

gados, y lo primero que se observa es que no todos tienen el mismo destino en la organizacion. Examinados de una manera general, se ve desde luego que hay en ellos una *especie de corriente*, que en unos casos puede llamarse *centrípeta*, porque se dirige desde los órganos hácia los centros nerviosos, como sucede á los nervios sensitivos que reciben las impresiones en su extremidad periférica y las transmiten al cerebro, donde tiene lugar la percepcion; y en otros *centrífuga*, porque se dirige desde los centros nerviosos hácia los órganos, como sucede á los nervios motores, que reciben en su extremidad central la excitacion motriz determinada por la voluntad, y la comunican á los músculos donde tiene lugar la contraccion. No cabe la menor duda de que esta transmision se efectúa de la manera que acabamos de indicar, porque si se corta un nervio motor, quedan completamente paralizados los músculos en que se distribuye; si es un nervio sensitivo el que se corta pierde la sensibilidad el tejido en que terminan sus filetes, y si es un nervio mixto, desaparecen al mismo tiempo la sensibilidad y el movimiento voluntario.

Conviene tener presente, sin embargo, que las propiedades centrípetas ó centrífugas de los nervios, no dependen tanto de su constitucion, que es igual en los unos y en los otros, como de la naturaleza de los tejidos en que terminan sus extremidades. Así es, que, si se corta el nervio lingual y el extremo que comunica con el cerebro se une á la parte del hipogloso, tambien cortado, que comunica con la lengua, ó la extremidad central de éste se une á la periferia de aquél, cuando al cabo de algunas semanas se reunen estos dos nervios por una cicatriz, resulta que el lingual, que antes era sensitivo, provoca movimientos en la lengua si se le excita encima del punto de union, de modo que se ha convertido en centrífugo ó motor, y el hipogloso, que era motor, causa dolor si se le estimula debajo de la cicatriz, de manera que se ha trans-

formado en centrípeto ó sensitivo. Por lo demas, desconocemos por completo el mecanismo de esa *conduccion*.

Se sostiene por algunos que el agente de la accion nerviosa es un flúido análogo ó idéntico á la electricidad; pero ya hemos visto que los nervios son malos conductores de este flúido; que no hay en ellos verdaderas corrientes eléctricas, puesto que en las que se perciben cuando están en reposo, ademas de ser extraordinariamente débiles y de observarse tambien en los músculos y otros tejidos, desaparecen ó se neutralizan cuando está en actividad, y que no hay en nuestro organismo ningun otro aparato que desarrolle corrientes de este género, ya que los observadores más hábiles no han podido descubrirlas, ni aún con el auxilio de los más sensibles instrumentos. Si á esto se añade que la ligadura ó el magullamiento de los nervios no impiden el paso de las corrientes eléctricas, y, sin embargo, *interrumpen por completo el de la accion nerviosa*, y que mientras la velocidad de la primera de estas corrientes, es, segun Wheatstone, de quinientos millones de metros por segundo, sólo llega la de la segunda á unos treinta y dos metros en el mismo tiempo, preciso es convenir en que á pesar de las analogías que existen entre unos y otros fenómenos, en el estado actual de la ciencia no pueden atribuirse á las mismas causas. Como la suposicion de que hay un líquido que circula en el interior de los tubos á la manera de la sangre no es más aceptable, y como tampoco puede admitirse que los nervios entren en vibracion como si fueran cuerdas más ó menos tirantes, etc., etc., vale más confesar que la fuerza de accion nerviosa es todavía uno de los misterios del organismo.

Sin embargo, aun cuando no sepamos nada verdaderamente positivo respecto á la naturaleza de la corriente nerviosa, todo induce á sopear que si á algo físico puede compararse es á una vibracion molecular; vibracion que en este caso se propagaría segun la longitud del nervio,

y que en los nervios motores se dirigiría del centro á la periferia — corriente centrífuga — y en los sensitivos de la periferia al centro — corriente centrípeta — sin que objetivamente podamos reconocer cambio alguno en el referido nervio cuando en él se verifica la indicada vibracion.

La velocidad de esta corriente puede apreciarse sin dificultad. Helmholtz ha ideado un aparato destinado á medir el tiempo que transcurre desde la aplicacion del excitante hasta la produccion de una contraccion muscular. Fija á un gancho por su extremidad superior, un músculo vivo, provisto de un nervio, cuyo músculo sostiene un peso metálico en su extremidad inferior. Un hilo conductor va desde este peso al polo positivo de una pila de Bunsen, pasando antes por un galvanómetro. El polo negativo de esta pila comunica con un extremo de un interruptor metálico, por medio de un hilo conductor. Una segunda pila se relaciona con el aparato de la siguiente manera : de un polo negativo sale un hilo, que se arrolla á un carrete conductor, desde el cual se dirige al otro extremo del interruptor metálico citado, desde cuyo punto, y por medio del contacto metálico de este interruptor, va al polo positivo de la pila. Además, se encuentra convenientemente dispuesto un conductor, destinado á permitir, segun convenga, la recomposicion del circuito galvanométrico. Dados estos antecedentes, se comprende la manera de funcionar del aparato. Cuando se cierra el circuito de la pila que está relacionado con el galvanómetro, la corriente hace girar la aguja de este aparato sobre el cuadrante, con lo cual conocemos el paso de esta corriente; pero como esta oclusion se ha debido al contacto del boton metálico con el interruptor, y este interruptor está dispuesto en forma de palanca, resulta que al mismo tiempo que se cierra este circuito, se abre el circuito inductor de la indicada bovina, produciéndose una corriente de induc-

cion de apertura en la bovina inducida. Ahora bien, como los hilos de esta bovina están relacionados con el nervio cuya conduccion se estudia, éste recibe una intensa excitacion, la cual, llegada al músculo, se traduce por una contraccion violenta. Por último, como la contraccion del músculo levanta el peso, desaparece el primer contacto, y de consiguiente, la desviacion de la aguja galvanométrica se detiene, y segun el grado de desviacion que habrá experimentado la aguja galvanométrica, comprenderemos el tiempo que habrá transcurrido entre la llegada de la corriente inducida sobre el nervio y la contraccion muscular originada por esta corriente. Hé aquí una manera segura de conocer el tiempo indispensable á una excitacion para que recorra el trayecto de un nervio.

Este procedimiento, por exacto que sea en sus resultados, tiene, sin embargo, el inconveniente de ser únicamente aplicable al animal, toda vez que hace indispensable una viviseccion. Al fisiólogo le interesaba conocer la velocidad de la transmision nerviosa en el nervio humano, y para ello ha debido recurrir á un medio indirecto, cuyos resultados, sin embargo, son bastante precisos. Para ello se aplica un estimulo cualquiera sobre una parte determinada del cuerpo del individuo, recomendándole que en el momento en que sienta la impresion, haga una señal, de antemano convenida.

Ahora bien, el individuo dará la señal al experimentar la sensacion, y la diferencia de tiempo entre la aplicacion del estímulo, por ejemplo, y la sensacion referida, nos indicará el espacio de tiempo que le ha sido indispensable á la corriente nerviosa para caminar á lo largo de los nervios sensitivos del miembro superior.

Este estudio, cuyos resultados parecen por de pronto puramente teóricos, adquiere importancia práctica en determinados casos. En efecto, si bien en escala mínima, varía el espacio de tiempo transcurrido entre la aplicacion

del estímulo y la sensacion apreciada por la señal en los diferentes individuos, aun tratándose de igualdad completa en los estímulos empleados y de longitud idéntica de los nervios sensitivos entre los individuos sujetos á la experimentacion. Tal diferencia, llamada *ecuacion individual del error*, es probable se deba más bien á la diferente rapidez del fenómeno psicológico que á la velocidad distinta de transmision de los diferentes nervios en los citados individuos.

La importancia de este conocimiento viene comprobada en las observaciones astronómicas, pues cuando se prescinde de la citada ecuacion personal de error, pueden ocurrir lamentables equivocaciones, toda vez que sólo dura una fraccion mínima de tiempo el paso de un astro por el meridiano, y entre varios astrónomos acostumbra haber disparidad en la fijacion precisa del tiempo en que dicho paso ocurre. Donder³ ha inventado unos aparatos, denominados *nematacómetro* y *nematacógrafo*, destinados á determinar la antedicha ecuacion individual.

De lo dicho se desprende que las fibras nerviosas pueden clasificarse, con arreglo á la funcion que desempeñan, en tres grupos : fibras de conduccion *centrípeta*, fibras de conduccion *centrífuga* y fibras *intercentrales*.

Las primeras, ó fibras de conduccion *centrípeta*, se subdividen en *sensitivas* y *reflejas*. Las sensitivas corresponden, por su extremidad periférica, á los órganos de los sentidos, y por la central, á las células ganglionales sensitivas destinadas á recibir las impresiones y aun á conservarlas por un tiempo más ó menos largo, sin cuya facultad sería imposible la memoria ; las reflejas transmiten las excitaciones periféricas á las células motrices en que terminan, y sin que sean percibidas, las comunican á las fibras *centrífugas*, dando lugar á movimientos en los que no interviene la voluntad.

Las fibras de conduccion *centrífuga* se subdividen en

motoras, secretorias y tróficas. Las motoras corresponden por su extremidad periférica á una fibra muscular ó á otro de los elementos contráctiles de que hemos hablado anteriormente ; las secretorias están en relacion por su periferia con los elementos glandulares, contribuyendo á la mayor actividad de las secreciones, y las tróficas se dirigen á los parénquimas para dirigir los fenómenos nutritivos.

Las fibras intercentrales son aquellas que unen entre sí dos ó más células ganglionares, y aunque su número es muy considerable, lo mismo en el cerebro que en la médula y en el gran simpático, sus funciones son todavía poco conocidas.

Las fibras nerviosas, destinadas á una misma parte del cuerpo, ya sean centrípetas ó centrífugas, forman un tronco comun y se dirigen reunidas, pero sin confundirse, hasta llegar á su destino, donde se separan, constituyendo pequeños ramos, cada uno de los cuales sólo contiene fibras del mismo género. En los nervios craneales es menos frecuente la reunion de fibras de distinta naturaleza, así es que la mayor parte de ellos son ya desde su origen ó sensitivos ó motores.

CAPÍTULO II.

Fisiología especial del sistema nervioso.

§ 111.

Funciones de los nervios de la médula espinal. —Estos nervios tienen su origen en las partes laterales de la médula espinal por medio de dos raíces, una anterior y otra posterior, que convergen hácia el agujero de conjuncion, en cuya proximidad se reunen formando un tronco comun. El tronco del lado derecho y del lado izquierdo constituyen lo que se llama un *par*, y el número de pares es

de treinta y uno : ocho cervicales, doce dorsales, cinco lumbares y seis sacros.

Las raíces anteriores son centrífugas y en su mayor parte motoras ; las posteriores son centrípetas y de consiguiente sensitivas ; así es que si se cortan todas las raíces anteriores del lado derecho, se paralizan los músculos correspondientes al mismo lado ; si se cortan las raíces posteriores, se pierde la sensibilidad ; si se cortan á la vez las anteriores y posteriores, desaparece la sensibilidad y el movimiento ; si se cortan las raíces anteriores del lado derecho y las posteriores del izquierdo, la mitad derecha conserva la sensibilidad, pero sin movimiento, y la izquierda conserva el movimiento, pero sin sensibilidad. Teniendo ahora en cuenta que las raíces anteriores y posteriores de cada lado son las que forman los diferentes troncos que tienen su origen en la médula espinal, es fácil deducir que estos troncos han de ser sensitivos y motores á la vez, de consiguiente nervios mixtos, y esto es lo que sucede en realidad.

En cuanto á las funciones que desempeñan los nervios espinales, no es tampoco difícil indicarlás de una manera general. Entre las fibras centrífugas que contienen, unas son motoras, se distribuyen en todos los músculos estriados del tronco y de las extremidades, y están destinadas á transmitirles la incitacion motriz que necesitan para los movimientos voluntarios ; otras son *vaso-motoras*, y despues de ponerse en comunicacion con el simpático, se distribuyen en la mayor parte de las arterias del cuerpo, contribuyendo, segun los casos, al aumento ó á la disminucion del calibre de estos vasos ; otras son *secretorias* ó *tróficas*, y aunque la demostracion de su existencia deja algo que desear, se sospecha que intervienen en las secreciones y en el movimiento nutritivo de los órganos periféricos en que terminan. Las fibras centrípetas de los mismos nervios son sensitivas ó reflejas ; y como se distribu-

yen en toda la superficie del cuerpo, excepto en las regiones anteriores de la cabeza animadas por el trigémino, á ellas se debe la sensibilidad de que esa superficie está dotada y los movimientos reflejos que en determinados casos pueden presentarse.

Si se corta la raíz motora de un nervio, se altera la extremidad periférica del mismo sin que se note ningun trastorno en la extremidad central, sin duda porque conserva todavía sus relaciones con la médula que debe ser su centro trófico. Si se corta una raíz sensitiva, entre la médula y el ganglio que cada raíz posterior presenta en su trayecto un poco antes de reunirse con la raíz anterior, la extremidad periférica ó la que conserva sus relaciones con el ganglio es la que no experimenta alteracion alguna, mientras que la extremidad correspondiente á la médula se desorganiza; lo que ha hecho creer á Waller que los ganglios de las raíces posteriores son los centros tróficos de los nervios sensitivos.

§ 112.

Estructura y fisiología de la médula espinal.—La médula contenida en el canal vertebral ó raquídeo y en comunicacion, por una parte, con los nervios espinales y los del gran simpático, y por otra, con el cerebro, desempeña dos funciones diferentes: en primer lugar, sirve de conductor para las impresiones transmitidas por los nervios sensitivos, á fin de que puedan llegar hasta los centros de percepcion, y para las incitaciones motrices que desde el cerebro se dirigen á los músculos; y en segundo, obra como centro de inervacion, con independencia del cerebro, regulando por sí sola algunos movimientos *automáticos* y *reflejos*.

Que la médula obra como agente conductor, se demuestra cortándola transversalmente en cualquiera de los pun-

tos de su extension. Desde el momento en que este corte se efectúa, las partes del organismo que reciben sus nervios de la porcion de médula situada por debajo de la lesion, pierden la sensibilidad y el movimiento voluntario, de manera que ni las impresiones son ya sentidas, ni el influjo de la voluntad es suficiente para que los músculos entren en contraccion. Que la médula obra como centro de inervacion y que tiene bajo su dependencia algunos movimientos reflejos, se demuestra tambien por un procedimiento muy sencillo.

Si se decapita á un animal de sangre fria y se estimula fuertemente una de sus extremidades, pellizcándola, por ejemplo, con los dientes de unas pinzas,

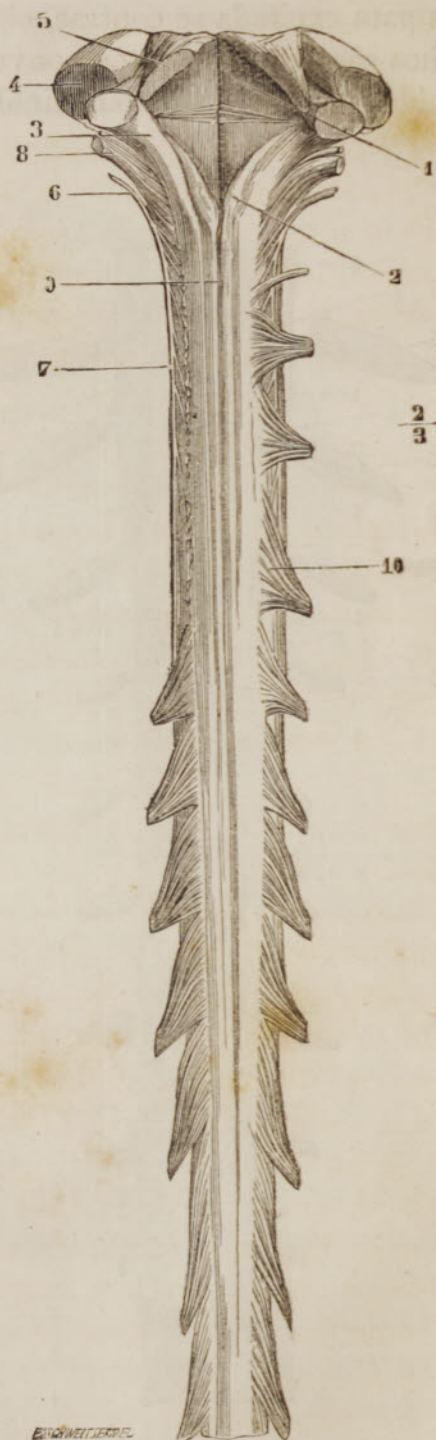
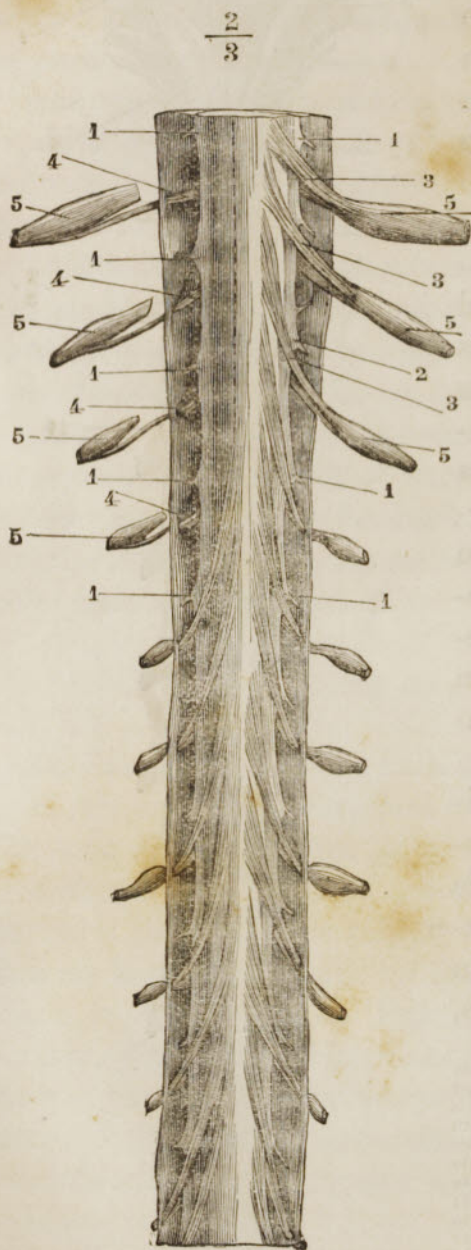


FIG. 84. — Médula espinal vista por su cara posterior, desde el bulbo hasta el tercer par dorsal. — 1, cuarto ventrículo; 2, pirámides posteriores, limitadas hácia fuera por el surco posterior intermedio; 3, pedúnculo cerebeloso inferior; 4, pedúnculo cerebeloso medio; 5, pedúnculo cerebeloso superior; 6, tronco del nervio espinal; 7, sus raíces de origen medular; 8, nervio pneumogástrico; 9, surco medio posterior de la médula; 10, raíces posteriores de los nervios raquídeos, cuya línea de implantacion constituye el surco colateral posterior.

la pata excitada se contrae, observándose tambien en muchos casos movimientos convulsivos en las demas extremidades torácicas ó abdominales.



SCHWELTSEK DEL.

J. LEVY SC.

Ahora, como la impresion provocada por las pinzas no puede llegar hasta el cerebro, puesto que el animal está decapitado, y como este órgano no puede transmitir tampoco la incitacion motora que los músculos necesitan para entrar en contraccion, es evidente que el estímulo producido por las pinzas se dirige por las fibras sensitivas á la médula, y que en este punto, y por una accion propia de la misma médula, la corriente centrípeta se refleja, por decirlo así, y se transforma en corriente centrífuga, dando lugar á los movimientos que se observan, llamados *reflejos*,

FIG. 85. — Ligamentos dentados de la médula y raíces de los nervios raquídeos con los ganglios espinales. — 1, 1, 1, 1, ligamentos dentados de la médula; 2, uno de estos ligamentos presentando dos puntas; 3, 3, 3, raíces posteriores de los nervios raquídeos; 4, 4, 4, raíces anteriores de estos mismos nervios atravesando la duramadre por un orificio particular; 5, 5, 5, 5, ganglios de las raíces posteriores. A la derecha se les ha aislado de las raíces anteriores.

porque dependen de una impresion que al parecer ha sido reflejada sin haber sido sentida, y porque se producen sin la intervencion del cerebro ni de la voluntad.

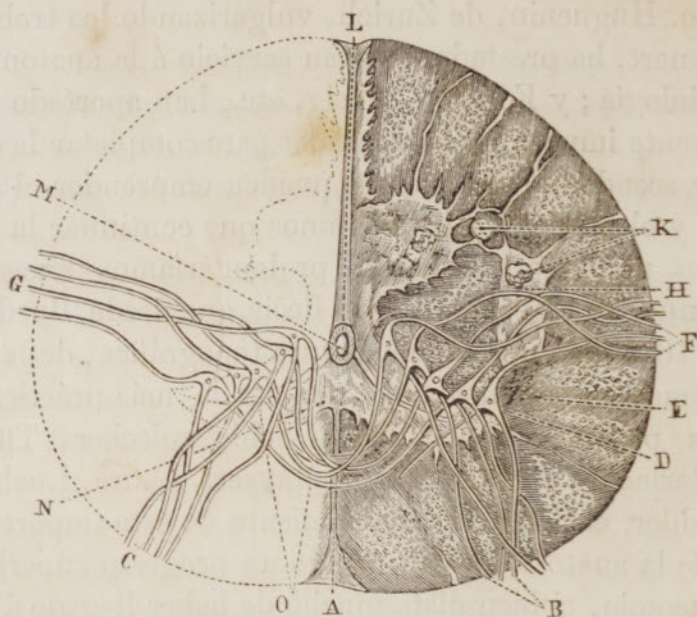


FIG. 86.—Corte transversal de la médula del SALMO SALAR, según Owsjow: A, comisura anterior; BC, raíces anteriores de los nervios raquídeos; D, células ganglionares; E, fibras nerviosas de la sustancia blanca, cortadas transversalmente; FG, raíces posteriores de los nervios raquídeos; H, tejido conjuntivo; K, vasos sanguíneos cortados trasversalmente; L comisura posterior; M, conducto central revestido de epitelio; N, tejido conjuntivo que rodea el conducto central y envía prolongaciones á las comisuras anterior y posterior; O, fibras comisurales.

Ya que la médula desempeña estas dos funciones, procuremos explicar su mecanismo, considerándola primero como órgano conductor, y despues como centro de inervacion.

Para comprender hasta donde sea posible las funciones de la médula, se necesita tener presentes algunos detalles referentes á su estructura.

Desde pocos años á esta parte se han emprendido tantos y tales trabajos relativos á la anatomía de los centros nerviosos, que bien puede asegurarse, sin temor de incurrir en exageracion, que el concepto que de ellos teníamos ha

cambiado de una manera radical. Los autores alemanes son principalmente los que se han ocupado en este asunto, y, entre todos ellos, Meynert ha ocasionado una verdadera revolucion, especialmente en la anatomía microscópica del encéfalo. Huguenin, de Zurich, vulgarizando los trabajos de Meynert, ha prestado un gran servicio á la anatomía y á la fisiología; y Forel, Flechsig, etc., han aportado posteriormente importantes materiales para completar la obra más trascendental de cuantas pueden emprender el anatómico y el fisiólogo. Si tuviéramos que continuar la lista de estos nombres eminentes, prolongaríamos excesivamente nuestro trabajo. Bastará decir que desde Burdach, que en 1818 ideó una nomenclatura topográfica, de la que volveremos á servirnos hoy, por ser la más práctica de cuantas puedan idearse, hasta Schiefferdecker, Türck, Goll, Gerlach, Clarke, Gudden, Maysert, Laura, Luchsinger, Kahler, etc., etc., el conocimiento de esta importante parte de la anatomía ha alcanzado un progreso superior á todo encomio, si bien dista mucho de haber llegado á una completa perfeccion.

Ahora bien; desde el momento en que la anatomía de los centros nerviosos se halla todavía en su período constituyente, la fisiología no puede aceptar como buenas las aserciones de una anatomía que hasta ayer considerábamos como clásica. Nos es preciso refundir la fisiología de dichos centros y presentar á nuestros lectores una síntesis, cuando menos, de la neuro-fisiología actual. Pero para ello debe hacerse *tabla rasa* de la anatomía que hasta ayer se enseñó en nuestras escuelas, y presentar, á manera de brevísimo resumen, el concepto moderno de la anatomía de los indicados centros, para dar á conocer el *nuevo idioma* que tenemos que hablar. Sin embargo, como no se nos oculta que al tratar de anatomía realmente nos salimos de nuestro cometido, sólo diremos lo estrictamente necesario para hacer inteligible la fisiología actual.

Prévia esta advertencia, pasemos á ocuparnos en el referido resumen anatómico.

Resumen anatómico de la médula espinal.

Un exámen analítico de la médula espinal viene á demostrarnos la complicacion extremada de este centro. No describiremos dicha médula, como tampoco las diferentes partes del encéfalo, pues nuestra mision viene naturalmente limitada á rectificar errores y á llenar vacíos. Suponiendo conocidas la mayor parte de sus porciones exteriores, es decir, sus caras, sus surcos, sus cordones, y la mayor parte de las interiores, como la estructura de la sustancia blanca y de la sustancia gris, el conducto central en su continuacion con los ventrículos cerebrales, la neuroglia, etc., nos limitaremos á ciertos detalles de íntima contextura, sin los cuales nos sería imposible de todo punto comprender siquiera la fisiología medular.

Sustancia blanca.— Está compuesta de fibras nerviosas provistas de mielina, procedentes de tres orígenes distintos : los *cordones*, las *raíces* que atraviesan estos cordones, y una capa blanca transversal, llamada *comisura anterior ó blanca*, que se encuentra en el fondo del surco medio anterior. Los tubos nerviosos que constituyen esta sustancia blanca ofrecen en cada uno de los orígenes una disposicion distinta : en los cordones, siguen una direccion longitudinal; en las raíces de los nervios, perpendicular; en la comisura blanca se entrecruzan transversalmente.

La sustancia blanca de los cordones está dispuesta en forma de *hacecillos*. De manera que los cordones se subdividen en diferentes *sistemas de fibras*, para subvenir á las necesidades fisiológicas de la médula espinal, y consiguientemente de la economía entera, toda vez que dichas fibras tienen diferentes usos, desigual importancia y distinta categoría. Su estudio, más que anatómico es fisioló-

gico y está fundado en los siguientes métodos : 1.º cuando el sér no está formado, es decir, en el período embrionario, los diferentes haces constituidos por su respectiva categoría de fibras nerviosas, tienen una época cronológica de perfeccion ; unos antes que otros presentan su mielina y se les puede seguir en toda la médula espinal á beneficio de cortes transversales de esta médula ; 2.º mediante la seccion de la médula puede observarse un fenómeno muy notable : entre los diferentes haces mencionados vemos que unos no experimentan degeneracion alguna, otros degeneran en direccion centrípeta, y otros, finalmente, en direccion centrífuga ; 3.º despues de determinadas lesiones de los elementos corticales del cerebro, ciertos haces degeneran desde esta region superior hasta las partes inferiores de la médula espinal. Estos tres métodos, debidos respectivamente á Flechsig, á Schieferdesker y á Türck, vienen completados por los trabajos de Gudden, de Zurich y perfectamente estudiados por su discípulo Maysert. Por el método de Gudden se conocen con la precision más rigurosa las conexiones existentes entre los distintos *haces* constitutivos de la sustancia blanca medular y los diferentes *centros* representados por la sustancia gris. Este método consiste en determinar, en un animal recién nacido, una degeneracion ascendente de la sustancia blanca, mediante una seccion practicada en un punto concreto del sistema nervioso ; en este caso la degeneracion ascendente remonta hasta los mismos centros de sustancia gris, á los cuales van á terminar las fibras que han experimentado la degeneracion. Maysert, ocupándose recientemente en este punto (*Archiv. für Psychia und Nervenkrank*), ha estudiado las preparaciones de Gudden y ha podido observar que las fibras de las raíces posteriores, antes de llegar á la sustancia gris de los cuernos posteriores, siguen durante cierto trayecto los cordones posteriores ; y que tan sólo una fraccion muy pequeña, que

viene á enlazar el cordon lateral á la sustancia gris, puede considerarse como formada por verdaderas prolongaciones de las fibras de las indicadas raíces, al paso que tanto los cordones laterales como los anteriores están constituidos casi en su totalidad por fibras de comisura.

Acéptense en todo ó en parte las conclusiones de Mayser, basta su exposicion, así como la de los tres procedimientos acabados de citar, para comprender que todos estos hechos nos demuestran palpablemente la especificidad fisiológica de los hacecillos comprendidos en los cordones medulares, siendo indudable que debe corresponder á ella su correspondiente especificidad anatómica. Los hechos vienen á confirmar esta suposicion, y hoy dia la estructura de las partes blancas de la médula puede resumirse de la siguiente manera.

La sustancia blanca de los cordones —anterior, lateral y posterior— está formada de diferentes sistemas fibrilares; éstos, para cada cordon, ofrecen ciertas disposiciones anatómicas y fisiológicas perfectamente limitadas.

Cordones anteriores.—Presentan dos hacecillos bien distintos: el uno es *interno* y confina hácia la línea media con el surco longitudinal anterior; recibe el nombre de *hacecillo piramidal directo*, porque procede de la pirámide anterior de su propio lado y se remonta hasta la porcion motriz de la corteza cerebral por el pié del pedimento y la cápsula interna. Este cordon disminuye paulatinamente de volumen de arriba abajo, cesando en la region dorsal de la médula. Sus fibras son centrífugas, experimentando la degeneracion descendente, y van á terminar en las celulas motrices de los cuernos anteriores.

El otro hacecillo del cordon anterior es *externo* y está formado por fibras cortas que representan verdaderas comisuras, sirviendo para unir entre sí á las células motrices colocadas en diferentes tramos.

Cordones laterales.—Presentan cuatro sistemas diferen-

tes, á saber : *hacecillo piramidal cruzado*, el cual se encuentra en la parte posterior del cordón lateral, y debe su nombre al entrecruzamiento que en las pirámides efectúa con el hacecillo del lado opuesto ; el centro nutritivo de este hacecillo se encuentra en la corteza cerebral ; á medida que desciende hacia las partes inferiores de la médula, disminuye paulatinamente de calibre, siendo muy notable esta disminucion al nivel de los abultamientos cervical y lumbar ; las fibras de que se compone este hacecillo son *centrífugas*, de manera que cuando se secciona la médula, su degeneracion es descendente ; tambien degeneran los cordones piramidales cruzados en ciertas lesiones del bulbo y del lóbulo parietal del cerebro ; sirven para conducir las inervaciones conscientes, pero esta conduccion no va directamente hasta la periferia, pues la degeneracion descendente ocasionada por la seccion medular, no alcanza las raíces anteriores. El *hacecillo cerebeloso directo de Fleschig* constituye la parte externa y posterior del cordón lateral, estando formado por una cinta superficial sumamente delgada, colocada por fuera del hacecillo piramidal cruzado ; sus fibras son *centrípetas* y experimentan la degeneracion ascendente despues de la seccion de la médula ; nacen de la parte superior de la region dorsal de la médula y se terminan en el cerebelo ; tienen su centro nutritivo en un conjunto de células situadas hacia atras y hacia fuera del conducto central, llamadas *columnas de Clarke*, las cuales sólo existen en la médula dorsal ; y como á estas columnas van fibras de las raíces posteriores que han pasado por los cordones cuneiformes, se infiere naturalmente que el hacecillo cerebeloso sirve para las inervaciones centrípetas que se dirigen al cerebelo. Otros *dos hacecillos* se encuentran en los cordones laterales completando su parte anterior, cuya constitucion consiste en fibras de comisura destinadas á unir las células motrices situadas en diferentes tramos ; estas fibras son muy cortas y despues de la seccion

de la médula no degeneran ni en direccion centrífuga ni en direccion centrípeta ; al nivel del mesocéfalo y de la médula oblongada, en la formacion reticulada de estas regiones, se pierden completamente las fibras que estudiamos ; sus funciones consisten en fenómenos reflejos de una gran complicacion.

Cordones posteriores. — Estos cordones se dividen en dos partes, una *interna* y otra *externa*, siéndonos preciso hacer una aclaracion en vista de la confusion que en este punto existe. La mayor parte de los autores alemanes llaman cordon *cuneiforme* al hacecillo externo y cordon *delgado* al hacecillo interno, al paso que otros autores alemanes y todos los franceses, siguiendo la descripcion de Kœlliker, llaman al cordon delgado *cordón cuneiforme de Goll* : nosotros adoptaremos esta última nomenclatura, de manera que denominaremos *cordón cuneiforme ó de Burdach* á la *parte externa* de los cordones posteriores y *cordón de Goll* á la *parte interna* de los mismos. El *cordón de Burdach* está formado por varias fibras de comisura entre diferentes tramos de la médula espinal y de la médula oblongada ; en este último punto, las fibras que constituyen estos cordones son interrumpidas por un núcleo gris ; no degeneran ni en direccion centrífuga ni en direccion centrípeta despues de la seccion de la médula ; estas fibras probablemente son *centrípetas* y reunen, no solamente las células de sustancia gris situada á diferentes alturas, sino tambien las fibras de las raíces posteriores á las células de la referida sustancia gris. Los cordones de Burdach pueden considerarse como verdaderas vías de inervacion centrípeta de índole refleja ; dichos cordones aumentan de volumen en el punto correspondiente á la salida de los nervios de los miembros. El *cordón de Goll*, al contrario del anterior, experimenta una degeneracion ascendente despues de la seccion de la médula, encontrándose un centro trófico en la sustancia gris y probablemente tambien

en los ganglios de las raíces posteriores. Las fibras que forman este cordón son muy largas, llegando hasta el nivel del cuarto ventrículo y continuándose con las pirámides posteriores del bulbo raquídeo, en cuya sustancia gris probablemente terminan: dichas fibras son *centrípetas*, y en la médula oblongada las interrumpe un ganglio. También degeneran en sentido centrípeto ó ascendente después de la sección de las raíces posteriores, antes de los ganglios intervertebrales.

Sustancia gris. — Está formada por células nerviosas y por las prolongaciones que de ellas se desprenden, las cuales vienen á formar una red por las anastomosis de las subdivisiones. En cada mitad de la médula forma una gruesa lámina unida por una cinta transversal también gris; esta sustancia es la que presenta el conducto central de la médula. La media luna que forma esta sustancia en cada mitad lateral de la médula, presenta en sus *cuernos anterior y posterior* diferentes clases de células; cada cuerno ofrece una *cabeza* y un *cuello*; la cabeza del cuerno posterior está cubierta hácia los lados y hácia atrás de una capa gelatiniforme llamada *sustancia gelatinosa de Rolando*.

Las células de los cuernos anteriores son de gran diámetro y están provistas de cuatro ó diez prolongaciones; entre ellas sobresale una que no se ramifica, llamada *prolongación de Deiters*; estas células son *motrices*. Las células de los cuernos posteriores son de tres especies diferentes: unas *sensitivas* sumamente pequeñas, provistas de muchas ramificaciones, todas ramificadas; otras también pequeñas que agrupadas en la base del cuerno posterior constituyen la llamada columna vesiculosa de Clarke ó núcleo de Stilling, y otras redondeadas ó triangulares, también de diámetro muy pequeño, provistas de tres ó cuatro prolongaciones que forman la sustancia gelatinosa de Rolando.

Raíces. — Las *anteriores*, después de haber atravesado

la sustancia blanca, llegan á los elementos grises de los cuernos anteriores ; las fibras que constituyen estas raíces tienen tres destinos diferentes ; algunas van, al parecer directamente á los cordones laterales ; otras probablemente pasando por la comisura anterior, se dirigen hácia el cordón anterior del lado opuesto ; las últimas, que constituyen la inmensa mayoría de dichas fibras, van á terminar en las células motrices ; estas son las que forman las *prolongaciones* de las referidas células representadas por un cilindro eje. Las *raíces posteriores* comprenden tambien diferentes fibras destinadas á diferentes objetos: algunas siguen hasta cierta longitud los cordones posteriores, tanto en direccion centrífuga como en direccion centrípeta, para despues penetrar en la sustancia gris ; otras se dirigen al lado opuesto de la médula pasando por la comisura posterior; otras formando un hacecillo muy grueso, van á la sustancia gris, tomando una direccion longitudinal centrífuga y centrípeta en los cuernos posteriores, y otras, finalmente, van á los elementos grises de los cuernos posteriores, se dividen y se anastomosan, contribuyendo á la formacion de una red que se encuentra en toda la sustancia gris, en la cual van á perderse tambien las ramificaciones de las células motrices.

§ 113.

Fisiología de la médula espinal.

La complicada estructura de la médula espinal viene ya á indicarnos las dificultades con que habrémos de tropezar para la comprension de sus funciones. Y, en efecto, la fisiología medular se nos presenta sumamente difícil é intrincada. Es que la médula, como las demas partes que contribuyen á la formacion del centro cefalo-raquídeo, debe ser considerada, fisiológicamente hablando, bajo as-

pectos muy variados y distintos. Es centro de inervaciones ; conduce corrientes centrípetas y centrífugas ; es excitable en algunas de sus partes y en otras inexcitable por completo ; ejerce acciones tróficas, térmicas, secretoras,

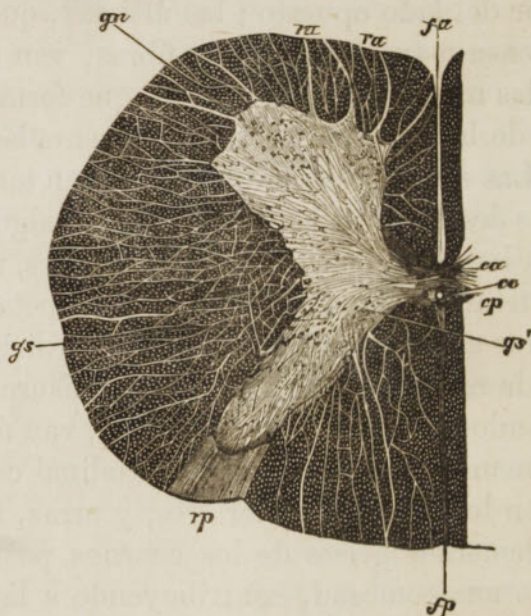


FIG. 87.—Mitad de un corte transversal de la médula espinal en la region cervical, segun Virchow: *fa*, surco medio anterior; *sp*, surco medio posterior; *cc*, conducto central de la médula; *ca*, comisura anterior; *cp*, comisura posterior; *ra*; raíces anteriores; *rp*, raíces posteriores, atravesando la sustancia gelatinosa de Rolando antes de llegar al asta posterior; *gn*, porcion de células motrices en las astas anteriores; *gs*, células sensitivas del asta posterior; *gs'* células simpáticas; *rn*, masa punteada que representa la seccion de la sustancia blanca.

inhibitorias, etc. Al emprender su estudio conviene por el análisis separar debidamente estas distintas propiedades. Sin embargo, antes de entrar en este estudio detallado daremos, á manera de resumen sintético, una idea general de la fisiología clásica de la médula, formulando diferentes proposiciones, cuyo valor respectivo vendrá naturalmente aquilatado al emprender el trabajo analítico de que hemos hecho mencion. La crítica de dichas proposiciones vendrá hecha por la exposicion de los trabajos más autorizados y modernos.

Las proposiciones referidas son las siguientes :

Primera. La sustancia propia de la médula es *inexcitable*, de manera que ni los agentes físicos ni químicos producen en ella el menor efecto, con tal que no obren sobre las raíces de los nervios raquídeos que la atraviesan en direccion horizontal. Las únicas fibras que parecen exceptuarse de esta regla son las que proceden del centro vasomotor, porque la excitacion de la médula ocasiona el angostamiento del calibre de las arterias debajo del punto excitado.

Segunda. Las raíces posteriores de los nervios raquídeos conservan su sensibilidad en el espesor de la médula hasta ponerse en contacto con las células ganglionares de la sustancia gris. Las fibras longitudinales que salen de este punto en direccion del cerebro ya no son sensibles.

Tercera. Las raíces anteriores de los nervios raquídeos conservan su propiedad excito-motora en el espesor de la médula hasta llegar á las células ganglionares de la sustancia gris, con las que tambien comunican ; pero las fibras longitudinales que desde el cerebro se dirigen á este punto ya no son excito-motoras.

Cuarta. Los cordones posteriores de la médula dan señales de sensibilidad, pero la deben á las raíces posteriores de los nervios raquídeos que los atraviesan al dirigirse á la sustancia gris. Tambien los cordones anteriores parecen excito-motores, y los laterales excito-motores y sensitivos á la vez ; pero esto depende, lo mismo que en el caso anterior, de la clase de raicillas nerviosas que los atraviesan.

Quinta. La médula, aunque inexcitable, al menos con los agentes de que podemos disponer, es el conductor de las impresiones sensitivas que desde los órganos se transmiten al cerebro y de las incitaciones motrices que desde el cerebro se dirigen á las fibras musculares ; pero para esto es preciso que los nervios sensitivos y motores se ha-

llen en comunicacion con las células ganglionares de la sustancia gris.

Sexta. Las células ganglionares de las astas posteriores de la sustancia gris son preferentemente sensitivas, y las de las astas anteriores preferentemente motoras, porque las primeras están en comunicacion más directa con las raíces posteriores ó sensitivas de los nervios raquídeos, y las segundas con las raíces anteriores ó motoras de los mismos.

Séptima. Toda vez que los cordones posteriores de la sustancia blanca de la médula están formados de fibras longitudinales que tienen su origen en células sensitivas, parece que han de estar preferentemente destinados á la conduccion de las impresiones sensitivas. Por una razon análoga, los cordones anteriores deben ser los conductores de las incitaciones motrices, puesto que nacen de células motoras, y los cordones laterales deben servir para las conducciones centrípetas y centrífugas, por estar compuestos de fibras que proceden de células sensitivas y de células motoras.

Cuando se corta á un animal vivo una raíz motora de un nervio raquídeo dejando intacta la raíz sensitiva correspondiente, se nota que la extremidad adherida á la médula es insensible, mientras que la extremidad periférica da señales evidentes de sensibilidad. A este fenómeno se le ha dado el nombre de *sensibilidad recurrente*, y parece depender de que las raíces motrices reciben algunas fibras sensitivas de las raíces posteriores. Por eso cuando se cortan tambien éstas, desaparece la sensibilidad en las primeras.

Suponiendo exactos estos datos, las impresiones se transmitirían desde las diferentes partes del cuerpo hasta las células ganglionares de la sustancia gris, por los nervios sensitivos, y desde este punto hasta el cerebro, por los cordones posteriores de la médula. A su vez, las incitaciones motrices se dirigirían desde el cerebro hasta las

células ganglionares por los cordones anteriores y acaso tambien por los laterales, y desde este punto hasta los músculos por las raíces motoras de los nervios raquídeos. Pero ¿de qué medios se vale la naturaleza para que cada impresion se comunique aislada y separadamente por entre ese inmenso número de fibras que se entrecruzan en todas direcciones, de modo que no se confundan las unas con las otras y que puedan localizarse, distinguiendo el sitio en que cada una de ellas ha tenido origen? ¿Y en qué consiste que las incitaciones motrices se comuniquen tambien única y exclusivamente á las células motoras que conviene poner en actividad en cada uno de los movimientos voluntarios, permaneciendo pasivas todas las demas? Preciso es confesar que estos misterios tardarán mucho tiempo en descifrarse.

Las mismas dificultades ocurren cuando se examinan las funciones de la médula como centro de inervacion y cuando se pretende explicar el mecanismo de los movimientos reflejos que por su influencia se producen.

Dada la disposicion particular de las fibras de la médula, se comprende la posibilidad de que las impresiones de los nervios sensitivos no suban siempre hasta el cerebro y de que al llegar á la sustancia gris, ó lo que es igual, á las células nerviosas, se transformen en incitaciones motoras. Parece, en efecto, como si la corriente centripeta encontrara algun obstáculo á su paso, y como si, no pudiendo retroceder ni ir adelante, se desbordara en las fibras centrífugas, dando de este modo lugar á la contraccion de los músculos en que estas fibras se terminan.

Los fenómenos reflejos, sin embargo, pueden ser de especie muy distinta. En unos casos están caracterizados por contracciones irregulares que comprenden una circunscripcion muscular más ó menos extensa, y aun todo el cuerpo si el estímulo es muy fuerte, como cuando se pellizca con las pinzas la extremidad abdominal de una rana á la que

se ha cortado la cabeza, y sobrevienen movimientos semitéticos, irregulares y sin objeto determinado en los músculos de las demas extremidades; ó como sucede en el tétanos traumático, en el que procede del reumatismo, en la hidrofobia, en el envenenamiento por la estricina, etc. En otros casos, los movimientos reflejos son regulares, coordinados y análogos á los dirigidos por la voluntad, como cuando la rana decapitada se sienta ó aparta con su pata el instrumento con que se la hiere; ó como cuando, estando dormidos y con los órganos cerebrales en reposo, ejecutamos movimientos inconscientes con uno ó con otro objeto; ó como cuando, estando despiertos, se ponen en accion los músculos *voluntarios* para toser, para estornudar, para respirar, para preservarnos de un peligro, etcétera, *con independencia completa de voluntad*. En otros casos, por último, los actos reflejos se manifiestan exclusivamente en los músculos de la vida orgánica, dando lugar á esos fenómenos llamados simpáticos, que demuestran las relaciones que existen entre las diversas partes de un órgano ó de un tejido, como cuando el estímulo producido por la ingurgitacion del útero, reaccionando sobre las tónicas contráctiles de los vasos, ocasiona en las mamas una ingurgitacion análoga, etc., etc.

Ahora bien; aun suponiendo que llegue á descubrirse algun dia la verdadera causa de que las corrientes nerviosas ascendentes queden detenidas en la mitad de su camino y la de que pasen, al llegar á la sustancia gris de los centros nerviosos, á las fibras centrífugas para convertirse en incitaciones motoras, ó tróficas, ó secretorias, ¿podrá explicarse en qué consiste el que la incitacion se limite en unos casos á un reducido número de fibras motoras, y en otros se extienda casi á la totalidad de las que se encuentran en la médula espinal? ¿Será posible descubrir el mecanismo de que se vale la naturaleza para que esas incitaciones reflejas, circunscritas ó extensas, produzcan en unos casos

movimientos inconexos, y en otros, regulares, coordinados y armónicos, contribuyendo todos á un objeto comun? Grande adelanto sería para la ciencia el que esto se consiguiera, pero por hoy es preciso limitarse á consignar el fenómeno de los actos reflejos, á clasificarlos de la manera más sencilla posible y á presentar algunas de las leyes que siguen en su manifestacion y que hasta ahora han podido conocerse.

Dada esta idea general de la fisiología clásica medular, pasemos, segun dijimos más arriba, al estudio analítico de las diferentes propiedades de la médula.

1.^a *Conductibilidad de la médula espinal.*

Cuatro géneros de corrientes conduce la médula espinal : motrices, sensitivas, reflejas é inhibitorias. Los procedimientos de que nos valemos para estudiar la médula bajo el punto de vista de órgano conductor, se reducen á secciones practicadas en la sustancia gris, en los cordones posteriores, en los cordones laterales, en los cordones anteriores y á excitaciones diferentes.

Corrientes motrices. — Las incitaciones motrices del cerebro diríjense á la médula en forma de corriente, con una velocidad, segun François-Franck y Pitres, de 10 metros por un segundo; esta corriente pasa por unas fibras especiales situadas en el hacecillo piramidal de los cordones laterales. Tambien en estos cordones se encuentran varios filetes destinados á la inervacion vaso-motriz, á la de los músculos respiratorios y á la del diafragma ocular (fibras cilio-espinales). Esta transmision motriz sería directa, segun algunos autores, y segun otros, cruzada; fúndanse los primeros en que seccionando una mitad de la médula en sentido transversal, el movimiento desaparece en el mismo lado en que se ha practicado la seccion, al paso que dividiendo la médula en dos mitades por un corte longitudinal, el movimiento no desaparece en ninguna de las dos. Sin embargo, habiendo observado Vulpian que cuando se

excita un cordon anterior, en el miembro correspondiente al hacecillo excitado se producen movimientos bastante intensos y otros de menor intensidad en el lado opuesto, deduce que en la sustancia blanca medular existe un entrecruzamiento, si bien sólo parcial.

Las contradicciones que resultan de los experimentos practicados por diferentes autores, parecen depender en gran parte, de que si bien las vías de conduccion centrífuga se entrecruzan, este entrecruzamiento se verifica en regiones muy elevadas, como el bulbo raquídeo y el mesocéfalo; de manera, que al llegar á la médula espinal, el entrecruzamiento se ha verificado ya. En efecto; las raíces anteriores, motrices, van á terminar en las células ganglionares de las astas anteriores de su propio lado; más arriba de estas células, su continuacion con el cerebro es indirecta y sigue, hasta llegar á dicho centro, por el intermedio de los cordones laterales, la propia mitad del bulbo raquídeo. Estos datos, que la anatomía microscópica nos permite adivinar, vienen manifestamente comprobados por hechos de experimentacion y por hechos patológicos. Respecto á los primeros, diremos que si excitamos determinadas partes de la corteza cerebral, se observan fácilmente movimientos bien característicos, en la mitad del lado *opuesto* al punto en que la excitacion tiene lugar; y respecto á los segundos, es sabido desde muy antiguo que las apoplejías cerebrales producen no sólo una abolicion de sensibilidad, sino tambien de movimiento, en la mitad del cuerpo correspondiente al lado *opuesto* al hemisferio en que existe la hemorragia.

Corrientes sensitivas. — La sensibilidad puede dividirse en diferentes grupos. Hay, como hemos visto en otro capítulo de esta obra, una sensibilidad táctil, otra térmica, etcétera. Ahora bien, *parece* que en la médula se encuentran diferentes conductores para estas sensibilidades distintas. Así, segun Brown-Séquard, las fibras destinadas

á conducir la sensibilidad muscular, pasan, ó por las mismas astas grises anteriores, ó por las cercanías de estas astas; las destinadas al paso de las corrientes táctiles, por las partes anteriores de la sustancia gris; las térmicas, por las partes grises centrales; las doloríficas, por las partes laterales y posteriores; y que tanto las táctiles, como las térmicas, como las doloríficas, se cruzan antes de llegar al centro psíquico, en la misma médula espinal. Estas ideas, sin embargo, no están comprobadas, por más que parezca demostrado que realmente la sensibilidad muscular y la táctil se transmiten por los cordones laterales, al paso que la sensibilidad dolorífica lo verifica especialmente por la sustancia gris.

En efecto, respecto á la conduccion dolorífica, haremos notar, que, segun Schiff, practicando una seccion transversal de todas las partes blancas de la médula, todavía persisten las sensaciones de dolor, siendo así que las sensibilidades muscular, térmica y táctil, quedan completamente abolidas, así como los movimientos voluntarios. Seccionada la sustancia blanca, é interrumpida la continuacion de los cordones, sólo queda la sustancia gris para conducir estas corrientes doloríficas. Al contrario, si únicamente se corta la sustancia gris, sólo queda interrumpida la conduccion de las sensaciones de dolor. En muchas enfermedades nerviosas, y especialmente en el histerismo, se observa esta diferente conduccion: así, en algunos casos, permaneciendo intactas las sensaciones táctiles, aparecen anuladas las sensaciones dolorosas. Téngase presente, sin embargo, que como hemos dicho al hablar del *tacto* hay razones que se oponen á la admission de *conductores especiales* para las impresiones dolorosas.

No terminaría aquí la distincion entre las diferencias específicas de la sensibilidad, pues segun los notables trabajos de Magnus Blin, expuestos en *Zeitschrift für Biolo-*

gie Band xx, existen dos categorías distintas de elementos nerviosos relacionados con las sensaciones térmicas. Habría nervios y terminaciones nerviosas especiales, para la sensacion de frio, y terminaciones nerviosas especiales para la sensacion de *calor*. Aun cuando á primera vista parece muy aventurada esa asercion, hemos de confesar que los trabajos de Magnus Blix, son bastante concluyentes. En efecto ; *un mismo* excitante puede originar sensaciones muy *distintas* ; en ciertas partes del cuerpo, hay regiones en las que no se puede ocasionar la sensacion de frio; otro tanto sucede respecto á la de calor. En la pierna y al nivel del antebrazo, existen *verdaderos vacíos* para la sensacion frigorífica ; aplicando en dichas partes cuerpos metálicos de un centímetro cuadrado de superficie, no se percibe la sensacion más mínima de frio, siendo así, que al lado de estos vacíos *perfectamente circunscritos*, una superficie tan pequeña como la punta de una aguja de hacer calceta, determina claramente la citada sensacion. Tambien se presentan perfectamente limitados los puntos sensibles al calor.

Pasando un cuerpo frio, tal como una punta metálica obtusa por encima de la piel, sucederá, que en virtud de la disposicion antedicha, habrá puntos en los que sólo se experimentará sensacion de contacto ó de presion, al paso que en otros, una sensacion de frio muy marcada indicará el contacto del instrumento sobre la epidermis. Pasando sobre el dorso de la mano un eléctrodo constituido por una punta aguda, notaremos que en ciertos puntos la sensacion producida será la de *contacto de un cuerpo frio*, al paso que en otros, la de *contacto de un cuerpo caliente*. La punta será la misma ; la corriente no habrá cambiado, ¿ á qué se deberán, pues, estas diferentes sensaciones ? Al parecer, á la existencia de dos categorías diferentes de aparatos nerviosos, relacionados con el sentido térmico. La topografía de estos elementos destinados á sen-

saciones tan distintas, se puede establecer con gran facilidad, pues, estos puntos están diseminados á intervalos notables, habiendo espacios de muchos milímetros entre unos y otros.

Respecto á la diferente conduccion de la *sensibilidad* y de la *motilidad* en los *mismos nervios*, se ha podido demostrar por medio de experimentos directos.

Moriggia describe un procedimiento en *Archives ital. de biol.* 1883, por el que queda demostrado este aislamiento. Sobre el nervio de la extremidad abdominal de la rana, deja caer gota á gota soluciones de ácido clorhídrico, láctico y fosfórico. En otra serie echa sobre el nervio diferentes líquidos, habiendo notado siempre que en el miembro objeto de la experimentacion, desaparece la sensibilidad cuando todavía la motilidad subsiste completamente; al cabo de un rato, en el miembro opuesto, la sensibilidad desaparece; más tarde, le llega su vez á la motilidad, quedando el miembro paralizado; parálisis que se inicia constantemente en el miembro que sufrió la diseccion necesaria para dejar el nervio á descubierto.

Los elementos nerviosos destinados á la conduccion de las otras impresiones centrípetas conscientes se cruzan en la misma médula espinal á medida que van separándose de este centro para llegar á las raíces posteriores. En efecto, desde los hemisferios cerebrales se dirigen á la mitad de la médula de su propio lado, y sólo en los puntos referidos cambian de direccion, entrecruzándose en su camino, y teniendo lugar este entrecruzamiento en la comisura posterior.

En cuanto á la topografía de estos conductores, diremos solamente que los cordones laterales contienen los elementos destinados á las inervaciones conscientes, tanto centrí-fugas como centrípetas.

Corrientes reflejas. — Son muy numerosas las vías destinadas á la transmision de estas corrientes. Las fibras que

las dan paso se encuentran en la parte anterior de los cordones laterales, en los cordones posteriores, en los anteriores y en la sustancia gris, sirviendo para transmitir y coordinar los reflejos de la médula. Las corrientes centrípetas llegan á la médula por sus raíces posteriores, y despues de atravesar la sustancia gris, se dirigen por los cordones hasta el centro reflejo respectivo. Si el reflejo sirve para enlazar movimientos musculares muy extensos, el centro de reflexion no se encuentra ya en la médula, sino en partes más elevadas, como el bulbo raquídeo ó el mesocéfalo. De los centros reflejos salen los filetes centrífugos, caminan por uno ú otro cordon, atraviesan la sustancia gris y pasan á las raíces anteriores.

Como los fenómenos reflejos son muy importantes y frecuentes, no es de extrañar que las vías por las cuales se transmiten las corrientes de este género sean á su vez muy numerosas, encontrándose, no sólo en la inmensa mayoría de las fibras constitutivas de la sustancia blanca, sino tambien, como hemos dicho, en la sustancia gris. Analizando este punto hasta donde permiten los conocimientos actuales, diremos que en los *cordones laterales* se encuentran vías centrífugas y vías centrípetas: las primeras, desde el centro vaso-constrictor del bulbo, descienden hácia la sustancia gris, la atraviesan y se dirigen finalmente á las raíces anteriores; las segundas — tambien vaso-constrictoras — pasan por los cordones laterales hasta llegar al centro vaso-constrictor del bulbo, ya sin entrecruzamiento previo, ya despues de haberse entrecruzado. En los *cordones anteriores* tambien, segun todas las probalidades, se encuentran verdaderas vías de inervacion centrífuga, las cuales, nacidas en los tálamos ópticos, servirían simplemente para *moderar* los reflejos que se verifican en la médula. En los *cordones posteriores* las vías son centrípetas y sirven para determinar en el sensorio la nocion de sentido

muscular ; por ellas pasan las corrientes, indispensables á la coordinacion de los movimientos.

En la sustancia gris existen diferentes vías destinadas á las corrientes reflejas. Las unas sirven tan sólo para enlazar la corriente que, empezando en un nervio centrípeto, ha de descender por otro centrífugo ; las otras — especialmente situadas en las astas anteriores — sirven para irradiar las corrientes originadas en los centros. Su existencia se manifiesta patentemente en la intoxicacion por la estriénina, dando lugar á convulsiones generales y violentas.

Corrientes inhibitorias. — Diferentes fibras, destinadas á *detener* los reflejos, se encuentran especialmente en los cordones anteriores ; por su accion, queda abolida por completo ó simplemente suspendida la actividad de otros elementos nerviosos. Veremos más arriba de qué manera debe comprenderse su mecanismo.

2.º *Excitabilidad de la médula espinal.* — Para la apreciacion de esta importante propiedad, nos valemos de dos medios principales, á saber : las corrientes eléctricas y las punturas ; éstas preferibles siempre á aquéllas. La reaccion sobrevenida por la accion de estos agentes, puede conocerse en el animal operado, ya por manifestaciones de dolor, ya por contracciones musculares, ya por la dilatacion de la pupila, ya finalmente, por las oscilaciones que presenta la tension sanguínea.

Hemos dicho más arriba que la sustancia propia de la médula es inexcitable, y aquí nos es preciso manifestar que esta opinion tan absoluta, acaso no sea completamente exacta. En efecto, la excitabilidad de la *sustancia blanca* es difícil de conocer, pues los resultados obtenidos hasta ahora son bastante contradictorios ; en los cordones, así en los posteriores como en los antero-laterales, se ha notado por algunos fisiólogos una completa insensibilidad, al paso que otros aseguran que estas mismas

partes son sensibles y excitables. En cuanto á la *sustancia gris*, puede decirse sin reserva que es enteramente inexcitable.

3.º *Centros reflejos de la médula.* — Para poder estudiar el poder reflector de la médula espinal, nos valemos de procedimientos muy distintos; *exageramos* este poder: 1.º por la ablacion del cerebro; 2.º por medio de inyecciones de morfina, cafeina, estriknina, veratrina, nicotina, y otros varios alcaloides: lo *disminuimos*: 1.º por el frio; 2.º por excitaciones prolongadas; 3.º por la anemia que experimentalmente determinamos; 4.º por el ácido cianhídrico, por los bromuros de sodio, potasio, amoníaco, etc., por el éter, por el cloroformo, por el cloral, por la atropina y por otros varios alcaloides.

En el estudio de los reflejos medulares debe tenerse en cuenta la excitabilidad refleja, la excitacion inicial, la corriente centripeta, la actividad del centro, la corriente centrifuga, el fenómeno terminal, la duracion de la transmission y la accion inhibitoria.

Excitabilidad refleja. — Independientemente de los medios acabados de indicar relativos á la exageracion ó disminucion del poder reflejo de la médula, diremos que siempre y cuando se supriman ó dificulten las relaciones de la médula con el cerebro, ó se disminuya ó suprima la actividad de este último, la excitabilidad refleja de la médula aumentará notablemente. Así, la compresion y la ligadura de las arterias cerebrales, la decapitacion, etc., aumentarán el poder reflejo medular. Así tambien, si cortamos pedazos de médula á un animal determinado, veremos que desde la parte más cercana al centro encefálico hasta la parte más lejana del mismo, va aumentándose el referido poder de tal manera, que en estas últimas partes, á medida que se van practicando las referidas secciones, va creciendo la excitabilidad de la médula espinal.

Profundizando un poco en el estudio del mecanismo ín-

timo de estas diferentes acciones, diremos que cuando por medio de la estriknina, por ejemplo, exageramos la excitabilidad medular, la accion de este agente no se dirige á los nervios ni á la sustancia blanca de la médula, sino precisamente á la sustancia gris, lo cual se demuestra sin dificultad alguna poniendo una solucion de estriknina en contacto inmediato con la indicada sustancia. No es que en este caso las convulsiones características de la intoxicacion por la estriknina se produzcan espontáneamente, pues siempre es indispensable la existencia de una previa excitacion ; pero puede ser ésta tan débil á consecuencia de la excitabilidad exagerada de la médula, que llegue á pasar desapercibida por completo. Así, vemos que colocado sobre una mesa un animal estricnizado, basta un ligero roce, la sacudida — insensible para nosotros — que determinan nuestros pasos en el aposento, un soplo, etc., para que dicho animal entre en rápidas y violentas convulsiones ; y tan exagerada se halla la referida excitabilidad, que basta para la produccion de un ataque convulsivo la circulacion de la sangre en los vasos del animal intoxicado. Cuando por medio de los bromuros alcalinos, el cloroformo, el éter, el cloral, etc., disminuimos ó abolimos el referido poder reflejo tambien en la sustancia gris, hemos de buscar el sitio donde estos agentes verifican su especial accion.

Para evaluar fijamente el grado de poder reflejo de la médula se mide el tiempo transcurrido entre la excitacion de la superficie sensible y el principio del acto reflejo. Se ve con esto que la médula conduce las corrientes con una velocidad mucho menor que los nervios, hasta el punto de que en la rana esta velocidad es únicamente de 8 metros por segundo.

Excitacion inicial. — Fisiológicamente puede decirse que la excitacion procede en la inmensa mayoría de los casos de la extremidad terminal periférica de los nervios centrí-

petos, pudiendo ser asiento de ella así los de la vida de relacion como los del gran simpático. Entre las raíces posteriores y las raíces anteriores existen relaciones reflejas. Para que un reflejo tenga lugar, son indispensables ciertos requisitos. Los centros no serían conmovidos si no se sucedieran las impulsiones excitantes con cierta frecuencia y con determinada intensidad. Así vemos que, una impulsión única obrando sobre un centro reflejo, es impotente en la inmensa mayoría de los casos para que este centro empiece á funcionar y sólo cuando su intensidad es muy graduada puede despertar la actividad antedicha. En cambio, cuando se suceden diferentes excitaciones, el acto reflejo se produce, y hasta es mayor su intensidad cuando el número de excitaciones es más grande en un tiempo determinado. Procediendo de esta manera se llega á cierto *máximum*, del cual, por más que se repitan á cortos intervalos las excitaciones, nunca se puede pasar.

Otro caracter importante debemos hacer notar en el estudio de las corrientes reflejas, es, á saber: que dirigiendo el excitante sobre la piel, el efecto obtenido es siempre mucho más considerable que si se dirige directamente sobre un tronco nervioso. Este fenómeno depende de que en el referido punto se encuentran las terminaciones periféricas de los nervios, cuya corriente es centrípeta, y estas terminaciones están dispuestas de tal manera, que *adaptándose* á la excitacion recibida, la *comunican* bajo forma de corriente al cilindro-eje del nervio. Además, contribuye á estos efectos otro mecanismo diferente; al excitar las extremidades periféricas, sólo llegan al centro las corrientes que, para producir un efecto final determinado, salen de la extremidad y ascienden por el nervio; al paso que cuando excitamos un tronco nervioso, además de los cilindros-ejes relacionados con la piel, son irritados á la vez otros distintos, y esto da lugar fatalmente á fenómenos

inhibitorios que pueden llegar hasta la anulacion completa de toda corriente centrífuga.

Las contracciones de origen reflejo presentan una particularidad muy notable ; la de que, aun cuando el excitante obre de un modo *continuo* sobre la parte, el efecto producido es *intermitente*. Esto equivale á decir, que aun en el tétanos existen constantemente alternativas de contraccion y de relajacion.

Si bien, como antes hemos indicado, en la inmensa mayoría de los casos la excitacion procede de la extremidad terminal periférica de los nervios sensitivos, puede proceder tambien de un centro nervioso representado por una célula ó por un grupo de ellas, el cual, relacionado con un centro reflejo, hace las veces de centro excitador del mismo.

Corriente centrípeta. — Excitada la extremidad periférica del nervio, la excitacion se transforma en un movimiento molecular desconocido en su esencia, que convencionalmente se conoce con el nombre de *corriente nerviosa*. Pasa esta corriente por el interior del cilindro-eje, y *asciende* hasta llegar á un centro, presentando la particularidad de que va haciéndose más intensa á medida que va recorriendo más trayecto. Como su direccion está representada por un movimiento dirigido desde la periferia al centro, se conoce con el nombre de *corriente centrípeta*.

Accion de los centros. — Al ser excitado un centro por la corriente centrípeta acabada de explicar, obra á la manera de un espejo cuando tocan á su superficie, con cierta incidencia las vibraciones luminosas ; es decir, desvía los rayos de su direccion primitiva, haciéndoles tomar un camino diferente. Ademas, amplía poderosamente la corriente, de manera que cuando ésta sale del centro para dirigirse al nervio centrífugo, ha aumentado considerablemente en intensidad.

Corriente centrífuga. — Tambien como la centrípeta, con-

siste en un movimiento molecular desconocido en su esencia; sale del centro reflector y desciende por el cilindro-eje de los nervios, hasta apagar su actividad en la terminacion periférica de los mismos. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que esta teoria, conocida con el nombre de *teoría de la abalancha*, ha sido impugnada recientemente por Vulpian (*Comptes rendus de la Académie des Sciences*, 20 Abril, 1885), quien ha podido comprobar que las excitaciones dirigidas á los nervios motores disminuyen en intensidad durante su camino.

Fenómeno reflejo terminal. — La corriente centrífuga puede terminar, tanto en los músculos orgánicos como en los de relacion; tanto en un tejido como en una célula glandular. Veamos por separado cada uno de estos importantes fenómenos, que pueden dividirse en cuatro grupos, segun sean los conductores nerviosos que en ellos intervengan.

Corresponden al primero, todos aquellos en que sólo toman parte filetes nerviosos de la médula espinal, lo mismo para la corriente centrípeta que para la centrífuga; como sucede en los fenómenos de la deglucion, del estornudo, de la tos, de la marcha, etc.

Los reflejos del segundo grupo necesitan la intervencion de los nervios del sistema cefalo-raquídeo para transmitir la corriente centrípeta ó sensitiva, y la de un nervio del sistema del gran simpático para la corriente centrífuga ó reflejada, que es lo que tiene lugar cuando aumenta la secrecion de la saliva, por ejemplo, al llegar los alimentos á la boca, ó cuando aumenta ó disminuye en determinados sitios la coloracion de la piel por la influencia de los nervios vaso-motores, etc.

En el tercer grupo se comprenden los reflejos que tienen por origen nervios del simpático, y por conductores de la excitacion reflejada nervios del eje cerebro-espinal; tales como las convulsiones provocadas por la presencia

de lombrices en los intestinos, las convulsiones histéricas, etc.

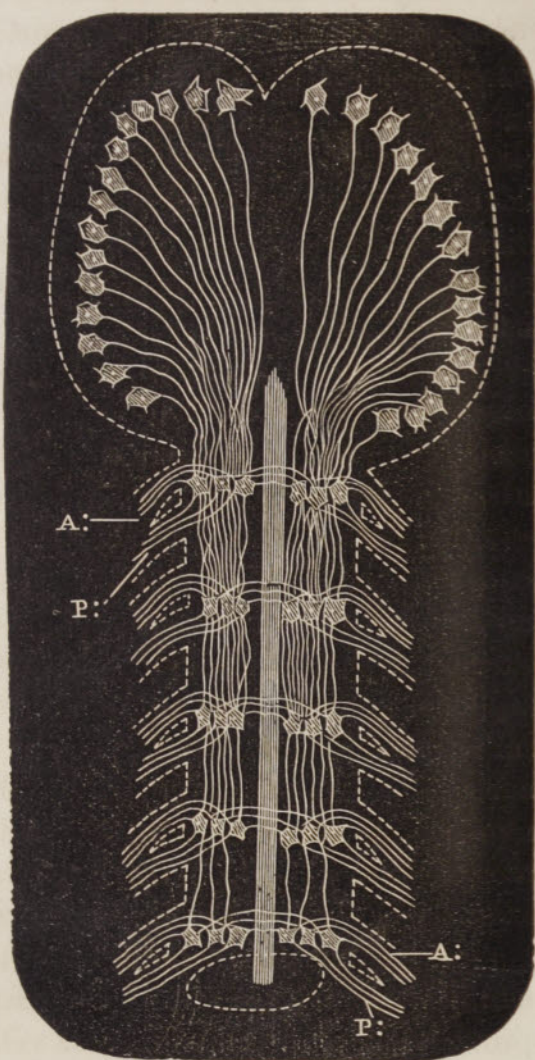


FIG. 88.—Disposicion de las fibras de la médula espinal, segun Leydig: A, raíces anteriores; P, raíces posteriores. Se ve que una fibra sensitiva y una fibra motora concurren á una misma célula ganglional, de la cual nace una fibra que sube hácia el cerebro y una fibra comisural que se dirige de un lado á otro de la médula.

Y corresponden al cuarto grupo los reflejos cuyos conductores son, lo mismo para la corriente centrípeta que para la centrífuga, filetes del gran simpático, como la secrecion de los jugos intestinales, por ejemplo.

Pfluger, despues de repetidos experimentos en la rana,

confirmados en los mamíferos por Chauveau, ha señalado cierto número de leyes á las cuales supone que están sujetos los fenómenos reflejos, tanto en lo que se refiere á su intensidad como á las partes del organismo en que se presentan.

Llama á la primera de estas leyes *de la unilateralidad*; y segun ella, las excitaciones débiles producidas en la piel de una de las extremidades inferiores, por ejemplo, determinan un movimiento reflejo en los músculos de la misma extremidad animados por los nervios motores que salen de la médula del mismo lado y á la misma altura que las fibras sensitivas excitadas.

Con arreglo á la segunda de estas leyes, llamada de *simetría*, si las excitaciones son algo más intensas, no sólo provocan los movimientos reflejos en la extremidad excitada, sino en puntos simétricos de la del lado opuesto.

Con arreglo á la tercera, llamada de *intensidad*, los movimientos reflejos simétricos de que acabamos de hablar, son siempre menos intensos que los que se presentan en la extremidad directamente estimulada.

La cuarta se llama *de irradiacion*, porque si el estímulo es todavía más enérgico que en los casos anteriores, la excitacion motriz alcanza mayor número de fibras centrifugas, irradiándose hácia el bulbo y la protuberancia.

Y se llama la quinta de *generalizacion*, porque cuando la excitacion es todavía más enérgica y se propaga hasta el bulbo y la protuberancia, los movimientos reflejos se generalizan, extendiéndose á toda la economía.

Secreciones reflejas.—Si el nervio centrifugo que parte de un centro reflector, en lugar de terminar en un músculo lo verifica en el epitelio de una glándula, ya no habrá movimiento como fenómeno final; pero en cambio se producirá una secrecion. Estos fenómenos secretorios, así como los de movimiento, no siempre son inconscientes y automáticos, sino que pueden ser provocados, habiendo enton-

ces conocimiento de ellos. Así, aun cuando en la mayoría de los casos no tenemos idea del trabajo que verifican nuestras glándulas, podemos ponernos en condiciones tales, que este trabajo venga á sernos conocido; el simple acto de *pensar* en un manjar succulento determina una hipersecrecion de las glándulas salivales capaz de llenar la boca de saliva en poco tiempo. Esto depende de que en este caso el fenómeno reflejo se ha producido por un mecanismo diferente; en vez de obrar la excitacion sobre la extremidad terminal sensitiva de un nervio centrípeto, ha obrado directamente sobre el centro reflector.

Reflejos tróficos.— Si un nervio centrífugo en vez de terminar en un músculo ó en una glándula lo verifica en una célula de un parénquima, se comprende que sus corrientes puedan obrar excitando directamente la nutricion. El estado actual de la ciencia no nos permite, sin embargo, profundizar este punto, por cuyo motivo nos limitaremos á consignarlo como una posibilidad más bien que como un hecho.

Sensaciones reflejas.— Existen una porcion de sensaciones asociadas dependientes todas ellas de fenómenos reflejos. Al estudiar la fisiología cerebral nos fijaremos en la determinacion de las mismas y del sentido en que pueden admitirse.

Mecanismo de la accion inhibitoria.— Varias veces hemos hablado de una accion especial que presenta el sistema nervioso, caracterizada por una *moderacion* ó *suspension* de sus corrientes, bajo la influencia de otras corrientes distintas. Recordemos tan sólo que al estudiar la fisiología del corazon, decíamos que la *inervacion moderadora* de este órgano estaba representada por el nervio pneumo-gástrico, el nervio depresor de Cyon y Ludwig y el ganglio nervioso enfrenador (tomo 1, pág. 480). Explicábamos entonces la teoría de la *suspension*, y en el decurso de esta obra hemos tenido que ocuparnos en distintas ocasiones de semejante forma de la actividad nerviosa.