

Revista Española de Anestesiología y Reanimación

www.elsevier.es/redar



REVISIÓN

Monitorización del nervio laríngeo recurrente mediante tubo orotraqueal electromiográfico en cirugía de tiroides y paratiroides. Consideraciones anestésicas[☆]

J. Martín Jaramago^{a,*}, M. Tamarit Conejeros^b, M. Escudero Torrella^c y C. Solaz Roldán^a

^a Departamento de Anestesiología y Reanimación, Hospital Universitario Doctor Peset, Valencia, España

^b Departamento de Otorrinolaringología, Hospital Universitario Doctor Peset, Valencia, España

^c Departamento de Neurofisiología, Hospital Universitario Doctor Peset, Valencia, España

Recibido el 27 de noviembre de 2012; aceptado el 3 de junio de 2013

Disponible en Internet el 22 de julio de 2013

PALABRAS CLAVE

Nervio laríngeo recurrente;
Parálisis de cuerdas vocales;
Tiroidectomía;
Monitorización intraoperatoria;
Anestesia general;
Bloqueante neuromuscular

KEYWORDS

Recurrent laryngeal nerve;
Acquired vocal cord palsy;
Thyroidectomy;

Resumen La lesión del nervio laríngeo recurrente es una de las principales complicaciones de la cirugía de tiroides y paratiroides. Cuando esta lesión es bilateral, se produce una obstrucción aguda de la vía aérea con compromiso vital para el paciente. Con la identificación visual intraoperatoria se consigue preservar la integridad nerviosa más frecuentemente que si no se identifica el nervio. Para ayudar a identificarlo, se puede monitorizar el nervio laríngeo recurrente utilizando un tubo endotraqueal electromiográfico. En estos casos resulta fundamental el papel del anestesiólogo, colocando correctamente el tubo endotraqueal electromiográfico, de manera que los electrodos hagan contacto con las cuerdas vocales durante toda la intervención. Además, los resultados de la electromiografía se ven afectados por los bloqueantes neuromusculares, por lo que debemos adecuar la elección y dosis garantizando una profundidad anestésica adecuada. La realización de un protocolo conjunto con el resto de especialistas resulta muy útil.

© 2012 Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Monitoring of recurrent laryngeal nerve injury using an electromyographic endotracheal tube in thyroid and parathyroid surgery. Anesthetic aspects

Abstract Recurrent laryngeal nerve injury remains one of the main complications in thyroid and parathyroid surgery. When this injury is bilateral, an acute upper airway obstruction may occur, leading to a potentially life-threatening situation for the patient. The visual identification of the nerve during surgery is the best way to preserve its integrity. However identification of

[☆] Este artículo pertenece al Programa de Formación Médica Continuada en Anestesiología y Reanimación. La evaluación de las preguntas de este artículo se podrá realizar a través de internet accediendo a la siguiente página web: www.elsevierfmc.com

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmartinjaramago@gmail.com (J. Martín Jaramago).

Intraoperative
monitoring;
General anesthesia;
Neuromuscular
blocker

the nerves by means of electromyographic stimuli through electrodes attached to endotracheal tubes could help in decreasing nerve injury. In these cases the experience and role of the anesthetist is essential to correctly place the electromyographic endotracheal tube and ensure that the electrodes are in touch with the vocal cords during the surgery. Moreover, the results of the electromyography can be affected by the neuromuscular blocking agents. Therefore, the choice and dose must be adapted, in order to ensure a suitable anesthetic depth, and adequate response.

© 2012 Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La cirugía de tiroides y paratiroides presenta complicaciones que pueden poner en peligro la vida del paciente. De ellas, las más graves son la parálisis de las cuerdas vocales secundaria a lesión bilateral del nervio laríngeo recurrente (NLR) y la hemorragia.

La lesión del NLR puede ser unilateral o bilateral, y temporal o persistente, pero la gravedad radica en la parálisis bilateral del NLR por la obstrucción aguda de la vía aérea tras la extubación, con compromiso vital para el paciente¹.

La incidencia global de parálisis del NLR varía mucho según las series publicadas. En el metaanálisis publicado por Higgins et al.² se situó en torno al 3,12-3,52%, aumentando su incidencia notablemente en reintervenciones y en cirugía de tumores malignos. El bocio subesternal extenso con distorsión anatómica, la irradiación cervical previa, la reexploración por hemorragia y las variaciones anatómicas incrementan el riesgo de parálisis³⁻⁵.

Durante la cirugía, se considera esencial identificar el NLR para evitar lesionarlo, sin embargo, en ocasiones esto resulta difícil. Actualmente, en la cirugía tiroidea se recomienda la neuromonitorización intraoperatoria del NLR^{1,6,7}, como una herramienta más de ayuda en la identificación nerviosa.

Realizamos una revisión bibliográfica centrada sobre todo en las implicaciones anestésicas. Para ello se hizo una búsqueda en PubMed/Medline, empleando los términos «nerve monitoring», «intraoperative nerve monitoring», «intraoperative nerve monitoring AND anesthesia», «guidelines for intraoperative nerve monitoring», «recurrent laryngeal nerve monitoring», «recurrent laryngeal nerve monitoring AND anesthesia», «recurrent laryngeal nerve injury» y «recurrent laryngeal nerve monitoring AND neuromuscular blockade», limitando la búsqueda a los últimos 10 años e idioma inglés, y buscando referencias de interés dentro de las publicaciones halladas. También se realizó una búsqueda empleando los mismos términos en las bases de datos de Cochrane Library y UpToDate. La última búsqueda electrónica se realizó en febrero de 2013.

El objetivo de esta revisión es proporcionar al anestesiólogo los conocimientos necesarios para saber actuar cuando se monitoriza intraoperatoriamente el NLR utilizando el tubo endotraqueal electromiográfico (TET EMG).

Anatomía del nervio laríngeo recurrente y fisiopatología de la lesión

El NLR forma parte del X par craneal (nervio vago). Es el nervio responsable de la innervación motora de todos los músculos laríngeos, excepto el músculo cricotiroideo, que es innervado por la rama externa del nervio laríngeo superior (NLS), y de la innervación sensitiva de la tráquea y la laringe por debajo de las cuerdas vocales⁸.

Durante la cirugía de tiroides, el cirujano suele identificarlo en el triángulo limitado por la vaina de la arteria carótida, la tráquea y esófago y la arteria tiroidea inferior. El punto más conflictivo es la entrada del nervio en la laringe, ya que es el que está más cercano y en contacto con la glándula.

La mayoría de las lesiones son unilaterales y temporales, dan sintomatología de disfonía con la cuerda vocal afectada en posición paramedial y se suelen resolver espontáneamente en 6-8 semanas. En los casos de lesiones unilaterales duraderas, el paciente presenta disfonía persistente, pero la calidad de la voz mejora por compensación laríngea, aunque suele ser necesaria la reeducación de la voz y la respiración por los equipos de foniatría y rehabilitación foniátrica. Los casos más graves son aquellos en los que la lesión del NLR es bilateral e inadvertida, bien por lesión intraoperatoria de ambos NLR, bien por lesión unilateral en un paciente que ya tenía previamente lesión del otro NLR. En estos casos, se produce de forma aguda una obstrucción de la vía aérea tras la extubación, que se manifiesta con estridor e insuficiencia respiratoria, y puede precisar una reintubación urgente o la realización de una traqueotomía³.

El NLR puede ser lesionado intraoperatoriamente de diversos modos: atrapamiento por la ligadura de tracción, sujeción, succión por el aspirador, compresión, contusión, presión y daño térmico⁹. El mecanismo de lesión más frecuente probablemente sea la tracción^{10,11}.

Del mismo modo, también puede lesionarse intraoperatoriamente la rama externa del nervio laríngeo superior. Sin embargo, el daño de este nervio tan solo produce un ligero deterioro en la calidad de la voz, y su repercusión clínica es mucho menor¹². Los grados de lesión nerviosa se recogen en la [tabla 1](#).

A raíz del trabajo de Lahely y Hoover en 1938¹³, disminuyó la incidencia de lesiones del NLR debido a la sugerencia de la visualización e identificación intraoperatoria del nervio. Desde entonces, varios estudios multicéntricos han

Tabla 1 Grados de lesión nerviosa según clasificación de Seddon y Sunderland

Grados de Seddon	Tipos de Sunderland	Descripción
Neuroapraxia Axonotmesis	I	Pérdida de la conducción
	II	Pérdida de la continuidad axonal
	III	Pérdida de la continuidad endoneural y axonal
Neurotmesis	IV	Pérdida de la continuidad perineural con disrupción fascicular
	V	Pérdida de la continuidad del epineuro

confirmado que con la identificación visual intraoperatoria del NLR se consigue preservar la integridad nerviosa más frecuentemente que sin ella¹⁴⁻¹⁷, de manera que hoy en día se considera el patrón de la cirugía de tiroides^{14,18}. Pero la identificación del NLR no es siempre fácil, por lo que se han desarrollado diversos métodos de monitorización. Desde 1996, la monitorización electromiográfica se ha convertido en el método estándar de monitorización del NLR, debido a que es fácil de reproducir y no produce trauma directo sobre las cuerdas vocales³.

La identificación visual del NLR y su disección meticulosa es el patrón de referencia para reducir el daño nervioso. Pero esta identificación visual puede ser muy compleja, dependiendo fundamentalmente de la localización anatómica, las condiciones quirúrgicas y la experiencia del cirujano^{14,18,19}. Para evitar la lesión intraoperatoria del NLR resulta fundamental que el cirujano tenga un correcto conocimiento de la anatomía de este, los puntos de riesgo durante la cirugía (especialmente a nivel del ligamento de Berry y en relación con la arteria tiroidea inferior) y las maniobras lesionales.

Los métodos de neuromonitorización incluyen palpación laríngea, observación de la glotis, monitorización de la presión glótica, electrodos de aguja colocados en la musculatura vocal, electrodos de aguja intramusculares colocados a través de la membrana cricotiroidea (técnica transligamentaria), electrodos de superficie poscricoides y electrodos de superficie colocados en el TET²⁰.

No han prosperado las técnicas de monitorización que se basan en una percepción subjetiva, ya que resulta difícil incluso para el personal entrenado y sus resultados no se pueden cuantificar. Los métodos de monitorización basados en electrodos de aguja insertados en los músculos tiroaritenoides por punción a través de la membrana cricoidea (técnica transligamentaria), los electrodos de aguja insertados en el músculo vocal a través de laringoscopia directa y los electrodos de superficie adheridos al TET son los más empleados

Las ventajas que se les atribuye a los electrodos de aguja son fundamentalmente que aumentan la amplitud y la duración de la respuesta electromiográfica, debido básicamente a una menor impedancia^{7,21}, y que los resultados electromiográficos se ven menos afectados por el bloqueo neuromuscular. Sin embargo, algunos autores han

Tabla 2 Cirugías en las que se puede lesionar el nervio laríngeo recurrente**Cirugía cervical**

Tiroidectomías y paratiroidectomías
Cirugía de columna cervical anterior
Cirugía vascular cervical
 Endarterectomía carotídea
Otras cirugías cervicales
 Vaciamiento cervical
 Laringoceles
 Miotomía cricofaríngea
 Divertículo de Zenker

Cirugía torácica

Cirugía del arco aórtico
Mediastinoscopia
Esofagectomía
Resección pulmonar
Cirugía traqueal
Cirugía cardíaca

demostrado que no ofrecen ventajas reales respecto a los electrodos de superficie^{22,23} y si se han relacionado con más complicaciones debido al desplazamiento de las agujas, laceraciones y daño vascular, hematomas en cuerdas vocales²¹ y desinflado del balón de neumotaponamiento^{24,25}.

No se han descrito efectos adversos relacionados con la utilización de los electrodos laríngeos de superficie¹². Por una variedad de razones que incluyen seguridad, utilidad y simplicidad, los sistemas de monitorización electromiográficos basados en electrodos de superficie colocados en el TET son los más utilizados para monitorización intraoperatoria del NLR^{20,26}.

La monitorización del NLR con el TET EMG permite disminuir la incidencia de lesión nerviosa permanente^{25,27}, aunque no se ha podido demostrar que esta diferencia sea estadísticamente significativa^{2,18}. Recientemente se ha publicado un metaanálisis en el que se demuestra que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la tasa de parálisis vocal verdadera usando neuromonitorización intraoperatoria frente a identificación visual nerviosa solamente en la tiroidectomía².

Sin embargo, se considera una herramienta muy útil para ayudar a la identificación del nervio^{2,25}, y se utiliza como un método de ayuda al patrón de la identificación visual, al que no debe sustituir².

Se está extendiendo su uso²⁰ y muchos consideran que es imprescindible en determinadas intervenciones en las que existe un riesgo elevado de lesión recurrencial, como las reintervenciones tiroideas tanto urgentes como programadas, bocios de gran tamaño con extensión intratorácica, o aquellos en los que ya hay una lesión unilateral previa. También puede emplearse en otros tipos de cirugía (tabla 2).

Sin embargo, su uso no se ha sistematizado. Se precisa el consenso del servicio quirúrgico correspondiente y tener en cuenta factores como recursos económicos, volumen de tiroidectomías, experiencia del cirujano, etc.

El uso sistemático podría justificarse por la dificultad de la identificación del nervio y sus variantes anatómicas,



Figura 1 Respuesta electromiográfica normal de ambas cuerdas vocales.

porque constituye un método efectivo y no invasivo²⁸, y por la necesidad de una curva de aprendizaje²⁹.

Como inconvenientes destacan el coste, el tiempo y la baja sensibilidad de la técnica. Según el trabajo de Dionigi et al. la monitorización supone un 5-7% de los costes de hospitalización de una tiroidectomía³⁰, aunque no hay estudios concluyentes de beneficio-coste. Además, la monitorización no es un requerimiento médico-legal en la cirugía tiroidea, ya que no hay evidencia estadística.

En líneas generales, en la literatura no hay datos suficientes que revelen que su uso disminuye la lesión nerviosa. Es decir, no hay diferencias estadísticamente significativas en la tasa de parálisis cordales utilizando este sistema².

Monitorización del nervio laríngeo recurrente con tubo endotraqueal electromiográfico

La electromiografía aplicada a la monitorización de la integridad nerviosa intraoperatoria se basa en el principio de que cuando se estimula una estructura determinada, si se trata del nervio, se produce una respuesta muscular evocada con una intensidad de estímulo muy baja³¹. De esta manera, se detecta la actividad espontánea y evocada de los músculos cuya actividad se registra^{26,32}.

De manera que los fundamentos de la monitorización electromiográfica laríngea se basan en la aplicación de un estímulo eléctrico de baja intensidad (1-2 mA) sobre el nervio expuesto, que produce una respuesta en el músculo dependiente (potencial evocado motor), reconocible por sus características neurofisiológicas. Así se estudia la actividad de la musculatura laríngea, en este caso de las cuerdas vocales. Esto permite detectar descargas patológicas (descargasseudomiotónicas) ante posibles lesiones como tracción, compresión, contusión o daño térmico.

Los objetivos, por lo tanto, de esta monitorización son 2: por un lado, detectar la posible lesión nerviosa, y por otro, identificar el nervio en estructuras dudosas para el cirujano (fig. 1).

Los componentes necesarios para la neuromonitorización del NLR con TET EMG o electrodos de superficie en el TET son: los electrodos (un electrodo-tierra y otro electrodo-retorno de aguja que se colocan en la piel alejados del campo quirúrgico, los electrodos de superficie adheridos al TET y un electrodo de estimulación que es la sonda

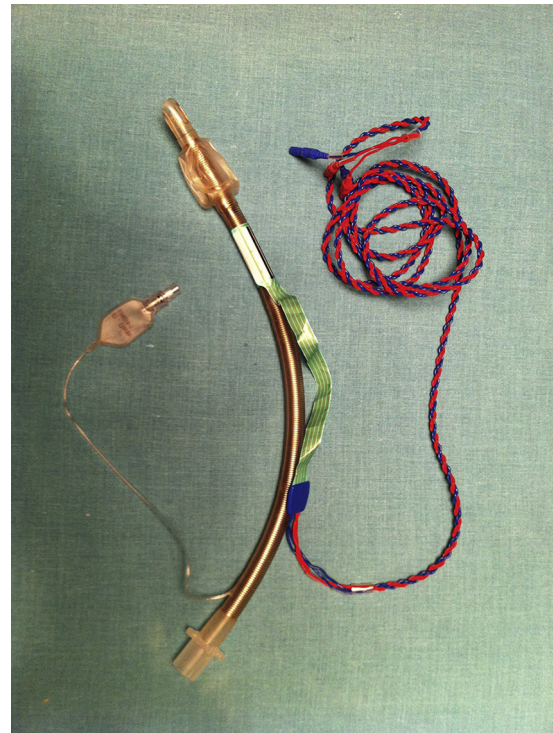


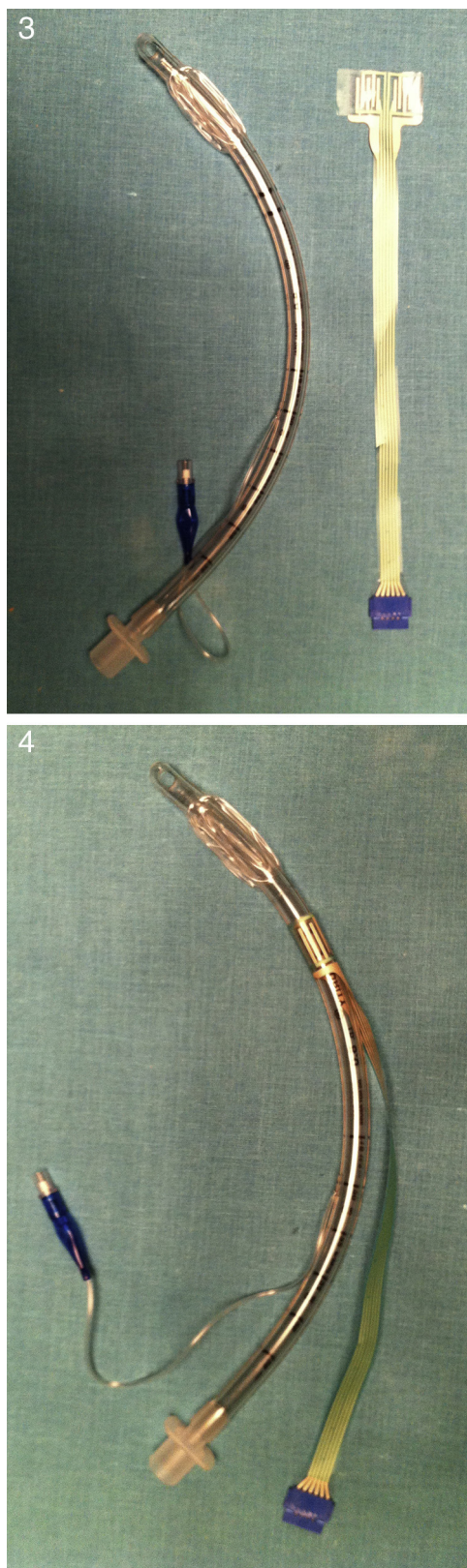
Figura 2 Tubo endotraqueal electromiográfico con electrodos incorporados.

de estimulación que maneja el cirujano para estimular el nervio), la caja de conexión y el monitor.

Existe un tubo para electromiografía que ya lleva incorporados los electrodos de contacto TET EMG NIM® (Medtronic, Jacksonville, Florida, Estados Unidos). Es un tubo flexible de PVC que posee 4 electrodos de superficie, que colocados a nivel de las cuerdas vocales registran el movimiento de estas. Existen TET EMG NIM® de calibres comprendidos entre 6,0 y 8,5 mm. Otro sistema consiste en adherir unos electrodos de contacto (por ejemplo, electrodos Neurosign® [Magstim Company, Carmarthenshire, Reino Unido], Avalanche® XT [Dr. Langer Medical, Waldkirch, Alemania], Nerveana® [Neurovision, Ventura, California, Estados Unidos]) que se adhieren a un TET estándar, de los que existen 2 tamaños.

No existen estudios concluyentes que comparen la eficacia y rentabilidad de estos 2 sistemas. El TET EMG que ya lleva incorporados los electrodos resulta más caro³³, pero ya lleva los electrodos colocados en el lugar correcto. Cuando utilizamos los electrodos adhesivos de superficie, debemos colocarlos correctamente, con el borde inferior de estos por debajo de la línea negra del TET o aproximadamente 1-2 cm por encima del mango^{20,33} (figs. 2-4).

Se ha descrito que la colocación del TET NIM® presenta una mayor dificultad debido a la mayor flexibilidad del TET por el material empleado y a que los cables de los electrodos proporcionan un peso adicional al extremo del TET¹. No obstante, no existe ningún inconveniente en introducir un fiador para facilitar la intubación. Debe emplearse un lubricante sin anestésico local. También se ha publicado la utilización del fibrobroncoscopio¹ y de videolaringscopios para la intubación con estos TET EMG²⁶.



Figuras 3 y 4 Electrodo de superficie para adherir a tubo endotraqueal.

Después de colocado el paciente en la posición quirúrgica, se recomienda comprobar la correcta colocación del TET con los electrodos en contacto con las cuerdas vocales²⁰; en ocasiones esto no resulta fácil con el laringoscopio convencional, y para esto también resulta muy útil la utilización del fibrobroncoscopio^{1,26,27}, y de videolaringoscopios²⁶.

Se recomienda la comprobación por visualización directa de la correcta colocación de los electrodos del TET EMG o de los electrodos de superficie adheridos al TET a nivel de las cuerdas vocales, aunque en los casos en los que la visualización resulta difícil, la distancia óptima desde la comisura bucal es $20,6 \pm 0,97$ cm en hombres y $19,6 \pm 1$ cm en mujeres³⁴.

Si los electrodos hacen buen contacto con las cuerdas vocales, los valores de impedancia en el monitor deben ser menores de $5 \text{ k}\Omega$ para cada cable, con una diferencia entre ellos menor de $1 \text{ k}\Omega$. Entonces, ya se puede programar el monitor para un umbral de $100 \mu\text{V}$ y probar la sonda de estimulación con $1\text{-}2 \text{ mA}$ de intensidad para despolarizar el nervio y obtener la respuesta muscular.

Una vez identificado el nervio, este debe estar seco y libre de fascias y tejidos. Durante la estimulación la corriente debe ser efectiva y suficiente como para producir una despolarización nerviosa. Es importante que durante la estimulación, el estimulador se deslice suavemente sobre el nervio y no tocarlo de forma intermitente.

Cuando ya se haya identificado intraoperatoriamente el nervio y se haya estimulado correctamente, se procederá a la exéresis de la glándula y posteriormente, al final de la cirugía, de nuevo se estimulará. Hay que guardar y registrar sobre todo estos datos predisección y posdisección en la historia del paciente.

En el caso de que a pesar de una meticulosa disección y teniendo en cuenta todas las referencias anatómicas descritas, no se identifique el NLR, también se puede utilizar el monitor nervioso antes de proseguir con la disección. La realización de un barrido o rastreo en la zona donde se sospecha su ubicación y en las áreas próximas puede ser de utilidad.

Para entender y validar la señal presente o ausente obtenida durante la cirugía, se puede realizar una laringoscopia posquirúrgica para observar la motilidad laríngea. El grupo de trabajo de Randolph et al.²⁰ considera esencial realizar, en los casos en los que se va a monitorizar intraoperatoriamente el NLR, una laringoscopia preoperatoria y otra postoperatoria, para comprobar la movilización de las cuerdas vocales antes y después de la cirugía. También recomiendan realizar una estimulación vagal ipsilateral intraoperatoria antes y después de estimular el NLR, ya que la estimulación vagal ipsilateral confirma que hay ausencia de lesión nerviosa distal.

Se considera un resultado positivo cuando hay ausencia de señal electromiográfica (nunca hubo respuesta o hay señal y se pierde), y un resultado negativo cuando existe señal electromiográfica.

De esta forma:

- Verdadero positivo: hubo ausencia de señal electromiográfica y en la laringoscopia postoperatoria se confirma parálisis laríngea³⁵.
- Falso positivo: ausencia de señal electromiográfica con motilidad laríngea normal³⁵.

Tabla 3 Validez de la neuromonitorización laríngea

	Señal presente	Señal ausente
Motilidad normal	Verdadero negativo	Falso positivo
Parálisis laríngea	Falso negativo	Verdadero positivo

Fuente: Pardal-Refoyo y Cuello-Azcárate³⁵.

- Verdadero negativo: existe señal electromiográfica y la motilidad laríngea es normal³⁵.
- Falso negativo: existe señal electromiográfica, pero se confirma parálisis laríngea³⁵.

La **tabla 3** ayuda a interpretar la validez de la neuromonitorización.

La pérdida de la señal intraoperatoria de la monitorización nerviosa se puede definir como la pérdida de la principal forma de onda bifásica con la amplitud de la respuesta reducida a menos de 100 mV.

La pérdida o modificación de la señal eléctrica durante la cirugía es difícil de interpretar, ya que puede deberse a una parálisis laríngea real (verdadero positivo) o no.

La pérdida de señal con el nervio íntegro (falso positivo) se puede deber a múltiples factores, entre los que destacaremos los siguientes:

- Corriente nerviosa insuficiente: poco contacto del estimulador y el nervio, o bien tejido fascial y grasa recubriendo este.
- Bloqueo neuromuscular.
- Malposición o desplazamiento del TET.
- Neuropraxia transitoria con recuperación de la señal antes del final de la intervención quirúrgica.
- La acumulación de saliva en la glotis puede incrementar la impedancia: puede ser útil la succión intraoperatoria o administración de fármacos anticolinérgicos.
- Otras causas: equipo o estimulador defectuoso, electrodos desconectados, volumen del monitor demasiado bajo, etc.

Si el cirujano es consciente de la sección nerviosa o la detecta intraoperatoriamente y así se registra en el monitor (verdadero positivo) se debe proceder a su reparación microquirúrgica. Esto no produce una recuperación completa, pero sí reduce el grado de atrofia cordal. Es primordial no seccionar nunca una estructura que se asemeja al nervio desde el punto de vista anatómico, pero que no se estimula, y tampoco aquellas que no se parecen al nervio o su trayecto no es el habitual, pero que se estimulen.

La validez de este método de monitorización se ha descrito con una sensibilidad del 52% y una especificidad del 94%⁵. La seguridad en términos de valor predictivo positivo y valor predictivo negativo se ha evaluado ampliamente en varias series publicadas. El valor predictivo positivo de la neuromonitorización con TET EMG oscila entre 11,6-92,1% según las series consultadas, mientras que el valor predictivo negativo varía entre 96,1-100%^{4,36-39}.

Consideraciones anestésicas

Para la correcta monitorización intraoperatoria del NLR es esencial la colaboración entre el cirujano y el anestesiólogo

mediante un protocolo conjunto. En algunos centros también participa intraoperatoriamente el neurofisiólogo.

La existencia de un protocolo interdisciplinar conjunto es necesaria para que el anestesiólogo pueda saber, desde la consulta de anestesia, que se va a monitorizar intraoperatoriamente el NLR. En estos casos, resulta fundamental hacer constar el resultado de la laringoscopia preoperatoria, donde se determina la correcta movilidad de una o de ambas cuerdas vocales. Es importante que el anestesiólogo pueda preparar el caso antes de la inducción anestésica.

La anestesia debe ser individualizada en cada paciente según la valoración de la vía aérea, las enfermedades asociadas y el tipo de intervención quirúrgica, teniendo en cuenta esta monitorización nerviosa.

En los casos en los que se utiliza la electromiografía intraoperatoriamente, debemos tener en cuenta que los resultados de esta se ven afectados por el bloqueo neuromuscular^{20,40-43}. Los bloqueantes neuromusculares (BNM) disminuyen la amplitud de las respuestas evocadas⁴³ y la monitorización puede ser menos sensible al posible daño nervioso⁴². En estos casos, en los que solo se monitoriza la actividad espontánea y evocada, la elección del resto de los fármacos hipnóticos o analgésicos tiene poco efecto directo sobre la respuesta electromiográfica. Se puede realizar una inducción inhalatoria, una anestesia general balanceada o total intravenosa. El propofol es un hipnótico adecuado en la inducción. También es adecuada la utilización de fentanilo o remifentanilo como opioides intraoperatorios. Se sabe que el óxido nítrico no afecta los registros electromiográficos, y se ha utilizado sin problemas sevoflurano, desflurano e isoflurano^{20,26}.

Se sabe que la administración de un BNM facilita la intubación traqueal y disminuye la incidencia de traumatismos laríngeos, faríngeos y dentarios⁴⁴; además, el bloqueo neuromuscular facilita la cirugía y permite una mejor ventilación mecánica⁴³, por lo que parece razonable utilizar un BNM en la inducción de la anestesia general. Puesto que el bloqueo neuromuscular puede disminuir la respuesta electromiográfica durante la monitorización intraoperatoria y puede interferir con la interpretación de los resultados⁴¹, persiste mucha controversia sobre el empleo de BNM y monitorización nerviosa intraoperatoria. El bloqueo neuromuscular parcial puede ser compatible con la monitorización nerviosa intraoperatoria. Los estudios realizados al respecto muestran que en pacientes con función neurológica normal y unas respuestas basales con suficiente amplitud, el bloqueo neuromuscular parcial con 2 respuestas del tren de 4 o un 10-20% del T1 basal es compatible con una respuesta electromiográfica adecuada⁴³. Marusch et al. encontraron que con bloqueo neuromuscular parcial había respuesta electromiográfica de las cuerdas vocales, pero que con una relajación muscular > 90% la amplitud electromiográfica se reducía⁴². Por eso, muchos expertos recomiendan que en estas intervenciones es mejor administrar solamente un BNM de acción corta o intermedia, como succinilcolina, mivacurio, rocuronio o atracurio, y no repetir más dosis durante toda la intervención quirúrgica^{20,26,41}. Así lo recomiendan las guías internacionales de la monitorización electrofisiológica del NLR en cirugía de tiroides y paratiroides²⁰, aunque su nivel de evidencia es de 5 según el sistema del *Centre for Evidence-Based Medicine* de Oxford, es decir, se trata de

opiniones de expertos. Algunos grupos emplean perfusiones continuas de BNM con monitorización del grado de bloqueo por acelerometría.

Para evitar administrar dosis adicionales de BNM, en ocasiones resulta necesario aumentar la profundidad anestésica con hipnóticos y/o halogenados^{20,26} más opiáceos. Resulta muy útil la monitorización intraoperatoria de la profundidad anestésica con el monitor de índice bispectral o entropía. Y, por supuesto, se debería monitorizar el bloqueo neuromuscular, a ser posible con aceleromiografía a nivel del músculo corrugador superciliar. El músculo corrugador superciliar o corrugador supercilii es un pequeño músculo piramidal localizado en la zona medial de la ceja, profundo al músculo frontal y al músculo orbicular de los ojos, cuya acción es tirar de la ceja hacia la nariz⁴⁵. Su respuesta refleja la respuesta de la musculatura laríngea⁴⁶. Estos músculos (el músculo corrugador superciliar y los músculos aductores laríngeos) son más resistentes al bloqueo neuromuscular (en términos de máximo bloqueo y tiempos de recuperación). Los músculos orbicular de los ojos y aductor del pulgar son más sensibles al bloqueo neuromuscular⁴⁶. Se debe mantener al paciente en condiciones de normotermia, ya que la hipotermia es una de las causas más frecuentes de sobreestimación del bloqueo neuromuscular⁴⁴.

Deben considerarse también las respuestas anómalas en caso de déficit de pseudocolinesterasa²⁰ y presencia de miopatías y/o neuropatías endocrinas, como hipotiroidismo, hiperparatiroidismo y diabetes. Ante una ausencia de respuesta glótica por estimulación directa del nervio, la reversión con sugammadex descarta que la causa de la falta de respuesta sea el bloqueo neuromuscular aminoesteroideo sin afectar la electromiografía⁴⁷.

Además de todas estas consideraciones, debe mantenerse un ambiente fisiológico estable, es decir, en condiciones de eutermia, normoperfusión, normoxia y normocapnia.

Cuando existe problema con la monitorización, entre un 3,8 y un 23% se han relacionado con mala colocación o desplazamiento del TET^{34,48,38}. En la correcta colocación del TET EMG hay que considerar detalles técnicos, como que muchos anestesiólogos diestros tienden a rotar hacia la derecha el TET inadvertidamente, por lo que a veces se necesita realizar posteriormente una ligera corrección en el sentido contrario a las agujas del reloj. Está descrita que la rotación aproximadamente de 30° en el sentido contrario a las agujas del reloj previene la rotación de los electrodos²⁷. Después de la intubación, se coloca al paciente en la posición quirúrgica con el cuello extendido. El movimiento del paciente desde una posición neutra a una posición con hiperextensión del cuello puede hacer variar la inserción del TET hasta en 6 cm⁴⁹. Por ello, el grupo de trabajo de Randolph et al. recomiendan que, una vez colocado el paciente en la posición quirúrgica, se debe reevaluar la correcta colocación de los electrodos en contacto con las cuerdas vocales utilizando el laringoscopio convencional, el fibroscopio o videolaringoscopios²⁰.

El TET se puede fijar en la mitad del labio inferior o en la comisura bucal derecha²⁷, y durante toda la intervención hay que vigilar que este no se mueva ni rote. Resulta fundamental proporcionar la profundidad anestésica suficiente para, sin administrar más dosis de BNM (ver antes), evitar que el paciente tosa y que el tubo se desplace²⁶.

Conclusión

La monitorización del NLR se considera una herramienta útil para ayudar a la identificación nerviosa intraoperatoria en la cirugía de tiroides y paratiroides, especialmente en aquellas con alto riesgo de lesión de este nervio, como son las reintervenciones y la cirugía de tumores malignos. Sin embargo, no existe evidencia estadística suficiente que determine que su uso disminuye la incidencia de lesión nerviosa, por lo que no se puede sistematizar su uso.

El papel del anestesiólogo es fundamental en la eficacia y validez de esta técnica. Debemos familiarizarnos con estos TET EMG, colocarlos correctamente y saber utilizarlos en las mismas condiciones de seguridad que los demás TET. También debemos adecuar los fármacos empleados en la inducción y mantenimiento de la anestesia general, teniendo especial cuidado con el empleo de los BNM. La monitorización de la profundidad anestésica y del bloqueo neuromuscular se debería utilizar siempre en estos casos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Valencia L, Sitges A, Trillo L. Endotracheal tube placement for electromyographic monitoring during fiberoptic bronchoscopic surgery on the thyroid glands. *Rev Esp Anestesiología Reanim.* 2009;56:50-1.
2. Higgins TS, Grupta 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.
3. Eisele DW. Intraoperative electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope.* 1996;106:443-9.
4. Cernea CR, Brandão LG, Hojaij FC, De Carlucci Jr D, Brandão J, Carneiro B, et al. Negative and positive predictive values of nerve monitoring in thyroidectomy. *Head Neck.* 2012;34:175-9.
5. Chan WF, Lang BH, Lo CY. The role of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy: A comparative study of 1000 nerves at risk. *Surgery.* 2006;140:866-72.
6. Thomusch O, Sekulla C, Walls G, Machens A, Dralle H. Intraoperative neuromonitoring of surgery for benign goiter. *Am J Surg.* 2002;183:673-8.
7. Pardal-Refoyo JL. Usefulness of neuromonitoring in thyroid surgery. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2010;63:355-63.
8. Morgan EG, Mikhail MS, Murray MJ. Manejo de la vía aérea. En: *Anestesiología clínica.* 4.ª ed. México DF/Bogotá DC: Manual Moderno; 2007. p. 91-114.
9. 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.
10. Chiang FY, Lu IC, Kuo WR, Lee KW, Chang NC, Wu CW. The mechanism of recurrent laryngeal nerve injury during thyroid surgery-The application of intraoperative neuromonitoring. *Surgery.* 2008;143:743-9.
11. 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.
12. Interventional Procedures Advisory Committee (IPAC). National Institute for Health and Clinical Excellence. Interventional

- procedure overview of intraoperative nerve monitoring during thyroid surgery [consultado 4 Feb 2013]. Disponible en: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/live/11872/38308/38308.pdf>
13. Lahey FH, Hoover WB. Injuries to the recurrent laryngeal nerve in thyroid operations: Their management and avoidance. *Ann Surg.* 1938;108:545-62.
 14. 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.
 15. 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.
 16. Jatzko GR, Lisborg PH, Müller MG, Wette VM. Recurrent nerve palsy after thyroid operations-Principal nerve identification and a literature review. *Surgery.* 1994;115:139-44.
 17. Moley JF, Lairmore TC, Doherty GM, Brunt LM, DeBenedetti MK. Preservation of the recurrent laryngeal nerves in thyroid and parathyroid reoperations. *Surgery.* 1999;126:673-7.
 18. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Brauckhoff M, Machens A. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg.* 2008;32:1358-66.
 19. Gurleyik E. Three variations of the laryngeal nerve in the same patient: A case report. *J Med Case Rep.* 2011;5:266.
 20. 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 1:1-16.
 21. 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.
 22. Scott AR, Chong PS, Brigger MT, Randolph GW, Hartnick CJ. Serial electromyography of the thyroarytenoid muscles using the NIM-response system in a canine model of vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2009;118:56-66.
 23. Scott AR, Chong PS, Hartnick CJ, Randolph GW. Spontaneous and evoked laryngeal electromyography of the thyroarytenoid muscle: a canine model for intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2010;119:54-63.
 24. Pearlman RC, Isley MR, Ruben GD, Sandler SC, Weisbaum B, Khan MA, et al. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve using acoustic, free-run, and evoked electromyography. *J Clin Neurophysiol.* 2005;22:148-52.
 25. Johnson S, Goldenberg D. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve during revision thyroid surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 2008;41:1147-54.
 26. Dillon F. Electromyographic (EMG) neuromonitoring in otolaryngology-head and neck surgery. *Anesthesiol Clin.* 2010;28:423-42.
 27. 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.
 28. Julien N, Mosnier I, Bozorg Grayeli A, Nys P, Ferrary E, Sterkers O. Intraoperative laryngeal nerve monitoring during thyroidectomy and parathyroidectomy: A prospective study. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2012;129:69-76.
 29. Duclos A, Lifante JC, Ducarroz S, Soardo P, Colin C, Peix JL. Influence of intraoperative neuromonitoring on surgeons' technique during thyroidectomy. *World J Surg.* 2011;35:773-8.
 30. Dionigi G, Bacuzzi A, Boni L, Rausei S, Rovera F, Dionigi R. Visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy: What about the costs? *World J Surg.* 2012;36:748-54.
 31. Ingelmo I, Trapero JG, Puig A, De Blas G, Regidor I, León JM. Intraoperative monitoring of the facial nerve: Anesthesia and neurophysiology considerations. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2003;50:460-71.
 32. Russel GB, Rodichok L. Primer of intraoperative neurophysiologic monitoring. Boston: Butterworth-Heinemann; 1995. p. 192.
 33. Hemmerling TM, Schmidt J, Bosert C, Jacobi KE, Klein P. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in 151 consecutive patients undergoing thyroid surgery. *Anesth Analg.* 2001;93:396-9.
 34. Lu IC, Chu KS, Tsai CJ, Wu CW, Kuo WR, Chen HY, et al. Optimal depth of NIM EMG endotracheal tube for intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy. *World J Surg.* 2008;32:1935-9.
 35. Pardo-Refoyo JL, Cuello-Azcárate JJ. Review of the neuromonitoring in thyroid surgery. *Rev Soc Otorrinolaringol Castilla Leon Cantab La Rioja.* 2012;3 Supl 2:1-56.
 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. Chan WF, Lo CY. Pitfalls of intraoperative neuromonitoring for predicting postoperative recurrent laryngeal nerve function during thyroidectomy. *World J Surg.* 2006;30:806-12.
 38. Beldi G, Kinsbergen T, Schlumpf R. Evaluation of intraoperative recurrent nerve monitoring in thyroid surgery. *World J Surg.* 2004;28:589-91.
 39. Barczynski M, Konturek A, Cichon S. Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg.* 2009;96:240-6.
 40. Bacuzzi A, Dionigi G, Del Bosco A, Cantone G, Sansone T, Di Losa E, et al. Anaesthesia for thyroid surgery: Perioperative management. *Int J Surg.* 2008;6 Suppl 1:S82-5.
 41. Chu KS, Tsai CJ, Lu IC, Tseng KY, Chau SW, Wu CW, et al. Influence of nondepolarizing muscle relaxants on intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;39:397-402.
 42. Marusch F, Hussock J, Haring G, Hachenberg T, Gastinger I. Influence of muscle relaxation on neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery. *Br J Anaesth.* 2005;94:596-600.
 43. Sloan TB. Muscle relaxant use during intraoperative neurophysiologic monitoring. *J Clin Monit Comput.* 2013;27:35-46.
 44. Alvarez Gómez JA, Ariño Irujo JJ, Errando Oyonarte CL, Martínez Torrente F, Roigé i Solé J, Gilsanz Rodríguez F, Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Use of neuromuscular blocking agents and reversal of blockade: Guidelines from Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2009;56:616-27.
 45. Ortiz-Gómez JR, Fabregat-López J, Palacio-Abizanda FJ, Fornet-Ruiz I, Pérez-Cajaraville J, Ariño-Irujo JJ, et al. Neuromuscular blockade monitoring. Part 2. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2010;57:161-72.
 46. Plaud B, Dabaene B, Donati F. The corrugator supercilii, not the orbicularis oculi, reflects rocuronium neuromuscular blockade at the laryngeal adductor muscles. *Anesthesiology.* 2001;95:96-101.
 47. Reid S, Shields MO, Luney SR. Use of sugammadex for reversal of neuromuscular blockade in 2 patients requiring intraoperative neurophysiological monitoring. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2011;23:56-7.
 48. Snyder SK, Hendricks JC. Intraoperative neurophysiology testing of the recurrent laryngeal nerve: Plaudits and pitfalls. *Surgery.* 2005;138:1183-91.
 49. Yap SJ, Morris RW, Pybus DA. Alterations in endotracheal tube position during general anaesthesia. *Anaesth Intensive Care.* 1994;22:586-8.