

# Estimulación eléctrica trans-craneal en la monitorización neurofisiológica intraoperatoria. Presentación de un caso

**Liana Portela-Hernández, Lidia E. Charroó-Ruiz,\* María C. García-Roca,\*\* Thaís Picó-Bergantiños,\*\* Esteban Roig-Fabre, Jorge A. Lerma-López, Roberto Verdial-Vidal, Vivian Martín-Reyes,\* Tania Aznielle-Rodríguez\* y Manuel Sánchez-Castillo.\***

Hospital "Calixto García Iníguez". \*Centro de Neurociencias de Cuba. \*\*Hospital "Fructuoso Rodríguez".

Recibido: 17 de enero de 2011

Aceptado: 8 de abril de 2011

Palabras clave: potencial evocado motor, monitorización neurofisiológica intraoperatoria, médula anclada.  
Key words: motor evoked potential, intraoperative neurophysiologic monitoring, tethered cord syndrome.

**RESUMEN.** En general, las instituciones hospitalarias en Cuba carecen de la tecnología requerida para realizar la *monitorización neurofisiológica intraoperatoria* (MNIO) durante intervenciones quirúrgicas que interesan al Sistema Nervioso. Especialmente, durante las cirugías de columna la MNIO es muy demandada. Disponer de un nuevo paquete de programas: *Neuronic Monitorización Neurofisiológica Intraoperatoria*, desarrollado por el Centro de Neurociencias de Cuba, que se ejecuta sobre la *Neurónica 5*, permitió sincronizar el estimulador eléctrico trans-craneal *Digitimer D185*. A través de la presentación de un caso clínico, se documentan los *potenciales evocados motores* (PEM-ce) registrados en Cuba por primera vez. Obtenidos en este caso durante la MNIO en un paciente sometido a cirugía por el diagnóstico de *médula anclada*. El registro conjunto del PEM-ce, la electromiografía continua y el potencial evocado somatosensorial de nervio tibial permitió realizar una MNIO multimodal, lo que hizo posible evaluar las vías somestésica y motora y con ello, ofrecer una retro-alimentación inmediata al neurocirujano sobre el posible daño que pudiese haber tenido lugar durante el acto quirúrgico. Gracias al desarrollo de equipos portátiles y paquetes de programas para la MNIO es posible que las técnicas de electrodiagnóstico se puedan aplicar cada vez con mayor eficacia en los salones de operaciones para obtener registros de mayor calidad, tal como fue posible con el nuevo paquete de programas: *Neuronic Monitorización Neurofisiológica Intraoperatoria* que se ejecuta sobre el equipo *Neurónica 5* empleado en el presente trabajo para evocar el PEM-ce utilizando el estimulador *Digitimer D185*.

**ABSTRACT.** In general, the hospitals in Cuba lack the technology required for the intraoperative neurophysiological monitoring (MNIO) during operations that concern the nervous system. Especially during the MNIO spine surgery is highly demanded. With the development of new software: *Neuronic Intraoperative Neurophysiological Monitoring* by the Center Neurosciences of Cuba, which runs on the *Neuronica 5* allowed to synchronize the trans-cranial electrical stimulator *Digitimer D185* purchased this year. Through the presentation of a case report documenting the motor evoked potentials recorded in Cuba for the first time. In this case, obtained during the MNIO in a patient undergoing surgery for the diagnosis of tethered cord syndrome. The whole record motor evoked potentials, electromyography continuous and somatosensory evoked potential allowed the MNIO multimodal, making it possible to evaluate and motor and somesthetic pathways, and thus provide immediate feedback to the neurosurgeon about possible damage that may occur during surgery. With the development of portable computers and software packages for MNIO may electrodiagnostic techniques can be recorded with increasing quality in operating rooms, as was possible with the new software package: *Neuronic Intraoperative Neurophysiological Monitoring* runs on the computer *Neuronica 5* used in this work to evoke the PEM-ce using the *Digitimer D185* stimulator.

## INTRODUCCIÓN

Los potenciales evocados motores pueden ser evocados por estimulación magnética o eléctrica, lo cual permite explorar la vía motora desde la corteza motora hasta la periferia y a su vez, brinda información objetiva sobre el estado funcional de dicha vía.

La estimulación del cerebro a través del cráneo intacto en humanos con estímulos eléctricos solo fue posible realizarlo por Merton y Morton en 1980.<sup>1</sup> Para ello, se utilizaron pulsos de alto voltaje que activaban la corteza motora y producían contracción de los músculos de las extremidades, pero este tipo de estímulo

## Correspondencia:

Dra. Lidia E. Charroó Ruiz

Centro de Neurociencias de Cuba, Avenida 25 y Calle 158, Playa, Apartado Postal 6414, La Habana, Cuba.

Correo electrónico: lidia@cneuro.edu.cu

no es utilizado de forma regular en los laboratorios de Neurofisiología Clínica, ya que los pacientes no lo toleran debido al dolor que les ocasiona. Sin embargo, durante la *monitorización neurofisiológica intraoperatoria* (MNIO) esto no ocurre en tanto que los pacientes al estar bajo anestesia toleran los pulsos, pues no son capaces de percibir la sensación dolorosa que causa dicho estímulo. De ahí, que el potencial evocado motor por estimulación eléctrica trans-craneal (PEM-ce) se ha convertido en una técnica de electrodiagnóstico (EDX) de gran utilidad y ampliamente utilizada para la MNIO, particularmente, durante cirugías de columna.<sup>2-7</sup>

Los especialistas cuentan cada vez más con modernas técnicas, encaminadas a que estas intervenciones sean lo menos cruentas posible. También ha tenido lugar la aparición de nuevos agentes anestésicos y equipos para este fin que implican un control más preciso en el procedimiento anestésico. No obstante, en tan complejas cirugías, ha quedado evidenciada la utilidad de la MNIO con vistas a garantizar una mejor evolución del paciente tras ser intervenido, al minimizarse en lo posible el daño trans-quirúrgico.

En los años ochentas en Cuba, se realizó la MNIO de columna en el hospital "Frank País".<sup>8</sup> Sin embargo, desde entonces, solo se hizo con potencial evocado somatosensorial (PESS). Ahora, gracias al desarrollo e introducción del nuevo paquete de programas: *Neuronic Monitorización Neurofisiológica Intraoperatoria*, que consiste en una nueva aplicación que se ejecuta en el equipo *Neuronica 5* y la adquisición del estimulador *Digitimer D185*, se decidió iniciar la MNIO de ambas vías, somestésica y la motora. Con la introducción de este estimulador, se desarrolló el presente trabajo cuyo objetivo fue obtener el PEM-ce bajo las condiciones del salón de operaciones durante una cirugía de columna espinal.

## CASO CLÍNICO

Se estudió un paciente del sexo masculino de 55 años de edad que fue sometido a cirugía por diagnóstico de médula anclada por neurocirujanos del hospital "Calixto García Iníiguez", con sintomatología muy severa de parestias en miembros inferiores, así como trastornos de esfínter y disfunción eréctil. La selección del protocolo para la MNIO fue fundamentada por los hallazgos positivos encontrados en el interrogatorio y el examen físico, en los estudios imagenológicos (resonancia magnética nuclear (RMN) y tomografía axial computadorizada) y en la evaluación electrodiagnóstica (EDX) pre-quirúrgica. Como resultado de la discusión conjunta entre todo el equipo que participa en la MNIO (neurocirujanos, neurofisiólogos y anestesiólogos), se decidió de conjunto la conducta trans-quirúrgica, es decir, el tipo de anestesia y las técnicas de EDX, en consecuencia a la técnica quirúrgica a realizar por los neurocirujanos.

Para el registro del PESS, los electrodos se colocaron en los sitios C'z y Fz del Sistema Internacional 10/20 (impedancia menor de 5 kΩ). Para obtener el PESS-P40 (respuesta cortical del nervio tibial), se estimuló el nervio tibial por detrás del maléolo interno con un estímulo eléctrico de 0,2 ms de duración, frecuencia de 3 Hz e intensidad de 50 mA. Las señales fueron filtradas entre 30 y 1 000 Hz, ancho de banda entre los 10 Hz y los 10 kHz. Se promediaron entre 500 y 10 000 estímulos para obtener cada registro, siendo graficados los registros con un tiempo de análisis de 100 ms.<sup>2-5,9,10</sup>

El PEM-ce se obtuvo por la colocación de un par de electrodos de estimulación en los sitios C'3 y C'4, mientras se registraba el potencial de acción muscular

compuesto (PAMC) en los músculos abductor del pulgar (AP) y tibial anterior (TA) de miembros superiores e inferiores, respectivamente a través de electrodos de superficie colocados en el vientre de dichos músculos. Para evocar el PEM-ce, se aplicó un tren de cinco estímulos, ISI de 3,5 ms, duración de 0,2 ms, frecuencia 1 Hz e intensidad entre 100 y 200 mA. Las señales fueron filtradas entre 0,05 y 3 kHz, sensibilidad de 0,5 mV/división y tiempo de análisis de 10 ms/división.<sup>2-5</sup> Durante la MNIO también fue evaluada la actividad electromiográfica (EMG) continua en los músculos AP y TA. Estas señales fueron filtradas entre los 10 Hz y los 10 kHz.<sup>2,3,10</sup> Previo a la MNIO, el paciente firmó el consentimiento informado, ofreciendo así, su conformidad para que se le realizaran tales procedimientos neurofisiológicos.

Se pudo observar la caída de amplitud en la respuesta cortical P40 en el registro promediado inmediatamente posterior al corte del *filum terminal*, sin embargo, no llegó a ser significativa, pues no resultó mayor del 50 % de la amplitud del registro control (Fig. 1). Los registros del PEM-ce obtenidos tras la estimulación eléctrica luego de realizado el corte del *filum terminal* mostraron características normales, es decir, PAMC bifásicos en ambos músculos, AP y TA. En la imagen de RMN de columna lumbosacra se pudo observar la médula anclada (terminación del *filum terminal* a nivel de L5-S1).

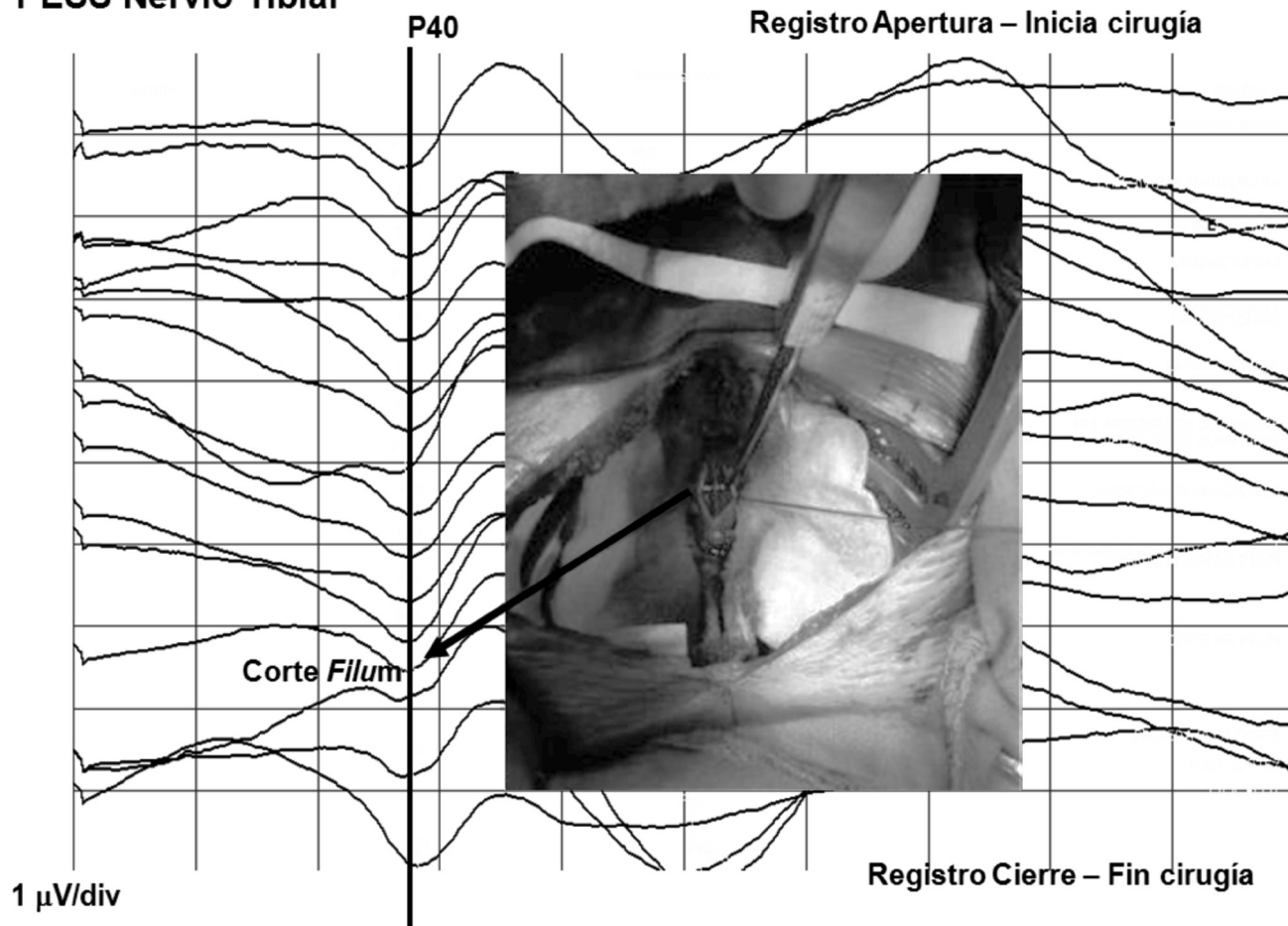
## DISCUSIÓN

Gracias al desarrollo de equipos portátiles y paquetes de programas para la MNIO es posible que los resultados de las técnicas de EDX se puedan registrar cada vez con mayor calidad en los salones de operación. Lo más novedoso al retomar la MNIO de columna espinal en Cuba ha sido haber logrado registrar por primera vez el PEM-ce, lo que fue posible gracias a la puesta en marcha del estimulador eléctrico trans-craneal *Digitimer D185*, sincronizado con el equipo *Neuronica 5* a través del nuevo paquete de programas para la MNIO, desarrollado por el Centro de Neurociencias de Cuba. El registro del PEM-ce conjuntamente con la electromiografía (EMG) continua y el PESS-P40 conformaron un protocolo de MNIO multimodal acorde con los estándares que se proponen hoy día.<sup>4,5</sup>

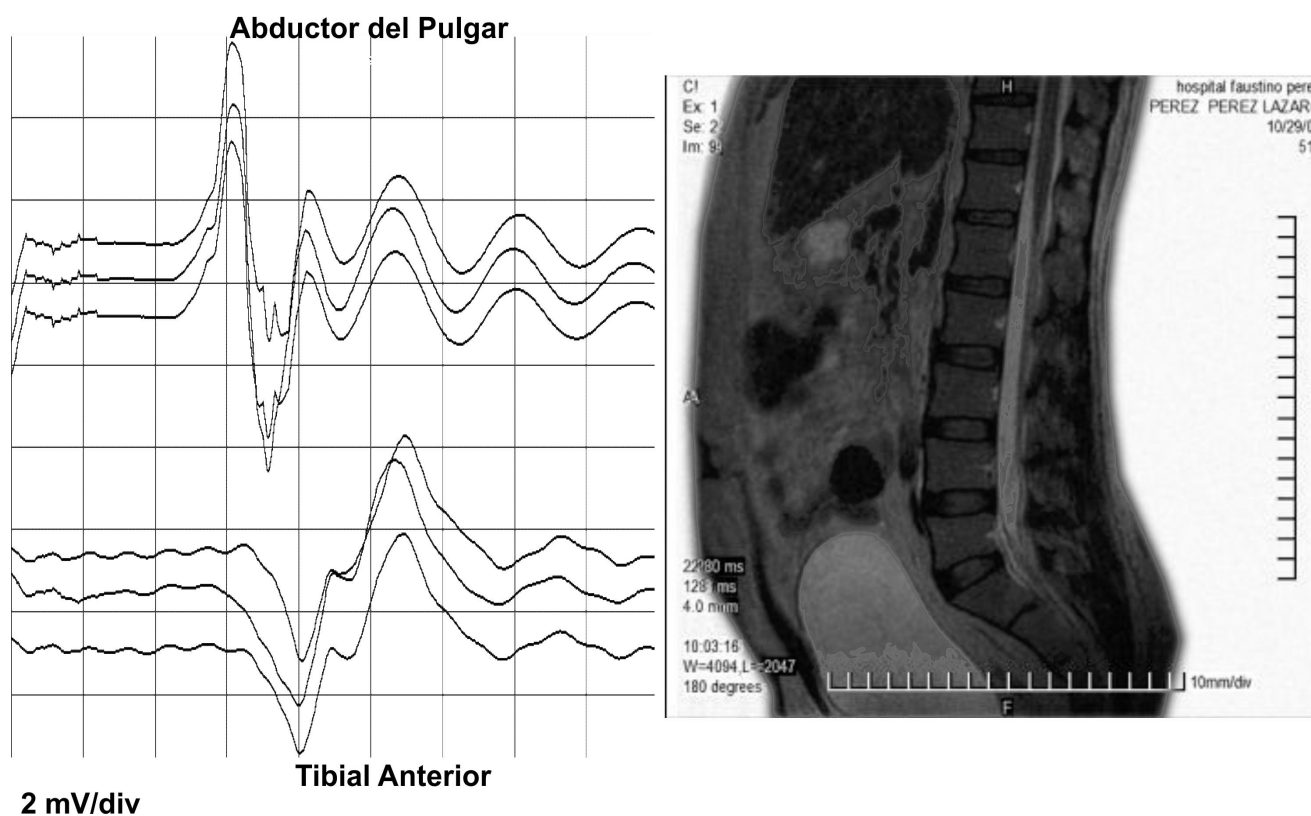
Durante toda la operación, en cada respuesta evocada se evaluó la amplitud y la latencia de sus ondas, así como la aparición de descargas neurotónicas en la EMG continua. Como resultado fue posible detectar la caída de amplitud del PESS-P40, así como avisar al neurocirujano la ocurrencia del hecho. Sin embargo, dicha caída de amplitud no llegó a ser una señal de alarma en tanto que no cumplió con los criterios de alarma para la MNIO que describe la caída de más del 50 % de la amplitud de la respuesta.<sup>2,3,6,7</sup>

Tales hallazgos fueron interpretados como una señal de buen pronóstico para el paciente y una satisfacción para el equipo de especialistas médicos que realizó la MNIO. Ello junto a la persistencia de la respuesta motora al realizar la estimulación eléctrica trans-craneal, luego de realizar el corte del *filum terminal* fue otra de las señales de buen pronóstico que tuvieron los neurocirujanos, información que de forma casi inmediata pudo ofrecer la MNIO y es que aunque los modernos estudios de imágenes ofrecen una evaluación anatómica de alta precisión, las técnicas de EDX continúan siendo de gran utilidad, pues brindan una evaluación del estado funcional a nivel del SN y además, son factibles de realizar incluso bajo anestesia durante diferentes tipos de cirugías, con

## PESS Nervio Tibial



## PEM-ce



**Fig. 1.** Muestra de los registros del PESS-P40 y PEM-ce obtenidos durante el seguimiento trans-operatorio. La saeta señala el momento en el que fue expuesto el filum terminal y se procedió a realizar el corte de dicha estructura, lo cual fue registrado mediante fotos instantáneas tomadas al campo quirúrgico. En la parte inferior de la figura aparecen los registros del PEM-ce y la imagen de RMN.

lo cual es posible prevenir la ocurrencia de un daño post-quirúrgico, más aún cuando se realiza la MNIO multimodal.<sup>4,5,11-13</sup>

## CONCLUSIONES

Con la adquisición del estimulador *Digitimer D185*, sincronizado al equipo *Neuronica 5* fue posible obtener el PEM-ce por primera vez en Cuba con el nuevo paquete de programas *Neuronic Monitorización Neurofisiológica Intraoperatoria*. La puesta en marcha del estimulador *Digitimer D185* posibilita realizar la MNIO bajo un protocolo multimodal, con el que pueden ser evaluadas las vías somestésicas y motora a través de los potenciales evocados somatosensoriales y motor respectivamente.

## AGRADECIMIENTOS

A Moraima Enriquez Martínez (Dpto. de diseño CNEURO) por los arreglos a las figuras del trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Merton PA, Morton HB. Stimulation of the cerebral cortex in the intact human subject. *Nature*. 1980;285:227.
2. Husain AM. A practical approach to Neurophysiologic intraoperative monitoring. New York: Demos Medical Publishing: 2008:p.195-226.
3. Zouridakis G, Andrew DC. A Concise Guide to Intraoperative Monitoring. New York: CRC Press LLC: 2001:p.78-86,91-103,106-110,114-118.
4. Sutter M. The diagnostic value of multimodal intraoperative monitoring (MIOM) during spine surgery: a prospective study of 1,017 patients. *Eur Spine J*. 2007;16:162-170.
5. Sutter M. The validity of multimodal intraoperative monitoring (MIOM) in surgery of 109 spine and spinal cord tumors. *Eur Spine J*. 2007;16:197-208.
6. Yamada Th. Spinal Cord Surgery. En: M. Aatif and A. Husain. Practical approach to neurophysiologic intraoperative monitoring. New York: Demos Medical Publishing: 2008:p.117.
7. Holland NR. Lumbosacral surgery. En: Aatif M. and Husain. A practical approach to neurophysiologic intraoperative monitoring. New York: Demos Medical Publishing: 2008:p.139-153.
8. Martínez RS, Shaker MA. Diagnóstico y evolución de la hernia discal lumbosacra mediante el uso de técnicas electrofisiológicas. *Rev Cubana Ortop Traumatol*. 1998;12:12-15.
9. Charroó-Ruiz LE, Hernández RT, Pérez MA, Aznielle T, Galán L, Machado C. Potenciales Evocados. Técnicas Neurofisiológicas y Aplicaciones Clínicas. Ciudad de La Habana: Editorial Academia: 2001:p.76-144.
10. Santos AC. El Abecé de la electroneuromiografía clínica. Ciudad de La Habana: Editorial Ciencias Médicas: 2003:p.45-94.
11. Deletis V, Sala F. Intraoperative neurophysiological monitoring during spine surgery: an update. *Curr Opin Orthop*. 2004;15:154-158.
12. Beatty RM, McGuire P, Moroney JM, Holladay FP. Continuous intraoperative electromyographic recording during spinal surgery. *J Neurosurg*. 1995;82:401-405.
13. Sala F, Palandrin G, Basso E, Lanteri P, Deletis V, Falcicoli F, Bricolo A. Motor evoked potentials monitoring improves outcome after surgery for intramedullary spinal cord tumors: a historical control study. *Neurosurgery*. 2006;58:1129-1143.