

## ESTIMACION ESTADISTICA DE LA DESCARGA NEURONAL<sup>1</sup>

CARLOS GUZMÁN-FLORES<sup>2</sup> Y MANUEL ALCARAZ<sup>2</sup>

Mediante el registro de la actividad unitaria multilineal se exploraron trescientos grupos neuronales de la formación reticular del tallo cerebral. En dichos grupos, se estudiaron sus respuestas a los estímulos sensoriales visuales, auditivos y somáticos, así como sus características de convergencia a estos estímulos y a los impulsos de origen cortical. Estas propiedades funcionales se consideraron estadísticamente. Se apreció que en un mismo núcleo neuronal existen elementos con propiedades funcionales distintas en cuanto se refiere a su respuesta a la estimulación sensorial y grado de convergencia a los impulsos corticales y sensoriales y que asimismo, son diferentes en cuanto a su capacidad de reorganización funcional en distintas condiciones experimentales. A partir de estas observaciones se plantea la hipótesis de que un sistema funcional dado, comprendido en la formación reticular, no está constituido por un conjunto de núcleos en el sentido anatómico de la palabra, es decir, por conglomerados compactos de neuronas con funciones semejantes, sino que por el contrario, dicho sistema está integrado por elementos neuronales anatómicamente esparcidos y la unidad es determinada por las características funcionales de sus elementos independientemente de la situación anatómica de éstos. Asimismo, basados en datos experimentales, se sugiere que la formación reticular está constituida por múltiples circuitos neuronales que entrelazan la información aferente con la que dicha estructura recibe de la corteza cerebral. Funcionalmente los circuitos se encuentran bien definidos, pero anatómicamente no es posible individualizarlos. (GAC. MÉD. MÉX. 100: 1057, 1970).

**A**UNQUE existen diversas técnicas de estudio para investigar la conducta del hombre y los animales, todos los procedimientos tienen como punto fun-

damental común la exploración del cerebro que es el órgano de la mente. Debido a las repercusiones sociales que implica el establecimiento de las relaciones entre la función cerebral y la conducta, este tema tiene interés general y es particularmente importante para el científico y el médico que tratan de

<sup>1</sup> Trabajo de sección presentado en la sesión ordinaria del 5 de marzo de 1959.

<sup>2</sup> Académico numerario. Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

corregir las aberraciones de la conducta humana. Los esfuerzos que se han realizado en los últimos años dentro de este campo de estudio, se han enfocado a conocer las relaciones existentes entre el funcionamiento de las distintas regiones del cerebro y la conducta. Sin embargo, en la mayoría de las técnicas exploratorias disponibles se encuentran serias dificultades para fijar las variables que intervienen en los signos del funcionamiento cerebral y en las manifestaciones conductuales concomitantes.

La técnica de los reflejos condicionados es sin duda, el procedimiento que más se aproxima a las condiciones experimentales adecuadas para fijar los estados funcionales en que se presenta la respuesta conductual aprendida. No obstante, se tiene el inconveniente de que para la obtención de una respuesta condicionada se requiere de un procedimiento laborioso en el cual, debido a la inestabilidad de los procesos nerviosos que intervienen en su establecimiento, cada prueba de la respuesta aprendida es diferente.

Por otra parte, las técnicas empleadas para poner en evidencia los cambios de organización funcional en el cerebro, se basan en signos generales inespecíficos como son el electroencefalograma y los potenciales evocados. Los resultados obtenidos mediante estos procedimientos han favorecido el mejor conocimiento de las relaciones cerebro conducta, pero hasta el presente sólo han permitido establecer gruesas correlaciones entre la actividad cerebral y un tipo particular de conducta.

Recientemente los autores han descrito<sup>1</sup> que el maleato de quipazina produce en el gato un patrón conductual, que por sus características puede considerarse como un modelo de conducta estable, en el que es posible explorar repetidamente el estado funcional de los sistemas neuronales involucrados en el comportamiento. La inyección endovenosa de 10 mg/kg de peso de quipazina produce en el gato un comportamiento de atención orientado hacia la esfera visual. Bajo la acción de la droga y en condiciones de estimulación luminosa continua, los gatos presentan además crisis de furia con ataque dirigido al punto visual que los animales observan fijamente. Cuando se interrumpe en los gatos la entrada de información visual hacia el cerebro, los animales continúan manifestando el comportamiento de atención pero en cambio desaparecen las crisis de furia. Sin embargo, cuando en estas mismas circunstancias experimentales se aplican al azar estímulos auditivos, los animales presentan a cada estímulo acústico reacción de orientación asociada a crisis de furia con ataque dirigido hacia la fuente de estimulación auditiva. Así pues, bajo la acción de la droga, la estimulación luminosa y la estimulación auditiva permiten provocar a voluntad, cambios importantes en la conducta del mismo animal.<sup>1</sup> Los efectos de la quipazina persisten por más de dos horas y durante ese tiempo es posible explorar cuidadosa y repetidamente, los cambios funcionales que tienen lugar en los circuitos neuronales involucrados en la integración de los patrones de conducta inducidos.

Las características del comportamiento provocado por la quipazina nos llevaron a explorar los posibles cambios funcionales que la droga pudiera determinar: en las vías aferentes específicas visual, auditiva y somática; en la formación reticular del tallo cerebral que participa en los procesos de la atención;<sup>2</sup> y en el complejo amigdalino que interviene en la modulación de los estados afectivos de la conducta.<sup>3</sup> Dentro de estos estudios se registraron con macroelectrodos los potenciales evocados en los analizadores corticales específicos, observándose que bajo los efectos de la droga no se manifiestan cambios significativos en la amplitud y forma de las respuestas provocadas por la estimulación auditiva y que por el contrario, los potenciales evocados por los estímulos luminosos y somáticos se facilitan y muestran un incremento en la amplitud de sus distintos componentes.<sup>1, 4</sup> Asimismo se apreció que en la formación reticular del tallo cerebral y en los núcleos amigdalinos, los potenciales provocados por la estimulación luminosa y somática se facilitan notablemente bajo la acción de la quipazina y en cambio, la amplitud de las respuestas provocadas por los estímulos acústicos se reduce significativamente.<sup>4</sup> Estos datos electrográficos obtenidos con macroelectrodos, fueron base importante de otros experimentos en los cuales se evidenció que la quipazina actúa predominantemente sobre las áreas corticales visuales, formación reticular del tallo cerebral y núcleos amigdalinos.<sup>1, 4-5</sup>

La formación reticular del tallo cerebral es un sistema multisensorial que

recibe colaterales de las vías aferentes primarias y proyecciones de toda la corteza cerebral. Sus funciones son múltiples y anatómicamente sus elementos están esparcidos entre núcleos neuronales y haces de fibras nerviosas. Sin embargo, estudios experimentales han señalado que dicha estructura constituye un sistema funcionalmente homogéneo.<sup>6</sup> Por otra parte, a través de electrodos de diámetro discreto se registra la actividad eléctrica correspondiente a grupos neuronales restringidos (registro unitario multilineal). Mediante este procedimiento y en cuanto se refiere a los grupos neuronales registrados en la formación reticular, es posible conocer algunas de sus propiedades funcionales como son las respuestas a distintos estímulos sensoriales, las características de convergencia a los impulsos provocados por esta misma estimulación y los cambios en las respuestas originadas por la influencia de los impulsos descendentes de la corteza cerebral. Ante esta posibilidad se plantea la pregunta de si todos y cada uno de los grupos neuronales que se registran tienen las mismas características de convergencia y de respuesta a la estimulación aferente, o bien, si la unidad funcional es dada por la interconexión polisináptica de los elementos que integran los grupos neuronales. De acuerdo con esta última hipótesis un sistema funcional dado, comprendido en la formación reticular, no estaría constituido por un conjunto de núcleos en el sentido anatómico de la palabra es decir, por conglomerados compactos de neuronas con funciones semejantes; por el contrario, dicho sistema estaría formado por elementos

neuronales anatómicamente esparcidos y la unidad estaría determinada por las características funcionales de sus elementos independientemente de la situación anatómica de éstos. Para encontrar los elementos integrantes de un sistema funcional es preciso explorar un gran número de neuronas y para establecer la posibilidad de que dichos elementos colocados en distintas posiciones anatómicas correspondan a un mismo sistema, se requiere analizar estadísticamente las características funcionales de los grupos neuronales registrados. Para dar apoyo experimental a esta hipótesis y empleando el registro de la actividad unitaria multineuronal, se exploraron más de 300 grupos neuronales de la formación reticular del tallo cerebral. En estos grupos se determinaron sus propiedades de convergencia y de respuesta a los estímulos sensoriales somáticos, visuales y auditivos. Asimismo, se investigaron sus cambios de respuesta inducidos por la ausencia de impulsos descendentes de la corteza visual, así como las modificaciones originadas por la quipazina, que como hemos dicho, bajo su acción se incrementa la amplitud de los potenciales provocados por los estímulos visuales y somáticos al mismo tiempo que decrecen las respuestas provocadas por la estimulación auditiva.

En la figura 1 se ilustran los datos obtenidos mediante el registro de la actividad unitaria multineuronal, correspondiente a la formación reticular de gatos íntegros y de gatos con extirpación de la corteza visual. En ella se expresa la distribución en por ciento de las unidades que en uno y otro caso

respondieron a la estimulación somática, visual y auditiva. De las unidades registradas en la formación reticular de los animales íntegros, el 96% respondió a los estímulos somáticos, el 87% a los visuales y el 60% a los auditivos. En los animales con extirpación de la corteza visual, el número de neuronas activadas por los estímulos somáticos y visuales fue menor, es decir, el 62% respondió a los estímulos somáticos y el 55% a los visuales; sin embargo, el número de elementos neuronales activados por la estimulación auditiva, no decreció en los animales con extirpación de la corteza visual y prácticamente fue el mismo que el observado en los animales íntegros. Estos datos muestran que el registro de la actividad unitaria multineuronal, permite obtener una estimación estadística de los efectos que la estimulación aferente origina en los sistemas multisensoriales, como es el caso de la formación reticular que se suponía era igualmente activada por todas las modalidades de estimulación aferente.<sup>6</sup>

En forma semejante, el registro de la actividad unitaria multineuronal facilita el estudio de la convergencia que tiene lugar en cada uno de los grupos neuronales que se exploran. En la figura 2 se ilustran los resultados obtenidos en los gatos íntegros. De las unidades registradas en la formación reticular de estos animales, 38% mostró convergencia a los impulsos provocados por la estimulación somática, visual y auditiva; 35% a los impulsos somáticos y visuales; en 5% la convergencia fue somática y visual y sólo 2% presentó convergencia a los impulsos auditivos

y visuales. La porción de la formación reticular explorada en este estudio recibe el mayor número de proyecciones de la corteza cerebral y es posible que a este hecho se deba, que el número de unidades que presentó convergencia a las tres modalidades de estimulación haya sido el mayor. En la misma figura 2 se aprecia que en los gatos con extirpación de la corteza visual, la convergencia decreció considerablemente excepto para los impulsos de origen somático y auditivo, en cuyo caso, el

número de neuronas que presentó este tipo de convergencia fue siete veces mayor que en el caso de los animales íntegros.

Cuando se compara el número de células que se activó por la estimulación auditiva en los gatos íntegros, con el número de células activadas por la misma estimulación en los animales con extirpación de la corteza visual, se observa que no existe ninguna diferencia significativa entre ambas situaciones experimentales (Fig. 1). Sin embargo, es

## FORMACION RETICULAR

Número de celulas que responden a la estimulación aferente

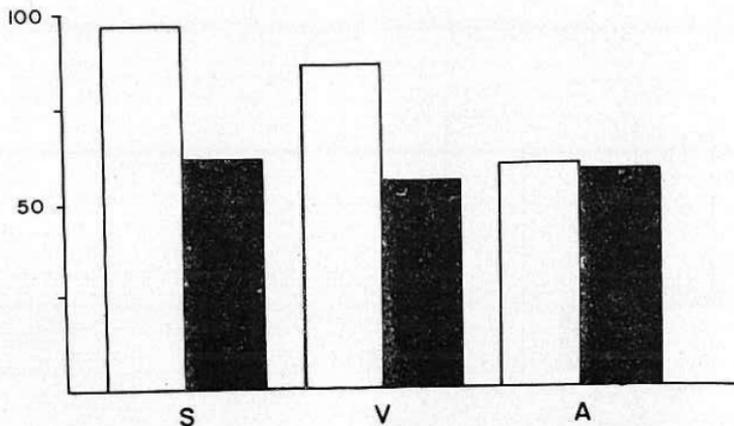


FIG. 1. Porcentaje de neuronas que respondieron a los estímulos somáticos (S), visuales (V) y auditivos (A). Las columnas blancas representan los valores obtenidos en gatos íntegros y las negras los correspondientes a gatos con extirpación de la corteza visual. Nótese que en este último caso decreció notablemente el porcentaje de neuronas que respondieron a los estímulos somáticos y visuales y que por el contrario no se apreciaron cambios significativos en el caso de los estímulos auditivos.

importante hacer notar que el número de células que presentó convergencia a los impulsos somáticos y auditivos fue muy pequeño en los animales íntegros y que por el contrario, en los animales con extirpación de la corteza visual, el número de unidades que presentó el mismo tipo de convergencia se incrementó considerablemente (Fig. 2). Estos datos indican que el número de células que integra el conjunto neuronal que maneja la información auditiva, no se modifica esencialmente al extirpar la corteza visual y que en cambio, la relación funcional de convergencia a los impulsos somáticos y visuales decre-

ce considerablemente en los animales con extirpación de la corteza visual.

Habiéndose observado que tanto en los animales íntegros como en los animales con extirpación de la corteza visual, las diferencias en el número de neuronas responsivas a cada modalidad de estimulación fueron pequeñas, se siguió otro procedimiento de análisis para estimar mejor dichos resultados. De acuerdo con este estudio se consideró el índice de respuesta en el que se establece la relación porcentual del número de neuronas que responde a un tipo dado de estimulación aferente y el incremento de la respuesta medida

## CONVERGENCIA EN LA FORMACION RETICULAR

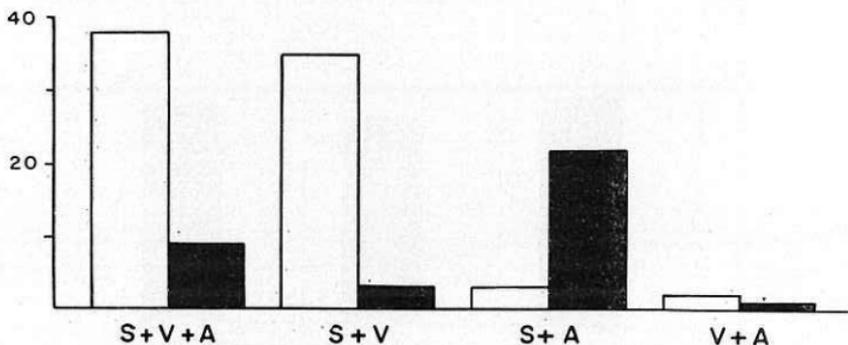


FIG. 2. Porcentaje de neuronas que presentaron convergencia a la estimulación somática visual y auditiva (S+V+A); somática y visual (S+V); somática y auditiva (S+A); y visual y auditiva (V+A). Las columnas blancas corresponden a gatos íntegros y las negras a gatos con extirpación de la corteza visual. Obsérvese que en estos últimos animales se incrementó significativamente el porcentaje de las neuronas que presentaron convergencia a los estímulos somáticos y auditivos y que en cambio decreció el correspondiente a las otras modalidades de convergencia.

por la frecuencia de la descarga. Según se ilustra en la figura 3, en los gatos íntegros bajo los efectos de la quipazina, en cuya situación los animales reaccionan con furia a los estímulos visuales, se incrementó el índice de respuesta correspondiente a esta modalidad de estimulación y por el contrario, los índices de respuesta pertenecientes a la estimulación auditiva y somática decrecieron con relación al grupo control. En los gatos con extirpación de la corteza visual los índices de respuesta a los estímulos visuales y somáticos decrecieron, pero en cambio no se modificó el correspondiente a los estímulos auditivos. En los propios animales con extirpación de la corteza visual y bajo la acción de la quipazina, en cuyo caso los gatos reaccionan con furia a los estímulos auditivos, el índice de respuesta a esta misma modalidad de estimulación aumentó considerablemente (200% de incremento), en tanto que los índices de respuesta a los estímulos visuales y somáticos no se modificaron significativamente con relación a la situación experimental anterior (Fig. 3).

La formación reticular del tallo cerebral recibe impulsos aferentes de todo el sensorio así como de la corteza cerebral y está constituida por un conjunto de neuronas que se extiende desde el diencefalo hasta el bulbo raquídeo.<sup>7</sup> Su característica funcional es la convergencia<sup>8</sup> y ejerce, acción facilitatoria sobre la actividad refleja<sup>9</sup> y acción activadora sobre la actividad eléctrica cerebral.<sup>10</sup> El estudio de sus funciones ha revelado que también participa en los procesos de la atención<sup>2</sup> en el mantenimiento de los estados de sueño y

vigilia,<sup>11</sup> en el control de la transmisión aferente<sup>12</sup> y en la coordinación de la actividad motora.<sup>13</sup>

Toda esta acción energizante sobre las funciones del cerebro hizo suponer que sus elementos neuronales formaban un conjunto funcionalmente homogéneo.<sup>6</sup> Esta hipótesis encontró apoyo experimental en los estudios de convergencia a los impulsos aferentes observada en sus distintos niveles,<sup>14</sup> en los efectos de su estimulación que produce reacción de despertar conductual<sup>15</sup> y electroencefalográfica<sup>10</sup> y finalmente en la acción facilitatoria que ejerce sobre los reflejos espinales.<sup>9</sup> Sin embargo, se ha visto en este estudio que cuando se registran poblaciones neuronales reducidas en dicha estructura, se aprecia que existen grupos de neuronas que tienen propiedades funcionales distintas en cuanto se refiere a su grado de convergencia para los impulsos de origen sensorial y cortical y que asimismo, son diferentes en cuanto se refiere a su capacidad de reorganización funcional en diversas situaciones experimentales. Dentro del complejo sistema reticular es posible identificar grupos neuronales reducidos con funciones semejantes y sin embargo, su ubicación no corresponde a una localización bien definida que bajo el concepto anatómico de núcleo, permita identificarlos como tales. Lo anterior no indica necesariamente que su distribución anatómica sea desordenada. El problema radica en la imposibilidad práctica de localizar, en puntos fijos del gran volumen que constituye la formación reticular, grupos neuronales reducidos que tengan la misma función.

## FORMACION RETICULAR

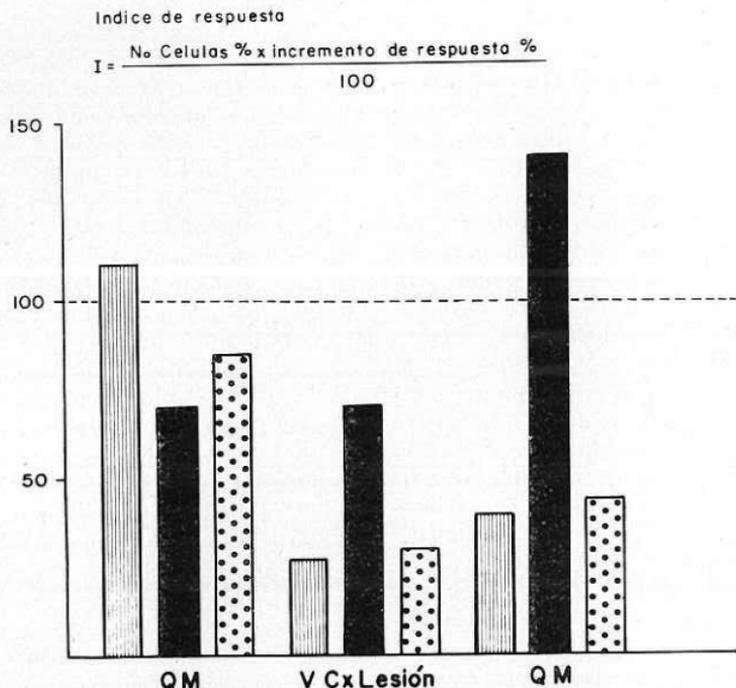


Fig. 3. Índice de respuesta neuronal por estimulación aferente. Las columnas a rayas negras y punteadas, representan el índice de respuesta correspondiente a la estimulación visual, auditiva y somática respectivamente. La altura de las columnas está considerada en base al valor control representado por la línea interrumpida que parte de 100. Hacia arriba de esta línea se indica el grado de incremento del índice de respuesta y hacia abajo el grado de atenuación. De izquierda a derecha el primer grupo de tres columnas corresponde a gatos íntegros bajo los efectos de la quipazina, el segundo grupo a gatos con extirpación de la corteza visual (Vx Lesión) y el tercero a gatos con extirpación de la corteza visual bajo los efectos de la quipazina. En este último caso destaca el incremento del índice de respuesta correspondiente a la estimulación auditiva.

La definición estadística que puede darse a este sistema de convergencia constituido por la formación reticular, está determinada por el número de neuronas que tienen la misma función o el mismo grado de convergencia. Hemos visto en nuestros experimentos que

cuando se pasa de una situación experimental (gatos íntegros) a otra (gatos con lesión de la corteza visual), varía poco el número de neuronas que sólo responde a uno de los estímulos aplicados, siendo este echo particularmente notable en el caso de las células que

se activan bajo la estimulación auditiva. Considerando estos datos, es posible afirmar que al menos en lo que se refiere a la función auditiva de dicha estructura, no hay signos aparentes de una reorganización funcional que pudiera correlacionarse con la conducta de furia inducida por la quipazina y que según hemos dicho, se manifiesta orientada hacia la esfera visual en los animales íntegros y hacia la esfera auditiva en los animales con lesión de la corteza visual. Sin embargo, cuando se estudia comparativamente el número de células que en uno y otro caso presentan convergencia a los impulsos aferentes, se aprecia que en los animales con lesión cortical se reduce significativamente el número de neuronas que presentan convergencia a los impulsos originados por la estimulación somática, visual y auditiva, baja más aún en el caso de las células que muestran convergencia a los impulsos somáticos y visuales y aumenta hasta siete veces el correspondiente a las neuronas que presentan convergencias a los estímulos somáticos y auditivos.

Las proyecciones corticorreticulares que se originan en las distintas áreas de la corteza cerebral ejercen según su número una influencia graduada sobre la formación reticular. French y cols.,<sup>16</sup> han demostrado que el mayor número de proyecciones corticorreticulares se origina en el área sensitivo motora de la corteza cerebral y por otra parte, Escobar y cols.,<sup>17</sup> han descrito que en el gato las proyecciones de la corteza visual convergen en un área restringida de la formación reticular. Al efectuar en los presentes experimentos el estudio

estadístico funcional de esta última área, se evidenció que su red neuronal forma parte del complejo circuito que maneja la información visual. El mismo estudio indica que en dicha porción de la formación reticular la representación del circuito integrador de la información visual está entremezclado con otros circuitos neuronales que manejan la información auditiva, permaneciendo ambos sistemas en estrecha relación con el sistema sensitivo motor de la corteza cerebral. A juicio de los autores no es aventurado afirmar que la formación reticular está constituida por un conjunto de circuitos neuronales que entrelazan la información aferente con la que recibe de la corteza cerebral. Funcionalmente dichos circuitos se encuentran bien definidos pero anatómicamente no es posible individualizarlos.

Es evidente que para poder profundizar en el estudio de los procesos involucrados en la integración de la conducta normal y patológica, es preciso afinar los conocimientos referentes a la reorganización funcional de los distintos sistemas neuronales es decir, a la capacidad plástica del sistema nervioso central. Se ha visto en los experimentos de los autores que en los animales inyectados con maleato de quipazina existe una organización funcional rígida de los circuitos neuronales encargados del manejo de la información visual, con detrimento de aquellos otros que modulan otros tipos de información proveniente de las vías aferentes sensoriales respectivas. Esta rigidez funcional se puso de manifiesto por la gran respuesta de los grupos neuronales a los es-

tímulos visuales; conductualmente por la furia orientada hacia estos mismos estímulos; y finalmente por la ausencia de respuesta a las otras modalidades de estimulación. Para modificar estas manifestaciones de reorganización funcional en los circuitos neuronales fue preciso recurrir a un procedimiento drástico, consistente en suprimir la información visual corticofuga. Bajo estas circunstancias la organización funcional de los sistemas de asociación cambió hacia la esfera auditiva y simultáneamente el patrón conductual de furia se manifestó orientado hacia los estímulos acústicos.

Ciertas alteraciones de conducta en el hombre, como en los casos de algunas psicosis que cursan con un patrón conductual rígido y en las cuales no se encuentran signos de alteración funcional del cerebro, podrían ser debidas a la pérdida o a la disminución transitoria permanente de la capacidad plástica de los circuitos neuronales. En la agresividad de los epilépticos temporales, que frecuentemente no presentan signos electrográficos del padecimiento, se ha observado cierta rigidez en la dirección con que se activan las vías de interconexión del sistema límbico. Y cuando en estos mismos pacientes la cirugía ha hecho posible desequilibrar dicho tránsito forzado y rígido, la alteración conductual se ha corregido en mayor o menor grado.

#### REFERENCIAS

- Guzmán-Flores, C. y Alcaraz, M.: *Efectos del maleato de quipazina sobre el sistema nervioso central*. GAC. MÉD. MÉX. 99: 747, 1969.
- Hernández-Peón, R.; Guzmán-Flores, C.; Alcaraz, M., y Fernández-Guardiola, A.: *Sensory transmission in visual pathway during "attention" in unanesthetized cats*. Acta Neurol. Latinoamer. 3: 1, 1957.
- Gloor, P.: *Amygdala*. En: Field, J. (Ed.) *Handbook of Physiology Section I: Neurophysiology*. Washington, American Physiological Society, 1960. Vol. II, p. 1395.
- Salas, M.; Cervantes, M., y Guzmán-Flores, C.: *The action of quipazine maleate on the central nervous system*. Bol. Estud. Méx. Biol. (Méx.) 25: 119, 1968.
- Salas, M.; Cervantes, M., y Guzmán-Flores, C.: *Mechanism of action of quipazine maleate on the central nervous system*. Bol. Estud. Méd. Biol. (Méx.) 24: 191, 1966.
- Hernández-Peón, R.: *Central mechanisms controlling conduction along central sensory pathways*. Acta Neurol. Latinoamer. 1: 256, 1955.
- Jasper, H. H.; Proctor, L. D.; Knignton, R. S.; Noshay, W. C., y Costello, R. T. (Eds.): *Reticular formation of the brain*. Boston; Little Brown, Co., 1958.
- Scheibel, M.; Scheibel, A.; Mollica, A., y Moruzzi, G.: *Convergence and interaction of afferent impulses on single units of reticular formation*. J. Neurophysiol. 18: 310, 1955.
- Rhines, R. y Magoun, H. W.: *Brain stem facilitation of cortical motor response*. J. Neurophysiol. 9: 219, 1946.
- Moruzzi, G. y Magoun, H. W.: *Brain stem reticular formation and activation of the EEG*. EEG Clin. Neurophysiol. 1: 455, 1949.
- Lindsley, D. B.; Schreiner, L. H.; Knowles, W. B. y Magoun, H. W.: *Behavioral and EEG changes following chronic brain stem lesions in the cat*. EEG Clin. Neurophysiol. 2: 483, 1950.
- Guzmán-Flores, C. y Alcaraz, M.: *Control central de la transmisión aferente*. Neurol. Neurocir. Psiquiat. (Méx.) 2: 37, 1961.
- Magoun, H. W. y Rhines, R.: *Spasticity: the stretch reflex and extrapyramidal systems*. Springfield, Charles C. Thomas, 1947.
- Ammassian, V. E. y Devito, R. V.: *Unit activity in reticular formation and*

- nearby structures*. J. Neurophysiol. 17: 575, 1954.
15. Segundo, J. P.; Arana, R. y French, J. D.: *Behavioral arousal by stimulation of the brain in the monkey*. J. Neurosurg. 12: 601, 1955.
16. French, J. D.; Hernández-Peón, R. y Livingston, R. B.: *Projections from cortex to cephalic brain stem (reticular formation) in monkey*. J. Neurophysiol. 18: 74, 1955.
17. Escobar, A.; Guzmán-Flores, C. y Alcaraz, M.: *Conexiones de la corteza visual con el tronco cerebral. Estudio anatómico en el gato*. Bol. Inst. Estud. Méd. Biol. (Méx.) 21: 93, 1963.
-