

Instituto Central de Investigación Digital (ICID)

***RELAX M: MONITOR-ESTIMULADOR DE DISEÑO NACIONAL. Estudio preliminar en sujetos no anestesiados***

*Ing. Layla Rodríguez<sup>\*</sup>, Ing. José Folgueras Méndez<sup>†</sup>, Dra. Idoris Cordero Escobar<sup>‡</sup>, Lic. María E. Cartaya López<sup>§</sup> y Lic. Adria R. Fernández Fornés<sup>\*\*</sup>*

**RESUMEN:** Introducción: La medición de la función neuromuscular, es un importante método de monitorizar el bloqueo neuromuscular en el paciente quirúrgico. Objetivos: Evaluar la eficacia de un estimulador-monitor de diseño nacional, para medir el grado de relajación muscular en el paciente quirúrgico. Material y Método: Se diseñó un estimulador-monitor y se empleó un acelerómetro capacitivo integrado de fuerza balanceada, apto para medir aceleración variable en el tiempo, típica de las vibraciones, así como, la aceleración constante como la producida por la fuerza de gravedad. Está diseñado para medir los valores de la aceleración en las gamas de  $\pm 5$  g a  $\pm 1$  g o menos. Resultados: Se midió la respuesta neuromuscular con el Relax M en 25 sujetos, sometidos al mismo patrón de estimulación en igualdad de condiciones. Se muestran las curvas obtenidas para tres de los sujetos durante la medición. En las mismas se puede observar la variación de la aceleración con el tiempo, para diferentes valores de amplitud del estímulo aplicado. Conclusiones: El Relax M, puede tener excelente aplicación en el campo de la Anestesiología. Los resultados experimentales de la utilización de este módulo al estimular el nervio mediano, fueron satisfactorios.

**Palabras claves:** Monitorización de función neuromuscular, mediciones, relajación muscular.

**INTRODUCCION:**

La técnica de medición de la función neuromuscular es bastante conocida y ha servido como base para desarrollar varios tipos de instrumentos específicos. En estos sistemas de medición se han empleado un captador sensible a la aceleración, capaz de convertir esta magnitud en una magnitud eléctrica. Usualmente, en dicho captador existe una posición de equilibrio de algún elemento, para que al variar se produzca

una señal eléctrica proporcional a la aceleración, como resultado del cambio en las condiciones de equilibrio<sup>1,2</sup>.

Una aplicación particular de medición de la función neuromuscular surge en Medicina, en la rama de la Anestesiología, donde se puede medir la respuesta del dedo pulgar al contraerse el músculo aductor del pulgar, bajo la influencia de un estímulo eléctrico, para determinar el grado o profundidad de la relajación muscular en

<sup>\*\*</sup> Ingeniero en Máquinas Computadoras, Aspirante a Investigador. Instituto Central de Investigación Digital (ICID), La Habana, Cuba, C.P. 11600. E-mail: layla@me.icid.edu.cu

<sup>†</sup> Profesor Titular, Investigador Titular, Dr. en Ciencias Físico Matemáticas. Jefe del Departamento de Microelectrónica, (ICID).

<sup>‡</sup> Especialista en Anestesiología y Reanimación. Profesora Auxiliar. Grado Científico de Doctor en Ciencias. Hospital Hermanos Ameijeiras. Ciudad Habana. Cuba. CP 10300.

<sup>§</sup> Licenciada en Cibernética Matemática, Instituto Central de Investigación Digital, La Habana, Cuba.

<sup>\*\*</sup> Licenciada en Ciencia de la Computación, Instituto Central de Investigación Digital, La Habana, Cuba

un paciente durante la anestesia con bloqueo neuromuscular<sup>3</sup>.

Fueron nuestros objetivos utilizar un estimulador-monitor para el procesamiento de la medición de la aceleración del pulgar, en un grupo de sujetos sanos, sin ningún tipo de proceder anestésico.

## MATERIAL Y METODO:

En la Figura 1 se muestra una foto del estimulador monitor **RELAX M**, de diseño nacional, que emplea como captador un acelerómetro capacitivo integrado, de fuerza balanceada, apto para medir aceleración variable en el tiempo, típica de las vibraciones, así como aceleración constante como la producida por la fuerza de gravedad<sup>4</sup>.



**Figura 1: RELAX M: Estimulador-monitor de nervios, de diseño nacional.**

El acelerómetro empleado tiene como principal ventaja sus reducidas dimensiones y altas prestaciones. Está diseñado para medir los valores de la aceleración en las gamas de  $\pm 5 \text{ g}$  a  $\pm 1 \text{ g}$  o menor (donde **g** es el valor de la aceleración de la gravedad normal a nivel del mar). Tiene un eje de máxima sensibilidad y detectará sólo la componente de la aceleración coincidente con él. Por tanto, el valor de tensión en la salida del captador será proporcional a esta componente y se tendrá un resultado nulo si el captador se mueve perpendicularmente a este eje.

En este estudio, se empleó una sensibilidad de 2000 mV/g para el acelerómetro, lo que define una gama de medición de  $\pm 1 \text{ g}$ , suficiente para determinar los valores de la

aceleración para las aplicaciones mencionadas anteriormente.

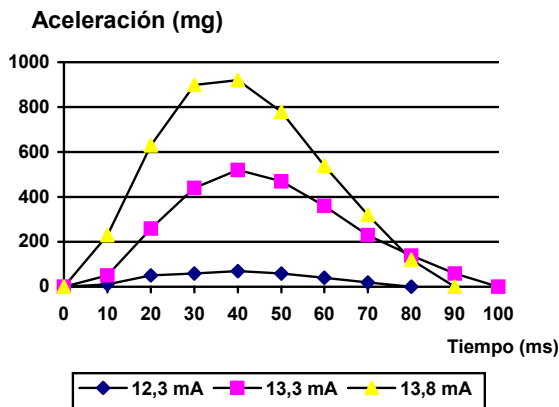
Para el experimento se utilizaron sujetos conscientes no relajados (no sometidos a la acción de ningún sedante, hipnótico ni relajante muscular), con los cuales se tomaron medidas rigurosas en cuanto a su preparación, de forma que todos se sometieran a las pruebas en igualdad de condiciones. El método seguido fue:

- Frotar la piel en el lugar de aplicación de los electrodos con una pasta adhesiva, con el objetivo de mejorar el contacto eléctrico, seguido de una limpieza con solución jabonosa.
- Aplicar gel conductor en la piel en el lugar donde se colocarán los electrodos.
- Estimular el nervio mediano con la amplitud deseada del estímulo hasta lograr la contracción.
- Transcurrido un tiempo de 2 ms después de aplicado el estímulo se comienza a recoger los datos de la aceleración, a intervalos de 10 ms entre la adquisición de una muestra y otra, durante un tiempo total de 150 ms.
- Se estimuló a cada sujeto con un pulso de corriente constante de 0,3 ms de duración, con frecuencia de 1 Hz y una amplitud suficiente para lograr la contracción muscular, de forma semejante a como se suele hacer para estas aplicaciones.
- Se emplearon varios valores de amplitud del estímulo para lograr diferentes grados de contracción, registrando los valores de aceleración correspondientes<sup>7</sup>.

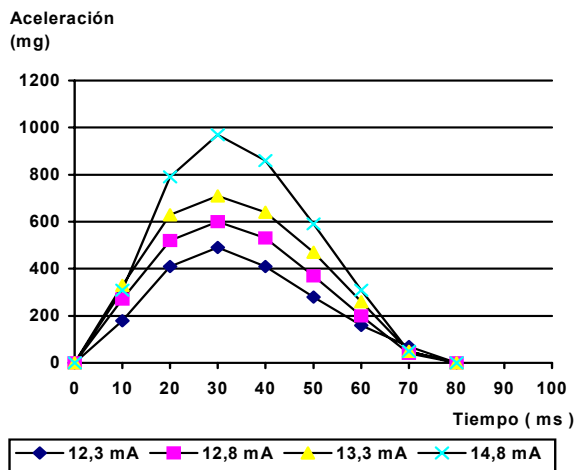
## RESULTADOS EXPERIMENTALES:

Se midió la función neuromuscular con el **Relax M**, de producción nacional en 25 sujetos que fueron sometidos al mismo patrón de estimulación en igualdad de condiciones. En las Figuras 2, 3 y 4, se muestran las curvas obtenidas para tres de los pacientes durante la medición. En las

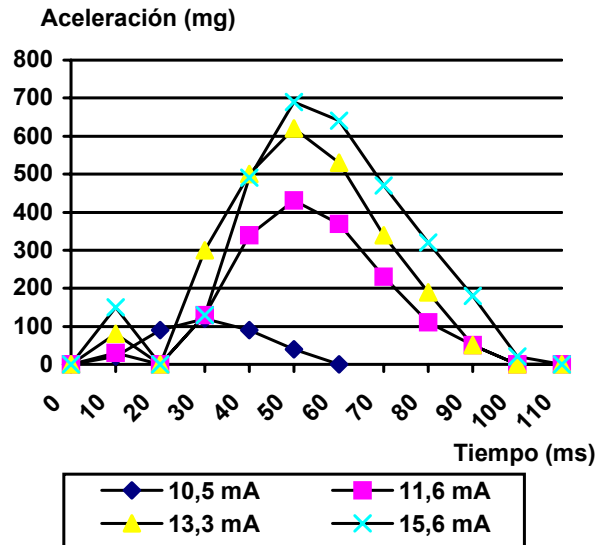
mismas se muestra la variación de la aceleración con el tiempo, para diferentes valores de amplitud del estímulo aplicado. El parámetro de cada curva es el valor de intensidad del estímulo aplicado al sujeto.



**Figura 2. Curvas de aceleración del dedo pulgar para diferentes valores de corriente de estimulación, en el sujeto 1.**



**Figura 3. Curvas de aceleración del dedo pulgar, para diferentes valores de corriente de estimulación, en el sujeto 2.**



**Figura 4. Curvas de aceleración del dedo pulgar, después la estimulación del nervio mediano, para diferentes valores de corriente de estimulación, en el sujeto 3. Obsérvese el máximo menor al inicio de la estimulación.**

**DISCUSION:**

Al observar las Figuras mencionadas se puede apreciar un comportamiento semejante de un sujeto a otro. Sólo existieron diferencias en algunos aspectos que de cierta manera, son esperados pues las características de los sujetos son diferentes entre si en cuanto a los niveles de sensibilidad, los tiempos de transmisión nerviosa y las características de los músculos ante diferentes estímulos. Algunas características interesantes fueron las siguientes:

**Nivel de sensibilidad:** Como era de esperar, se comportó muy dependiente del sujeto. En la Figura 3 se puede apreciar como, para el sujeto 1, con un estímulo de intensidad de corriente de 12,3 mA, se obtuvo una respuesta muy pequeña mientras que para otro sujeto, cuyos resultados se muestran en la Figura 4, se obtuvo una respuesta mucho mayor para el mismo estímulo. El segundo sujeto presentó, incluso, una respuesta mayor

para un estímulo de 10,5 mA, más pequeño que el menor estímulo aplicado al sujeto 1.

**Forma de la curva de aceleración contra tiempo:** Para todos los sujetos que se sometieron al experimento se obtuvieron curvas muy semejantes como resultado de las mediciones, cuya principal característica fue la existencia de una dependencia de la aceleración con el tiempo con un máximo central. Es necesario señalar que, aun cuando este fue el comportamiento general, hubo sujetos para los cuales las curvas mostraban un segundo máximo de menor amplitud, tal como se muestra en la Figura 4.

**Aplicaciones:** En opinión de los autores, es útil en el proceso de evaluación del progreso de un paciente sometido a Rehabilitación, en Medicina Deportiva y en otros campos.

Se concluye, que se obtuvo un monitor estimulador electrónico, que puede tener múltiples aplicaciones en el campo de la Medicina. Se mostraron además los resultados experimentales de la utilización de este módulo en la medición de la aceleración del dedo pulgar al estimular el nervio mediano, los cuales son satisfactorios. Aunque los resultados mostrados son preliminares, se estima que son una clara indicación de las posibilidades del equipo, por su magnitud y su alcance prospectivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Partridge GR. Principles of electronic instruments. Prentice-Hall Inc., 1958.
2. Thaler G J. Analysis and design of feedback control systems. 1960.
3. Viby-Mogensen J J. Clinical experiences with Norcuron. In: Agoston S. Excerpta Medica C.C.P. Series 11, 1983, pp. 66-71.
4. Analog Devices Inc. Single Chip Accelerometer with Signal Conditioning: ADXL05. Norwood, MA, USA, 1996.
5. International Electrotechnical Commission. IEC 601-1:1997. Medical

Electrical Equipment. Part 1: Specification for General Safety Requirements International.

6. Electrotechnical Commission. IEC 601-2-10: 1997. Section 2.10, Specification for Nerve and Muscle Stimulators.
7. Pollmaecher T, Steiert H, Buzello W. A constant current peripheral nerve stimulator (NEUROSTIM T4). Br J Anaesth 1996; 58:1443-1446.