

Artículo original

Propuesta de un modelo animal para el estudio de la electroestimulación de los músculos extraoculares

Leybón Ibarra J*, Verduzco-Mendoza A*, Arch-Tirado E*.

Resumen

Se presenta una metodología para determinar un modelo animal de cuatro especies animales seleccionadas para su aplicación en investigación del control de movilidad ocular a través de el uso de estímulos eléctricos aplicados en los músculos extraoculares lateral y medial.

Introducción

La propuesta de modelos animales para el estudio de las diversas patologías permite el seguimiento y la reproducción de los diferentes trabajos experimentales, a esto se debe en gran parte el desarrollo de la medicina, sin olvidar que la finalidad de toda investigación básica será la aplicación de los resultados para mejorar la calidad de vida en los humanos^(1, 2, 3). El propósito del presente trabajo es establecer un modelo animal aplicable para pruebas de electroestimulación en la corrección de patologías oculomotoras, donde se demuestre el uso de tal técnica mediante contracciones provocadas o la inhibición del movimiento⁽⁴⁾. La electroestimulación ha sido aplicada en la actualidad en pruebas clínicas dentro de la neurofisiología para determinación de velocidad de conducción en nervios y como respuesta mioeléctrica^(5, 6); pero también se ha dirigido como método para disminuir el dolor en pacientes con reumatismo e inclusive como método de rehabilitación en pacientes paraplégicos (estimulación eléctrica funcional).^(7, 8)

Metodología.

Bajo su cualidad de estructuras excitables, los músculos extraoculares pueden ser obligados a contraerse mediante estímulos eléctricos, por lo que puede aplicarse en la rehabilitación del sistema oculomotor⁽⁹⁾. Las características electrofisiológicas que los diferencian de los músculos esqueléticos se muestran a continuación⁽¹⁾:

Abstract

A new methodology is presented in order to set an animal model among four selected species to be applied in eye motility control research by electrical stimulation of extraocular muscles.

Músculo Extraocular. Músculo Esquelético**Amplitud: 20-150 μ v. Amplitud: 100-3000 μ v.****Duración: 1-2ms. Duración: 5-10ms.****Frecuencia: 150 Hz Frecuencia: 50 Hz**

Tales características implican el desarrollo de instrumentación electrónica apropiada, ya que como es evidente, los músculos extraoculares son por

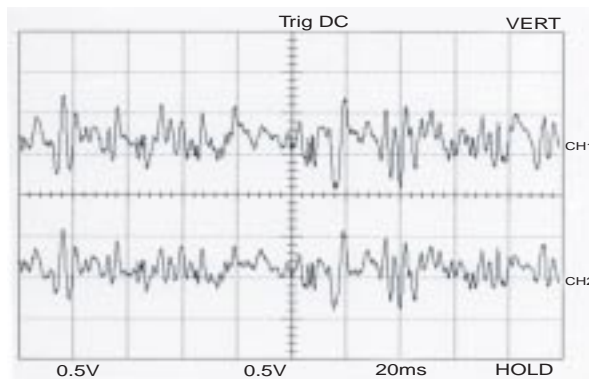


Fig.1 Obtención de los registros

naturaleza más rápidos y pequeños en amplitud⁽¹¹⁾.

Se propuso efectuar la investigación de acuerdo al orden citado con el cobayo, el conejo, el gato y el perro. Para la obtención de los registros se utilizaron electrodos de platino, un amplificador de instrumentación portátil, un filtro notch de 60 Hz y un corrector basal. (Fig.1)

Para generar la señal eléctrica de estimulación se utilizó un circuito basado en un PIC-16F84 programado,

*Area de Investigación Básica del Instituto Nacional de la Comunicación Humana InCh.

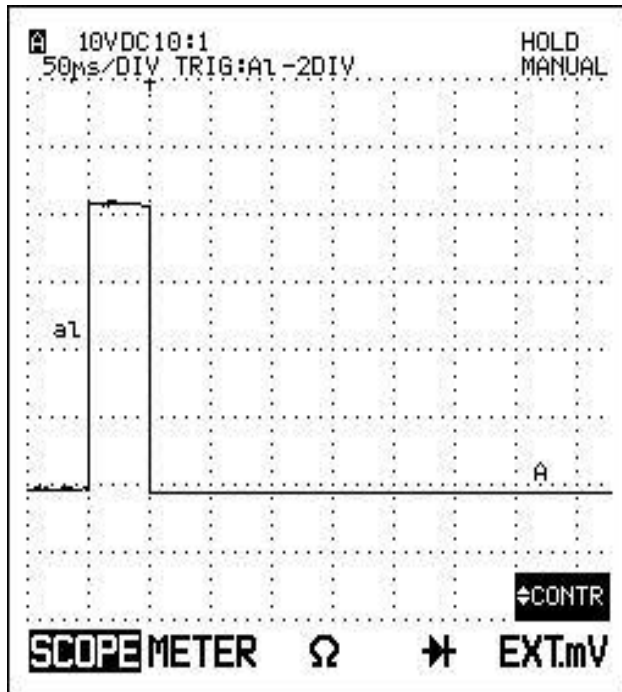


Fig. 2 Señal eléctrica de estimulación

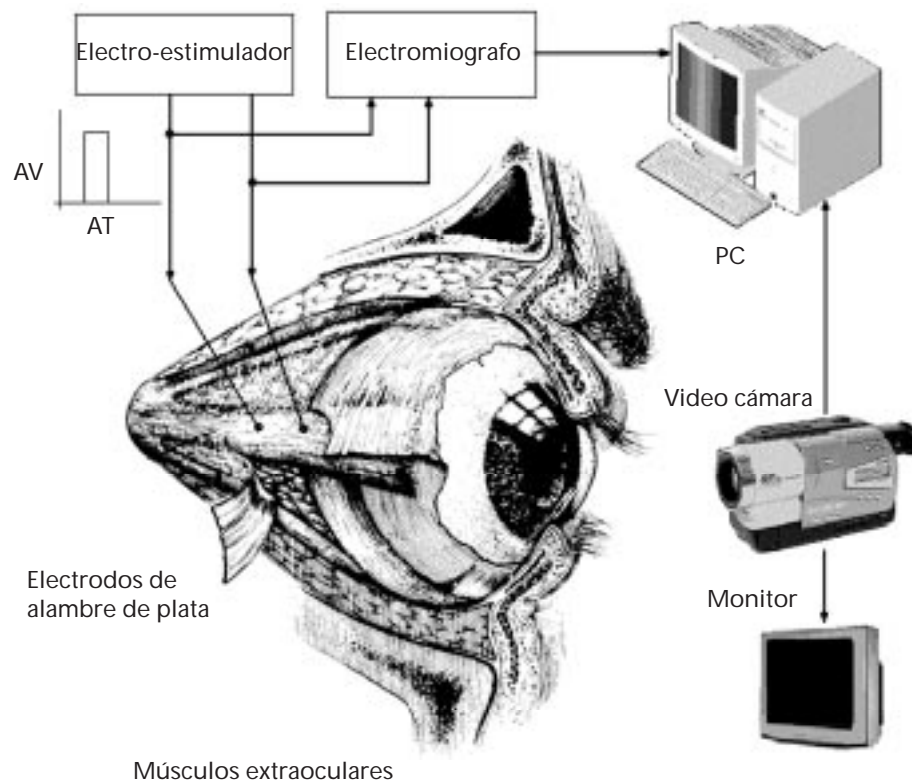
este genera un pulso cuadrado que inicia con un ancho de pulso mínimo de 50 microsegundos, acompañado de un circuito que eleva el voltaje hasta 41 VCD como máximo a partir de su alimentación con 9V (Fig.2).

En las diferentes especies animales se expusieron quirúrgicamente los músculos rectos laterales para colocar los electrodos de platino de acuerdo al procedimiento estandarizado en cirugía de debilitamiento descrita por Kestenbaum^(12, 13), y el montaje experimental queda descrito por el siguiente diagrama.

Resultados

La configuración física de los electrodos de platino resultó clave en el tipo de resultados, ya que de acuerdo a la siguiente figura 3, la configuración (a) facilitó las pruebas en las que se logró una inhibición en la respuesta del músculo; la configuración (b) permitió efectuar electroestimulación con el propósito de provocar un movimiento controlado del globo ocular hacia la dirección horizontal deseada; y la (c) resultó ser una configuración sin aplicación para el propósito del trabajo.

El propósito de las pruebas de electroestimulación consistió inicialmente, en buscar una respuesta motriz controlada, la cual en cobayo y conejo no se presentó. En el gato se obtuvo pero la dificultad del proceso quirúrgico fue mayor; por lo que el perro resultó ser el modelo en el cual las pruebas pudieron ser reproducidas y la cirugía se pudo efectuar de acuerdo al proceso estandarizado aplicado en humanos. La



Pre. Diagrama: Montaje experimental

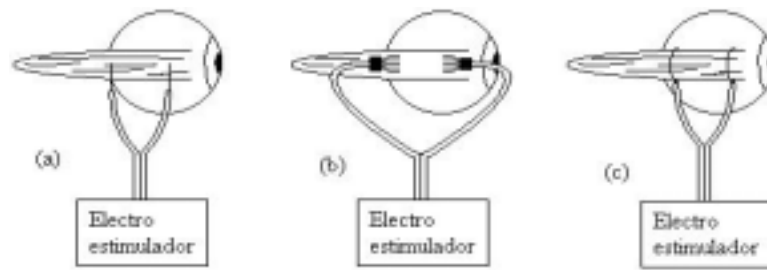


Figura 3. Configuración física de los electrodos

siguiente figura 4 muestra la posición ocular sin y con el estímulo eléctrico aplicado para generar un movimiento en el globo ocular. La señal eléctrica presentó una amplitud de 30v y un ancho de pulso de 0.5 mseg.

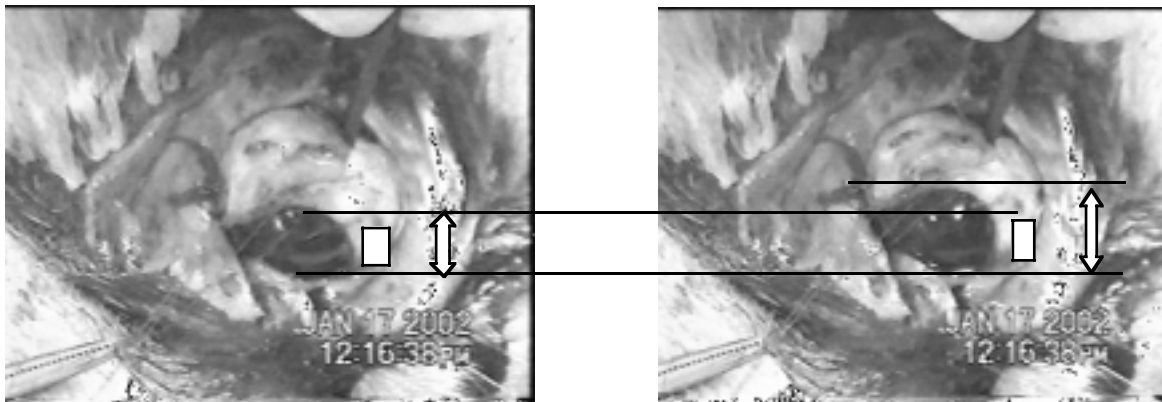
Teniendo al perro como modelo experimental, se procedió a buscar la inhibición del movimiento ocular a través de pulsos eléctricos. A continuación se muestra una imagen de una respuesta al estímulo eléctrico (41v, 0.6 mseg) con la que se consiguió una inhibición (Fig.5).

La presencia del pulso muestra una sacada o giro abrupto del globo ocular que provoca una inhibición

que se estimulen las estructuras excitables aledañas, como lo son los demás músculos extraoculares, los músculos de los párpados y de la cara. Además, el efecto inhibitorio podría inferir un posible daño a las fibras excitadas, lo cual como trabajo futuro tendría que recibir una prioridad para considerar pruebas con excitación crónica. ⁽¹⁴⁾

Conclusión

La electromiografía es un proceso que es conocido en el ámbito clínico; por lo que una señal eléctrica obtenida en un modelo animal es fácilmente comparable para su utilización en detección de



en la actividad mioeléctrica registrada en el músculo excitado; este efecto tuvo una duración aproximada de un minuto en la que el músculo extraocular no respondía a excitación alguna hasta recuperar el nivel basal.

Discusión

Mediante la adquisición de los registros electromiográficos, se comprobó que en cobayo y conejo no se presentó contracción como respuesta a la electroestimulación. El propósito no fué encontrar las características de una señal eléctrica que así lo hiciera en ambas especies, ya que los resultados no hubieran podido ser transportados al humano; sin embargo, si fué de interés encontrar una señal eléctrica que permitiera inducir una contracción muscular pero sin

patologías o en la generación de nuevas técnicas de rehabilitación. No obstante, la electroestimulación en músculos extraoculares es algo no llevado al ámbito práctico, por lo que fué necesario recurrir a respuestas electromiográficas para entender y explicar lo sucedido en la experimentación. En la electromiografía del músculo extraocular, siempre se hace presente un nivel de señal que indica la constante actividad de tales estructuras anatómicas; esto por una parte indica que los músculo están sometidos a una tensión constante de poca intensidad de fuerza, lo cual refleja su resistencia a la fatiga. Esto es claramente notorio en las gráficas obtenidas en el perro, y por lo mismo es fácil notar la ausencia de tal nivel de señal cuando las condiciones del estímulo eléctrico lo provocan. Esto muestra que en el perro se puede depurar una técnica de

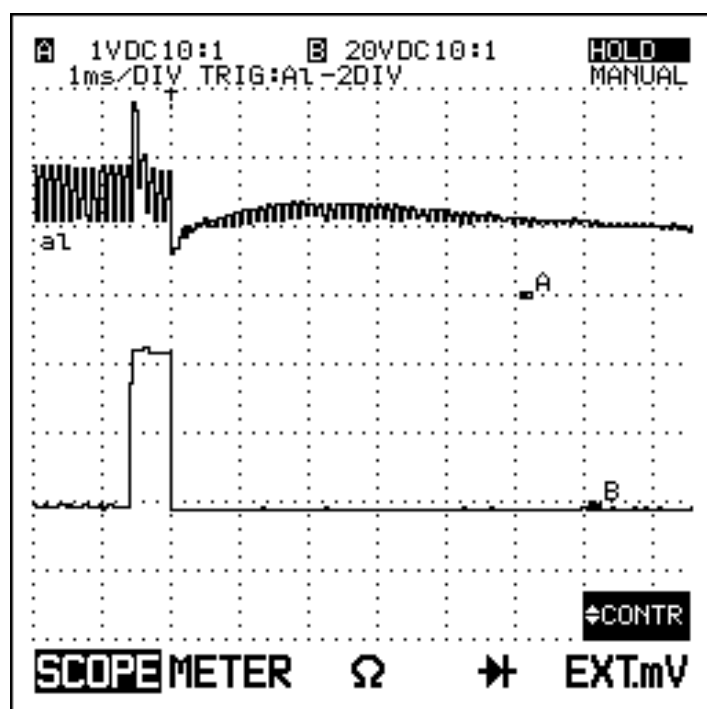


Fig. 5 Respuesta al estímulo eléctrico (41v, 0.6mseg)

rehabilitación que se base en estimulación eléctrica funcional para corregir patologías del sistema oculomotor como lo podrían ser el estrabismo o el nistagmo, por mencionar algunas.

Referencias

1. Reyes Fuentes A. La experimentación en animales y su repercusión en la salud humana. Gaceta Médica de México. 1990.
2. Coperías Enrique. Las víctimas de la ciencia. Editorial Muy Interesante. Año VII, No. 10. México.
3. Svendsen, P. And Han J. Handbook of laboratory animal science. USA. 1994.
4. Fuchs A.F., Binder M.D. "Fatigue resistance of extraocular muscles". *Journal of Neurophysiology*. 49, 1. 1983.
5. F. Blair Simmons, Suzanne F. Gillam, Douglas E. Mattox. An atlas of electronystagmography. Grune & Stratton. USA, 1979.
6. Leigh R.J. and Zee D.S. The Neurology of Eye Movements. F.A. Davis Co. Philadelphia, USA, 1983.
7. Daniel Graupe, Kate H. Kohn. Functional Electrical Stimulation for Ambulation by Paraplegics, twelve years of clinical observations and system studies. Krieger Publishing Company. USA 1994.
8. Robert A. Moses. Adler's Physiology of the eye, clinical application. Seventh edition. C. V. Mosby Company. USA, 1981.
9. Joseph D. Bronzino. "Electric stimulation of excitable tissue". The biomedical engineering handbook. CRC press, Inc. 1995.
10. Goodwin M. Breinin. "The electrophysiology of the extraocular muscle". University of Toronto Press, Toronto 1962.
11. Young L. R; Shenna, D. "Methods & design. Survey of eye movements recording methods". *Behavior Research methods & instrumentation* 7, 397-429, 1975.
12. Frederick T., Hampton R. Current ocular therapy 2. W. B. Saunders Company. 1985.
13. J. Norton Taylor, K. Jesse. "Surgical management of congenital nystagmus". *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology*. Vol. 15, pp. 25-34. 1987.
14. D. B. McCreery, W. F. Angew, T. G. Yuen and L. A. Bullara. "Damage in peripheral nerve from continuous electrical stimulation: comparison of two stimulus waveforms". *Medical & Biological Engineering & Computing*, pp. 109-114. January 1992.