astvatsaturov) en conexión con la especialización cada vez mayor de pequeños grupos de músculos. Como resultado, en el hom-

bre en plena medida se desarrollan los sistemas:

1. El sistema piramidal, más joven filogenéticamente, representado por los centros de proyección de la corteza que dirige los movimientos conscientes del hombre y en los cuales pueden participar pequeños grupos de determinados músculos (al lesionar el sistema piramidal se observan parálisis.) A través del sistema piramidal se realiza también los movimientos la actividad cortical, basada en reflejos condicionados.

2. El sistema extrapiramidal, más antiguo filogenéticamente, consta de los núcleos subcorticales. En el hombre éste juega un papel subordinado y realiza los reflejos incondicionados superiores, manteniendo el tono muscular y regulando automáticamente su trabajo (inervación automática involuntaria de la musculatura corporal). Esta regulación automática de los músculos se realiza gracias a las conexiones de los componentes del sistema extrapiramidal entre sí y con el **núcleo rojo**, del cual parte la vía motora descendente hacia los cuernos anteriores de la médula espinal, el **tracto rubrospinal**. Este tracto se inicia en las células del núcleo rojo, cruza el plano mediano a nivel de los colículos superiores formando la *decussatio ventralis tegmenti Foreli*, y descendiendo a través del tronco cerebral hacia los fascículos laterales de la médula espinal, después de lo cual termina entre las neuronas motoras de los cuernos anteriores de la sustancia gris. De esta manera, el sistema extrapiramidal actúa sobre la médula espinal a través del núcleo rojo que es una parte importantísima de este sistema.

Sus partes aisladas se encuentran en dependencia funcional recíproca. Así, el cuerpo estriado actúa sobre el globo pálido de manera inhibitoria y por eso, al lesionarlo, éste se desinhibe con lo que se explica la aparición de movimientos involuntarios. En general, la lesión del sistema extrapiramidal produce rigidez muscular y diferentes movimientos involuntarios como resultado del trastorno de la regulación automática de los músculos y su tono.

Las vías cerebelosas descendentes tienen también una estrecha relación con el trabajo del sistema extrapiramidal.

VÍAS MOTORAS DESCENDENTES DEL CEREBELO

El cerebelo participa en el control de las neuronas motoras de la médula espinal (coordinación muscular, mantenimiento del equilibrio, conservación del tono muscular y superación de la inercia y de la fuerza de gravedad). Esto se realiza con ayuda del **tracto cerebelorubrospinal** (fig. 486). El cuerpo celular del *primer eslabón* de esta vía se encuentra en la corteza del cerebelo (células de Purkinje). Sus axones terminan en el núcleo dentado del cerebelo y es posible que también lo hagan en otros núcleos del cerebelo donde se inicia el *segundo eslabón*. Los axones de las *segundas neuronas* atraviesan los pedúnculos superiores del cerebelo y llegan al mesencéfalo y terminan en el núcleo rojo. Aquí se sitúan las células del *tercer eslabón*, cuyos axones bajan en la composición del tracto rubrospinal (de Monakov) y conmutándose en los cuernos anteriores de la médula espinal (*cuarto eslabón*) llegan hasta la musculatura esquelética.

VÍAS DESCENDENTES DE LA CORTEZA CEREBRAL HACIA EL CEREBELO

La corteza cerebral, que dirige todos los procesos del organismo, tiene también al cerebelo en su subordinación como el más importante centro propioceptivo en conexión con los movimientos del cuerpo. Esto se logra por la presencia de la vía descendente especial de la corteza cerebral a la corteza cerebelosa: el *tracto corticopontocerebeloso* (fig. 486).

El primer eslabón de esta vía consta de neuronas que se encuentran en la corteza cerebral y cuyos axones bajan hacia los núcleos del puente, núcleos (propios) del puente. Estas neuronas forman fascículos aislados que, en correspondencia con los diferentes lóbulos del cerebro, se denominan *tracto frontopontino*, *occipitopontino*, *temporopontino* y *parietopontino*. En los núcleos del puente se inician las segundas neuronas cuyos axones forman el *tracto pontocerebeloso* que va al lado opuesto del puente y en la composición de los pedúnculos medios del cerebelo llegan hasta la corteza de los hemisferios del cerebelo (*neocerebellum*).

De esta manera se establece la conexión entre la corteza cerebral y los hemisferios del cerebelo. (Los hemisferios del encéfalo están relacionados con los hemisferios opuestos del cerebelo.) Ambas partes del encéfalo son más jóvenes y están correlacionadas en su desarrollo. Cuanto más fuertemente desarrolladas están la corteza y los hemisferios del cerebro, tanto más intensamente lo están la corteza y los hemisferios del cerebelo. Como la conexión de estas partes del encéfalo se realiza a través del puente, entonces el grado de desarrollo del mismo está determinado por el de la corteza cerebral.

Por consiguiente, tres pares de pedúnculos cerebelares aseguran sus enlaces multilaterales: a través de los pedúnculos inferiores el cerebelo recibe impulsos de la médula espinal y de la médula oblongada y a través de los pedúnculos medios los recibe de la corteza de los grandes hemisferios; en la composición de los pedúnculos superiores discurre la principal vía eferente del cerebelo, por la cual los impulsos cerebelares se transmiten a las células de los cuernos anteriores de la médula espinal. La conexión de los hemisferios cerebrales con los del cerebelo, es decir, con su nueva parte (*neocerebellum*) es cruzada, y la conexión del vermis, es decir, de la parte antigua del cerebelo (*paleocerebellum*) con la médula espinal es, en lo primordial, directa, homolateral.

Al resumir el estudio de las vías de conducción del sistema nervioso puede hacerse la siguiente conclusión.

Las vías de conducción del cerebro se subdividen en tres grupos fundamentales: de proyección, de la comisura y de asociación (S. B. Dzugaeva).

Las vías de proyección se dividen en centripetas, aferentes, y centrifugas, eferentes. Esta división se determina por la distinta dirección de la transmisión de la señalización por las mismas. Las vías centripetas conducen la información en dirección ascendente, a partir de los receptores hacia las formaciones cerebrales, y las centrifugas, en dirección inversa, descendente, a partir de las estructuras cerebrales hacia los órganos eferentes. Gracias a esto, los órganos y las partes del cuerpo se presentan como si proyectasen en el encéfalo, por lo cual se denominan vías de proyección.

Las vías de la comisura aseguran la actividad en pareja de los hemisferios del telencéfalo. Gracias a éstas, la información de un hemisferio pasa al otro,

estableciéndose la relación mutua entre los mismos. El substrato anatómico de esta correlación entre los hemisferios son las comisuras cerebrales que relacionan un hemisferio con el otro, por eso se llaman vías de la comisura.

Las vías de asociación son el substrato anatómico de la actividad combinada (de asociación) de los hemisferios del cerebro y unen distintas partes de su corteza en los límites de un hemisferio. Se dividen en fascículos de asociación cortos y largos de fibras nerviosas. Los cortos sirven para la unión de los giros vecinos y se llaman intralobulares y los largos unen partes alejadas del hemisferio y se llaman interlobulares.

Las vías de proyección, de la comisura y de asociación participan en la formación de las reacciones íntegras del comportamiento del organismo y las vías de la comisura y de asociación participan en la unión de la corteza para la actividad cerebral de integración.