

Fisiología del sistema nervioso

(Lecciones dadas en la Sección Pedagógica por el Dr. N. Roveda)

ACCIONES REFLEJAS SIMPLES Y REFLEJAS COORDINADAS

Si se arroja una pelota contra un plano horizontal, se la verá volver sobre sí misma; así el calor, un rayo de luz, la onda sonora, al caer sobre la superficie de un cuerpo elástico, son rechazados ó reflejados.

A la repulsión, á lo que vuelve en oposición á lo directo, se llama reflejo.

La palabra reflejo fué aplicada en fisiología por primera vez á principios del siglo pasado (Prochaska); treinta años después se comparó á los nervios sensitivos, con el rayo luminoso incidente; la médula espinal era el espejo y los nervios motores eran los rayos reflejos (Marschall-Hall).

Los reflejos nerviosos constituyen actos que parecen simples; se realizan sin advertirlos y se cumplen á nuestra inconciencia. Tienen una característica y es la rapidez de trasmisión de las corrientes.

He aquí varios ejemplos:

Punzado un sujeto inadvertidamente en un dedo del pie, obsérvase que lo retira bruscamente; el pie se flexiona sobre la pierna, la pierna sobre el muslo, el muslo sobre el abdomen.

La extensión de la contracción, dependerá de la fuerza del pinchazo ó de la riqueza en arborizaciones nerviosas del sitio de la punción; la propagación del estímulo es proporcional á la carga ó á la potencia de éste ó á los instrumentos nerviosos subyacentes á la región en que el estímulo se aplica.

Una persona sentada y distraída, cabalgando una pierna sobre la otra, si se percute con un martillito en la rodilla, debajo de la rótula, sobre el tendón subyacente, la misma pierna brinca y dá un salto y este movimiento de extensión no se puede impedir. Es el reflejo rotuliano.

Abierto un ojo, si se toca suavemente con la yema de los dedos la conjuntiva, se cierran los párpados. Es el reflejo palpebral.

Cuando un haz de luz se proyecta sobre el iris, la pupila reacciona y se achica. Es el reflejo pupilar á la luz.

Reflejo.

Origen de este vocablo.

¿Qué son los reflejos?

Ejemplos.

Otros ejemplos

Reflejo rotuliano.

Reflejo palpebral.

Reflejo pupilar á la luz.

¿Son verdaderamente simples tales actos?

¿El acto reflejo es simple?

El reflejo nervioso no es un acto simple, ni puede ser equiparado en manera alguna á la incidencia y reflexión de un haz luminoso; el reflejo es un acto extraordinariamente complejo é interviene en la ejecución del más simple, millares y millones de instrumentos nerviosos. Su rápida realización, á menudo cuestión de vida ó muerte para el organismo, nos oculta la complejidad de los elementos que intervienen en su ejecución; es la excelsa labor de una complicada máquina.

Utilidad de los reflejos.

Caminar, saltar, correr, nadar, esquivar cuerpos contundentes, la prehensión, etc., son reflejos difusos útiles al entretenimiento de la vida.

¿Cuáles son los instrumentos nerviosos puestos en juego, para que se cumpla el acto reflejo?

Instrumentos nerviosos con que se cumplen los actos reflejos.

Vosotros anunciáis vuestro arribo á una casa, apretando el botón de la campanilla situado en la puerta de calle; dos hilos de metal, convenientemente dispuestos, establecen el circuito con la campanilla; ésta suena, alguien en el interior oye el llamado y se presenta á recibirlos.

La piel cubre la superficie del cuerpo, envolviéndolo á la manera de saco ó bolsa; la piel de un adulto extendida, abarca un metro y medio cuadrados de superficie. Es el muro de circunvalación de nuestro organismo, donde los agentes exteriores golpearán á su puertas.

La piel está ricamente provista de órganos de los sentidos, mejor dicho, de terminaciones nerviosas sensitivas, distribuidas en determinados puntos de la superficie cutánea.

Terminaciones sensitivas.

Las terminaciones nerviosas sensitivas, representan en nuestra anterior, tosca comparación, una multitud de botones ó llamadores, donde los agentes exteriores ó estímulos deberán actuar, para hacerse sentir. Las mucosas están ricamente dotadas de estos elementos nerviosos; también yacen en los órganos profundos.

La piel consta esencialmente de dos partes superpuestas: el dermis y el epidermis; debajo se halla el tejido celular subcutáneo. El límite entre las dos primeras, es ondulado, á causa de que el dermis presenta elevaciones, llamadas papilas.

He aquí las principales terminaciones nerviosas sensitivas humanas:

- a) Corpúsculo del tacto ó de Meissner — Piel.
- b) » de Krause — Conjuntiva.
- c) » de Pacini — Tejido sub-cutáneo, etc.
- d) Huso de Kühne — Músculos.
- e) Corpúsculos de Golgi — Músculos.
- f) » » Ruffini — Tejido sub-cutáneo.
- g) Cálices gustativos — Lengua.
- h) Sinneszelle — Mucosa olfativa.
- i) Células ciliadas — Oído interno.
- j) Conos y bastoncillos — Retina, etc., etc.

Hemos dicho que las condiciones externas ó del ambiente, actuarán sobre las terminaciones nerviosas sensitivas que hemos citado, pero ningún agente exterior es elevado á la categoría de estímulo, sin que exista una relación entre éste y la terminación sensitiva.

La condición externa se junta con la terminación sensitiva, para formar el estímulo y es una condición indispensable del estímulo la producción de un cambio brusco, provocado por el agente exterior, una reacción física ó química realizada en una extremidad nerviosa sensitiva.

Estímulo.

Los diversos agentes exteriores deberán acudir cada cual á su correspondiente terminación nerviosa sensitiva y aún en condiciones determinadas, sin lo cual no existirá el estímulo.

A una substancia sávida, no se la colocará sólida y en la yema de un dedo, para percibir su sabor; si un rayo de luz hiere al talón, no habrá estímulo luminoso.

Estímulo es la relación indispensable, para la producción de una sensación ó movimiento, entre una condición externa y una extremidad sensitiva natural. (Terminación nerviosa sensitiva).

En el mundo exterior, existe una serie de estímulos capaces de impresionar siempre de igual manera y con idénticos resultados. Estímulos son: la luz, el sonido, el olor, el aire que nos rodea, el terreno que pisamos, el calor, la electricidad, el contacto, la presión, el peso, un estiramiento, un pellizco, una punción, las substancias irritantes, etc., etc.

Hay que descartar la intromisión ó la influencia de la voluntad, en la ejecución de todo acto reflejo; si la voluntad interviene el acto deja de ser reflejo, para convertirse en un acto voluntario.

Acto voluntario.

La voluntad exagera, disminuye y anula los actos reflejos.

Las leyes que rigen á los actos reflejos, no pueden aplicarse á los actos voluntarios.

Si p. ej. presentamos á un médico la yema de un dedo de nuestra mano y éste nos comunica que nos va á pinchar, para extraer una gota de sangre y durante la punción no encogemos el brazo, es que la voluntad ha intervenido con energía é impedido la realización del acto reflejo. Este acto es voluntario.

Aún aceptando la moderna concepción de la existencia de un alma medular, siendo ésta muy imperfecta, debemos localizar casi exclusivamente á las funciones psíquicas en el cerebro, de donde emana la voluntad.

¿En qué estados podremos observar actos reflejos, casi en su pureza, donde los fenómenos vitales sean una cadena ininterrumpida de actos, sino exclusivamente reflejos ó inconscientes, por lo menos, en que la voluntad entre en una cantidad mínima? En el hombre y animales decapitados, en los anencéfalos y en el sueño natural ó provocado por narcóticos, tales como el cloroformo, etc.

Decapitado un sujeto ó animal cualquiera, el cuerpo presenta durante algún tiempo manifestaciones vitales; pero interrumpida la vía voluntaria por la falta de conexión entre el encéfalo y la médula espinal, dicho cuerpo realizará actos reflejos únicamente.

Reflejo en animales decapitados.

Reflejo en los anencéfalos.

Anencéfalos son monstruosidades del sistema nervioso central, por alteración de desarrollo que datan de un período precoz embrionario y que se caracterizan por la carencia de los hemisferios cerebrales, el mesencéfalo (pedúnculos y tubérculos cuadrigéminos) y el metencéfalo (protuberancia y cerebelo). Tales deformaciones son incompatibles con la existencia y estos niños monstruos mueren al poco tiempo de haber nacido. Como la inhibición voluntaria es una propiedad del cerebro, solo tienen los anencéfalos reflejos bulbo-espinales, tales como la succión, la tos, el estornudo, la micción, la defecación, etc., etc.

Barbe halló existente el reflejo rotuliano, inmediatamente después de una decapitación humana.

Un pato y un pollo decapitados, el primero arrojado al agua nada y el segundo, lanzado al aire, vuela.

El sueño natural y el producido por narcóticos en la anestesia general, suspenden en primer término las funciones del cerebro y los actos de conciencia; en ese intervalo solo hay actos reflejos pero más tarde, con mayores dosis se produce una disminución y luego la total abolición de ciertos actos reflejos.

Se llaman reflejos cutáneos á los actos reflejos suscitados por una simple excitación en ciertas regiones de la piel motivando contracciones musculares de haces vecinos, al punto excitado. Ej.: reflejo abdominal, cremasteriano, etc.

Reflejos tendinosos son los despertados golpeando con el filo radial de la mano y mejor aun con un martillito percutor sobre el tendón, que causa la contracción del músculo que en él se inserta. Ej.: Patelar, aquiliano, etc.

Substancias hay, tales como la nicotina, estricnina y atropina que exaltan los actos reflejos; otras en cambio los atenúan ó mitigan, ej.: bromuros de potasio, sodio ó amonio, la morfina, la codeína, etc., etc.

Se designan reflejos innatos, ó instintivos ó hereditarios á los indispensables á las más urgentes necesidades del ser. Tienen por característica el ser invariables y automáticamente entran á funcionar al nacimiento por la acción de los diversos estímulos. Los demás son adquiridos.

¿Cuál es la vía anatómica de transmisión de los estímulos? Los nervios, esas delgadas fibrillas dispuestas en fascículos, independientes entre sí y que conservando su propia individualidad, marchan al encuentro de las células nerviosas.

Toda célula nerviosa posee prolongaciones, de las cuales una, el axón, á semejanza de prolongada raíz, se desarrolla de más en más, se transforma (cilindro-eje) en una fibra nerviosa, que puede ser central (substancia blanca) ó periférica (nervios) y cual hilo de cobre, establece un medio de unión, entre la célula alojada en los centros y la terminación nerviosa periférica, abandonada en la piel ó en los tejidos.

Nervios.

Imaginaos que cada terminación nerviosa periférica, es un manantial en que el hilo de plata de sus aguas se anexa al vecino para formar caudaloso río que va á dar á la mar; así las fibras nervio-

Reflejos bajo la acción de los narcóticos y en el sueño.

Reflejos cutáneos y tendinosos.

Reflejos exaltados ó atenuados.

Reflejos innatos ó adquiridos.

Vía anatómica de transmisión de los estímulos.

sas primitivas, no marchan dispersas, se reunen en fajos llamados nervios, los que cuidadosamente resguardados y por el camino más breve, cruzan tejidos diversos en camino hacia el eje cerebro-raquídeo, á semejanza de apiñados pentagramas de alambres telefónicos, que al cruzar largas distancias marchan agrupados, numerosos, paralelos, descansando sobre postes comunes. Tales son los nervios.

Partidarios de la teoría del neurón, aceptaremos la individualidad entre las células nerviosas, admitiendo solo relaciones de contigüidad.

El órgano central más importante de los movimientos reflejos es la médula espinal, órgano de color blanco, de forma cilíndrica y que se halla alojada en el canal raquídeo. Consta esencialmente de una pila de células nerviosas, alta en el hombre 43 centímetros, columna designada substancia gris; dicha substancia gris está circundada por fibras, la substancia blanca.

Médula espinal.

La substancia gris en un corte transversal recuerda á la letra H; dos mitades simétricas, derecha é izquierda forman á la substancia gris medular, ambas reunidas por un puente transversal llamado comisura gris, en cuyo centro está el canal del epéndimo. Una línea imaginaria que pasase por el canal del epéndimo, dividirá cada mitad de la substancia gris en dos partes, designadas astas ó columnas anteriores y posteriores.

Los nervios llamados raquídeos, nacen ó fenecen en la médula espinal.

Engendrado el estímulo, la onda nerviosa es conducida por las neuronas. Los nervios que transportan la onda nerviosa, desde las terminaciones sensitivas hacia la célula son los nervios sensitivos. La conducción es celulípeta, de la periferia al centro.

Nervios sensitivos.

Nervios motores son los encargados de conducir la onda nerviosa del centro á la periferia. La conducción es celulífuga; va del centro á la periferia.

Nervios motores.

El conductor nervioso es muy distinto del eléctrico; el nervioso no solo conduce la energía, sino que la engendra.

La corriente sensitiva ingresa á la médula por las raíces posteriores hallando á las células sensitivas extra-centrales, fuera de la médula, en los ganglios raquídeos. Tiene un solo axón con dos expansiones una hacia la periferia y otra es la raíz posterior que ingresa en la medula espinal; se divide en Y en el momento de penetrar dando dos ramas una ascendente y otra descendente que originan colaterales, que fenecen por contacto en el cuerpo y dentritas de las células motrices.

La marcha de la onda nerviosa en la producción del acto reflejo medular, es la siguiente:

a) De la periferia á la célula sensitiva de los ganglios espinales.

b) De la célula sensitiva de los ganglios por las raíces posteriores, cordones posteriores, fascículo sensitivo motor, (vía sensitiva) á las células motrices de las astas anteriores de la médula.

c) De las células motrices regreso por los nervios motores (vía motriz), placa motriz terminal y contracción muscular.

PROPAGACIÓN DE LOS REFLEJOS

Toda reacción motriz determinada en un músculo ó reducido grupo de músculos produce el *reflejo unilateral circunscripto*. Ej.: Reflejo rotuliano, palpebral, pupilar, aquiliano. etc.

Si la reacción es enérgica produce un movimiento muy extendido á los músculos del mismo lado. Es el *reflejo unilateral difuso*.

Si mayor es la reacción contrayéndose los mismos músculos del otro lado al mismo tiempo que los primeros. Es el *reflejo cruzado que puede ser circunscripto y difuso*. (Antigua ley de simetría).

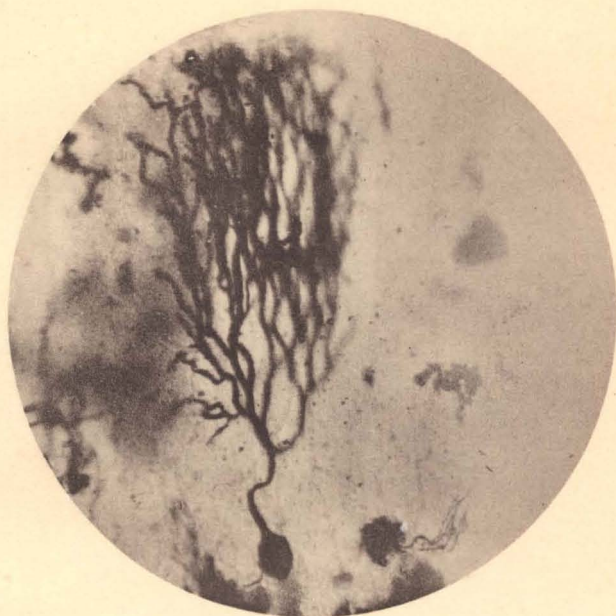
Extremadamente intensa la excitación periférica, los movimientos se extienden á la cabeza, y los cuatro miembros entran en contracción. Son los reflejos *ascendentes y descendentes á gran distancia*. (La antigua ley de irradiación de los reflejos).

Por último aún en actos complejos en que la onda nerviosa se ve obligada á pasar por una multitud de neuronas, no ya solo espinales, sino aún de los centros superiores en cuyas células nerviosas tal onda se acumula, se elabora ó se sedimenta, transformándose en manifestaciones psíquicas ó motrices, si se educa al organismo con intensa labor en la ejecución de actos diarios y repetidos hasta el cansancio, se transformarán estos en automáticos, en acciones coordinadas, pero reflejas.

NICOLÁS ROVEDA.

Trabajos del Laboratorio de histología nerviosa de la Universidad de La Plata

Sección Pedagógica (Roveda y Mercante)



CÉLULA DE PURKINJE

Cerebelo de ave (Gallina)

« Reazione Nera » de Golgi.
Microfotografía.