

## FISIOLOGÍA DEL BULBO RAQUÍDEO.

Los detalles en que hemos entrado al estudiar la fisiología de la médula espinal nos permitirán ser más concisos en la explicación que va á seguir.

Las funciones del bulbo raquídeo ó médula oblongada están basadas sobre el mismo *tipo* que hemos encontrado en el capítulo anterior, y muchas de las que hemos de encontrar más adelante serán susceptibles de una asimilación análoga. Estudiaremos, pues, la *conductibilidad*, la *excitabilidad* y la *centralización* de que la médula oblongada es susceptible.

1.º *Conductibilidad del bulbo raquídeo.* — La médula oblongada, continuación inmediata de la médula espinal, transmite desde este punto al cerebro las impresiones sensitivas, y desde el cerebro á la médula las incitaciones motoras de la voluntad. Su parte anterior está formada, al parecer, por la continuación de los cordones anteriores de la médula, y la posterior por la de los cordones posteriores, de modo que es lógico deducir que la parte anterior está destinada al movimiento y la posterior á la sensibilidad.

Sin embargo, esta sencillez que la anatomía macroscópica pudiera hacernos sospechar, es más bien aparente que real: la conducción de las corrientes *sensitivas* se verifica no sólo por la sustancia blanca, sino también por la sustancia gris, no pudiendo precisarse en el estado actual de la ciencia si es cruzada ó si es directa. La de las corrientes *motrices* es, *por regla general*, completamente cruzada en el hombre, y decimos por regla general, toda vez que la patología ha demostrado en ciertos casos un entrecruzamiento incompleto. Esta conducción motriz tiene lugar en las pirámides anteriores y en el hacesillo intermediario del bulbo.

2.º *Excitabilidad del bulbo.* — Las partes más excitables de este centro son indudablemente las pirámides posteriores y los cuerpos restiformes; viene luego el suelo del cuarto ventrículo; y la excitación de las pirámides anteriores sólo determina movimientos sin indicio ninguno de sensibilidad.



FIG. 90.—Médula oblongada: 1, chiasma de los nervios ópticos; 2, tuber cinereum y tallo pituitario; 3, tubérculos mamilares; 4, motor ocular común; 5, 5 patético; 6, protuberancia; 7, origen del trigémino; 8, motor ocular externo; 9, auditivo; 10, hipoglóso mayor; 11, oliva; 12, pirámide anterior del bulbo; 13, fibras del pedúnculo cerebeloso medio perdiéndose en la sustancia del cerebelo; 14, pedúnculo cerebral; 15, cuerpos geniculados pertenecientes al tálamo óptico; 16, nervio óptico.

3.º *El bulbo considerado como centro.* — El bulbo, además de obrar como agente conductor, ejerce funciones propias. Se encuentran en él una porción de centros á cual más importantes. Fijémonos en los principales y enumeremos rápidamente los demas.

*Centros coordinadores de los reflejos.* — Se han demostrado estos centros en el conejo por medio de una sección practicada en el bulbo á cinco milímetros por encima del *calamus scriptorius*. En efecto, verificada la sección en este punto, desaparecen completamente todos los movimientos

reflejos generalizados, quedando simplemente los movimientos parciales; al paso que si la sección bulbar se practica solamente á un milímetro más arriba, los reflejos generalizados antedichos persisten sin modificación. Hay, pues, en el bulbo raquídeo un punto destinado á la coordinación de los reflejos.

*Centro glucogénico.* — La puntura del suelo del cuarto ventrículo, verificada en la línea media, entre las raíces de los nervios acústicos y las de los nervios pneumogástricos, determina la aparición de azúcar en las orinas. Este fenómeno descubierto por Claudio Bernard en el conejo, ha sido estudiado posteriormente por la mayor parte de los fisiólogos. Schiff ha visto que la diabetes sacarina dejaba de presentarse, cuando se verificaba el experimento en la rana de invierno, cuyo hígado no contiene azúcar. Winogradoff ha observado que el azúcar dejaba de presentarse si previamente se había paralizado la función glucogénica del hígado por medio del ácido arsenioso, ó si previamente se había extirpado el hígado. Además, si se extirpa el hígado al verificarse la glucosuria experimental, esta glucosuria cesa inmediatamente. Según Dock, tampoco aparece el azúcar en la orina, si para este experimento se echa mano de un animal cuyo hígado, á consecuencia de una prolongada inanición, se encuentra desprovisto de azúcar.

*Centro poliúrico.* — En el mismo suelo del cuarto ventrículo, una puntura practicada un poco más arriba de la anterior, determina la glucosuria con *poliuria*.

*Centro albuminúrico.* — Si la puntura se verifica un poco más arriba, se obtiene una poliuria con *albuminuria*, á consecuencia de un aumento de presión en los riñones, provocado por una hiperhemia neuro-paralítica. El aumento de presión, naturalmente produce una filtración más considerable.

*Centro vaso-motor.* — La excitación del bulbo determina

una constricción en todas las arterias periféricas. Al contrario, la sección de este centro produce una hiperhemia periférica acompañada de gran aumento de calor. La sección transversal de una mitad del bulbo, induce una hiperhemia, que en el tronco y en la espalda corresponde al lado opuesto á la sección, al paso que en la cabeza y en los miembros corresponde al propio lado.

El centro vaso-motor se encontraría, según Dittmar, en el cordón intermediario del bulbo, al paso que Owsjannikoff lo coloca en el cuarto ventrículo debajo de los tubérculos cuadrigéminos. Este centro superior, existente en la médula oblongada, tiene á sus órdenes un gran número de centros inferiores, escalonados á lo largo de la médula: es su superior jerárquico y regula las corrientes de estos centros, pero á su vez se halla influido por las actividades del cerebro. Es excitado en la anemia, así como por la sangre venosa.

*Centro respiratorio.*— En el mismo cuarto ventrículo, en su ángulo inferior, y al nivel de los orígenes de los dos nervios pneumogástricos, se encuentra el centro respiratorio. La extensión y la topografía de este centro se han determinado con una exactitud matemática. Está compuesto de dos mitades, cada una de las cuales tiene una longitud de dos milímetros y medio. Están situadas á los lados de la línea mediana, y ofrecen la particularidad de que pueden suplirse mutuamente. La importancia de la integridad de este centro para la continuación de la vida, ha sido causa de que por Flourens se le designara con el nombre de *nudo vital*. Sin embargo, esta importancia no es igual en todos los vertebrados, pues, los peces viven todavía después de la sección de este centro, al paso que en los mamíferos y en las aves, toda lesión verificada en las dos mitades que constituyen el centro respiratorio, da lugar á una muerte casi instantánea.

Según Rosenthal, el centro respiratorio está compuesto

de un centro *inspirador* y un centro *expirador*. El centro inspirador entra en acción por la excitación de las fibras sensitivas pulmonares de los nervios pneumogástricos, excitación determinada por la falta de oxígeno, ó por el aumento de ácido carbónico en la sangre; sin embargo, este mecanismo, que es el normal y fisiológico, no es el único que se puede observar; pues, independientemente del origen pneumogástrico, el centro inspirador puede entrar en actividad mediante una conmoción moral violenta, el contacto del agua fría sobre el cuerpo, una impresión muy viva de otro género, etc., etc. Siempre en estos casos sobreviene al individuo una profunda inspiración. Conmovidó el centro inspirador, pasa la corriente por la médula de la región cervical, va á los nervios inspiradores, y desde éstos á los músculos del propio nombre. Cuando en la sangre en vez de falta de oxígeno ó acúmulo de ácido carbónico, hay, por el contrario, aumento de oxígeno, el centro inspirador ya no puede ser excitado, cae en una completa pasividad, y sobreviene el fenómeno conocido en patología con el nombre de *ápnea*.

El centro expirador entra en actividad por las corrientes conducidas por los nervios laríngeos superiores: la corriente producida en este centro va á los nervios expiradores y á los músculos de este nombre. Este fenómeno se observa, sin embargo, únicamente en los casos de espiración forzada, pues para la espiración normal es suficiente, según dijimos en otro capítulo de esta obra, la elasticidad del tórax.

La teoría que acabamos de exponer no pasará de una hipótesis más ó menos ingeniosa, si no estuviera apoyada por experimentos concluyentes; bastará citar uno solamente, para llevar el convencimiento á nuestro espíritu. Si después de cortados los nervios pneumogástricos excitamos su extremidad central, observaremos inmediatamente que en el animal se presentan inspiraciones muy profun-

das, hasta que la cavidad torácica queda paralizada en *actitud inspiradora* : si excitamos la extremidad central de los nervios laríngeos superiores, previamente seccionados, observaremos intensísimas espiraciones, hasta quedar la cavidad torácica completamente paralizada en *actitud espiradora*. Iguales resultados obtendremos al operar con los nervios íntegros, tanto si se trata de los pneumogástricos como si de los laríngeos superiores.

Las experimentaciones relativas á este centro han ilustrado en gran manera tan importante cuestion. Al practicar una lesion por encima del centro respiratorio, los movimientos respiratorios del tróncó continúan presentándose, pero en cambio se paralizan completamente los de la cara y en especial los de las alas de la nariz. Si la lesion se practica por debajo del referido centro, entran en contraccion convulsiva los músculos de la cara y los de las alas de la nariz, al paso que los músculos respiratorios del pecho quedan paralizados. Finalmente, si la lesion interesa las dos mitades del centro respiratorio, se produce, como ya sabemos, la muerte repentina ; muerte que es debida á la suspension completa de los movimientos respiratorios.

No debe extrañarnos que la lesion inferior al centro *permita* la contraccion de los músculos de la cara y de las alas de la nariz, toda vez que hay un nervio, el facial, que establece relacion con el centro respiratorio.

*Centro inhibitorio para los movimientos del corazon.*— Independientemente de todo lo que hemos expuesto al tratar de la inervacion cardiaca, diremos en este punto, que el bulbo raquídeo ejerce una accion inhibitoria sobre las contracciones cardiacas ; accion que se manifiesta por el intermedio de ciertas fibras centrífugas que el espinal suministra al pneumogástrico. Este nervio á su vez, penetrando en el corazon, se relaciona con los ganglios intracardiacos, de tal manera, que excitando en el cuello la

extremidad periférica del pneumogástrico seccionado, las contracciones cardiacas se moderan. Para demostrar que este centro está en el bulbo, no hay más que excitar este órgano en un punto cercano al núcleo de origen del nervio pneumogástrico: en efecto, inmediatamente las contracciones del corazón se moderan y más tarde se paralizan, quedando este órgano en completo reposo y en actitud diastólica.

En estado normal el centro inhibitorio que estudiamos entra en actividad por la acumulacion de ácido carbónico en la sangre.

*Centro de fonacion.* — Un animal al que se haya extirpado la protuberancia y el cerebro, grita distintamente, siempre que por medio de una puntura, pellizco, etc., se excite su sensibilidad. Es preciso, pues, que en este caso sea el bulbo, que ha quedado intacto, el centro de estos elementos de la fonacion. En efecto, del bulbo parten las corrientes que han de animar los músculos de las cuerdas vocales y los músculos espiradores, de consiguiente la admision de un centro en el bulbo que presida á la fonacion, se impone por la fuerza del experimento y por la fuerza de la lógica.

*Centro para la articulacion de los sonidos.* — Los nervios centrífugos cuyas corrientes sirven para la articulacion de los sonidos, tienen tambien sus centros en el bulbo raquídeo. Es, pues, evidente que en este bulbo existe un centro para la indicada articulacion. Pero en el estado actual de la ciencia sería prematuro precisar el punto fijo en que este centro reside, careciendo de todo fundamento científico la idea emitida por Dugès y adoptada por varios fisiólogos, de que este centro está en la oliva.

*Centro para los movimientos de deglucion.* — Extirpando las masas nerviosas por encima de la region bulbar, la deglucion subsiste, con tal de que se introduzca el alimento en el istmo de las fauces. Al contrario, si el bulbo raquí-

deo está profundamente lesionado, la deglucion no se puede ya verificar.

Segun Steiner (*Archiv. für Anat. und Physiol.*, 1883), existe una solidaridad de union entre los centros respiratorio y deglutivo : en el momento de verificarse la deglucion, es decir, cuando funciona el centro de ésta, el centro respiratorio entra tambien en actividad, de lo cual se sigue que cada movimiento deglutivo va acompañado de un movimiento respiratorio. El mecanismo de este fenómeno puede comprenderse de la siguiente manera : existe entre el centro respiratorio y el centro de deglucion una comunicacion intercentral que en el momento en que es excitado el centro deglutivo, transmite la corriente al centro respiratorio. Además, al verificarse la deglucion se eleva la laringe, lo cual debe hacer admitir la existencia de otra comunicacion entre el centro deglutivo y el que rige los movimientos laríngeos, producidos como ya sabemos, por la contraccion de los músculos milo-hióideo, digástrico anterior y genio-hióideo. La descripcion del procedimiento de que se ha valido el autor para llegar á tan importantes conclusiones, nos llevaría demasiado lejos.

*Centros sudoríparos.*—Aun cuando deben encontrarse en el bulbo centros de esta clase, en el estado actual de la ciencia no se han podido localizar. La circunstancia de que se observan varias veces sudores unilaterales hace creer que estos centros deben ser dobles.

*Centros inhibitorios para la secrecion del sudor.*—Es probable que existan en el bulbo centros de este género, sin que tampoco hayan podido hasta el presente localizarse.

*Centro del vómito.*—Tambien se admite en el bulbo, sin que haya podido precisarse el punto en que reside.

Muchos otros centros pudiéramos mencionar; pero la inseguridad de los datos aportados hasta ahora por el experimento, nos impiden formar sobre ellos conclusion nin-

guna verdaderamente práctica. Se trata más bien de sospechas que de realidades y en este terreno no queremos penetrar.

## FISIOLOGÍA DE LA PROTUBERANCIA.

1.º *Conductibilidad de la protuberancia anular.*—La protuberancia anular, continuacion de la parte superior del bulbo raquídeo, transmite desde este punto al cerebro las impresiones sensitivas, y desde el cerebro al bulbo y á la médula las incitaciones motoras de la voluntad.

La conduccion de las corrientes doloríficas, táctiles y térmicas, es decir, de las corrientes sensitivas, se verificaría, segun Brown-Séquard, por las partes centrales de la protuberancia anular. Esta conduccion debe ser cruzada, toda vez que el entrecruzamiento para las impresiones sensitivas se ha efectuado ya en el bulbo y en la médula espinal. Además, toda lesion profunda verificada en un sólo lado de la protuberancia induce una anestesia en el lado opuesto del cuerpo. La conduccion de las corrientes motrices secundarias se verificaría casi exclusivamente por las partes anteriores ó superficiales de la protuberancia, lo que equivale decir que en este órgano las fibras motrices, al contrario de las sensitivas, pasan por las partes superficiales ó anteriores. Segun Rosenthal, entre las fibras longitudinales de la protuberancia, las que vienen á ser continuacion de las pirámides, y que desde la médula ascendieron hácia la parte anterior del órgano, están destinadas á los movimientos de las masas musculares del tronco, al paso que las que representan la continuacion de los cuerpos olivares, pertenecientes á la parte posterior, están destinadas á los de los músculos de los miembros.

Las lesiones de un sólo lado determinan un fenómeno característico conocido en patología con el nombre de *hemiplegia alterna* (Gubler), el cual consiste en que, al paso

que se observa una parálisis del facial correspondiente al propio lado de la lesion, se ve otra de los miembros y del tronco, correspondiente al lado opuesto del punto lesionado. La explicacion de este fenómeno es, sin embargo, muy sencilla. Basta tener en cuenta que el entrecruzamiento de los conductores destinados á los músculos de los miembros y del tronco se verifica más abajo de la protuberancia anular, y el entrecruzamiento del facial, en la misma protuberancia.

2.º *Excitabilidad de la protuberancia.* — Cuando una corriente eléctrica penetra hasta las partes profundas de la protuberancia se producen inmediatamente una serie de convulsiones generales de carácter epileptiforme. Al contrario, si la excitacion sólo se refiere á las partes superficiales no se obtiene en las anteriores efecto alguno, y en las posteriores únicamente señales de dolor. La excitacion indicada de las partes profundas de la protuberancia puede dar origen á fenómenos doloríficos, si llegan á ser irritadas las fibras correspondientes á esta clase de conduccion.

3.º *La protuberancia considerada como centro.* — Existen en este órgano varios centros importantes, como veremos por la descripcion que sigue.

*Centro convulsivo.* — Este centro, designado tambien con el nombre de *centro espasmífero ó region de los calambres*, está íntimamente relacionado con otros centros bulbares. Así en la asfixia, por ejemplo, vémosla funcionar junto con los centros siguientes: inhibitorio del corazon, vasomotor, dilatador de la pupila y respiratorios. El centro de los calambres entra en actividad cuando hay acumulacion de ácido carbónico en la sangre, cuando existe una isquemia en los vasos destinados á la irrigacion de la protuberancia, cuando, al contrario, hay hiperhemia en estos mismos vasos, cuando en la sangre existe una cantidad excesiva de oxígeno y cuando el individuo está anémico. Además, ciertos venenos, como la picrotoxina, y en general

todos los que obran sobre el corazón, tienen la propiedad de excitar el centro convulsivo.

Nothnagel, valiéndose de una aguja para la excitación de la protuberancia, ha conseguido limitar perfectamente la región de los calambres. Ha visto que está situada en el pavimento del cuarto ventrículo en la parte correspondiente á la protuberancia anular y que consta de dos mitades laterales y simétricas.

*Centros para la locomoción y el equilibrio.* — Sin que la fisiología actual pueda localizar estos centros, su existencia empero, es indudable. En efecto, desde el momento en que se destruye la protuberancia, el animal cae para no levantarse más, permaneciendo echado, sean cuales fueran las excitaciones que se le dirijan. Al contrario, la destrucción de todas las partes del encéfalo, exceptuando la protuberancia, permite, no sólo el equilibrio estático, apoyado el animal en sus pies, sino también una imperfecta marcha. Además, existe probablemente en este órgano un *centro de retroceso*, toda vez que Lussana y Lemoigne, seccionando en las aves los cordones redondos situados en el suelo del cuarto ventrículo, han visto que este movimiento se abolía por completo; al paso que irritando estos cordones, el animal retrocedía inmediatamente.

*Centro sensitivo.* — Un animal al cual se le hayan extirpado los tálamos ópticos, los cuerpos estriados y los lóbulos cerebrales, es susceptible todavía de *responder* á la acción de ciertos agentes exteriores: así, un ratón en semejantes condiciones *responde* con un violento sobresalto, á un sonido de cierta intensidad y altura que venga á producirse á su alrededor. Desde el momento que la destrucción de los órganos indicados no apaga completamente la sensibilidad general, y que al contrario, la destrucción de la protuberancia en estos casos ocasiona forzosamente la abolición completa de semejante sensibilidad,

parece lógico admitir que en el órgano que nos ocupa existe verdaderamente un centro sensitivo. Además, según Vulpian, en dicha protuberancia existe un centro relacionado directamente con la gustación.

*Centro de las expresiones emocionales excito-reflejas.*—Son muy notables las propiedades que bajo este concepto posee la protuberancia anular. Si extirpamos á un animal los tálamos ópticos y los hemisferios cerebrales, veremos que todavía persisten, al parecer intactos, el conjunto de los movimientos destinados á la locomoción. En este caso dicha locomoción se verifica *fatalmente* y sin que intervengan para nada, ni la conciencia ni la voluntad. Un pichón puesto en estas condiciones vuela, si se le arroja al aire; una rana nada, si se la sumerge en el agua, y ni este vuelo, ni esta natación son otra cosa que actos automáticos ó fenómenos reflejos: el animal no es dueño de impedirlos, como tampoco ha sido dueño de efectuarlos.

Si á la extirpación de los tálamos ópticos y de los hemisferios cerebrales viene á añadirse la del cerebelo, el animal todavía da señales de dolor al sufrir una enérgica excitación; dolor que manifiesta por gritos plañideros y por agitaciones especiales.

¿Bajo qué concepto deben interpretarse los fenómenos citados? ¿Por qué el animal vuela ó nada, fatalmente, cuando carece de tálamos ópticos y de hemisferios cerebrales? ¿Por qué, al faltarle el cerebelo, se limita á dar indicios de dolor?

La explicación no es difícil. La protuberancia junto con los órganos próximos á ella viene á constituir un *centro* para la coordinación de los movimientos: como centro reflector que es, en el instante en que recibe una apropiada excitación, entra su normal actividad; y si han sido extirpados los tálamos ópticos y los hemisferios cerebrales, han quedado de hecho suprimidos los centros inhibitorios en ellos existentes. De ahí se sigue que el vuelo y

la natacion son fatales, automáticos, pues el animal no puede ya intervenir, ni para suspenderlos ni para moderarlos.

Ahora, si la extirpacion alcanza al cerebelo, compréndese fácilmente que el centro representado por la protuberancia, falto de enlace y de asociacion, no puede ya dar lugar á los movimientos coordinados antedichos.

*Centro salival.* — Cuando se aplica una corriente eléctrica en el suelo del cuarto ventrículo, al nivel del origen de los nervios faciales, se produce inmediatamente una secrecion exagerada de saliva. De ahí se deduce, que en el punto indicado debe existir un centro especial, cuya accion está directamente relacionada con la secrecion del referido humor. Para determinar esta hipersecrecion, no es indispensable echar mano de una corriente eléctrica, bastando simplemente practicar una puntura en el punto referido.

*Centros de los movimientos de los ojos.* — No hay duda alguna de que han de encontrarse estos centros en la protuberancia, pues los movimientos de los ojos tienen precisamente sus centros en los núcleos de origen de los nervios motores, y éstos se hallan en la protuberancia anular.

*Centros para los movimientos generales de los miembros.* — La extirpacion de los tálamos ópticos, tubérculos cuadrigéminos, y lóbulos cerebrales, permiten todavía la coordinacion de los movimientos de los cuatro miembros en el animal operado. De ahí se deduce, que en la protuberancia anular han de existir centros destinados á los referidos movimientos.

*Centros de los movimientos de los párpados, de la mímica, de la expresion del rostro, de la masticacion, y de la succion en los niños.* — Sin que sea posible limitar precisamente la topografía y la extension de estos centros, es preciso admitir que se encuentran en la protuberancia, siquiera por deduccion de lo que se observa en la experimentacion

fisiológica, así como en la observacion clínica. Para no citar más que un ejemplo, bastará decir que los monstruos anencéfalos— de αν privativa y εγκέφαλος encéfalo ; es decir, monstruos sin encéfalo— pueden vivir algunos dias fuera del claustro materno, alimentándose con la leche de su madre por medio de la *succion*. En estos, como se ve, sólo la protuberancia puede explicar el fenómeno de la succion.

#### FISIOLOGÍA DE LOS PEDÚNCULOS CEREBRALES.

Las funciones de los pedúnculos cerebrales son bastante complicadas, y todavía insuficientemente conocidas. Por su situacion, representan verdaderos intermediarios entre diferentes centros, relacionándolos directamente unos á otros.

Las lesiones verificadas en los pedunculos cerebrales, dan origen á notabilísimos fenómenos : inmediatamente despues de practicada una lesion, aparece el dolor y las contracciones musculares, pero más tarde al dolor sucede la anestesia, y las contracciones son reemplazadas por la parálisis. La lesion unilateral de los pedúnculos nos demuestra, que los fenómenos referidos se verifican en el lado del cuerpo opuesto al operado. Pero, la parálisis es incompleta y va desapareciendo poco á poco, de tal manera que el animal empieza por verificar movimientos de rotacion análogos á los que describe una *aguja de reloj*, y á medida que la parálisis se disminuye, estos movimientos son reemplazados por los conocidos con el nombre de movimientos de *picadero*. Finalmente, cuando la parálisis ha desaparecido ya, la progresion se verifica en *línea recta*.

Digamos dos palabras acerca del carácter de los movimientos en cuestion. Los movimientos verificados á la manera de los que se observan en una *aguja de reloj*, se

designan tambien en Fisiología con el nombre de movimientos de rotacion en forma de *radio de rueda* : el animal gira sobre un eje ficticio representado por su cuarto posterior, de tal manera, que permaneciendo fijo este cuarto, la cabeza viene á describir la circunferencia del círculo. En los movimientos llamados de *picadero*, el animal tambien describe un círculo, pero de una manera muy distinta : diríase que está unido á un malacate ó á una noria, no pudiendo hacer otra cosa que describir circunferencias de radio siempre igual.

El movimiento de *picadero* — el más característico en las lesiones que estudiamos — se verifica segun una direccion opuesta á la del punto, en que se practicó la lesion peduncular. La magnitud del círculo descrito, está en razon inversa del número de fibras lesionadas y de la proximidad de la lesion al borde anterior de la protuberancia.

Ya hemos dicho que la seccion de los pedúnculos cerebrales determina una parálisis de sensibilidad y de movimiento en el lado opuesto. Ahora, si la lesion afecta tan sólo la parte superior, así como la cinta de Reil, se paralizan los movimientos involuntarios dependientes de centros situados en partes anteriores, al paso que subsisten íntegros los movimientos dependientes de la voluntad. Si la lesion afecta la parte inferior de estos pedúnculos, quedan, por el contrario, extinguidos los movimientos voluntarios, permaneciendo íntegros los que se deben á una accion refleja.

Este dato experimental adquiere una importancia considerable en Fisiología comparada. En efecto ; el volumen del *pié* del pedúnculo cerebral, comparado con el del *techo* de este órgano, va aumentando progresivamente en la escala zoológica, hasta alcanzar en el hombre un tamaño máximo. Y como el *pié* de los pedúnculos está relacionado con la transmision de las corrientes voluntarias y

de la sensibilidad consciente, al paso que el techo lo está á su vez con la de las corrientes puramente reflejas, resulta, que á medida que el animal va ascendiendo en la serie, sus actos reflejos van disminuyendo y aumentando al contrario sus actos conscientes, por lo cual va haciéndose cada vez mayor el pié del pedúnculo cerebral. Estas nociones acaban de completarse, teniendo presente que el volumen del pié es tanto mayor, en cuanto las circunvoluciones cerebrales están más desarrolladas. Además, en una misma especie zoológica, podemos observar palpablemente la exactitud de tales datos, pues cuando el individuo nace, es decir, cuando todos sus movimientos son simplemente reflejos ó automáticos, las fibras del pié peduncular todavía no están desarrolladas, al paso que las del techo han acabado ya su desarrollo. De esto se sigue que las primeras no están en estado de funcionar, cuando las segundas ya funcionan.

La importancia de los datos acabados de exponer, nos obliga á entrar en algunos detalles anatomo-fisiológicos, para la comprensión completa de este punto.

Por la síntesis anatómica que más arriba hemos expuesto, se ha podido ya entrever la importancia de los pedúnculos cerebrales, como órganos de enlace y unión. Ahora, analizando un poco tan interesante punto, recordaremos al lector que estos pedúnculos se dividen en tres pisos : uno, perfectamente distinto de los demás, situado muy arriba y constituido por los tubérculos cuadrigéminos ; otro debajo de éste, denominado piso superior ó *techo* del pedúnculo ; otro inferior al techo, conocido con el nombre de *pié* peduncular. Las fibras del techo van al tálamo óptico ; el pié resulta formado por los cordones piramidales de la médula oblongada que se extienden por la protuberancia y se irradian en cada uno de los hemisferios, los cuales forman la *cápsula interna*, que sólo consiste en un tabique blanco existente en el centro del he-

misferio cerebral. Además, en la parte superior del techo, existe cierta cantidad de sustancia gris que se continúa con la del suelo del cuarto ventrículo, y en la cual se encuentran los núcleos de los nervios patético y motor ocular común, así como los de una raíz superior sensitiva del nervio trigémino. Finalmente, entre el techo y el pié, existe el *locus niger*, sustancia gris provista de gran cantidad de células con pigmento.

De esta disposición resultan las siguientes conclusiones anatómicas: 1.<sup>a</sup> que hacia arriba, las fibras del techo van á los centros reflejos de los tubérculos cuadrigéminos y de los tálamos ópticos; 2.<sup>a</sup> que hacia arriba, también las fibras del pié van á los hemisferios cerebrales; 3.<sup>a</sup> que hacia abajo las fibras longitudinales del techo y del pié, van á los cordones de la médula espinal.

De estas conclusiones anatómicas se derivan los siguientes corolarios fisiológicos: 1.<sup>o</sup> el techo sirve para las inervaciones reflejas, tanto sensitivas como motrices; 2.<sup>o</sup> el pié sirve para las inervaciones conscientes, también sensitivas y motrices; 3.<sup>a</sup> los pedúnculos cerebrales vienen á reunir todas las fibras sensitivas y motrices del cuerpo (excepción hecha de los nervios 1.<sup>o</sup> y 2.<sup>o</sup> pares craneales) conduciéndolas á los grandes ganglios centrales de los hemisferios; 4.<sup>o</sup> los pedúnculos cerebrales, además de funcionar como conductores por las numerosas fibras que los constituyen, funcionan asimismo como centros, por la sustancia gris que se encuentra en ellos: existen en estos pedúnculos un conjunto de centros para los movimientos asociados de la locomoción, y otros centros, que por medio de los nervios patético y motor ocular común, presiden á los movimientos de los ojos.

Ya hemos visto que si irritamos los pedúnculos cerebrales, el animal da signos evidentes de dolor, lo cual nos indica que estos órganos son sensibles.

Finalmente, es probable que su fisiología sea aún más

complicada, toda vez que experimentando en ellos, han podido notarse una porcion de fenómenos. Así, cortando un solo pedúnculo, se observa que las arterias correspondientes al lado de la seccion se estrechan; irritando estos pedúnculos, la vejiga urinaria, el estómago y los intestinos se contraen; y tambien ha podido comprobarse que la irritacion, referida iba acompañada de rareza del pulso, al paso que de aumento en la tension sanguínea.

#### FISIOLOGÍA DE LA CÁPSULA INTERNA.

Una seccion profunda en la rodilla de la cápsula interna ocasiona la parálisis de movimiento de la mitad del cuerpo opuesto á la lesion. La seccion del tercio posterior del segmento posterior de esta cápsula, provoca en el lado opuesto del cuerpo la disminucion ó la completa suspension de la sensibilidad, tanto general como especial.

#### FISIOLOGÍA DE LOS CUERPOS ESTRIADOS.

Los cuerpos estriados son muy excitables, pues la más pequeña irritacion en ellos determina contracciones violentas de caracter convulsivo en la mitad del cuerpo opuesto á la lesion. En cambio, su excitacion no produce el más ligero dolor. Cuando se dirige una corriente galvánica á estos órganos, se obtiene un violento pleurostónos, así como contracturas de los músculos flexores y de los de la cara y cuello.

Las hemorragias, los tumores, y en general toda lesion profunda y extensa de estos órganos, ocasiona una hemiplegia total correspondiente al lado opuesto del punto lesionado; hemiplegia que no se limita al cuerpo, sino que tambien se hace extensiva á la cara. Como muchas veces la *compresion lateral* que viene á establecerse afecta las circunvoluciones de la ínsula, vecinas del cuerpo estriado,

resulta que en esta clase de hemiplegias se observa con frecuencia una alteracion profunda en la articulacion de la palabra. Exista ó no esta alteracion, se comprueba en estas hemiplegias un fenómeno, de que anteriormente hemos hablado; es, á saber: que cuando se interrumpen las relaciones entre el encéfalo y la médula espinal, los movimientos reflejos se exageran. Así sucede que en los enfermos de que hablamos, á pesar de la parálisis indicada, se pueden, con notable facilidad, observar movimientos reflejos muy pronunciados.

Si la compresion lateral alcanza hasta la corteza del cerebro, la inteligencia del enfermo se altera, está soporoso, y al despertarle apenas recuerda lo que ha sucedido.

Dejando estas observaciones clínicas y volviendo á la experimentacion fisiológica, diremos, que desde el momento en que se destruye un solo núcleo extraventricular ó lenticular, la columna vertebral se encorva hácia el lado afecto, y los miembros anteriores se desvían. Si se destruyen los dos núcleos lenticulares, el animal cae en la más completa inmovilidad, la cual se extiende á todo el cuerpo.

Si se destruye el núcleo intraventricular, se produce en el lado opuesto á la lesion una parálisis completa, que comprende hasta los músculos de la cara: si la destruccion se refiere á la expansion peduncular de la cápsula interna, se obtienen iguales resultados. Si se extirpa únicamente un núcleo intraventricular, á pesar de la parálisis sobrevenida en los miembros anterior y posterior del lado opuesto á la lesion, el animal puede moverse, valiéndose para ello de los miembros no paralizados. En este caso verifica un movimiento circular de radio muy pequeño.

La excitacion del núcleo caudal determina contracciones de caracter espasmódico en los miembros del lado opuesto.

En el cuerpo estriado del conejo existe, segun Nothnagel, un punto cuya excitacion produce en el animal una

tendencia irresistible á huir hácia delante: este punto ha recibido el nombre de *nodus cursorius*.

Todos estos fenómenos encuentran su natural explicacion en el estudio anátomo-fisiológico del cuerpo estriado. En efecto; salen del cuerpo estriado un gran número de fibras, de las cuales unas van á la sustancia gris de la corteza cerebral, y otras á los pedúnculos cerebrales; las primeras constituyen otras tantas *fibras de asociacion*, ó cortico estriadas, cuyo objeto no es otro que unir diferentes territorios corticales; al paso que las otras están comprendidas en el importante grupo de *fibras córtico-pedunculares*, ó estrio-pedunculares. En cuanto á la sustancia gris, consiste en una porcion aislada de sustancia gris de la corteza cerebral, que se desarrolló en el sentido de la profundidad.

Los cuerpos estriados no son, pues, otra cosa que uno de tantos *territorios corticales*, constituyendo verdaderos centros motores.

Por si alguno de nuestros lectores ha estudiado en obras alemanas, haremos una ligera advertencia: la anatomía nos enseña que el cuerpo estriado está constituido por dos grandes núcleos grises; el uno llamado núcleo intraventricular, porque sobresale en la cavidad del ventrículo, y el otro núcleo extraventricular, ambos separados por la cápsula interna. Ahora bien; en las obras alemanas se llama cuerpo estriado al núcleo intraventricular y al extraventricular, se le denomina, núcleo lenticular.

#### § 116

#### Fisiología de los tálamos ópticos.

Cuando se dirigen excitaciones sobre estos órganos, ningun fenómeno dolorífico ni de movimiento viene á acusar semejante excitacion.

En el estado actual de la ciencia es difícil comprender el verdadero papel que los tálamos ópticos representan:

son tan distintas las opiniones emitidas, que verdaderamente es imposible hallar un acuerdo entre tanta discordancia.

Los tálamos ópticos no ejercen en la vision ningun efecto apreciable á pesar de lo que por su nombre podría suponerse, y aunque sus funciones no son bastante conocidas, se relacionan con los movimientos voluntarios, en los que ejercen una influencia manifiesta. M. Fonville supone que su accion se dirige especialmente sobre los movimientos de los miembros superiores, pero no hay datos bastantes para que esta opinion quede demostrada. El entrecruzamiento de las fibras de los tálamos ópticos contribuye á que su accion sea *cruzada*, es decir, á que la influencia de su mitad derecha se haga sentir en el lado izquierdo y viceversa.

Segun M. Luys, los tálamos ópticos y los cuerpos estriados, á los cuales llama *núcleos cerebrales*, sirven de intermedio, los primeros, entre las fibras nerviosas del sistema convergente inferior, y los segundos, entre las del sistema convergente superior. De este modo, los cuerpos estriados en relacion, por una parte, con la sustancia gris cerebral por medio de las fibras convergentes superiores ó *córtico-estriadas*, y, por otra, con los cordones anteriores de la médula, vienen á ser receptores de la accion excitomotriz desarrollada en la sustancia gris periférica, y transmisores de esta misma accion á los músculos de la economía por medio de los cordones anteriores de la médula y de las raíces anteriores de los nervios espinales.

Los tálamos ópticos situados en el trayecto de las fibras sensitivas, tanto especiales como generales, forman como un centro colector, donde se reunen todos los conductores de las diferentes clases de sensibilidad, y sirven no sólo para adquirir una especie de nocion simple y poco perfeccionada de estas impresiones, sino para transmitir las, por medio de las fibras convergentes inferiores á la sustancia

gris cerebral, punto único donde por un mecanismo tan sorprendente como maravilloso tienen lugar las verdaderas percepciones.

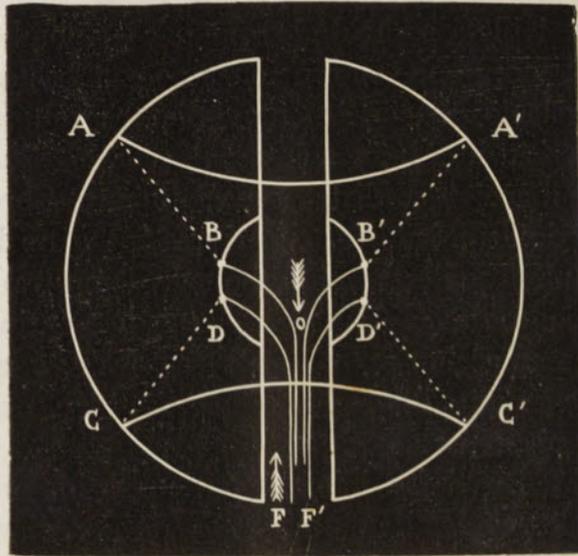


FIG. 91. — Relaciones entre las fibras cerebrales, los talamos ópticos, los cuerpos estriados y los cordones anteriores y posteriores de la médula: *A A'* y *G C'*, fibras comisurantes que unen los dos hemisferios cerebrales, forman las comisuras y establecen la uniformidad en las funciones de estas dos partes del cerebro; *B* y *B'*, puntos que indican la situación de los cuerpos estriados; *D* y *D'*, puntos que indican las de los talamos ópticos; *A B* y *A' B'*, fibras convergentes superiores, llamadas también córtico-estriadas; que ponen en relación la sustancia gris periférica con los cuerpos estriados; *C D* y *C' D'*, fibras convergentes inferiores que, desde la sustancia gris periférica terminan en los talamos ópticos. Las líneas que desde *B* y *B'*, se dirigen á *O* y siguen la dirección de la flecha, representan los cordones anteriores de la médula; y las que desde *F* y *F'* se dirigen á *D* y *D'*, siguiendo la dirección de la flecha, representan los cordones posteriores.

Partiendo de estos principios, M. Luys supone que en los talamos ópticos hay un centro anterior ú olfatorio; un centro medio ú óptico; un centro mediano ó de la sensibilidad inconsciente, y un centro posterior ó acústico.

Hasta aquí las ideas de M. Luys; nosotros, á fuer de imparciales, hemos querido exponerlas siquiera en brevísimo resumen, antes de pasar al estudio de la teoría de Meynert, la cual, en el estado actual de la ciencia, es la que más se armoniza con los recientes descubrimientos verificados en Anatomía comparada, así como en estructura cerebral.

En efecto ; no es posible, teniendo en cuenta especialmente los hechos clínicos que se aducen, admitir que las masas grises de los tálamos ópticos constituyan los núcleos *distintos* referidos ; ni siquiera está el fisiólogo autorizado para admitir que los tálamos ópticos constituyen un centro de sensibilidad. ¿ Qué importa el que las lesiones de un sólo tálamo determinen anestias distintas en el lado del cuerpo opuesto al operado ? ¿ Por ventura, estas lesiones no se extienden fácilmente á las fibras conductoras de la sensibilidad, que contenidas en la parte posterior de la cápsula interna, relacionan un hemisferio del cerebro con la mitad opuesta del cuerpo ?

La teoría de Meynert, la estimamos más científica y más en relacion con la Anatomía comparada y con la Anatomía microscópica.

Segun ella, los tálamos ópticos constituyen un centro para los movimientos reflejos de carácter inconsciente, especialmente para los relacionados con los movimientos ocurridos á consecuencia de las impresiones táctiles. En una palabra ; segun las ideas de Meynert, las funciones de los tálamos ópticos son esencialmente motrices.

Vemos por la Anatomía, que el sistema de fibras que se encuentran en los tálamos ópticos, es sobremanera complicado, pues al paso que las unas se continúan con los tres cordones de la médula espinal, hallando su origen en distintos puntos del referido tálamo, otras — las de la corona radiante — enlazan con este tálamo la corteza del cerebro, y finalmente, segun hemos visto más arriba, el piso superior del pié del pedúnculo cerebral va exclusivamente al tálamo óptico.

Ahora bien ; tanto los tálamos ópticos como los tubérculos cuadrigéminos y el piso superior de los pedúnculos, vienen á constituir un aparato destinado á las corrientes *reflejas* ; aparato completamente opuesto al de las conscientes y voluntarias. Las fibras de la corona radiante

enlazando el tálamo óptico con la corteza cerebral, sirven manifiestamente para conducir las corrientes centrípetas hácia esta corteza ; se encuentran en ellas dos clases de corrientes : unas, procedentes de los músculos, dando origen al sentido muscular y á la idea de sensaciones de inervacion ; otras, conducen las corrientes originadas por los fenómenos reflejos desarrollados en los mismos tálamos ópticos. Inútil es decir, que por las primeras, el cerebro — en último resultado el *yo* — tiene noticia de la posicion de los miembros, conociendo la existencia de los movimientos reflejos ejecutados.

Los tálamos ópticos — continuando la exposicion de las ideas de Meynert — son centros de movimientos combinados, para las corrientes sensitivas que partiendo de la periferia llegan hasta ellos, viniendo á constituir verdaderos centros de relacion entre las impresiones táctiles y los movimientos de locomocion. Estas impresiones, así como las musculares, son inconscientes al llegar al tálamo óptico, y reflejándose en él dan origen á movimientos musculares de carácter tambien reflejo. Esto sucede en la mayor parte de los movimientos combinados, que son generalmente simples fenómenos reflejos, cuyos respectivos centros existen en las masas grises de los tálamos. Pero cuando estas corrientes pasan por la corona radiante y alcanzan hasta la misma capa cortical de los hemisferios, el *yo* tiene noticia de las sensaciones, de los movimientos verificados. Las células de esta capa cortical elaboran dichas impresiones—el *yo* siente—y mandan corrientes voluntarias —el *yo* quiere—por el pié peduncular y la cápsula interna, las cuales originan los movimientos conscientes y voluntarios. Finalmente, tanto las fibras de la cápsula interna, como las del pié del pedúnculo cerebral, tienen tambien por objeto *precisar* movimientos verdaderamente reflejos, por cuyo motivo, en las condiciones ordinarias, basta el funcionamiento normal del cerebro para que queden corre-

gidos los desarreglos dependientes de diferentes vicios que pueden presentarse en varias inervaciones centrípetas.

Dedúcese de lo expuesto que el tálamo óptico, considerado en sí solo, se limita á transformar las impresiones venidas de la periferia, en movimientos *reflejos inconscientes*, no interviniendo jamás en la verificación de movimientos *voluntarios*. No existen, pues, en ellos, ni centros de movimientos voluntarios, ni centros de percepción consciente; y si bien es cierto que las hemorragias ocurridas en el tálamo óptico originan en el hombre una hemiplegia transitoria en el lado opuesto, débese simplemente este fenómeno á la irritación que experimenta la cápsula interna; irritación que cuando la hemorragia alcanza la parte posterior del tálamo óptico, se debe á la compresión verificada en la region de la cápsula que contiene las fibras sensitivas y sensoriales, que desde la capa cortical de los hemisferios se dirigen á la médula espinal, y que cuando la hemorragia alcanza la parte anterior y superior del tálamo, se debe á la compresión de la parte de la cápsula que contiene las fibras centrífugas ó motrices. Nothnagel, tratando de comprobar experimentalmente la teoría de Meynert, ha observado que la *destrucción aislada* del órgano que estudiamos, no origina ninguna clase de trastornos, ni en la sensibilidad ni en la motilidad, por cuyo motivo es preciso rechazar la idea de que en los tálamos ópticos se encuentran centros conscientes perceptivos, ó centros motores voluntarios: lo único que ha podido notar, como resultado de la destrucción de ambos tálamos ópticos, es una situación anómala de las extremidades del animal.

Las lesiones verificadas en un solo tálamo óptico, indican que las corrientes centrífugas, salidas de este centro, se entrecruzan parcialmente, de tal manera, que al paso que las fibras destinadas á los extensores y á los inspiradores, se entrecruzan; las que animan á los pronadores,

los flexores y los rotadores de la columna vertebral, no experimentan entrecruzamiento alguno.

## § 117

## Fisiología de los tubérculos cuadrigéminos.

Los tubérculos cuadrigéminos contribuyen eficazmente á la vision, no tanto porque sean el centro receptor de las impresiones luminosas, ya que al fin y al cabo no pueden convertirse en verdaderas sensaciones sin la intervencion de los lóbulos cerebrales, sino porque, sirviendo, por decirlo así, de continuacion á los nervios ópticos, las transmiten á los indicados lóbulos. Los tubérculos cuadrigéminos ejercen ademas una accion refleja incontestable sobre el iris, á la que se deben las contracciones de este tabique músculo-membranoso.

Entremos en algunos detalles referentes á las funciones de estos centros.

Ante todo recordemos que los tubérculos cuadrigéminos presentan numerosas é importantes conexiones. En efecto, están relacionados con el cerebro, con la cinta óptica, con el techo de los pedúnculos cerebrales y con la raíz sensitiva del trigémino. Las relaciones de los tubérculos con la capa cortical se verifican por medio de fibras que van á la corona radiante, las que se establecen con la cinta óptica, por las raíces de la misma; las que tienen lugar con el techo de los pedúnculos, por las fibras de este techo; las que se observan con la raíz sensitiva del trigémino, por diferentes fibras que proceden del tubérculo anterior.

Ahora bien; como los tubérculos cuadrigéminos — *nates* y *testes* — reciben un gran número de fibras de la cinta externa, la cual se dirige á los tres cordones de la médula espinal, y como la indicada cinta contiene fibras sensitivas y motrices, resulta que estos tubérculos son influidos por corrientes de ambos géneros: y como los nervios motores del ojo tienen sus núcleos de origen muy cerca de

los órganos que estudiamos, tenemos que las corrientes que proceden de la retina, no solamente son capaces de originar reflejos oculares, sino tambien reflejos extensivos á todo el cuerpo del animal. En la práctica hay ocasion de observar estos reflejos con gran frecuencia y la anatomía nos indica que los centros de estos reflejos se encuentran en los mismos tubérculos cuadrigéminos.

La teoría de Meynert, relativa á la fisiología de los tálamos ópticos, puede hacerse extensiva al funcionamiento de los tubérculos cuadrigéminos. Véanse si no los resultados de la experimentacion fisiológica é intérpretense los datos que las vivisecciones dan de sí.

Extirpando un ojo á un conejo jóven, sobreviene la atrofia del tubérculo cuadrigémino anterior del lado opuesto. Destruyendo en el mismo animal y en el pichon los tubérculos cuadrigéminos de un lado, nótese una ceguera completa en el ojo correspondiente al lado opuesto. Si la destruccion se refiere á los tubérculos de ambos lados, la ceguera no es lateral sino total. Si en estas circunstancias el nervio óptico recibe alguna excitacion, los reflejos de la pupila ya no pueden presentarse.

La anatomía microscópica nos permite interpretar estos fenómenos : si en las condiciones referidas se observan verdaderos trastornos en la vision, débense éstos á que muchas de las fibras constitutivas del nervio segundo par van, pasando por los correspondientes brazos conjuntivales, á los tubérculos cuadrigéminos anteriores y desde éstos á la capa cortical de los hemisferios.

Excitando por medio de una corriente eléctrica el tubérculo cuadrigémino anterior del lado izquierdo, se obtiene una rotacion de los dos ojos hácia el lado derecho; si la excitacion se dirige al tubérculo derecho, la rotacion tiene lugar hácia la izquierda ; si se aplica sobre la línea media, es decir, entre los dos tubérculos anteriores, los dos ojos convergen fuertemente ; y cuando se excitan con

energía los tubérculos posteriores, obtiéndose *en todo el tronco* y en relacion con los movimientos de los ojos, movimientos verdaderamente coordinados.

De lo dicho se infiere que en los tubérculos cuadrigéminos se encuentran varios centros reflejos, no sólo destinados á los movimientos de los ojos y de la pupila, si no tambien á movimientos combinados de los músculos de todo el cuerpo del animal, relacionados especialmente con los fenómenos visuales.

Pero los tubérculos cuadrigéminos no se limitan á ser centros principales para los referidos movimientos, sino que constituyen una verdadera *estacion* para las corrientes específicas que, originadas en la membrana de Jacob se dirigen hácia la corteza cerebral ; es decir, que las fibras ópticas no van directamente desde su extremidad periférica al cerebro, sino que quedan interrumpidas en los mismos tubérculos cuadrigéminos. Por esto, como hemos dicho más arriba, cuando se extirpa un ojo queda atrofiado el tubérculo cuadrigémino anterior del lado opuesto.

Ocurre muchas veces que despues de extirpados los tubérculos cuadrigéminos de un lado, el animal tiene tendencia á girar hácia el lado opuesto á la referida extirpacion. Hé aquí cómo explica Albini este fenómeno : los animales tienen la costumbre de buscar los objetos con el ojo intacto, así como de huir los peligros dirigiéndose constantemente hácia el lado ciego ; es cierto que los pájaros en que se ha determinado la ceguera presentan en su jaula un movimiento de picadero, el cual en unos se verifica en el sentido de derecha á izquierda, al paso que en otros de izquierda á derecha, pero esta aparente anomalía se explica teniendo en cuenta que cuando sobreviene la ceguera, ésta no se verifica simultáneamente en ambos ojos, sino que el uno queda ciego antes que el otro. Ahora bien, estos pájaros en el momento en que son ciegos de un ojo buscan con el otro la comida y la bebida, y cuando sobreviene la

ceguera en el ojo opuesto, continúan, por el hábito adquirido, girando siempre en la dirección en que en un principio giraron.

## § 118

Funciones del cerebelo.—Estructura y fisiología de este órgano.

1.º RESUMEN ANATÓMICO.—*Sustancia blanca*. — Verifícanse por medio de esta sustancia numerosas é importantes conexiones ; cada hemisferio cerebeloso está relacionado : 1.º con el hemisferio cerebeloso del lado opuesto por medio de diferentes fibras de comisura que atraviesan la protuberancia anular, las cuales vienen á constituir los pedúnculos cerebelosos medios ; 2.º con el bulbo raquídeo y con la médula por medio de hacecillos procedentes de los cordones posteriores, por el hacecillo cerebeloso directo de Fleschig y por los hacecillos procedentes de los cuerrestiformes ; el conjunto de estas fibras forma los pedúnculos cerebelosos inferiores ; 3.º con el cerebro, por los pedúnculos cerebelosos superiores.

Ademas de estas conexiones, diferentes fibras unen entre sí las láminas cerebelosas, así como los núcleos centrales con la sustancia cortical.

*Sustancia gris*. — Estudiando el cerebelo desde la parte superficial á la profunda, se encuentran tres capas de sustancia gris perfectamente distintas : 1.ª La capa externa subyacente á la pía-madre, formada por células triangulares ó cuadrangulares, de pequeño diámetro y provistas de prolongaciones sumamente finas. Esta capa no es en realidad otra cosa que la red terminal de las prolongaciones celulares de la capa subyacente. 2.ª La capa media ó de las células ganglionares de Purkinje, constituida por una simple hilera de grandes células multipolares, provistas de un núcleo vesiculoso. Esta capa es muy importante; cada

una de las células que la constituyen emite dos prolongaciones, una hácia la superficie y otra hácia la profundidad; las primeras se ramifican en seguida, se elevan y acaban resolviéndose en la sustancia gris de la corteza; las segundas que vienen á constituir una prolongacion cilindro-axil, se dirigen hácia la profundidad, atravesando la tercera capa. 3.<sup>a</sup> La capa nuclear, formada por un número considerable de núcleos esféricos sumergidos en un laberinto de fibrillas.

Ademas de estas tres capas existen en el cerebelo como representantes de la sustancia gris, los tres núcleos siguientes: el dentado, el del techo de Stelling y el externo del acústico.

2.<sup>o</sup> FISIOLÓGÍA DEL CEREBELO. — De los datos anatómicos acabados de exponer podemos deducir inmediatamente los fisiológicos siguientes:

1.<sup>o</sup> Por su sustancia blanca el cerebelo está en conexión inmediata con el bulbo, con el cerebro y con cada una de las unidades que á dicho cerebelo constituyen. La conexión del cerebelo con el cerebro no es directa, sino que se verifica por medio de un entrecruzamiento. Ademas, existen asimismo relaciones entre el cerebelo y los nervios trigémino y acústico.

2.<sup>o</sup> Por su sustancia gris nos ofrece verdaderos centros. El mecanismo íntimo del funcionamiento cerebeloso puede comprenderse de la siguiente manera: Toda excitación capaz de conmover las grandes células de Purkinje debe ser conducida en forma de corriente por las fibras medulares; de éstas, debe pasar al conjunto de fibras de la sustancia gris, y finalmente, desde estas fibras á las prolongaciones corticales de las grandes células ganglionares de Purkinje. Estas células son motrices, y una vez puestas en actividad por la corriente centrípeta indicada, es probable que la corriente engendrada en ellas se dirija desde el cuerpo de la célula al cilindro eje que hemos visto conti-

tuía su prolongacion inferior, para pasar desde este último á las fibras nerviosas subyacentes.

Ahora, si ademas de estos datos de histo-fisiología queremos penetrar en el terreno de la fisiología cerebelosa, nos será preciso limitarnos á la exposicion de teorías y de hipótesis, sin que llegemos á la posesion de una idea verdaderamente cierta é indiscutible.

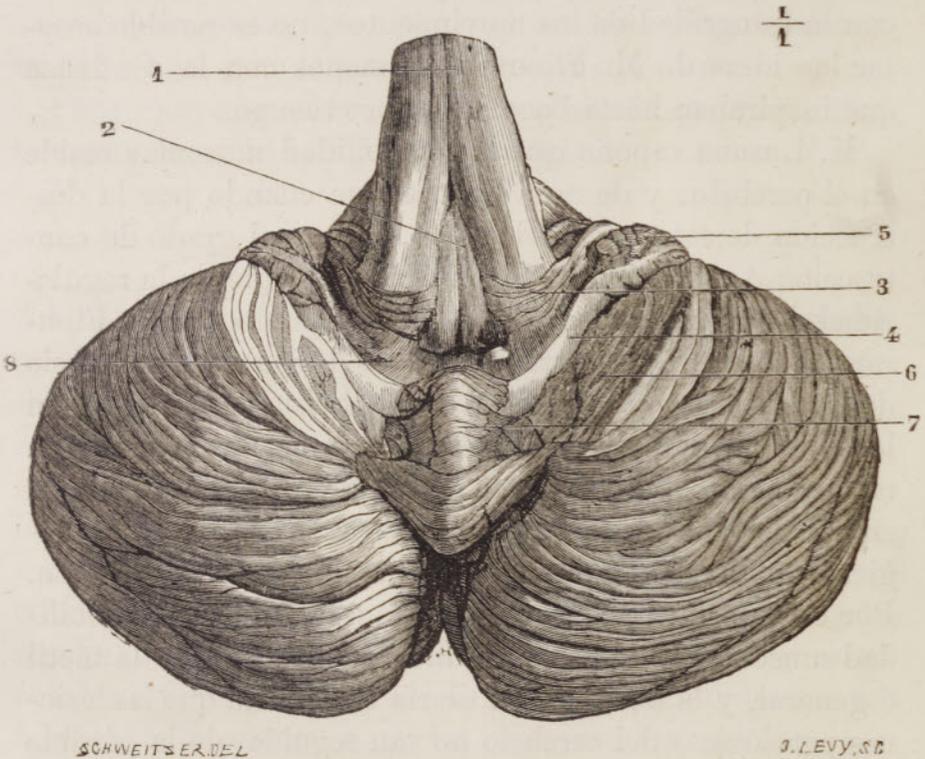


Fig. 92.—Cara inferior del cerebelo: 1, Bulbo vuelto hácia delante; 2, Extremidad inferior del cuarto ventriculo; 3, Barbas del calamus; 4, Válvula de Tarin; 5, Lóbulo del pneumo-gástrico; 6, Seccion de la amígdala; 7, Vermis inferior; 8, Cavidad del cuarto ventriculo.

M. Flourens creyó notar que las lesiones del cerebelo causaban en la locomocion un trastorno análogo al que produce la embriaguez; y sus experimentos, confirmados por otros observadores, contribuyeron á generalizar la opinion de que este órgano era el regulador de los movi-

mientos voluntarios y el encargado de su coordinacion. A pesar de todo, la anatomía patológica ha demostrado despues, que en unos casos se observan alteraciones profundas en el cerebello sin que los movimientos hayan dejado de ser coordinados, y en otros, que puede existir el mayor desorden en la locomocion sin que el cerebello presente el menor cambio en su textura. Como, por otra parte, se ha visto la ausencia congénita del cerebello coincidiendo con la integridad de los movimientos, no es posible aceptar las ideas de M. Flourens, al menos con la confianza que inspiraban hasta hace muy poco tiempo.

M. Lusana supone que la sensibilidad muscular reside en el cerebello, y de aquí deduce que cuando por la destruccion de este órgano deja de sentirse el grado de contraccion ó relajacion de los músculos, se pierde la regularidad de los movimientos. Si los hechos citados por Flourens hubieran demostrado que las lesiones del cerebello destruían esa regularidad, la teoría de Lussana, basada en los mismos datos, podría servir para explicar este fenómeno; pero como ya hemos visto que estos hechos están en oposicion con los que suministra la anatomía patológica, no puede inspirar gran confianza esa explicacion. Por otra parte, nada hay que demuestre que la sensibilidad muscular reside en un punto distinto del de la táctil ó general, y la observacion diaria manifiesta que las lesiones patológicas del cerebello no van seguidas de la pérdida de aquella sensibilidad.

Los frenólogos sostienen que el instinto de reproduccion reside en el cerebello; pero ni la falta congénita de este órgano ni su destruccion completa extingue en los animales las manifestaciones regulares del amor físico, segun tendremos ocasion de exponer cuando hablemos del sistema de Gall.

En medio de estas dudas, lo probable es que haya en el cerebello, como hay tambien, al parecer, en la protu-

berancia anular, en los tálamos ópticos, en los tubérculos cuadrigéminos, en los pedúnculos cerebrales y cerebelosos y en la médula oblongada, centros de coordinacion para los movimientos voluntarios ; pero como hasta ahora no ha sido posible establecer con alguna seguridad ni la especie ni la direccion de los movimientos *forzados* que resultan de la lesion de cada una de estas partes, lo único que puede decirse es que, por regla general, la ablacion del cerebelo en los animales vivos ocasiona perturbaciones en la marcha y en la conservacion del equilibrio.

Para completar el estudio del *sentido del equilibrio* véase tomo II, págs. 156, 157 y 158 de esta obra.

### § 119

#### Fisiología de los pedúnculos cerebelosos.

Dedúcese esta fisiología : 1.º de los resultados obtenidos por las lesiones que en los referidos órganos se practican, sin que las conclusiones puedan revestir jamás una perfecta precision, toda vez que los fenómenos propios de las lesiones pedunculares vienen á confundirse fatalmente con los determinados por la lesion del cerebelo ; 2.º de las relaciones anatómicas de los pedúnculos cerebelosos con el cerebro, con el bulbo, con la médula, etc. Tocante al primer punto, diremos que la lesion de los pedúnculos cerebelosos inferiores va seguida de una incurvacion del cuerpo hácia el lado afecto : la de los superiores de una incurvacion en la columna vertebral, cuya concavidad está dirigida hácia la parte lesionada ; la de un pedúnculo medio origina una rotacion alrededor del eje ; si la lesion se ha verificado en la parte posterior, el animal gira hácia el lado afecto, describiendo, segun Magendie, unas 60 revoluciones por minuto ; si en la parte anterior, el movimiento se dirige hácia el lado opuesto. Tocante al segundo punto, nos limitaremos á recordar lo que hemos dicho á propósito de la fisiología del cerebelo.

## § 120

## Funciones de los hemisferios cerebrales.

1.<sup>a</sup> — Resumen anatómico de estos hemisferios.

*Sustancia blanca.* — Destinada como en todas partes á la conduccion de corrientes, enlaza el cerebro con las demas partes del organismo, y une mutuamente diferentes regiones de este centro.

Desde pocos años á esta parte, como ya hemos indicado más arriba, la anatomía del cerebro ha verificado un gran progreso. En la imposibilidad de dar una idea completa de la misma, nos limitaremos á considerarla á grandes rasgos. En este estudio continuaremos el camino que nos hemos trazado de antemano : desde la médula espinal, desde el bulbo, desde la protuberancia, seguiremos las fibras que han de constituir las masas blancas cerebrales, siempre que el estado de la ciencia nos permita ir las siguiendo. Confesamos que este procedimiento será artificial en muchos casos, pero tenemos la conviccion de que ha de resultar mucho más claro.

En los hemisferios cerebrales hemos de encontrar tres sistemas de fibras, distintos por su disposicion, y distintos por su fisiología. Estos son : 1.<sup>o</sup> *el de las fibras radiantes* ; 2.<sup>o</sup> *el de las fibras de asociacion*, y 3.<sup>o</sup> *el de las fibras de comisura*.

*Fibras radiantes.* — Los hacecillos piramidales de la médula, despues de haberse entrecruzado en las pirámides, constituyen la mayor parte del tercio medio del pedúnculo cerebral ; se continúan con el tercio medio de la cápsula interna, y van, formando parte de la corona radiante, á la corteza parietal del cerebro. Varias fibras del bulbo raquídeo constituyen el tercio externo del pedúnculo, forman el tercio posterior de la cápsula interna, y contribuyendo á la constitucion de la corona radiante, llegan á las

cortezas temporal y occipital. Otras fibras, venidas de la protuberancia anular, constituyen el tercio interno del pedúnculo, forman el tercio anterior de la cápsula, y llegan, con la corona radiante, á la corteza frontal.

Una ojeada sintética nos permitirá comprender una disposicion tan complicada. Todas las fibras que constituyen el pié del pedúnculo cerebral, van divergiendo por debajo del tálamo óptico ; luego se elevan, y por un lado se introducen entre el cuerpo estriado y el tálamo óptico, al paso que por otro lado se introducen en el núcleo lenticular. Despues, divergiendo todavía, se separan y extienden tanto, que alcanzan á toda la corteza del cerebro. Estas expansiones fibrilares están destinadas á objetos muy distintos : las que se sitúan entre el tálamo óptico y el cuerpo estriado, vienen á formar la cápsula interna ; pero fuera de esta cápsula, y divergiendo siempre, contribuyen á la constitucion de la corona radiante ; las otras están destinadas al núcleo lenticular.

Desde el tálamo óptico parten tambien diferentes fibras en forma de radios divergentes, las cuales van á mezclarse con las referidas del pié peduncular, para contribuir con ellas á la constitucion de la corona radiante. Otro tanto verifican los tubérculos cuadrigéminos por medio de sus brazos conjuntivales. De esto se desprende que ni los tálamos ópticos ni los tubérculos cuadrigéminos reciben fibras del pié de los pedúnculos ; y en efecto, como hemos visto en otra parte, el tálamo óptico recibe sus fibras del *techo* del pedúnculo cerebral.

Finalmente, varias fibras procedentes de la cápsula interna van al núcleo lenticular y al cuerpo estriado, los cuales están relacionados directamente con las cortezas frontal y parietal.

*Fibras de asociacion.* — Estas fibras se limitan á enlazar mútuamente puntos corticales de las circunvoluciones de un mismo hemisferio cerebral.