

Relaciones entre efectos motores y posdescargas producidos por estimulación eléctrica de amígdala e hipocampo *

J. M.^{*} Delgado-García** y D. Mir

Departamento de Fisiología
Facultad de Medicina
Sevilla

(Recibido el 22 de julio de 1974)

J. M.^{*} DELGADO-GARCIA and D. MIR. *Relationships Between Motor Effects and After-discharges Induced by Electrical Stimulation of Amygdala and Hippocampus*. Rev. esp. Fisiol., 30, 269-272. 1974.

The amygdala and the hippocampus of 35 cats have been electrically stimulated in order to study the relationships between motor responses and electrical after-discharges. The results were as follows: *a*) the hippocampus showed a low percentage of motor responses without after-discharges, while it showed high percentages of after-discharges without motor responses; and *b*) the amygdala (specially the amygdala centralis) showed the opposite phenomenon: high level of motor responses without after-discharges, but only one after-discharge without induced motor effect.

La estimulación eléctrica de amígdala e hipocampo produce diversas respuestas motoras, vegetativas, endocrinas y emocionales (7). En relación concretamente con las respuestas motoras se ha supuesto, sobre todo para el hipocampo, que dichas respuestas sólo aparecerían acompañadas de posdescargas (PDs) debidas al estímulo (8). Por otra parte, se ha señalado que es posible obtener PDs amigdalinas sin que se acompañen de fenómenos motores ni de perturbaciones en la

realización de un condicionamiento instrumental (3).

Sin embargo, aún no se ha realizado un estudio sistemático de las relaciones existentes entre las respuestas motoras y la aparición de PDs por estimulación de estas estructuras. Nuestro propósito fue: *a*) determinar en cada estructura la primera respuesta en aparecer a la estimulación eléctrica, ya fuese PD, respuesta motora o ambas a la vez, y *b*) determinar los umbrales mínimos en cada estructura para la obtención de ambos tipos de respuesta.

Material y métodos

Se han utilizado 35 gatos, machos y hembras, con un peso de 2,6 kg (máximo de 3,6 kg y mínimo de 2 kg). Se mantuvieron bajo anestesia (50 mg/kg de tio-

* Trabajo realizado con una ayuda para la formación del personal investigador (Ministerio de Educación y Ciencia).

** Dirección actual: Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma, Madrid - 34.

pental sódico i.p.) durante toda la experiencia.

Los electrodos utilizados fueron de tipo bipolar concéntrico, de acero inoxidable y aislados con teflón. Las implantaciones se realizaron con la ayuda de un aparato estereotáxico JC.

Para la determinación de las coordenadas estereotáxicas se utilizaron los atlas de JASPER y AJMONE-MARSAN (6) y REINOSO-SUÁREZ (10). Se estimularon puntos situados en: amígdala anterioris (AA), amígdala lateralis (AL), amígdala basalis (AB), amígdala centralis (AC), hipocampo posterioris (HP), hipocampo dorsalis (HD) e hipocampo ventralis (HV).

Los electrodos se deslizaron milímetro a milímetro a lo largo de las zonas elegidas a través de guías previamente fijadas a la bóveda craneana con cemento dental.

Los registros se realizaron en un polígrafo Beckman de cuatro canales. Como estímulo se utilizaron pulsos negativos de 100 cps, 0,5 mseg. de duración del pulso y una duración total del estímulo de 5 seg.; el estimulador usado fue un Grass SD5, controlándose de forma continua la intensidad del estímulo por medio de un circuito descrito por DELGADO (1). Para la obtención de las respuestas motoras y de las PDs se utilizó una secuencia de intensidad creciente desde 0,1 hasta 1,5 mA, con incrementos de 0,1 a 0,1 mA. El resto de los parámetros de estimulación se mantuvo constante. Una vez obtenida una respuesta se repitió cinco veces la misma estimulación.

Una vez finalizada cada experiencia el animal fue perfundido con suero salino y formol al 10%. Dos semanas después el cerebro fue cortado en bloques de 50 μ en un microtomo de congelación, siendo fotografiados aquellos cortes que mostraron la localización de algún electrodo.

Resultados

Los resultados obtenidos al determinar el orden de aparición de respuestas moto-

Tabla I. *Primera respuesta obtenida por estimulación eléctrica de cada estructura.* Entre paréntesis se indica el número de puntos estimulados.

Estructura	Respuesta					
	Motora		PD		Motora más PD	
	N. ^o	%	N. ^o	%	N. ^o	%
AA (6)	2	33	0	0	4	67
AL (12)	4	33	1	8	7	59
AB (10)	5	50	0	0	5	50
AC (12)	7	58	0	0	5	42
HP (30)	2	7	15	50	13	43
HD (9)	0	0	4	44	5	56
HV (15)	1	7	6	40	8	53

ras, PDs y de respuestas motoras acompañadas de PDs se muestra en la tabla I. Para cada punto sólo se anotó la primera respuesta aparecida, ya fuese una respuesta motora, una PD o ambas simultáneamente.

En amígdala sólo se encontró un punto situado en AL, cuya estimulación produjo una PD sin que se acompañase de respuesta motora. En cambio, en hipocampo se encontraron 25 puntos con esas características. Con las respuestas motoras ocurrió el fenómeno inverso. En los distintos núcleos amigdalinos se encontraron 18 puntos que mostraron en primer lugar respuestas motoras no acompañadas de PDs. En hipocampo sólo se encontraron 2 puntos en HP y 1 en HV que presentaron respuestas motoras sin PDs.

La estimulación de hipocampo y principalmente de amígdala produjo una gran variedad de respuestas motoras que afectaron tanto a la musculatura de la cabeza como a las extremidades. De entre ellas se seleccionaron aquellas respuestas que representaron un giro, movimiento o contracción del lado contralateral al punto estimulado, por ser las más frecuentes en aparecer. Sólo se aceptaron como tales las respuestas que aparecieron en cinco estimulaciones sucesivas sin mostrar modificaciones en sus características. En la

Tabla II. Valores umbrales mínimos (en mA) para la obtención de respuestas motoras y de PDs.

Movimientos de:*	Estimulación en:**						
	AA	AL	AB	AC	HP	HD	HV
Ojos (desviación)		0,2		0,4	0,3	1,5	
Párpado (cierre)	0,1	0,2	0,1	0,2	1,0		0,3
Oreja	0,4	0,3	0,1	0,2	0,8	0,6	0,6
Comisura bucal (desv.)	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,4	1,0
Lengua (desviación)	0,6	0,2	0,1	0,1	0,4		
Miembro anterior		0,3	0,5	0,1	0,1	0,8	0,5
Miembro posterior	0,1	0,4	0,5	0,1	0,6	0,4	0,2
Umbral mínimo de PD	0,5	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,3

(*) Siempre del lado contralateral al punto estimulado.

(**) Las cifras en negrita indican que la respuesta motora se acompañó de PD.

tabla II se muestran los valores umbrales mínimos para la obtención de dichas respuestas y si se acompañaron o no de la aparición de PDs.

En amígdala sólo en tres casos la intensidad mínima para la producción de una respuesta motora provocó a su vez la aparición de una PD; en cambio, la estimulación del hipocampo produjo el fenómeno inverso: sólo en dos casos los umbrales mínimos para la obtención de respuestas motoras no se acompañaron de PDs. En los demás casos, la aparición de respuestas motoras por estímulo de puntos situados en hipocampo se acompañó de PDs en dicha estructura, propagándose a su vez al núcleo amigdalino.

El análisis detallado de las PDs obtenidas, así como la localización de los puntos estimulados dentro de cada estructura, han sido referidos en otro lugar (4).

Discusión

Mientras se acepta que en amígdala se pueden obtener respuestas motoras sin que aparezcan acompañadas de PDs, tal hecho ha sido negado para el hipocampo (11).

En la presente investigación se han obtenido respuestas motoras por estimulación del hipocampo sin que tal efecto se

acompañase de la aparición de PDs. Sin embargo, este hecho es poco frecuente, ya que la aparición de respuestas motoras en el hipocampo se acompañó en el 90 % de los casos de la aparición de PDs en las estructuras estimuladas; como la totalidad de estas PDs se propagaron a los núcleos amigdalinos homolaterales, es posible pensar que la mayor parte de las respuestas motoras obtenidas estimulando el hipocampo son el resultado de la propagación de PDs al núcleo amigdalino (2).

Por el contrario, la estimulación de amígdala produjo porcentajes altos (de 33 a 58 %) de respuestas motoras que no se acompañaron de PDs. Así, pues, mientras la amígdala activa la aparición de mayor número de respuestas motoras, el hipocampo presenta con mayor facilidad una actividad paroxística que no siempre tiene repercusión motora.

Los umbrales para la obtención de respuestas motoras en la amígdala fueron inferiores a los necesarios para obtener tales respuestas en el hipocampo, lo cual confirma experiencias anteriores (9). Por otra parte, aunque se ha señalado que los umbrales para la obtención de respuestas motoras y de PDs aumentan en el animal anestesiado, los valores obtenidos son similares a los descritos para el animal despierto, especialmente en lo que respecta al hipocampo (2, 9).

Dentro de la amígdala la AC mostró: *a*) mayores umbrales para la obtención de PDs, y *b*) menores umbrales para la obtención de respuestas motoras, así como un mayor porcentaje de respuestas motoras sin presencia de PDs; por otra parte, ha sido descrito un efecto inhibitor de la estimulación de AC sobre la actividad paroxística previamente provocada en HV (4). Por todos estos hechos, es posible pensar en una acción inhibitor de AC sobre la propagación y acompañamiento motor de la actividad paroxística generada en hipocampo (5, 8).

Agradecimientos

Agradecemos a M. Lozano y a los alumnos internos del Departamento la ayuda prestada en la realización de los experimentos.

Resumen

Se ha estudiado en gato la relación existente entre efectos motores y posdescargas inducidas por estimulación eléctrica de la amígdala y del hipocampo. Los resultados fueron los siguientes: *a*) el hipocampo mostró un escaso porcentaje de respuestas motoras no acompañadas de posdescargas, mientras que presentó altos porcentajes de posdescargas sin respuestas motoras; *b*) en amígdala, sobre todo amygdala centralis, ocurrió un fenómeno inverso: alto por-

centaje de respuestas motoras sin posdescargas, pero sólo una posdescarga sin acompañamiento motor.

Bibliografía

1. DELGADO, J. M. R.: En «Electrical Stimulation of the Brain» (D. E. Sheer, ed.). University of Texas Press, Austin, Texas, 1961, págs. 25-36.
2. DELGADO, J. M. R. y SEVILLANO, M.: *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, **13**, 722-733, 1961.
3. DELGADO, J. M. R. y MIR, D.: *Ann. N.Y. Acad. Scien.*, **159**, 731-751, 1969.
4. DELGADO-GARCÍA, J. M.^a y MIR, D.: *Rev. esp. Fisiol.*, **30**, 261-268, 1974.
5. EGGER, M. D. y FLYNN, J. P.: *Science*, **136**, 43-44, 1962.
6. JASPER, H. H. y AJMONE-MARSAN, C.: En «Electrical Stimulation of the Brain» (D. E. SHEER, ed.). University of Texas Press, Austin, Texas, 1961, págs. 203-231.
7. KAADA, B. R.: *Acta Physiol. Scand.*, Supl. **24**, 1-285, 1951.
8. KREINDLER, M. A.: En «Experimental Epilepsy». Elsevier, Amsterdam, 1965.
9. MAGNUS, O. y NAQUET, R.: En «Physiologie et pathologie du rhinencéphale» (T. H. ALAJOUANINE, ed.). Masson et Cie., Paris, 1961.
10. REINOSO-SUÁREZ, F.: En «Topographischer Hirnatlas der Katze». E. Merck A. G., Darmstadt, 1961.
11. WASMAN, M. y FLYNN, J. P.: *Arch. Neurol.*, **14**, 408-414, 1966.