



## CASO CLÍNICO

Vol. 40. No. 1 Enero-Marzo 2017

pp 58-60

## Reporte técnico del comportamiento de la neuroestimulación en el paciente con quemadura eléctrica

Dr. Miguel García-Lara,\* Dra. Guadalupe Zaragoza-Lemus,\*\*

Dr. Jesús Macías-Pérez,\*\*\* Dra. Katia Nava-Gómez\*\*\*

\* Jefe de Anestesia.

\*\* Médicos adscritos al Servicio de Anestesiología.

Centro Nacional de Investigación y Atención de Quemados (CENIAQ).

*Solicitud de sobretiros:*

Dra. Guadalupe Zaragoza-Lemus  
Av. México-Xochimilco Núm. 389,  
Col. El Arenal de Guadalupe,  
14389, Del. Tlalpan, Ciudad de México, México.  
E-mail: zararegional@hotmail.com

Recibido para publicación: 27-07-16

Aceptado para publicación: 18-10-16

Este artículo puede ser consultado en versión completa en  
<http://www.medigraphic.com/rma>

**RESUMEN**

La anestesia regional ha incrementado su uso en muchas áreas quirúrgicas de alta especialidad debido a las técnicas avanzadas y selectivas que se han implementado con éxito en beneficio del paciente. Aunque es bien conocido que el ultrasonido es el estándar de oro para uso de las técnicas de anestesia regional, actualmente existen países donde el ultrasonido no está disponible y la segunda opción es el manejo de la neuroestimulación. El paciente quemado es una entidad compleja que se reintervendrá en múltiples ocasiones de forma aguda, subaguda y crónica. Múltiples cirugías reconstructivas para restablecer la función son necesarias en el paciente quemado, en su fisiopharmacología y durante el paso del tiempo desarrolla hipermetabolismo e inducción enzimática. La tolerancia a opioides se vuelve un problema agudo de resolver en el transanestésico unido al problema del control del dolor. La anestesia regional por neuroestimulación no ofrece una opción en el paciente con quemadura eléctrica porque dicha lesión probablemente transforma los potenciales de acción a nivel celular neuronal con alteración de la placa motora y lo que se evidencia en la práctica clínica es una respuesta de contracción muscular ausente.

**Palabras clave:** Neuroestimulación, anestesia regional, quemadura eléctrica.

**SUMMARY**

*Regional anesthesia has increased its use in many surgical areas highly specialized due to advanced and selective techniques that have been successfully implemented for the benefit of the patient. Although well known that ultrasound is the gold standard for the use of regional anesthesia techniques, currently there are countries where ultrasound does not exist and the second option is the use of neurostimulation. The burn patient is a chronic complex entity reintervendrá multiple times of acute, subacute and. Multiple reconstructive surgery to restore function are needed in the burned patient. In his fisiopharmacology and during the hypermetabolic develops over time, enzyme induction. Opioid tolerance becomes an acute problem of resolving transoperative associated with the problem of pain control. Regional anesthesia by neurostimulation does not offer an option in the patient with electric burn because this injury probably transforms the action potentials at the neuronal cellular level with alteration of the neuromuscular union and what is evidenced in the clinical practice is a response of absent muscular contraction.*

**Key words:** Neuroestimulación, anestesia regional, quemadura eléctrica.

## INTRODUCCIÓN

Los mecanismos por los que la corriente eléctrica genera daño en el cuerpo humano han sido tema de controversias, desde el primer caso registrado de quemadura eléctrica después del descubrimiento del fenómeno eléctrico en 1746<sup>(1)</sup>.

Todavía no se comprende del todo el mecanismo de la lesión, aun cuando este accidente tiene una frecuencia reportada de 3% de todos los casos en los Estados Unidos, con una mortalidad que llega hasta el 40%<sup>(1)</sup>.

Los tipos de lesión con base en el mecanismo dependen de cómo se genera el accidente:

- La quemadura por corriente termoeléctrica generada por el arco de corriente, generalmente suele dañar la zona superficial que corresponde a piel, pero la profundidad y extensión son variables<sup>(2)</sup>.
- Las quemaduras por fuego, causado por ignición de la ropa, crea lesiones a varios niveles de profundidad.
- El paso de la corriente por los diferentes tejidos, causa resistencia, la cual genera calor y quemadura.

Por lo tanto, los factores asociados al grado de lesión son: el tipo de circuito de corriente (alterna o directa), el voltaje, la resistencia que se opone al paso de la electricidad, amperaje de la corriente, tiempo de contacto y vías por las que la corriente viajó dentro del cuerpo<sup>(1,3)</sup>.

Hablando del tipo de corriente eléctrica, usualmente la corriente alterna y de bajo voltaje genera más lesión que su igual en corriente directa, sin embargo, las lesiones por corriente directa y alto voltaje son asociadas con mayor mortalidad.

Respecto al voltaje, se sabe que menos de 24 volts se consideran seguros. El daño de médula espinal se observa en lesiones de alto voltaje ( $> 1,000$  volts)<sup>(1)</sup>.

La resistencia que oponen los tejidos en orden de mayor a menor es: hueso seguido de grasa, tendón, piel, músculo, sangre y el que genera menor resistencia al paso de corriente es el nervio<sup>(1)</sup>.

En el rubro de amperaje, es quizás uno de los puntos que más nos interesa en el tema de lesión nerviosa. Quince miliamperios o más son suficientes para generar estimulación nerviosa, muscular y tetanía, mientras que 60 miliamperios están asociados con fibrilación ventricular<sup>(1)</sup>.

La vía de viaje de la corriente cuando pasa de mano a mano está asociada con mayor mortalidad (60%) y lesión medular a nivel C4-C5, comparado con un viaje de cabeza a pies que es de 20% la frecuencia de muerte<sup>(2)</sup>.

La magnitud del daño en la médula espinal es directamente proporcional al tiempo de contacto. La identificación de estos casos no siempre es fácil, ya que se puede confundir con debilidad de las extremidades por la contusión o el reposo

prolongado; y en las lesiones leves, puede tardar tiempo en manifestarse de forma clínica<sup>(2,3)</sup>.

Los trastornos neurológicos pueden presentarse de forma inmediata, aunque por lo general tardan algunos días o incluso más, hay un caso reportado que tardó dos años, en manifestarse<sup>(1,2)</sup>.

El daño directo al sistema nervioso producido por el espasmo muscular tetánico violento o por la cinética de expulsión que puede presentarse ante un contacto con electricidad, no debe ser olvidado, ya que las paredes de las arterias también contienen musculatura, y la tetanía de estos músculos genera contracción, resultando en una disminución de la irrigación y oxigenación de estructuras nerviosas como médula espinal y nervios periféricos, parecido a una angiopatía proliferativa. Por último, es necesario comentar que las células largas, tales como las células nerviosas, son las más vulnerables a daño cuando la corriente viaja en paralelo<sup>(2,4)</sup>.

La anestesia regional ha incrementado su uso en muchas áreas quirúrgicas de alta especialidad debido a las técnicas avanzadas y selectivas que se han implementado con éxito en beneficio del paciente incluyendo también al paciente por quemadura eléctrica. Sin duda alguna la anestesia regional por ultrasonido es la técnica más eficiente y adecuada para el paciente quemado pero cuando existen hospitales donde aún no se cuenta con este recurso, entonces es necesario regresar a la neuroestimulación, lo cual dio origen al uso de la misma en el paciente quemado<sup>(3)</sup>. Los beneficios que ofrecen las técnicas de anestesia regional en el paciente quemado son múltiples y diversos adaptados a cada fase o estadío clínico del propio paciente quemado. Es bien conocido que la anestesia de los anestésicos locales supera la anestesia central por opioides disminuyendo de forma considerable el consumo de éstos. Esta analgesia neuromodula la respuesta al trauma con la disminución de la formación de neurotransmisores que provocan a futuro dolor neuropático mediado por las neuronas de amplio rango dinámico o dolor central. Por otro lado la anestesia regional mejora el flujo sanguíneo disminuyendo los eventos trombóticos, aumenta el flujo capilar por bloqueo simpático y vasodilatación periférica secundaria; a nivel hematológico también existen reportes sobre la disminución del sangrado transoperatorio. Otro beneficio de la anestesia regional es que disminuye los eventos neumónicos al evitar la instrumentación de la vía aérea, en muchos pacientes por ende disminuye la náusea y vómito, mejora la tolerancia a la vía oral de forma temprana, y por tanto disminuye la estancia hospitalaria. El beneficio más importante de la anestesia regional es su papel fundamental en la analgesia postoperatoria ya que persiste aún después de la cirugía, aunque de forma limitada de entre 12-24 horas dependiendo de las dosis usadas<sup>(4)</sup>. Pero esta ventana sin dolor y con disminución de opioide ofrece un respiro analgésico al paciente quemado. El paciente quemado

eléctrico fue manejado en esta institución de forma inicial con anestesia regional pero sin éxito; otra gran desventaja del uso de la neuroestimulación es la deformidad de las estructuras anatómicas necesarias para realizar la técnica a través de los llamados reparos anatómicos.

Objetivo: este reporte describe la eficacia de la neuroestimulación en bloqueos nerviosos durante la cirugía del paciente quemado por electricidad.

### Descripción de la técnica

Los pacientes ingresan a sala de quirófano procedentes del Área de Subagudos o en una etapa de secuelas se verifica la conveniencia el monitoreo si es invasivo con línea arterial o PANI. También se monitorea el EKG DII y V5, Spo2, ETCO2, frecuencia respiratoria. De ser deseable y posible la anestesia regional, se colocan los electrodos en áreas no cruentas dependiendo si se trata de una extremidad superior o inferior. La extremidad que se va a operar, ya sea mano o pie, puede estar aún en fase aguda con lesiones cruentas, sanguíneas, incluso en ampollas o ampollas, otro escenario es el paciente cuyas heridas ya cerraron con la piel blanca gruesa y muscularmente hipotrófica se someterá a remodelaciones múltiples o colgajos y coberturas. Estos pacientes tienen sensibilidad conservada incluso con alodinia y respuestas motoras clínicamente íntegras al examen neurológico, siempre que permita la exploración muscular la cicatrización o adherencias. Se realiza sedación endovenosa en escala Wilson III y una vez seleccionada la aguja para el abordaje y el transductor adecuado ya sea lineal o curvo y estimados los volúmenes del anestésico local en su mayoría ropivacaína, se procede a puncionar para verificar el cierre del circuito previa fijación de la salida de corriente a 0.5 mA. Progresivamente se eleva dicho amperaje hasta 5.0 sin lograr provocar ni identificar respuesta motora alguna. Con la imagen por ultrasonido en pantalla del nervio se observa el acercamiento de la aguja frente al nervio, lo cual es signo inequívoco del momento de depositar el anestésico local para verificar la difusión y lograr una imagen ecográfica satisfactoria ya sea de nervio aislado como el ciático poplíteo o del plexo braquial. En estos niveles del abordaje no se observan alteraciones ecográficas neuronales que pudieran dar señal macroscópicamente de lesión neuronal distal<sup>(5)</sup>.

### RESULTADOS

La ausencia de la respuesta motora a la neuroestimulación es directamente proporcional a la intensidad del voltaje eléctrico de la quemadura. En la literatura internacional no se ha descrito este hallazgo. Después de cinco años de experiencia y más de 45 casos fallidos, se abandona el uso de la neuroestimulación en caso del paciente con quemadura eléctrica.

### DISCUSIÓN

Existe evidencia de la interpretación de las pruebas electrofisiológicas de ausencia de conducción sin obtener respuesta bioeléctrica de forma bilateral, esto en la neuroconducción motora con captación del músculo con latencias de rango normal, amplitud disminuida con velocidades de neuroconducción dentro de rango normal sin diferencia de intervalo significativa<sup>(6)</sup>.

En cuanto a la neuroconducción sensitiva: se obtiene respuesta bioeléctrica con latencias iniciales y pico dentro de rango normal bilateral, amplitud en límite bilateral, sin diferencia de intervalo significativa.

La electromiografía en estos pacientes describe a) inserción disminuida, b) actividad espontánea: presencia de datos de inestabilidad de membrana (ondas positivas y fibrilaciones), c) actividad voluntaria máxima: potenciales de acción de unidad motora con duración dentro de rango normal, amplitud dentro de rango normal con actividad de reclutamiento máxima. Con patrón de reclutamiento reducido, con esfuerzo submáximo, presencia de potenciales polifásicos. No se obtiene respuesta voluntaria en distintos músculos.

### CONCLUSIONES

La anestesia regional por neuroestimulación no es una opción para el paciente quemado por electricidad, recomendamos no intentar esta técnica debido al daño residual de disfunción en la conducción y unión de la neurona motora, lo que origina ausencia total o parcial de la contracción muscular, indispensable para la neuroestimulación. Este equipo clínico de anestesiólogos recomienda el uso del ecógrafo de primera intención en el paciente con quemadura eléctrica cuando se planea realizar una técnica por anestesia regional periférica.

### REFERENCIAS

1. Kearns RD, Rich PB, Cairns CB, Holmes JH, Cairns BA. Electrical injury and burn care: a review of best practices. *EMS World*. 2014;43:34-40, 55.
2. Kwon KH, Kim SH, Minn YK. Electrodiagnostic study of peripheral nerves in high-voltage electrical injury. *J Burn Care Res*. 2014;35:e230-e233.
3. Koumbourlis AC. Electrical injuries. *Crit Care Med*. 2002;30:S424-S430.
4. Czuczman AD, Zane RD. Electrical injuries: a review for the emergency clinician. *Emerg Med Pract*. 2009;11:1-22. Available in: [http://www.emedicine.net/topics.php?path=showTopic&topic\\_id=201](http://www.emedicine.net/topics.php?path=showTopic&topic_id=201)
5. Neal JM. Ultrasound-guided regional anesthesia and patient safety: update of an evidence-based analysis. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41:195-204.
6. Salinas FV. Evidence basis for ultrasound guidance for lower-extremity peripheral nerve block: update 2016. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41:261-274.