

# Revista de la Sociedad Otorrinolaringológica de Castilla y León, Cantabria y La Rioja

ISSN 2171-9381

Revista de Otorrinolaringología y disciplinas relacionadas dirigida a profesionales sanitarios.  
Órgano de difusión de la Sociedad Otorrinolaringológica de Castilla y León, Cantabria y La Rioja  
Periodicidad continuada  
Edita: Sociedad Otorrinolaringológica de Castilla y León, Cantabria y La Rioja  
Correspondencia: [revistaorl@revistaorl.com](mailto:revistaorl@revistaorl.com)  
web: [www.revistaorl.com](http://www.revistaorl.com)

Artículo de revisión

## Precisión de la neuromonitorización en cirugía tiroidea

Accuracy of neuromonitoring in thyroid surgery

José Luis Pardal-Refoyo<sup>1</sup>, Carlos Ochoa-Sangrador<sup>2</sup>, Jesús Javier Cuello-Azcárate<sup>3</sup>, María Ángeles Martín-Almendra<sup>4</sup>

Complejo Asistencial de Zamora. Hospital Virgen de la Concha. Zamora. España.

<sup>1</sup>Servicio de Otorrinolaringología. <sup>2</sup>Unidad de Apoyo a la Investigación.

<sup>3</sup>Servicio de Anestesiología y Reanimación. <sup>4</sup>Sección de Endocrinología.

[jlpardal@saludcastillayleon.es](mailto:jlpardal@saludcastillayleon.es)

Recibido: 10/03/2013

Aceptado: 01/09/2013

Publicado: 01/11/2013

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de intereses

**Imágenes:** Los autores declaran haber obtenido las imágenes con el permiso de los pacientes

Referencia del artículo:

Pardal-Refoyo JL, Ochoa-Sangrador C, Cuello-Azcárate JJ, Martín-Almendra MA. Rev Soc Otorrinolaringol Castilla Leon Cantab La Rioja. Precisión de la neuromonitorización en cirugía tiroidea. 2013 Nov. 4 (23): 175-193.

<b>Resumen</b>	Introducción y objetivos: El uso de la neuromonitorización en cirugía tiroidea es controvertido. La neuromonitorización ayuda en la identificación del nervio laríngeo recurrente, informa sobre su función al finalizar la cirugía y apoya en la toma de decisiones. Objetivo: revisar los resultados más relevantes publicados sobre la validez de la neuromonitorización del NLR en cirugía tiroidea y exponer un algoritmo de decisión. Métodos: revisión bibliográfica. Resultados: la precisión de la neuromonitorización en cirugía tiroidea es superior al 90%, variable de unos estudios a otros. Conclusiones: La neuromonitorización tiene utilidad para planificar y decidir diferentes estrategias en caso de pérdida de la señal o si hubo parálisis laríngea previa y tiene utilidad en la gestión de la vía aérea ayudando a la prevención de la parálisis laríngea bilateral.
<b>Palabras clave</b>	tiroidectomía; nervio laríngeo recurrente; monitorización intraoperatoria; parálisis de cuerda vocal; seguridad del paciente; Valor Predictivo de las Pruebas
<b>Summary</b>	Introduction and objectives: The use of neuromonitoring in thyroid surgery is controverted. The neuromonitoring support in identifying the recurrent laryngeal nerve, informs about their function at the end of surgery and supports decision making. Objective: To review the most relevant literature on the validity of the laryngeal neuromonitoring in thyroid surgery and explain an algorithm. Methods: Bibliographical review. Results: Neuromonitoring accuracy in thyroid surgery is over 90%, variable among studies. Conclusions: Neuromonitoring is useful if there is signal loss or if there is previous laryngeal paralysis and has utility in the management of the airway
<b>Keywords</b>	thyroidectomy; recurrent laryngeal nerve; monitoring; intraoperative; vocal cord paralysis; patient safety; Predictive Value of Tests

## Introducción

La neuromonitorización tiene utilidad para localizar el nervio laríngeo recurrente (NLR) y conocer su estado funcional al concluir la cirugía debido a su elevado valor predictivo [1,2]. La situación falso negativo es de alto riesgo ya que supone una parálisis laríngea no prevista por la neuromonitorización [3].

En estudios recientes se proponen parámetros electrofisiológicos de interpretación de la amplitud del potencial de acción para adaptar la estrategia quirúrgica cuando se inicia un procedimiento bilateral y así prevenir una potencial parálisis laríngea bilateral [1]. Es recomendable realizarla en todos los casos y es de especial utilidad en cirugía tiroidea bilateral, en cirugía de revisión y en caso de parálisis preexistente de NLR [1,2]. Por un lado por razones técnicas, ya que informa sobre el estado funcional del NLR, permite tomar decisiones en caso de ausencia de la señal ayudando a prevenir la parálisis laríngea bilateral, reduce la tasa de parálisis temporal, incrementa la seguridad en el manejo de la vía aérea en la extubación y permite documentar debidamente todos los casos en relación con las laringoscopias pre y postquirúrgicas [1,2]. Por otro lado su uso sistemático ayuda a conocer mejor la técnica y la interpretación de los resultados, especialmente en casos de alta dificultad, ayuda durante la docencia y permite mantener un adecuado entrenamiento al equipo anestesia-cirujano [2].

La utilización ocasional induce una alta probabilidad de uso inadecuado de la técnica por falta de adiestramiento. Por otro lado, el grado de dificultad se

establece durante el desarrollo de la cirugía, en muchas ocasiones sin criterios preoperatorios previsibles.

La interpretación de los resultados de la neuromonitorización pueden verse alterados por el nivel de bloqueo neuromuscular ya que los miorelajantes pueden influir sobre la amplitud de la onda electromiográfica y reducir la sensibilidad de la monitorización [4], aunque pueden obtenerse potenciales de acción del NLR de amplitud suficiente con relajaciones musculares superiores al 90% [5].

La gestión de la vía aérea en la cirugía tiroidea debe sistematizarse, sobre todo en la extubación de pacientes con riesgo de bloqueo de la vía aérea por parálisis laríngea bilateral confirmada o con pérdida de la señal de neuromonitorización (unilateral o bilateral) [2]. Debe contarse con personal capacitado en el manejo de la vía aérea difícil y disponer de los recursos materiales, de monitorización y equipo técnico, en el caso de que no pudiera mantenerse la ventilación y fuera necesaria la reintubación [6,7].

La neuromonitorización ayuda a evitar la parálisis bilateral del NLR gracias a la capacidad predictiva sobre su función postoperatoria tras la primera lobectomía [1,7], lo que incrementa la seguridad en el manejo de la vía aérea en la extubación, aumenta la seguridad del paciente y la confianza del equipo quirúrgico en la técnica quirúrgica realizada [2,7].

La parálisis permanente del NLR es una complicación con relativa baja incidencia tras tiroidectomía que puede incrementarse en algunas circunstancias (reintervenciones, reexploración por hemorragia, gran volumen tiroideo, extensión mediastínica, carcinoma, enfermedad de Graves, extensión de la cirugía, vaciamiento ganglionar del área VI, irradiación cervical previa, variaciones anatómicas como ramificaciones extralaríngeas o nervio laríngeo inferior no recurrente o la experiencia del cirujano) [8-16]. La lesión puede producirse por diversos mecanismos (sección, ligadura, térmico, tracción-elongación, excesiva manipulación o esqueletización) [15-19]. Parece que el mecanismo más frecuente es la elongación, sobre todo en áreas críticas (en relación con el tubérculo de Zuckerkandl o el ligamento de Berry) y en nervios con división extralaríngea [15]. La identificación del NLR puede influir en la disminución del daño [11,20-26] como ha sido confirmado en estudios multicéntricos [27]. Las investigaciones con neuromonitorización continua ofrecen valiosa información sobre los puntos y mecanismos de lesión del NLR y sus perspectivas en la prevención son esperanzadoras al evitar que el cirujano progrese en maniobras que puedan provocar disfunción o lesión [28,29].

La neuromonitorización intraoperatoria intermitente facilita la identificación y reduce la manipulación del NLR, especialmente en situaciones complejas y, aunque se han publicado patrones en su manejo, esta no se ha generalizado [4,13,18,27,30].

En el trabajo de Sanabria y cols. [16] se recogen datos interesantes sobre el grado de implantación/utilización y patrones de uso de la neuromonitorización. En Alemania se considera estándar en la tiroidectomía y llega a un 99,3% de utilización [31]. El estímulo vagal pre-resección se utiliza entre el 49 al 54% de los casos y post-resección en el 72-73% y más del 70% de los cirujanos encuestados estuvieron de acuerdo con posponer la segunda lobectomía en caso de pérdida de la señal en la primera [31].

Sin embargo en estudios realizados en Estados Unidos la tasa de utilización de la neuromonitorización fue del 28,6% [32] al 37% [10] y, por diversos motivos, la mayoría no lo emplean (coste, formación, disponibilidad, volumen de tiroidectomías/año, años de experiencia, grado de dificultad quirúrgica). De 117 cirujanos encuestados, el 13,8% declararon utilizarla sistemáticamente y el 23,3% de forma selectiva en situaciones de mayor riesgo pero, entre el 32 y el 60% declararon no utilizarla nunca [10]. El coste y la no disminución de la incidencia de parálisis laríngea pueden ser factores que influyan negativamente en su uso [13,19,33-36].

Para incrementar el poder estadístico y demostrar reducción significativa en la incidencia de parálisis laríngea se necesitan muestras muy numerosas dada la baja incidencia inicial [37,38] que se sitúa entre el 0,5 al 5% en las grandes bases de datos [16].

Las investigaciones se centran en los beneficios que la neuromonitorización aporta en la práctica clínica (identificación del nervio, información de su función y de la motilidad laríngea, localización del punto de lesión), en la investigación, en la formación y en los aspectos médico-legales [10,29,36,39].

La neuromonitorización debería realizarse rutinariamente y no sólo en casos difíciles puesto que precisa adiestramiento y el grado de dificultad en la identificación y disección del NLR es apenas previsible y se verifica durante la cirugía [1-4,7,26,37,39,40].

La ventaja clínica esencial de la neuromonitorización es la confirmación intraoperatoria de la integridad o fallo de la conducción nerviosa [4,26,39], siendo suficiente obtener la señal final estimulando el nervio vago (NV) al concluir la lobectomía (señal V2) aunque no haya sido posible o resultado peligroso visualizar el NLR [40]. La señal final V2 debe realizarse siempre puesto que permite una comprobación final rápida y ayuda a reducir los falsos negativos [4,41,42].

Debe hacerse laringoscopia prequirúrgica para detectar patología laríngea orgánica, trastornos de la motilidad que pudieron haber pasado desapercibidos tras cirugías previas o por otras causas y evaluar la vía aérea [4,26,43-45]. Como consecuencia, el conocimiento del estado de la laringe con laringoscopia y la neuromonitorización ayudan en las decisiones intraoperatorias e incrementan la seguridad de la vía aérea en el postoperatorio previniendo la emergencia de una parálisis bilateral inesperada (ante la pérdida de señal o si se conoce una parálisis previa contralateral) [1,7,19,46]. La laringoscopia postoperatoria es necesaria para evaluar la motilidad laríngea y confirmar los verdaderos y falsos positivos y negativos tras la neuromonitorización [3,4,46-48].

El objetivo de este trabajo es revisar los resultados más relevantes publicados sobre la precisión de la neuromonitorización para predecir la función postoperatoria del NLR y de la motilidad laríngea en cirugía tiroidea.

### **Técnicas de neuroestimulación**

Se han descrito diversas técnicas para identificar la motilidad laríngea tras el estímulo eléctrico en el NLR o en el NV en tiroidectomía [48].

Las técnicas que actualmente se emplean son el registro electromiográfico de

la actividad del músculo tiroaritenideo mediante electrodos de superficie adheridos al tubo endotraqueal o mediante electrodos de aguja pareados insertados en el músculo por punción a través de la membrana cricotiroidea (técnica translaringea) [48].

La precisión de la prueba depende de diversos factores, algunos de los cuales quedan recogidos en la tabla 1, como por ejemplo la técnica empleada (translaringea, tubo endotraqueal, palpación retrocricoidea), punto de estimulación –en el NLR o NV-, si se incluyen o no en el estudio los casos positivos por fallo del sistema (falso positivo), el momento de realizar la laringoscopia postoperatoria, según se evalúen parálisis transitorias o persistentes, si el estudio se estratifica por grupos de riesgo, si se realiza en todos los casos o si el análisis de la señal es cualitativo o cuantitativo [37,38,49].

**Tabla 1**

Factores que influyen en la precisión de la neuromonitorización en la predicción de la motilidad laríngea en cirugía tiroidea.

<p><b>Tipo de electrodo de registro</b>          Electrodo de superficie adheridos al tubo endotraqueal          Electrodo de aguja insertados a través de la membrana cricotiroidea (translaringea)          Twitch (palpación del área retrocricoidea)</p>
<p><b>Punto de aplicación del electrodo de estimulación</b>          Directamente sobre el nervio          En la proximidad del nervio</p>
<p><b>Tipo de estímulo aplicado</b>          Intermitente          Continuo</p>
<p><b>Nervio estimulado</b>          Sobre el nervio vago (V)              Señal V1: señal electromiográfica obtenida tras estimular el nervio vago antes de comenzar la lobectomía              Señal V2: señal electromiográfica obtenida tras estimular el nervio vago una vez concluida la lobectomía (señal final)          Sobre el nervio laríngeo recurrente (R)              Señal R1: señal electromiográfica obtenida tras estimular el NLR durante la lobectomía (durante la identificación y disección del NLR)              Señal R2: señal electromiográfica obtenida tras estimular el NLR una vez concluida la lobectomía</p>
<p><b>Secuencia de los registros</b>          En dos pasos: obtención de la señal V1 inicial y V2 final          En cuatro pasos: obtención de las señales en el orden V1 – R1 – R2 – V2</p>
<p><b>Variables registradas y analizadas</b>          Cualitativa: presencia o ausencia de señal tras el estímulo          Cuantitativa: latencia y amplitud de la señal registrada</p>
<p><b>Experiencia</b>          Uso sistemático de la neuromonitorización en todos los casos          Uso exclusivamente en casos de dificultad quirúrgica</p>

Durante la cirugía tiroidea la neuromonitorización no sustituye a la identificación visual pero puede ayudar en caso de dificultad (infiltración, fibrosis). El estímulo en la cercanía del nervio y el registro electromiográfico ayuda a su localización

(“mapeo”) [26].

La señal obtenida tras estimulación en el NV (V1 y V2) informa sobre la integridad funcional del NLR y puede obtenerse por estímulo sobre el nervio (tras su identificación y disección) o en su cercanía, sobre la arteria carótida primitiva, evitando así su disección con igual precisión que con estímulo directo simplificando el procedimiento validado con los sistemas NIM response 2.0 y 3.0 (Medtronic Inc., Jacksonville, Florida, USA) programado con intensidad de estímulo de 2mA y umbral del evento en 100µV aplicando el estímulo con una sonda de estimulación de punta roma esférica [40].

### Evaluación de la validez

La validez de la neuromonitorización se establece frente a la motilidad laríngea demostrada mediante laringoscopia. La laringoscopia se considera el *gold standard* para la evaluación de la motilidad laríngea [3,7,48].

Para cada nervio evaluado y punto de estimulación, la interpretación de los resultados estadísticos se realiza según se resume en la tabla 2.

Algunos detalles mejoran los resultados (precisión) de la neuromonitorización en el pronóstico de la motilidad laríngea:

- La comprobación de la correcta posición de los electrodos de registro y el funcionamiento del sistema aplicando estímulo sobre el cartílago tiroides (translaríngeo) y obtener una onda electromiográfica [4,7,50].
- La obtención de la señal final V2 [7]

La calidad de una prueba diagnóstica se mide por su validez (sensibilidad y especificidad) y su capacidad predictiva [51].

**Tabla 2**

Validez de la neuromonitorización en cirugía tiroidea.

	Señal presente	Señal ausente
Motilidad laríngea normal	<b>VN</b>	<b>FP</b>
Parálisis laríngea	<b>FN</b>	<b>VP</b>
<b>Sensibilidad (S)</b>	$S = VP / (VP + FN)$	
<b>Especificidad (E)</b>	$E = VN / (VN + FP)$	
<b>Valor Predictivo Positivo (VPP)</b>	$VPP = VP / (VP + FP)$	
<b>Valor Predictivo Negativo (VPN)</b>	$VPN = VN / (VN + FN)$	
<b>Precisión / exactitud</b>	$(VP + VN) / (VP + VN + FP + FN)$	

VN: verdadero negativo; VP: verdadero positivo; FP: falso positivo; FN: falso negativo

La neuromonitorización translaríngea (denominada transligamentaria en algunas publicaciones) tiene ventajas con respecto al tubo endotraqueal con electrodos de superficie como son el menor coste y mayor ganancia de señal (menor impedancia, registro electromiográfico más amplio, sin modificación por miorrelajantes) que puede traducirse en menor incidencia de falsos positivos (pérdidas de señal, más frecuentes con tubo endotraqueal [3,4,14,26,52,53]) incrementando su sensibilidad y VPP, por lo que es recomendada por algunos autores [11,23,26,37,41,52,54-62].

**Tabla 3**

Precisión de la neuromonitorización.

Autor	S	E	VPP	VPN	P	NLR	Parálisis*	
<b>Hamelmann et al. 2002 [63]</b>	23,5 100,0	98,5 97,8	40,0 10,0	96,8 100,0		428	transitoria permanente	
<b>Timmermann et al. 2004 [64]</b>	31 100	99 98	60 10	97 100	95,8 97,8	405	transitoria permanente	
<b>Hermann et al. 2004 [41]</b>	57,1 44,4	99,3	87,0 57,1	96,6 98,8		475	transitoria permanente	
<b>Beldi et al. 2004 [65]</b>	40	98	67 33	91 99	89 85,5	429	transitoria permanente	
<b>Thomusch et al. 2004 [42]</b>						12486		
Estímulo en NV	33.0	98.3	36.7	97.9	96.3		transitoria	
Estímulo en NLR	29.8	97.3	25.2	97.8	95.3			
Estímulo en NV	45.9	97.6	11.6	99.6	97.3		permanente	
Estímulo en NLR	42.4	96.7	8.2	99.6	96.4			
<b>Brauckhoff et al. 2004 [66]</b>	100%	94%	100%	97%	98%	18	(estudio cualitativo)	
<b>Chan et al. 2006 [9]</b>	52	94	29	98	92,6	501	permanente	
<b>Chan et al. 2006 [34]</b>	53	94	35	97	92	271	transitoria	
<b>Tomoda et al. 2006 [67]</b>						2197		
Neuroestimulación (twitch)**	69,3 85,7	99,7 97,3	92,1 23,7	98,5 99,8	98,3 97,2		transitoria permanente	
<b>Barczynski et al. 2006 [68]</b>							134	
Estímulo en NV	91,6	66,6	99,1	16,6	91,0		transitoria	
Estímulo en NLR	91,6	33,3	98,2	9,1	90,2			
Estímulo en NV	98,3	100	100	50	98,4		permanente	
Estímulo en NLR	96,7	50	99,1	20	95,9			
<b>Barczynski et al. 2009 [38]</b>						1000	permanente	
Estímulo en NV	63	97,1	37,8	98,9	96,2			
Estímulo en NLR	44,4	96,4	25,5	98,4	95			
<b>Cavichi et al. 2009 [69]</b>								
Neuroestimulación (twitch)**	55.3	95.2	37.6	97.6	93.2	1450		
Respuesta acústica NM	66,7	96,5	40,0	98,8	96,1	354		
<b>Cavicchi, 2012 [25]</b>							permanente	
Neuroestimulación (twitch)**	33,4	97,5	26,7	98,2	95,8	229		
Respuesta acústica NM	66,7	93,5	22,2	99	92,7	226		
<b>Cernea et al. 201 [14]</b>							868	
<b>Melin et al. 2012 [49]</b>	80	99	68	99	97,86	4012	transitoria	
<b>Koulouris et al. 2012 [28]</b>	96	100	100	37	98	348	Permanente	
<b>Périé et al. 2013 [70]</b>	36.8	99.4	87.5	93.6				
<b>Pardal-Refoyo et al. 2013 [3]</b>	66,7 25	100 99,7	100 50	99,7 99,1	99,7 98,8	342	1-3 días 3-6 sem.	
<b>Pardal-Refoyo et al. 2013 [7]</b>	50 [15- 85]	100 [99,1- 100]	100 [99,1- 100]	99,5 [98,3- 99,9]	99,5 [98,3- 99,9]	420	1-3 días	
<b>Calò et al. 2013 [71]</b>	90%	99.1%	75%	99.7	98.9%	751		
<b>Barczyński et al. 2013 [72]</b>								

NLR: nervios laríngeos recurrentes en riesgo evaluados; NM: neuromonitorización; NV: nervio vago; P\_ precisión global; S: sensibilidad; E: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo

Los parámetros se expresan en porcentaje (%)

\*evaluación de la parálisis con laringoscopia postoperatoria horas o días después (evaluación de parálisis transitoria) ó al menos 6 meses después (parálisis permanente); \*\*registro obtenido al percibir contracción palpando el área retrocricóidea tras el estímulo

La precisión de la neuromonitorización para predecir la motilidad laríngea tras la tiroidectomía es elevada en las publicaciones revisadas como se resume en la tabla 3 [3,7,9,25,28,34,38,41,42,49,63-72]. Los altos VPP y VPN traducen la alta capacidad pronóstica de la neuromonitorización para predecir motilidad laríngea normal si hubo registro de señal o parálisis si se perdió la señal [1,3,7]. El alto VPN indica la capacidad de la neuromonitorización para predecir una correcta función neural en caso de obtener señal electromiográfica [1,3,7]. El VPP es más bajo por las situaciones diversas que pueden provocar pérdidas de señal [3,4,7,15].

El valor predictivo mejora si se utiliza la neuromonitorización sistemáticamente. La reducción significativa en la incidencia de parálisis se va demostrando en los trabajos más recientes [73].

En cirugía compleja, con dificultades en la identificación visual del NLR, puede realizarse en cuatro pasos (secuencia V1-R1-R2-V2) [4,44,50,74] y si no hubo dificultades es suficiente con la comprobación final de la señal V2 (o señal V1 inicial y V2 final para comprobar una posible modificación en la latencia o intensidad) [1,14,52].

Las situaciones falso positivo y falso negativo reducen el valor predictivo de la prueba [4,51]. El falso positivo reduce el VPP y la especificidad. El falso negativo reduce el VPN y la sensibilidad. El grupo de falsos positivos se incrementa cuando se producen recuperaciones de parálisis y el grupo de falsos negativos cuando aparecen parálisis nuevas. Por ello la validez de la prueba varía según el momento en el que se realice la laringoscopia, puesto que pueden producirse modificaciones (recuperación, persistencia o presentación de nuevas parálisis) [3].

Los falsos positivos pueden originarse por mal emplazamiento de los electrodos, avería en el equipo, error de programación (estos dos los más frecuentes [4,14]), artefactos en el registro (no tienen la característica onda bifásica aunque pueden dar una señal acústica correcta), o recuperación inmediata de la parálisis (por fatiga neural o neuroapraxia con recuperación en las horas o días siguientes, que algunos autores ya documentan con monitorización continua [28]). La correcta colocación de los electrodos y los fallos o averías en el equipo pueden preverse obteniendo registro de señal tras estimular sobre el cartílago tiroideo una vez colocados los electrodos [3,4,7].

El falso positivo repercute negativamente al forzar un cambio de estrategia y posponer la segunda lobectomía incrementando las molestias al paciente y el coste, además de provocar desconfianza del cirujano en la neuromonitorización. Los falsos positivos pueden reducirse haciendo prueba previa translaríngea, conociendo la técnica correctamente y comprobando si la pérdida de señal es verdadera obteniendo señal V2 contralateral [3,4,7].

Los falsos negativos pueden deberse a técnica incorrecta del estímulo V2 o a parálisis producida después del estímulo V2 por manipulación inadvertida, movimientos de rotación de la tráquea, decúbito o succión por los drenajes, hematoma, seroma o fibrosis, por neuroapraxia retardada cuyo mecanismo no es bien conocido (probablemente por edema) o por una lesión cordal o aritenoides no neural provocada por las maniobras de intubación / extubación o por edema intralaríngeo [4,7,40].

La incidencia de falsos negativos suele ser menor del 3% [36]. El falso negativo

repercute directa y negativamente en la seguridad del paciente [7,36] puesto que el sistema registra actividad neural normal y no predice una parálisis laríngea futura, circunstancia de mayor riesgo en caso de parálisis contralateral preexistente que se traducirá en parálisis bilateral (con posible compromiso de la vía aérea y traqueotomía). El conocimiento de este dato tiene especial interés para advertir al paciente de que, aunque se produzca un registro de señal normal, puede manifestarse una parálisis laríngea posterior [7]. También los falsos negativos generan desconfianza del cirujano en la técnica de neuromonitorización [3,7].

La reducción de falsos negativos puede conseguirse mediante técnica de tiroidectomía cuidadosa, evitando maniobras de tracción tras la comprobación final V2 y evitando intubación y extubación traumáticas [4,7]. La neuromonitorización continua del nervio vago puede ayudar a modificar la maniobra quirúrgica causal antes de producir lesión [28,29,40].

Por tanto, la validez de la neuromonitorización se incrementa haciendo estímulo final V2 que ayuda a precisar los verdaderos positivos y a reducir la tasa de falsos negativos y falsos positivos y es suficiente para conocer el estado funcional del NLR al terminar la cirugía [4,7,14,52].

La señal V2 obtenida mediante estímulo sobre la carótida facilita el procedimiento, acorta el tiempo quirúrgico, reduce el riesgo de complicaciones vasculares o neurológicas (lesión del vago, tronco simpático, nervio frénico), evita fibrosis que puede dificultar técnicas futuras como un vaciamiento y tiene la misma precisión [40].

### **Neuromonitorización y algoritmo de decisión en tiroidectomía**

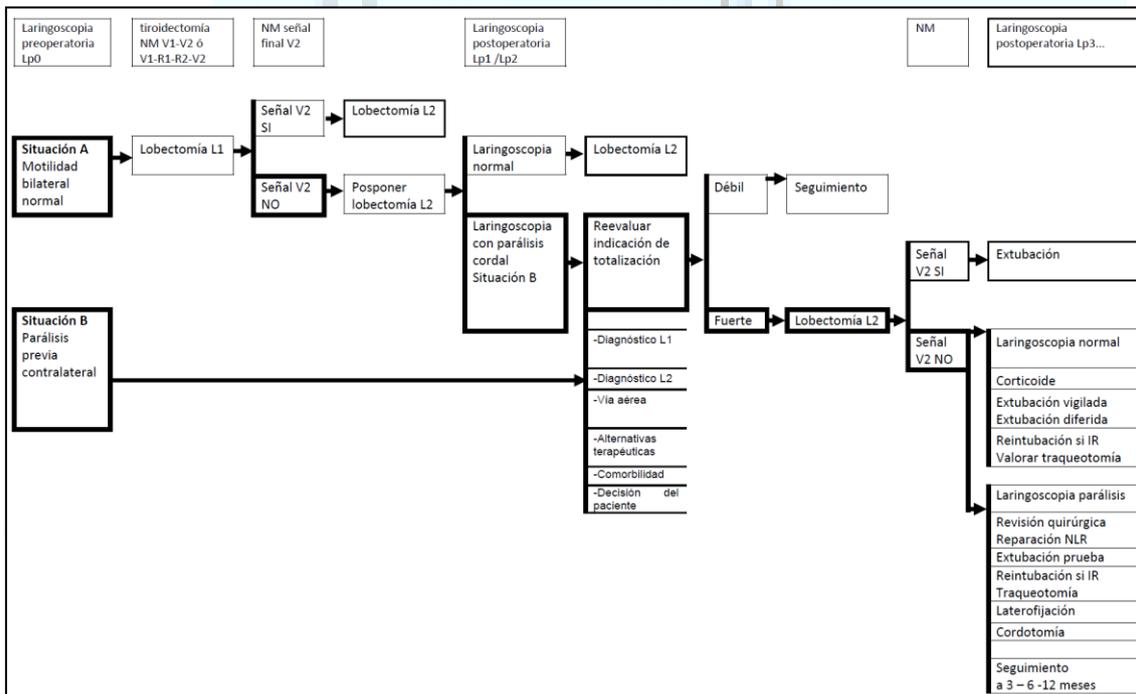
La precisión de la neuromonitorización tiene implicaciones clínicas importantes al ayudar a decidir intraoperatoriamente si se completa o se difiere la segunda lobectomía en una tiroidectomía total programada cuando hubo pérdida de señal y qué estrategia puede seguirse al decidir realizar totalización en pacientes con parálisis laríngea contralateral (tras una lobectomía previa o por otras causas) [3,7].

En la figura 1 se muestra el algoritmo de decisión propuesto para la gestión de las situaciones con pérdida de señal en tiroidectomía total programada [7] (reproducción del algoritmo y pie de figura con autorización de Revista Española de Anestesiología y Reanimación).

El conocimiento del valor predictivo de la neuromonitorización orienta al cirujano en la gestión del riesgo en caso de pérdida de señal tras la primera lobectomía en una tiroidectomía total programada o en caso de parálisis laríngea ya conocida en el lado contralateral (situación B de la figura 1) [1,7]. Si hay pérdida de señal en la primera lobectomía debe posponerse la segunda lobectomía [7,38,49] hasta haber comprobado la motilidad laríngea con certeza ya que, probablemente, habrá parálisis que tendrá una probabilidad de recuperación posterior superior al 30% [3,19,38]. La recuperación suele producirse en los primeros 6 meses pero puede ser más lenta, en 1 a 2 años, por lo que debe mantenerse revisión periódica [49]. En caso de recuperación podrá practicarse la segunda lobectomía y, en caso contrario, deberá reevaluarse el grado de indicación. Esta conducta incrementa la seguridad del paciente [7]. En un estudio reciente se comprobó que tras pérdida de señal (neuromonitorización con electrodos de superficie en tubo endotraqueal), en el 90% de los casos se produjo recuperación de la señal en 10 a 35 minutos (intraoperatoriamente) por lo que los autores consideran seguro completar la tiroidectomía en el mismo tiempo [75].

De este modo tras la pérdida de señal en la primera lobectomía cabrían distintas opciones [7]:

- Completar la segunda lobectomía en un segundo tiempo quirúrgico tras comprobar la motilidad laríngea (esta es la opción que recogemos en el algoritmo de decisión) que es la opción más generalizada en la literatura reciente [1,19]
- Completar la segunda lobectomía en el mismo tiempo quirúrgico (basado en la probable recuperación intraoperatoria) [73]. Para ello puede esperarse un tiempo (10-30 minutos) para confirmar si hubo recuperación de la señal intraoperatoriamente para completar la tiroidectomía en el mismo tiempo quirúrgico (haciendo comprobaciones en el nervio recurrente -R3- y en el nervio vago -V3-).



**Figura 1.** Algoritmo de decisión de tiroidectomía total en función de la motilidad cordal comprobada con laringoscopia indirecta y la señal de neuromonitorización V2.

IR: insuficiencia respiratoria; L1: primera lobectomía; L2: segunda lobectomía o lóbulo tiroideo remanente; Lp1: laringoscopia postquirúrgica realizada entre el 1º y 3º día; Lp2: laringoscopia postquirúrgica realizada entre la 3ª y 6ª semana; NM: neuromonitorización; V2: señal de neuromonitorización obtenida por estímulo del nervio vago tras concluir la lobectomía. NM V1-V2 secuencia obtenida con señal vagal inicial V1 y final V2; V1-R1-R2-V2: secuencia de NM obtenida en 4 pasos (vagal inicial, en nervio laríngeo recurrente R1 y R2 y vagal final V2)

(con autorización de Revista Española de Anestesiología y Reanimación [7])

En la tabla 4 se resumen los criterios de indicación quirúrgica para realizar una u otra técnica de tiroidectomía [43, 76-80]

En caso de parálisis laríngea contralateral (situación B, figura 1) [7] la decisión para completar la tiroidectomía se tomará individualizadamente y dependerá del diagnóstico confirmado en la primera lobectomía, del diagnóstico de sospecha en el lóbulo residual (Tabla 4) y de otras circunstancias (estado de la vía aérea -motilidad laríngea bilateral, compresión o infiltración traqueal-, otras alternativas terapéuticas, comorbilidad -obesidad mórbida, enfermedades cardiovasculares, pulmonares, neurológicas y psiquiátricas [19]- y del criterio y decisión del paciente frente a los riesgos -eficacia terapéutica, riesgo de traqueotomía- [49]).

**Tabla 4**  
Criterios de indicación de tiroidectomía

Situación A motilidad laríngea bilateral normal	Situación B parálisis laríngea previa contralateral
<p><b>Criterios de tiroidectomía total</b></p> <p>Bocio multinodular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- compresivo</li> <li>- tóxico multinodular</li> <li>- sospecha de malignidad citológica</li> <li>- sospecha ultrasonográfica de malignidad:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Hipoecogenicidad</li> <li>o Microcalcificaciones</li> <li>o Incremento de la vascularidad central</li> <li>o Margenes de aspecto infiltrativo</li> <li>o Más alto que ancho en el plano transversal</li> </ul> </li> <li>- Tiroiditis de Riedel</li> <li>- Enfermedad de Graves-Basedow</li> <li>- Carcinoma</li> <li>- Algún criterio:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Edad &lt;15 o &gt;45 años</li> <li>o Historia previa de irradiación cervical</li> <li>o Nódulos bilaterales</li> <li>o Extensión extratiroidea</li> <li>o Tumor &gt;4cm</li> <li>o Metástasis ganglionar conocida</li> <li>o Metástasis a distancia conocidas</li> <li>o Variante agresiva</li> </ul> </li> <li>- Citología en nódulo tiroideo               <ul style="list-style-type: none"> <li>o indeterminada de gran tamaño (&gt;4cm)</li> <li>o sospechosa de carcinoma papilar</li> <li>o con atipia marcada con historia familiar de carcinoma tiroideo o irradiación.</li> <li>o maligna en nódulo &gt; 1cm</li> <li>o maligna en nódulo &lt; 1cm con factores de riesgo (edad &gt; 45 años, nódulos contralaterales, enfermedad locorregional clínica o ecográfica, historia familiar de carcinoma tiroideo, antecedentes de irradiación).</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Criterios de hemitiroidectomía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación unilateral sin criterios ecográficos ni intraoperatorios de afectación contralateral</li> <li>- Patología benigna: Adenoma folicular</li> <li>- Patología maligna:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Nódulo solitario con citología indeterminada</li> <li>o Carcinoma papilar &lt;1cm de bajo riesgo (unifocal, intratiroideo, sin antecedentes familiares ni de irradiación)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Criterios de totalización</b></p> <p><b>Indicación débil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L2 ecográficamente normal</li> <li>- No sospecha documentada de carcinoma en L2</li> <li>- Patología benigna en L1</li> <li>- Patología maligna en L1:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Linfoma tiroideo</li> <li>o Carcinoma papilar:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumor &lt;1cm</li> <li>• Unifocal</li> <li>• Intratiroideo, márgenes negativos</li> <li>• Variante no agresiva</li> <li>• No sospecha de patología contralateral</li> <li>• No sospecha de afectación ganglionar</li> <li>• No sospecha de metástasis a distancia</li> <li>• No antecedentes familiares</li> <li>• No irradiación</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p><b>Indicación fuerte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En L2:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Diagnóstico de carcinoma documentado en L2</li> <li>o Criterios citología en nódulo tiroideo (situación A)</li> <li>o Progresión tumoral</li> <li>o Parálisis laríngea en L2</li> <li>o Afectación ganglionar (ecográfica o PAAF)</li> <li>o Captación incidental en PET (asociado a otros criterios)</li> </ul> </li> <li>- Tumor maligno en L1:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Carcinoma medular: paciente afectado y portadores de mutación MEN2</li> <li>o Carcinoma anaplásico (abordable quirúrgicamente)</li> <li>o Carcinoma folicular o de Hürtle: invasivo, metastásico</li> <li>o Carcinoma papilar con alguno de los siguientes criterios):                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multifocal</li> <li>• Tumor &gt;4cm</li> <li>• Extensión extratiroidea</li> <li>• Márgenes positivos</li> <li>• Invasión vascular</li> <li>• Antecedentes familiares</li> <li>• Antecedente de irradiación</li> <li>• Carcinoma incidental &gt;1cm (50% tienen afectación contralateral)</li> <li>• enfermedad locorregional o metastásica (documentada histológicamente o sospecha radiológica) en la que el hemitiroides remanente impide el tratamiento con yodo</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

L1: primera lobectomía; L2: segunda lobectomía o lóbulo remanente tras hacer L1

En caso de optar por completar la tiroidectomía y se produjera pérdida de señal tras la segunda lobectomía, deben incrementarse las precauciones durante la extubación por el riesgo de insuficiencia respiratoria que puede precisar reintubación [7]. La fibrolaringoscopia antes de la extubación se facilita sustituyendo el tubo endotraqueal por mascarilla laríngea [19,81]. Algunos autores indican laringoscopia y revisión quirúrgica inmediata para detectar y reparar el daño en el NLR que es un factor de predicción de la recuperación funcional [19]. El uso sistemático de la neuromonitorización evita la duda sobre el daño y permite localizar los cabos del

nervio en caso de sección desde el momento en que se confirma la pérdida de señal en la primera intervención evitando una segunda intervención exploratoria [19].

Si la motilidad es normal o se observa parálisis sin signos de obstrucción puede realizarse la extubación y vigilancia de la ventilación. La reintubación estará indicada si se observan signos de obstrucción laríngea (estridor, hipoxia con  $P_{O_2} < 90 \text{ mmHg}$ , hipercarbia con  $P_{CO_2} > 50 \text{ mmHg}$ ) [7,65,66] y es un procedimiento que debe realizarse con idénticas medidas de monitorización, equipamiento técnico y asistencia personal que las empleadas durante la inducción [7,81].

Es difícil decidir el momento de la extubación que debe programarse pasadas unas horas, con corticoterapia que puede facilitar la recuperación de una posible neuroapraxia retardada y proceder de igual modo, realizando una fibrolaringoscopia previa y, en caso de observar signos de obstrucción laríngea, realizar traqueotomía [7,19]. Con la traqueotomía pueden planificarse otras opciones terapéuticas como cordectomía posterior o laterofijación de la cuerda vocal una vez confirmada una parálisis laríngea definitiva tras un periodo de observación de al menos 12 meses [7,82].

### Conclusiones

La neuromonitorización mejora la calidad de la información preoperatoria al paciente sobre el riesgo de pérdida de señal y su relación con una posible parálisis laríngea.

Mejora la información sobre la estrategia que se seguirá en caso de pérdida de señal tras la primera lobectomía en una tiroidectomía total programada, puesto que la segunda lobectomía se realizaría en un segundo tiempo una vez evaluada la motilidad laríngea.

La presencia de señal no excluye completamente el riesgo de parálisis laríngea posterior transitoria o persistente.

La neuromonitorización orienta en la gestión y seguridad de la vía aérea ayudando en la prevención de la parálisis laríngea bilateral inadvertida y permitiendo planificar y adoptar medidas intraoperatoriamente en caso de pérdida de señal, en caso de parálisis laríngea previa contralateral y a tomar decisiones sobre la vía aérea en caso de sospecha de parálisis bilateral.

La neuromonitorización ayuda en la mejora la seguridad del paciente.

### Agradecimientos

A Pedro Felipe Rodríguez de la Concepción (Biblioteca).

## Bibliografía

1. Caragacianu D, Kamani D, Randolph GW. Intraoperative monitoring: Normative range associated with normal postoperative glottic function. *Laryngoscope*. 2013. En: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lary.24195/pdf>.
2. Pardal-Refoyo JL. La hemostasia y neuromonitorización como medidas de seguridad del paciente en cirugía de tiroides. *Rev Calid Asist*. 2013;28:181-7.
3. Pardal-Refoyo JL, Ochoa-Sangrador C, Cuello-Azcárate JJ, Martín-Almendra MA. Neuromonitorización intraoperatoria y pronóstico de la motilidad laríngea tras cirugía de tiroides. *Rev Soc Otorrinolaringol Castilla Leon Cantab La Rioja*. 2013;4:96-105
4. Randolph GW, Dralle H with International Intraoperative Monitoring Study Group, Abdullah H, Barczynski M, Bellantone R, et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope*. 2011;121(Suppl 1):1-16.
5. 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.
6. Difficult Airway Society Extubation Guidelines Group, Popat M, Mitchell V, Dravid R, Patel A, Swampillai C, Higgs A. Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anaesthesia*. 2012;67:318-40.
7. 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 Anestesiol Reanim*. 2013. [Http://dx.doi.org/10.1016/j.redar.2013.06.011](http://dx.doi.org/10.1016/j.redar.2013.06.011).
8. Cakir BO, Ercan I, Sam B, Turgut S. Reliable surgical landmarks for the identification of the recurrent laryngeal nerve. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;135:299-302.
9. Chan WF, Lang BH, Lo CY. The role of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy: a comparative study on 1000 nerves at risk. *Surgery*. 2006;140:866-72.
10. Sturgeon C, Sturgeon T, Angelos P. Neuromonitoring in thyroid surgery: attitudes, usage patterns, and predictors of use among endocrine surgeons. *World J Surg*. 2009;33:417-25.
11. Barczynski M, Konturek A, Cichon S. Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg*. 2009;96:240-46.
12. Gourin ChG, Eisele DW. Complications of Thyroid Surgery. In: Eisele, DW, Smith, RV. *Complications in Head and Neck Surgery* (Second Edition). Philadelphia, PA: Mosby Elsevier; 2009. p. 493-515.
13. 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.
14. Cernea CR, Brandão LG, Hojaij FC, De Carlucci D Jr, Brandão J,

- Cavalheiro B, et al. Negative and positive predictive values of nerve monitoring in thyroidectomy. *Head Neck*. 2012;34:175-9.
15. Hayward NJ, Grodski S, Yeung M, Johnson WR, Serpell J. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review. *ANZ J Surg*. 2013;83:15-21.
  16. Sanabria A, Silver CE, Suárez C, Shaha A, Khafif A, Owen RP, Rinaldo A, Ferlito A. Neuromonitoring of the laryngeal nerves in thyroid surgery: a critical appraisal of the literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2013;270:2383-95.
  17. Sinagra D, Montesinos M, Tacchi V, Moreno J, Falco J, Mezzadri N et al. Voice changes after thyroidectomy without recurrent laryngeal nerve injury. *J Am Coll Surg*. 2004;199:556-60.
  18. Rosato L, Carlevato MT, De Toma G, Avenia N. Recurrent laryngeal nerve damage and phonetic modifications after total thyroidectomy: Surgical malpractice only or predictable sequence? *World J Surg*. 2005;29:780-4.
  19. Záborský M, Bouček J, Kastner J, Kuchař M, Chovanec M, Betka J. Immediate revision in patients with bilateral recurrent laryngeal nerve palsy after thyroid and parathyroid surgery. How worthy is it?. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2012;32:222-8.
  20. Lahey FH, Hoover WB. Injuries to the recurrent laryngeal nerve in thyroid operations: their management and avoidance. *Ann Surg*. 1938;108:545-62.
  21. Riddell, V H. Injury to recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy; a comparison between the results of identification and non-identification in 1022 nerves exposed to risk. *Lancet*. 1956;271:638-41.
  22. Riddell, V. Thyroidectomy: prevention of bilateral recurrent nerve palsy. Results of identification of the nerve over 23 consecutive years (1946-69) with a description of an additional safety measure. *Br J Surg*. 1970;57:1-11
  23. Flisberg, K; Lindholm, T. Electrical stimulation of the human recurrent laryngeal nerve during thyroid operation. *Acta Otolaryngol*. 1970;263:63-67.
  24. Trésallet C, Chigot JP, Menegaux F. Comment prévenir la morbidité récurrentielle en chirurgie thyroïdienne? *Ann Chir*. 2006;131:149-53.
  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. Pardal-Refoyo JL. Utilidad de la neuromonitorización en cirugía tiroidea. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2012;63:355-63.
  27. 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;235:261-68.
  28. Koulouris C, Papavramidis TS, Pliakos I, Michalopoulos N, Polyzonis M, Sapalidis K, et al. Intraoperative stimulation neuromonitoring versus intraoperative continuous electromyographic neuromonitoring in total thyroidectomy: identifying laryngeal complications. *Am J Surg*.

- 2012;204:49-53.
29. 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.
  30. Steurer M, Passler C, Denk DM, Schneider B, Niederle B, Bigenzahn W. Advantages of recurrent laryngeal nerve identification in thyroidectomy and parathyroidectomy and the importance of preoperative and postoperative laryngoscopic examination in more than 1000 nerves at risk. *Laryngoscope*. 2002;112:124-33.
  31. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Nguyen Thanh P, Schneider R, Machens A. Loss of the nerve monitoring signal during bilateral thyroid surgery. *Br J Surg*. 2012;9:1089-95.
  32. Horne SK, Gal TJ, Brennan JA. Prevalence and patterns of intraoperative nerve monitoring for thyroidectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007; 136:952-956.
  33. Witt RL. Electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerves may not predict bilateral vocal fold immobility after thyroid surgery. *J Voice*. 2004;18:256-60.
  34. Chan WF, Lo CY. Pitfalls of intraoperative neuromonitoring for predicting postoperative recurrent laryngeal nerve function during thyroidectomy. *World J Surg*. 2006;30:806-12.
  35. Interventional Procedures Advisory Committee (IPAC). National Institute for health and clinical excellence. NICE guidance. Intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid surgery. August 2007: [23 p.] Disponible en: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/live/11872/38308/38308.pdf>. [Consultado el 09/12/2012].
  36. 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.
  37. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Brauckhoff M, Machens A; German IONM Study Group. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg*. 2008;32:1358-66.
  38. Barczynski M, Konturek A, Cichon S. Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg*. 2009;96:240-46
  39. 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
  40. Wu CW, Dionigi G, Chen HC, Chen HY, Lee KW, Lu IC, 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(10):1443-7.
  41. Hermann M, Hellebart C, Freissmuth M. Neuromonitoring in thyroid surgery: prospective evaluation of intraoperative electrophysiological responses for the prediction of recurrent laryngeal nerve injury. *Ann Surg*. 2004;240:9-17.
  42. 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.
43. Clark OH. Medullary carcinoma of the thyroid: surgical management. In: Wartofsky L, Van Nostrand D. *Thyroid cancer: A comprehensive guide to clinical management.* 2th edition. Humana Press Inc. Totowa, New Jersey; 2006. p 595-596.
44. 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;34:223-29.
45. Dralle H, Randolph GW, Lorenz K, Machens A. Thyroid Surgery Guided by Intraoperative Neuromonitoring. In: Oertli D, Udelsman R. *Surgery of the Thyroid and Parathyroid Glands.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2012; pp 187-196. Disponible en: [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-23459-0\\_13?LI=true](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-23459-0_13?LI=true). [Consultado el 15/12/2012].
46. Randolph GW, Kamani D. The importance of preoperative laryngoscopy in patients undergoing thyroidectomy: voice, vocal cord function, and the preoperative detection of invasive thyroid malignancy. *Surgery.* 2006;139:357-62.
47. Schlosser K, Zeuner M, Wagner M, Slater EP, Domínguez Fernández E, Rothmund M, et al. Laryngoscopy in thyroid surgery--essential standard or unnecessary routine? *Surgery.* 2007;142:858-64.
48. Pardal-Refoyo JL, Cuello-Azcárate, JJ. Revisión sobre la neuromonitorización en cirugía tiroidea. *Rev Soc Otorrinolaringol Castilla Leon Cantab La Rioja.* 2012; 3 (Supl. 2): s1-56.
49. Melin M, Schwarz K, Lammers BJ, Goretzki PE. IONM-guided goiter surgery leading to two-stage thyroidectomy-indication and results. *Langenbecks Arch Surg.* 2013; 398(3):411-8.
50. Dionigi G, Chiang FY, Rausei S, Wu CW, Boni L, Lee KW, et al. Surgical anatomy and neurophysiology of the vagus nerve (VN) for standardised intraoperative neuromonitoring (IONM) of the inferior laryngeal nerve (ILN) during thyroidectomy. *Langenbecks Arch Surg.* 2010;395:893-9.
51. Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (SEQC). Curso de Estadística para el laboratorio Clínico. Módulo 3: Evaluación de pruebas diagnósticas. Disponible en: <http://www.seqc.es/estad22>. [Consultado el 11/11/2012].
52. Tschopp KP, Gottardo C. Comparison of various methods of electromyographic monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2002;111:811-16.
53. Aggarwal V, Agarwal G. Re: The importance of preoperative laryngoscopy in patients undergoing thyroidectomy: voice, vocal cord function, and the preoperative detection of invasive thyroid malignancy. *Surgery.* 2007;141:413.
54. Spahn J G, Bizal J, Ferguson S, Lingeman R E. Identification of the motor laryngeal nerves - a new electrical stimulation technique. *Laryngoscope.* 1981;91:1865-68.
55. Brauckhoff M, Gimm O, Thanh PN. First experiences in intraoperative neurostimulation of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery of children and adolescents. *J Pediatr Surg.* 2002;37:1414–18.

56. Thomusch O, Sekulla C, Walls G, Machens A, Dralle H. Intraoperative neuromonitoring of surgery for benign goiter. *Am J Surg.* 2002;183:673–78.
57. 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.
58. Petro ML, Schweinfurth JM, Petro AB. Transcricothyroid, intraoperative monitoring of the vagus nerve. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006;132:624-28.
59. Eisele DW. Intraoperative electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope.* 1996;106:443–49.
60. Alon EE, Hinni ML. Transcricothyroid electromyographic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope.* 2009;119:1918-21.
61. Dionigi G. In reference to Transcricothyroid electromyographic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope.* 2010;120:438.
62. Frattini F, Mangano A, Boni L, Rausei S, Biondi A, Dionigi G. Intraoperative neuromonitoring for thyroid malignancy surgery: technical notes and results from a retrospective series. *Updates Surg.* 2010;62:183–87.
63. Hammelmann WH, Meyer T, Timm S, Timmermann W. Kritische Beurteilung und Fehlermöglichkeiten des intraoperativen Neuromonitoring (IONM) bei Operationen an der Schilddrüse. *Zentralbl Chir.* 2002;127:409-13.
64. Timmermann W, Hamelmann WH, Thiede A. Schilddrüsenchirurgie: Neuromonitoring zur Schonung des Nervus recurrens. *Deutsches Ärzteblatt.* 2004;101:1341-45.
65. Beldi G, Kinsbergen T, Schlumpf R. Evaluation of intraoperative recurrent nerve monitoring in thyroid surgery. *World J Surg.* 2004;28:589-91.
66. Brauckhoff M, Machens A, Sekulla C, Lorenz K, Dralle H. Latencies shorter than 3.5 ms after vagus nerve stimulation signify a nonrecurrent inferior laryngeal nerve before dissection. *Ann Surg.* 2011 Jun;253:1172-7.
67. Tomoda C, Hirokawa Y, Uruno T, Takamura Y, Ito Y, Miya A, et al. Sensitivity and specificity of intraoperative recurrent laryngeal nerve stimulation test for predicting vocal cord palsy after thyroid surgery. *World J Surg.* 2006;30:1230-3.
68. Barczynski M, Konturek A, Cichon S. Ocena wartosci srodoperacyjnego neuromonitoringu w operacjach raka tarczycy w identyfikacji i prognozowaniu czynnosci nerwow krtaniowych wstecznych. *Endokrynol Pol.* 2006;57:343-6.
69. Cavicchi O, Caliceti U, Fernandez IJ, Macrì G, Di Lieto C, Marcantoni A, et al. The value of neurostimulation and intraoperative nerve monitoring of inferior laryngeal nerve in thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;140:866-70.
70. Périé S, Ait-Mansour A, Devos M, Sonji G, Baujat B, St Guily JL. Value of recurrent laryngeal nerve monitoring in the operative strategy during

- total thyroidectomy and parathyroidectomy. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2013 130:131-6.
71. Calò, P. G., Pisano, G., Medas, F., Tatti, A., Pittau, M. R., Demontis, R et al. Intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery: is it really useful?. *Clin Ter.* 2013;164:e193-198. Disponible en: [http://www.seuroma.it/clinica\\_terapeutica/open\\_access/articoli/33f82cea2ede676698cb7651b1b3b3bd.pdf](http://www.seuroma.it/clinica_terapeutica/open_access/articoli/33f82cea2ede676698cb7651b1b3b3bd.pdf). [Consultado el 12/10/2013]
  72. Barczyński M, Konturek A, Pragacz K, Papier A, Stopa M, Nowak W. Intraoperative Nerve Monitoring Can Reduce Prevalence of Recurrent Laryngeal Nerve Injury in Thyroid Reoperations: Results of a Retrospective Cohort Study. *World J Surg.* 2013: 1-8. Disponible en: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00268-013-2260-x.pdf>. [Consultado el 15/10/2013].
  73. Snyder SK, Sigmond BR, Lairmore TC, Govednik-Horny CM, Janicek AK, Jupiter DC. The long-term impact of routine intraoperative nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery. *Surgery.* 2013;154:704-13.
  74. 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.
  75. Sitges-Serra A, Fontané J, Dueñas JP, Duque CS, Lorente L, Trillo L, Sancho JJ. 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(5):662-6.
  76. Tuttle RM, Ball DW, Byrd D, Dilawari RA, Doherty GM, Duh QY, et al. Thyroid Carcinoma. Version 3.2012. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines). Disponible en: <http://www.nccn.org>. [Consultado el 07/11/2012].
  77. Villaret DB, Mazafferri EL. Initial thyroid surgery for patient with differentiated thyroid carcinoma. In: Mazafferri EL, Harmer C, Mallick UK, Kendal-taylor P. *Practical management of thyroid cancer, a multidisciplinary approach.* London. Springer –Verlag; 2006. p 135-147.
  78. Cooper D.S, American Thyroid Association guidelines taskforce. Revised ATA Thyroid Cancer Guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid.* 2009;19:1-48.
  79. Mandel SJ, Larsen PR, Davies TF. Tirotoxicosis. In: Melmed S, Polonsky S, Larsen PR, Kronenberg HM. *Williams textbook of Endocrinology.* 12<sup>th</sup> edition. Philadelphia. Elsevier-Saunders; 2011. p 362-405.
  80. Schumberguer MJ, Filetti S, Hay ID. Non toxic diffuse and nodular goiter and thyroid neoplasia. In: Melmed S, Polonsky S, Larsen PR, Kronenberg HM. *Williams textbook of Endocrinology.* 12<sup>th</sup> edition. Philadelphia. Elsevier-Saunders; 2011. p 440-475.
  81. Popat M, Mitchell V, Dravid R, Patel A, Swampillai C, Higgs A. Difficult Airway Society Extubation Guidelines Group. Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anaesthesia.* 2012;67:318-40.
  82. Lichtenberger G, Toohill RJ. Technique of endo-extralaryngeal suture lateralization for bilateral abductor vocal cord paralysis. *Laryngoscope.* 1997;107:1281-83.

**Enlaces relacionados**

1: 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. PMID: 24016611.

2: Sanabria A, Ramirez A, Kowalski LP, Silver CE, Shaha AR, Owen RP, Suárez C, Khafif A, Rinaldo A, Ferlito A. Neuromonitoring in thyroidectomy: a meta-analysis of effectiveness from randomized controlled trials. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2013;270:2175-89. PMID: 23681545.

3: 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. PMID: 21520117.