

Artículo original

Efecto de la temperatura en la respuesta auditiva del tallo cerebral del reptil (*Sceloporus torquatus*) (squamata: phrynosomatidae)

José de Jesús Morales Martínez,* Marco A. Pérez Andrade,* Adrián Nieto Montes de Oca**

Resumen

ANTECEDENTES

La baja temperatura en la respuesta auditiva de los mamíferos, especialmente en el hombre (20 a 27°C), ocasiona la pérdida del potencial evocado auditivo del tallo cerebral, así como convulsiones cuando alcanza los 20 a 21°C. El efecto de la hipotermia en los reptiles se ha estudiado muy poco.

OBJETIVO

Demostrar la pérdida de la respuesta auditiva del tallo cerebral y la recuperación progresiva del potencial evocado auditivo del tallo cerebral en función del incremento de la temperatura, después de someter a los reptiles a hipotermia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudió el patrón de los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral en reptiles de la especie *Sceloporus torquatus* (lagartija de collar) expuestos a hipotermia. Se sumergieron en hielo hasta que su temperatura corporal fue de 0 a 4°C. En ese momento se registró el potencial evocado auditivo del tallo cerebral (a medida que la temperatura corporal se incrementaba) a intervalos de aproximadamente cinco minutos, hasta que el registro obtenido se volvió constante y la temperatura corporal alcanzó la temperatura ambiente.

RESULTADOS

Los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral mostraron amplitudes extremadamente bajas y latencias extremadamente largas a 4°C. A medida que la temperatura corporal se incrementaba, las latencias de onda de los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral se acortaron y las amplitudes se incrementaron, hasta que se obtuvo respuesta constante (25 minutos después). En el análisis se observó marcada correlación entre la temperatura y la recuperación de la respuesta auditiva.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el tallo cerebral es, desde el punto de vista filogenético, una estructura altamente resistente al daño (sobre todo contra hipotermia generalizada) en los reptiles. Por lo tanto, las bajas temperaturas afectan la respuesta auditiva de los lagartos, retardan las latencias de los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral y disminuyen sus amplitudes, pero no producen riesgo permanente como en los mamíferos.

* Laboratorio Neurofisiología Auditiva Comparada.

** Museo de Zoología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Abstract

BACKGROUND

The low temperature effects on auditory response in mammals, especially the man, causes that the brainstem auditory evoked potential (BAEP) disappear when the range of the corporal temperature from 20 to 27°C and convulsions take place when it arrives at the 20-21°C. However, in the reptiles the effect of the hypothermia have not been sufficiently studied.

OBJECTIVE

To observe the disappearance of the auditory response of brainstem after submitting to the hypothermia to the reptilian and the progressive recovery of (BAEP) the in function of the increment of temperature-time.

MATERIAL AND METHODS

The pattern of the brainstem auditory evoked potential in reptiles exposed to hypothermia was studied in a population of the phrynosomatid lizard *Sceloporus torquatus* (collar lizard) from the environs of Mexico City. The lizards were immersed in ice until their body temperature was between 0 and 4°C. BAEP was recorded then and subsequently (as body temperature increased) at intervals of approximately five minutes, until the record obtained became constant (and body temperature matched the air temperature).

RESULTS

BAEP exhibited extremely low amplitudes and exceedingly long latencies at 4°C. As body temperature increased, BAEP wave latencies shortened steadily while amplitudes increased, also steadily, until an essentially constant response was obtained (about 25 min later). A correlation analysis showed a strong correlation between the temperature and the recovery of the auditory response.

CONCLUSIONS

Our results suggest that the brainstem is, from a phylogenetic point of view, primitively a highly damage-resistant structure (especially against generalized hypothermia) in amniotes. Thus, while low temperatures do affect the auditory response of the lizards, extending BAEP latencies while lowering its amplitudes, they do not produce permanent damage like in mammals.

Palabras clave:

hipotermia en reptiles, potenciales evocados auditivos del tallo cerebral, respuesta auditiva.

Key words:

hypothermia reptile, brainstem auditory evoked potentials, auditory response.

Introducción

La hipotermia es el descenso de la temperatura corporal por debajo de los 35°C, producida por alguna enfermedad o exposición a climas fríos.

Los cambios drásticos de temperatura, en los mamíferos, ocasionan alteraciones fisiológicas y metabólicas en el organismo. La hipotermia disminuye el ritmo de las reacciones bioquímicas del cuerpo.

Por cada grado centígrado que disminuye la temperatura corporal, el consumo metabólico de O₂ cerebral disminuye en aproximadamente 7%. Como resultado, el sistema nervioso central consume menos energía, convierte menos sustratos metabólicos y puede tolerar la disminución del suministro de glucosa. En humanos, la temperatura normal puede disminuir de 7 a 8°C; en otros animales homeotérmicos como la rata, hasta 20°C antes de que ocurran alteraciones del sistema cardiovascular y pongan en riesgo el sistema nervioso central.¹

El funcionamiento del sistema nervioso de los vertebrados terrestres ectotérmicos (anfibios y reptiles) depende de la temperatura del medio ambiente; sin embargo, se han evaluado muy poco los efectos de la temperatura, específicamente la hipotermia, en la respuesta auditiva de estos animales.²

Son insuficientes los datos relacionados con los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral (PPATC) y cómo se afectan por condiciones ambientales. Se ha encontrado que la temperatura influye en la respuesta del tallo cerebral en algunos vertebrados, cuya afectación implica parámetros del funcionamiento auditivo.³

Objetivos

Estudiar la morfología y latencia de los potenciales provocados auditivos del tallo cerebral en reptiles de la especie *Sceloporus torquatus* (lagartija de collar) de los alrededores del valle de México; después de someterlos a inmersión en hielo hasta que la temperatura de su cuerpo fue de 4°C.

Material y método

Se incluyeron 25 especímenes de la lagartija *Sceloporus torquatus* con promedio de peso de 5 a 8 g y longitud de 70 a 90 mm, colectadas de los alrededores de la Ciudad de México. Se descartaron las de mayor peso y tamaño para evitar los efectos indeseables de la edad.

Cada espécimen se colocó en un medio ambiente frío (4°C) hasta que disminuyera por completo su actividad y su temperatura corporal.

El registro de los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral se realizó con la técnica descrita por Morales.⁴ Cuando se inmovilizaron las lagartijas, se colocaron electrodos de aguja subdérmicamente en el cráneo. El electrodo activo se colocó en el vertex; el electrodo común y el de tierra en los lados opuestos de la cabeza (debajo de las escamas auditivas). La impedancia de los electrodos se mantuvo por debajo de 5,000 Ohms. Los estímulos consistieron en clicks de polaridad alterna de 100 ms de duración y rango de repetición de 20 clicks/seg. Para obtener la respuesta auditiva se promediaron 500 estímulos. La estimulación fue biaural en campo libre. Los sonidos se liberaron en una cámara sonoro-amortiguada con una bocina colocada a 70 cm de distancia, en frente de la cabeza del animal. Los registros se iniciaron cuando

la temperatura corporal del animal fue de 4°C, aproximadamente. Se tomaron registros cada 5 minutos hasta llegar a los 26°C cuando la respuesta auditiva se hizo constante.

La estimulación se hizo por duplicado con la finalidad de asegurar la reproducibilidad del registro. Cuando los registros se completaron a 70 dB, se buscó el umbral auditivo de cada lagartija (50, 40, y 30 dB).

La temperatura se vigiló con termómetro ambiental (PROPPER -20 + 50°C). Además, se colocó un termistor en la cloaca para registrar la temperatura interna del reptil. Los registros se promediaron en el programa de cómputo para potenciales provocados auditivos del tallo cerebral (Racia Modelo APE-78).

Se realizó el análisis de correlación entre la temperatura y la latencia de onda de los potenciales provocados auditivos del tallo cerebral.

Resultados

Al iniciar los registros y cuando la temperatura corporal del animal llegó a los 4°C, se obtuvieron potenciales provocados auditivos del tallo cerebral con latencias muy alargadas y amplitudes muy cortas. A medida que la temperatura ascendía, los potenciales provocados auditivos del tallo cerebral mostraron recuperación sustancial con acortamiento de las latencias y mayor amplitud de onda hasta los 26 minutos; tiempo en el que se observó que la latencia y la amplitud de los potenciales provocados auditivos del tallo cerebral no sufrían cambios.

Se observaron dos ondas visibles a medida que se recuperaron los animales. La onda I fue vigorosa, seguida del pronunciado valle negativo. Después de

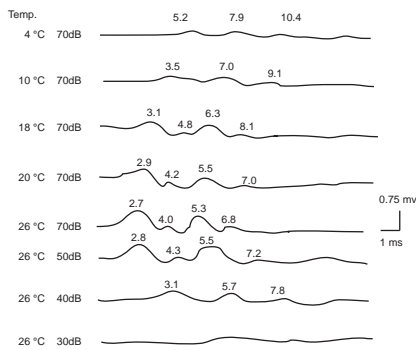


Figura 1.

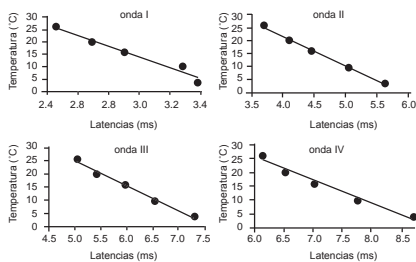


Figura 2.

esta onda, se encontró la onda III de gran amplitud. Entre éstas se encontró una pequeña onda correspondiente a la onda II. Esta onda se define mejor en intensidades de 50, 40 y ocasionalmente, en el umbral auditivo de 30 dB.

El análisis estadístico demuestra la marcada correlación entre los efectos de la temperatura y la recuperación de la respuesta auditiva.

Discusión

Se considera que cuando la temperatura permanece por arriba de los 20°C, el cambio en el umbral auditivo de diferentes especies es poco apreciable y se debe con mayor frecuencia a ruidos del medio ambiente y no así a las variaciones microclimáticas. Si la temperatura desciende

por debajo de los 20°C, se deterioran rápidamente los umbrales y latencias del potencial evocado de diferentes especies; como consecuencia, también se afecta la conducta.⁵

La investigación de Rose⁶ indicó que la temperatura afecta los mecanismos de búsqueda, huida y apareamiento de la mayoría de las hembras.

Los registros obtenidos en el laboratorio, en reptiles con hipotermia, coinciden en algunos aspectos con otros autores, ya que las latencias se prolongan y las amplitudes disminuyen a medida que la temperatura baja hasta 10°C, pero no desaparecen totalmente.⁷⁻¹⁰

Conclusiones

El patrón morfológico de las ondas del potencial provocado auditivo del tallo cerebral no tuvo variaciones sustanciales entre los animales registrados. Sin embargo, se observaron diferencias entre los valores de latencias entre un espécimen y otro, quizás por la respuesta fisiológica al frío de cada animal.

Los resultados obtenidos en estos reptiles demuestran, desde el punto de vista filogenético, que el tallo cerebral es una estructura muy resistente al daño, especialmente a la hipotermia generalizada; por lo tanto, los efectos del frío afectan la respuesta fisiológica auditiva del animal porque retardan las latencias y reducen las amplitudes, pero no producen daño permanente como en los mamíferos.

Referencias

1. Dorfman LJ, Britt RH, Silver GD. Human brainstem auditory evoked potentials during controlled hypothermia and total circulatory arrest. *Neurology* 1981;31:88-89.
2. Marsh RR, Yamane H, Potsic WP. Auditory brain-stem response and temperature: relationship in the guinea pig. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1984;57:289-93.
3. Corwin JT, Bullock TH, Schwitzer J. The auditory brain stem response in five vertebrate classes. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1982;54:629-41.
4. Morales MJ, Solís H. Comparación de la respuesta auditiva del tallo cerebral entre *Rana catesbiana* (Anura: Ranidae) y *Sceloporus torquatus* (Sauria: Phrinomatidae). *Acta Zool Mex* 1999;76:103-12.
5. Gerahard HC. Temperature coupling in the vocal communication system of the gray tree frog, *Hyla versicolor*. *Science* 1978;199:992-4.
6. Rose GB, Brenowitz EA, Capranica RR. Species specificity and temperature dependency of temporal processing by the auditory midbrain of two species of tree frogs. *J Com Physiol* 1985;157:763-9.
7. Rubio T. Hypothermia chronic and syndrome of bad adaptation in river crocodile (*Crocodylus marries acutus*). *Rev Biomed* 2000;11:133-4.
8. Strain GM, Olcott BM, Thompson DR, Graham MC. Brainstem auditory evoked potential measurements in holstein cows. *Am J Vet Res* 1987;6:162-9.
9. Schorn V, Lennon V, Rickford R. Temperature effects on the brainstem auditory evoked responses (BAEPs) of the rat. *Biomed Symp* 1977;16:313-8.
10. Stockard JJ, Sharbrough FW, Tinker JA. Effects of hypothermia on the human brainstem auditory response. *Ann Neurol* 1978;3:368-70.