

## Efectos de la temperatura en el electroencefalograma y los potenciales evocados de los reptiles (*Lacerta galloti*)

J. González, L. M. Vera, C. M. García-Cruz y R. V. Rial

Departamento de Fisiología (Lab. Biofísica)  
Facultad de Medicina  
Universidad de La Laguna

(Recibido el 26 de septiembre de 1977)

J. GONZALEZ, L. M. VERA, C. M. GARCIA-CRUZ and R. V. RIAL. *Temperature Effects on the EEG and Evoked Potentials in Reptilia* (*Lacerta galloti*). Rev. esp. Fisiol., 34, 153-158. 1978.

The effect of temperatures from 5° to 40° C on EEG amplitude, evoked potentials amplitudes to optical stimuli and latencies of components of evoked potential in lizard *Lacerta galloti*, have been studied, by means of chronically implanted electrodes in dorsal and medial telencephalic cortex. Evoked responses show with greater amplitude in the medial cortex, although latencies were closely similar for both regions.

La temperatura corporal de los seres vivientes es una constante vital relacionada con la Fisiología y el comportamiento general de los mismos. Esta consideración reviste especial importancia en los animales poiquilotermos, en los que la dependencia térmica con el ambiente es un factor de importancia decisiva. En este sentido, KERKORIAN *et al.* (5) demostraron la influencia de la temperatura sobre la capacidad de aprendizaje en *Dipsosaurus dorsalis*. HUNSAKER y LANSING (4), y PARSONS y HUGGINS (9) en sus estudios sobre el EEG de los reptiles hallaron una estrecha dependencia entre temperatura y actividad cerebral: el EEG prácticamente desaparecía a temperaturas bajas, aumentando correspondientemente en las altas. Igualmente, encontraron evidentes cam-

bios en los diferentes ritmos del EEG. ANDRY *et al.* (1) estudiaron en ofidios los efectos de la temperatura sobre la actividad eléctrica espontánea y evocada, constatando que la actividad sensorial se encontraba muy deprimida a baja temperatura, con potenciales evocados muy débiles y de gran latencia, efectos que se invertían a temperaturas elevadas. Todos estos autores han prestado poca atención a la diferenciación topográfica de la corteza telencefálica, limitándose a realizar registros en los que se trata al telencéfalo como una unidad, cuando es conocida la diferenciación de tres grandes regiones sólo en la corteza (8) y, asimismo, la diferente importancia que cada una de ellas posee como zona de proyección sensorial (3).

De estos datos se desprende la importancia de la temperatura en la fisiología del sistema nervioso central de los reptiles, y en relación con este problema, el presente trabajo pretende profundizar en el conocimiento de las relaciones entre temperatura y actividad nerviosa, referidas a las zonas corticales que mayor importancia tienen como áreas de proyección sensorial.

### Material y métodos

**Animales.** Se han utilizado 10 ejemplares del saurio *Lacerta galloti*, de sexo indeterminado, con tamaño cabeza-cloaca comprendido entre 11 y 13 cm y peso corporal de 35-40 g.

**Técnica quirúrgica.** Los animales fueron anestesiados con inhalaciones de éter para implantarles electrodos crónicos monopolares de acero inoxidable de  $150 \mu \text{Ø}$  aislados con teflón, dejando sin aislar sólo la sección cortada del alambre. Los electrodos se implantaron sobre la superficie de las cortezas dorsal y medial (zonas M2 y D2) del telencéfalo (8). El electrodo indiferente se situó sobre un hueso parietal, en contacto con los músculos del cuello y todo el conjunto unido a los huesos del cráneo mediante cemento dental. Se concedió, a cada animal, un mínimo de una semana de recuperación postoperatoria antes del comienzo de los experimentos.

**Registro y estimulación.** Cada experimento comenzaba con la colocación del animal en un recipiente de cristal introducido en otro recipiente-baño que permitía aumentar la temperatura gradualmente por medio de una resistencia eléctrica, o producir descensos, también graduales, hasta las proximidades de  $0^\circ \text{C}$ , introduciendo una mezcla frigorífica. Las variaciones de la temperatura corporal fueron registradas con un termómetro Nihon-Kohden MGA III por medio de una pequeña sonda implantada subcutánea-

mente. El EEG y los potenciales evocados fueron registrados por un polígrafo Nihon-Kohden RM 85 y un osciloscopio de doble haz con memoria. Del registro oscilográfico se tomaron fotografías, sobre las que se estudiaron la morfología de los potenciales evocados, sus amplitudes y las latencias de sus componentes principales. Para provocar los potenciales evocados se utilizó un estimulador óptico Soneclat Alvar, que suministra destellos luminosos de intensidad constante.

Se registró el EEG y los potenciales evocados dentro del margen de temperaturas comprendido entre  $5^\circ \text{C}$  y  $40^\circ \text{C}$ , tomándose en cada animal tres muestras de registro para cada grado de temperatura. Entre cada dos estímulos ópticos se dejó un intervalo mínimo de un minuto para evitar habituación. Todos los registros se realizaron en condiciones ambientales de pobreza sensorial (penumbra y ausencia de ruidos).

### Resultados

**Morfología del potencial evocado.** Se presenta como una onda de superficie ne-

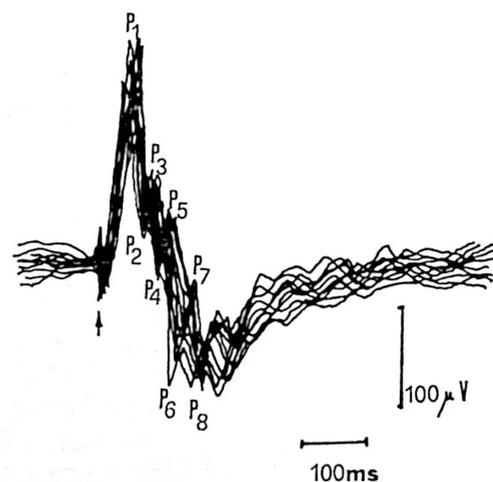


Fig. 1. Superposición de diez potenciales evocados a la temperatura de  $24^\circ \text{C}$ . La flecha señala el artefacto de estímulo. P<sub>1</sub>-P<sub>8</sub>, principales componentes estudiados en las latencias.

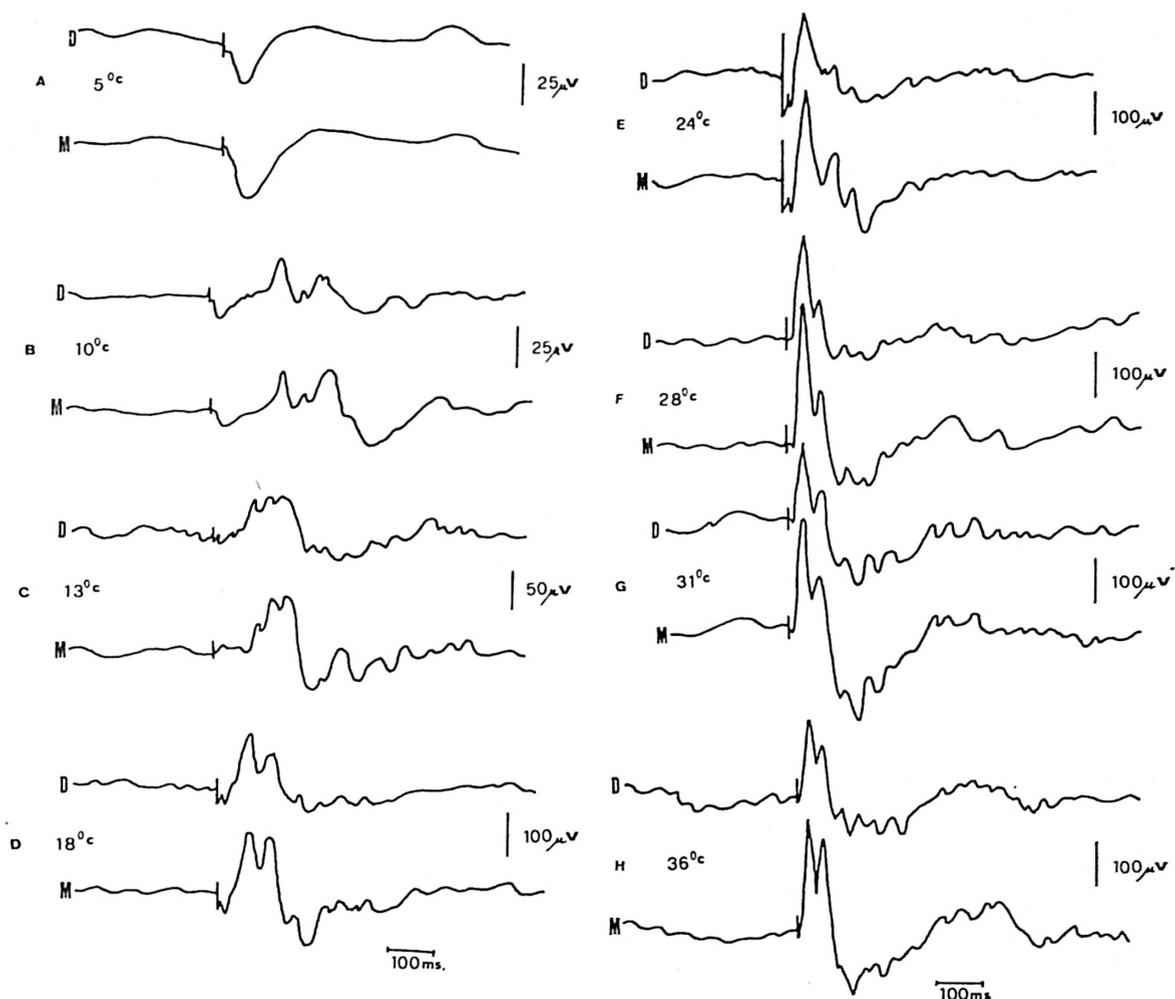


Fig. 2. Ejemplos de potenciales evocados a diversas temperaturas.  
D: corteza dorsal; M: corteza medial.

gativa muy aguda y de gran amplitud, ya que alcanza los 100-180  $\mu\text{V}$  a 24° C para las cortezas dorsal y medial, respectivamente (fig. 1). A continuación del pico negativo sigue una onda positiva de menor amplitud y mayor duración, y sobre esta última se superponen una serie de pequeñas oscilaciones, que en los registros realizados sobre papel (a velocidad mucho menor) toman el aspecto de un huso de actividad beta. A temperaturas bajas, los únicos constituyentes del potencial evocado son la punta negativa y la onda positiva lenta; los picos del huso casi han

desaparecido (fig. 2, a y b). Por el contrario, a temperaturas altas, estos picos son cada vez más aparentes, y se presentan con menor latencia, llegando a invadir la punta negativa en su porción descendentes (fig. 2, f, g y h). Esta morfología es sensiblemente igual en las dos cortezas.

*Amplitud del potencial evocado.* La amplitud del potencial evocado crece directamente con la temperatura (fig. 3), aunque es evidente que en todo momento la corteza medial presenta una amplitud muy superior a la que manifiesta la corte-

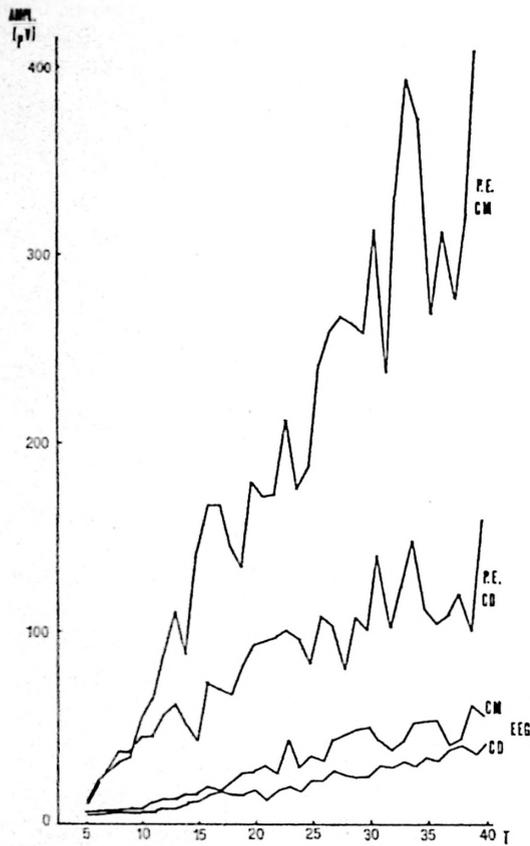


Fig. 3. Amplitudes de los potenciales evocados y amplitud media del EEG para las cortezas medial y dorsal a temperaturas comprendidas entre 5° y 40° C.

za dorsal. La diferencia entre las dos cortezas es altamente significativa ( $P < 0,01$ ).

**Amplitud del EEG.** El estudio de los valores medios del EEG correspondiente a las cortezas dorsal y medial (fig. 3) demuestra que no hay diferencias importantes entre las dos cortezas para las temperaturas comprendidas entre 5° y 17° C. Sin embargo, a partir de los 17° C se observa un distanciamiento, con amplitudes significativamente superiores ( $p < 0,01$ ) en la corteza medial.

**Latencias del potencial evocado.** El comportamiento de los principales com-

ponentes del potencial evocado sigue una ley bastante regular que se aprecia en el paralelismo de las diferentes curvas (figura 4). Las latencias varían entre cerca de los 1.000 ms para el primer pico a temperaturas próximas a los 5° C, hasta valores inferiores a los 100 ms en los tres primeros picos a temperaturas superiores a los 20° C. No hay diferencias significativas entre las latencias correspondientes a la corteza medial y las correspondientes a la corteza dorsal, y la forma general de todas las curvas responde sensiblemente a la de una función exponencial decreciente, con un factor  $Q_{10}$  aproximado de 2 para el intervalo de temperatura comprendido entre los 15° y los 30° C.

### Discusión

El resultado más importante que ha rendido este trabajo ha sido la caracterización de las diferencias entre las cortezas dorsal y medial de la *Lacerta galloti*. La mayor amplitud, tanto del EEG como del potencial evocado en la corteza medial es indicio de una mayor importancia de esta zona. A este respecto hay discrepancias en trabajos anteriores. KRUGER y BERKOWITZ (6) y POWELL y KRUGER (10) obtuvieron resultados opuestos, mientras que ANTHONY (2) coincide en la mayor importancia de las conexiones hacia la corteza medial. Por ello es posible que el grupo de los reptiles sea heterogéneo en este aspecto. En el caso concreto de la *Lacerta galloti*, los análisis estructurales cuantitativos de estas zonas (7, 8) han demostrado un predominio de la corteza medial en extensión y número global de neuronas, indicadores de una mayor importancia funcional de esta zona. Sin embargo, este trabajo ha demostrado que no es posible hablar de una subordinación entre las dos cortezas, ya que el estudio de las latencias ha resultado en la equivalencia de ambas zonas, de lo que se deduce que las dos se encuentran conectadas en paralelo con el órgano sensorial

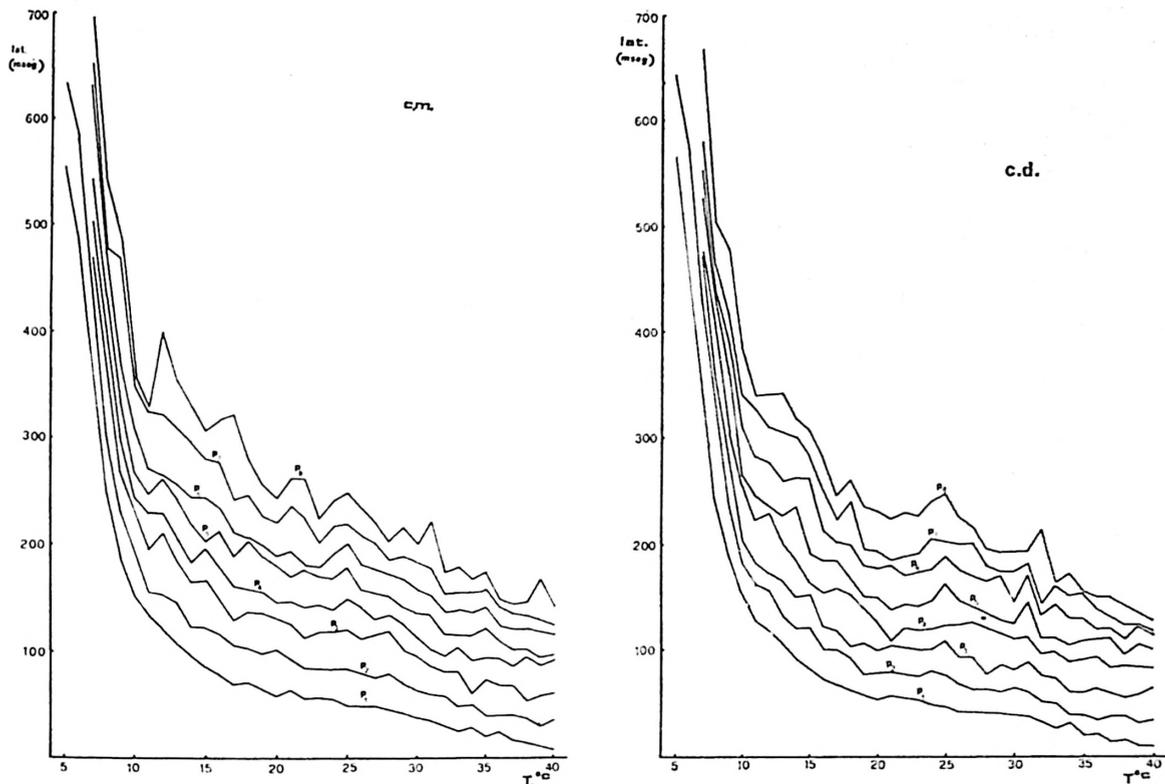


Fig. 4. Latencias de los ocho primeros picos del potencial evocado frente a variaciones de temperatura desde 5° a 40° C en la corteza medial (c.m.) y corteza dorsal (c.d.).

por líneas de un mismo número de eslabones sinápticos.

Con respecto a los demás resultados se ha encontrado una buena concordancia con los obtenidos por otros autores (1, 4, 9) en el efecto de la temperatura sobre la actividad cerebral. En este trabajo se ha encontrado una gran diferencia entre la amplitud del EEG y los potenciales evocados, diferencia que ya es sensible a las más bajas temperaturas. ANDRY *et al.* (1) en ofidios encontraron que esta diferencia sólo se manifestaba a partir de los 15° C, lo que permite suponer que la *Lacerta galloti* es un animal euritermo en grado bastante elevado: el hecho de que aún a 5° C el potencial evocado sea distinguible del «ruido» (EEG de base), deja ver que el animal todavía puede responder a los estímulos del medio.

Por último, la morfología de los poten-

ciales evocados se ha mostrado en completo acuerdo con la descrita por otros autores (1, 3, 11, 12).

### Resumen

Se han estudiado los efectos de temperaturas comprendidas entre 5° y 40° C en la amplitud del EEG, la amplitud de los potenciales evocados a estímulos ópticos y en la latencia de los componentes del potencial evocado sobre el lagarto *Lacerta galloti*, por medio de electrodos implantados crónicamente en las cortezas dorsal y medial del telencéfalo. Se han hallado respuestas evocadas en todo el margen de temperaturas estudiado, con mayor amplitud en la corteza medial, aunque con latencias muy semejantes para las dos cortezas.

### Bibliografía

1. ANDRY, M. L., LUTGES, M. W. y GAMOW, R. I.: *Exp. Neurol.*, **31**, 32-44, 1971.

2. ANTHONY, J.: En «Traité de Zoologie», Vol. 14 (P. P. Grassé, ed.), Masson et Cie, París, 1970, pp. 203-232.
3. GONZÁLEZ, J. y RIAL, R. V.: *Rev. esp. Fisiol.*, 33, 239-248, 1977.
4. HUNSAKER, D. y LANSING, R. W.: *J. Exp. Zool.*, 49, 21-32, 1961.
5. KERKORIAN, C. O., VANCE, V. J. y RICHARDSON, A. M.: *Anim. Behav.*, 16, 429-436, 1968.
6. KRUGER, L. y BERKOWITZ, E. C.: *J. Comp. Neurol.*, 115, 125-141, 1960.
7. MARTÍN-TRUJILLO, J. M.: Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna, 1976.
8. MOLOWNY, A., LÓPEZ, C. y MARÍN, F.: *Trab. Inst. Cajal Inv. Biol.*, 64, 125-158, 1972.
9. PARSONS, L. C. y HUGGINS, S. E.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 119, 397-400, 1965.
10. POWELL, T. P. S. y KRUGER, L.: *J. Anat.*, Londres, 94, 528-542, 1960.
11. SERVIT, Z.: *Epilepsia*, 11, 227-240, 1970.
12. SERVIT, Z., STREJCKOVA, A. y VOLANSCHI, D.: *Physiol. Bohemoslov.*, 20, 221-228, 1971.