

# Monitorización intraoperatoria de los nervios laríngeos superior e inferior en cirugía de tiroides y paratiroides

JUAN PABLO DUEÑAS<sup>1</sup>, CARLOS SIMÓN DUQUE<sup>2</sup>

Palabras clave: nervio laríngeo recurrente; conducción nerviosa; monitoreo intraoperatorio; tiroidectomía; paratiroidectomía.

## Resumen

*La cirugía endocrina, y particularmente la cirugía de tiroides y paratiroides, ha experimentado múltiples cambios desde la década de los años 30 cuando se evidenció la disminución de las parálisis de las cuerdas vocales con la identificación visual del nervio laríngeo recurrente durante la cirugía. Desde entonces, nuestros esfuerzos se han encaminado a lograr una menor incidencia de estas lesiones con múltiples técnicas, siendo la neuromonitorización intraoperatoria una de las herramientas útiles, sobre todo en pacientes con factores de riesgo que tienen mayor probabilidad de lesión durante la cirugía.*

*Este artículo pretende hacer una revisión del tema y describir la técnica de la monitorización intraoperatoria de los nervios laríngeos.*

## Introducción

Desde 1938, cuando Lahey <sup>1</sup> publicó la descripción de su técnica quirúrgica para la tiroidectomía basada en la identificación del nervio laríngeo recurrente con una significativa disminución de la frecuencia de lesiones tanto temporales como definitivas, esta se convirtió en el método de referencia para la cirugía de tiroides y paratiroides. Los resultados de esta técnica han sido confirmados por múltiples autores, entre los que se destacan Riddell <sup>2</sup> en la década de los 50 y, más recientemente, Hermann, *et al.* <sup>3</sup>, en 2002 con más de 27.000 nervios en riesgo estudiados.

Sin embargo, la identificación y disección meticulosa del nervio laríngeo recurrente no ha logrado eliminar totalmente la incidencia de lesiones definitivas con implicaciones médicas que afectan seriamente la calidad de vida de los pacientes, tanto por la disfonía posoperatoria como por las traqueostomías; además, es la principal fuente de demandas por mala práctica en cirugía de tiroides; si la lesión del nervio es unilateral o bilateral puede influir en el tipo y el número de demandas por mala práctica.<sup>4-6</sup>

La tasa de lesión permanente del nervio laríngeo recurrente debe permanecer por debajo de 1 a 2 %. Sin embargo, existen circunstancias en las cuales los nervios están expuestos a un mayor riesgo y son muchos los factores involucrados en su mecanismo de lesión.

<sup>1</sup> Cirujano endocrino, Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia; Instituto de Cancerología, Medellín, Colombia

<sup>2</sup> Cirujano de cabeza y cuello, Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia

Fecha de recibido: 31 de julio de 2012

Fecha de aprobación: 30 de septiembre de 2012

## Historia

Sheed reportó en 1966 su experiencia con registros de presión sobre el tubo endotraqueal al estimular el nervio laríngeo recurrente en siete perros, obteniendo cambios en las ondas de espirometría<sup>7</sup>. Posteriormente, se encuentran diversos reportes de varios intentos de obtener un mejor registro de la onda eléctrica del nervio laríngeo recurrente con electrodos de superficie en la laringe o, incluso, en las cuerdas vocales<sup>8-15</sup>. En 1996, Eisele describió su experiencia de registro de los potenciales evocados del nervio laríngeo recurrente con electrodos de superficie en 31 pacientes<sup>16</sup> y desde entonces este método de registro se ha convertido en el método estándar de monitorización del nervio laríngeo recurrente, debido a que es fácil de reproducir y no produce trauma directo sobre las cuerdas vocales.

### Factores asociados a la lesión del nervio laríngeo recurrente

**Factores intrínsecos del nervio.** En diversos estudios se ha demostrado que las variaciones anatómicas del nervio laríngeo recurrente,<sup>17-19</sup> como la presencia de ramas extralaríngeas, su distorsión, y la posición entre las ramas de la arteria tiroidea inferior y el nervio laríngeo no recurrente, están asociadas a lesiones transitorias o permanentes. Sancho y Sitges-Serra evaluaron prospectivamente 302 nervios laríngeos recurrentes en riesgo y encontraron ramas extralaríngeas en 37,4 % de ellos, hallazgo asociado a una mayor incidencia de disfunción de las cuerdas vocales en estos nervios ramificados<sup>20</sup>. Serpell, *et al.*, fueron un poco más allá y lograron demostrar que, cuando los nervios laríngeos inferiores están ramificados, las fibras motoras para las cuerdas vocales se encuentran en la rama anterior del nervio sin excepción alguna<sup>21</sup>. Es aquí donde la neuromonitorización juega uno de sus roles más importantes, ya que se convierte en un adyuvante para la identificación visual y funcional del nervio laríngeo recurrente y sus ramas, con tasas de éxito entre 98 y 100 %<sup>22</sup>. Además, la estimulación intermitente de los tejidos perineurales ayuda a delinear el trayecto del nervio, lo cual facilita la delimitación y disección completa, y además, aporta información electrofisiológica y funcional, como lo sugiere el *International Neural Monitoring Study Group* en sus guías recientemente publicadas<sup>23</sup>.

**Diagnóstico y extensión de la cirugía.** El diagnóstico inicial del paciente tiene implicaciones en la tasa

de lesión del nervio laríngeo recurrente, ya que no tiene el mismo riesgo un paciente sometido a cirugía por un nódulo tiroideo único que uno con un gran bocio multinodular, o más aún, con un extenso carcinoma de tiroides y ganglios metastásicos en el compartimiento del centro del mediastino.

En el 2002, Jonas reportó su experiencia de 784 nervios en riesgo, en los cuales la neuromonitorización fue útil para identificar el nervio laríngeo recurrente en 99 % de los casos, pero no fue un estudio comparativo entre grupos<sup>24</sup>.

En 2004, Dralle realizó un estudio multicéntrico, prospectivo no aleatorio, de 29,998 nervios en riesgo y con tres grupos de cirujanos. En el primer grupo, las tiroidectomías se practicaban sin visualización del nervio laríngeo recurrente, en el segundo, con visualización del nervio laríngeo recurrente y, en el tercero, con visualización y neuromonitorización del nervio laríngeo recurrente. Los datos no mostraron beneficio en la disminución de las lesiones del nervio laríngeo recurrente entre el grupo de visualización y el de visualización con monitorización<sup>25</sup>.

Chan, *et al.*, describieron en el 2006, su experiencia con 1.000 nervios, clasificándolos según la dificultad técnica esperada o el riesgo inherente al procedimiento. Así, los pacientes con alto riesgo eran aquellos sometidos a reintervenciones (tiroidectomías previas subtotales, hemitiroidectomías o recidivas), cirugías por cáncer, bocios retroesternales o bocios tóxicos. Aunque no encontraron diferencias significativas por el tamaño de la muestra en el estudio, hallaron una tendencia en la disminución de las lesiones transitorias en pacientes con alto riesgo, sobre todo en aquellos sometidos a reintervenciones<sup>26</sup>. Barczynsky describió en el 2009 resultados similares en un estudio controlado de asignación aleatoria. En el subgrupo de pacientes con alto riesgo sometidos a cirugía sin neuromonitorización, la tasa de lesión transitoria del nervio laríngeo recurrente fue de 4,9 % en comparación con 2,0 % en los operados con neuromonitorización. Esto ratifica que el beneficio de la monitorización del nervio laríngeo recurrente se basa en ser una herramienta para la identificación del nervio, lo cual se traduce en una reducción importante en la prevalencia de paresia temporal del nervio en pacientes con alto riesgo (reintervenciones, bocios tóxicos o retroesternales y cirugía por cáncer)<sup>27</sup>.

## Pasos de la neuromonitorización

**Evaluación preoperatoria.** Debe practicarse una laringoscopia indirecta u con otro método (flexible o estroboscopia), con el fin de identificar alteraciones de la movilidad en las cuerdas vocales (paresia o parálisis) y tener un registro del mismo (L1), antes de la cirugía. Además, este examen es indispensable en pacientes intervenidos previamente, quienes pueden haber sufrido una lesión del nervio laríngeo recurrente en la cirugía previa y permanecer asintomáticos, aun con una cuerda vocal parética o paralizada<sup>23,28, 29</sup>.

**Equipo.** Se han descrito muchas formas de monitorización del nervio laríngeo recurrente, incluyendo la palpación laríngea, la observación glótica, la monitorización de la presión glótica, los electrodos en las cuerdas vocales implantados endoscópicamente, los electrodos de superficie en el tubo endotraqueal y los electrodos de superficie poscricoides. Todos estos métodos han ido evolucionando y perfeccionándose hasta llegar a una neuromonitorización mas ágil y simple.

En la actualidad, existen cuatro sistemas principales de neuromonitorización intraoperatoria (tabla 1) que permiten graficar el momento de la estimulación del nervio; su diferencia radica en la disposición de los electrodos en el tubo endotraqueal para capturar dicha estimulación que origina el potencial de acción que se observa en el monitor (potenciales evocados). El sistema *Medtronic Nim-Neuro 3.0*<sup>®</sup> (Estados Unidos) se diferencia de los demás, *Inomed*<sup>®</sup> (Alemania), *Nerveana*<sup>®</sup> (Estados Unidos) y *Avalanche XT*<sup>®</sup> (Dr. Lager-Medical, Alemania) en que sus electrodos han sido incorporados al tubo endotraqueal al momento de su fabricación, mientras que los demás sistemas usan electrodos anexados a una cinta adherente que se “envuelve” alrededor de cualquier tubo endotraqueal.

De los cuatro tipos de equipos de neuromonitorización descritos en la tabla 1, el de Medtronic<sup>®</sup> es el único que está disponible en Latinoamérica, sin querer en ningún momento demeritar la importancia de los demás. Para el caso de los insumos en cirugía de tiroides y paratiroides, su tubo endotraqueal de uso único según las instrucciones de la compañía, le da la ventaja, sobre los demás sistemas, de que los electrodos son fijos; en los otros sistemas, los electrodos se fijan a cualquier tubo pero pueden deslizarse de su posición ideal durante la cirugía;

sin embargo, tienen como ventaja principal su menor costo. La saliva y las secreciones laringo-traqueales pueden liberar eventualmente el adhesivo e interferir en la transmisión eléctrica del estímulo ocasionado por la contracción de la cuerda vocal.

**Técnica anestésica.** El trabajo en equipo con el grupo de anestesia es fundamental, desde la inducción del paciente hasta el despertar. No deben usarse relajantes neuromusculares, excepto en el momento de la inducción anestésica en la cual se pueden usar los de acción corta, con el fin de evitar una intubación traumática sobre una cuerda vocal no relajada. La relajación neuromuscular produce abolición del movimiento y conducción eléctrica en la cuerda vocal, lo que produciría una ausencia de registro de los potenciales evocados que son generados por el equipo de neuromonitorización<sup>30</sup>.

**Posición del paciente.** El tubo endotraqueal con electrodos tiene una zona de 3 cm por encima del balón en donde se encuentran los electrodos lineales que deben estar en contacto permanente con las cuerdas vocales. Por esta razón, es muy importante verificar su posición en el momento de la intubación y después del posicionamiento del paciente en extensión cervical, antes de iniciar la cirugía (figura 1).

**Neuromonitorización.** Una vez se hayan disecado los colgajos cervicales y se tenga acceso a la celda tiroidea, se procede a identificar en la vaina carotídea el nervio vago; este se estimula con la pieza de mano incluida y

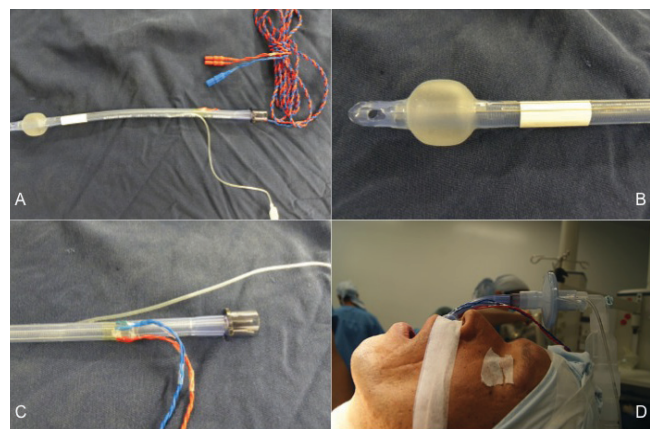


Figura 1. Tubo endotraqueal con electrodos y posición  
A. Tubo endotraqueal con electrodos. B. Electrodos lineales. C. Conexiones a la interfase del paciente. D. Posición del tubo con la extensión del cuello.

TABLA 1.  
*Sistemas de neuromonitorización disponibles en cirugía de tiroides y paratiroides*

Nombre	Tipo	Comentarios
Innomed C2 Nerve Monitor® Alemania www.inomed.com	Electrodos en cinta adhesiva que se adhiere a cualquier tubo endotraqueal	Menor costo La saliva o secreciones pueden eventualmente liberar el adhesivo. Requiere manipulación.
Medtronic Nim 3® USA www.medtronic.com	Tubo endotraqueal con electrodos incorporados	Mayor costo
Nerveana® Neurovision Medical Products USA www.nerveana.com	Electrodos en cinta adhesiva que se adhiere a cualquier tubo endotraqueal	Menor costo La saliva o secreciones pueden eventualmente liberar el adhesivo. Requiere manipulación.
Avalanche® Dr. Lager Medical Alemania www.medical-langer.de	Electrodos en cinta adhesiva que se adhiere a cualquier tubo endotraqueal	Menor costo La saliva o secreciones pueden eventualmente liberar el adhesivo. Requiere manipulación.

se observa en el monitor una onda, además de un sonido característico propio de un circuito vago- laríngeo recurrente funcional e intacto. Posteriormente, el cirujano inicia el abordaje convencional de una tiroidectomía o paratiroidectomía.

Se inicia la búsqueda del nervio laríngeo recurrente en la hendidura traqueo-esofágica o a nivel de la arteria tiroidea inferior y, si se identifica el nervio, se puede estimularlo. Más aún, en caso de que la identificación visual sea difícil, el estimulador puede proporcionar un acercamiento anatómico al sitio donde se encuentra el nervio y, de esta manera, facilitar su identificación y disección. En caso de reintervenciones, tumoraciones benignas de gran volumen (grandes bocios) o lesiones malignas infiltrantes, el sistema permite diferenciar entre tejido fibroso y el nervio laríngeo recurrente o el nervio laríngeo superior si este se quiere identificar.

Es importante seguir el orden de la monitorización neural. Antes de la disección, se estimula el nervio vago ( $V_1$ ), lo cual es fundamental para verificar que todos los sistemas de monitorización funcionan adecuadamente, y luego se estimula el laríngeo recurrente, al momento de la visualización inicial ( $R_1$ ). Al final de la disección tiroidea ( $R_2$ ), se estimula el nervio laríngeo recurrente. Después de completar la tiroidectomía y la hemostasia final, se estimula nuevamente el nervio vago ( $V_2$ ). Este último estímulo es esencial para reconocer cualquier lesión del nervio laríngeo recurrente y predecir la función posoperatoria en forma precisa (figura 2)<sup>31</sup>.

Cuando se sospecha lesión del nervio por pérdida de la señal de estimulación (ausencia de señal o señal de amplitud por debajo de 100  $\mu$ V), inicialmente se debe verificar la presencia de contracción laríngea (*laryngeal twitch*) mediante estimulación del nervio vago del mismo lado. Si se presenta contracción, la función del nervio está preservada y el problema radica en el registro de los potenciales por parte del equipo de neuromonitorización, lo que se debe, generalmente, a un cambio en la posición del tubo endotraqueal; de no ser así, hay que revisar las conexiones de la interfaz del paciente, la posición de los electrodos cutáneos y eliminar el exceso de saliva que pueda producir interferencias. Por el contrario, si no se produce la contracción laríngea con la estimulación y todos los factores antes mencionados son revisados adecuadamente y la estimulación del lado opuesto produce contracción, muy probablemente se trata de una lesión del nervio laríngeo recurrente.

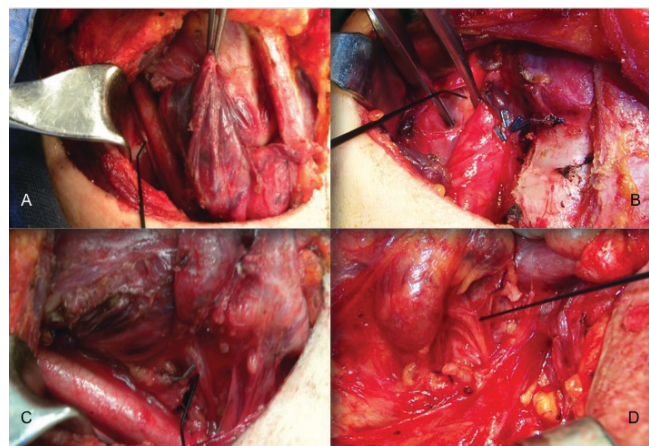


Figura 2. Estimulación del nervio vago y laríngeo inferior  
A y B. Estimulación del nervio vago. C y D. Estimulación del nervio laríngeo recurrente

A todos los pacientes se les debe practicar una laringoscopia temprana en el periodo posoperatorio para confirmar y dar validez a los datos obtenidos durante la neuromonitorización (L2).

La relación de los datos de neuromonitorización y la evaluación temprana de la movilidad de las cuerdas vocales, son muy útiles para obtener datos de falsos positivos (pérdida de señal del electromiograma con movilidad conservada de la cuerda vocal) y de falsos negativos (buen electromiograma con alteración de la movilidad de la cuerda vocal).

En la actualidad, se sabe que el valor pronóstico negativo varía de 92 a 100 %, y el positivo se encuentra en rango más amplio que va de 10 a 90 %<sup>28,32-36</sup>.

### Aspectos éticos

No existen muchas discusiones en la literatura científica sobre los aspectos éticos de la neuromonitorización. Es muy importante nunca generar falsas expectativas en los pacientes haciendo ver el uso de la tecnología como una herramienta infalible para disminuir o evitar las lesiones del nervio laríngeo recurrente. De igual manera, es importante aclarar que el uso del neuromonitor no reemplaza la técnica quirúrgica meticulosa ni la visualización del nervio laríngeo recurrente<sup>5,37</sup>.

### Conocimiento actual

Los beneficios de la neuromonitorización del nervio laríngeo recurrente son más evidentes en casos con alto riesgo, como en cirugía por cáncer, reintervenciones y bocios tóxicos y retroesternales. Aunque se ha demostrado que esta técnica también ayuda a disminuir lesiones cuando el volumen de procedimientos por año es bajo, no es recomendable usarla en este contexto porque la monitorización no excluye la visualización del nervio laríngeo recurrente<sup>22,23,25-27,38</sup>.

En una encuesta realizada en 2009 a los miembros de la *American Association of Endocrine Surgeons*, se encontró que el 63 % de los participantes no usaban neuromonitorización intraoperatoria, mientras que el 14 % la utilizaban de una forma rutinaria y 23 % eran selectivos en su uso (pacientes con alto riesgo). Las razones para no usarlo incluían bajo volumen de pacientes, no

estar familiarizados con la técnica y acceso limitado al equipo<sup>39</sup>. Actualmente, el uso rutinario y selectivo de la neuromonitorización ha aumentado progresivamente, probablemente por la mayor difusión de la tecnología y la información científica que cada día da un mayor soporte de sus beneficios<sup>40</sup>.

Recientemente, Higgins, *et al.*, hicieron un metaanálisis de estudios comparando la cirugía con la visualización del nervio laríngeo recurrente con la neuromonitorización. Evaluaron 64.699 nervios en riesgo y concluyeron que no existían diferencias significativas con el uso de la neuromonitorización. Sin embargo, no hicieron una descripción detallada de los pacientes con alto riesgo sino una evaluación global que, en este contexto, puede explicar este tipo de resultados<sup>41</sup>.

Barczynski, *et al.*, llevaron a cabo un estudio prospectivo postulando la hipótesis de que el uso de neuromonitorización en pacientes con cáncer bien diferenciado de tiroides sometidos a tiroidectomía más linfadenectomía de mediastino, tiene un mejor resultado quirúrgico por el incremento en la seguridad del procedimiento y en la radicalidad del mismo. Estudiaron dos grupos de 151 pacientes cada uno (cirugía con neuromonitorización y sin ella). Encontraron lesiones transitorias en 2 % de los pacientes con neuromonitorización intraoperatoria y 5 % en el grupo sin monitorización ( $p=0,04$ ), y lesiones definitivas en 1 % Vs. 1,7 %, respectivamente ( $p=0,31$ ). Además, la tasa de captación de  $I^{131}$  fue menor en los pacientes con cirugía con neuromonitorización intraoperatoria. La hipótesis de los autores es validada por sus resultados; no obstante, la radicalidad de la cirugía no debe depender de si se usa o no la monitorización neural, aunque sí es importante recalcar que es una ayuda válida durante la disección y delimitación anatómica del nervio laríngeo recurrente en la linfadenectomía del mediastino<sup>42</sup>.

### Conclusiones

El impacto del uso de la neuromonitorización puede aplicarse en cuatro campos<sup>43</sup>.

#### 1. Beneficios clínicos:

- disminución de la tasa de parálisis o paresia del nervio laríngeo recurrente en pacientes con alto riesgo;

- diagnóstico intraoperatorio de lesión del nervio laríngeo recurrente;
  - ayuda en la identificación y disección del nervio laríngeo recurrente, y
  - aumento de la radicalidad de la cirugía;
2. Instrumento para investigación:
- aporta datos útiles para entender la correlación electrofisiológica y anatómica del nervio laríngeo recurrente, y
  - evalúa el valor pronóstico de la neuromonitorización.
3. Instrumento educacional:
- entendimiento de la anatomía normal del nervio laríngeo recurrente y sus variaciones anatómicas, para el residente en entrenamiento y los cirujanos con poca experiencia en el campo, y
  - monitorización del desempeño quirúrgico.
4. Soporte médico-legal:
- reducción del número de traqueostomías;
  - registro de datos electromiográficos durante la cirugía, y
  - desarrollo de estándares en cirugía de tiroides.

La neuromonitorización del nervio laríngeo recurrente en cirugía de tiroides y paratiroides es una técnica nueva, fácil de aprender y reproducir, indicada en pacientes con cirugía previa de tiroides o paratiroides, bocio retroesternal o tóxico y pacientes con cáncer extenso de tiroides con sospecha o evidencia de metástasis en el compartimento central. Es importante recalcar que no reemplaza el método de referencia en la cirugía de tiroides y paratiroides, que es la visualización del nervio laríngeo inferior, sino que se convierte en un adyuvante para la técnica quirúrgica.

## Intraoperative monitoring of superior and inferior laryngeal nerves during thyroid and parathyroid surgery

### Abstract

*Endocrine surgery, and particularly thyroid and parathyroid surgery, has undergone many changes since the mid-30s when proper visual identification of the recurrent nerve showed a reduction in injuries to the nerve. Nowadays, intraoperative identification of the recurrent laryngeal nerve is the standard of care, and it has come to help treating those difficult patients with big thyroid or parathyroid lesions, prior surgery, vocal cord paralysis, etc.*

*This article reviews and describes the technique of intraoperative monitoring of the laryngeal nerve.*

**Key words:** *recurrent laryngeal nerve; neural conduction; monitoring, intraoperative; thyroidectomy; parathyroidectomy.*

### Bibliografía

1. Lahey FH, Hoover WB. Injuries to the recurrent laryngeal nerve in thyroid operations: Their management and avoidance. *Ann Surg.* 1938;108:545-62.
2. Riddell VH. Injury to recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy; a comparison between the results of identification and non-identification in 1,022 nerves exposed to risk. *Lancet.* 1956;271:638-41.
3. Hermann M, Alk G, Roka R, Glaser K, Freissmuth M. Laryngeal recurrent nerve injury in surgery for benign thyroid diseases: Effect of nerve dissection and impact of individual surgeon in more than 27,000 nerves at risk. *Ann Surg.* 2002;235:261-8.
4. Abadin SS, Kaplan EL, Angelos P. Malpractice litigation after thyroid surgery: The role of recurrent laryngeal nerve injuries, 1989-2009. *Surgery.* 2010;148:718-23.
5. Angelos P. Ethical and medicolegal issues in neuromonitoring during thyroid and parathyroid surgery: A review of the recent literature. *Curr Opin Oncol.* 2012;24:16-21.
6. Dralle H, Lorenz K, Machens A. Verdicts on malpractice claims after thyroid surgery: Emerging trends and future directions. *Head Neck.* 2012; Mar 20. doi: 10.1002/hed.21970.
7. Shedd DP, Durham C. Electrical identification of the recurrent laryngeal nerve. I. Response of the canine larynx to electri-

- cal stimulation of the recurrent laryngeal nerve. *Ann Surg.* 1966;163:47-50.
8. Flisberg K, Lindholm T. Electrical stimulation of the human recurrent laryngeal nerve during thyroid operation. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1969;263:63-7.
  9. Rea JL, Davis WE, Templer JW. Recurrent nerve locating system. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1979;88:92-4.
  10. Riddell V. Thyroidectomy: Prevention of bilateral recurrent nerve palsy. Results of identification of the nerve over 23 consecutive years (1946-69) with a description of an additional safety measure. *Br J Surg.* 1970;57:1-11.
  11. Suzuki M, Kirchner JA. Sensory fibers in the recurrent laryngeal nerve. An electrophysiological study of some laryngeal afferent fibers in the recurrent laryngeal nerve of the cat. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1969;78:21-31.
  12. Tomita H. An electromyographic study of recurrent laryngeal nerve paralysis. *Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho.* 1967;70:963-85.
  13. Peytz F, Rasmussen H, Buchthal F. Conduction time and velocity in human recurrent laryngeal nerve. *Dan Med Bull.* 1965;12:125-7.
  14. Tschopp KP, Gottardo C. Comparison of various methods of electromyographic monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2002;111:811-6.
  15. Petro ML, Schweinfurth JM, Petro AB. Transcricothyroid, intraoperative monitoring of the vagus nerve. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006;132:624-8.
  16. Eisele DW. Intraoperative electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope.* 1996;106:443-9.
  17. Chiang FY, Lu IC, Chen HC, Chen HY, Tsai CJ, Hsiao PJ, *et al.* Anatomical variations of recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery: How to identify and handle the variations with intraoperative neuromonitoring. *Kaohsiung J Med Sci.* 2010;26:575-83.
  18. Snyder SK, Lairmore TC, Hendricks JC, Roberts JW. Elucidating mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy and parathyroidectomy. *J Am Coll Surg.* 2008;206:123-30.
  19. Beneragama T, Serpell JW. Extralaryngeal bifurcation of the recurrent laryngeal nerve: A common variation. *ANZ J Surg.* 2006;76:928-31.
  20. Sancho JJ, Pascual-Damieta M, Pereira JA, Carrera MJ, Fontane J, Sitges-Serra A. Risk factors for transient vocal cord palsy after thyroidectomy. *Br J Surg.* 2008;95:961-7.
  21. Serpell JW, Yeung MJ, Grodski S. The motor fibers of the recurrent laryngeal nerve are located in the anterior extralaryngeal branch. *Ann Surg.* 2009;249:648-52.
  22. Timmermann W, Hamelmann WH, Thomusch O, Sekulla C, Grond S, Neumann HJ, *et al.* Effectiveness and results of intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery. Statement of the Interdisciplinary Study Group on Intraoperative Neuro-monitoring of Thyroid Surgery. *Chirurg.* 2004;75:916-22.
  23. Randolph GW, Dralle H, Abdullah H, Barczynski M, Bellantone R, Brauckhoff M, *et al.* Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International standards guideline statement. *Laryngoscope.* 2011;121(Suppl.1):S1-16.
  24. Jonas J. Reliability of intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Zentralbl Chir.* 2002;127:404-8.
  25. Dralle H, Sekulla C, Haerting J, Timmermann W, Neumann HJ, Kruse E, *et al.* Risk factors of paralysis and functional outcome after recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Surgery.* 2004;136:1310-22.
  26. Chan WF, Lang BH, Lo CY. The role of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy: A comparative study on 1,000 nerves at risk. *Surgery.* 2006;140:866-73.
  27. Barczynski M, Konturek A, Cichon S. Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg.* [Comparative Study Randomized Controlled Trial]. 2009;96:240-6.
  28. Chan WF, Lo CY. Pitfalls of intraoperative neuromonitoring for predicting postoperative recurrent laryngeal nerve function during thyroidectomy. *World J Surg.* 2006;30:806-12.
  29. Chiang FY, Lee KW, Chen HC, Chen HY, Lu IC, Kuo WR, *et al.* Standardization of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid operation. *World J Surg.* 2010;34:223-9.
  30. Deiner S. Highlights of anesthetic considerations for intraoperative neuromonitoring. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2010;14:51-3.
  31. Dionigi G, Chiang FY, Rausei S, Wu CW, Boni L, Lee KW, *et al.* Surgical anatomy and neurophysiology of the vagus nerve (VN) for standardized intraoperative neuromonitoring (IONM) of the inferior laryngeal nerve (ILN) during thyroidectomy. *Langenbecks Arch Surg.* 2010;395:893-9.
  32. Tomoda C, Hirokawa Y, Uruno T, Takamura Y, Ito Y, Miya A, *et al.* Sensitivity and specificity of intraoperative recurrent laryngeal nerve stimulation test for predicting vocal cord palsy after thyroid surgery. *World J Surg.* 2006;30:1230-3.
  33. Hamelmann WH, Meyer T, Timm S, Timmermann W. A Critical Estimation of Intraoperative Neuromonitoring (IONM) in Thyroid Surgery. *Zentralbl Chir.* 2002;127:409-13.
  34. Hermann M, Hellebart C, Freissmuth M. Neuromonitoring in thyroid surgery: Prospective evaluation of intraoperative electrophysiological responses for the prediction of recurrent laryngeal nerve injury. *Ann Surg.* 2004;240:9-17.
  35. Beldi G, Kinsbergen T, Schlumpf R. Evaluation of intraoperative recurrent nerve monitoring in thyroid surgery. *World J Surg.* 2004;28:589-91.
  36. Thomusch O, Sekulla C, Machens A, Neumann HJ, Timmermann W, Dralle H. Validity of intra-operative neuromonitoring signals in thyroid surgery. *Langenbecks Arch Surg.* 2004;389:499-503.

37. Angelos P. Recurrent laryngeal nerve monitoring: State of the art, ethical and legal issues. *Surg Clin North Am.* 2009;89:1157-69.
38. Thomusch O, Sekulla C, Walls G, Machens A, Dralle H. Intraoperative neuromonitoring of surgery for benign goiter. *Am J Surg.* 2002;183:673-8.
39. Sturgeon C, Sturgeon T, Angelos P. Neuromonitoring in thyroid surgery: attitudes, usage patterns, and predictors of use among endocrine surgeons. *World J Surg.* 2009;33:417-25.
40. Singer MC, Rosenfeld RM, Sundaram K. Laryngeal nerve monitoring: Current utilization among head and neck surgeons. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012;146:895-9.
41. Higgins TS, Gupta R, Ketcham AS, Sataloff RT, Wadsworth JT, Sinacori JT. Recurrent laryngeal nerve monitoring versus identification alone on post-thyroidectomy true vocal fold palsy: A meta-analysis. *Laryngoscope.* 2011;121:1009-17.
42. Barczynski M, Konturek A, Stopa M, Hubalewska-Dydejczyk A, Richter P, Nowak W. Clinical value of intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerves in improving outcomes of surgery for well-differentiated thyroid cancer. *Pol Przegl Chir.* 2011;83:196-203.
43. Dionigi G, Barczynski M, Chiang FY, Dralle H, Duran-Poveda M, Iacobone M, *et al.* Why monitor the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery? *J Endocrinol Invest.* 2010;33:819-22.

Correspondencia: Juan Pablo Dueñas Muñoz, MD  
Correo electrónico: jpduenas@cirendocrina.com  
Medellín, Colombia