



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Recomendaciones sobre el uso de la neuromonitorización en cirugía de tiroides y paratiroides



José Luis Pardal-Refoyo^{a,b,*}, Pablo Parente-Arias^{a,c},
Marta María Arroyo-Domingo^{a,d}, Juan Manuel Maza-Solano^{a,e},
José Granell-Navarro^{a,f}, Jesús María Martínez-Salazar^g, Ramón Moreno-Luna^{a,e}
y Elvylins Vargas-Yglesias^{a,h}

^a Comisión de Cabeza y Cuello y Base de Cráneo (SEORL CCC)

^b SACYL. Complejo Asistencial de Zamora, Zamora, España

^c Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña, A Coruña, España

^d Hospital de Torreveja, Alicante, España

^e Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^f Hospital Universitario Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, España

^g Hospital Universitario del Sureste, Arganda del Rey, Madrid, España

^h Hospital Universitario de Móstoles, Móstoles, Madrid, España

Recibido el 4 de junio de 2017; aceptado el 15 de junio de 2017

Disponible en Internet el 14 de septiembre de 2017

PALABRAS CLAVE

Tiroidectomía;
Paratiroidectomía;
Neuromonitorización;
Nervio laríngeo
recurrente;
Electromiografía;
Seguridad
del paciente;
Guía de práctica
clínica;
Laríngeo;
Voz;
Tiroides;
Paratiroides

Resumen

Introducción: La cirugía de tiroides y paratiroides (CTPT) se asocia a riesgo de lesión del nervio laríngeo recurrente, nervio laríngeo superior y cambios en la voz. La neuromonitorización intraoperatoria (NMIO), intermitente o continua, en CTPT evalúa el estado funcional de los nervios laríngeos y se utiliza progresivamente con más frecuencia. Esto obliga a adoptar puntos de acuerdo en los aspectos más controvertidos.

Objetivo: Elaborar un documento de ayuda para orientar en la utilización de la NMIO en CTPT.

Método: Consenso en grupo de trabajo mediante revisión sistemática y método Delphi.

Resultados: Se identificaron 7 secciones sobre las que se establecieron puntos de acuerdo: indicaciones, equipo, técnica (parámetros de programación y registro), conducta en pérdida de señal, laringoscopia, voz e implicaciones legales.

Conclusiones: La NMIO ayuda en la localización e identificación del nervio laríngeo recurrente, ayuda durante su disección, informa sobre su estado funcional al finalizar la cirugía y permite tomar decisiones en caso de pérdida de señal en el primer lado operado en una tiroidectomía bilateral programada o si había parálisis contralateral previa. La precisión de la NMIO depende

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jpardal@usal.es (J.L. Pardal-Refoyo).

KEYWORDS

Thyroidectomy;
Parathyroidectomy;
Neuromonitoring;
Recurrent laryngeal
nerve;
Electromyography;
Patient safety;
Guidelines;
Larynx;
Voice;
Thyroid;
Parathyroid

de variables como la técnica realizada, la tecnología utilizada y la formación para la correcta ejecución de la técnica e interpretación de la señal. El documento presentado es un punto de inicio para futuros acuerdos en CTPT en cada una de las secciones de consenso.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. y Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. Todos los derechos reservados.

Recommendations on the use of neuromonitoring in thyroid and parathyroid surgery**Abstract**

Introduction: Thyroid and parathyroid surgery (TPTS) is associated with risk of injury to the recurrent laryngeal nerve, superior laryngeal nerve and voice changes. Intraoperative neuromonitoring (IONM), intermittent or continuous, evaluates the functional state of the laryngeal nerves and is being increasingly used. This means that points of consensus on the most controversial aspects are necessary.

Objective: To develop a support document for guidance on the use of IONM in TPTS.

Method: Work group consensus through systematic review and the Delphi method.

Results: Seven sections were identified on which points of consensus were identified: indications, equipment, technique (programming and registration parameters), behaviour on loss of signal, laryngoscopy, voice and legal implications.

Conclusions: IONM helps in the location and identification of the recurrent laryngeal nerve, helps during its dissection, reports on its functional status at the end of surgery and enables decision-making in the event of loss of signal in the first operated side in a scheduled bilateral thyroidectomy or previous contralateral paralysis. The accuracy of IONM depends on variables such as accomplished technique, technology and training in the correct execution of the technique and interpretation of the signal. This document is a starting point for future agreements on TPTS in each of the sections of consensus.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. and Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. All rights reserved.

Introducción

La neuromonitorización intraoperatoria (NMIO) en la cirugía de tiroides y paratiroides (CTPT) evalúa el estado funcional de los nervios laríngeos (superior —NLS— y recurrente —NLR—) mediante la transformación en señal acústica y electromiográfica de la actividad neuromuscular de los músculos intrínsecos de la laringe tras su estímulo eléctrico (directamente o en el nervio vago —NV—).

En CTPT la NMIO ayuda en la identificación del NLR, en su disección y en la predicción de una posible parálisis laríngea (PL) informando sobre su estado funcional al concluir la cirugía¹.

Los nervios laríngeos pueden ser lesionados por diversos mecanismos (sección, térmico, ligadura, compresión o tracción)².

La cirugía de tiroides se asocia con una proporción relativamente elevada de cambios en la voz en el postoperatorio y una prevalencia baja de PL asociada a variables como la experiencia del cirujano o la realización de laringoscopia pre- y posquirúrgica^{3,4}. La prevalencia de PL y afectación de voz en paratiroidectomía está menos documentada ya que los estudios específicos sobre NMIO en paratiroidectomía son escasos⁵.

La NMIO en CTPT tiene aspectos controvertidos, sobre todo debido a la no reducción significativa de PL o su

coste y la confusión que genera el gran número de publicaciones⁵.

En este sentido, en la Comisión de Cirugía en Cabeza y Cuello y de Base de Cráneo se planteó como objetivo en 2016 redactar un documento de ayuda para orientar en la utilización de la NMIO en CTPT.

Material y método

La metodología de trabajo se resume en la [figura 1](#).

El grupo trabajó en 2 áreas. Una sobre el documento de texto mediante revisión bibliográfica y otra en 3 rondas de encuestas sucesivas con formularios web (Google Forms) aplicando el método Delphi⁶. Las preguntas contenían opciones de respuesta múltiple y abiertas. En cada ronda todos los miembros del grupo conocían anónimamente las respuestas del resto. Se estableció consenso cuando había acuerdo final de más del 50% de los miembros.

Limitaciones del documento

En términos generales el texto se refiere a cirugía de tiroides (aunque los conceptos puedan ser aplicados a paratiroidectomía), al NLR y a NMIO intermitente —NMIOi— (dada la menor difusión de la NMIO continua —NMIOc—).

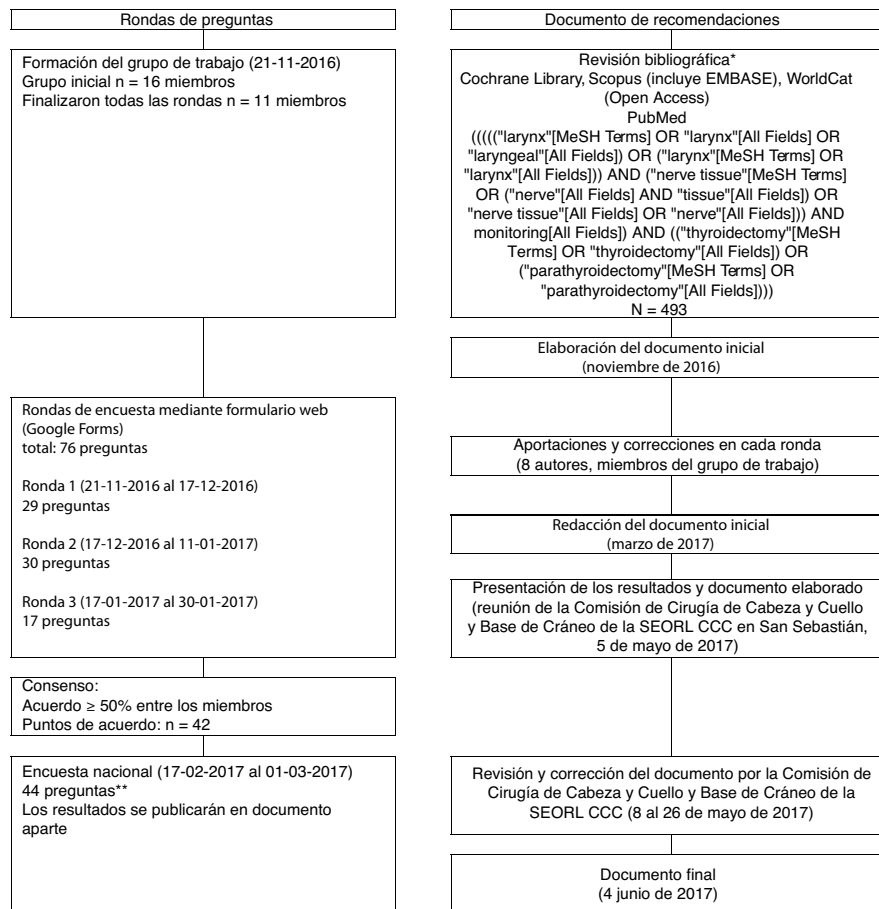


Figura 1 Recomendaciones sobre el uso de la neuromonitorización en cirugía de tiroides y paratiroides. Resumen del método de trabajo.

* La búsqueda se adaptó a cada una de las bases de datos consultadas.

** Similar a otras encuestas internacionales¹⁷.

Resultados

Se estableció acuerdo en 42 puntos recogidos (tabla 1 en el Anexo 1).

Se acordaron los criterios de cirugía de alto riesgo resumidos en la tabla 1.

Se identificaron 7 secciones que agrupan los temas debatidos:

1. Indicaciones
2. Equipo
3. Técnica, parámetros de programación y registro
4. Conducta en pérdida de señal
5. Laringoscopia
6. Voz
7. Implicaciones legales y éticas

Indicaciones

La utilización de la NMIO se justifica porque ayuda a la identificación visual del NLR incrementando la tasa de identificación^{7,8}, facilita su disección mediante comprobaciones sucesivas^{1,3,4}, tiene elevada precisión para

evaluar el estado funcional del NLR al finalizar la cirugía (precisión global 99,26%, valor predictivo positivo 78,38% y valor predictivo negativo 99,85%)¹, orienta en la toma de decisiones ante pérdida de señal⁴, puede reducir la tasa de parálisis bilateral^{9,10} —probablemente por diferir la segunda lobectomía ante la pérdida de señal en la primera en una tiroidectomía total (TT) programada¹¹—, puede reducir la tasa de parálisis transitoria¹²⁻¹⁵ (otros no hallan diferencia^{14,16}), aumenta la confianza del cirujano¹⁷ y es útil en la docencia¹⁸. En contra se argumenta el no reducir la tasa de parálisis permanente^{12-15,19,20} (en otros sí²¹) y que incrementa el coste²². La NMIO debe evaluarse no solo en función de la tasa de PL, sino desde otros puntos de vista (económico, comodidad, medicolegal, seguridad del paciente, docencia)²³.

La *American Academy of Otolaryngology and Head and Neck Surgery* recomienda realizar NMIO porque reduce el tiempo en la identificación del NLR, la incidencia de PL y ayuda a evitar la PL bilateral³.

La PL bilateral es infrecuente²⁴ y se estima que su incidencia en series de pacientes con NMIO es inferior respecto a aquellas en las que solo se realizó identificación visual (2,43%, IC 95% 1,55-3,5%^o y 5,18%, IC 95% 2,53-8,7%^o respectivamente, con una reducción absoluta del riesgo del

Tabla 1 Recomendaciones sobre el uso de la neuromonitorización en cirugía de tiroides y paratiroides. Situaciones consideradas de alto riesgo de parálisis laríngea en cirugía de tiroides y paratiroides por el grupo de trabajo

	% acuerdo
<i>Alto riesgo en cirugía de tiroides</i>	
Reintervención en el mismo lado	100
Cáncer avanzado, rotura capsular, infiltración	100
Bocio con extensión endotorácica	100
Bocio de gran volumen	80
Bocio circunferencial	70
Asociación con vaciamiento ganglionar recurrential	100
Asociación con vaciamientos ganglionares laterales (II, III, IV, V)	70
Enfermedad de Graves	70
Tiroiditis	60
Parálisis contralateral	100
Comorbilidad asociada: HTA, obesidad, cardiopatía, diabetes, anticoagulación, antiagregación	60
Cualquier cirugía urgente	60
Cualquier miembro del equipo inexperto (cirujano, instrumentista, anestesista)	60
<i>Alto riesgo en cirugía de paratiroides</i>	
Reintervención en el mismo lado	100
Estudios de localización negativos	90
Enfermedad tiroidea asociada de alto riesgo	100
Cirugía de revisión	100
Exploración bilateral	40
Adenomas de gran tamaño	50
Parálisis laríngea contralateral	100
Paratiroides de difícil localización intraoperatoria (ectopias, intraglandulares)	70
Comorbilidad asociada: HTA, obesidad, cardiopatía, diabetes, anticoagulación, antiagregación	60
Cualquier cirugía urgente	60
Cualquier miembro del equipo inexperto (cirujano, instrumentista, anestesista)	60

HTA: hipertensión arterial.

2,75%, que supone un número necesario de pacientes a tratar de 364,13)¹⁰.

Para poder demostrar una reducción estadísticamente significativa de la prevalencia de parálisis con NMIO frente a la sola identificación visual serían necesarios ensayos con series de más de 150.000 nervios por brazo²⁵.

La NMIO se incluye progresivamente en la práctica de la CPT¹⁷ preferentemente en cirugía de alto riesgo de parálisis como reintervenciones^{17,26,27}, cáncer^{11,17,28}, extensión subesternal^{11,17}, en PL preoperatoria^{17,26,27}, en enfermedad de Graves¹⁷, por solicitud del paciente¹⁷, en pacientes con disfonía preoperatoria¹⁷, en el bocio nodular tóxico¹⁷, en pacientes con voz normal pero que refieren disfonía¹⁷, en TT¹¹, en vaciamiento ganglionar central y lateral^{11,17}, si hubo cirugía cervical previa¹¹ y tiroiditis¹¹.

Los grupos de trabajo en NMIO recomiendan su utilización sistemática dado que no siempre es posible predecir el grado de dificultad en el preoperatorio^{1,4} y al menos en cirugía bilateral, en cirugía de revisión y casos con parálisis preexistente³.

Neuromonitorización intraoperatoria en tiroidectomía mínimamente invasiva videoasistida

La tiroidectomía mínimamente invasiva videoasistida fue descrita por Miccoli en 1998, siendo el abordaje endoscópico más utilizado para el tratamiento de nódulos menores de

4 cm debido a su reproductibilidad, resultados (cosméticos, menor dolor y recuperación posquirúrgica) y fácil conversión a técnica abierta²⁹. A pesar del limitado espacio de abordaje (incisión entre 1,5 y 2 cm), no dificulta la NMIO, ya que la sonda de estimulación puede introducirse cómodamente y es fácilmente controlable a través de la imagen endoscópica³⁰. Aunque hay pocos estudios sobre la NMIO en tiroidectomía mínimamente invasiva videoasistida, su utilización no parece influir en la incidencia de PL (transitoria o permanente) aunque sí disminuye el tiempo de búsqueda y disección del NLR³¹.

La técnica no difiere de la aplicada en la cirugía abierta. Se utilizan electrodos de superficie adheridos al tubo endotraqueal (TET). Disecado lateralmente el lóbulo tiroideo y ligada la vena tiroidea media, se retrae este medialmente, se identifica la vaina carotídea y se estimula el NV mediante una corriente de 2 mA directamente o a través de la vaina para obtener una señal (V1) que verifique el funcionamiento del nervio. Se continúa la disección, y una vez alcanzado el surco traqueoesofágico, se estimula con 1 mA hasta localizar el NLR mediante la obtención de respuesta (R1). Una vez que el hemitiroideo es resecaado, se estimulan NLR y NV utilizando la misma intensidad que al inicio de la cirugía, obteniendo las correspondientes respuestas eléctricas (R2 y V2), que nos servirán para verificar la funcionalidad del nervio.

Neuromonitorización intraoperatoria en cirugía tiroidea por abordajes alejados.

El conocimiento y los resultados derivados de la cirugía abierta de tiroides no son extrapolables de forma directa a estos abordajes. La disección de la glándula es técnicamente similar, pero existen diferencias relevantes en el abordaje y la instrumentación. El estándar actual de la endoscopia es la imagen en alta definición que puede ser además 3D (de rutina en la instrumentación robótica). Esto puede minimizar el riesgo al permitir una mejor identificación de las estructuras. Se utilizan además necesaria y sistemáticamente sistemas avanzados de corte y coagulación. En la serie más extensa publicada, de más de 1.000 pacientes intervenidos por BABA robótico —*Bilateral Axillo-Breast Approach*—, se comunican 2 casos de PL permanente (0,2%)³².

La opción más habitual es utilizar electrodos de superficie en TET³³. Según la instrumentación y la configuración de cada quirófano es frecuente tener que rotar la mesa quirúrgica 180°. En los abordajes transaxilares debe elevarse el brazo ipsilateral, y en todos los casos se realiza una generosa disección subcutánea pectoral. En los abordajes sin gas se coloca además un voluminoso separador. Por todos estos motivos existe un riesgo aumentado de movilización del TET, que se debe fijar adecuadamente por el riesgo de extubación accidental y de malposición de los electrodos.

No existen limitaciones técnicas para el uso de la NMIO en cirugía tiroidea por abordajes alejados (CTAA). Hay sondas de estimulación largas (de hasta 230 mm) que resuelven el problema de la distancia hasta el lecho tiroideo.

Existe ya abundante literatura relacionada con CTAA y algunos trabajos dirigidos específicamente a la NMIO. Aunque en algunas publicaciones iniciales aparecían diferencias no significativas en la incidencia de paresia recurrente en estudios comparativos³⁴, las series posteriores refieren resultados comparables³⁵. Lee et al. realizan un estudio prospectivo aleatorizado en un grupo de 50 pacientes con carcinoma papilar de tiroides abordado por BABA robótico, con y sin NMIO³⁶ y describen una incidencia nula de parálisis recurrentes y ausencia de diferencias en el análisis vocal excepto una más rápida recuperación del rango vocal en el grupo monitorizado. Otro estudio se refiere a la monitorización de la rama externa del NLS, y demuestra su factibilidad clínica en el BABA³⁷. Otro trabajo demuestra en laboratorio y en 2 casos el uso del sistema automático de estimulación periódica del vago en el abordaje transaxilar³⁸.

En resumen, la NMIO en la CTAA es probablemente una medida de seguridad adecuada para una cirugía que es técnicamente compleja y que está obligada a mantener unos estándares de seguridad muy exigentes.

Recomendaciones del grupo de trabajo:

- Se recomienda realizar NMIOi en tiroidectomía siempre.
- En paratiroidectomía, se recomienda realizar NMIOi en casos considerados de alto riesgo (tabla 1).

Equipo

Los elementos básicos del sistema de NMIO son el monitor (donde se programan los parámetros de estimulación y registro), la caja de conexión, los electrodos de tierra y de retorno, el electrodo de estimulación (intermitente

Tabla 2 Recomendaciones sobre el uso de la neuromonitorización en cirugía de tiroides y paratiroides. Registros recomendados en la neuromonitorización

Información y documento de consentimiento informado
Laringoscopia preoperatoria (Lp0)
Evaluación preoperatoria de la voz
Estimulación del nervio vago antes de la disección tiroidea (V1)
Estimulación NLR en la identificación inicial (R1)
Estimulación NLR al final de la disección tiroidea y hemostasia completa (R2)
Estimulación de NLS en la identificación (S1) (opcional)
Estimulación de NLS en disección final (S2) (opcional)
Estimulación del nervio vago finalizada la tiroidectomía y la hemostasia (V2)
Incluir la documentación de la NMIO en la historia médica del paciente (registros de datos y gráficos para cada lado)
Laringoscopia postoperatoria (Lp1, Lp2, Lp3)
Evaluación postoperatoria de la voz

Lp: laringoscopia; NLR: nervio laríngeo recurrente; NLS: nervio laríngeo superior; NMIO: neuromonitorización intraoperatoria.

—monopolar, bipolar— o continua; de punta fina o de extremo esférico), los electrodos de registro (de superficie adheridos al TET ya configurados por el fabricante o adhesivos), de aguja insertados en los músculos tiroaritenoides a través de la membrana cricotiroidea —transligamentaria— y otros —aguja endolaríngea insertada mediante laringoscopia directa o electrodos endolaríngeos de contacto en área retrocricotiroidea)^{4,39,40}.

Las 2 técnicas más utilizadas y referidas en la literatura son mediante electrodos de superficie en TET y membrana transligamentaria.

La técnica transligamentaria tiene utilidad en caso de fallo de señal con TET, cuando se presenta una cirugía compleja no prevista en la que no se planificó NMIO con riesgo en el intercambio del TET, en estenosis traqueal sin posibilidad de utilizar TET y en pacientes que tienen o precisan traqueotomía.

Recomendaciones del grupo de trabajo:

- Se considera necesario disponer de equipo de neuromonitorización en los servicios de ORL.
- El equipo debe tener:
 - o Posibilidad de configurar los parámetros de estímulo y registro.
 - o Capacidad para almacenamiento y reproducción de la información.
 - o Evaluación automática de la colocación e impedancia de los electrodos de registro.
- Se recomienda electrodo de registro de superficie adherido al TET.
- Pueden usarse electrodos de estimulación de extremo agudo o esférico según la preferencia del cirujano.
- Se recomienda electrodo de estimulación monopolar.

Técnica, parámetros de programación y registro⁴

En la tabla 2 se resumen los datos que deben registrarse en la NMIO^{3,4,41}.

Secuencia de la NMIO^{4,42,43}:

1. Durante la inducción anestésica e intubación:

- a. Intubación con TET con electrodos de superficie. Es importante la colaboración con anestesiología. El diámetro del TET debe ser el mayor posible con los electrodos situados en el plano glótico en contacto con los pliegues vocales evitando sustancias que dificulten el contacto (lubricantes, saliva). Evitar que el electrodo del TET quede torsionado o atrapado.
- b. Encendido del equipo de NMIO.
 - i. Selección de la pantalla de tiroides.
 - ii. Configuración de parámetros de estimulación y registro:
 - iii. Estímulo de 0,5 a 3 mA (se recomienda 1 mA y ajustar posteriormente).
 - iv. Umbral de registro $\geq 100 \mu\text{v}$.
 - v. Impedancia de los electrodos $\leq 5 \text{ k}\Omega$ con una diferencia entre ambos lados $< 1 \text{ k}\Omega$ ²⁶.
 - vi. Otros parámetros (configuración avanzada): volumen del sonido, tono de aviso, voz, amplitud máxima, visualización de eventos transitorios, ver latencia, detección de artefactos, estimulación monopolar o bipolar, periodo de rechazo de los artefactos del propio impulso eléctrico (habitualmente 1,2 ms) y duración del estímulo (la configuración más frecuente en NMIOi es monopolar con frecuencia de 4 pulsos/s y duración del impulso de 100s⁴³). Por seguridad, debe configurarse una advertencia al llegar a un estímulo de 3 mA.

2. Tras la intubación:

- a. Colocación del paciente. La hiperextensión del cuello puede modificar la posición del tubo desplazándolo hasta 33 mm por lo que debe comprobarse la impedancia de los electrodos. Variaciones respiratorias de la línea base (30-70 μv indica buena colocación).
- b. Colocación de los electrodos de tierra (verde, colocarlo más alejado) y retorno del estímulo (rojo, próximo a la laringe).
- c. Conexión de los electrodos a la caja de conexión (tierra, retorno y TET) y al monitor.
- d. Comprobación de la impedancia de los electrodos $\leq 5 \text{ k}\Omega$ que indica funcionamiento del sistema.
- e. Alejar de sistemas eléctricos, colocar filtro en los cables de bisturí eléctrico.

3. En el campo operatorio al inicio de la intervención:

- a. Conexión del electrodo de estimulación a la caja de conexión.
- b. Comprobación del sistema sobre el NV (V1). Comprobar el nivel de relajación (registro del grado de bloqueo en el aductor del pulgar)⁴³. El estímulo del NV puede hacerse directamente, sobre la carótida o sobre el ángulo entre carótida y yugular sin necesidad de hacer disección a través de una pequeña bolsa en la fascia, con un estímulo supraliminar de hasta 3 mA con una sonda de estimulación de extremo esférico de 2,3 mm que permite presionar sobre la carótida, yugular o NV sin

lesionarlos⁴⁴. El registro debe ser $\geq 100 \mu\text{v}$ con onda bifásica y sonido pulsátil.

- c. Identificación visual del NLR (es el patrón estándar; preferentemente en su relación con la arteria tiroidea inferior) y comprobación funcional (registro R1). La identificación puede realizarse en 3 puntos de referencia: en su emergencia del mediastino, en su relación con la arteria tiroidea inferior o en su relación con el ligamento de Berry. En caso de duda o dificultad la NMIO ayuda en la localización e identificación del NLR mediante comprobaciones sucesivas (mapeo).
- d. Finalizada la lobectomía, comprobación funcional del NLR (registro R2).
- e. Comprobación del sistema con estímulo final sobre el NV (V2) que confirma la integridad de la función del NLR y diferencia la lesión tipo 1 (segmentaria, con señal distal en NLR y ausencia de señal proximal en el NV) de la tipo 2 (global, con ausencia de señal distal y proximal)^{4,45}. La comprobación final V2 aumenta el valor predictivo.

Los parámetros de la señal se resumen en la [tabla 3](#). La latencia, amplitud y duración varían según los estudios, el nervio estimulado, el lado, la enfermedad y el método de registro^{26,41}.

Pueden producirse defectos en la señal que se analizan en el apartado *Conducta en pérdida de señal* (ausencia, pérdida o disminución de la intensidad o aumento de la latencia) o exceso de señal.

El exceso de señal es un falso positivo que puede deberse a un estímulo realizado sobre un puente nervioso o vaso, sobre la tráquea, a interferencias (bisturí eléctrico, bipolar) o a que el TET se mueve con los movimientos respiratorios, en el que el registro no tiene forma bifásica, no guarda relación con el estímulo aplicado y carece de periodo de latencia⁴⁶. La señal correcta puede obtenerse bajando el estímulo a 0,8 mA o aumentar el umbral (hasta 200 μv).

Pueden producirse pérdidas de señal sin PL (falso positivo, ver el apartado *Conducta en pérdida de señal*) y registros de señal con PL (falso negativo).

Causas posibles de falso negativo son:

- Lesión de tipo 1 (segmentaria) del NLR en el que se obtiene estímulo distal sin haber hecho señal V2.
- Daño producido después del último estímulo (en NMIOi).
- Neuroapraxia retardada.
- Daño producido por el TET en las ramas posteriores del NLR que van al interarritenoideo.
- Inmovilización vocal por causa no neuromuscular.

Precisión de la prueba

La precisión de la NMIO depende de aspectos técnicos (parámetros de estimulación y registro, tipo de electrodo de registro, punto de aplicación del estímulo —directamente sobre el nervio o en su cercanía—, nervio estimulado —NLR, NLS, NV— tipo de estímulo—intermitente o continuo—), de la ejecución de la técnica (identificación visual del NLR, obtención de registros V1 y V2, secuencia de los registros), de la experiencia en la realización de NMIO (correcta interpretación de la señal) y de la laringoscopia (la realización o no de laringoscopia y el momento de realizarla incrementará

Tabla 3 Recomendaciones sobre el uso de la neuromonitorización en cirugía de tiroides y paratiroides. Parámetros de los registros en NMIO intermitente

	NV	NLR	NLS
Amplitud (μV)			
Ambos lados	750 \pm 279 μV^a	1086 \pm 349 μV^a	
Lado derecho	512 μV (168-1.593) ^b	623 μV (207-1.986) ^b	
Lado izquierdo	460 μV (138-1241) ^b	719 μV (205-1.767) ^b	
Latencia (ms)			
Ambos lados		3,96 \pm 0,69 ms ^a	3,56 \pm 0,49 ms ^a
Lado derecho	5,47 \pm 0,73 ms ^a	2,73 ms (1,95-3,91) ^b	
	3,91 ms (3,13-4,69) ^b		
Lado izquierdo	8,14 \pm 0,86 ms ^a	2,73 ms (1,95-3,91) ^b	
	5,90 ms (5-7,03) ^b		
Duración (ms)			
Lado derecho	8,59 ms (6,64-11,72) ^b	7,42 ms (5,47-10,16) ^b	
Lado izquierdo	9,38 ms (7,42-11,72) ^b	7,42 ms (5,47-9,77) ^b	

NMIO: neuromonitorización intraoperatoria; NLR: nervio laríngeo recurrente; NLS: nervio laríngeo superior; NV: nervio vago.

^a Expresado como media y su desviación estándar. Fuente: Lorenz et al.²⁶.

^b Expresado como mediana y su rango (P10-P90). Fuente: Dionigi et al.⁴¹.

o no la detección de parálisis prequirúrgica y posquirúrgica transitoria)^{47,48}.

La obtención de señal V1 y V2 incrementa la precisión de la NMIOi, especialmente en pérdida de señal por lesión tipo 1 o en caso de nervio laríngeo inferior no recurrente. El nervio laríngeo inferior no recurrente es más frecuente en el lado derecho (hasta un 3,6%), excepcional en el lado izquierdo (0,04%); la NMIO ayuda a diferenciar correctamente las ramas motoras de los fascículos del tronco simpático⁴⁹, y mediante la estimulación proximal sobre el NV (obtención de señal) y distal (ausencia de señal), permite establecer intraoperatoriamente la presencia de nervio laríngeo inferior no recurrente⁵⁰.

La función del NLS mediante NMIOi se basa en la palpación del músculo cricotiroides con *twitch* presente en todos los pacientes y en el registro electromiográfico por la contracción glótica presente en el 70-80% de los pacientes (anastomosis con el NLR a través de la anastomosis de Galeno)⁵¹.

Neuromonitorización intraoperatoria continua^{28,52-55}

Tal vez su mejor denominación sea NMIO con «estimulación repetitiva en pulsos» puesto que realmente el estímulo no es continuo⁵⁶.

Los electrodos de estimulación que se aplican al NV pueden ser abiertos (*S Shaped*, *Anchor* o *V3*), semicerrados (*Delta* o *Saxophone*) o cerrados (*APS —automated periodic stimulation—*)⁵⁶.

Se recomienda la programación de umbral del registro en 100 μV y estímulo de 1 mA con 10 estímulos/s de 100 ms de duración⁵⁵.

La NMIOi puede no detectar una lesión del NLR entre una estimulación y otra²⁸ por lo que la principal ventaja de la NMIOc es la vigilancia de la función del NLR en tiempo real durante la movilización y disección de la glándula detectando eventos que pueden desembocar en una lesión,

permitiendo al cirujano evitar o corregir las maniobras de riesgo (tracción, calor)^{28,53,54}. Se monitorizan la latencia y la amplitud y los eventos se clasifican en leves (disminución de la amplitud un 50-70% y aumento de latencia de un 5-10%), severos (disminución de la amplitud > 70% y aumento de latencia > 10%) y pérdida de señal cuando se obtiene respuesta < 100 μV ^{28,53}.

La NMIOc permite reconocer la disfunción que se produce durante la tracción del NLR y modificar dichas maniobras para evitar la pérdida de señal, y ayuda a identificar la recuperación funcional del nervio que se produce cuando se restituye \geq 50% de su amplitud basal, por lo que se recomienda diferir la segunda lobectomía en caso de no producirse dicha recuperación en el primer lado operado en una TT programada⁵⁶.

La precisión de la NMIOc es del 99,5% en la predicción del estado funcional del NLR por lo que sirve para tomar decisiones durante la cirugía y prevenir su lesión⁵⁴.

Recomendaciones del grupo de trabajo:

- La identificación del NLR debe realizarse visualmente.
- Como mínimo debe monitorizarse el NLR.
- La estimulación sobre el NLR en NMIOi debe realizarse al inicio y al final en todos los casos (R1-R2).
- La estimulación sobre el NV en NMIOi debe realizarse al inicio y al final en todos los casos (V1-V2).
- No se considera imprescindible el registro del nervio laríngeo superior al inicio (S1) y al finalizar (S2).
- Si resulta imposible la identificación visual del NLR, se considera válida la funcional mediante NMIO (R-v)
- Se considera útil la NMIOc en cirugía de tiroides en cáncer con sospecha de extensión extratiroides, reintervenciones o vaciamientos ganglionares.
- Se considera útil la NMIOc en cirugía de paratiroides cuando se debe asociar cirugía de tiroides indicada en el apartado anterior y en reintervenciones.

Conducta en pérdida de señal

Se considera pérdida de señal cuando tras el estímulo⁴:

- No se obtiene señal.
- La señal es < 100 μV con estímulos de 1 a 2 mA (hasta 3 mA sobre el NV).
- Las comprobaciones se hacen con el campo seco.
- No hay *twitch*.
- No hay contracción de laringe mediante laringoscopia.

Las causas posibles de pérdida de señal son: 1. Falso positivo:

- La más frecuente es la mala posición del TET (rotado o desplazado distalmente o proximalmente) o que es de pequeño diámetro⁵⁷.
- Mal contacto con la laringe por saliva, sangre o lubricante.
- Fallos de las conexiones⁵⁷.
- Parámetros mal programados (umbral demasiado alto, latencia demasiado corta por lo que registra el artefacto inicial del propio estímulo o estímulo insuficiente según lo que se esté ejecutando —óptimo en mapeo 2 mA y durante la disección 1 mA—).
- Volumen de sonido bajo.
- Actividad de fármacos relajantes musculares⁵⁷.
- Deficiencia de pseudocolinesterasa (colinesterasa sérica o tipo II).
- Mal contacto de la sonda de estimulación (sangre, fascias).
- Mal funcionamiento de la sonda de estimulación.
- Artefactos e interferencias.
- Fatiga por estímulos repetidos.

2. Verdadero positivo:

- Lesión del nervio estimulado (tipo 1 —localizada— o tipo 2 —difusa—)⁸.

Cuando se produce pérdida de señal o la señal es < 100 μV , se recomienda comprobar (lista de verificación):

- 1° Posición del TET (laringoscopia).
- 2° Contacto de los electrodos del TET, tierra y retorno.
- 3° Conexiones (caja).
- 4° Parámetros programados en el monitor (umbral, latencia, estímulo, volumen).
- 5° Relajación del paciente.
- 6° Sonda de estimulación (estado, contacto, campo quirúrgico bien seco).
- 7° Señal contralateral v.
- 8° Laringoscopia con estimulación en NLR o NV.
- 9° *Twitch* con estímulos supraliminales (3-4 mA).

Tras las comprobaciones anteriores⁹ en el primer lado de una TT programada se puede esperar a recuperación de la señal 20-30 min (fatiga, neuroapraxia, relajantes)⁵⁸, si hay recuperación $\geq 50\%$ de la señal (en NMIOc) puede valorarse continuar con la segunda lobectomía o posponerla, y si había parálisis confirmada en lado contralateral la NIOM permite planificar la extubación⁵⁹.

La estrategia en caso de pérdida de señal en el primer lado o con parálisis contralateral previa se resume en el algoritmo de la [figura 2](#).

Recomendaciones del grupo de trabajo:

- Si no se consigue señal de neuromonitorización desde el primer momento tras seguir la lista de verificación se recomienda proseguir la intervención y comunicarlo como incidente de seguridad.
- Si hay pérdida de señal en el primer lado en una TT programada se recomienda seguir la lista de verificación y, si se continúa sin obtener señal, diferir la segunda lobectomía.
- Si se decidió diferir la segunda lobectomía y se comprueba en el postoperatorio que hay PL se recomienda planificar la segunda lobectomía según el diagnóstico obtenido en la primera, el diagnóstico en el segundo lado, la sintomatología, la comorbilidad, las alternativas terapéuticas y la opinión del paciente.
- Si se produce una pérdida de señal con PL conocida contralateral, tras haber seguido la lista de verificación se recomienda proceder a la extubación vigilada, laringoscopia inmediata, reintubar en caso de signos de insuficiencia respiratoria laríngea y traqueotomía en caso de no poder intubar.
- No se recomienda tratamiento quirúrgico inmediato en laringe en una PL.

Laringoscopia

La laringoscopia debe realizarse siempre en el preoperatorio y postoperatorio porque la precisión de la NMIO dependerá de la capacidad de detección de PL en el preoperatorio (del 3,5-6,5% de los pacientes con bocio nodular^{60,61}) y en el postoperatorio (para detectar parálisis transitorias y falsos negativos)^{4,24,47,48}. La detección de parálisis en los estudios con laringoscopia de rutina duplican a aquellos en los que solamente se realiza en pacientes con trastornos de voz y probablemente tanto las parálisis transitorias como las permanentes están siendo infradiagnosticadas^{3,62}.

En el preoperatorio debe realizarse laringoscopia al programar la cirugía y repetirla en caso de producirse algún problema de voz antes de la cirugía.

La laringoscopia postoperatoria puede realizarse inmediatamente tras la extubación (con fibroscopio flexible o AirTraq®.), en el postoperatorio mediato (24-72 h), en el postoperatorio tardío (> 1 mes) y durante el seguimiento tras PL o disfonía (hasta 9-12 meses de seguimiento⁶³).

Se recomienda la laringoscopia flexible por su fácil ejecución, reproductibilidad y porque permite la grabación en vídeo⁶⁴ con mayor rendimiento respecto a la exploración con espejo³. La videoestroboscopia permite una exploración más detallada en pacientes con enfermedad de voz o con PL³. La videolaringoestroboscopia es la técnica de elección para evaluar una posible afectación de la rama externa del NLS⁶⁵.

Recomendaciones del grupo de trabajo:

- Debe realizarse laringoscopia siempre antes y después de la intervención.
- Se recomienda la laringoscopia flexible.
- La laringoscopia preoperatoria debe realizarse al programar la cirugía y si existen dudas de que pueda haber

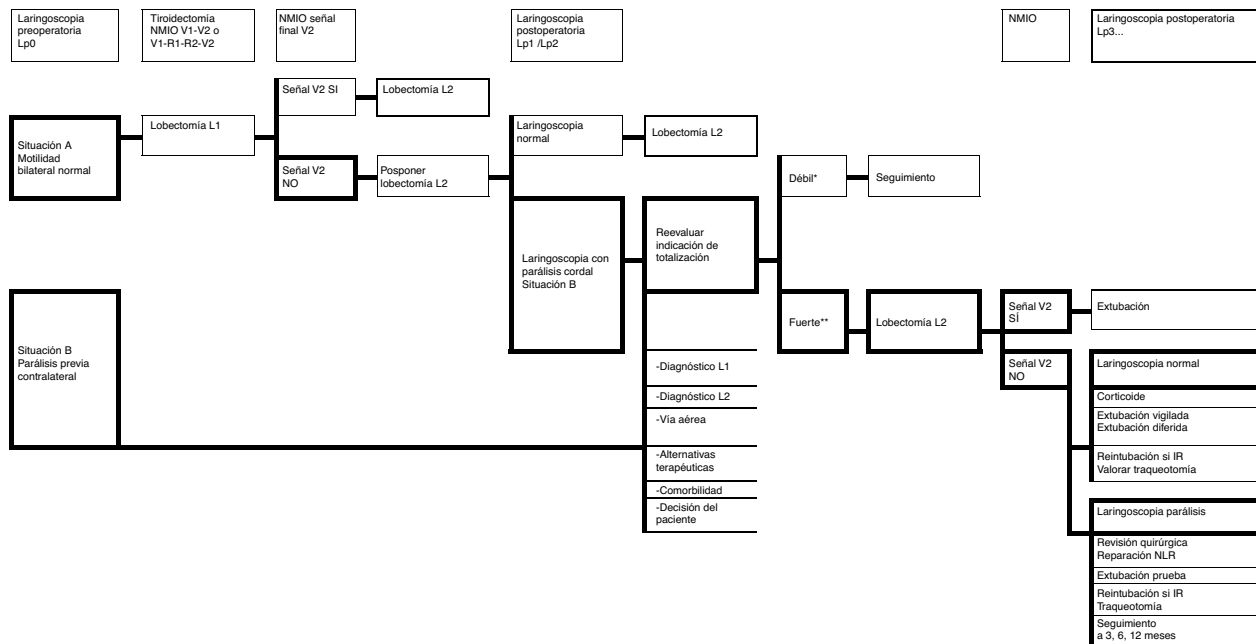


Figura 2 Recomendaciones sobre el uso de la neuromonitorización en cirugía de tiroides y paratiroides. Algoritmo de decisión en caso de pérdida de señal en el primer lado operado en una tiroidectomía total programada o en parálisis previa contralateral según la motilidad laríngea comprobada con laringoscopia y la señal de neuromonitorización.

IR: insuficiencia respiratoria; L1: primer lado; L2: segundo lado; Lp0: laringoscopia preoperatoria; Lp1: laringoscopia posquirúrgica realizada entre el primer y tercer día; Lp2: laringoscopia posquirúrgica realizada entre la cuarta y sexta semana; Lp3: laringoscopias postoperatorias sucesivas; NMIO: neuromonitorización intraoperatoria; V2: señal de neuromonitorización obtenida por estímulo del nervio vago tras concluir la lobectomía; NMIO V1-V2 secuencia obtenida con señal vagal inicial V1 y final V2; V1-R1-R2-V2: secuencia de NMIO obtenida en 4 pasos (vagal inicial, en nervio laríngeo recurrente R1 y R2 y vagal final V2).

*Grado de indicación fuerte: cuando otras alternativas terapéuticas no tienen tanta probabilidad de curación como la tiroidectomía total.

**Grado de indicación débil: cuando otras alternativas terapéuticas tienen igual probabilidad de curación que la tiroidectomía total. Tomado y modificado con permiso de Pardal-Refoyo et al.⁵⁹.

cambiado la situación, o se ha producido disfonía en cualquier momento antes de la intervención.

- La laringoscopia posquirúrgica inmediata tras la extubación debe realizarse si hay signos de sospecha de PL bilateral.
- En caso de PL unilateral debe realizarse laringoscopia cada 8-12 semanas.
- La laringoscopia posquirúrgica en el postoperatorio mediato (24-72 h) debe realizarse si el paciente refiere disfonía.
- La laringoscopia posquirúrgica en el postoperatorio tardío (4-6 semanas) debe realizarse siempre.
- Es recomendable documentar la exploración de laringoscopia en vídeo.

Voz

La prevalencia de los trastornos de voz en la población general se sitúa en torno al 7,5%, el 80% de los pacientes presentan disfonía en mayor o menor grado tras la tiroidectomía y hasta el 4% pueden tener problemas de voz persistentes³.

Los trastornos de la fonación tras tiroidectomía pueden deberse a lesión de los nervios laríngeos, traumatismos durante las maniobras de intubación y extubación,

disfunción de la articulación cricotiroidea, disfunción de los músculos extrínsecos de la laringe, fijación laringotraqueal o por reacción psicológica a la intervención quirúrgica⁶⁶.

La mayoría de los estudios se refieren a la identificación y función del NLR y no está demostrado que la identificación y NMIO de la rama externa del NLS reduzca su tasa de lesión⁶⁵.

Se recomienda evaluar la voz en el preoperatorio, tomar precauciones de protección del NLS durante la cirugía (identificación, obtención de señal de NMIO y *twitch*⁶⁶) y documentar si hubo cambio de voz entre 2 semanas y 2 meses tras la cirugía³.

En el preoperatorio y en el postoperatorio debe preguntarse al paciente si notó cambios en su tono de voz, volumen, calidad o resistencia³ que puede documentarse utilizando el *Voice Handicap Index* adaptado al español⁶⁷ u otros instrumentos (v-RQOL, GRBAS o CAPE-v)³.

Recomendaciones del grupo de trabajo:

- Debe preguntarse al paciente si tuvo problemas de voz tanto en el preoperatorio como en el postoperatorio.
- Se recomienda realizar algún estudio de voz en el preoperatorio y en el postoperatorio.

- Puede utilizarse un cuestionario de voz antes y después de la cirugía.

Implicaciones legales y éticas^{45,66}

Debe centrarse la atención en 2 aspectos:

1. Información y consentimiento informado. Información sobre los riesgos individuales de lesión o disfunción transitoria o permanente del NLR y NLS, unilateral, bilateral o combinada y sus consecuencias sobre la vía aérea (bloqueo, traqueotomía), voz y deglución. Debe informarse sobre si va a utilizarse o no NMIO y en caso de su no utilización justificarlo⁶⁶. En caso de utilización selectiva de la NMIO debe informarse al paciente (es decir, «si se presume que el neuromonitor es efectivo para casos difíciles, el cirujano debe ser capaz de responder por qué no lo utiliza en todos los casos»)⁶⁶. Debe informarse que las situaciones de riesgo de parálisis no son predecibles en el preoperatorio⁴⁵.
2. Información sobre las limitaciones y utilidad de la NMIO. Ya que su utilización no es garantía de evitar lesión de los nervios, de PL por otras causas o disfonía sin lesión nerviosa (la integridad anatómica de los nervios no tiene por qué asociarse a una función normal). Como con toda tecnología de dispositivos pueden presentarse falsos negativos o falsos positivos en cuyos resultados influyen otras variables como la anestesiología o la asistencia técnica⁶⁶. Debe informarse sobre la utilidad real de la NMIO que es meramente técnica (ayuda en la identificación de los nervios, durante su disección, para tomar decisiones y sobre el estado funcional del NLR, y eventualmente del NLS, al concluir la cirugía). Debe informarse sobre la posibilidad de diferir la segunda lobectomía en una TT programada en caso de pérdida de señal en el primer lado operado para evitar una potencial parálisis bilateral^{45,66}.

Recomendaciones del grupo de trabajo:

- Debe incluirse información sobre los resultados de la neuromonitorización en la historia clínica del paciente.
- En caso de peritaje no debe opinarse sobre la necesidad de neuromonitorización dado que no hay resultados concluyentes en la literatura.
- Debe informarse de que puede haber problemas de voz tras la tiroidectomía, aunque no haya parálisis laríngea.
- Debe informarse sobre la posibilidad de que, si hay pérdida de señal en el primer lado, puede ser necesario diferir la segunda lobectomía.

Conclusiones

La motilidad laríngea o la voz tras CTPT depende de variables como la técnica realizada o la tecnología aplicada.

La NMIOi ayuda en la localización e identificación del NLR, durante su disección e informa sobre su estado funcional al finalizar la cirugía.

La precisión de la NMIO depende de variables como la técnica realizada, la tecnología utilizada y la formación para la correcta ejecución e interpretación de la señal. El grado de

dificultad no es previsible siempre y surge durante la cirugía por lo que se precisa entrenamiento para realizar una adecuada técnica e interpretación de la señal en cualquier situación, incluidos los casos difíciles.

La obtención de registro mediante estímulo final V2 incrementa la precisión.

Por su precisión, tanto la NMIOi como la NMIOc permiten tomar decisiones ante una pérdida de señal en el primer lado operado o planificar la extubación si había parálisis previa contralateral.

La NMIO contribuye a reducir la incidencia de PL bilateral, aumentando la seguridad del paciente.

La NMIO puede contribuir a reducir la incidencia de PL transitoria.

La NMIOi debe realizarse en todas las tiroidectomías y en las paratiroidectomías de alto riesgo.

La NMIOc tiene mayor capacidad para predecir lesión nerviosa ante eventos con incremento de la latencia o disminución de la amplitud de la señal y puede ser útil en cirugía de alto riesgo.

La NMIO aumenta la confianza del cirujano durante la cirugía.

La NMIO es útil durante la docencia y ayuda en el aprendizaje continuo, identificando variantes en los trayectos anatómicos de los nervios laríngeos.

La NMIO ayuda en el registro de datos para la investigación.

Conflicto de intereses

No hay conflicto de intereses.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.otorri.2017.06.005>.

Bibliografía

1. Calò PG, Medas F, Gordini L, Podda F, Erdas E, Pisano G, et al. Interpretation of intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring signals: The importance of a correct standardization. *Int J Surg*. 2016;28:S54–8.
2. Dionigi G, Snyder SK, Chiang F-Y, Liddy W, Kamani D, Kyriazidis N. Mechanism of injury. En: Randolph GW, editor. *The recurrent and superior laryngeal nerves*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 223–37.
3. Chandrasekhar SS, Randolph GW, Seidman MD, Rosenfeld RM, Angelos P, Barkmeier-Kraemer J, et al. Clinical practice guideline: Improving voice outcomes after thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;148 6 Suppl:S1–37.
4. 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.
5. Ghani U, Assad SS, Assad SS. Role of intraoperative nerve monitoring during parathyroidectomy to prevent recurrent laryngeal nerve injury. *Cureus*. 2016;8:e880.

6. García Valdés M, Suárez Marín M. El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. *Rev Cuba Salud Pública*. 2013;39:253–67.
7. Anuwong A, Lavazza M, Kim HY, Wu C-W, Rausei S, Pappalardo V, et al. Recurrent laryngeal nerve management in thyroid surgery: Consequences of routine visualization, application of intermittent, standardized and continuous nerve monitoring. *Updates Surg*. 2016;68:331–41.
8. Dionigi G, Wu C-W, Kim HY, Rausei S, Boni L, Chiang F-Y. Severity of recurrent laryngeal nerve injuries in thyroid surgery. *World J Surg*. 2016;40:1373–81.
9. Deniwar A, Kandil E, Randolph G. Electrophysiological neural monitoring of the laryngeal nerves in thyroid surgery: Review of the current literature. *Gland Surg*. 2015;4:368–75.
10. Pardal-Refoyo JL, Ochoa-Sangrador C. Bilateral recurrent laryngeal nerve injury in total thyroidectomy with or without intraoperative neuromonitoring. Systematic review and meta-analysis. *Acta Otorrinolaringol (English Ed)*. 2016;67:66–74.
11. Brajcich BC, McHenry CR. The utility of intraoperative nerve monitoring during thyroid surgery. *J Surg Res*. 2016;204:29–33.
12. Rulli F, Ambrogi V, Dionigi G, Amirhassankhani S, Mineo TC, Ottaviani F, et al. Meta-analysis of recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery with or without intraoperative nerve monitoring. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2014;34:223–9.
13. Zheng S, Xu Z, Wei Y, Zeng M, He J. Effect of intraoperative neuromonitoring on recurrent laryngeal nerve palsy rates after thyroid surgery—a meta-analysis. *J Formos Med Assoc*. 2013;112:463–72.
14. Pisanu A, Porceddu G, Podda M, Cois A, Uccheddu A. Systematic review with meta-analysis of studies comparing intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves versus visualization alone during thyroidectomy. *J Surg Res*. 2014;188:152–61.
15. Sanabria A, Ramirez A, Kowalski LP, Silver CE, Shaha AR, Owen RP, et al. Neuromonitoring in thyroidectomy: A meta-analysis of effectiveness from randomized controlled trials. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2013;270:2175–89.
16. Shindo M, Chheda NN. Incidence of vocal cord paralysis with and without recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroidectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007;133:481–5.
17. Barczyński M, Randolph GW, Cernea C, International Neural Monitoring Study Group in Thyroid and Parathyroid Surgery. International survey on the identification and neural monitoring of the EBSLN during thyroidectomy. *Laryngoscope*. 2016;126:285–91.
18. Wojtczak B, Sutkowski K, Kaliszewski K, Głód M, Barczyński M. Experience with intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve improves surgical skills and outcomes of non-monitored thyroidectomy. *Langenbeck's Arch Surg*. 2016;1–9.
19. Sanabria A, Ramírez A. Economic analysis of routine neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in total thyroidectomy. *Biomedica*. 2015;35:363–71.
20. 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.
21. Bergenfelz A, Salem AF, Jacobsson H, Nordenström E, Almquist M. Risk of recurrent laryngeal nerve palsy in patients undergoing thyroidectomy with and without intraoperative nerve monitoring. *Br J Surg*. 2016;103:1828–38.
22. Roche DJ, Goldstein DP, de Almeida JR. A cost-utility analysis of recurrent laryngeal nerve monitoring in the setting of total thyroidectomy. *JAMA Otolaryngol Neck Surg*. 2016;27707:1–7.
23. Del Rio P, Nisi P, Benedicenti S, Bertocchi E, Luzietti E, Sianesi M. Intraoperative neuromonitoring in thyroidectomy: The learning curve. *Ann Ital Chir*. 2016;87:298–305.
24. Lorenz K, Abuazab M, Sekulla C, Schneider R, Nguyen Thanh P, Dralle H. Results of intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery and preoperative vocal cord paralysis. *World J Surg*. 2014;38:582–91.
25. Cavicchi O, Caliceti U, Fernandez IJ, Ceroni AR, Marcantoni A, Sciascia S, et al. Laryngeal neuromonitoring and neurostimulation versus neurostimulation alone in thyroid surgery: A randomized clinical trial. *Head Neck*. 2012;34:141–5.
26. Lorenz K, Sekulla C, Schelle J, Schmeiss B, Brauckhoff M, Dralle H, et al. What are normal quantitative parameters of intraoperative neuromonitoring (IONM) in thyroid surgery? *Langenbeck's Arch Surg*. 2010;395:901–9.
27. Wojtczak B, Barczyński M. Intermittent neural monitoring of the recurrent laryngeal nerve in surgery for recurrent goiter. *Gland Surg*. 2016;5:481–9.
28. Phelan E, Schneider R, Lorenz K, Dralle H, Kamani D, Potenza A, et al. Continuous vagal IONM prevents recurrent laryngeal nerve paralysis by revealing initial EMG changes of impending neuropraxic injury: A prospective, multicenter study. *Laryngoscope*. 2014;124:1498–505.
29. Miccoli P, Berti P, Conte M, Bendinelli C, Marcocci C. Minimally invasive surgery for thyroid small nodules: Preliminary report. *J Endocrinol Invest*. 1999;22:849–51.
30. Kandil E, Wassef SN, Alabbas H, Freidlander PL. Minimally invasive video-assisted thyroidectomy and parathyroidectomy with intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring. *Int J Otolaryngol*. 2009;2009:739798.
31. Hei H, Zhai Y, Qin J, Song Y. Intermittent intraoperative neural monitoring technology in minimally invasive video-assisted thyroidectomy: A preliminary study. *J Invest Surg*. 2016;29:93–7.
32. Lee KE, Kim E, Koo DH, Choi JY, Kim KH, Youn Y-K. Robotic thyroidectomy by bilateral axillo-breast approach: Review of 1,026 cases and surgical completeness. *Surg Endosc*. 2013;27:2955–62.
33. Terris DJ, Singer MC, Seybt MW. Robotic facelift thyroidectomy: II. Clinical feasibility and safety. *Laryngoscope*. 2011;121:1636–41.
34. Lee J, Nah KY, Kim RM, Ahn YH, Soh EY, Chung WY. Differences in postoperative outcomes, function, and cosmesis: Open versus robotic thyroidectomy. *Surg Endosc Other Interv Tech*. 2010;24:3186–94.
35. Bae DS, Kim S. Intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve in robotic thyroid surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2015;25:23–6.
36. Lee HY, Lee J-Y, Dionigi G, Bae JW, Kim HY. The efficacy of intraoperative neuromonitoring during robotic thyroidectomy: A prospective, randomized case-control evaluation. *J Laparosc Adv Surg Tech*. 2015;25:908–14.
37. Kim S-J, Lee KE, Oh B-M, Oh EM, Bae DS, Choi JY, et al. Intraoperative neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during robotic thyroid surgery: A preliminary prospective study. *Ann Surg Treat Res*. 2015;89:233–9.
38. Lörincz BB, Busch CJ, Möckelmann N, Knecht R. Initial learning curve of single-incision transaxillary robotic hemi- and total thyroidectomy - A single team experience from Europe. *Int J Surg*. 2015;18:118–22.
39. Alon EE, Hinni ML. Transcriothyroid electromyographic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope*. 2009;119:1918–21.
40. Pardal-Refoyo JL. Usefulness of neuromonitoring in thyroid surgery. *Acta Otorrinolaringol (English Ed)*. 2012;63:355–63.
41. Dionigi G, Dralle H, Liddy W, Kamani D, Kyriazidis N, Randolph GW, et al. IONM of the recurrent laryngeal nerve. En: Randolph GW, editor. *The recurrent and superior laryngeal nerves*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 147–68.
42. Durán Poveda MC, Dionigi G, Sitges-Serra A, Barczyński M, Angelos P, Dralle H, et al. Intraoperative monitoring of the recurrent

- laryngeal nerve during thyroidectomy: A standardized approach part 2. *World J Endocr Surg.* 2012;4:33–40.
43. Schneider R, Sekulla C, Machens A, Lorenz K, Thanh PN, Dralle H. Dynamics of loss and recovery of the nerve monitoring signal during thyroidectomy predict early postoperative vocal fold function. *Head Neck.* 2016;38 Suppl 1:E1144–51.
 44. Wu C-W, Dionigi G, Chen H-C, Chen H-Y, Lee K-W, Lu I-C, et al. Vagal nerve stimulation without dissecting the carotid sheath during intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *Head Neck.* 2013;35:1443–7.
 45. Dralle H, Schneider R, Lorenz K, Phuong NT, Sekulla C, Machens A. Stimm lippenpareesen nach Schilddrüsenoperationen. *Der Chir.* 2015;86:698–706.
 46. Randolph GW, Kamani D. Intraoperative electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid and parathyroid surgery: Experience with 1,381 nerves at risk. *Laryngoscope.* 2017;127:280–6.
 47. Pardal Refoyo JL, Ochoa Sangrador C, Cuello Azcárate JJ, Martín Almendra MÁ. Neuromonitorización intraoperatoria y pronóstico de la motilidad laríngea tras cirugía de tiroides. *Rev Soc Otorrinolaringol Castilla Leon Cantab La Rioja.* 2013;4:96–105.
 48. Pardal Refoyo JL, Ochoa Sangrador C, Cuello Azcárate JJ, Martín Almendra MÁ. Precisión de la neuromonitorización en cirugía tiroidea. *Rev Soc Otorrinolaringol Castilla Leon Cantab La Rioja.* 2013;4:175–93.
 49. Lubitz C, Kraus D, Randolph G, Wong R. The nonrecurrent inferior laryngeal nerve. En: Randolph G, editor. *The recurrent and superior laryngeal nerves.* Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 115–23.
 50. Kamani D, Potenza AS, Cernea CR, Kamani YV, Randolph GW. The nonrecurrent laryngeal nerve: Anatomic and electrophysiologic algorithm for reliable identification. *Laryngoscope.* 2015;125:503–8.
 51. Barczyński M, Randolph GW. Surgical approach and monitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve (EBSLN). En: Randolph GW, editor. *Recurrent and superior laryngeal nerves.* Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 197–208.
 52. Van Slycke S, Gillardin J-P, Brusselaers N, Vermeersch H. Initial experience with {S}-shaped electrode for continuous vagal nerve stimulation in thyroid surgery. *Langenbecks Arch Surg.* 2013;398:717–22.
 53. Schneider R, Randolph GW, Sekulla C, Phelan E, Thanh PN, Bucher M, et al. Continuous intraoperative vagus nerve stimulation for identification of imminent recurrent laryngeal nerve injury. *Head Neck.* 2013;35:1591–8.
 54. Schneider R, Randolph GW, Barczyński M, Dionigi G, Wu C-W, Chiang F-Y, et al. Continuous intraoperative neural monitoring of the recurrent nerves in thyroid surgery: A quantum leap in technology. *Gland Surg.* 2016;5:607–16.
 55. Liu X-L, Wu C-W, Zhao Y-S, Wang T, Chen P, Xin J-W, et al. Exclusive real-time monitoring during recurrent laryngeal nerve dissection in conventional monitored thyroidectomy. *Kaohsiung J Med Sci.* 2016;32:135–41.
 56. Schneider R, Lorenz K, Machens A, Thanh PN, Randolph GW, Dralle H. Continuous intraoperative neuromonitoring (CIONM) of the recurrent laryngeal nerve. En: Randolph GW, editor. *The recurrent and superior laryngeal nerves.* Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 169–83.
 57. Wu C-W, Wang M-H, Chen C-C, Chen H-C, Chen H-Y, Yu J-Y, et al. Loss of signal in recurrent nerve neuromonitoring: Causes and management. *Gland Surg.* 2015;4:19–26.
 58. Sitges-Serra A, Fontané J, Dueñas JP, Duque CS, Lorente L, Trillo L, et al. Prospective study on loss of signal on the first side during neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve in total thyroidectomy. *Br J Surg.* 2013;100:662–6.
 59. Pardal-Refoyo JL, Cuello-Azcárate JJ, Ochoa-Sangrador C. Contribución de la neuroestimulación a la seguridad en la extubación traqueal tras tiroidectomía total. Estudio prospectivo con electrodos de aguja. *Rev Esp Anestesiología Reanim.* 2013;60:563–70.
 60. Shin JJ, Grillo HC, Mathisen D, Katlic MR, Zurakowski D, Kamani D, et al. The surgical management of goiter: Part I. Preoperative evaluation. *Laryngoscope.* 2011;121:60–7.
 61. Farrag TY, Samlan RA, Lin FR, Tufano RP. The utility of evaluating true vocal fold motion before thyroid surgery. *Laryngoscope.* 2006;116:235–8.
 62. Bergenfelz A, Jansson S, Kristoffersson A, Mårtensson H, Reihner E, Wallin G, et al. Complications to thyroid surgery: results as reported in a database from a multicenter audit comprising 3,660 patients. *Langenbeck's Arch Surg.* 2008;393:667–73.
 63. Shindo ML, Herzog GD, Hanson DG, Cain DJ, Sahgal V. Effects of denervation on laryngeal muscles: A canine model. *Laryngoscope.* 1992;102:663–9.
 64. Laeeq K, Pandian V, Skinner M, Masood H, Stewart CM, Weatherly R, et al. Learning curve for competency in flexible laryngoscopy. *Laryngoscope.* 2010;120:1950–3.
 65. 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.
 66. Baek S-K, Lee K, Oh D, Kang SH, Kwon S-Y, Woo J-S, et al. Efficiency of intraoperative neuromonitoring on voice outcomes after thyroid surgery. *Auris Nasus Larynx.* 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anl.2017.01.009>
 67. Núñez-Batalla F, Corte-Santos P, Señaris-González B, Llorente-Pendás JL, Górriz-Gil C, Suárez-Nieto C. Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2007;58:386–92.