

# Estandarización del método y condiciones de registro de potenciales evocados somatosensoriales en cirugías correctivas de deformidades de la columna vertebral. Estudio neurofisiológico en 82 casos quirúrgicos

Dra. Rosa Elena Escobar-Cedillo,\* Dra. Margoth Castillo-Herrera,\*\* Dra. Socorro Lona-Pimentel,\*\*  
Dr. Luis Miguel Rosales\*\*\*

Instituto Nacional de Ortopedia. Ciudad de México.

**RESUMEN.** Se han reportado alteraciones neurológicas posteriores a intervenciones quirúrgicas en corrección de deformidades de columna vertebral, debido al riesgo de lesión que se presenta, se ha utilizado la maniobra del “despertar” para valorar la integridad neurológica, siendo ésta insuficiente, por lo que se han establecido técnicas neurofisiológicas como potenciales evocados somatosensoriales (PES) valorando dicha integridad, este método sin ser invasivo, valora la vía somatosensorial evitando el riesgo de lesión medular. Sin embargo se han observado también en ocasiones falsas positivas y negativas con el mismo. Se estudiaron 82 pacientes, promedio de edad 15.4, a los que se les realizó SEP registrando en corteza y cuello y estimulación en tibial bilateral, no observando diferencia significativa en los registros antes y después de la cirugía  $p > 0.05$ . En 9 pacientes hubo falsas positivas y en 7 pacientes los potenciales fueron anormales, presentándose manifestaciones neurológicas posquirúrgicas desde parestesias hasta lesión medular. Debido al riesgo de lesión neurológica en dichas intervenciones se debe monitorizar no sólo con SEP la vía sensitiva, sino también la vía motora con algún otro método, para disminuir la incidencia de falsas positivas y negativas, y dar información más confiable al cirujano, para beneficio del paciente.

**Palabras clave:** estabilización, potenciales evocados, somatosensoriales, columna, cirugía.

**SUMMARY.** There are reports of neurologic alterations after surgical interventions in the correction of spine deformities, due to the risk that they involve. It has been used an “wake up” test to evaluate the neurologic integrity, but this has not been enough. Therefore, there has been established neurophysiologic techniques such the somatosensorial evoked potentials (SEP) to value this integrity. This method, without being invasive, evaluates the somatosensorial track avoiding the risk of spinal cord injury; however, there has been observed too, in some occasions, “false positive” and “true positive” with it. In our hospital we studied 82 patients with an average of age of 15.4, to whom there were done SEP with recording from the neck and scalp and stimulation applied in tibial nerve to each leg. We didn't find any significant difference in the records before and after the surgery with  $p > 0.05$ . In 9 patients there were “false positive” and in 7 patients SEP were abnormal, showing postoperative neurological changes from dysesthesias to spinal cord injury. Due to the risk of neurological injury in such interventions one must monitoring not only with SEP the sensory track, but also the motor track with some other method to diminish the incidence of “false positive” and negatives, to give more reliable information to the surgeon for the benefit of the patient.

**Key words:** evoked potentials, somatosensory, stability, spine, surgery.

Se ha descrito por numerosos autores desde Mac Evens, la asociación entre el déficit neurológico y deformidades espinales no tratadas reportando el primer caso en 1988 con base

a una encuesta organizada por el comité de morbilidad y mortalidad de la sociedad de investigación de escoliosis de Estados Unidos,<sup>17,18</sup> Schmitt's encontró entre 1971 a 1979 una incidencia de 0.5% de lesiones medulares en todos los tipos de intervención quirúrgica para la corrección de todas las variedades de deformidades de columna, resaltando como riesgo de lesión neurológica la paraplejía<sup>2,5</sup> Wilber y col. reportan 17% de incidencia de complicaciones neurológicas, 13% de cambios sensitivos transitorios y 4% de lesiones mayores de la médula espinal.<sup>33</sup> Vauzelle, Stagmara y Jouvinroux desde 1973 establecen la maniobra del despertar para

\* Jefe de Servicio de Electrodiagnóstico.

\*\* Médico adscrito del Servicio de Electrodiagnóstico.

\*\*\* Médico adscrito del Servicio de Columna Vertebral.

Dirección para correspondencia:  
Dra. Rosa Elena Escobar-Cedillo. Centro Nacional de Rehabilitación/Ortopedia. Othón de Mendizábal. 195, Col. Zacatenco CP 07360.  
E-mail: rescobar@cnr.gob.mx.

valorar la integridad de la médula espinal aunque ésta depende del nivel de anestesia y de la cooperación del enfermo, debido a esto para evitar los problemas inherentes en basarse únicamente en este tipo de maniobra,<sup>31</sup> se empezó a utilizar un método que proporciona información de la vía sensorial sin ser una técnica invasiva, como los potenciales evocados somatosensoriales. Dicho método se ha utilizado para evaluar desórdenes de la función del sistema nervioso central y periférico, siendo un estudio auxiliar importante en el diagnóstico, que proporciona información muy valiosa de la vía sensorial sin ser una técnica invasiva, sin embargo como la vía sensorial difiere anatómicamente de la motora, representa un recurso importante aunque indirecto para valorar la integridad neurológica de la médula espinal, ya que cuando hay un estímulo nervioso, ambos grupos de fibras aferentes musculares y grupo 11 cutáneas eferentes contribuyen a la respuesta.<sup>7</sup> Debido a esto, potenciales evocados somatosensoriales ofrecen una alternativa para valorar la función de la médula en las cirugías de la columna vertebral, ya que se puede determinar el inicio del daño de la médula.<sup>1,8,9,26</sup> Su uso, se ha incrementado notablemente desde hace más de 15 años, los trabajos iniciales de Brown en 1984,<sup>3,4</sup> More en 1988<sup>21</sup> revelan que tal monitoreo puede reducir la probabilidad de daño neurológico producido por alguna maniobra quirúrgica, en la actualidad la investigación se ha orientado en 2 áreas, una el uso de potenciales espinales y otra corticales.<sup>2,5,6,10,20,22,29,30</sup>

Existen muchos factores que pueden alterar el registro de los mismos como hipotensión arterial, temperatura, y agentes anestésicos, ocasionando que no se obtenga un registro adecuado, Popherson, Peterson y col. encontraron cambios en la amplitud y latencia en la administración de ciertos anestésicos principalmente los halogenados, óxido nitroso entre otros<sup>19,25</sup> por lo que Kalman habla de la importancia de utilizar otras combinaciones como fentanyl, propofol con los que observaron buenos resultados.<sup>13</sup>

El monitoreo de potenciales evocados somatosensoriales (PES) revela que es un estudio más sensitivo que el aplicar únicamente la maniobra de Stagnara, aunque hay reportes que hablan de falsas positivas y falsas negativas, hay quien sugiere que este método debe de utilizarse de rutina en todos los hospitales donde se realiza cirugía correctiva de deformidades de columna vertebral. Por lo que es nuestro interés tener experiencia al respecto.<sup>2,11,14-16,23,27,28</sup>

## Material y métodos

Se realizó un estudio longitudinal, de investigación clínica y observacional en 82 pacientes en el servicio electrodiagnóstico en colaboración con el servicio de columna vertebral en el Instituto Nacional de Ortopedia de 1995 a 1998, de uno y otro sexo 52 F y 30 M con un promedio de edad 15.4 (rango 2 a 53 años) con diagnóstico de escoliosis (74), cifosis (5), cifo escoliosis (3), que fueron sometidos a diferentes intervenciones quirúrgicas como: Instrumentación de Luque III (39), Harrington (2), y artrodesis (16), otras (25).

A todos los pacientes se les realizó un estudio de control transquirúrgico previo a realizar alguna manipulación y durante toda la cirugía tomando un registro final. En los potenciales evocados somatosensoriales se colocaron electrodo de captación según el sistema 10/20 de EEG en 3 canales C1, Cz, C2, cervical referidos a FPZ, con estimulación en tibial posterior bilateral a nivel de los tobillos, utilizando como electrodos de captación y referencia agujas subdérmicas.

Se utilizó un electromiógrafo Nicolet Viking II de 8 canales con la siguiente calibración:

Parámetros	Somatosensoriales
Sensitividad	100 uV
Filtro bajo	30 Hz
Filtro alto	250 Hz
Tiempo de base	10 mseg
Frecuencia	4.7 Hz
Duración	0.3 mseg
Intensidad	25 mV
Promediaciones	100

Anestesia utilizando diversos medicamentos fentanyl 2-3 µg/kg, (49) tiopental 5-7 mg/kg (17), propofol 1-2 mg/kg (3), ketamina 2-5 mg/kg (6), midazolam 100 µg/kg (35), pancuronio 50-100 µg/kg (43), atracurio 500 µg/kg (4), halogenados: isoflurano (14), halotane (4), etrane (1) de 1 a 2%; atropina 10 µg/kg (42).

Se midieron las latencias y amplitud de los registros posterior a la incisión y al final de la cirugía y se le avisó al cirujano durante la cirugía cuando había riesgo considerando más del 10% de la latencia y menos del 50% de la amplitud.

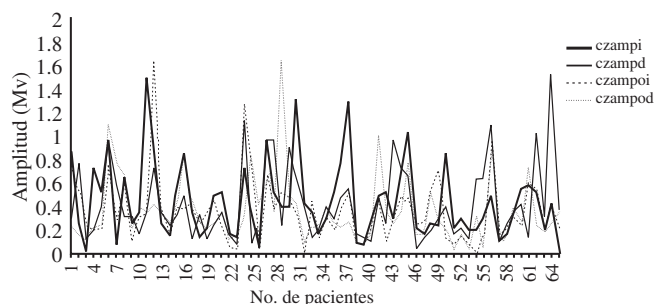
A los pacientes se les tomó registro posterior a la anestesia, y posterior a la incisión, tomando éste como registro basal, se monitorizaron durante toda la cirugía pero especialmente, antes de colocar los ganchos y alambres sublaminares, antes y durante la distracción y desrotación, colocación del injerto y el cierre.

Se analizaron únicamente los valores de Cz en el registro cortical en relación a la amplitud y latencia de ambos lados, ya que los otros registros C1 y C2 eran alternos y tenían valores similares, así como también a nivel cervical, haciendo el análisis estadístico con t de Student.

## Resultados

No hubo diferencia significativa en la mayoría de los registros en relación a la latencia y amplitud comparando registros previos a la manipulación y posteriores a la cirugía. El análisis estadístico se realizó con t de Student: en PES cortical Cz latencia izquierda (0.32), derecha (0.34), amplitud izquierda (0.19), derecha (0.65), cervical latencia derecha (0.41), izquierda (0.51), amplitud derecha (0.25), izquierda (0.52). En todos los casos con  $p > 0.05$ .

### Amplitud en los registros pre y postquirúrgicos en los potenciales somatosensoriales.



**Figura 1.** Gráfica de la amplitud de los registros pre czampi (izq). czampd (der) y postquirúrgicos czampoi (isq), czampod (der) de potenciales evocados somatosensoriales en los pacientes sometidos a intervención quirúrgica.

En los pacientes estudiados no se observaron falsas negativas (registros normales y alteración neurológica presentes). En 9 pacientes se encontraron falsas positivas (registros alterados y sin datos neurológicos presentes) (10%): la alteración presentada fue disminución en la amplitud de 15% a 50%, en 1 paciente hubo disminución de la amplitud en los registros por alteraciones hemodinámicas. En 7 pacientes (8%) los PES fueron anormales y se presentaron manifestaciones neurológicas postquirúrgicas desde parestesias hasta lesión medular completa (paraparesia espástica), observándose en los registros disminución de la amplitud una variación de 20 a 70% en relación al registro basal, en todos los casos se avisó al cirujano, y cuando el registro estaba dentro del criterio de alarma se realizó maniobra de Stigmara.

### Discusión

En los pacientes estudiados no hubo diferencia significativa en la mayoría de los registros en relación a la latencia y amplitud comparando registros previos a la manipulación y posteriores a la cirugía, obteniendo una  $p > 0.05$  tanto en la amplitud como en la latencia de ambos registros. Se observaron grados variables de confiabilidad en relación a la amplitud y la latencia de PES.<sup>9,10,22</sup> En relación a la amplitud, en los registros que se encontraron alterados, el porcentaje de afectación no correlacionó con los criterios de alarma ya establecidos en la literatura de disminución de la amplitud más del 50%, ya que cuando se presentó alteración neurológica la disminución de la amplitud fue de 20% a 70%, no coincidiendo en el 3% con dichos criterios establecidos, el porcentaje de alteración fue muy variable. La amplitud de la respuesta es el criterio principal de interpretación, ya que ésta se origina por la sincronización de las neuronas y disminuye por reducción en el número de ellas. A diferencia de la latencia, la cual no se modificó en forma significativa en relación a dichos criterios, aunque ésta es un parámetro secundario debe ser valorada, porque registra la velocidad de

las fibras y si se afecta es porque hay un enlentecimiento de la conducción nerviosa. En los registros de los pacientes estudiados se observó 10% de falsas positivas ya que este método no valora en forma directa las vías motoras, observándose en el 3% de los pacientes asintomáticos con cambios en los registros, que sí correspondían a dichos criterios. Forbes al analizar 1,168 casos monitorizados, en 119 encontró disminución en la amplitud del potencial más del 50% en los registros, de los cuales 32 tuvieron cambios neurológicos postquirúrgicos, 35 con problemas técnicos sin complicaciones posteriores, 52 sin alteraciones neurológicas, con 0 falsas negativas,<sup>11</sup> Nuwer realizó un estudio multicéntrico en 51,263 cirugías donde se utilizó monitoreo con PES observando que en el 72% tomó como criterio 50% disminución en la amplitud y en el 21% de 25 a 40% y en el 44% consideraban latencia prolongada más de 10% como criterio de alarma, encontrando también en 0.063% falsas negativas, 0.983% falsas positivas (2 aparentes falsos eventos, y se consideraban como reflejo de cambios fisiológicos), y 0.293% de verdaderas positivas, obteniendo para el estudio una sensibilidad de 92%, especificidad 98.9%, y esto dependía de que el cirujano que intervenía en las cirugías en donde se encontraban cambios, las alteraciones neurológicas se encontraban principalmente en casos de cifosis,<sup>23</sup> correlacionando esto con lo encontrado en nuestros pacientes.<sup>23</sup> La confiabilidad de SEP corticales ha variado entre 62 y 100%, en esta serie 88% de pacientes tuvieron SEP estables en manipulación de la médula,<sup>22</sup> es importante considerar que los anestésicos pueden influir en los registros así como los cambios hemodinámicos, por ello se debe valorar tanto los registros corticales como los periféricos. Una variable importante en relación a la confiabilidad de los registros continúa siendo la administración de anestésicos, ya que se debe evitar los halogenados o bien usar una baja dosis de los mismos.<sup>19,21,25</sup> Nosotros tratamos de estar en contacto continuo con los anestesiólogos para tener mejores registros.

Se ha reportado en la literatura la importancia de valorar la vía motora a través de otros métodos para dar una información más confiable por lo que Owen y col. demostraron en animales una sensibilidad diferente de los potenciales somatosensoriales y neuromotores en la compresión, distracción e isquemia, reproduciendo dichos estudios a humanos, en donde el segundo método fue más sensible y específico.<sup>12,24,32</sup> De ahí la importancia de utilizar ambos métodos para el monitoreo de la médula para valorar tanto la vía sensitiva como la motora.

### Conclusiones

Los resultados preliminares obtenidos en el presente trabajo sugieren que el monitoreo transquirúrgico de potenciales evocados somatosensoriales es útil para valorar la vía sensitiva, pero no es un método 100% confiable; ya que no proporciona información confiable de la vía motora, observándose falsas positivas en 10% de los pacientes. Por lo que es necesario valorar a través de otro método la vía motora. Sin

embargo, al utilizar este método se pudo detectar daño neurológico en las cirugías de deformidades de columna vertebral, por lo que la aplicación del mismo puede prevenir daño proporcionando un mejor tratamiento al paciente. Utilizándolo de ser posible junto con un método que valore también directamente la vía motora para dar una información más completa de la integridad neurológica del paciente.

### Bibliografía

1. Apel D, Gilbert M. Avoiding paraplegia during anterior spinal surgery. *Spine* 1991; 16(8) Supl.
2. Bradshaw PhD, Webb FR. Clinical evaluation of spinal cord monitoring in scoliosis surgery. *Spine* 1984; 9(6): 636-43.
3. Brown RH, Mash CL Jr. Current status of spinal cord monitoring. *Spine* 1979; 4: 466-70.
4. Brown HR. Intra-operative spinal cord monitoring. The adult spine. Principles and practice. New York, Raven Press LTD 1991.
5. Bruce BD. Spinal cord monitoring. *Orthopaedic Clinics of North America* 1988 19(2): 225-8.
6. Cracco RQ. Spinal evoked response peripheral nerve stimulation in man. *Electroencephalograph Clin Neurophysiol* 1993; 35: 379-86.
7. Chiappa HK. Evoked potential in clinical medicine Second Ed. 1990.
8. Dawson EG, Sherman JE, Kanim LE. Spinal cord monitoring results of scoliosis Research Society and European Spinal Deformity Society Survey *Spine* 1991; 16(8) 5: 5361-63.
9. Dinner PS, Luders A, Lesser RP. Intraoperative spinal somatosensory evoked potential monitoring. *J Neurosurgery* 1986; 65: 807-12.
10. Engler GL, Sielholz NJ, Bernard WN. Somatosensory cortical evoked potential during Harrington instrumentation for scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1978; 60(A): 528-32.
11. Forbes HJ, Allen PW, Waller CS. Spinal cord monitoring in scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg* 1991; 73(B): 487-91.
12. Kai Y, Owen J. Relationship between evoked potentials and clinical status in spinal cord ischemia. *Spine* 1994; 19: 1162-8.
13. Kalkman C. Variability of somatosensory cortical evoked potential during spinal surgery. *Spine* 1991; 16(8): 924-9.
14. Keim HA, Hadju MG. Somatosensory evoked potentials as an aid in the diagnosis and intraoperative management of spinal stenosis. *Spine* 1985; 10: 338-44.
15. Keith WR, Stanbough JL. Somatosensory cortical evoked potentials. A review of 100 cases of intraoperative spinal surgery monitoring. *Journal of Spinal Disorders*. 1990; (3): 220-6.
16. Lesser RP, Raudzens P, Luders H. Postoperative neurological deficit may occur despite unchanged intraoperative somatosensory evoked potentials. *Ann Neurol* 1986; 19: 22-5.
17. Mac Ewen W. The surgery of the brain and spinal cord. *Br Med J* 1988; 2: 302-9.
18. Mac Ewens GD, Bunell WP, Krishnaswami S. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1975; 57(A): 404-8.
19. Mc Pherson RW, Mahla M. Effects of eufluranbe, isoflurane, and nitrous oxide on somatosensory evoked response in human. *Anesthesiology* 1985; 62: 626-33.
20. Machida M, Weinstein S, Yaneda T. Spinal cord monitoring: Electrophysiological spinal surgery. *Spine* 1985; 10: 407-13.
21. More CR, Nuwer RM. Cortical evoked potential monitoring during spinal surgery: sensitivity, specificity, reliability, and criteria for alarm. *J Spinal Disord* 1988; 1(1): 75-80.
22. Nuwer M. Monitoring spinal cord surgery with cortical somatosensory evoked potentials. *Neuromonitoring in surgery*. Ed. JE Desmedt 1989.
23. Nuwer M, Dawson EG, Carlson LG. Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter survey. *Electroencephalo Clinical Neurophysiol* 1995; 96: 6-11.
24. Owen J, Naito M. Relationship among level of distraction, evoked potentials, spinal cord ischemia and integrity, and clinical status in animals. *Spine* 1990; 15(9): 844-857.
25. Pathak KSA. Effects of halotane and fluorane, anisoflurane in nitrous oxide on multilevel somatosensory evoked potential. *Anesthesiology* 1989; 70: 207-12.
26. Perot DL Jr. The clinical use of somatosensory evoked potentials in spinal cord injury. *Clin Neurosurgery* 1973; 20: 367-81.
27. Spielhotz NL, Benjamín MV. Somatosensory evoked potential during decompression stabilization of the spine. *Spine* 1979; 4: 500-5.
28. Stuart J, Perlik MD. Somatosensory evoked potential surgical monitoring. *Spine* 1982; 17(3): 273-6.
29. Tetsuya T, Tetsuo N. Spinal cord monitoring as a clinical utilization of the spinal evoked potential. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1984; 184: 58-63.
30. Tamaki T, Tsuji H. The prevention of iatrogenic spinal cord damage. *Int Orthop* 1996; 4: 313-317.
31. Vauzelle C, Stagmara JUR. Functional monitoring of spinal cord activity during spinal surgery. *Clin Orthop* 1973; 173-8.
32. Ueta T, Owen J, Sugioko Y. Effects of compression on physiologic integrity of the spinal cord, on circulation, and clinical status in four different directions of compression: posterior, anterior, circumferential, and lateral. *Spine* 1992;17(85) 5217-26.
33. Wilber RG, Thompson GH. Postoperative neurological deficits in segmental spinal instrumentation a study using spinal cord monitoring. *J Bone Joint Surg* 1989; 66(A): 1178-7.

