



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

**UAB**

Universidad Autónoma  
de Barcelona

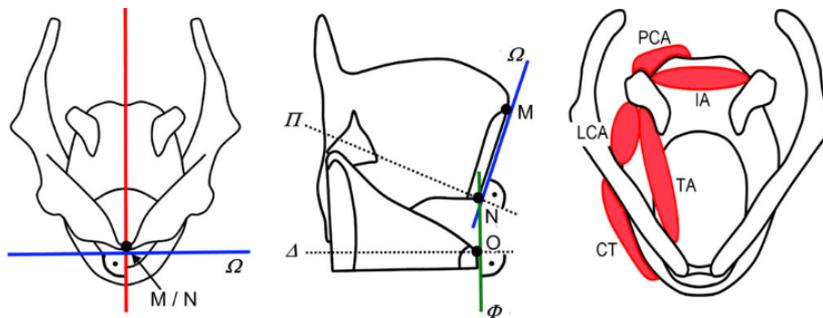
Consorci  **Sanitari Integral**  
Hospital de Sant Joan Despí Moisès Broggi

-TESIS DOCTORAL-

---

# LA ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA EN LAS ALTERACIONES DEL MOVIMIENTO DE LAS CUERDAS VOCALES

---



**Rosa Delia Ramírez Ruiz**

Universidad Autónoma de Barcelona

Facultad de Medicina

Departamento de Cirugía

Programa de Doctorado en Cirugía y Ciencias Morfológicas (RD 99/2011)

2022







**UAB**

Universidad Autónoma  
de Barcelona



-TESIS DOCTORAL-

---

**LA ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA  
EN LAS ALTERACIONES DEL  
MOVIMIENTO DE LAS CUERDAS  
VOCALES**

---

**Rosa Delia Ramírez Ruiz**

Universidad Autónoma de Barcelona

Facultas de Medicina

Departamento de Cirugía

Programa de Doctorado en Cirugía y Ciencias Morfológicas (RD 99/2011)

2022



**Universidad Autónoma de Barcelona**

**Facultad de Medicina**

**Departamento de Cirugía**

**Programa de Doctorado en Cirugía y Ciencias Morfológicas (RD 99/2011)**

**TESIS DOCTORAL - 2022**

**LA ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA  
EN LAS ALTERACIONES DEL  
MOVIMIENTO DE LAS CUERDAS  
VOCALES**

Tesis presentada por  
**Rosa Delia Ramírez Ruiz**  
Para optar al grado de doctor

Directores:

**Prof. Dr. Miquel Quer i Agustí**  
Catedrático de Universidad  
Universidad Autónoma de Barcelona

**Dra. Marta Sandoval Puig**  
Doctora en Medicina y Cirugía  
Universidad de Barcelona

Tutor:

**Prof. Dr. Miquel Quer i Agustí**  
Catedrático de Universidad  
Universidad Autónoma de Barcelona



Dedicada a mi familia



## Agradecimientos

A los pacientes, que son nuestro punto de partida. He recordado la historia personal de cada uno de ellos y cómo su alteración de voz era una alteración en sus vidas. Mercè no podía dirigir su grupo de trabajo, Mohamed no podía expresar ni una palabra a su hija, Rafael necesitó una traqueotomía, Cándida no era oída en el mercado ni por su familia...La pandemia y el confinamiento fueron un empujón a esta tesis en medio del caos, la incertidumbre, la tristeza y la resiliencia. Y aquí estamos intentando mejorar.

Al Dr. Miquel Quer Agustí, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo, el tiempo dedicado en orientarme y aconsejarme para conseguir lo mejor. A la Dra. Marta Sandoval Puig por la ayuda prestada durante todos los años de carrera profesional compartidos.

A mis compañeras neurofisiólogas, Dra. Lucía León y Dra. Mariam Quintillá, sin ellas no hubieran sido posibles las electromiografías laríngeas presentadas en esta tesis, ni mi aproximación al entendimiento de esta prueba.

A todos los compañeros profesionales que me han escuchado y me han aportado su experiencia de forma desinteresada, al Dr. Martí Martí Panades, a la Dra. Isabel Vilaseca, al Dr. Jordi Casanova, a la Dra. Cristina Arias, a la Dra. Cristina Forcada, a la Dra. Carmen Gimeno.

A mi familia que me ha aportado la fuerza necesaria para hacer este trabajo; con amor a mis padres, Manolo e Isabel, que nos dieron los medios y el cariño para estar donde estamos; a mis hermanas, Cristina e Isabel, que siempre han estado a mi lado con la cara más positiva; a mi marido, Juanjo, y mis hijos, Lucía, Eloy y Rosa, con los que convivo y son una descarga de energía emocional y de trabajo del día a día; a mi perro Gandhi, que ha estado sentado a mi lado hora tras hora mientras escribía.



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
1. Generalidades .....	<b>17</b>
2. Conceptos neuromusculares: histológicos, neurofisiológicos y anatómicos .....	<b>22</b>
3. Conceptos de la electromiografía laríngea .....	<b>50</b>
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	<b>85</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	<b>89</b>
1. Material y método del trabajo de investigación sobre la EMGL cómo herramienta diagnóstica, pronóstica y utilizada para la inyección de toxina botulínica en la muestra de pacientes .....	<b>91</b>
2. Material y método del cuestionario sobre EMGL .....	<b>111</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>117</b>
1. Resultados del trabajo de investigación sobre la EMGL cómo herramienta diagnóstica, pronóstica y utilizada para la inyección de toxina botulínica en la muestra de pacientes .....	<b>119</b>
2. Resultados del cuestionario sobre EMGL .....	<b>139</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>163</b>
1. La EMGL como herramienta diagnóstica .....	<b>167</b>
2. La EMGL como herramienta pronóstica. ....	<b>168</b>

3. Relación del tiempo con el resultado de la EMGL .....	172
4. Distonía laríngea. La EMGL como herramienta para localizar el músculo tiroaritenosoide e infiltrar toxina botulínica .....	173
5. Tolerancia del paciente a la prueba .....	176
6. Complejidad, reproducibilidad y gasto de la EMGL .....	178
7. Limitaciones. Puntos fuertes. Líneas de investigación .....	189
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>195</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>199</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>213</b>
1. Cuestionario sobre electromiografía laríngea .....	215
2. Laryngeal electromyography survey .....	221
3. Consentimiento informado para la realización de una electromiografía laríngea de la Sociedad Española de ORL y Cirugía Cervicofacial (SEORL) .....	227
4. Consentimiento informado para la inyección intralaríngea de toxina botulínica de la Sociedad Española de ORL y Cirugía Cervicofacial (SEORL) .....	233

# INTRODUCCIÓN



## 1. Generalidades

Las alteraciones de movimiento de las cuerdas vocales pueden afectar las funciones en las que está implicada la laringe: la voz, la respiración y la deglución; con ello comprometer la calidad de vida del individuo.

Las causas de la alteración del movimiento de la laringe son amplias, según la clasificación de las alteraciones de la voz de la *American Speech-Language-Hearing Association* (1) puede ser debida a trastornos mecánicos, neuromusculares, neurológicos, de tensión muscular y psicológicos. Cuando se utiliza el término de parálisis de la cuerda vocal se considera que la alteración del movimiento de la laringe es de origen neurológico (2-3).

El diagnóstico inicial de trastorno del movimiento de las cuerdas vocales se realiza durante el examen laríngeo, se observa una reducción o ausencia de abducción y/o aducción de las cuerdas o movimientos discinéticos de las mismas. La afectación periférica de los nervios laríngeos es la causa más frecuente de parálisis o paresia de las cuerdas vocales. Para su diagnóstico, la electromiografía laríngea (EMGL) es una herramienta útil, particularmente cuando se realiza unas 3 semanas después del inicio de la lesión y se repite a los 6 meses.

El estudio de EMGL es una técnica electrofisiológica que valora la integridad neuromuscular de los músculos intrínsecos de la laringe (tiroaritenoides, cricotiroideos, cricoaritenoides laterales, interaritenoides y cricoaritenoides posterior) y los nervios que los inervan (laríngeos superiores y laríngeos inferiores). Fue introducida en 1944 por Weddel *et al.* (4) y desarrollada por Faaborg-Andersen, Buchtal y otros en la década de 1950 (5-6). Hiroto e Hirano en 1967 describieron el método para colocar los electrodos de aguja vía transcutánea (7). Recibió un nuevo impulso e interés en los años ochenta con Blitzer y el uso de la EMGL para la inyección de toxina botulínica en el manejo de la disfonía espasmódica (8-9). Con el rápido descenso en el coste de los ordenadores y los amplificadores, y el diseño de softwares específicos, hoy en día la máquina de EMG es asequible y de uso fácil. Y esto ha motivado un nuevo avance de la EMGL clínica en la última década del siglo XX y la primera década del siglo XXI (10).

Las dos indicaciones principales de la EMGL son el estudio de las parálisis de las cuerdas vocales para confirmar un diagnóstico de lesión neuronal diferente a las lesiones mecánicas

que afectan a la articulación cricoaritenoidea, y emitir un pronóstico de recuperación (11-12). La segunda indicación es la utilización como herramienta para localizar los músculos laríngeos para inyectar de toxina botulínica en las distonías laríngeas. Es especialmente apropiada en el estudio de las lesiones nerviosas periféricas, se desconoce su validez diagnóstica para los trastornos de la neurona motora superior, de los ganglios basales y de los procesos miógenos que afectan a la laringe. No puede aplicarse en el estudio de enfermedades de la placa neuromuscular como en la miastenia gravis, por el difícil acceso al nervio recurrente en el surco traqueoesofágico para realizar exploraciones neurofisiológicas como la EMG asociada a la estimulación nerviosa repetitiva.

La EMGL puede ser llevada a cabo por un neurólogo, rehabilitador o laringólogo experto en medicina electrodiagnóstica y en la anatomía y fisiología de la laríngea. La mayoría de las veces la realizan de forma conjunta un neurólogo entrenado en interpretar las señales eléctricas y acústicas de los músculos laríngeos y un otorrinolaringólogo entrenado en la punción de estos músculos.

El estudio neuromuscular de la laringe es diferente al de otros músculos del cuerpo más voluminosos. Los músculos laríngeos son pequeños, con pocas unidades motoras (desde 100 a 500 en los músculos de las extremidades a 10 en el músculo tiroaritenoideo), y con una inervación similar a la de un plexo entre las diferentes terminaciones nerviosas del nervio recurrente y el nervio laríngeo superior. Estas características favorecen que, tras una parálisis de cuerda vocal, la reinervación aberrante o sincinesias, difíciles, a veces, de interpretar y de identificar en la EMGL. Dadas estas diferencias, se necesita experiencia registrando los potenciales de unida motora de los músculos laríngeos.

La EMGL es una exploración que puede realizarse en la consulta, sin una preparación compleja del paciente y, aunque podría calificarse como una exploración incómoda, es, normalmente, bien tolerada.

Existen tres posibles vías de abordaje (12-13):

1. La superficial: se colocan electrodos de registro sobre la piel o la mucosa. Su utilidad está focalizada en el estudio de la velocidad de transmisión neuromuscular, o en la monitorización intraoperatoria de los músculos tiroaritenoideos durante la cirugía de

tiroides, para este propósito los electrodos se fijan alrededor del tubo de intubación orotraqueal por encima del balón para asegurar el contacto directo con las cuerdas vocales, y se realiza de forma intraoperatoria la estimulación de los nervios laríngeos.

2. La transoral: se pinchan las cuerdas vocales con electrodos de aguja (“hookwire” o de gancho de alambre) dirigidos con una pinza porta electrodos de Thumfart que se introduce vía oral, y se visualiza simultáneamente la laringe.
3. La transcutánea: se pinchan los músculos laríngeos con electrodos de aguja a través de la piel tomando referencias anatómicas. Esta es la vía de abordaje más utilizada. Existen diferentes tipos de electrodos de aguja: monopolar, concéntrico monopolar y concéntrico bipolar, y de fibra única; cada uno con características propias de registro de la señal eléctrica.

Tanto el grupo de trabajo de Neurolaringología de la Academia Americana de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello en el 2009 (12) y 2016 (14) como la Sociedad Europea de Laringología en el 2012 (13) han publicado una serie de recomendaciones y consensos respecto a la EMGL, estableciendo unas pautas bastantes similares de cómo se ha de realizar la prueba e interpretar los resultados. Sin embargo, no hay una utilización generalizada por parte de los profesionales de la voz. A pesar del número de publicaciones que describen el valor diagnóstico y pronóstico de la EMGL, no hay suficiente evidencia científica para seguir unos parámetros de interpretación de los resultados que permitan un consenso más amplio de esta prueba en la práctica clínica y que sean suficientes para desarrollar algoritmos diagnósticos y pronósticos que ayuden a establecer un tratamiento. En diferentes publicaciones se repite la idea de que son necesarios más estudios de investigación dirigidos a mejorar esta evidencia, que se deben ofrecer más cursos de instrucción para aumentar la experiencia en la EMGL y mejorar el conocimiento anatómico y fisiológico de las alteraciones del movimiento laríngeo (15). También sería necesaria la creación de unos modelos de informes de resultados de la prueba con datos cuantitativos consensuados para poder comparar de forma más refinada diferentes trabajos científicos.

Las líneas de investigación futuras se dirigen a estudios cuantitativos de las señales eléctricas y estudio de las sincinesias, orientados a dar respuesta entre otras a porqué una

cuerda vocal paralizada presenta potenciales de acción sin que esto signifique que está paralizada por una fijación de la articulación cricoaritenoidea, hasta qué punto la disminución en el reclutamiento de los potenciales de acción es por una disminución en la conducción del nervio recurrente o es consecuencia de inervación aberrante, puede ser explicada la respuesta electromiográfica positiva del músculo cricotiroideo en los casos de parálisis aislada del nervio laríngeo superior por la presencia de una conexión del nervio recurrente con el nervio laríngeo externo.

Otra razón por la cual la EMGL no se utiliza en la rutina clínica, es porque la electromiografía está más relacionada con la neurología que con la otorrinolaringología o la foniatría. En los departamentos de neurología es estándar proporcionar horas de consulta especiales para la electrofisiología clínica, pero no en los departamentos de ORL. Además, la electrofisiología clínica es una parte fundamental de la formación del residente en neurología, pero no en otorrinolaringología. Esta situación debe ser cuestionada para mejorarla, ya que los otorrinolaringólogos se ocupan no solo de los nervios laríngeos sino también de la mayoría de los pares craneales a diario en la clínica. Algunos pasos para superar este déficit son construir alianzas con los departamentos de neurología para compartir conocimientos y equipos, y así fortalecer la integración de ambas especialidades (13).

El objetivo del presente trabajo es analizar la utilidad de la EMGL en el estudio diagnóstico y pronóstico de las parálisis de las cuerdas vocales, así como su utilidad en la infiltración de toxina botulínica. No albergamos la pretensión de realizar un descubrimiento inédito, quisiéramos con este trabajo contribuir al mayor conocimiento y mejor estudio de la EMGL para evaluar la integridad de los nervios y músculos laríngeos.

Para ello hemos realizado un estudio analítico retrospectivo en el Hospital Moisès Broggi de Sant Joan Despí (Barcelona), recogiendo la información de 137 electromiogramas laríngeos realizados entre 2011 y 2020. Al tratarse de un estudio observacional, no hubo gastos adicionales distintos del derivado de la práctica clínica habitual.

Por otra parte, hemos diseñado y enviado un cuestionario a profesionales que realizan EMGL para conocer su opinión acerca de la utilidad diagnóstica y pronóstica de la EMGL, acerca de la tolerancia del paciente a la prueba, la facilidad o dificultad en localizar los

músculos laríngeos con el electrodo de aguja y la interpretación del registro electromiográfico.

Se realizó el estudio de acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki (Seúl, 2008) y de acuerdo con las normas de Buena Práctica Clínica (16), tal como se describe en las Normas Tripartitas Armonizadas de la ICH para Buena Práctica Clínica (1996), y las guías para una Buena Práctica Epidemiológica, (<http://www.ieaweb.org/GEP07.htm>).

El estudio fue evaluado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital de Bellvitge, comité independiente que vela por el respeto de los derechos, bienestar y la seguridad de los pacientes en proyectos de investigación biomédica.

## 2. Conceptos neuromusculares: histológicos, neurofisiológicos y anatómicos

La electromiografía valora la integridad del sistema motor midiendo el potencial de acción (actividad eléctrica) que se genera en una o varias unidades motoras.

Trataremos los siguientes apartados:

- 2.1. La unidad motora
- 2.2. La motoneurona
- 2.3. La placa neuromuscular y la sinapsis neuromuscular
- 2.4. Morfología del potencial de unidad motora (PUM)
- 2.5. Número de unidades motoras de un músculo y tamaño de la unidad motora
- 2.6. Reclutamiento
- 2.7. Anatomía de la laringe
- 2.8. Particularidades de la inervación de los músculos laríngeos intrínsecos

### 2.1. La Unidad Motora

La unidad motora representa el conjunto de todas las fibras musculares inervadas por una neurona motora o motoneurona. Un músculo está formado por un conjunto de unidades motoras dispuestas en paralelo y que no se agavillan unas junto a otras ni hay una frontera definida entre ellas; por el contrario, sus fibras o grupos de fibras se entrelazan con las de unidades vecinas de tal forma que en una reducida sección transversal de músculo conviven varias unidades motoras. Se piensa que esta dispersión de las fibras de diferentes unidades motoras en el seno de un músculo favorecería la finura de la contracción muscular, y que también podría servir, tal vez, para compensar con alguna eficacia la pérdida de unidades motoras en situaciones patológicas (17) .

Todas las fibras de una misma unidad motora pertenecen al mismo tipo histológico, básicamente: tipo 1 o tipo 2 (17-18). Las fibras de tipo 1, o tónicas, son de contracción relativamente más lenta y de mayor resistencia a la fatiga. Las fibras de tipo 2, o fásicas, son de contracción más rápida y menor resistencia. Las fibras de tipo 1 tenderían a participar en movimientos prolongados, como el de caminar, y las de tipo 2 en movimientos

breves y potentes, como el salto. Esta división en la práctica no es tan nítida, dado que se han descrito diversos subtipos de fibras con características intermedias, lo cual probablemente tiene que ver con el hecho de que los movimientos no son o prolongados o bruscos, sino que hay una graduación y diversas combinaciones de los tipos de movimientos que se realizan.

En líneas generales, se puede afirmar que una unidad motora de un miembro superior se corresponde con un área de unos 5-7 mm de radio. En los miembros inferiores son 7-10 mm. Se podría suponer que el área de la unidad motora de los músculos laríngeos es más pequeña porque posee menos fibras musculares por unidad motora. Entre estas fibras musculares se encuentran otras fibras musculares modificadas que forman los *Husos Musculares* que contienen elementos sensoriales que perciben las tracciones en el músculo y sirven para el servocontrol de la posición muscular. Al músculo llega uno o más de un nervio que agrupa las motoneuronas que van a inervar sus fibras musculares.

## **2.2. La motoneurona**

La motoneurona en vertebrados es la neurona del sistema nervioso central que proyecta su axón hacia un músculo o glándula. Las neuronas motoras son, por tanto, eferentes. Se clasifican en somáticas, actúan sobre el músculo esquelético; viscerales especiales o branquiales, inervan los músculos branquiales en los peces y en el resto de los vertebrados, inervan músculos relacionados con el movimiento de la cara y el cuello; y, finalmente, viscerales generales, que actúan sobre el músculo cardíaco, y el músculo liso de las vísceras y glándulas.

Volviendo a la unidad motora de la musculatura esquelética, cada neurona motora (somática) tiene su cuerpo celular en la asta anterior medular o en el bulbo raquídeo (en el caso del nervio vago que dará los nervios laríngeos, el cuerpo celular está en el núcleo ambiguo situado en el bulbo raquídeo), esta neurona recibe el nombre de neurona motora alfa o inferior o segunda motoneurona (Fig. 1) (19).

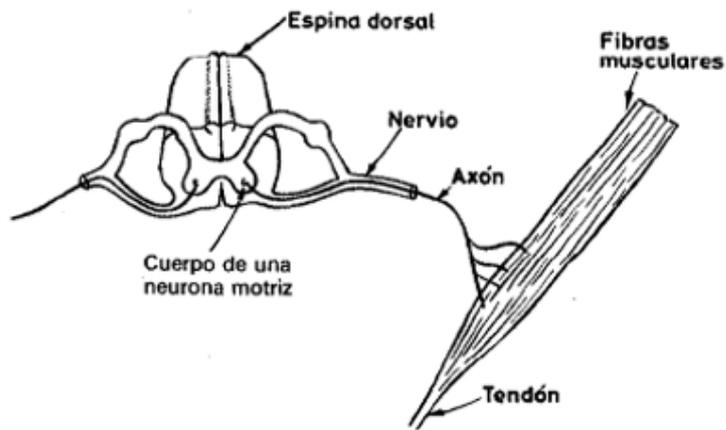


Fig. 1: Diagrama de una unidad motora (19)

La neurona motora superior o primera motoneurona se localiza en la corteza cerebral. Tiene terminaciones nerviosas que forman la vía piramidal y sinaptan en la médula espinal o bulbo raquídeo con la segunda motoneurona (*Fig. 2, Fig. 3*) (12).

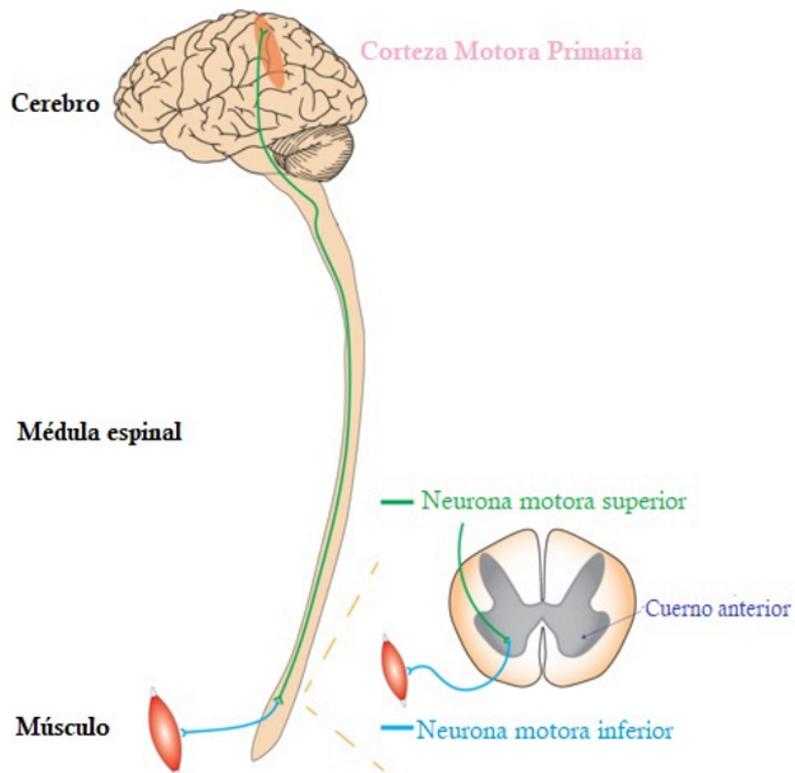


Fig. 2: Neurona motora superior y neurona motora inferior  
 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

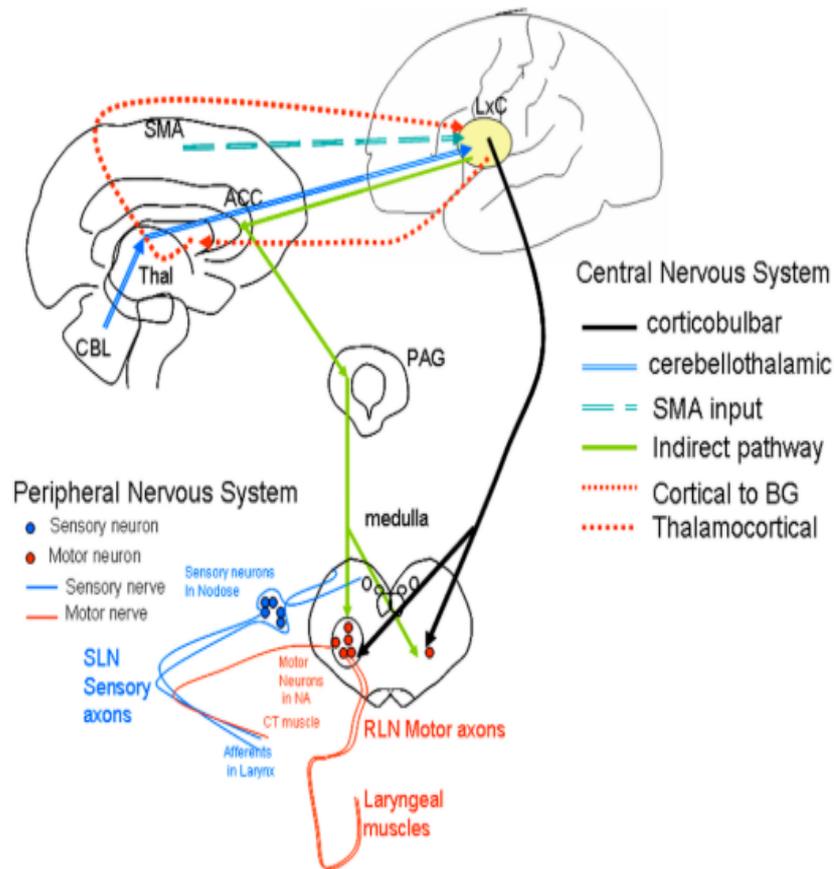


Fig. 3: Inervación periférica de la laringe, feedback sensorial cerebral a la izquierda en la figura y el circuito motor cerebral y periférico a la derecha en la figura. NA núcleo ambiguo, LxC córtex laríngeo motor, ACC corteza cingulada anterior, PAG periacueducto gris, BG ganglios basales, Thal tálamo, CBL cerebelo, SMA área motora suplementaria, RJN nervio laríngeo recurrente, SLN nervio laríngeo superior, NG ganglio nodoso, CT núcleo cricotiroideo (12)

La motoneurona alfa se dirige al músculo y cada botón sináptico de la misma sinapta con la placa neuromuscular de una fibra muscular.

### 2.3. La placa neuromuscular y la sinapsis neuromuscular

La placa neuromuscular es la responsable de la transducción del impulso nervioso conducido por una motoneurona a la fibra muscular que provoca la contracción muscular. Esta transducción es electroquímica.

La membrana de las células excitables se encuentra polarizada en reposo, siendo el interior de la célula negativo con respecto al exterior. En la célula muscular, se puede detectar una

diferencia de potencial de reposo de unos 90 milivoltios (mV); para las motoneuronas inferiores es alrededor de 70 mV. Este potencial de membrana de reposo refleja la diferente concentración de iones ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ , etc.) que existe a través de la membrana celular y su permeabilidad selectiva, existe un equilibrio osmótico y eléctrico. Con la aplicación de un estímulo adecuado, que ha de superar un umbral mínimo, nervios y músculos generan potenciales de acción, gracias a un cambio eléctrico temporal generado por el cambio transitorio y reversible de la permeabilidad de la membrana que hace variar las concentraciones de iones. Esta corriente eléctrica o potencial de acción es propagado a lo largo de la célula sin disminución. Las motoneuronas alfa tienen una velocidad de conducción de unos 70 m/s y es mucho más lento en las ramas terminales intramusculares de diámetro pequeño (*Fig.4*) (12)(20). Los potenciales de acción de las fibras musculares conducen alrededor 2 a 5 m/s y más lentamente a lo largo de las fibras musculares atroficas o dañadas (20-21).

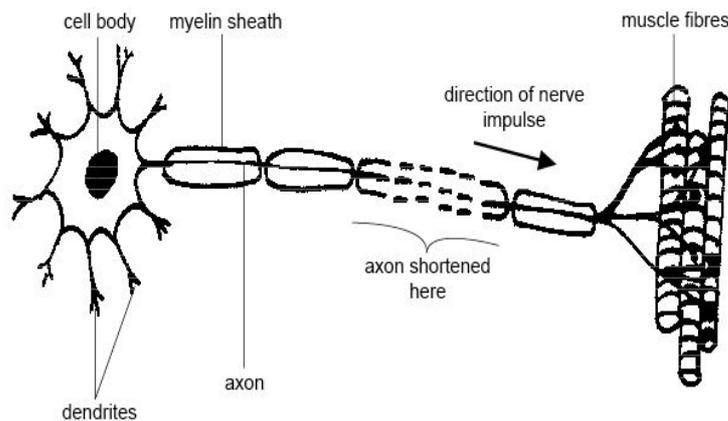


Fig. 4: Partes de una neurona (20)

Desde un punto de vista simple, las partes de una neurona son:

1. Cuerpo o soma: es el “centro de mandos”, donde está el núcleo celular con el ADN y también donde se sintetizan todas las moléculas necesarias tanto para permitir su propia supervivencia como para garantizar que las señales eléctricas se transmitan adecuadamente.
2. Dendritas: Prolongaciones que recubren todo el cuerpo de la neurona que captan la información en forma de señales químicas gracias a los neurotransmisores.

3. Axón: es una única prolongación del cuerpo neuronal que conduce el impulso eléctrico generado en el cuerpo hasta los botones sinápticos, donde se liberan neurotransmisores para “informar” a la fibra muscular o a la siguiente neurona. Está cubierto por una vaina de mielina, sustancia compuesta de proteínas y grasa que permite la transmisión del impulso eléctrico. Esta vaina de mielina no es continua, forma “packs” que están ligeramente separados entre ellos, y estas separaciones reciben el nombre de nódulos de Ranvier.
4. Los botones sinápticos o terminales: son las ramificaciones que presenta el axón en su parte terminal. Una vez el impulso eléctrico ha atravesado el axón, libera al medio externo neurotransmisores, que serán captados por las dendritas de la siguiente neurona o por la fibra muscular (sinapsis neuromuscular).

La placa neuromuscular está constituida por el botón sináptico o terminal de la fibra nerviosa, la hendidura sináptica y la placa terminal de la fibra muscular. El botón terminal tiene forma de saco y contiene vesículas cargadas de acetilcolina, principal neurotransmisor en la unión neuromuscular. La placa terminal consiste en una membrana postsináptica plegada, donde se encuentran los receptores de acetilcolina. Cuando el impulso nervioso llega a la terminal axónica se produce la entrada de calcio en la terminal y las vesículas se fusionan con la membrana presináptica liberando acetilcolina a la hendidura sináptica. La acetilcolina atraviesa la hendidura sináptica hasta alcanzar los receptores localizados en la placa terminal de la fibra muscular. La interacción del neurotransmisor con los receptores nicotínicos específicos lleva a la apertura de canales iónicos de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> a favor de sus correspondientes gradientes electroquímicos. Se produce una despolarización local en la placa terminal que se denomina potencial de placa terminal (PPT). Cuando el PPT supera el umbral mínimo, la despolarización desencadena la generación de un potencial de acción en la fibra muscular que lleva a la contracción muscular. Tras la interacción de la acetilcolina con el receptor, ésta es escindida por la acetilcolinesterasa en colina y acetato, quedando los receptores de acetilcolina de la placa mioneuronal libres para una nueva excitación. La colina es recaptada por la terminal presináptica y se reutiliza en la nueva síntesis de acetilcolina (*Fig.5*) (22-23).

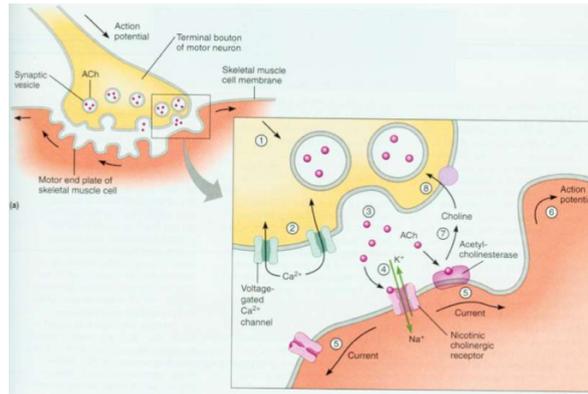


Fig. 5: Sinapsis neuromuscular (23)

Como regla general, las fibras musculares esqueléticas de los mamíferos tienen una única unión neuromuscular que está inervada por una sola rama axonal motora. Tal disposición se denomina inervación unineuronal focal. En el caso de los músculos laríngeos se ha podido comprobar en varios estudios, que el 20-80 % de sus fibras musculares presentan una inervación múltiple, es decir, tienen varias uniones neuromusculares. Sophie Périé en 1997 realizó un estudio sobre las placas neuromusculares, y confirmó igual que sus antecesores (Rudolph, Rossi, Bendiksen, Lacau, Morales, Ward, Malmgren, Toghgi) que hay dos o más placas neuromusculares distribuidas de forma aleatoria en cada fibra muscular (Fig. 6-7) (24). También describió que el músculo cricoaritenoides posterior, que es el único músculo que abre la laringe durante la inspiración, presenta el menor número de fibras multi-inervadas (4%); y, curiosamente, el músculo interaritenoides mostró el mayor porcentaje de fibras multi-inervadas de todos los músculos laríngeos. En los músculos tiroaritenoides, se observó una alta frecuencia de uniones neuromusculares dobles opuestas entre sí. Esta disposición parece específica de los músculos laríngeos humanos y nunca se observó en ningún otro vertebrado. Este trabajo demostró que la inervación de las diferentes uniones neuromusculares de una misma fibra muscular es unineuronal (tan solo llegan terminaciones del mismo axón). Describieron también en personas mayores (> 60 años) una pérdida del número y una disminución del diámetro axonal en las fibras nerviosas mielinizadas, y como resultado una disminución en el número de fibras multi-inervadas (25).

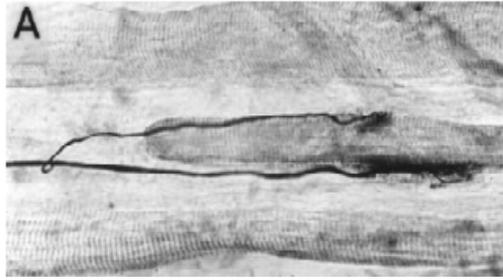


Fig.6: Dos uniones neuromusculares en la misma fibra muscular una frente a la otra (músculo tiroaritenoides, 54 años) (24)

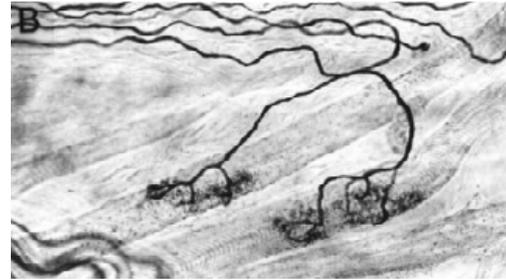


Fig.7: Aspecto de la unión neuromuscular con doble tinción en un músculo laríngeo humano (músculo interaritenoides, 68 años) (24)

La contracción de las fibras musculares de una misma unidad motora es más o menos simultánea. La suma del potencial eléctrico que originan las fibras musculares de la unidad motora al contraerse se denomina Potencial de Unidad Motora (PUM).

#### 2.4. Morfología de la onda del Potencial de Unidad Motora (PUM)

La morfología de la onda se refiere a la forma, amplitud y duración de los potenciales de la unidad motora, que son las señales eléctricas musculares de la unidad motora captadas por el EMG. Los valores pueden variar según el músculo, la edad y la temperatura.

Tres características definen la onda del PUM (*Fig.8*) (22) (26-27):

- 1- Duración: refleja la velocidad de la entrada del estímulo neural a la fibra muscular, está influenciada por el aislamiento del nervio. Los nervios que están bien aislados, es decir, que tienen una vaina de mielina intacta, transmiten impulsos eléctricos más rápido que los que no lo están.

También viene determinada por el grado de sincronía de la contracción de las fibras musculares que quedan próximas al electrodo y que pertenecen a la misma o a diferentes unidades motoras. Fibras musculares de diferentes unidades motoras, con terminales nerviosas de muy distinta longitud o con velocidades de conducción diferentes condicionan que el impulso nervioso no llegue simultáneamente a todas las fibras musculares y la despolarización de las fibras sea poco sincrónica. Cuanto menor sea la sincronía, mayor será la duración.

La duración de los PUM es distinta para cada músculo. Músculos de gran tamaño como el cuádriceps están formados por unidades motoras con un mayor número de fibras musculares, más distantes entre sí. La duración de los PUM está también influenciada por la edad del sujeto. Su duración está comprendida entre 2 y 15 milisegundos. En los músculos laríngeos la duración es menor por tratarse de unidades motoras más pequeñas, es aproximadamente 5 a 6 milisegundos.

- 2- Amplitud: indica el número y la fuerza de las fibras musculares inervadas por una misma terminación nerviosa. La amplitud del potencial se debe a las fibras que quedan más próximas al electrodo. Un mayor número de fibras descargando en sincronía en la proximidad del electrodo motiva una mayor amplitud de potencial. La amplitud de los PUM oscila entre 100 picovoltios (pV) y 2 milivoltios (mV); en los músculos laríngeos es de 200 a 500 microvoltios ( $\mu$ V).
- 3- Forma: refleja los cambios en la actividad eléctrica de la membrana del músculo. Normalmente es bifásica; tiene un pico positivo hacia arriba y un pico negativo hacia abajo; en ocasiones, trifásica o polifásica (con cinco o más fases). En todo músculo sano se puede registrar un pequeño número de potenciales polifásicos, pero no suelen superar el 10% del total. El número de fases se debe, esencialmente, al grado de sincronía de descarga de los potenciales de acción de las fibras musculares próximas al electrodo.

La morfología de la onda proporciona información respecto a la probabilidad de recuperación. Después de una lesión, generalmente el nervio pasa de una situación de denervación seguida de una regeneración. El tiempo que dura la denervación y la regeneración puede durar de semanas a meses. Durante la denervación no hay impulso nervioso en el músculo, por lo que no aparecen ondas con formas anormales. Y sí que aparecen ondas anormales durante el período de regeneración. Durante las primeras fases de regeneración, los nervios pequeños se dirigen a las fibras musculares que se han atrofiado durante el periodo de tiempo que han estado denervadas. Los PUM son de pequeña amplitud, duración larga y forma polifásica. Las fibras que se regeneran dan lugar a ramas más extensas que antes de la lesión, y se propagan para inervar el mayor número de fibras musculares denervadas. Los

PUM que aparecen en esta regeneración progresiva tienen mayor amplitud que los normales, son polifásicos y tienen una duración más prolongada. A medida que progresa la regeneración, los nervios son cada vez más saludables y mejor aislados por la mielina; mientras que las fibras musculares son más fuertes y ganan masa, los PUM se van normalizando. No todos los nervios se regeneran.

Si el nervio no se lesiona, pero el músculo está enfermo, la morfología del PUM es diferente. El nervio está intacto y funciona bien, por lo que la duración del PUM es normal. Sin embargo, la carga eléctrica en la membrana muscular es anormal, resultando en una forma polifásica. La amplitud disminuye reflejando el descenso de la masa muscular y de la fuerza de contracción.

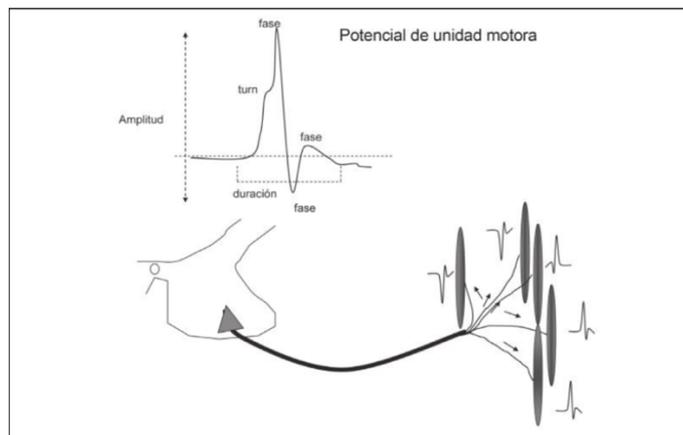


Fig.8: Potencial de unidad motor (22)

## 2.5. Número de unidades motoras que posee un músculo y tamaño de la unidad motora

La fuerza que puede ejercer un músculo depende del número y buen funcionamiento de las unidades motoras que posee (número de fibras musculares) y de la frecuencia con la que el cerebro envía la orden de contracción para reclutar el mayor número de unidades motoras (axones que se estimulan) y aumentar la frecuencia de contracción (frecuencia de estimulación de cada axón). Según el músculo, varía el número de unidades motoras que posee y el número de fibras musculares que inerva una terminación nerviosa (tamaño de la unidad motora). Estas características anatómicas e histológicas se han de tener en cuenta a

la hora de interpretar el valor de la amplitud y la duración de los músculos laríngeos con respecto a otros músculos del cuerpo.

También debe considerarse que el músculo esquelético es un tejido plástico que se adapta rápidamente a su entorno mecánico. El aumento de la carga, como el de un ejercicio de fuerza contra resistencia o un trabajo pesado, da como resultado un aumento compensatorio en el tamaño y la fuerza del músculo. Este aumento de tamaño se debe principalmente al crecimiento de las células existentes (hipertrofia) más que a un aumento en el número de células (hiperplasia). La carga mecánica también da como resultado respuestas adaptativas en otros tejidos como el hueso, el tendón y la matriz extracelular del músculo (28). La regulación del tamaño de los tejidos está dictada por el equilibrio entre las tasas de síntesis y degradación de proteínas. Por lo tanto, una señal mecánica (carga en un músculo) se convierte en una señal química (síntesis de proteínas) que puede cambiar el fenotipo muscular (músculos más grandes / más fuertes). Por el contrario, la atrofia muscular se produce con la introducción de estímulos catabólicos, incluida la abstinencia de proteínas en la dieta, o durante estados de enfermedad / lesión (29-30).

El número de unidades motoras de un músculo ha sido difícil de contabilizar por la dificultad en distinguir histológicamente las fibras nerviosas mielinizadas aferentes (sensoriales) de las eferentes (motoras). En estudios postmortem en humanos realizados por Feinstein *et al* en 1955 (31) y Neto *et al* en 1998 y 2004 (32-33), utilizaron anticuerpos contra la colina acetiltransferasa (exclusivo de las fibras eferentes) y estimaron que en un músculo aproximadamente el 40% de las fibras nerviosas eran aferentes y el 60% eran eferentes o motoras. Con esta estimación de fibras nerviosas aferentes y contabilizando las fibras musculares, se estima el número de unidades motoras y el tamaño de las unidades motoras, entendido el tamaño como el número de fibras musculares inervadas por una misma terminación nerviosa. Por ejemplo, el músculo tibial anterior recibe alrededor de 740 axones, tiene alrededor de 270.000 fibras musculares, organizadas en aproximadamente 445 unidades motoras, con unas 600 fibras musculares por unidad motora. El diámetro medio de las fibras musculares es de 55-60 micras.

También se ha intentado estimar el tamaño de las unidades motoras en humanos con diferentes técnicas electrofisiológicas “in vivo” basadas en la estimulación nerviosa de unidades motoras (MUNE) y registro con electromiografía de los potenciales de acción

generados en el músculo tras la estimulación (34). Estos estudios se han realizado en musculatura proximal y distal de brazos y piernas (35-37). La tabla 1 muestra una comparación de las estimaciones realizadas *posmortem* y las realizadas con MUNE, existiendo una concordancia razonable con los valores obtenidos con ambos métodos (Tabla 1) (38).

	Number of motor units: MUNE	Number of motor units: anatomical estimates	Number of muscle fibers: anatomical estimates	Number of muscle fibers/motor unit
First dorsal interosseous	144 ± 4*	119	40 500	340
Thenar muscles	276 ± 35*	171 ± 30		
Abductor pollicis brevis		172 ± 25		90 ± 10
Flexor pollicis brevis		172 ± 23		89 ± 12
Opponens pollicis				89 ± 11
Median nerve wrist level		487 ± 145		
Hypothenar muscles	285 ± 103*	130 ± 15		
Flexor digiti minimi		380 (351-414)	14 128 ± 1033	108 ± 10
Abductor digiti minimi		158 (130-189)	72 292 (68 719-78 224)	190 (171-213)
Opponens digiti minimi			15 827 (11 417-20 445)	100 (78-140)
Ulnar nerve wrist level		1226 ± 243		
Brachioradialis		315-350	>129 200	>410
Biceps brachii	272 ± 74 <sup>†</sup> ; 398 ± 150 <sup>‡</sup>			
Medial gastrocnemius		579	946 000-1 129 000	1634-1934
Tibialis anterior	150 ± 43 <sup>‡</sup>	445	250 200-292 500	562-657
Extensor digitorum brevis	290 ± 71*			

Tabla 1: Estimación del número de unidades motoras y de fibras musculares en diferentes músculos con técnicas anatómicas y técnicas electrofisiológicas. MUNE: motor unit number estimation, \*Multiple-point stimulation technique, <sup>†</sup>Spike-triggered averaging technique, <sup>‡</sup>Decomposition spike-triggered averaging technique (38)

Las técnicas electrofisiológicas de MUNE resultan difíciles de aplicar a nivel de la laringe por la dificultad anatómica que comporta la estimulación de los nervios laríngeos, la interpretación del EMGL y la incomodidad o mala tolerancia del humano a someterse a esta exploración de estimulación eléctrica laríngea.

En un estudio realizado en perros por Peterson et al. en 1999 (39) el número de unidades motoras se estimó primero en respuesta a la estimulación eléctrica del nervio laríngeo recurrente y luego se confirmó mediante métodos anatómicos utilizando los mismos animales, obteniendo resultados bastante similares con ambos métodos.

Santo Neto *et al.* realizó en 2008 (*Fig.9-11*) (33) un estudio morfométrico en 64 laringes de cadáveres frescos contabilizó el número de axones y el número de fibras musculares con un microscopio electrónico con sistema de análisis de imagen computarizado.

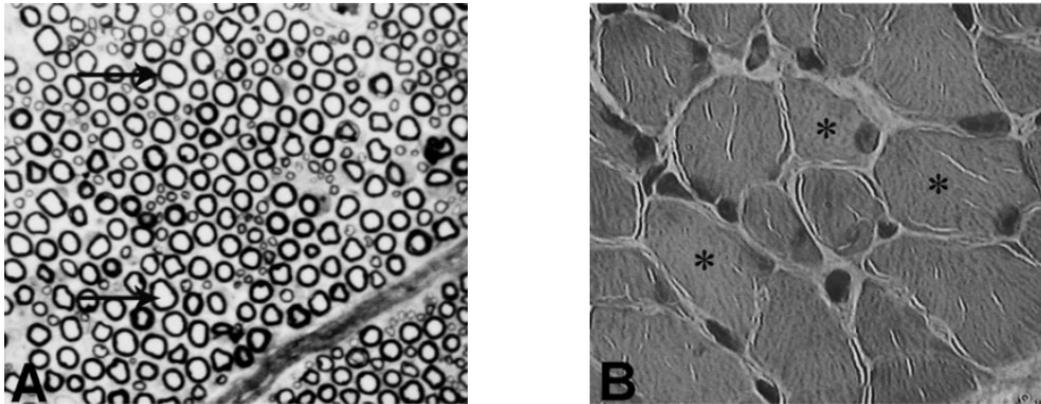


Fig. 9: A- sección transversal de una rama muscular del nervio recurrente que muestra axones mielinizados (flechas). La vaina de mielina se tiñe con azul de toluidina. B- Sección transversal del músculo cricoaritenideo posterior. Fibras musculares (asteriscos) teñidas con hematoxilina-eosina (33)

Santo Neto consideró también que el 60% de las fibras nerviosas mielinizadas que se contabilizan en el músculo son motoras; estimó el número de unidades motoras y el tamaño de las unidades motoras (el tamaño de las unidades motoras se estimó dividiendo el número total de fibras musculares por el número total de unidades motoras en cada caso) en cinco músculos laríngeos intrínsecos. El número medio de unidades motoras osciló entre 268 (músculo interaritenideo) y 431 (músculo cricotiroideo). Los músculos tiroaritenideo y cricotiroideo presentaron el tamaño de unidad motora más pequeño (9,8) y más grande (20,5), respectivamente. No obtuvo diferencias significativas entre hemilaringe izquierda y derecha, ni entre individuos jóvenes y mayores (los 60 años marcaban la frontera entre jóvenes y mayores).

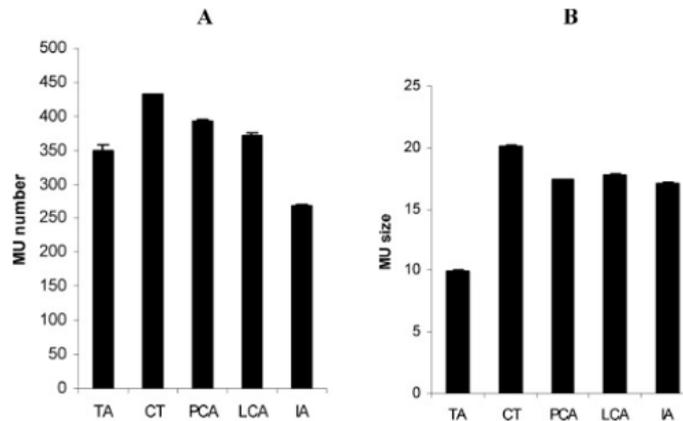


Fig.10: A-Número de unidades motoras y B- tamaño (número de fibras musculares en cada unidad motora), en los músculos intrínsecos de la laringe.TA, tiroaritenoido; CT, cricotiroido; PCA, cricoaritenoido posterior; LCA, cricoaritenoido lateral; IA, interaritenoido (33)

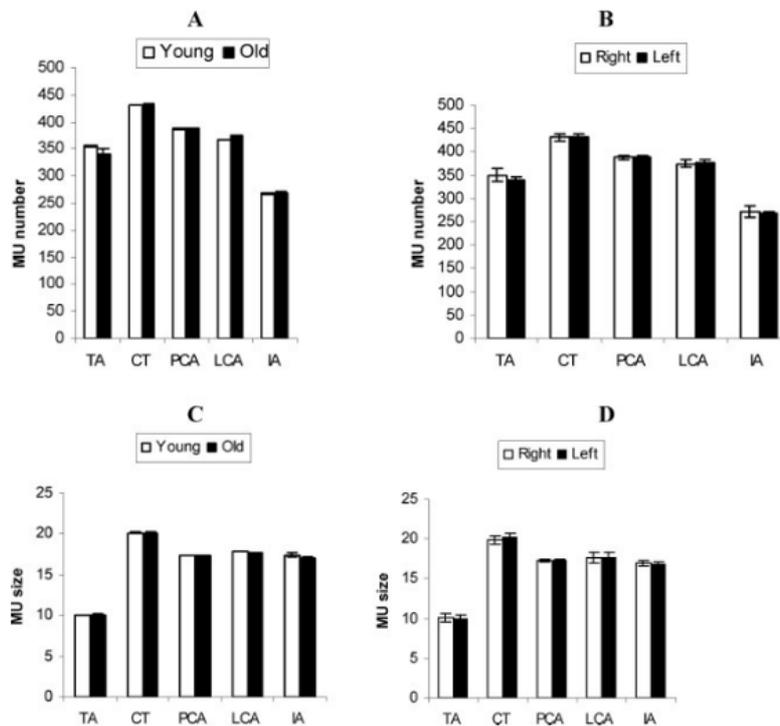


Fig. 11: A- Número de unidades motoras en personas jóvenes y >60 años, B- Número de unidades motoras en hemilaringe derecha e izquierda, C- tamaño (número de fibras musculares) en personas jóvenes y >60 años, D- tamaño (número de fibras musculares) en hemilaringe derecha e izquierda, en los músculos intrínsecos de la laringe. TA, tiroaritenoido; CT, cricotiroido; PCA, cricoaritenoido posterior; LCA, cricoaritenoido lateral; IA, interaritenoido (33)

En este estudio de Neto igual que en el realizado por Peterson en perros, observan que el tamaño de las unidades motoras del músculo tiroaritenoido (TA) es menor que el del

cricoaritenoides posterior (CAP). El tamaño de las unidades motoras es más pequeño en aquellos músculos que controlan movimientos más finos en contraste con aquellos músculos que realizan movimientos más groseros. El músculo TA tiene una mayor capacidad para ajustar su fuerza a movimientos más precisos en comparación con el resto de los músculos intrínsecos laríngeos. Esto concuerda con la capacidad de este músculo para regular la longitud de la parte vibrante de las cuerdas vocales, actuando sobre el control del tono (40) .

Comparando estos resultados con los obtenidos para los músculos de la mano, utilizando la misma técnica morfométrica, los músculos laríngeos tienen un tamaño de unidad motora más pequeño que los músculos tenar e hipotenares humanos, que es aproximadamente de 100 fibras musculares (32) (41-42). Este menor tamaño de los músculos laríngeos respalda sus mayores requisitos de control de la motricidad fina en comparación con los músculos de la mano. El tamaño de las unidades motoras de los músculos laríngeos es similar al informado para los músculos extraoculares humanos, que es aproximadamente de 10 fibras musculares (43), lo que sugiere un nivel comparable de control.

## **2.6. Reclutamiento**

El reclutamiento se refiere a la activación en serie de las unidades motoras durante el aumento de la contracción muscular voluntaria.

Durante la contracción muscular, para que la fuerza muscular aumente, la orden motora procedente de la corteza motora va dando lugar a un reclutamiento de unidades motoras, es decir, se van contrayendo cada vez más unidades motoras sin que dejen de contraerse las que ya se estaban contrayendo, sumándose su efecto; reclutamiento de la actividad neuronal, y por ende del reclutamiento de las unidades motoras activadas por esas neuronas (44). Este reclutamiento de unidades motoras debe tener lugar según el principio de Henneman (45), "principio de tamaño", según el cual en primer lugar se contraen las fibras musculares inervadas por neuronas de menor tamaño, y conforme progresa el reclutamiento va aumentando el tamaño de las neuronas implicadas.

La fuerza muscular va aumentando conforme aumenta el reclutamiento de unidades motoras y aumenta también con el incremento de la frecuencia de descarga de las unidades motoras individuales (aumentan los disparos desde el córtex cerebral).

Las unidades motoras no se contraen con una frecuencia constante, pero los intervalos en que se distribuyen estas contracciones varían entre 1 a 2 Hz si se está contrayendo el músculo de forma constante. La frecuencia de descarga es de 30 a 40 Hz al 75-80% de fuerza máxima, esto varía entre músculos y sujetos. La frecuencia de descarga a los niveles de fuerza utilizados durante los estudios de EMG de rutina (10-15% de la fuerza máxima) se sitúa entre los 15 y 24 Hz (46).

El reclutamiento se visualiza en la EMG como un aumento en el número y la densidad de los PUM. Esta densidad de los PUM es el reclutamiento. Así, el reclutamiento refleja el grado de inervación, el cual es un reflejo del número de fibras nerviosas activas dentro de un músculo.

Estas características de reclutamiento cambian en situaciones de enfermedad neuronal o miógena.

## **2.7. Anatomía de la laringe**

En la EMGL se estudia la contracción de los músculos intrínsecos de la laringe, por lo cual el conocimiento anatómico es fundamental. El aspecto controvertido respecto a la interpretación de la electromiografía sería la particular inervación de la laringe.

La mención de las partes anatómicas de la laringe, la realizamos sin especificar detalles, excepto en la musculatura intrínseca y su inervación. Para más detalles se pueden consultar otros documentos donde están perfectamente recogidos y de dónde se han extraído la mayoría de las imágenes siguientes (*Fig. 12-15*) (47).

El esqueleto laríngeo está formado por nueve cartílagos: epiglotis, tiroides, 2 aritenoides, 2 corniculados, 2 cuneiformes y cricoides.

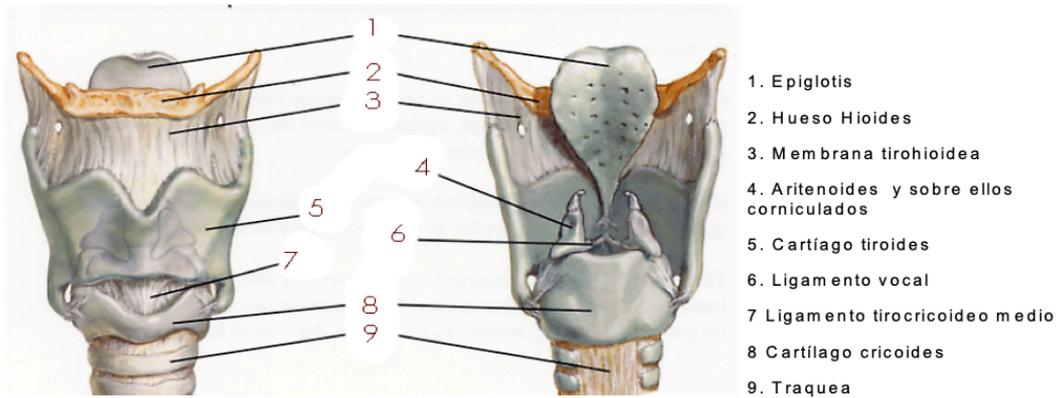


Fig. 12: Cartílagos, membranas y ligamentos de la laringe (47)

Los cartílagos están unidos entre ellos, al hueso hioides y a la tráquea por una serie de membranas y ligamentos: membrana tirohioidea, membrana hioepiglótica, ligamento ariepiglótico, ligamentos tiroepiglóticos, membrana cricotiroidea, membrana cuadrangular y cono elástico.

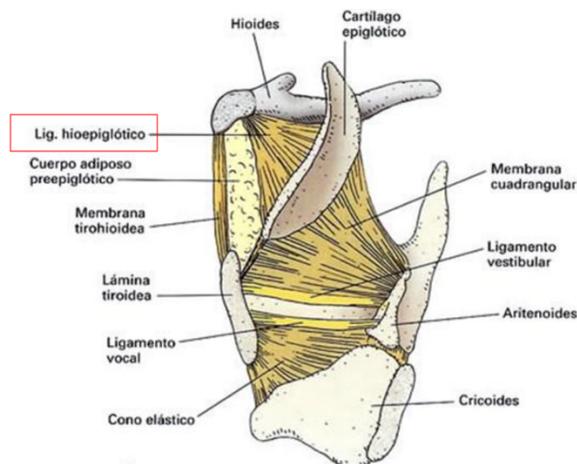


Fig. 13: Cartílagos, membranas y ligamentos de la laringe (47)

Hay dos articulaciones recubiertas de cartílago hialino, cápsula, ligamentos, membrana sinovial y líquido sinovial: la cricoaritenoides y la cricotiroidea.

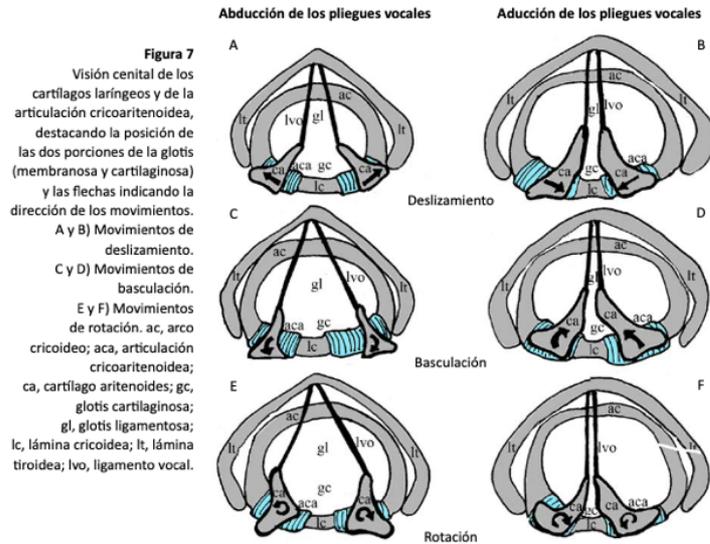


Fig. 14: Movimientos de la articulación cricoaritenoides (47)

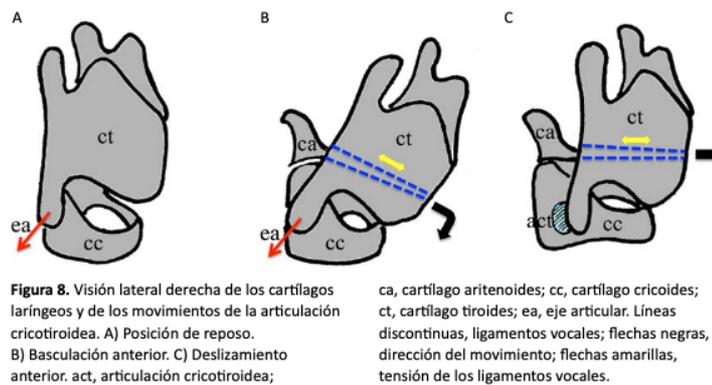
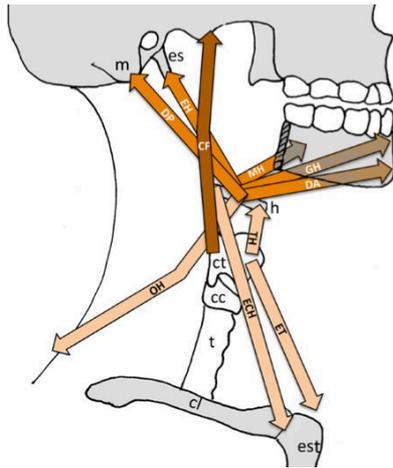


Fig. 15: Movimientos de la articulación cricotiroides (47)

La musculatura extrínseca laríngea se relaciona con los movimientos y posicionamiento de la laringe en la parte medial anterior del cuello, se subdivide en (Fig. 16) (47):

- a) Grupo depresor de la laringe: esternohioideo, tirohioideo y omohioideo.
- b) Grupo elevador de la laringe: geniohioideo, digástrico, milohioideo, estilohioideo y constrictor medio e inferior de la faringe.



**Figura 12**  
 Visión lateral derecha de la musculatura extrínseca de la laringe. Los músculos infrahioides se han representado en un color más claro que el de los músculos suprahioides. cc, cartílago cricoideo; CF, músculos constrictores de la laringe; cl, clavícula; ct, cartílago tiroideo; DA, vientre anterior del músculo digástrico; DP, vientre posterior del músculo digástrico; ECH, músculo esternocleidohioideo; EH, músculo estiloideo; es, apófisis estiloideas; est, esternón; ET, músculo esternotiroideo; GH, músculo geniohioideo; m, apófisis mastoideas; MH, músculo milohioideo; OH, músculo omohioideo; t, tráquea; TH, músculo tirohioideo.

Fig. 16: Musculatura extrínseca de la laringe (47)

La musculatura intrínseca laríngea sería la responsable del movimiento de los aritenoides y en consecuencia de las cuerdas vocales, excepto el músculo cricotiroideo, que moviliza la articulación cricotiroidea y tensa las cuerdas vocales. Está formada por cuatro músculos pares y simétricos y un músculo impar. Las fibras musculares se insertan en los cartílagos de una forma extendida en capas, a diferencia de las fibras musculares estriadas que se insertan en huesos, se disponen en haces o fascículos. Por ello, los músculos laríngeos deberían definirse como músculos cartilaginosos y no como esqueléticos.

a) Musculatura aductora de las cuerdas vocales:

1. Músculo cricotiroideo (CT) (*Fig.17*) (47): es bilateral, se origina de la cara lateral del arco anterior del cartílago cricoideo. Algunas fibras se dirigen hacia arriba a la parte posterior del borde inferior de la lámina tiroidea, y otras fibras pasan hacia atrás y lateralmente hacia el cuerno inferior del cartílago tiroideo. Su contracción produce la rotación de la articulación cricotiroidea, con lo que el tiroideo se desplaza hacia abajo y delante, tensando así las cuerdas vocales.

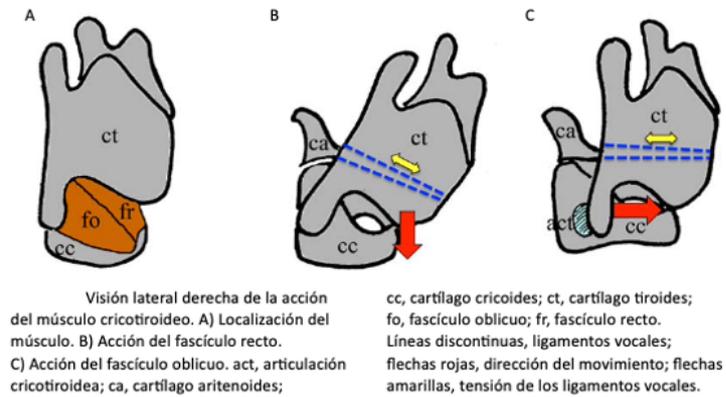


Fig. 17: Acciones del músculo cricotiroides (47)

2. Músculo tiroaritenoides (TA) (*Fig. 18*) (47): es bilateral, se encuentra lateral al cono elástico y a la membrana cuadrangular. Está compuesto por dos fascículos: profundo (músculo tiroaritenoides interno) y superficial (músculo tiroaritenoides externo). El músculo tiroaritenoides interno se origina en la apófisis vocal del aritenoides y la zona adyacente de la base del cartílago aritenoides, desde donde se dirige hacia delante, siguiendo un trayecto paralelo al ligamento vocal, para insertarse en el tercio inferior del ángulo entrante del cartílago tiroides. La acción neta del músculo es la de tensar los pliegues vocales y aproximarlos.

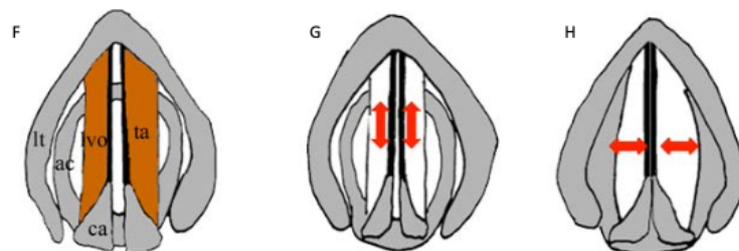


Fig. 18: Acciones del músculo tiroaritenoides. ac, arco cricoideo; ca, cartílago aritenoides; cal, músculo cricoaritenoides lateral; e, epiglotis; gc, glotis cartilaginosa; gl, glotis ligamentosa; lc, lámina cricoidea; lt, lámina tiroidea; lvo, ligamento vocal; po, porción oblicua; pt, porción transversa; ta, músculo tiroaritenoides. Flechas, dirección del movimiento (47)

3. Músculo cricoaritenoides lateral (CAL) (*Fig. 19*) (47): es bilateral, se origina en el margen superior de las porciones laterales del arco cricoideo y se inserta en la apófisis muscular del aritenoides. Es el único músculo laríngeo capaz de provocar la rotación interna de los aritenoides con aducción o aproximación de los pliegues vocales y separación de la porción cartilaginosa de la glotis.

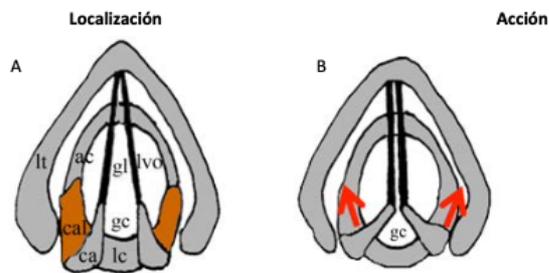


Fig. 19: Acciones del músculo tiroaritenoides. ac, arco cricoideo; ca, cartílago aritenoides; cal, músculo cricoaritenoides lateral; e, epiglotis; gc, glotis cartilaginosa; gl, glotis ligamentosa; lc, lámina cricoidea; lt, lámina tiroidea; lvo, ligamento vocal; po, porción oblicua; pt, porción transversa; ta, músculo tiroaritenoides. Flechas, dirección del movimiento (47)

4. Músculo aritenoides (*Fig. 20*) (47): es el único músculo impar y se le considera dividido en dos porciones: transversa y oblicua. La porción transversa es profunda y representa el único fascículo realmente impar de los músculos intrínsecos de la laringe, que se extiende entre las caras posteriores de los cartílagos aritenoides. La porción oblicua, situada superficialmente sobre la porción transversa, está formada por dos fascículos que se extienden a modo de cruz de (X) desde la apófisis muscular de un aritenoides al ápex del aritenoides contralateral. Algunas de las fibras de la porción oblicua se continúan en el interior del repliegue aritenoepiglótico, llegando a alcanzar el margen lateral de la epiglotis para formar lo que se conoce como músculo aritenoepiglótico. La porción transversa del músculo aritenoides provoca la aducción de los pliegues vocales, mientras que la porción oblicua cierra el vestíbulo laríngeo al realizar una basculación dorsal de la epiglotis y una cierta aducción de los

repliegues aritenoepiglóticos. Este músculo, por tanto, tiene una clara acción esfinteriana tanto en la glotis (porción transversal) como supraglótica (porción oblicua), muy útil e importante en procesos como la tos o la realización de grandes esfuerzos.

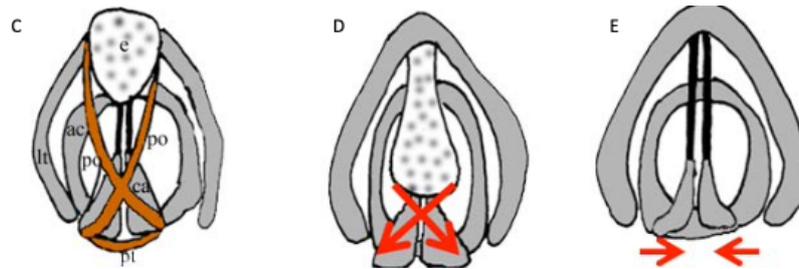


Fig. 20: Acciones del músculo tiroaritenoides. ac, arco cricoideo; ca, cartilago aritenoides; cal, músculo cricoaritenoides lateral; e, epiglotis; gc, glotis cartilaginosa; gl, glotis ligamentosa; lc, lámina cricoidea; lt, lámina tiroidea; lvo, ligamento vocal; po, porción oblicua; pt, porción transversa; ta, músculo tiroaritenoides. Flechas, dirección del movimiento (47)

## b) Musculatura abductora de las cuerdas vocales:

1. Músculo cricoaritenoides posterior (CAP) (Fig. 21,22) (47): es bilateral, se origina en la cara posterior de la lámina cricoidea, a ambos lados de la línea media, y que se inserta en la apófisis muscular del aritenoides. Clásicamente se le ha considerado como el único músculo respiratorio de la laringe al provocar la rotación externa de los aritenoides y, por tanto, la abducción o separación de los pliegues vocales y consecuentemente la apertura de la glotis. Sin embargo, se ha demostrado que su acción respiratoria requiere la ayuda del músculo cricoaritenoides lateral para estabilizar la articulación cricoaritenoides (48).

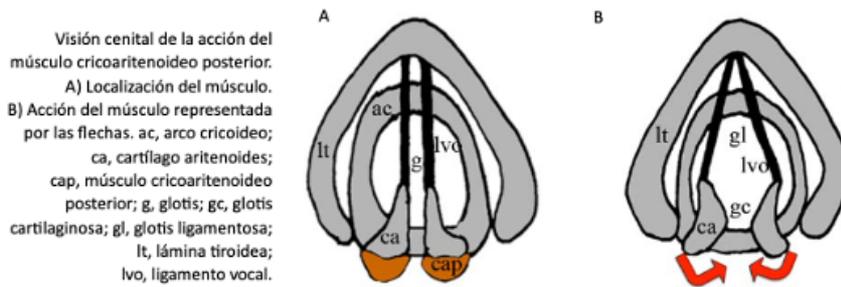


Fig. 21: Acciones del músculo cricoaritenideo posterior (47)

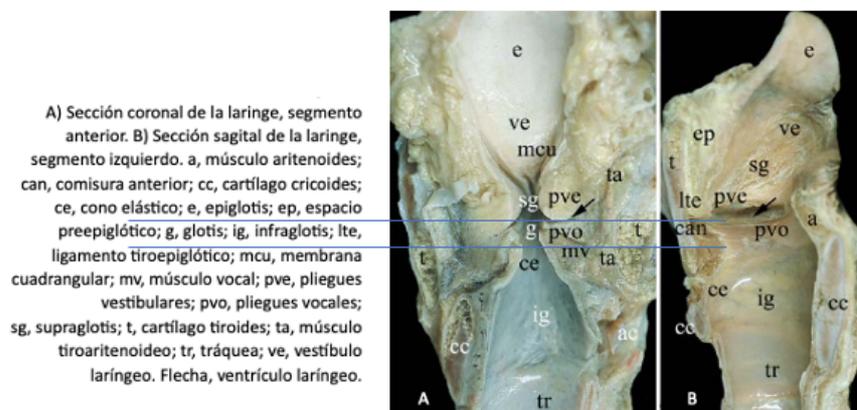


Fig. 22: A- Sección coronal y B- Sección sagital de la laringe, división en supraglotis, glotis e infraglotis (47)

El pliegue o cuerda vocal está formado por (Fig. 23-25) (47)(49):

1. Capa superficial de epitelio plano poliestratificado, por debajo hay una capa de fibras elásticas laxa dispuestas de forma desorganizada, que se denomina espacio de Reinke (espacio virtual), que permite a la mucosa desplazarse y recuperar su posición tras el cese del estímulo (teoría mucocondulatoria de la voz).
2. Capa intermedia o ligamento vocal, formado dos capas de fibras dispuestas en sentido anteroposterior, la primera de elásticas y la profunda de fibras de colágeno.
3. Capa profunda o músculo vocal, formada por el músculo vocal, que tiene sus fibras orientadas en paralelo al ligamento vocal.

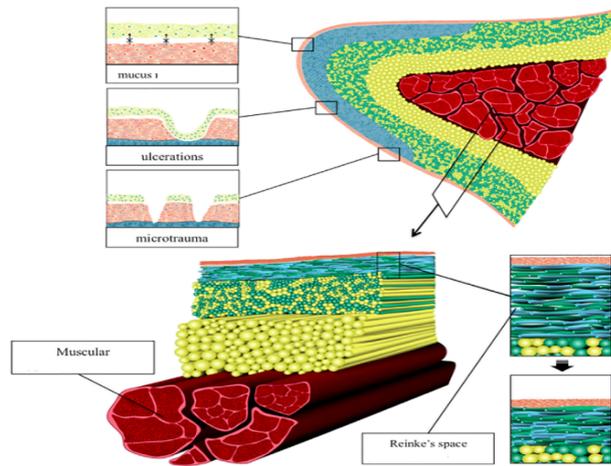
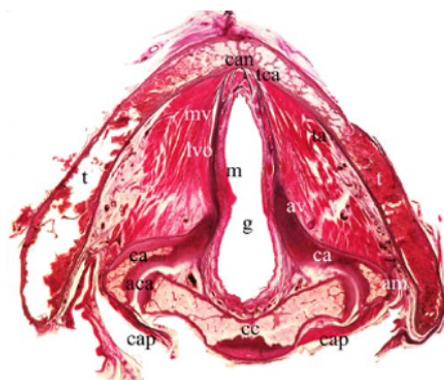
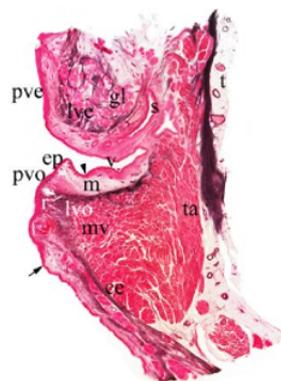


Fig. 23: Secciones coronales del pliegue vocal (49)



Sección transversal de la laringe a nivel de los pliegues vocales (hematoxilina-eosina). aca, articulación cricoaritenoides; am, apófisis muscular; av, apófisis vocal; ca, cartílago aritenoides; can, comisura anterior; cap, músculo cricoaritenoides posterior; cc, cartílago cricoides; g, glotis; lvo, ligamento vocal; m, mucosa; mv, músculo vocal; t, cartílago tiroideo; ta, músculo tiroaritenoides; tca, tendón de la comisura anterior.

Fig. 24: Sección transversal de la laringe a nivel de la glotis (47)



Sección coronal de la laringe a nivel de la glotis (hematoxilina-eosina). ce, cono elástico; ep, epitelio; gl, glándulas seromucosas; lve, ligamento vestibular; lvo, ligamento vocal; m, mucosa; mv, músculo vocal; pve, pliegue vestibular; pvo, pliegue vocal; r, espacio de Reinke; s, sáculo; t, cartílago tiroideo; ta, músculo tiroaritenoides; v, ventrículo. Punta de flecha, línea arqueada superior; flecha, línea arqueada inferior.

Fig. 25: Sección coronal de la laringe a nivel de la glotis (47)

## **2.8. Particularidades de la inervación de los músculos laríngeos intrínsecos**

La inervación de la laringe depende del nervio laríngeo superior que se divide en el nervio laríngeo interno y el nervio laríngeo externo, y del nervio laríngeo inferior o recurrente que se divide en una rama anterior y otra posterior. Ambos nervios son ramas del nervio vago. Se considera que el nervio laríngeo interno es sensitivo y el nervio laríngeo externo y el recurrente son motores. El nervio laríngeo externo inerva al músculo cricotiroides y el resto de los músculos intrínsecos de la laringe están inervados por el nervio recurrente.

La función motora que se ha atribuido clásicamente al nervio laríngeo recurrente y al laríngeo superior fue puesta en duda en los años treinta del siglo XX por Lemere. Aunque en los estudios anatómicos previos ya se conocían anastomosis entre ambos nervios, él demostró con experimentos de estimulación en laringes caninas que algunas terminaciones de ambos nervios llegaban a músculos laríngeos que clásicamente no se habían descrito. Sin embargo, muchos autores asumieron que la totalidad de las fibras que formaban las anastomosis eran de tipo sensorial. Esta opinión perduró durante décadas.

Posteriormente, en los años sesenta autores como Clerf, Baltzell y Tschiasny aventuraron la posible existencia de fibras motoras del laríngeo superior que alcanzarían el músculo interaritenoides y que serían responsables de la posición paramediana de las cuerdas vocales en la parálisis recurrencial bilateral. Esta teoría se vio reforzada cuando Kruse encontró fibras motoras en el tronco y las ramas del nervio laríngeo interno que se dirigían hacia el vestíbulo y músculo interaritenoides (50).

En los estudios modernos morfofuncionales y de neuroanatomía se ha comprobado la complejidad de la inervación laríngea, debido a las numerosas conexiones entre los nervios laríngeos y los diferentes patrones de distribución de las ramas nerviosas (36)(43). Algunas de estas conexiones serían:

1. El nervio recurrente no solo inerva a los músculos cricoaritenoides posterior, interaritenoides, tiroaritenoides y cricoaritenoides lateral, sino que también puede inervar en ciertas ocasiones al músculo cricotiroides.

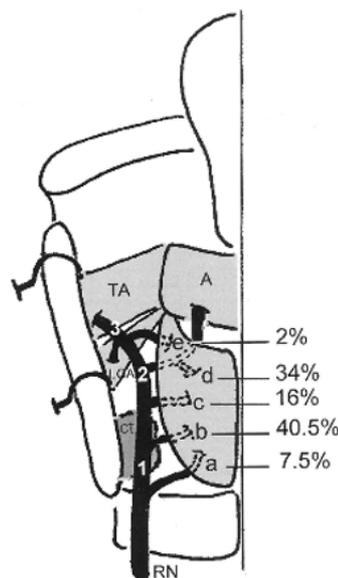
2. El nervio laríngeo interno no es un nervio sensitivo puro, sino que puede llevar fibras motoras para el músculo tiroaritenoido e interaritenoido.

3. El nervio laríngeo externo que clásicamente se acepta que inerva exclusivamente al músculo cricotiroido, puede en ocasiones inervar a otros músculos intrínsecos de la laringe.

Los estudios anatómicos en laringes humanas de Eva Maranillo *et al.* revelan:

1. Estudio del 2003 (52): el nervio laríngeo externo lleva fibras sensitivas y motoras para el músculo tiroaritenoido además de para el cricotiroido, y sensitivas para la subglotis y la articulación cricotiroidoidea.

2. Estudio del 2003 (*Fig. 26*) (53): la variabilidad en los patrones de inervación del músculo cricoaritenoido posterior. Confirman la complejidad y variabilidad de la inervación de este músculo, y que tiene una fuerte conexión con el nervio interaritenoido. Plantean que esto puede ayudar a explicar la sincinesia laríngea después de la intervención quirúrgica de reinervación selectiva del CAP.



Drawing showing the different types of origin (A-E) and incidence of branches supplying the posterior cricoarytenoid muscle (n = 397). 1-3, vertical, genu, and oblique segments of the intralaryngeal course of the anterior branch of the laryngeal recurrent nerve (RN), respectively; A, arytenoid muscle; ct, cricothyroid joint; LCA, lateral cricoarytenoid muscle; TA, thyroarytenoid muscle.

Fig. 26: Variabilidad de la inervación del músculo cricoaritenoido posterior (53)

3. Estudio del 2005 (Fig. 27) (54): la variabilidad en los patrones de inervación de los músculos aductores por el nervio laríngeo recurrente. Los resultados de este estudio no apoyan la existencia de una división abductora y aductora del nervio laríngeo recurrente. En el 88% de los casos, la inervación de uno de los músculos aductores (músculo aritenoides) y el músculo abductor (músculo CAP) surgió de un tronco común.

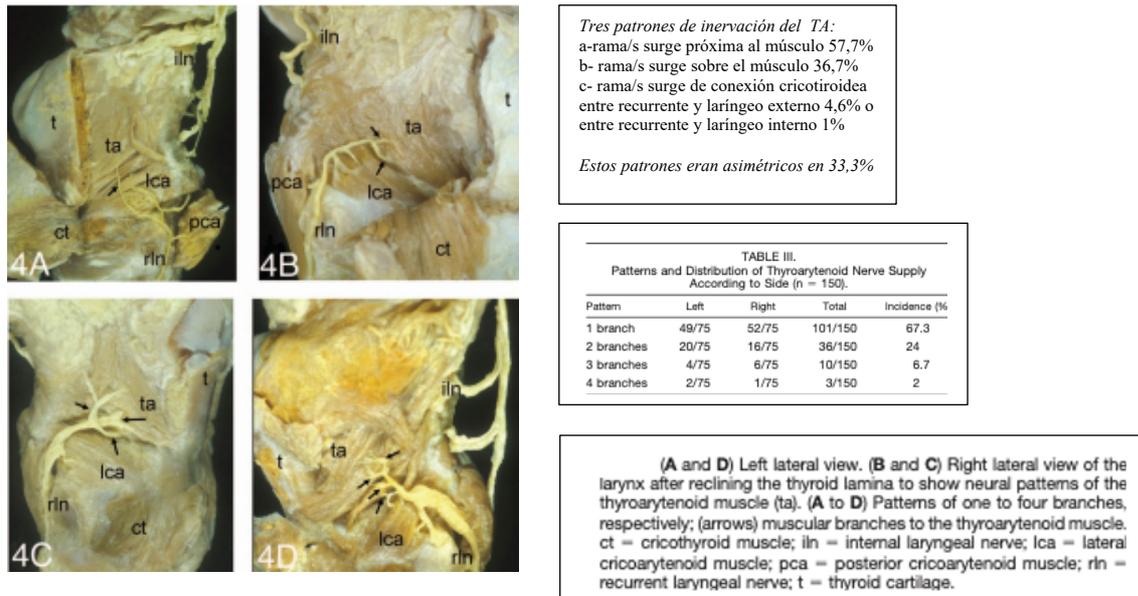


Fig. 27: Patrones de inervación del músculo tiroaritenoso (54)

Los estudios morfofuncionales de Katarzyna Alicja Kolanczak (50) y de Carlos Martín-Oviedo (51) realizados en pacientes que fueron sometidos a una laringuectomía total por motivos neoplásicos, correlacionaron los resultados electromiográficos intraoperatorios con el posterior estudio anatómico de microdissección de la inervación laríngea. Ambos autores confirmaron:

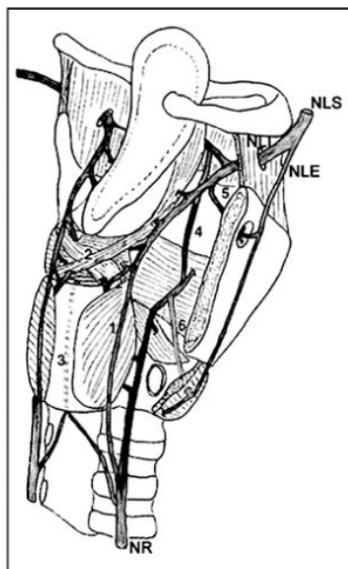
1. La variabilidad de anastomosis inter e intraindividual (puede haber diferencias en ambas hemilaringes).
2. Los diferentes patrones de inervación ayudarían a entender las distintas posiciones que la cuerda vocal adquiere tras una lesión nerviosa a igual nivel, y ante una parálisis total del nervio recurrente se inmovilizaría la cuerda vocale en una posición paramediana por el efecto aductor del músculo cricotiroideo intacto. Una lesión del laríngeo superior e inferior

daría lugar a una parálisis de la cuerda en posición intermedia o cadavérica, y la atrofia y fibrosis muscular posterior puede influir en que la cuerda adopte una posición medial.

3. La falta de atrofia del músculo cricotiroides en los casos de parálisis aislada del nervio laríngeo superior, puede ser explicada por la presencia de una conexión cricotiroidea con el nervio recurrente laríngeo.

4. El patrón clásico de la innervación de la laringe descrito en la literatura permite explicar sólo 50% de los hallazgos electromiográficos tras la estimulación nerviosa en estos dos trabajos. En el otro 50% el patrón debe contener alguna conexión internerviosa intralaríngea para justificar los hallazgos.

La innervación laríngea se entendería como un conjunto de plexos nerviosos entre las terminaciones de los nervios laríngeos superiores e inferiores, izquierdos y derechos (*Fig. 28*) (55).



1. Asa de Galeno: nervio laríngeo interno y recurrente
2. Plexo profundo aritenoso: nervio laríngeo interno y recurrente
- 2' Plexo superficial aritenoso: nervio laríngeo interno y recurrente
3. Cricotiroidea: plexo aritenoso y recurrente
4. Tiroaritenoso: nervio laríngeo interno y recurrente
5. Foramen tiroideo: nervio laríngeo interno y externo
6. Cricotiroidea: nervio laríngeo interno y recurrente

Fig. 28: Principales anastomosis nerviosas laríngeas (55)

La constatación de esta variabilidad se ha de tener en cuenta también a la hora de interpretar los resultados de la electromiografía laríngea como prueba neurofisiológica.

### 3. Conceptos de electromiografía laríngea

Realizamos un repaso de algunos conceptos electrofisiológicos de la electromiografía:

3.1. Equipo de registro.

3.2. Características electromiográficas de los patrones de normalidad y de los patrones patológicos en la electromiografía (EMG). Análisis de la actividad eléctrica muscular en el EMG.

3.3. Otras pruebas neurofisiológicas: la electroneuronografía y la estimulación repetitiva para estudio de trastornos de la placa neuromuscular.

3.4. Técnica de realización de la electromiografía laríngea (EMGL) con electrodo de aguja.

3.5. Consentimiento informado.

#### 3.1. Equipo de registro

El equipo de registro de EMG está constituido por (*Fig. 29*) (22):

1. Un ordenador con un software y hardware específicos para el registro.
2. Los electrodos de registro de la actividad muscular.
3. Un amplificador de la señal.
4. Un filtro de la señal.
5. Un altavoz.

##### 3.1.1. Ordenador:

El ordenador permite ver la señal eléctrica amplificada y filtrada en la pantalla, así como procesarla, analizarla y almacenarla en discos duros.

La señal eléctrica recogida por el electrodo aparece como en un eje de coordenadas en la pantalla:

- El eje de abscisas refleja el tiempo en que aparecen las señales eléctricas y su duración. Aunque esta velocidad se ajusta a la señal que se quiere analizar, puede oscilar entre 0.2 ms y 12 s por división en el eje de las abscisas. Se suele comenzar con una velocidad de barrido de 10-20 ms/división al aumentar la contracción se pasaría a 50-100 ms/división.
- El eje de ordenadas refleja la amplitud de la señal eléctrica en voltios. Cada centímetro del eje vertical de la pantalla se ajusta a la amplitud que se pretende medir, suele oscilar entre 0.05  $\mu$ V a 20 mV por división. Se suele utilizar al inicio 50-100  $\mu$ V/división, al aumentar la contracción se pasaría a 200  $\mu$ V-1 mV/división.

Para los exámenes básicos de EMGL, un solo canal de registro de la señal eléctrica en el ordenador con un amplificador y un filtro sería suficiente, pero pueden incorporarse más canales informáticos de emisión y registro de señales como:

1. Estimuladores eléctricos de músculos y nervios. En el caso de los músculos laríngeos es difícil estimular los músculos porque se deberían introducir dos agujas (el electrodo de registro y el de estimulación eléctrica) en un espacio muy pequeño. También resulta casi imposible la estimulación nerviosa por la localización anatómica de los nervios laríngeos.
2. EMG multicanal para comparar la actividad de varios músculos en sincronía. La EMGL transcutánea simultánea es dificultosa debido a la proximidad de los electrodos de aguja.
3. Un micrófono para registrar la voz de forma sincrónica a la actividad mioeléctrica.
4. Un termistor frente a la nariz o la boca del paciente para detecta los cambios de temperatura del aire causados por cada respiración y, por lo tanto, puede usarse para registrar la actividad respiratoria.
5. Un sensor piezoeléctrico acoplado a un cinturón torácico y/o abdominal para registrar los movimientos de expansión torácicos y abdominales.

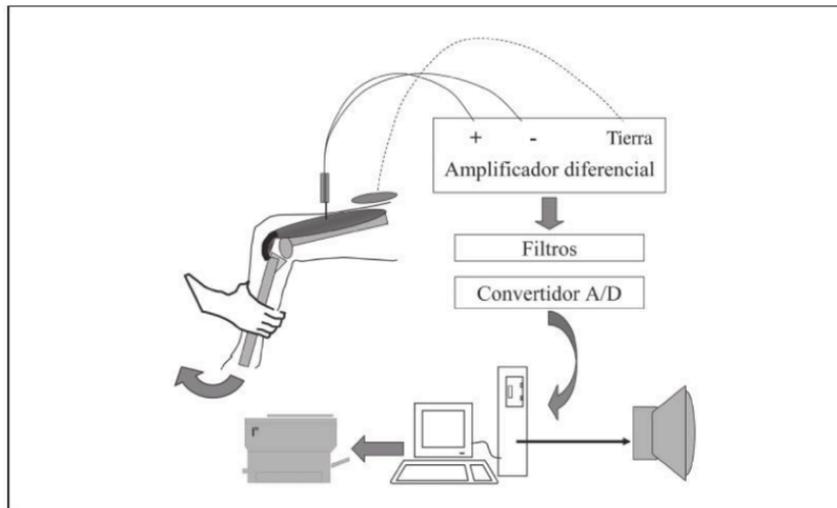


Fig. 29: Instrumentación para realizar un electromiograma (22)

### 3.1.2. Electrodos de registro:

Existen distintos tipos de electrodos de electromiografía para registro de los PUM. La diferencia entre ellos radica fundamentalmente en dos hechos (*Fig. 30*) (22):

1. La superficie de registro. La superficie de registro vendrá dada por el tamaño de los electrodos y la separación entre ambos (electrodo activo y de referencia). Cuanto menor sea la separación entre ambos, menor será la superficie de registro. Si ésta es muy pequeña, la actividad recogida por ambos electrodos será muy similar y se diferenciará únicamente en aquellos potenciales generados en la proximidad del electrodo.
2. La posibilidad de registrar la actividad en profundidad.

Tipos de electrodos:

1. Electrodos de superficie: se colocan sobre la piel del músculo que se quiere estudiar o en contacto con la mucosa próxima al músculo (por ejemplo, el electrodo incorporado en el tubo de intubación laríngea en la cirugía tiroidea para la monitorización intraoperatoria del músculo tiroaritenosoideo). No son invasivos, pero son poco

selectivos. La actividad registrada está interferida por los tejidos intermedios entre la piel y las fibras musculares, por lo que, la morfología de los potenciales de acción es menos fiable.

Se utiliza para la evaluación general la actividad global del músculo (56) No son útiles para el diagnóstico de enfermedades neuromusculares porque en este caso se necesitan registros de pequeños volúmenes musculares.

2. Electrodos de aguja o profundos o de inserción (Fig. 30) (22): Son insertados en el músculo.

Las características histológicas del músculo a analizar es uno de los factores que condiciona el tipo de actividad eléctrica registrada (57):

- Número de unidades motoras; desde 100 a 500 en los músculos de las extremidades a 10 en el músculo tiroaritenoides.
- Densidad de fibras de una unidad motora de una región muscular; desde 10 en los músculos extraoculares o el músculo tiroaritenoides hasta alrededor de 2000 en el músculo gemelo interno.
- Distribución espacial de las fibras de una misma unidad motora a través del músculo; las fibras musculares de diferentes unidades motoras están interpuestas unas con otras en una misma región muscular (pueden interponerse 6 o más unidades motoras) con aproximadamente 3 fibras/mm<sup>2</sup>.

El tipo de electrodo de aguja también condiciona el registro eléctrico:

- Electrodos monopolares de aguja: consisten en agujas metálicas cuya longitud total (excepto en la punta) ha sido aislada, la punta registra la actividad. Tienen aproximadamente 0'50 mm de diámetro (25 gauge). El área registrada es simétrica, tiene una forma oval y aproximadamente es de 0'3 mm<sup>2</sup>. El electrodo de referencia es de superficie. Los potenciales de unidad motora (MUP) registrados tienen una mayor duración (hasta 1'86 más largos) y una mayor amplitud (hasta 2 veces más amplios) que con un electrodo de aguja concéntrico (49). Son huecos cuando se utilizan para la inyección guiada de toxina botulínica.

- Electrodos concéntricos o coaxiales de aguja monopolares(58-59): son agujas huecas con una punta biselada no protegida, con un diámetro de 0.30-0.45 mm (de 24 a 26 gauge). Contienen en su interior un hilo de platino aislado excepto en la punta. La aguja actúa como electrodo de referencia y la punta del hilo de platino como electrodo de registro. Dada la escasa distancia entre referencia y registro, el electrodo registra una pequeña porción de músculo, las fibras musculares que se encuentran alrededor de 2'5 mm de distancia de la punta; si no se coloca cerca de la unidad motora podría registrar una forma atenuada del potencial de acción.
- Electrodos concéntricos o coaxiales de aguja bipolares: la diferencia con los concéntricos monopolares es que dentro la aguja contiene en su interior dos hilos de platino separados y aislados excepto en las puntas. Estos dos hilos actúan como electrodo activo y de referencia. La superficie muscular de registro es menor que la de los anteriores electrodos, se limita al área entre las dos puntas de los hilos de platino.
- El electrodo de fibra única o aislada: es una variante del electrodo concéntrico monopolar, se diferencia en que el hilo de platino interior es más fino y tan solo puede registrar el potencial de acción de una o pocas fibras musculares, justo las adyacentes a la punta. Es más sensible para detectar alteraciones en la placa neuromuscular.

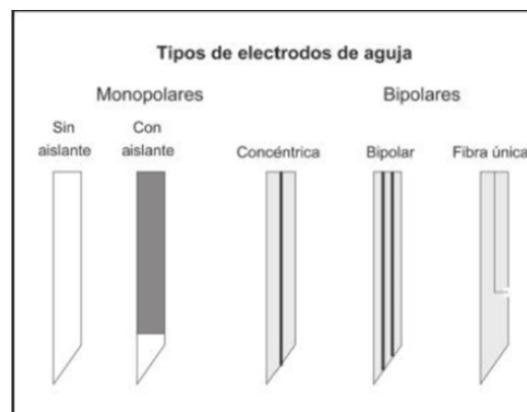


Fig. 30: Tipos de electrodos de aguja (22)

Las diferencias en las áreas de registro de los diferentes electrodos condicionan PUM de diferentes tamaños en amplitud y duración, por lo que para cuantificar y comparar los PUM, se han de elaborar tablas de referencia para cada electrodo (*Fig. 31, 32 y tabla 2*) (57) (60-61). En la EMGL clínica, se suelen utilizar electrodos monopolares y concéntricos. Durante mucho tiempo el alto precio de los electrodos concéntricos les daba una desventaja económica. El advenimiento de las agujas desechables concéntricas con un precio más asequible y con muy buena tolerancia para el paciente ha equilibrado las ventajas que pudieran tener las monopolares.

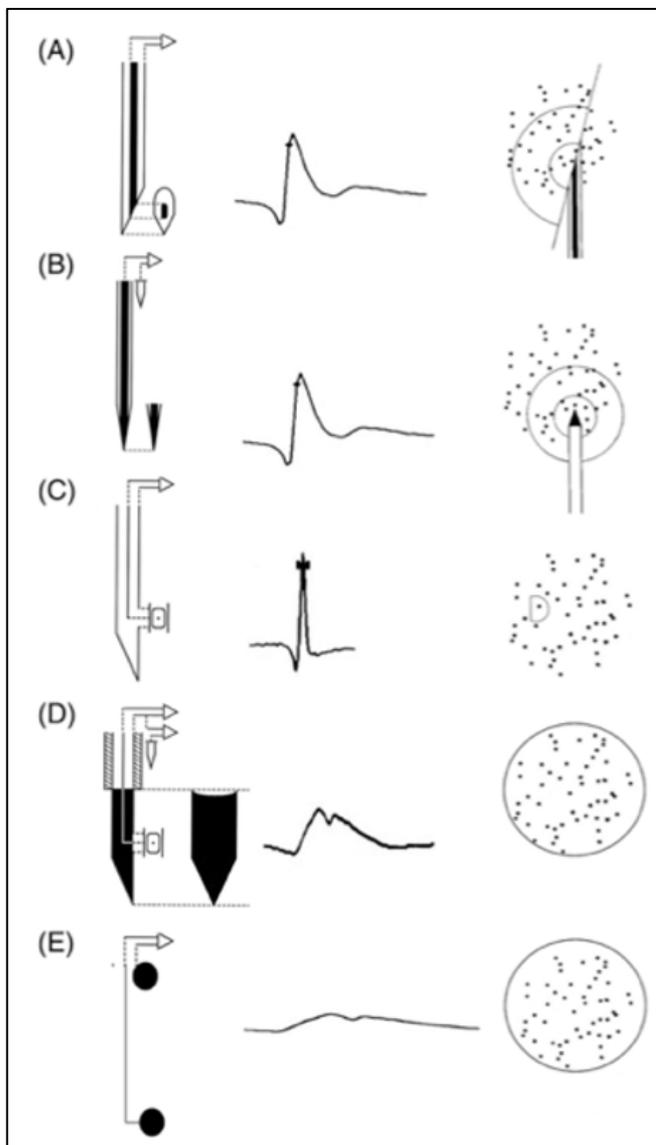


Fig. 31: Comparación de electrodos de registro. Columna izquierda: tipos de electrodos que representan la configuración y el tamaño de los electrodos activos y de referencia: (A) concéntricos; (B) monopolar; (C) fibra simple; (D) macro; y (E) superficie. Columna central: formas de onda de potencial de la unidad motora correspondientes. Columna derecha: Modelo de radio de registro de cada tipo de electrodo indicado por semicírculo o círculo con respecto a las fibras musculares de una unidad motora (60)

Diferencias en el registro de los electrodos de aguja

Columna1	Monopolar	Concéntrico	Fibra aislada
área (mm <sup>2</sup> )	0,28-0,34	0,03-0,07	0,0005
Radio de registro (mm)	1,5	1,5	0,3
Tamaño de PUM	Mayor que la concéntrica	Más pequeña que la monopolar	Muy pequeño
Coste®	7€/aguja	11€/aguja	414€/aguja

©NatusNeuroStore, 2020

Tabla 2: Diferencias en el tamaño del área y radio de registro, en el tamaño del PUM y en el coste de diferentes electrodos de aguja (57)

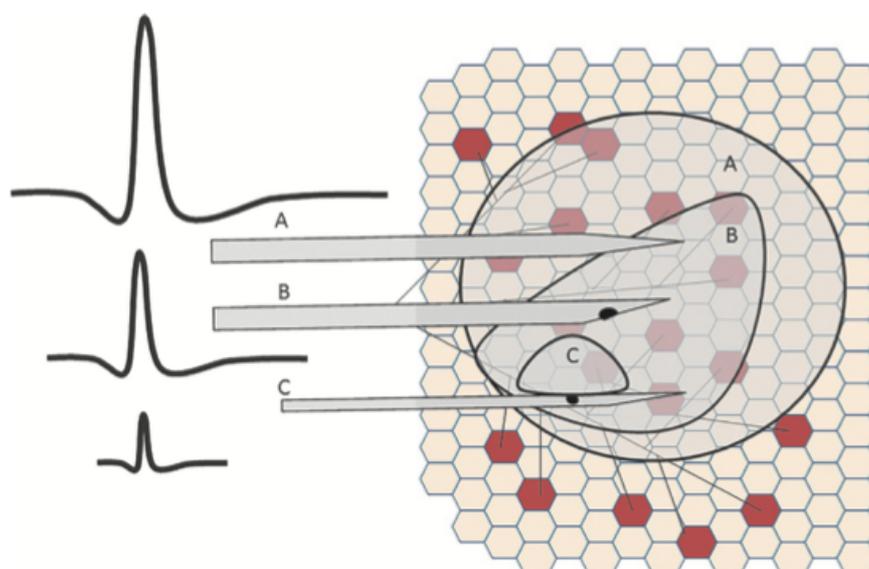


Fig. 32: Esquema del área de registro según el tipo de electrodo: monopolar (A), concéntrico (B) y de fibra única (C). La distancia entre el electrodo de referencia y el de registro es mayor con el electrodo monopolar y por tanto registra el potencial de acción mayor resultado de la suma de un mayor número de unidades motoras (57)

Estos circuitos eléctricos también cuentan con un electrodo toma tierra, como sistema de protección al paciente de los aparatos conectados a la red eléctrica. Consiste en una pieza metálica pequeña que se suele colocar en el esternón en la EMGL, o una pieza a modo de pinza que se coloca en la muñeca del paciente. En la mayoría de los sistemas, las entradas de los electrodos al sistema eléctrico están codificadas por colores como negro el

electrodo activo (E1), rojo el electrodo de referencia (E2) y verde el electrodo de tierra (E0) (62).

### 3.1.3. Amplificador de la señal:

La finalidad del amplificador de la señal es la de amplificar los diminutos potenciales recogidos en el músculo de tal forma que puedan ser visualizados en la pantalla del ordenador. El amplificador de la EMG se clasifica como diferencial porque amplifica únicamente la diferencia de voltaje de las señales recogidas del electrodo activo al electrodo de referencia. De esta forma, actividades generadas lejos de los electrodos o interferencias serán recogidas por ambos electrodos y quedan eliminadas al amplificarse únicamente la diferencia de voltaje que existe entre ellos.

El amplificador va unido a un altavoz que amplifica el sonido que emiten las descargas eléctricas. La audición de las señales favorece el reconocimiento rápido de muchos potenciales y es de enorme importancia para el diagnóstico electromiográfico.

Las principales características de los amplificadores utilizados en EMG son (63):

1. Número de canales: los aparatos de EMG más sencillos tienen 1 o 2 canales.
2. Sensibilidad: 1 pV/división a 10 mV/división.
3. Impedancia de entrada: 100 M $\Omega$ /47 pF.
4. CMRR (coeficiente de rechazo de potenciales comunes): a 50 Hz > 100 dB.
5. Filtro de paso alto: entre 0,5 Hz y 3 kHz (6 dB/octava).
6. Filtro de paso bajo: entre 0,1 y 15 kHz (12 dB/octava).
7. Ruido: (1 pV eficaz entre 2 Hz y 10 kHz con la entrada cortocircuitada).
- 8.

### 3.1.4. Filtro de la señal:

Los filtros eléctricos del equipo EMG amplifican de manera más selectiva las señales generadas por las fibras musculares, dado que el electrodo también puede registrar otras señales eléctricas fisiológicas (no musculares) o no fisiológicas (artefactos, por ejemplo, la interferencia de la línea eléctrica) con diferentes frecuencias de onda. El filtro elimina las señales con frecuencias que no estén incluidas en la banda de frecuencia seleccionada.

La configuración de los filtros juega un papel importante en el análisis de los PUM, ya que los filtros pueden alterar el tamaño y la morfología de la forma de onda. Deben ser ajustados en función del tipo de señal que queramos registrar según el músculo a estudiar y el electrodo utilizado. Los aparatos modernos de electromiografía están preparados con un rango amplio de valores para cubrir la mayoría de las necesidades de la EMG en los diferentes grupos musculares.

#### 3.1.5. Altavoz:

Las señales registradas son convertidas en sonido a través de un sistema de amplificación sonora dotada con un altavoz.

Constituye un elemento indispensable, tan útil para el registro como la pantalla. A veces, el oído proporciona una discriminación más fina que la visión de potenciales rápidos. Algunas características del electromiograma patológico, como las fibrilaciones o las salvas miotónicas, se perciben mejor acústicamente que por visualización directa.

#### 3.1.6. Estimuladores eléctricos:

Se incorporan al aparato de EMG para estimular músculos y nervios en función de los parámetros elegidos.

### **3.2. Características electromiográficas de los patrones de normalidad y de los patrones patológicos en la EMGL. Análisis de la actividad eléctrica muscular en el EMG**

El análisis de la actividad eléctrica muscular en una EMGL es el mismo que en el electromiograma de cualquier otro músculo, sin embargo, los patrones de valores y morfología de los PUM están calculados en músculos más grandes que los laríngeos.

Se registra la actividad muscular en cuatro fases:

1. **Inserción** del electrodo en el vientre muscular. En esta fase se evalúa la actividad generada por la inserción de la aguja.
2. **Reposo** o estado de relajación completa, se valoran las siguientes figuras electromiográficas: silencio eléctrico, ondas agudas positivas, potenciales de fibrilación, potenciales de fasciculación y descargas repetidas.
3. **Contracción suave**: el número de motoneuronas que descargan es pequeña para poder individualizar los distintos potenciales de unidades motoras y poder analizar sus características: la amplitud, la duración, el número de fases y la frecuencia del reclutamiento.
4. **Máxima contracción** voluntaria: Se valora el número y la frecuencia de descarga de las unidades motoras que se van reclutando al aumentar progresivamente el grado de contracción muscular, hasta alcanzar la contracción máxima. Si la contracción se hace a máxima intensidad, se obtiene lo que se conoce por patrón de interferencia: los PUM se superponen siendo difícil distinguir sus características individuales.

El estudio es aconsejable repetirlo en varios puntos del músculo moviendo el electrodo lentamente. Los resultados obtenidos en una parte pequeña del músculo no tienen que ser necesariamente extrapolables al resto del músculo.

### 3.2.1. Descripción de la actividad electromiográfica normal (Fig. 33,34) (22):

1. **Inserción** del electrodo: durante la inserción de la aguja en el músculo sano se puede registrar cierta actividad eléctrica denominada actividad de inserción. Se inicia con el movimiento de la aguja y cesa casi simultáneamente con él. Es debida a que la propia aguja tiene algo de energía eléctrica que, cuando se coloca cerca de la membrana muscular, provoca un cambio relativo en la energía eléctrica circundante.

Consta de potenciales de pequeña amplitud y breve duración que descargan de forma agrupada a una frecuencia alta. Genera un ruido crepitante en el altavoz que acompaña el movimiento de la aguja. Su presencia es normal, su cuantificación difícil y no suele durar más de 300 ms. Siempre es posible observarla en el músculo sano.

**2. Reposo muscular:** el músculo esquelético sano en reposo muscular es completamente silente, por lo que no es posible registrar ningún tipo de actividad eléctrica. Únicamente se observa actividad cuando la punta del electrodo se encuentra situada en la zona de terminación del nervio en el músculo. Este tipo de actividad se denomina actividad de la placa neuromuscular y parece originarse por irritación de las terminales nerviosas. Hay dos tipos de potenciales de placa: los potenciales de placa de morfología bifásica de breve duración (1-5 ms) y amplitud alrededor de los 100  $\mu\text{V}$ , pueden confundirse con fibrilaciones; y el ruido de placa, monofásicos negativos de bajo voltaje (10-50  $\mu\text{V}$ ) y breve duración. Ambos casi siempre se acompañan de un dolor punzante en la zona de inserción de la aguja.

Es posible relajar la mayoría de los músculos voluntarios sin dificultad, resulta difícil para la lengua, la cara y la musculatura abdominal; e imposible la relajación completa para los músculos del cuello y los músculos intrínsecos de la laringe.

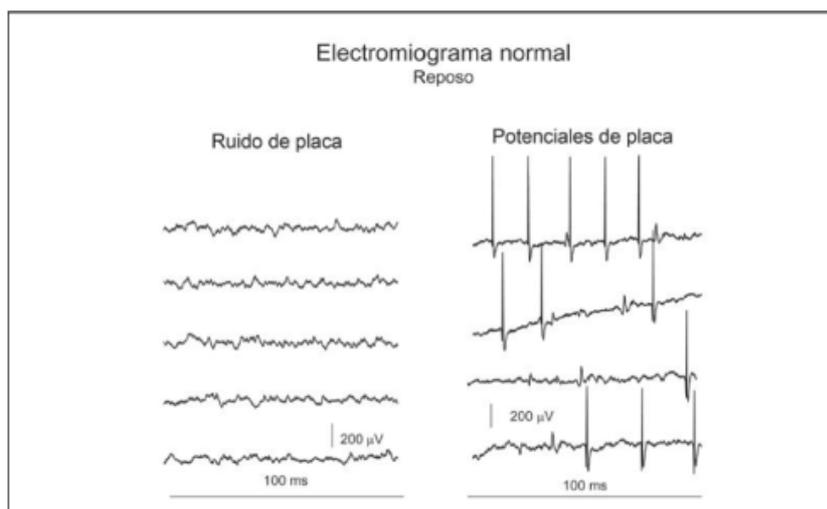


Fig. 33: Electromiograma normal en reposo (22)

**3. Contracción muscular suave.** Durante la contracción muscular se van a registrar potenciales de unidad motora (PUM).

El PUM es la suma de los potenciales de acción de todas las fibras musculares comprendidas entre el electrodo activo y el de referencia, y que están contrayéndose

casi sincronizadamente. Las fibras musculares de un PUM pueden pertenecer a diferentes unidades motoras ya que están imbricadas entre sí. El número de PUM y su frecuencia de aparición vendrán determinados por el grado de contracción muscular; en una contracción suave son alrededor de 10 PUM por segundo.

- 4. Contracción muscular máxima:** al aumentar la intensidad de la contracción se van reclutando otras unidades motoras (reclutamiento espacial) y la frecuencia de descarga aumenta (reclutamiento temporal), este fenómeno de activación en serie de unidades motoras durante el aumento de la contracción muscular voluntaria se conoce como reclutamiento. El reclutamiento es el reflejo del número de fibras nerviosas activas dentro de un músculo determinado.

Este proceso se ve en la EMG como un aumento en el número y la densidad de los potenciales de las unidades motoras. En una contracción máxima se interfieren unos PUM con otros, lo que impide la visualización de los PUM individuales y de la línea de base. Este trazado se denomina interferencial.

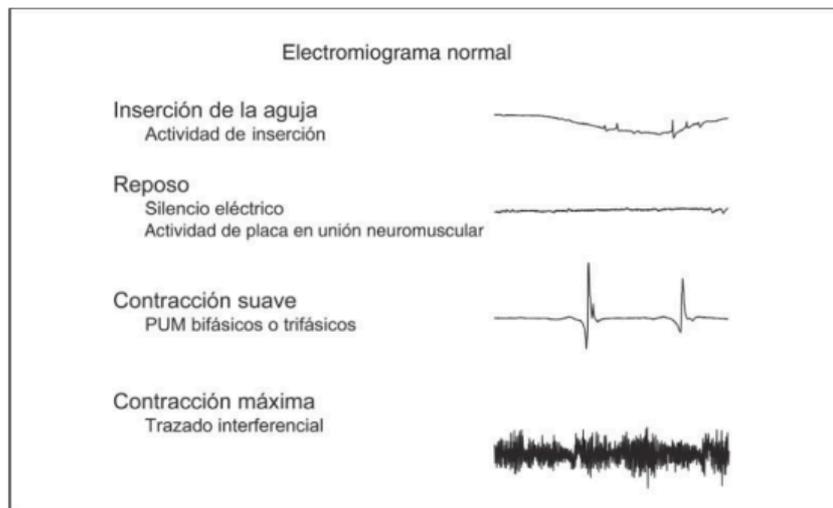


Fig. 34: Fases de un electromiograma normal: actividad de inserción y en reposo, contracción suave y máxima (22)

### 3.2.2. Descripción de la actividad electromiográfica patológica (Fig.35-39) (Tabla 3) (22):

#### 1. **Inserción del electrodo**

1. Disminución o ausencia de la actividad de inserción. Su cuantificación es difícil. Suele indicar fibrosis muscular o degeneración lipóide; ensombrece el pronóstico de recuperación (61).
2. Aumento de la actividad de inserción. El aumento de la actividad de inserción ocurre cuando el estallido de potencial eléctrico producido por la inserción o el movimiento del electrodo de aguja en el músculo dura más de varios cientos de milisegundos. Este hallazgo es un indicio de inestabilidad de la membrana muscular y ocurre tanto en procesos miopáticos como neurogénicos.
3. Descargas miotónicas. Aparecen por dificultad en la relajación muscular voluntaria. Se observan trenes de potenciales con la misma morfología y con una frecuencia muy alta de descarga, de 20 a 150 Hz y amplitudes de 20  $\mu$ V a 1 mV, con aparición de potenciales de fibrilación u ondas agudas positivas. En el altavoz se percibe un sonido como un avión en picado o un motor que cambia de revoluciones. Estos potenciales ocurren espontáneamente con la inserción de la aguja, con la percusión del músculo o con las contracciones voluntarias. Indican inestabilidad de la membrana muscular y se observan con mayor frecuencia en trastornos de miotonía, como la distrofia miotónica de Steinert y la miopatía congénita de Thompsen.

#### 2. **Reposo muscular**

- 1- Fibrilaciones: son descargas espontáneas de baja amplitud y corta duración, que se disparan regularmente entre 1 y 50 Hz. Pueden ocurrir de forma espontánea o con el movimiento de la aguja, con el músculo completamente relajado.

- 2- Ondas positivas: se caracteriza por una gran desviación positiva de varios cientos de microvoltios que dura menos de 2 milisegundos, seguida de una desviación negativa de 10 a 30 milisegundos y disparo regular de 1 a 50 Hz.

Los potenciales de fibrilación y las ondas agudas positivas generalmente ocurren juntas, tienen un significado clínico y fisiopatológico similar y producen ruidos característicos en el altavoz que algunos describen como disparos de ametralladora.

Son uno de los signos más objetivos en EMG para indicar que existe una denervación del músculo. Indica que el músculo se está degenerando porque el nervio se ha lesionado. Aparecen a las 2 o 3 semanas de la degeneración axonal. El comienzo de una fibrosis muscular por una degeneración completa del nervio o la reinervación del músculo se acompaña de su desaparición paulatina (64).

En raras ocasiones, también se pueden ver en procesos miopáticos. La actividad espontánea indica un mal pronóstico de recuperación.

- 3- Descargas repetitivas complejas: ocurren cuando un grupo de fibras musculares descargan repetidamente en casi sincronía. Estas descargas suelen tener un inicio y un cese abruptos y una configuración extraña. La tasa de descarga está entre 5 y 100 Hz, con una amplitud de 100  $\mu$ V a 1 mV. Esta anomalía indica cronicidad y se puede observar en procesos neuropáticos y miopáticos.

- 4- También en reposo pueden aparecer fasciculaciones y descargas repetidas.

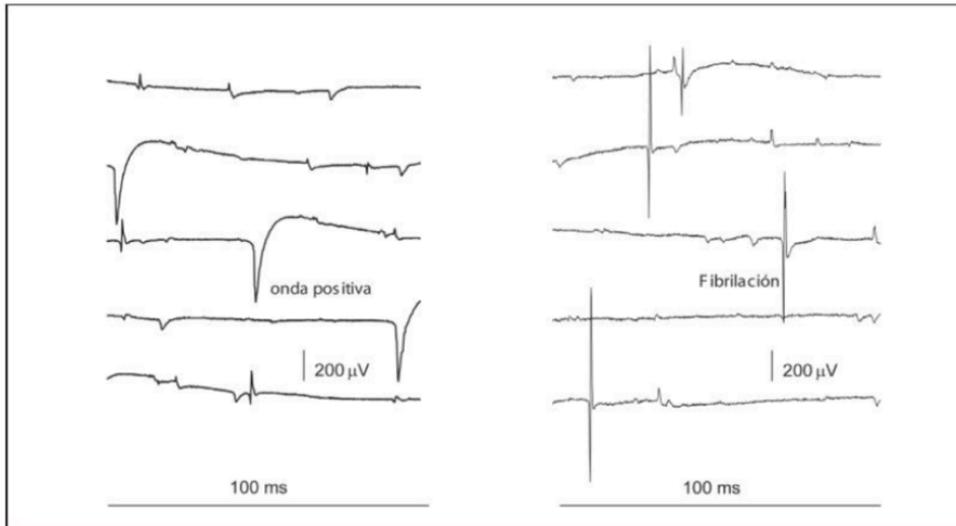


Fig. 35: Actividad patológica en reposo: fibrilaciones y ondas positivas (22)

### 3. Contracción muscular

Al analizar los PUM anormales existe un patrón típico neurógeno y otro miógeno.

- 1- Patrón neurógeno: Tiene lugar después de la lesión del nervio periférico o segunda motoneurona. Los PUM suelen ser de mayor duración y amplitud, y su morfología polifásica. Sin embargo, estas características dependerán del tipo y el momento evolutivo de la lesión nerviosa.

En las primeras semanas se observará una pérdida de unidades motoras, pero las características de unidad motora restantes permanecen invariables.

Pronto las fibras nerviosas que no se lesionaron comienzan a dar colaterales que reinervan las fibras musculares vecinas denervadas, en la EMG se observa una mayor duración y amplitud del potencial de unidad motora, pero al ser terminaciones nerviosas inmaduras, se producen bloqueos de conducción, dando lugar a una polifasia de los potenciales.

Los axones lesionados empezarán a recuperarse, las unidades motoras que van a ir a inervar están constituidas por un número pequeño de fibras musculares con terminales nerviosas inmaduras. Se denominan potenciales de reinervación o nacientes y tiene gran importancia a la hora de evaluar y establecer un pronóstico. Son más numerosos en las primeras etapas de la regeneración, pero pueden obtenerse durante más de dieciocho meses después de la regeneración.

Según progresa la reinervación, la unidad motora aumenta su duración y amplitud hasta adquirir las características típicas del PUM.

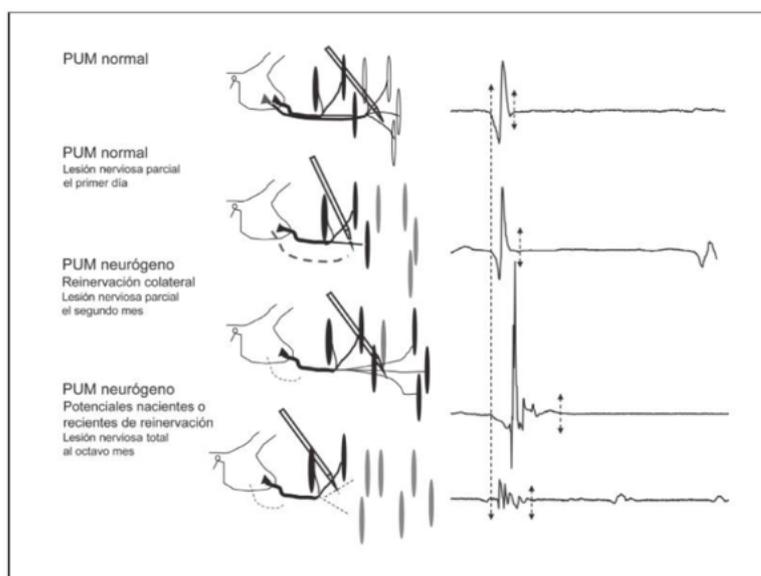


Fig. 36: Potencial de acción normal, PUM de lesión nerviosa parcial en el segundo mes, y PUM de lesión nerviosa total en el octavo mes (22)

La presencia de incremento en el número de potenciales de unidad motora polifásicos y el aumento de la duración de los mismos sugirieron reinervación, teniendo un significativo positivo en el pronóstico.

- 2- En la lesión de la motoneurona superior o primera motoneurona (64) (situada en el córtex cerebral), la actividad de inserción es normal. La amplitud y duración del potencial de la unidad motora son normales, y no hay unidades motoras polifásicas excesivas. Disminuye el reclutamiento. La velocidad de disparo del PUM es lenta. La mayoría de las enfermedades de las neuronas motoras superiores muestran reflejos hiperactivos con aumento del tono y sin atrofia muscular. Existe una escasez de estudios en la literatura que evalúen la función laríngea con EMG en pacientes con trastornos de la motoneurona superior.
- 3- En el trastorno de los ganglios basales, la actividad de inserción es normal. La actividad espontánea está ausente. En reposo pueden aparecer excesivos PUM, lo que indica el fracaso de la relajación completa del músculo. También puede haber una mala coordinación entre los músculos agonistas y antagonistas, o una

activación inapropiada. Además, se pueden observar descargas rítmicas y periódicas de PUM en pacientes que tienen temblor (64). El tartamudeo también puede estar asociado con una actividad EMG similar a un temblor (65). Existe una escasez de estudios en la literatura que evalúen la función laríngea con EMG en pacientes con temblor de voz.

- 4- Patrón miógeno: Los PUM miopáticos se caracterizan por su duración disminuida o normal, amplitud disminuida y morfología muy polifásica. Se debe a la degeneración de las fibras musculares, que origina que las unidades motoras sean de menor tamaño con un menor número de las fibras musculares.

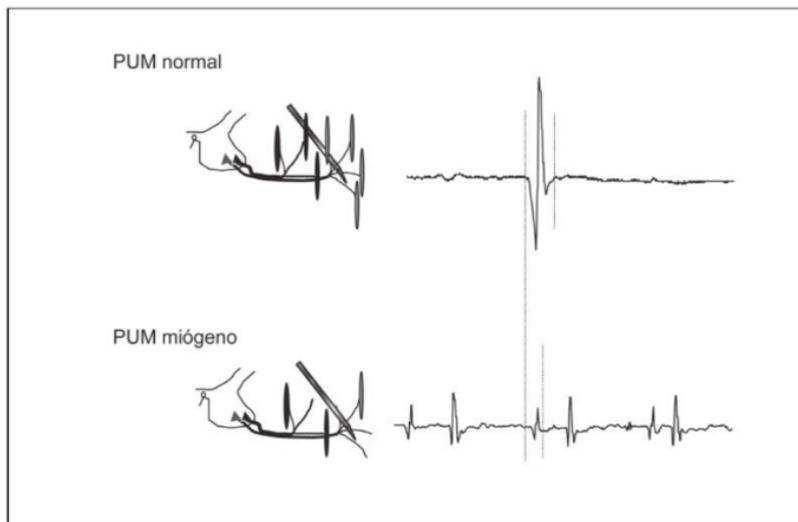


Fig. 37: Potencial de unidad motora normal y miógeno (22)

El patrón de reclutamiento miógeno, en la contracción máxima, presenta un reclutamiento disminuido, y una elevada incidencia de potenciales polifásicos, de duración y amplitud disminuidos. En los neurogramas, la velocidad de conducción nerviosa y sensitiva es normal. Estas características aparecen en los músculos en los que predominan la debilidad y atrofia. Incluso en un mismo músculo pueden presentarse áreas indemnes y áreas con intensa afectación. Ello supone que el estudio de una miopatía es un proceso que comporta un grado elevado de minuciosidad, con análisis de múltiples músculos y en múltiples localizaciones en el mismo músculo.

#### 4. Forma de la onda

La morfología de la onda del potencial de la unidad motora proporciona información sobre la probabilidad de recuperación. Después de la lesión, el nervio sufre un proceso de denervación seguido de regeneración. El período de tiempo que ocurren la denervación y la regeneración puede variar de una situación a otra y puede durar períodos de semanas a meses cada uno. Se desconoce qué determina el grado de denervación o regeneración en cualquier nervio dado. Durante la denervación, no hay entrada neural en el músculo y, por lo tanto, se producen formas de onda anormales. Las morfologías de PUM anormales se producen durante el período de regeneración.

Durante las primeras fases de la regeneración, los nervios diminutos comienzan a inervar los músculos que se han atrofiado durante el período de denervación. Al principio del crecimiento, el aislamiento de mielina del nervio está disminuido. La combinación de nervios minúsculos, mínimamente aislados y fibras musculares débiles produce potenciales de unidad motora que tienen amplitudes pequeñas, duraciones largas y formas polifásicas en la EMG. Estas formas de onda se denominan unidades nacientes; implican la presencia de una lesión nerviosa reciente. A medida que avanza la regeneración, los nervios se vuelven más saludables y mejor aislados por la restauración de sus vainas de mielina, y las fibras musculares se vuelven más fuertes y ganan más masa. No todas las fibras nerviosas se regeneran. Las neuronas que se regeneran se ramifican más que antes de la lesión para inervar la mayor cantidad posible de fibras musculares denervadas. Los potenciales de la unidad motora que se producen como resultado de esta regeneración en curso tienen mayores amplitudes de lo normal (debido al mayor número de fibras musculares en la unidad motora), son polifásicos (debido a cambios en los potenciales de la membrana muscular) y tienen una duración prolongada (debido a que la vaina de mielina todavía no ha completado su restauración y en la velocidad de conducción nerviosa aumenta). Estos potenciales de unidades motoras se describen como polifásicos e indican buen pronóstico de recuperación nerviosa.

Si el nervio no está lesionado y el músculo está dañado, la morfología del potencial de la unidad de motor es diferente. El nervio está intacto y funciona bien, por lo que la duración del potencial de la unidad motora es normal. Las cargas eléctricas en la

membrana muscular son anormales, lo que resulta en una forma polifásica. La amplitud, que refleja la disminución de la masa muscular y la fuerza de contracción, disminuye.

	Normal	Neurógeno	Miógeno
<b>Inserción</b>	Normal	Normal o disminuida*	Disminuida**
<b>Reposo</b>	Silencio	Fibrilaciones y positivos	Silencio***
<b>Potenciales de unidad motora</b>	Bifásicos o trifásicos	Polifásicos Aumento de duración y amplitud	Polifásicos Disminuidos de duración y amplitud
<b>Patrón de reclutamiento</b>	Interferencial	Intermediario, deficitario o nulo	Interferencial de bajo voltaje

\*Actividad de inserción disminuida o ausente en caso de fibrosis muscular.  
 \*\*Descargas miotónicas en algunas miopatías y distrofias miotónicas.  
 \*\*\*Fibrilaciones y positivos en algunas miopatías inflamatorias y distrofias musculares.

Tabla 3: Diferencias entre los tres patrones electromiográficos: normal, nuerógeno y miógeno (22)

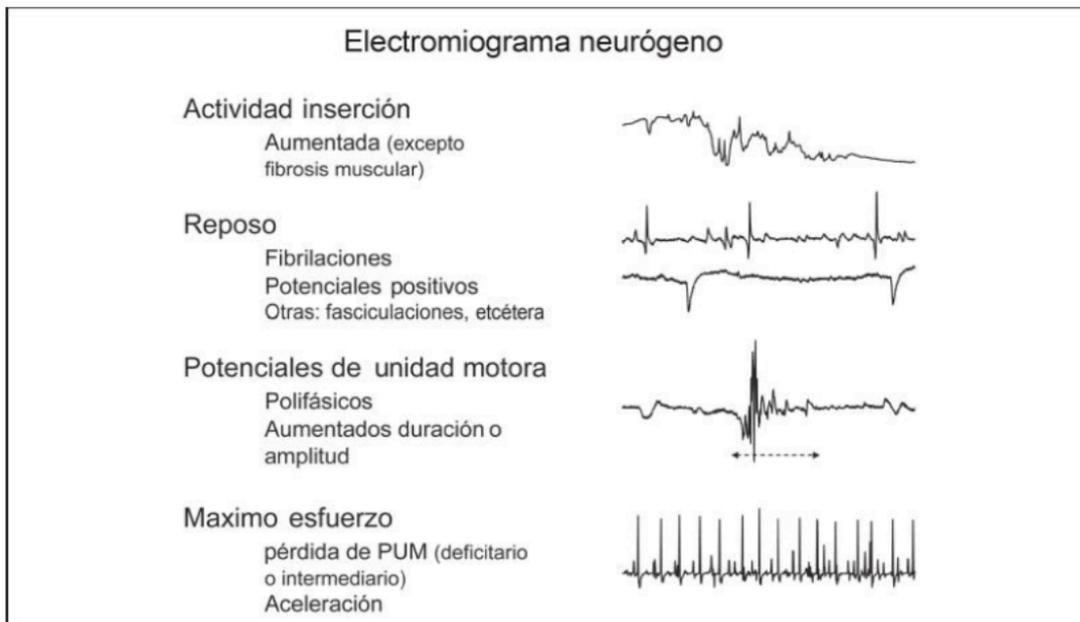


Fig. 38: Electromiograma de patología neurógena (22)

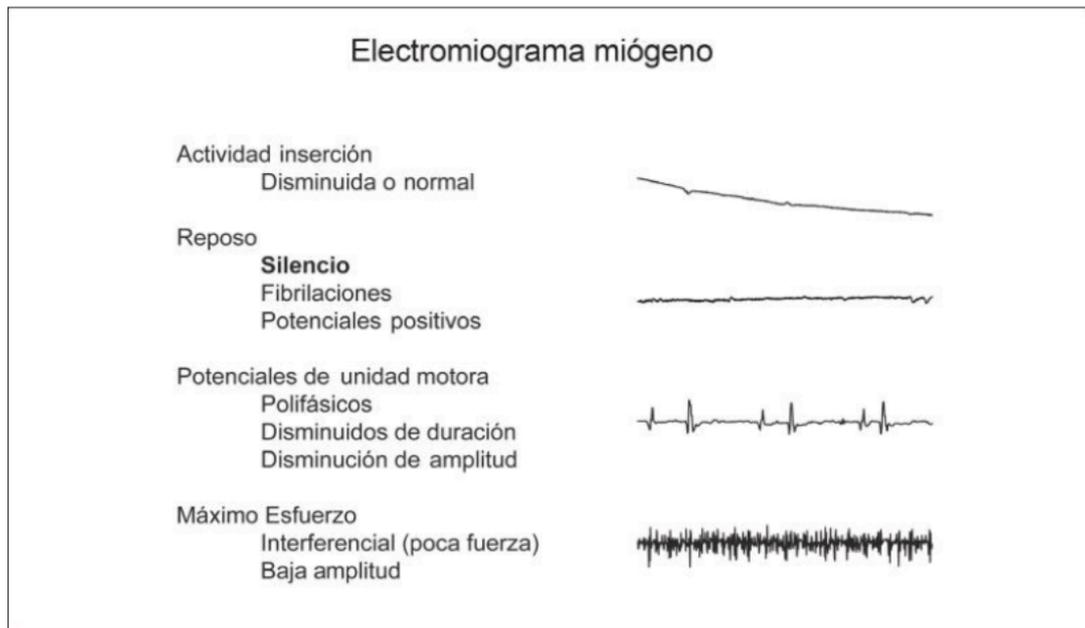


Fig. 39: Electromiograma de patología miógena (22)

Los hallazgos electromiográficos no son patognomónicos de ninguna entidad nosológica. Sin embargo, es posible catalogar el patrón de EMG en normal, neurógeno o miógeno. En más del 90% de los casos existe una concordancia entre los resultados de EMG y los derivados del análisis de la biopsia muscular (22). Como ya se ha comentado, estos patrones patológicos están descritos en músculos más voluminosos que los laríngeos y, aunque en la laringe hay muchos estudios a nivel de lesiones del nervio periférico, no los hay en lesiones nerviosas a otros niveles ni en los patrones miógenos.

### 3.3. Otras pruebas neurofisiológicas

#### 3.3.1. Electroneurograma (ENoG): medida de la velocidad de conducción nerviosa

El estudio de velocidades de conducción o electroneuronograma complementa la información obtenida por el EMG en el estudio de nervios periféricos motores y sensitivos. Permite confirmar lesiones del nervio periférico, y localizar topográficamente el nivel de la lesión y catalogarla en axonal o desmielinizante.

La técnica se basa en el estudio de la respuesta muscular al estimular en dos o más puntos el nervio que lo inerva. A partir de una intensidad de estimulación nerviosa, se generarán

potenciales en los músculos distales inervados por el nervio que se estimula. Los electrodos de registro se colocarán en el músculo distal inervado por el nervio que se quiere explorar. Se debe estimular el nervio al menos en dos puntos. La velocidad de conducción calculada será la del segmento del nervio delimitada por los puntos estimulados.

La velocidad de conducción normal se encuentra entre 40 y 65 m/s, valores que varían en función del nervio y del segmento estudiado. La velocidad puede también variar por la edad y la temperatura.

Una lesión nerviosa, especialmente desmielinizante, produce la disminución de la velocidad de conducción.

La clasificación de Seddon diferencia tres tipos de lesión nerviosa periférica (66):

- 1. Neuroapraxia:** desmielinización segmentaria por el traumatismo o la compresión. ENoG: bloqueo o retraso en la conducción nerviosa en el lugar de la lesión. No existen signos de denervación en el EMG en ningún momento de la evolución al no degenerar los axones. Los hallazgos se normalizan a los 4-8 semanas.
- 2. Axonotmesis:** degeneración de los axones que forman el nervio, pero se mantiene la continuidad de las vainas del tronco nervioso. Los hallazgos EMG y ENoG dependerán del tiempo de evolución. De las 2 a las 3 semanas se observan claros signos de denervación muscular caracterizada por la existencia de fibrilaciones y ondas positivas en situación de reposo en el EMG. Estos hallazgos permitirán diferenciarla de la neuroapraxia junto con la disminución de la velocidad en el registro ENoG. En caso de recuperación, los signos de denervación activa irán disminuyendo y el número de PUM aumentará durante la activación voluntaria.
- 3. Neurotmesis.** Se denomina a la falta de continuidad del nervio por lesión de la mielina, los axones y las vainas de tejido conjuntivo. Es el equivalente a la sección de un nervio.

Igual que en la axonotmesis, existen fibrilaciones y ondas positivas en situación de reposo en el EMG a las 2- 3 semanas, y en la primera semana de la lesión existe una ausencia de reclutamiento de unidades motoras. El músculo tenderá a la fibrosis y desaparecerá la actividad espontánea.

### 3.3.2. Estimulación nerviosa repetitiva para el estudio de trastornos de la placa motora

La placa neuromuscular es la responsable de la transducción del impulso nervioso conducido por una motoneurona a la fibra muscular. Esta traducción es electroquímica. Está constituida por el botón terminal de la fibra nerviosa, la hendidura sináptica y la placa terminal de la fibra muscular. La acetilcolina es el neurotransmisor.

Las enfermedades de la placa neuromuscular son poco frecuentes. Se manifiestan como debilidad y fatigabilidad, y pueden deberse tanto a alteraciones a nivel presináptico (síndrome de Eaton Lambert- la acetilcolina liberada desde la terminal nerviosa está disminuida) como postsináptico (miastenia gravis – descenso de la sensibilidad de la membrana postsináptica a la acetilcolina).

En la miastenia gravis (MG), la actividad de inserción es normal. No hay actividad espontánea anormal. Los patrones de reclutamiento e interferencia son normales.

La estimulación nerviosa repetida consiste en estimular de forma repetida a bajas y altas frecuencias un nervio que inerva un músculo sintomático, y se registra la actividad muscular con la EMG, los valores obtenidos suelen revelar una falta progresiva de aumento del reclutamiento con cada estimulación repeda. Si los valores obtenidos fueran normales, tendrían que estudiarse al menos 2 o más músculos, según las recomendaciones de la *American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine (AANEM)* (56).

En la miastenia gravis la afectación inicial suele ser más frecuente en la musculatura proximal (bíceps, deltoides, trapecio) y facial (región supraorbitaria, músculo platisma). La miastenia gravis puede ser una causa de disfonía intermitente y fatiga de la voz. Las manifestaciones laríngeas pueden ocurrir en el contexto de una MG sistémica, pero pueden ser el único signo de miastenia gravis (67).

Si el EMG con estimulación nerviosa repetida no proporciona un diagnóstico seguro o está contraindicada (en pacientes con marcapasos) se puede realizar el test de Tensilon o la electromiografía con electrodo de fibra única o aislada.

El Tensilon® (cloruro de edrophonium) es un anticolinesterasa que inhibe la acetilcolinesterasa en la unión neuromuscular, resultando una mayor exposición de acetilcolina en los receptores musculares de la placa motora. En músculos normales, esto tiene poco efecto sobre la actividad muscular. En los músculos con un número reducido de

receptores disponibles para la acetilcolina (como ocurre en la miastenia) da como resultado una mayor contracción muscular. Puede aparecer una reacción colinérgica después de la inyección de Tensilon: fasciculaciones del músculo esquelético, aumento de la debilidad muscular, bradicardia y efectos secundarios muscarínicos. Está contraindicada en pacientes con problemas urinarios o intestinales obstructivos, o en aquellos con hipersensibilidad a los agentes anticolinesterasa. Se debe tener precaución, especialmente en pacientes con asma bronquial o arritmias cardíacas. Debe estar disponible en todo momento una jeringa que contenga 1 mg de sulfato de atropina para el rescate de emergencia.

### 3.3.3. Ampliación del diagnóstico de la EMGL: estimulación eléctrica del músculo cricoaritenoides posterior

Para el diagnóstico diferencial de parálisis del nervio laríngeo recurrente (NLR) y otras causas de inmovilidad de las cuerdas vocales, por ejemplo, anquilosis o luxación de la articulación cricoaritenoides, se ha encontrado útil una combinación de electromiografía laríngea y estimulación eléctrica del músculo cricoaritenoides posterior (CAP) (único músculo abductor).

Para ello el CAP, se estimula eléctricamente a través de un electrodo de aguja certificado para electroestimulación. Los parámetros de estimulación deben establecerse en una duración de pulso de 0,3 a 0,5 ms, una amplitud de 2 a 3 mA, y una frecuencia entre 3 y 30 Hz. Se estimula mejor donde las ramas del nervio laríngeo recurrente llegan a las placas terminales motoras.

Debe realizarse una fibroscopia simultánea para detectar el efecto del estímulo eléctrico sobre el movimiento de las cuerdas vocales.

Se podrían utilizar también electrodos de superficie, pero son de más difícil colocación y la corriente de estimulación necesaria será mayor en comparación con la estimulación directa utilizando un electrodo de aguja, lo que provocará sensaciones potencialmente desagradables durante la estimulación.

También podría realizarse mediante endoscopia laríngea directa rígida bajo anestesia general sin relajación muscular.

### **3.4. Técnica de realización de la electromiografía con electrodo de aguja**

Para el análisis de los potenciales de acción de los músculos laríngeos los electrodos más comúnmente utilizados son los de aguja. Este procedimiento requiere de la cooperación activa del paciente, se solicita su consentimiento verbal y según algunos centros, el consentimiento escrito.

Un examen detallado de la cabeza y el cuello, que incluya una laringoscopia indirecta, fibroendoscopia y / o videoestroboscopia previa a la EMGL, es importante para detallar si existe una anatomía alterada, operaciones previas o infecciones agudas, condiciones que potencialmente pueden dificultar la colocación de los electrodos. Si el paciente tiene una traqueotomía, generalmente es necesario retirar el tubo de traqueotomía para poder colocar la aguja. Si el paciente no tolera una extracción de la cánula durante la EMGL, un espéculo nasal puede mantener dilatado el orificio de la traqueotomía durante el examen.

Los trastornos hemorrágicos causados, por ejemplo, por coagulopatía, por tomar anticoagulantes como la warfarina o antiplaquetarios como el ácido acetilsalicílico son muy poco habituales, por lo que estas situaciones serían contraindicaciones relativas. Debido a las raras pero posibles complicaciones de compromiso de la vía respiratoria por edema o espasmo laríngeos en laringes con un espacio glótico disminuido como ocurre en las parálisis bilaterales de cuerdas vocales, se ha de disponer de un set de cricotirotomía en la consulta de exploración. Aunque en la laringe no se suelen realizar estudios de estimulación eléctrica, estarían contraindicados en pacientes con marcapasos sin una consulta cardiológica previa.

Habitualmente, la EMGL es realizada por un equipo médico formado por un otorrinolaringólogo y un neurólogo, el primero es el que pincha los músculos laríngeos y el segundo, interpreta el registro electromiográfico. Ambos han de contar con un bagaje de aprendizaje y experiencia, tanto en localizar los músculos con los electrodos como en conocer la electrofisiología específica de la laringe.

A continuación, describimos la técnica de inserción transcutánea de estos electrodos en cada músculo laríngeo.

#### 3.4.1. Técnica de introducción transcutánea del electrodo de aguja

La colocación de los electrodos es guiada inicialmente por palpación de los puntos de referencia en el cuello. Con la ecografía puede resultar más fácil guiar la aguja, pero de momento se utiliza poco. El *feedback* de las señales acústicas del altavoz y visuales de la pantalla del ordenador, ayudan a confirmar la correcta colocación del electrodo. El control visual con un fibroscopio laríngeo durante la realización de la EMGL es posible, pero raramente necesario, excepto para la inserción transluminal del electrodo en el músculo cricoaritenoides posterior.

Para la inserción transcutánea con una aguja, el paciente puede estar sentado o en decúbito supino, según las necesidades del paciente y la experiencia del examinador. Se pide al paciente que adopte una posición cómoda con la cabeza ligeramente hiperextendida. La colocación de un cojín debajo de los hombros favorece la hiperextensión si el paciente está en decúbito.

Los electrodos de aguja generan molestias al paciente al ser insertados, sin embargo, la mayoría de las veces es una exploración bien tolerada. Dependiendo de las preferencias del explorador, se puede utilizar anestésico local en los puntos de inserción de los electrodos, deben evitarse las inyecciones excesivas para no desvirtuar la palpación de los puntos de referencia para la inserción de la aguja. También puede utilizarse anestesia tópica a nivel de faríngeo y laríngeo para disminuir el reflejo tusígeno.

Los electrodos son desechables para evitar los problemas de transmisión de enfermedades infecciosas.

En la literatura existen varios trabajos que describen de forma parecida la inserción de los electrodos, mencionaremos la guía de EMGL de la Sociedad Europea de Laringología (13) y la descripción que realiza Yin (68).

## 1. Músculo tiroaritenoso:

El espacio cricotiroideo o región de la membrana cricotiroidea es la referencia anatómica para la inserción de la aguja. Primero, la aguja perfora la piel en la línea media en dirección sagital y se colocará directamente debajo del borde inferior del cartílago tiroideo (N). En segundo lugar, la punta de la aguja se inclinará lateralmente ( $30^\circ$  de  $\Sigma$ ) y superior ( $15^\circ$  de  $\Omega$ ) y penetrará a través del ligamento cricotiroideo sin entrar en la vía aérea (*Fig. 40*) (13). También es posible colocar la punta de la aguja a unos 5 mm lateralmente de la línea media. En este caso, la aguja debe inclinarse  $20^\circ$  lateralmente y  $15^\circ$  superiormente. Dependiendo del grosor del cuello y del ángulo de entrada, se debe llegar al músculo tiroaritenoso después de empujar la aguja 15 mm a través del ligamento. La tos del paciente generalmente indica que ha penetrado en las vías respiratorias y está provocando irritación de la mucosa. Un estallido de ondas sinusoidales en la pantalla del ordenador también indica que la punta del electrodo ha entrado en las vías respiratorias. En ambos casos, la aguja debe retirarse hasta el ligamento cricotiroideo y reinsertarse más lateralmente.

La posición de la aguja se confirma pidiendo al paciente que diga / i: /, la actividad EMG aumenta de forma brusca y sostenible; también ayuda el contener la respiración, la actividad EMG aumenta de forma brusca y sostenible; la deglución provoca una parada glotis y activación tiroaritenosa breve; la inhalación y exhalación profundas, disminuyen la actividad del tiroaritenoso (*Tabla 4*) (13).

Usando un endoscopio de fibra óptica, moviendo la aguja dentro del músculo tiroaritenoso y observando el movimiento de las cuerdas vocales se puede confirmar la posición del electrodo. Este procedimiento puede hacer que el paciente trague o tosa.

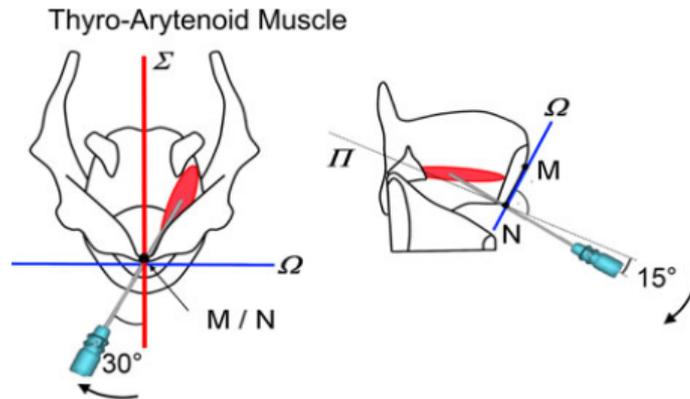


Fig. 40: EMG Inserción de electrodo de aguja en el músculo tiroaritenoido: *Izquierda*: vista frontosuperior, *derecha*: vista de la hemilaringe izquierda (13)

## 2. Músculo cricoaritenoido posterior (CAP):

Se puede acceder al CAP pasando una aguja a través de la membrana cricotiroidea, la vía aérea y el cartílago cricoides o girando la laringe manualmente y pasando el electrodo posteriormente a la lámina tiroidea (*Fig. 41*) (13). El abordaje lateral requiere una buena movilización de toda la laringe durante el procedimiento y puede ocasionar molestias al paciente. El abordaje de la línea media solo tiene éxito en cricoides no totalmente osificados. Sin embargo, incluso en pacientes de edad avanzada, el cartílago cricoides rara vez se osifica por completo. La inserción del electrodo demasiado craneal es una razón común de dificultades para localizar el CAP.

Para el abordaje de la línea media, nuevamente, la zona media del espacio cricotiroideo (N) es la referencia anatómica para la inserción de la aguja. La aguja perfora la piel y penetra el ligamento cricotiroideo en la línea media en dirección sagital ( $45^\circ$  por debajo de  $\Pi$ ). Un estallido de ondas sinusoidales en la pantalla del ordenador indica que la punta del electrodo vibra libremente en las vías respiratorias. Después de entrar en la vía respiratoria, la irritación de la mucosa puede hacer que el paciente tosa. Para evitar traumatismos al toser, se aconseja una breve interrupción sin movimiento de la aguja mientras el paciente respira lentamente para adaptarse a la sensación. Aproximadamente 5-10 mm lateral a la línea media (o  $15^\circ$  lateralmente desde  $\Sigma$ ), se penetra la mucosa posterior endolaríngea. Al girar

lentamente la aguja, se perfora la lámina del cartílago cricoides. Habiendo penetrado todo el cartílago, la punta de la aguja debe estar justo en el músculo CAP.

La posición correcta se confirma detectando un aumento de la actividad EMG durante la inhalación y una actividad EMG considerablemente más débil durante la deglución y la fonación del sonido /i:/. Si la aguja se coloca demasiado profunda, se registrará la actividad del músculo cricofaríngeo, se observará una fuerte actividad electromiográfica constante que disminuirá durante la deglución (*Tabla 4*) (13).

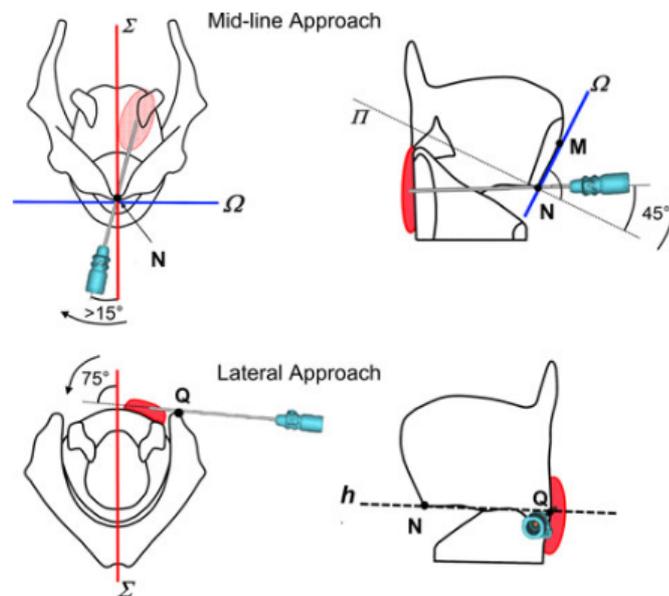


Fig. 41 EMG: Inserción de electrodo de aguja en el músculo cricoaritenoides posterior: *Fila superior*: inserción a través de la línea media, *izquierda*: vista frontosuperior, *derecha*: vista de la hemilaringe izquierda, *fila inferior*: inserción lateral, *izquierda*: vista superior, *derecha*: vista izquierda lateral (13)

### 3. Músculo cricotiroideo:

La membrana cricotiroidea (N) es la referencia anatómica para la inserción de la aguja. La aguja perfora la piel 5 mm lateral a la línea media del centro de la membrana cricotiroidea con un ángulo de alrededor de 50 ° con respecto a la línea media ( $\Sigma$ ) (*Fig. 42*) (13). Después de la inserción, la aguja debe moverse tangencialmente a la membrana cricotiroidea hasta entrar en el músculo después de 15-20 mm. Si no se

registra actividad, la aguja debe retirarse unos milímetros e insertar más lateralmente. Si la aguja se inserta demasiado lateral, la aguja se introducirá en el el músculo esternohioideo. Para confirmar la posición del electrodo, se le pide al paciente que pronuncie / i: / en un tono bajo y luego que suba un tono agudo, la actividad EMG aumentará de forma pronunciada (*Tablas 4*) (13). La actividad del músculo esternohioideo se puede evaluar elevando la cabeza.

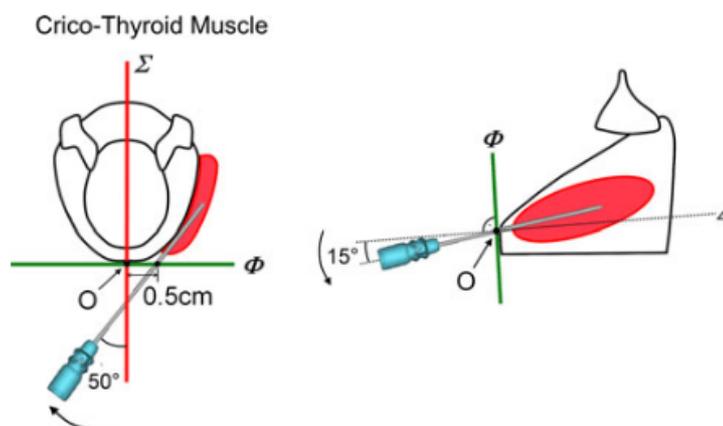


Fig. 42: EMG Inserción de electrodo de aguja en el músculo cricotiroides lateral: *Izquierda*: vista superior, *derecha*: vista lateral del cartílago cricoideo izquierdo (13)

#### 4. Músculo cricoaritenoides lateral:

La inserción de la aguja es la misma que para el músculo TA, visto desde el espacio cricotiroides, el TA y el CAL están casi en el mismo eje y en contacto directo entre sí en la parte posterior (*Fig. 43*) (13).

El paciente al fonar /i:/ existe un breve aumento inicial en la actividad EMG seguido de una disminución mientras sigue fonando. Durante la deglución se registra actividad máxima corta con disminución de la actividad al final de la deglución (*Tabla 4*) (13).

Aunque el CAL está más alejado de la membrana cricotiroides en comparación con el TA i que es más lateral en el tercio posterior, no siempre es posible diferenciar de forma fiable entre el TA y CAL; por este motivo hay profesionales que se refieren al complejo TA/CAL en el estudio electromiográfico y no a estos dos músculos por separado.

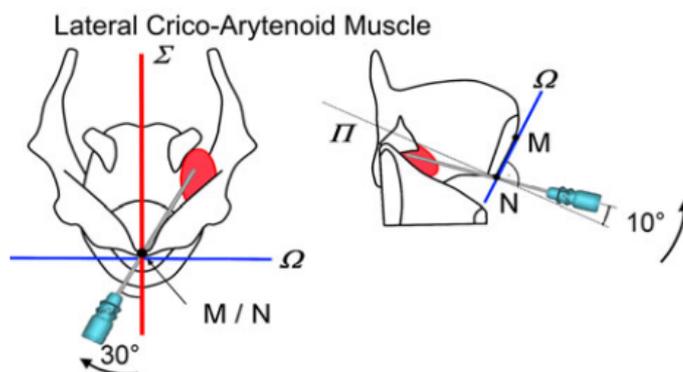


Fig. 43: EMG Inserción de electrodo de aguja en el músculo cricoaritenoides lateral: *Izquierda*: vista frontosuperior, *derecha*: vista de la hemilaringe izquierda (13)

### 5. Músculo interaritenoides:

Para localizar el músculo interaritenoides, se inserta el electrodo a través de la membrana cricotiroides hacia la luz de la vía respiratoria como se realiza para el CAP, pero la punta de la aguja no se inclina lateralmente, se mantiene recta y se angula hacia superior ( $12^\circ$  de  $\Omega$ ). Se llega a la mucosa de la parte posterior de la laringe y al atravesarla se inserta la aguja en el músculo interaritenoides (*fig. 44*) (13).

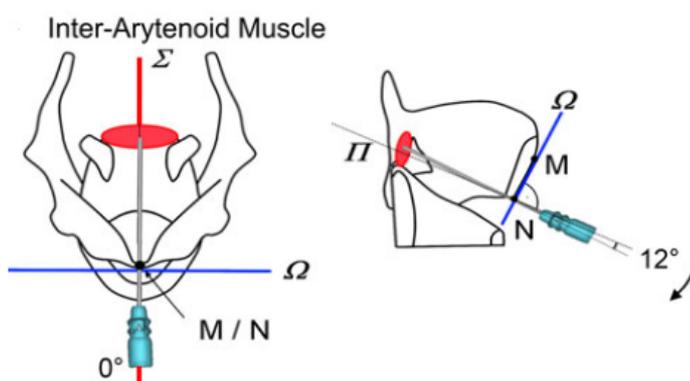


Fig. 44: EMG Inserción de electrodo de aguja en el músculo interaritenoides: *Izquierda*: vista frontosuperior, *derecha*: vista de la hemilaringe izquierda (13)

Muscle	Physiological reaction/identification features
Thyroarytenoid (TA)	<p>Patient phonates /i:/: a sudden sustained increase in EMG activity while phonating</p> <p>Forced sniffing inspiration: decrease in EMG activity</p> <p>Swallowing: during swallowing, short maximal activity with decrease in activity at the end of the swallowing</p>
Posterior cricoarytenoid (PCA)	<p>Forced sniffing inspiration: increase in EMG activity</p> <p>Patient phonates /i:/: a decrease in EMG activity while phonating</p> <p>Swallowing: during swallowing, short maximal activity with decrease in activity at the end of the swallowing</p>
Lateral cricoarytenoid (LCA)	<p>Patient phonates /i:/: a short initial increase in EMG activity followed by a decrease while phonating</p> <p>Swallowing: during swallowing short maximal activity with decrease in activity at the end of the swallowing</p>
Cricothyroid (CT)	<p>Patient phonates a low note on /i:/ and then increases pitch: with increasing pitch, the interference patterns become dense</p>
Cricopharyngeal part of inferior pharyngeal constrictor	<p>Constant resting tone; during swallowing decrease in activity; no respiration-dependent activity</p>

Tabla 4: Identificación de los músculos laríngeos (13)

### 3.4.2. Tabla de recogida de datos e interpretación del EMGL

La tabla de recogida de los resultados de la EMGL que se expone es la propuesta en la Guía de EMGL de la Sociedad Europea de Laringología (ELS) (*Tabla 5*) (13). En ella quedan reflejados los cuatro parámetros que se valoran de la actividad eléctrica muscular: actividad de inserción, actividad en reposo, actividad voluntaria y morfología del PUM.

- 1- Actividad de inserción: Actividad eléctrica justo en el momento de introducir la aguja en la fibra muscular. En un músculo completamente relajado normalmente dura menos de 300 ms. En comparación con la mayoría de los músculos esqueléticos, en los que el silencio eléctrico puede observarse durante la relajación, es imposible la relajación completa de los músculos laríngeos. Lo que dificulta la

interpretación de la actividad eléctrica durante la inserción de la aguja y dificulta detectar actividad espontánea patológica (69).

La actividad durante la inserción en los músculos laríngeos según la ELS (*Tabla 5*) (13) se clasifica como:

1. No actividad.
  2. Actividad normal (<300 ms).
  3. Actividad aumentada.
  4. Actividad aumentada de forma importante.
- 2- Actividad espontánea: Incluye potenciales de fibrilación, ondas agudas positivas, descargas repetitivas complejas, fasciculaciones. Sin embargo, como los músculos laríngeos no llegan a una relajación completa, esta actividad puede ser difícil de valorar.

La actividad espontánea en los músculos laríngeos según la ELS (*Tabla 5*) (13) se clasifica como:

1. Actividad espontánea patológica no reproducible (detectada tan solo en una localización).
  2. Actividad espontánea patológica menor (detectable en varias localizaciones).
  3. Actividad espontánea patológica moderada (detectable en múltiples localizaciones o de larga duración en un solo lugar).
  4. Actividad espontánea patológica densa (detectable en múltiples localizaciones y de larga duración, toda la pantalla del ordenador se rellena de registros de actividad eléctrica).
- 3- Actividad voluntaria: Se valora el reclutamiento de PUM al fonar.

La actividad voluntaria en los músculos laríngeos según la ELS (*Tabla 5*) (13) se clasifica como:

1. Sin actividad.
2. Patrón de reclutamiento disminuido severamente o fibra única.
3. Patrón de reclutamiento disminuido moderadamente.
4. Patrón de reclutamiento disminuido ligeramente.
5. Patrón de reclutamiento normal/denso.

4- Morfología de las ondas: La forma, la amplitud y la duración de los PUM. El PUM normal tiene una amplitud de unos 200-500 mV, una duración de 5-6 ms y una morfología bi- o trifásica.

La morfología de la onda en los músculos laríngeos según la ELS (*Tabla 5*) (13) se clasifica como:

1. Potencial normal de la unidad motora bifásica.
2. Potenciales de reinervación tempranos (a veces polifásicos) con baja amplitud y larga duración.
3. Potencial de reinervación polifásico gigante con alta amplitud y larga duración.
4. Potenciales polifásicos miogénicos con baja amplitud pero duración normal.

		TA		PCA		CT	
		Right	Left	Right	Left	Right	Left
	<b>Insertion activity</b>						
1.	No activity						
2.	Normal activity (<300 ms)						
3.	Increased activity						
4.	Highly increased activity						
	<b>Spontaneous activity</b>						
1.	No reproducible pathologic spontaneous activity						
2.	Little pathologic spontaneous activity						
3.	Moderate pathologic spontaneous activity						
4.	Dense pathologic spontaneous activity						
	<b>Volitional activity</b>						
1.	No activity						
2.	Single fiber pattern						
3.	Moderately decreased recruitment pattern						
4.	Mildly decreased recruitment pattern						
5.	Normal/dense recruitment pattern						
	<b>Morphology of waveform</b>						
1.	Normal biphasic motor unit potential						
2.	Early polyphasic reinnervation potentials with low amplitude and long duration						
3.	Giant polyphasic reinnervation potentials with high amplitude and long duration						
4.	Myogenic polyphasic potentials with low amplitude but normal duration						

Tabla 5: Tabla de recogida de datos de la EMGL (13)

### 3.4.3. Valoración de las sincinesias laríngeas

Las sincinesias son el resultado de una inervación anómala que puede tener lugar durante el proceso de reinervación después de la parálisis de una cuerda vocal, de forma que pueden aparecer axones regenerados de la rama nerviosa del cricoaritennoideo posterior que se dirijan a fibras musculares del tiroaritennoideo. Esto ocasiona una contracción más o menos importante del tiroaritennoideo al realizarse una acción antagónica.

En el músculo tiroaritennoideo, la maniobra agonista es la fonación y las antagonistas son la inspiración forzada y la expiración profunda. En el músculo cricoaritennoideo posterior, la maniobra agonista es la inspiración forzada y las antagonistas son la fonación sostenida y la parada glótica, por ejemplo, durante la deglución.

La Guía de la ELS hace una clasificación cualitativa de las sincinesias en: poca, moderada, fuerte y muy fuerte (*Tabla 6*) (13). Puede resultar difícil su valoración porque los músculos aductores y el cricotiroido están normalmente activos durante la fase de la respiración y durante el cierre, y durante el habla y no habla. El músculo cricoaritennoideo posterior normalmente está activo durante la fonación de tono alto.

Maneuver	TA	PCA
<b>Phonation</b>	Physiological activity	Synkinetic activity
		few <input type="checkbox"/> moderate <input type="checkbox"/> strong <input type="checkbox"/> very strong <input type="checkbox"/>
<b>Glottal stop</b>	Physiological activity	Synkinetic activity
		few <input type="checkbox"/> moderate <input type="checkbox"/> strong <input type="checkbox"/> very strong <input type="checkbox"/>
<b>Forced sniffing inspiration</b>	Synkinetic activity	Physiological activity
	few <input type="checkbox"/> moderate <input type="checkbox"/> strong <input type="checkbox"/> very strong <input type="checkbox"/>	
<b>During deep expiration</b>	Synkinetic activity	Physiological activity
	few <input type="checkbox"/> moderate <input type="checkbox"/> strong <input type="checkbox"/> very strong <input type="checkbox"/>	

Tabla 6: Tabla de recogida de datos de la EMGL en el estudio de las sincinesias (13)

### 3.5. Consentimiento informado:

La Sociedad Española de ORL ha consensuado un consentimiento informado para realizar la EMGL (*Anexo 3*), y otro para la infiltración de toxina botulínica (*Anexo 4*); los aspectos más relevantes podrían resumirse en:

1. La finalidad de la prueba: “el estudio de la movilidad de diferentes músculos laríngeos” o la infiltración de alguna sustancia intramuscular en la laringe.
2. Aunque las consecuencias negativas son muy poco frecuentes en la EMGL, podrían aparecer: un espasmo laríngeo durante la realización de la prueba (sobre todo en pacientes con antecedentes de hiperreactividad laríngea y/o asma), que suponga la suspensión de la exploración y tomar las medidas necesarias para la recuperación de este episodio. Otras consecuencias posibles menos importantes y normalmente de poca entidad serían: el hematoma subcutáneo en la zona de punción, el hematoma en la cuerda vocal o parte de la laringe explorada, el esputo hemoptoico, las molestias cervicales en la zona de punción, las variaciones en el tono de la voz el día que se realiza la prueba.
3. La inyección con toxina botulínica no es un tratamiento definitivo sino sólo un tratamiento sintomático y temporal del trastorno de la voz ocasionado por la distonía espasmódica. Tras la inyección puede persistir la disfonía o, en otros casos, aparecer otras formas de disfonía diferentes. Es posible que aparezca disfagia u odinofagia, excepcionalmente, disnea y sensación de falta de aire que incluso pueda requerir la realización de una traqueotomía. Cabe la posibilidad de que se produzcan reacciones alérgicas frente a la toxina botulínica que, generalmente, son poco intensas.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**



La hipótesis de trabajo es que la EMGL es una prueba útil que puede realizar el ORL y el Neurofisiólogo en la consulta externa hospitalaria o ambulatoria. La EMGL aporta información diagnóstica y pronóstica en los pacientes con parálisis de las cuerdas vocales, y ayuda a la localización precisa de los músculos laríngeos en el tratamiento con infiltración de toxina botulínica en los casos de distonía laríngea.

## **OBJETIVOS**

1. Analizar los resultados de la EMGL en los pacientes con parálisis de cuerdas vocales y con disfonía de difícil diagnóstico para valorar la precisión diagnóstica de la prueba.
2. Analizar los resultados de la EMGL en los pacientes con parálisis de cuerdas vocales y con disfonía de difícil diagnóstico para valorar la precisión pronóstica de la prueba.
3. Analizar qué relación existe entre los parámetros de la EMGL: actividad de inserción, actividad en reposo, reclutamiento y morfología de la onda, y la capacidad pronóstica de la EMGL.
4. Analizar qué relación existe entre el tiempo en que se realiza la EMGL desde el inicio de los síntomas y la capacidad pronóstica de la EMGL.
5. Analizar si la EMGL ha sido útil para localizar el músculo tiroaritenoides e infiltrar toxina botulínica.
6. Describir si la EMGL es bien tolerada por los pacientes y una prueba segura.
7. Conocer la opinión de profesionales que realizan EMGL en relación a la precisión diagnóstica y pronóstica de la prueba.
8. Conocer la opinión de profesionales que realizan EMGL en relación a la tolerancia del paciente a la prueba.

9. Conocer la opinión de profesionales que realizan EMGL en relación a las dificultades de la técnica.
  
10. Conocer la opinión de profesionales que realizan EMGL en relación a la incorporación de la EMGL cuantitativa.

## **MATERIAL Y MÉTODO**



## **1. Material y método del trabajo de investigación sobre la EMGL cómo herramienta diagnóstica, pronóstica y utilizada para la inyección de toxina botulínica en la muestra de pacientes**

La exploración de EMGL se realizó conjuntamente por una otorrinolaringóloga y una neurofisióloga en la consulta externa del Hospital Moisès Broggi. Se recogieron todos los EMGL realizados durante el periodo comprendido entre 2011 y 2020. Fueron 109 pacientes mayores de 17 años, derivados a la consulta de ORL del hospital procedentes de la consulta ambulatoria de especialistas ORL del área, consulta de neurología del hospital (Unidad de Trastornos del Movimiento) y servicios de ORL y foniatría de otros centros sanitarios.

Este apartado se divide en las siguientes secciones:

1. Criterios de inclusión y exclusión.
2. Muestra de pacientes.
3. Equipamiento e instrumental
4. Preparación del paciente y técnica.
5. Definición de los parámetros de la EMGL, la clasificación diagnóstica y la clasificación pronóstica.
6. EMGL para infiltrar toxina botulínica.
7. Tolerancia del paciente a la EMGL.
8. Análisis estadístico.

### **1.1. Criterios de inclusión y de exclusión**

Los criterios de inclusión fueron:

- Presentar parálisis o paresia de una o de las dos cuerdas vocales diagnosticada con la videofibroscopia laríngea.
- Presentar un trastorno de voz no justificado; la exploración con videofibroscopio aparentemente es normal.

- Presentar distonía laríngea con la posibilidad de infiltrar toxina botulínica.
- Pacientes que están de acuerdo con realizar la electromiografía laríngea y son colaboradores.

Los criterios de exclusión fueron:

- Presentar inmovilidad de una o de las dos cuerdas vocales de causa no relacionada con una lesión neurológica.
- Pacientes en tratamiento con anticoagulantes e INR >2.
- Pacientes que no aceptan el procedimiento de electromiografía o no son colaboradores.
- Pacientes que no toleran la prueba una vez iniciada y no permiten valorar ningún músculo laríngeo.

## **1.2. Muestra de pacientes**

Se incluyeron en el estudio 109 pacientes, 36 hombres y 73 mujeres. La edad oscilaba entre 17 y 82 años, el promedio fue de 56 años.

Según la finalidad con la que se programaba la EMGL, se crearon dos grupos: uno de 95 pacientes que realizaron una EMGL diagnóstica-pronóstica, y otro de 14 pacientes para los que la EMGL ayudó a guiar la infiltración de toxina botulínica. En total se hicieron 136 EMGL; 6 pacientes de los 95 repitieron la EMGL a los 6 meses para valorar la evolución, y 12 pacientes de los 14, repitieron varias veces el tratamiento de toxina botulínica. No se siguió ningún criterio de decisión para repetir la EMGL.

Se valoraron las siguientes variables: tiempo de inicio de la disfonía, síntomas acompañantes de disnea y disfagia, causa relacionada con la disfonía, comorbilidades,

videofibroscofia previa a la EMGL, tratamiento, videofibroscofia al año de realizada la EMGL.

**Tiempo de inicio.** El tiempo de inicio se definió como el tiempo transcurrido entre el inicio de los síntomas (la disfonía) y la realización de la EMGL. Se incluyeron tan solo las EMGL que se realizaron con finalidad diagnóstica-pronóstica. Se consideraron tres márgenes temporales: de 4 semanas a 6 meses, de 6 meses a 12 meses y más de 12 meses. Se descartó el margen temporal entre las 2 y 4 semanas porque no se incluyó ningún paciente.

Para analizar la relación entre el tiempo y la precisión pronóstica, se agruparon las cuerdas vocales en dos grupos: aquellas en las que la EMGL se realizó en los 6 primeros meses, y las que la EMGL se realizó después de los seis meses.

En número de cuerdas vocales de cada grupo se explica en el apartado de “Resultados de la EMGL”.

**Síntomas acompañantes de disnea y disfagia.** Analizamos en los 109 pacientes los síntomas de disnea y disfagia que aparecían al mismo tiempo que la disfonía.

Encontramos que 25 pacientes referían una **disfagia leve**, y dos presentaban disfagia leve y disnea a grandes esfuerzos. De estos 25 pacientes, 13 eran mujeres y 12 eran hombres. La edad de grupo oscilaba entre los 33 y 82 años.

En las videofibroskopias realizadas, 21 pacientes presentaban parálisis unilateral de cuerda vocal, 1 paciente parálisis bilateral de las cuerdas vocales, 1 paciente disfonía espasmódica o temblor, y 1 paciente movimiento paradójico de las cuerdas vocales.

Respecto al síntoma de **disnea**, 13 pacientes manifestaron disnea, 4 pacientes a grandes esfuerzos o moderados, y 9 pacientes a pequeños esfuerzos.

Los 9 pacientes con disnea a pequeños esfuerzos requirieron una traqueostomía. En el momento de hacer la EMGL, 4 pacientes tenían la traqueotomía cerrada, y 5 de ellos, abierta. Al año de la EMGL, se cerraron todas las traqueotomías menos una. A dos pacientes se les cerró la traqueotomía tras una cirugía de cordotomía y otro una cirugía de

Lichtenberger. En dos pacientes se recuperó la movilidad de una de las cuerdas vocales y fue suficiente para mejorar la respiración. El paciente al que no se le pudo cerrar la traqueotomía tenía una estenosis glótica de causa idiopática.

**Causa relacionada con la disfonía.** En los 109 pacientes estudiados la causa de la disfonía en 14 pacientes fue la distonía o temblor laríngeo. En los 95 pacientes que no presentaban distonía, las causas que relacionamos con la disfonía las clasificamos en tres bloques:

1. Cirugía de tiroides, se incluyeron también la cirugía de paratiroides.
  
2. Intubación orotraqueal (IOT), en este bloque se agruparon tres situaciones diferentes:
  - a. IOT prolongadas (más de 7 días) en pacientes críticos.
  - b. IOT para intervenciones quirúrgicas en las que el nervio laríngeo puede estar implicado en el campo quirúrgico: esternotomía, esofagectomía, endarterectomía carotídea, cirugía de abscesos cervicales, colocación de marcapasos.
  - c. IOT para intervenciones quirúrgicas que no implicaban a los nervios laríngeos en el campo quirúrgico, por ejemplo, la colecistectomía.
  
3. Otras causas: Cuadros infeccioso respiratorio, AVC, traumatismo laríngeo, idiopática. Como causa idiopática incluimos un latigazo cervical y un estiramiento de columna cervical (*Tabla 7*).

Causa de la disfonía					N
	Cirugía tiroides	IOT	Otras causas	Distonia	
N pacientes	43	16	36	14	109

Tabla 7: número de pacientes según la causa de disfonía

Las causas concretas de los 95 pacientes sin distonía fueron: 41 tiroidectomías, 2 paratiroidectomías, 2 cirugías de absceso cervical, 2 cirugías cardíacas, 3 cirugías de endarterectomía carotídea, 1 cirugía de esofagectomía, 2 cirugías de colecistectomía, 1

cirugía de colocación de marcapasos, 5 intubaciones orotraqueales prolongadas, 3 enfermedades autoinmunes, 3 accidentes de tráfico, 1 estiramiento cervical, 3 accidentes vasculares cerebrales, 2 metástasis en mediastino, 8 infecciones de la vía respiratoria y 16 causas idiopáticas.

**Comorbilidades asociadas con neuritis.** Como comorbilidades en los 95 pacientes que no presentaban distonía, contemplamos la diabetes mellitus y la vasculitis por asociarse a mononeuropatías no traumáticas (69).

Entre estos pacientes, había tres pacientes diabéticos, y tres pacientes con enfermedades autoinmunes (polineuropatía sensitiva más síndrome de Sjögren, Enfermedad de Churg-Strauss, Enfermedad de Parsonage Turner). Los seis presentaban parálisis de cuerdas vocales.

**Videofibroscoopia previa a la EMGL.** La exploración que utilizamos para decidir la indicación de la EMGL es la VFS flexible con luz fría. Se utilizó un videofibroscopio Olympus CV170-VH.

La VFS se realizó una semana antes que la EMGL o el mismo día. Para valorar la movilidad de las cuerdas vocales, en primer lugar, se observaba la laringe sin fonar, mientras el paciente respiraba; permitía evaluar el tono y la posición de las cuerdas, así como la eventual presencia de movimientos paradójicos. La tarea fonatoria más útil es vocalizar de forma repetida la palabra “ji” separada por inhalaciones rápidas.

Se comprobó que no existieran estenosis glóticas posteriores ni estenosis subglóticas: se descartaron cicatrices o granulomas interaritenoides y en la comisura posterior de la glotis, cicatrices que fijaran la articulación cricoaritenoides o que estenosaran la subglotis. En los casos dudosos, se podía ampliar la exploración con una TC o RM laríngea y/o una laringoscopia directa en el quirófano. En nuestra serie hubo tres pacientes con estenosis glótica. En ningún caso creímos necesaria la ampliación de la exploración.

La parálisis de la cuerda vocal se diagnosticó si no había movimiento o había un movimiento mínimo de la cuerda vocal durante esta exploración. Los pacientes con una

movilidad reducida en aducción y/o abducción que clasificaríamos como paresia, los incluimos también en el grupo de pacientes con parálisis de cuerda.

En el caso de los movimientos espontáneos como la distonía y el temblor, el diagnóstico acústico es importante. La VFS ayuda a confirmar la sospecha de movimientos distónicos y temblor.

La clasificación que se establecía con la VFS antes y después de la EMGL era (Tablas 8, 9):

1. Parálisis cuerda vocal derecha (CVD).
2. Parálisis cuerda vocal izquierda (CVI).
3. Parálisis bilateral de cuerdas.
4. Normal, en este grupo se incluyen las disfonías de difícil diagnóstico porque aparentemente la VFS es normal; se incluyen también a los pacientes en los que se observa un movimiento paradójico.
5. Distonía.

<b>Videofibroscopia pre EMGL</b>				
	Parálisis CV	Normal	Distonia	N
N pacientes	82	13	14	109

Tabla 8: clasificación de los pacientes según la videofibroscopia previa a la EMGL

<b>Videofibroscopia pre EMGL</b>				
N pacientes con parálisis	Parálisis CVD	Parálisis CVI	Parálisis bilateral	N
	24	47	11	82

Tabla 9: clasificación de los pacientes con parálisis de cuerda vocal según la videofibroscopia previa a la EMGL

En las siguientes tabla 10 y gráfico 1, indicamos la relación entre el resultado de la VFS y la edad de los pacientes.

VFS pre EMGL	Rango	Edad media	DE	N
Parálisis	17 - 85	54	14,6	82
Distonía-temblor	29 - 82	62	12,8	14
Normal	44 - 78	62	11,6	13
Total	17 - 85	56,9	14,6	109

Tabla 10: edad de los pacientes según la clasificación de la videofibroscopia pre EMGL

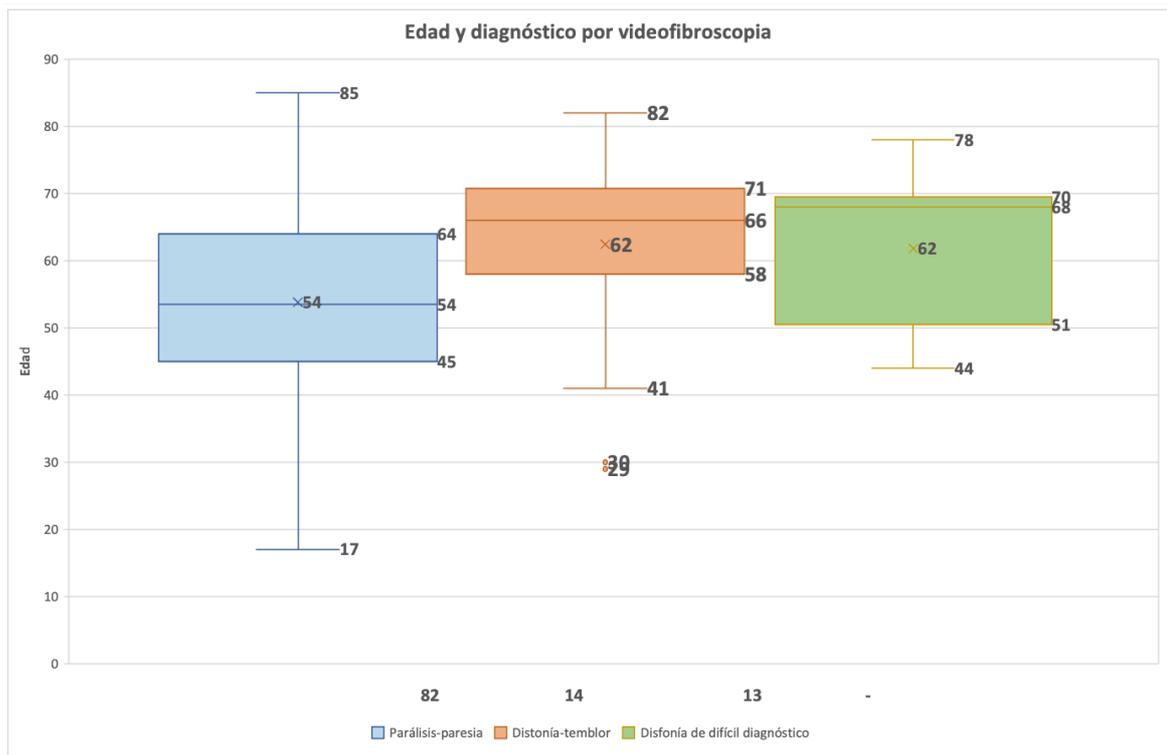


Gráfico 1: edad de los pacientes según la clasificación de la videofibroscopia pre EMGL

En las siguientes tabla 11 y gráfico 2, indicamos la relación entre el resultado de la VFS y el sexo de los pacientes.

VFS EMGL pre	Mujeres	Hombres	Total
Parálisis	52	30	82
Distonía	13	1	14
Normal	8	5	13
N pacientes	73	36	109

Tabla 5: sexo de los pacientes según la clasificación de la videofibroscopia pre EMGL

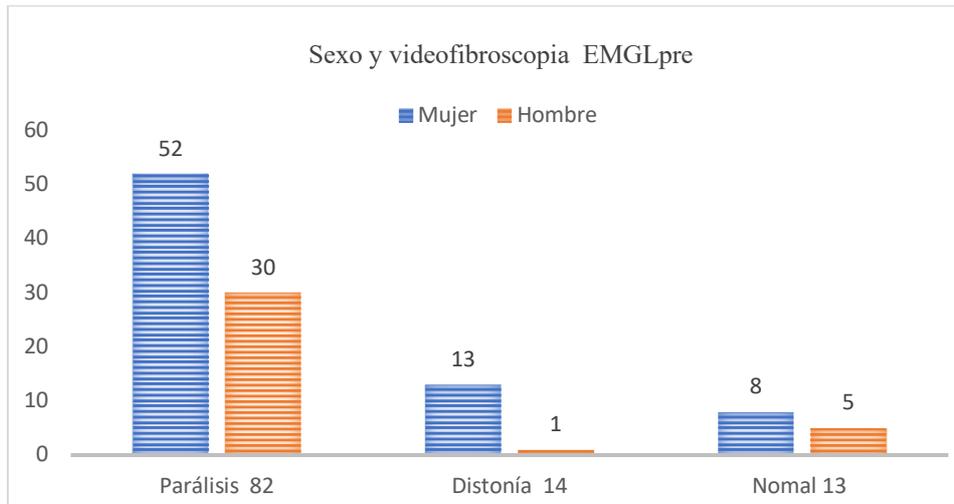


Gráfico 2: sexo de los pacientes según la clasificación de la videofibroscofia pre EMGL

En la exploración física también incluimos la inspección externa del cuello, ya que permite valorar si existen cicatrices, rigidez y traqueotomía que dificulten la entrada de los electrodos desde la superficie cutánea.

El estudio previo a la EMGL puede ser más extenso y puede incluir: estroboscopia laríngea, valoración subjetiva del Índice de Incapacidad Vocal (VHI), valoración psicoacústica con la escala GRABS, valoración aerodinámica con el Tiempo Máximo de Fonación y análisis acústico de la voz. En este trabajo no están incluidos.

**Tratamiento entre EMGL y videofibroscofia al año.** En nuestra serie de pacientes, todos los pacientes fueron remitidos a rehabilitación logopédica.

Respecto a tratamientos invasivos para mejorar la fonación, no tenemos establecido un algoritmo de tratamiento estricto, se amolda fundamentalmente a las necesidades vocales y preferencias del paciente. Por lo general, si los requerimientos vocales son importantes, el tiempo de parálisis es inferior a 12 meses, y la EMGL con diagnóstico de afectación neurológica moderada o severa, aconsejamos la laringoplastia con infiltración de grasa. Si los requerimientos vocales son importantes, el tiempo de parálisis superior a 12 meses y la

EMGL con diagnóstico de afectación neurológica severa, aconsejamos un tratamiento más definitivo como la laringoplastia de medialización.

En los casos que se asocia disnea, el tratamiento también se adapta a las necesidades y preferencias del paciente.

En nuestra serie de pacientes con parálisis de cuerda vocal, realizamos 18 laringoplastias con infiltración de grasa, una cordotomía posterior y una intervención de Lichtenberger.

**Videofibroscofia al año del EMG.** La VFS se repite al año de la EMGL diagnóstica-pronóstica. Esta exploración es nuestra medida *Gold* estándar para valorar la capacidad pronóstica de la EMGL.

Se realiza la misma clasificación expuesta anteriormente en la VFS previa a la EMGL sin incluir a los pacientes con distonía:

1. Parálisis cuerda vocal derecha (CVD).
2. Parálisis cuerda vocal izquierda (CVI).
3. Parálisis bilateral de cuerdas.
4. Normal.

En número de cuerdas vocales de cada grupo se explica en el apartado de resultados.

### **1.3. Equipamiento e instrumental de la EMGL**

Los registros de EMGL se realizaron con un equipo de pruebas neurofisiológicas Natus Neurology (EE. UU) modelo Viking™ UltraPro S100 (*Figura 45*) con amplificador de cuatro canales diferenciales, nivel de ruido 0.4µV RMS (2Hz-10kHz), rechazo a > 160dB, CMRR > 124dB; filtro bajo programable de 0.01 Hz a 3kHz y filtro alto programable de 20 Hz a 20kHz; sensibilidad en pantalla: 0.05µV/Div – 20mV/Div; velocidad de barrido: 0.2ms/Div – 12s/Div; sistema operativo y software ofimático: Microsoft Windows 10, Office con Word, Excel y Power Point, Software EMG Synergy o Viking; seguridad del

paciente: aislamiento entre red eléctrica y partes aplicadas al paciente >4hV (cumple con IEC 601-1); altavoz.

Para realizar las EMGL el ajuste del filtro de baja frecuencia se colocó a 30 Hz y el de alta frecuencia a 10 kHz. El trazo del reclutamiento de las unidades motoras se registró con una velocidad de barrido de 10 a 50ms por división y una amplitud de 200 $\mu$ V por división.



Figura 45: Natus UltraPro

Los electrodos para la EMG diagnóstica que utilizamos son de aguja desechable bipolar concéntrica Ambu® Neurolina de 38 mm de longitud x 0.45 mm de calibre, Ref. 740-38-45/25 (*Figura 46*). Y los electrodos para la inyección de toxina botulínica son de aguja desechable monopolar para inyección Ambu® Neuroline Inoject de 38 mm de longitud x 0.45 mm de calibre, Ref. 744-38-45/10 (*Figura 47*). Los electrodos de referencia para el electrodo de aguja monopolar son de cucharilla, Ref. 726-10-M/10 (*Figura 48*) y se colocaron por encima del extremo medial de la clavícula. En todos los casos también se colocó un electrodo de toma tierra en la muñeca.

EMG Agujas Concéntricas  
Ambu® Neuroline



Ref.	Longitud		Calibre	
	mm	mm	mm	(G)
740 25-30/25	25	30	0.30	30G
740 25-45/25	25	45	0.45	26G
740 30-35/25	30	35	0.35	28G
740 38-45/25	38	45	0.45	26G
740 50-45/25	50	45	0.45	26G
740 75-65/25	75	65	0.65	23G

Figura: 46

EMG e Inyecciones  
Ambu® Neuroline Inoject



Ref.	Longitud aguja mm		Calibre	
	mm	mm	mm	(G)
744 25-30/10	25	30	0.30	30G
744 30-36/10	30	36	0.36	28G
744 35-40/10	35	40	0.40	27G
744 38-45/10	38	45	0.45	26G
744 50-50/10	50	50	0.50	25G
744 75-55/10	75	55	0.55	24G

Figura: 47

EEG Electrodo de Cucharilla  
Ambu® Neuroline



Figura: 48

#### 1.4. Preparación del paciente y técnica

Previamente a la EMGL, los pacientes con **distonía** laríngea se remitieron a la consulta de **Neurología**, para valorar distonías o temblores en otras partes del cuerpo, antecedentes familiares con estos síntomas y alternativas de tratamiento.

Los pacientes que llevaban **marcapasos** no precisaron ninguna medida especial porque durante la EMG no se realizan descargas eléctricas.

Los pacientes que seguían tratamiento con **antiagregantes y anticoagulantes**, siguieron las recomendaciones del Hospital Moisès Broggi:

- Reducir la dosis de ácido acetilsalicílico (AAS, Aspirina®, Adiro®, Tromalyt®) y triflusal (Disgren®) a la menor dosis eficaz (aspirina 100mg/d y triflusal 300mg/d).
- No es necesario suspender el tratamiento con dipiridamol (Persantin®) si se toma como único fármaco antitrombótico.
- Dipiridamol asociado a AAS: suspender el dipiridamol 5 días y mantener AAS 100mg/d hasta la exploración.
- Cilostazol sólo o asociado a AAS: suspender 5 días y mantener AAS 100mg/d hasta la exploración.
- Clopidogrel: suspenderlo 5 días antes y sustituirlo por AAS 100mg/d hasta la intervención (si no existe contraindicación por el AAS).

Si había dudas en cuanto al riesgo trombótico, se consultó al servicio de Hemostasia.

Todos los pacientes con distonía firmaron el **consentimiento informado de la SEORL para la infiltración laríngea de toxina botulínica**. La EMGL diagnóstica-pronóstica se ha considerado como una exploración de rutina en la consulta de Neurofisiología para la que el paciente daba su consentimiento verbal.

**La técnica** es de aplicación sencilla y no especialmente molesta, por lo que fue tolerada por la mayoría de pacientes (apartado de “Resultados”). La duración de las EMGL no superó en ningún caso los 30 minutos. Se realizó en la consulta externa sin necesidad de monitorizar las constantes vitales del paciente y sin necesidad de mantener un ayuno previo a la prueba. En los casos que el paciente manifestaba sentirse nervioso, se administraba un diazepam de 5 mg vía sublingual 15 minutos antes a la exploración.

La posición del paciente a la hora de realizar la exploración puede ser en decúbito supino o sentado y la cabeza en ligera extensión (*Figura 49*), dependerá de las necesidades del paciente y de las preferencias del examinador; nosotros hemos realizado las EMGL mayoritariamente en decúbito supino. No realizamos la infiltración de ningún anestésico local ni indicamos gargarismos con lidocaína unos minutos antes de la EMGL.

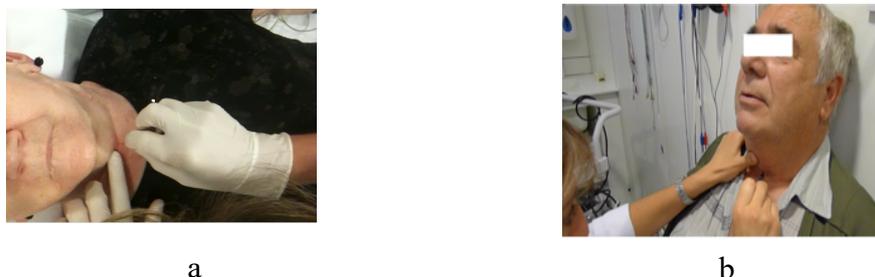


Figura 5: a- Realización de EMG laríngeo con el paciente el decúbito supino; b- con el paciente sentado

Para pinchar con el electrodo de aguja los músculos laríngeos hemos seguido la técnica recogida en la guía de electromiografía laríngea de la Sociedad de Laringología Europea (13) y recogida en el apartado de “Repaso de conceptos de electromiografía laríngea”. Resumiendo, para localizar el músculo TA, el electrodo ha de atravesar la línea media de la membrana cricotiroidea y ser dirigido superiormente  $45^\circ$  y lateralmente  $20^\circ$ , a una profundidad de unos 1.5 cm y se comprueba la correcta colocación pidiéndole al paciente que emita una vocal sostenida o realizando una maniobra de Valsalva. El músculo CT se identifica introduciendo el electrodo 1cm lateral a la línea media de la membrana cricotiroidea, sin atravesarla se angula el electrodo hacia la parte externa del cartílago cricoides, se comprueba su correcta colocación pidiéndole al paciente que emita una “i” aguda.

Para cumplir con el objetivo de valorar la EMGL como prueba diagnóstica y pronóstica de lesión de los nervios laríngeos motores, nos centramos en el músculo tiroaritenoides (TA) como representante de los cuatro músculos inervados por el nervio laríngeo inferior por su más fácil acceso con el electrodo de aguja. El músculo cricotiroideo (CT) es el único músculo representante motor del laríngeo superior pero no se considera para su valoración pronóstica pues no tenemos una prueba *Gold* estándar como que nos permita comparar su movilidad o parálisis, por lo que se pinchó para diagnosticar si existía lesión del nervio laríngeo superior.

Para determinar el número de músculos a explorar en cada EMGL, no hemos seguido ningún criterio estricto, así que tenemos diferentes situaciones:

- Los dos músculos TA y los dos CT si la VFS mostraba una parálisis bilateral de cuerdas, también en algunos casos con parálisis unilateral o con VFS normal.
- Los dos músculos TA si la VFS mostraba una parálisis unilateral de cuerda vocal.
- Los dos músculos CT si la VFS era normal.
- Los dos músculos TA para la infiltración de toxina botulínica.

### 1.5. Definición de los parámetros de la EMGL, la clasificación diagnóstica y la clasificación pronóstica

Los parámetros de la EMGL y sus valores que hemos seguido son los propuestos por la Sociedad Europea de Laringología en la guía (13); han sido explicados en el apartado de “Repaso de los conceptos de electromiografía laríngea”. Hemos utilizado el mismo modelo de tabla de recogida de resultados de la EMGL para cada paciente (*Tabla 12*).

		TA		PCA		CT	
		Right	Left	Right	Left	Right	Left
	<b>Insertion activity</b>						
1.	No activity						
2.	Normal activity (<300 ms)						
3.	Increased activity						
4.	Highly increased activity						
	<b>Spontaneous activity</b>						
1.	No reproducible pathologic spontaneous activity						
2.	Little pathologic spontaneous activity						
3.	Moderate pathologic spontaneous activity						
4.	Dense pathologic spontaneous activity						
	<b>Volitional activity</b>						
1.	No activity						
2.	Single fiber pattern						
3.	Moderately decreased recruitment pattern						
4.	Mildly decreased recruitment pattern						
5.	Normal/dense recruitment pattern						
	<b>Morphology of waveform</b>						
1.	Normal biphasic motor unit potential						
2.	Early polyphasic reinnervation potentials with low amplitude and long duration						
3.	Giant polyphasic reinnervation potentials with high amplitude and long duration						
4.	Myogenic polyphasic potentials with low amplitude but normal duration						

Tabla 12: número de pacientes según la causa de disfonía (13)

Para establecer una clasificación diagnóstica y pronóstica según los resultados de la EMGL hemos tenido en cuenta los conceptos electrofisiológicos para cualquier otro músculo del cuerpo (descrito en este trabajo en el apartado “Repaso de los conceptos de electromiografía laríngea”) y las consideraciones establecidas por otros autores expertos en EMGL (13)(27)(70). La clasificación diagnóstica de lesión neurológica que hemos definido es (Tabla 13):

Diagnóstico de severidad	Actividad inserción	Actividad espontánea	Actividad voluntaria	Morfología onda	Clasificación de pronóstico
1. Normal	2	1	5	1	Bueno
2. Leve	2	1	4	1,2,3	Bueno
3. Moderada	1,2,3	1,2	3	1,2,3	Malo
4. Severa	1,3,4	2,3,4	1, 2	1,2,3	Malo

Tabla 13: Clasificación diagnóstica por la EMGL de la severidad de la lesión neurológica y clasificación pronóstica

Según el diagnóstico de lesión neurológica así será la capacidad de recuperación del nervio y, por tanto, el pronóstico que se puede establecer:

1. Normal.
2. Leve: Puede recuperar a los 8-12 semanas. El reclutamiento es normal o disminuido ligeramente. Para esta clasificación, las fibrilaciones o los potenciales de onda positivos tendrían que estar ausentes. La morfología de la onda es normal o puede aparecer algún potencial polifásico.
3. Moderada: Pobre capacidad para recuperar. Puede aparecer actividad espontánea en reposo a los 14 días de la lesión. El reclutamiento está disminuido moderadamente, definido por 3 o menos unidades motoras con una frecuencia de activación de 20 Hz o más, y un patrón de interferencia disminuido. La morfología de la onda de los PUM puede ser normal o puede aparecer algún potencial polifásico.
4. Severa: Muy pocas posibilidades o ningunas de recuperación. Existe una ausencia de reclutamiento o una gran disminución del reclutamiento de unidades motoras, definido como solo 1 unidad motora disparando a 20 Hz o más y con un patrón de interferencia severamente disminuido. Podría estar presente una actividad espontánea que incluyera

fibrilaciones, ondas positivas o descargas repetitivas complejas. La configuración de la unidad motora puede ser normal o polifásica.

Para analizar el pronóstico, hemos dicotomizado los valores diagnósticos de la EMGL en buen o mal pronóstico:

1. Buen pronóstico que equivaldría a decir que la cuerda vocal paralizada casi seguro que recupera su movilidad: valores de EMGL 1 y 2.
2. Mal pronóstico que equivaldría a decir que la cuerda vocal paralizada casi seguro que no recupera su movilidad: valores de EMGL 3 y 4.

Para analizar la capacidad pronóstica de cada uno de los parámetros de la EMGL, hemos dicotomizado los valores expuestos en la tabla de recogida de resultados, realizado la siguiente clasificación:

1. Actividad de inserción: - Buen pronóstico: valor 2.  
- Mal pronóstico: valores 1, 3 y 4.
2. Actividad espontánea: - Buen pronóstico: valores 1 y 2.  
- Mal pronóstico: valores 3 y 4.
3. Reclutamiento: - Buen pronóstico: valores 4 y 5.  
- Mal pronóstico: valores 1, 2 y 3.
4. Morfología de la onda: se considera buen pronóstico la aparición de ondas de morfología normal o la aparición de potenciales polifásicos de reinervación.

A la hora de valorar la capacidad diagnóstica, se ha realizado en todas las cuerdas vocales en las que se ha realizado una EMGL diagnóstico (N=149), mientras que para valorar la capacidad pronóstica de la EMGL y de cada uno de sus parámetros, sólo se han analizado

las cuerdas vocales paralizadas según la VFS (N=80) (el número de cuerdas vocales está especificado en el apartado de “Resultados”).

### **1.6. EMGL para infiltrar toxina botulínica**

En todos los casos se identificaba por EMGL el músculo tiroaritennoideo, se registró el reclutamiento de este músculo, no se valoró si el patrón de reclutamiento era espástico (a favor de la distonía) o rítmico (a favor del temblor). Se administró la misma dosis de toxina botulínica para ambos músculos tiroaritennoideos. Se reconstituyó a una concentración de 1 a 3 unidades en 0.2 a 0.3 ml de suero fisiológico.

A la semana se contactó telefónicamente con el paciente y se le preguntó si presentaba alguno de estos síntomas:

- Dolor cervical
- Disfagia sólidos
- Disfagia líquidos
- Disminución intensidad de voz

Al mes el paciente fue visitado y se le preguntó sobre la mejoría subjetiva de su voz, la respuesta se anotó como sí o no.

El tiempo transcurrido entre tratamientos de un mismo paciente fue de 4 a 6 meses.

### **1.7. Tolerancia del paciente a la EMGL**

Para describir la tolerancia a la EMGL, se recogió el siguiente listado:

1. Tolera realizar toda la prueba.
2. No tolerada la prueba cuando ya se ha realizado parte de ella. En la EMGL de 16 pacientes no se analizan todos los músculos previstos porque 14 pacientes no

toleran la prueba a mitad de su ejecución y en 2 pacientes el explorador no localiza el músculo.

3. No tolerada la prueba antes de poder valorar ningún músculo.

### 1.8. El análisis estadístico

El análisis bivariado se ha realizado mediante la prueba Chi-Cuadrado de Pearson, la prueba T de Student, la prueba U de Mann-Whitney, análisis de la varianza (ANOVA) o la prueba de Kruskal-Wallis. Finalmente, la capacidad diagnóstica y pronóstica de la EMGL se ha evaluado estimando el área bajo la curva ROC (AUC), la sensibilidad (S), especificidad (E), valor predictivo positivo (VPP) y el valor predictivo negativo (VPN) junto con su intervalo de confianza al 95% (IC95%). La significación estadística se ha establecido en  $p < 0.05$ .

Los parámetros estadísticos para calcular la precisión diagnóstica los hemos definido de la siguiente forma:

#### SENSIBILIDAD:

Nº de músculos TA con valor de EMGL 2,3,4 y cuerda vocal paralizado

---

Nº de cuerdas vocales paralizadas

#### ESPECIFICIDAD

Nº de músculos TA con valor de EMGL 1 y cuerda vocal móvil

---

Nº de cuerdas vocales móviles

#### VALOR PREDICTIVO POSITIVO

Nº de cuerdas vocales paralizadas y TA con valor de EMGL 2,3,4

---

Nº músculos TA con valor de EMGL 2,3,4

#### VALOR PREDICTIVO NEGATIVO

Nº de cuerdas vocales móviles y con valor de EMGL 1

---

Nº de músculos TA con valor de EMGL 1

Los parámetros estadísticos para calcular la precisión pronóstica los hemos definido de la siguiente forma:

#### SENSIBILIDAD

Nº pacientes con pronóstico por EMGL 3 y 4 y con persistencia de parálisis

---

Nº pacientes con persistencia de la parálisis

#### ESPECIFICIDAD

Nº pacientes pronóstico por EMGL 1 y 2 y con resolución de parálisis

---

Nº pacientes con resolución de la parálisis

#### VALOR PREDICTIVO POSITIVO

Nº pacientes con persistencia de parálisis y pronóstico por EMGL 3 y 4

---

Nº pacientes con pronóstico por EMGL 3 y 4

#### VALOR PREDICTIVO NEGATIVO

Nº pacientes con resolución de parálisis y pronóstico por EMGL 1 y 2

---

Nº pacientes con pronóstico por EMGL 1 y 2

Los parámetros estadísticos para los cuatro parámetros de la EMGL los calculamos considerando como valores no patológicos de la EMGL para la recuperación de la movilidad de la cuerda vocal: la ausencia de actividad de inserción patológica, la ausencia de actividad espontánea, el reclutamiento normal, y la presencia de unidades motoras polifásicas (*Tabla 13, pág. 108*).

### SENSIBILIDAD

Nº pacientes con valores patológicos y con persistencia de parálisis

---

Nº pacientes con persistencia de la parálisis

### ESPECIFICIDAD

Nº pacientes con valores no patológicos y con resolución de parálisis

---

Nº pacientes con resolución de la parálisis

### VALOR PREDICTIVO POSITIVO

Nº pacientes con persistencia de parálisis y valores patológicos

---

Nº pacientes con valores patológicos

### VALOR PREDICTIVO NEGATIVO

Nº pacientes con resolución de parálisis y valores no patológicos

---

Nº pacientes valores no patológicos

## 2. Material y método del cuestionario sobre EMGL

Diseñamos un cuestionario sobre la EMGL para poder conocer la opinión de los profesionales que la hacen servir acerca de su utilidad diagnóstica y pronóstica, y acerca de la tolerancia del paciente a la prueba, la facilidad o dificultad en localizar los músculos laríngeos con el electrodo de aguja y la interpretación del registro electromiográfico.

El tiempo medio necesario para cumplimentar la encuesta fue de 15 min.

Fue realizada por el Departamento de Otorrinolaringología del Hospital Moisès Broggi y la Universidad Autónoma de Barcelona. Se obtuvo la aprobación del Comité de Ética de Investigación del Hospital Universitario de Bellvitge. La participación es voluntaria y anónima.

Para el diseño de la encuesta, su distribución y la recopilación de las respuestas en una hoja de *Excel* se utilizó *Google Docs* (<https://docs.google.com>), porque dispone de una interfaz libre para compartir, editar y dar seguimiento de documentos *online* (71). A cada participante se le envía un enlace web (*link*) por correo electrónico.

### 2.1. Selección de los participantes

La difusión del cuestionario se realizó con una estrategia diferente para profesionales nacionales y extranjeros. La difusión entre profesionales nacionales se realizó a través de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello (*SEORL CCC*) y de la Sociedad Española de Electrodiagnóstico Neurológico (*SELECNE*):

- *SEORL CCC* envió el e-mail a 2.507 socios, abrieron el e-mail 1.118 socios y accedieron a la encuesta 101 personas, completaron el cuestionario 15 otorrinolaringólogos (tasa de respuesta: 14.85%).
- *SELECNE* envió la encuesta a 9 asociados, completaron el cuestionario 4 neurólogos y 4 neurofisiólogos (tasa de respuesta: 88.89%).

- Si agrupamos todos los cuestionarios que se abrieron para contestar, 110, y los contestados, 23, la tasa de respuesta nacional es 20.91%.

A nivel internacional, se recopilaron e-mails de artículos científicos sobre EMGL de la base de datos MEDLINE con los términos MESH “*Vocal fold paresis · Vocal fold motion · Vocal fold immobility · Vocal fold paralysis · Laryngeal electromyography*”. Se enviaron 80 e-mail a profesionales extranjeros que eran autores de estos artículos científicos y a pie de página constaba el e-mail de contacto. El servidor rechazó 19 debido a que las direcciones de correo electrónico ya no eran válidas. De 63 invitaciones por correo electrónico que llegaron al destino, contestaron 14 profesionales (tasa de respuesta es del 22.22%).

Completaron el cuestionario 37 personas, entre octubre y diciembre del 2021, 23 de ámbito nacional y 14 internacionales.

El cuestionario en inglés siguió una adaptación equivalente transcultural (72). Primero traducción al inglés por un traductor cualificado, segundo una traducción inversa, tercero una revisión para verificar la equivalencia transcultural de la versión final, y cuarto una prueba previa con personas bilingües.

## **2.2. Diseño y estructura del cuestionario**

Encuesta transversal que consta de 26 preguntas divididas en dos secciones. Primero hay una introducción de presentación y explicación de los objetivos (*Anexo 1, 2*).

Las preguntas son de respuesta cerrada y obligada, así se ha pretendido garantizar una selección de los profesionales que realizan EMGL. Tan solo se permite un cuestionario contestado por participante.

Las dos secciones de preguntas tienen características de diseño diferente:

1- En la primera sección hay 7 preguntas cerradas con respuesta en escala nominal de opción múltiple, 5 con respuesta única y 2 de respuesta múltiple. Las 7 preguntas hacen referencia a:

cuántos EMGL realiza el profesional al año; su especialidad médica; tipo de electrodos que utiliza; y cuál es el país o provincia española y el sector en el que trabaja.

2- La segunda sección está diseñada en escala ordinal tipo Likert. Hay 19 preguntas que pretenden medir la opinión de los profesionales sobre diferentes aspectos de la EMGL que se detallan a continuación. Las respuestas están expresadas de forma numérica de 0 a 10 con un criterio de direccionalidad en sentido negativo, siendo 0 “siempre” y 10 “nunca”.

Las preguntas de esta sección se agrupan en 7 apartados:

1. Tolerancia del paciente a la exploración de EMGL. Ésta se valora según la percepción del explorador del dolor que manifiesta el paciente (pregunta 1) y del tiempo máximo de duración que el paciente toleraría la prueba (pregunta 2).
2. Seguridad en pinchar los diferentes músculos laríngeos tiroaritenoides, cricotiroides y cricoaritenoides posterior (preguntas 3, 4, 5 y 6). El cricoaritenoides posterior no siempre se valora, por este motivo hay una pregunta acerca de la frecuencia con la que se pincha este músculo en la EMGL.
3. En el tercer apartado, las preguntas acerca de la evaluación de las diferentes fases de la EMGL hacen referencia a si es fácil analizar la actividad de inserción, la actividad espontánea en reposo, el reclutamiento y la morfología de la onda del potencial de acción (preguntas 7, 8, 9, y 10).
4. En el cuarto apartado, se cuestiona la percepción del explorador sobre la sensibilidad de la EMGL para identificar lesiones neuromusculares a diferentes niveles: la motoneurona periférica o alfa, las fibras musculares (miopatías), la unión neuromuscular, la motoneurona superior y los ganglios basales (preguntas 11, 15, 16, 17 y 18).
5. Percepción de la sensibilidad de la EMGL para identificar las distonías, los temblores laríngeos y las sincinesias (preguntas 13 y 14).
6. Percepción de la sensibilidad de la EMGL para evaluar el pronóstico de recuperación de una paresia/parálisis de cuerda vocal (pregunta 12).

7. Opinión acerca de trabajar con datos cuantitativos de amplitud, tiempo de duración y latencia del potencial de acción en la EMGL, pues hasta el momento la mayoría de los análisis son cualitativos o semicuantitativos (pregunta 19).

### **2.3. Método de análisis de las respuestas y análisis estadístico:**

Los datos de los formularios completados se insertaron automáticamente en una base de datos SQL y luego se importaron a una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su análisis. Las respuestas de las 7 primeras preguntas se expresaron en tanto por ciento de participantes en cada una de las opciones posibles de respuesta.

Google Drive se utilizó como plataforma en línea para los cuestionarios.

Para realizar el análisis de las 19 preguntas de la segunda sección hemos invertido la direccionalidad de las respuestas en sentido positivo para una comprensión más lógica de los resultados, la puntuación más alta, número 10, es para la aceptación de las actitudes consideradas como positivas, y la más baja, número 0, para las actitudes consideradas negativas; excepto en la pregunta referente al dolor que manifiesta el paciente cuando se le realiza una EMGL, que se ha mantenido la direccionalidad en sentido negativo . Expresamos los resultados de dos formas diferentes para cada pregunta:

1. Como datos ordinales, asignamos a cada pregunta un resultado numérico de 0 a 100 y utilizamos la mediana y el primer cuartil como medida de tendencia central y medida de dispersión de las respuestas. Según sea este valor nos acercaremos más al valor categórico de “nunca” (valor numérico 0) o al valor categórico “siempre” (valor numérico 100).
2. Como categorías nominales, simplificamos las repuestas de cada pregunta en cuatro categorías nominales. Así definimos cuatro intervalos numéricos: 0 es nunca, de 1 a 5 es poco probable, de 6 a 9 es muy probable, y 10 es siempre. De esta manera también podemos hablar de la frecuencia de profesionales de cada posible categoría de respuesta expresada en tanto por ciento.

Para el análisis descriptivo, las variables continuas se expresaron como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico) y las variables categóricas se resumieron como número (porcentaje). Las diferencias entre los profesionales españoles frente a otros países se analizaron con la prueba Chi-Cuadrado o la prueba exacta de Fisher para datos categóricos y la t de Student para datos continuos o las pruebas no paramétricas correspondientes, según el caso. El nivel de significación de todas las pruebas fue del 5% (p-valor 0,05). Utilizamos el software R, versión 4.0.4.



## **RESULTADOS**



## 1. Resultados del trabajo de investigación sobre la EMGL cómo herramienta diagnóstica, pronóstica y utilizada para la inyección de toxina botulínica en la muestra de pacientes

En este apartado describimos el número de EMGL realizadas, los resultados de la exploración, las complicaciones y la tolerancia del paciente a la prueba.

Como comentamos en el apartado de “Material y Método”, los resultados se expresan en función del número de cuerdas vocales analizadas (*Gráfico 2*). Dividimos los pacientes en dos grupos, 95 pacientes a los que la EMGL se realizó con finalidad diagnóstica y pronóstica, y 14 pacientes en los que la EMGL orientó la infiltración de toxina botulínica.

**El grupo de los 95 pacientes de EMGL diagnóstica y/o pronóstica** se subdividió en 82 pacientes que presentaban disfonía y en la VFS se observó parálisis de una o de ambas cuerdas vocales, y 13 pacientes que presentaban disfonía y en la VFS se observó una movilidad de cuerdas vocales normal y ninguna otra patología laríngea que justificara la alteración de la voz. Entre los pacientes con parálisis de cuerdas vocales habían 24 con parálisis de cuerda vocal derecha, 47 con parálisis de cuerda vocal izquierda y 11 con parálisis de cuerdas bilateral.

A los 95 pacientes de EMGL diagnóstica y pronóstica se les realizaron 102 EMGL (7 pacientes repitieron la exploración al cabo de 6 meses para valorar la evolución). Se descartaron 15 EMGL porque 7 pacientes no toleraron la prueba en el momento de iniciar la exploración, 3 pacientes presentaban parálisis de cuerda vocal por fijación mecánica cricoaritenoides, y 5 pacientes se perdieron en el seguimiento. Finalmente, se contabilizaron 87 EMGL diagnósticas y/o pronósticas. Se estudian 149 músculos tiroaritenoides (TA) o cuerdas vocales (CV). Lo esperable de 87 EMGL son 174 CV, no es así porque en 4 EMGL solo se analizaron los músculos cricotiroideos, en 2 EMGL el explorador no localizó con el electrodo uno de los dos TA, y en 15 EMGL el paciente no toleró una parte de la prueba y no se analizaron los dos TA.

También se dio la circunstancia de que el explorador no pudo valorar todos los parámetros de la EMGL en 7 casos. No se pudo valorar el reclutamiento de un músculo tiroaritenideo, ni la morfología de la onda del potencial de acción de seis tiroaritenideos. Estos pacientes se incluyeron y se consideraron para su valoración diagnóstica el resto de los parámetros de la EMGL.

**El grupo de EMGL para infiltrar toxina botulínica** por distonía laríngea consta de 14 pacientes a los que se realizaron 34 EMGL, se repitió el tratamiento en varias ocasiones en la mayoría de los pacientes. Se descartó un paciente que no toleró la prueba.

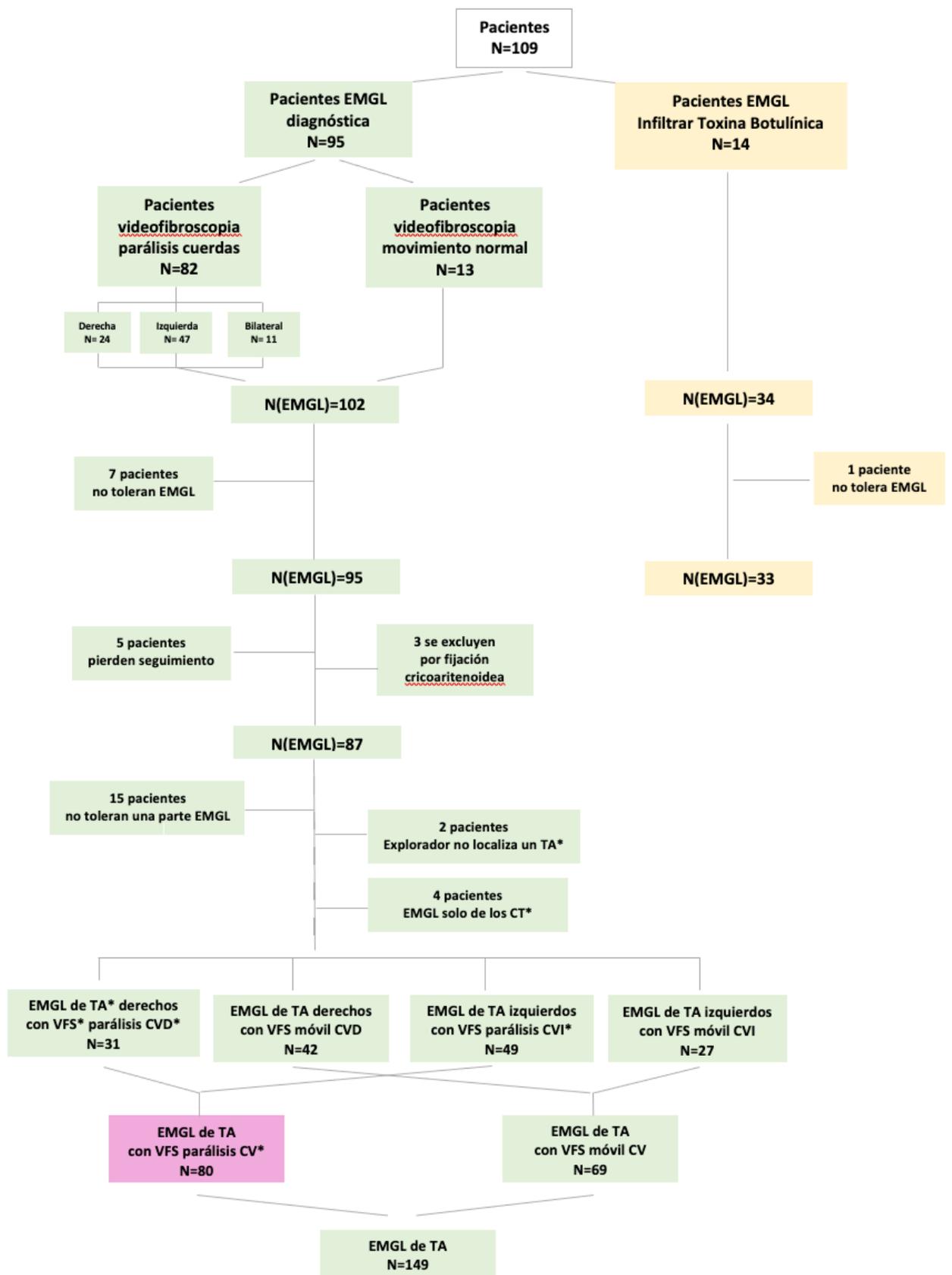


Gráfico 2: número de pacientes, número de EMGL y pacientes excluidos. TA\* músculo tiroaritenoides; CT\*músculo cricotiroideo; VFS\* videofibroscopia; CVD\* cuerda vocal derecha; CVI\* cuerda vocal izquierda; CV\* cuerda vocal.

Los resultados de la EMGL como herramienta diagnóstica y pronóstica, los estructuramos de la siguiente manera:

1.1. Resultados de las EMGL diagnósticas/pronósticas:

- 1.1.1. Resultados de la EMGL como herramienta diagnóstica en los músculos tiroaritenoides.
- 1.1.2. Resultados de la EMGL como herramienta pronóstica en los músculos tiroaritenoides.
- 1.1.3. Relación de los parámetros de la EMGL con el pronóstico.
- 1.1.4. Relación del tiempo con el pronóstico de la EMGL.
- 1.1.5. Resultados no esperados.

1.2. Resultados de la EMGL para infiltrar toxina botulínica.

1.3. Resultados de la EMGL de los músculos cricotiroideos.

1.4. Pacientes con IOT.

1.5. Complicaciones de la EMGL.

1.6. Tolerancia de los pacientes a la EMGL.

1.7. Gasto hospitalario al realizar una EMGL.

**1.1. Resultados de las EMGL diagnósticas/pronósticas:**

1.1.1. Resultados de la EMGL como herramienta diagnóstica en los tiroaritenoides:

Para valorar los resultados de la EMGL de los músculos TA como herramienta diagnóstica de lesión o normalidad del nervio recurrente, primero se clasificaron los 149 músculos TA según la VFS previa a la EMGL (VFSpre) y según el valor diagnóstico asignado por la EMGL (*Tablas 14 y 15, gráficos 3 y 4*).

Diagnóstico EMGL	VFSpre		N
	TA paralizado	TA móvil	
1 (normal)	23(15%)	61(41%)	84(56%)
2 (leve)	23(15%)	8(4%)	31(21%)
3 (moderado)	16(11%)	0	16(11%)
4 (severo)	18(12%)	0	18(12%)
N	80(54%)	69(46%)	149

Tabla 14: Capacidad diagnóstica de la EMGL (N=149), se detalla el grado de lesión de los TA paralizados (1 normal o no lesión neurológica, 2 lesión leve, 3 lesión moderada, 4 lesión severa). VFSpre: videofibroscofia laríngea que se realiza antes de la EMGL; TA: músculo tiroaritenoides.

Diagnóstico EMGL	VFSpre		N
	TA paralizado	TA móvil	
patológico	57(88%)	8(12%)	65
normal	23(27%)	61(73%)	84
N	80	69	149

Tabla 15: Capacidad diagnóstica de la EMGL (N=149), se detalla como normal (valor 1 de la EMGL) y patológico (valores 2, 3 y 4 de la EMGL). VFSpre: videofibroscofia laríngea que se realiza antes de la EMGL; TA: músculo tiroaritenoides.

### Valoración diagnóstica de la EMGL normal

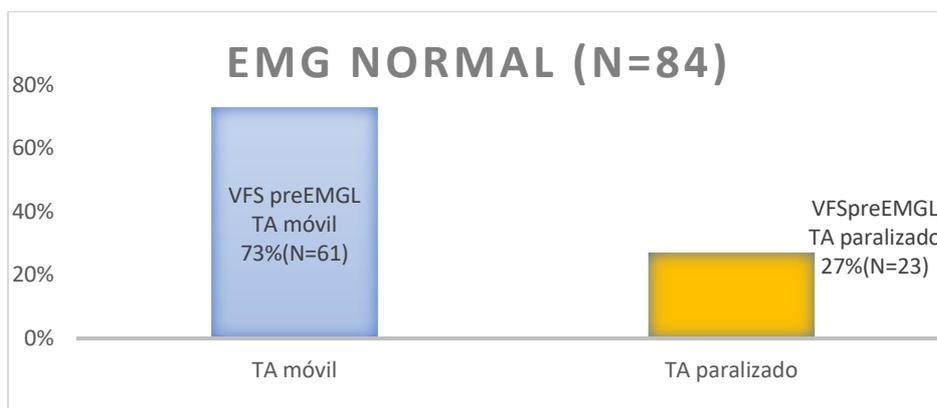


Gráfico 3: Valoración diagnóstica de las EMGL normales (N=84) en relación con la movilidad del TA. VFS preEMGL: videofibroscofia laríngea que se realiza antes de la EMGL; TA: músculo tiroaritenoides.

### Valoración diagnóstica de la EMGL patológica

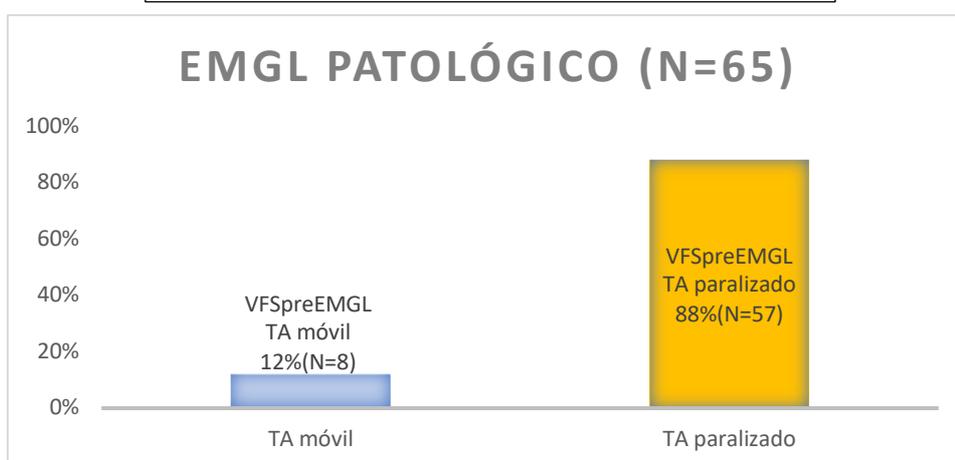


Gráfico 4: Valoración diagnóstica de la EMGL patológica (N=65) en relación a la parálisis del TA.

VFS preEMGL: videofibroscofia laríngea que se realiza antes de la EMGL; TA: músculo tiroaritenoides.

Los valores de la EMGL indican que hay una lesión neurológica en 65 TA (44% del total de las 149 cuerdas vocales estudiadas), de los cuales según la VFS 57 (88% de las cuerdas vocales con EMGL patológico) están paralizados y el 8 (12% de las cuerdas vocales con EMGL patológico) se mueven. La EMGL indica que no hay lesión neurológica en 84 TA (56% del total de las 149 cuerdas vocales estudiadas), de los cuales según la VFS 61 TA (73% de las cuerdas vocales con EMGL normal) se mueven y 23 (27% de las cuerdas vocales con EMGL normal) están paralizados.

Existen dos resultados no esperados, 23 cuerdas vocales paralizadas y con resultado de EMGL normal, y 8 cuerdas vocales que se mueven y presentan un EMGL patológico (se comentan en el punto 1.5 de este apartado).

Según los resultados descritos en los 149 TA, los parámetros estadísticos en relación con la capacidad diagnóstica de la EMGL serían:

- Sensibilidad:  $S = 0.71$  IC 95% (0.61 – 0.81)
- Especificidad:  $E = 0.88$  IC 95% (0.81 – 0.96)
- Valor predictivo positivo:  $VPP = 0.88$  IC 95% (0.80 – 0.96)
- Valor predictivo negativo:  $VPN = 0.73$  IC 95% (0.63 – 0.82)

La EMGL es una buena herramienta diagnóstica, si detecta lesión neurológica, esto coincide con la cuerda vocal paralizada. En nuestro estudio posee un alto VPP (0.88) con un intervalo de confianza (IC) estrecho (0.80-0.90), indicándonos que los casos detectados sí que están afectados.

De igual modo, es buena herramienta diagnóstica de no lesión neurológica porque el VPN es elevado y el IC pequeño, la EMGL es normal cuando el TA es móvil porque no hay ninguna lesión neurológica.

La representación gráfica de la sensibilidad frente a la especificidad en la curva ROC para esta clasificación binaria tiene un buen umbral de discriminación. El AUC tiene un valor elevado (0.8), refleja que el test permite discriminar pacientes con y sin la enfermedad neurológica motora periférica (*gráfico 5*).

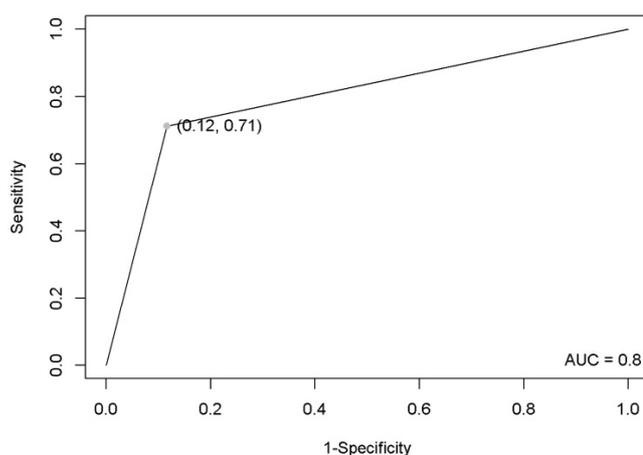


Gráfico 5: Curva ROC y AUC de sensibilidad y especificidad de la EMGL diagnóstica.

### 1.1.2. Resultados de la EMGL como herramienta pronóstica en los tiroaritenoides:

Comparamos las VFS previas a la EMGL de los 149 músculos TA con las VFS de los mismos músculos al año de ser realizada la EMGL (*Tabla 16*) (*Gráfico 6*). Observamos que los 69 TA que presentaban un movimiento normal en la VFS previa a la EMGL, continuaban con una movilidad normal al año de la EMGL. Los 80 músculos TA paralizados en la videofibroscopia inicial, al año, recuperaron la movilidad 20 de ellos (25%).

VFS pre EMGL	Videofibroscopia al año		N
	TA móvil	TA paralizado	
TA móvil	69(100%)	0(0%)	69
TA paralizado	20 (25%)	60(75%)	80
N	89	60	149

Tabla 16: Músculos TA móviles y paralizados antes y después de la EMGL (N=149).

VFSpre: videofibroscopia laríngea que se realiza antes de la EMGL; TA músculo tiroaritenideo.

VFS pre EMGL y VFS al año de la EMGL: TA móviles y paralizados (N=149)

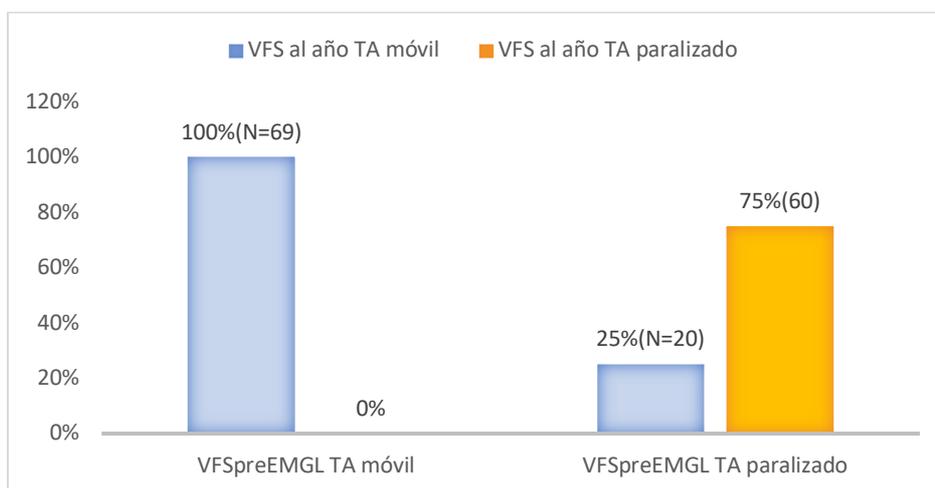


Gráfico 6: Músculos TA móviles y paralizados antes y después de la EMGL (N=149). VFSpre: videofibroscopia laríngea que se realiza antes de la EMGL; VFS: videofibroscopia; TA músculo tiroaritenideo.

Para valorar los resultados de la EMGL como herramienta pronóstica de la lesión del nervio laríngeo recurrente, analizamos los 80 músculos TA paralizados en la primera videofibroscopia. Se clasificaron según el resultado de la VFS al año y según el valor asignado por la EMGL (Tabla 17).

Diagnóstico EMGL	VFS al año		N
	TA paralizado	TA móvil	
1 (normal)	17(21%)	6(7%)	23 (29%)
2 (leve)	14(17%)	9(11%)	23(29%)
3 (moderado)	12(15%)	4(5%)	16 (20%)
4 (severo)	17(21%)	1(1%)	18(22%)
N	60(75%)	20(25%)	80

Tabla 17: Se detalla el grado de lesión según la EMGL (1 normal o no lesión neurológica, 2 lesión leve, 3 lesión moderada, 4 lesión severa) de los TA paralizados (N=80). VFS al año: videofibroscopia al año; TA: músculo tiroaritenoido.

Para analizar el pronóstico, hemos dicotomizado los valores diagnósticos de la EMGL en buen o mal pronóstico (Tabla 18) (Gráfico 7 y 8):

1. Buen pronóstico, equivaldría a decir que la cuerda vocal paralizada casi seguro que recupera su movilidad: valores de EMGL 1 y 2.
2. Mal pronóstico, equivaldría a decir que la cuerda vocal paralizada casi seguro que no recupera su movilidad: valores de EMGL 3 y 4.

Clasificación EMGL	VFS al año		N
	TA paralizado	TA móvil	
Mal pronóstico	29(85%)	5(15%)	34
Buen pronóstico	31(67%)	15(33%)	46
N	60	20	80

Tabla 18: Valoración pronóstica de la EMGL (N=80 TA paralizados en la VFS previa a la EMGL). Buen pronóstico: EMGL valores 1 y 2; mal pronóstico: EMGL valores 3 y 4). VFS al año: videofibroscopia al año; TA: músculo tiroaritenoido.

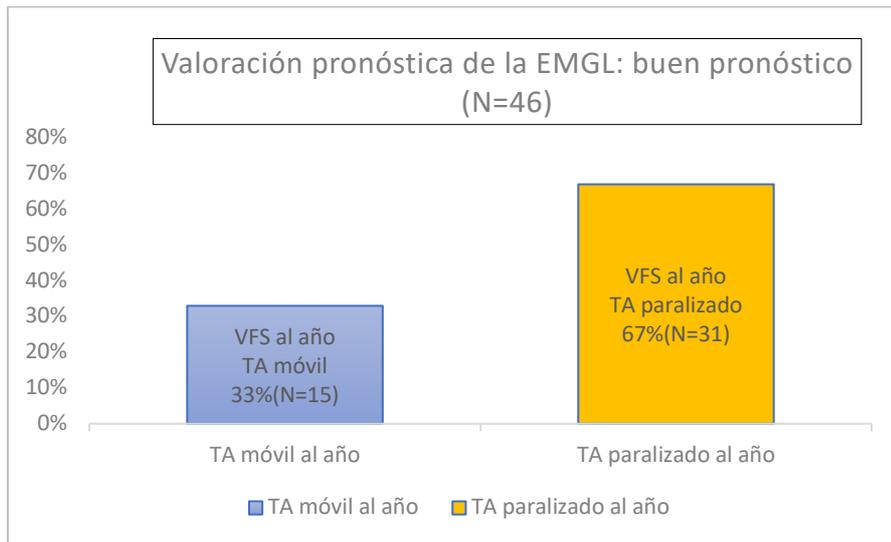


Gráfico 7: Valoración pronóstica de la EMGL con buen pronóstico (N=46) en relación a la recuperación de movilidad del TA al año. VFS: videofibroscopia; TA: músculo tiroaritenosoide.

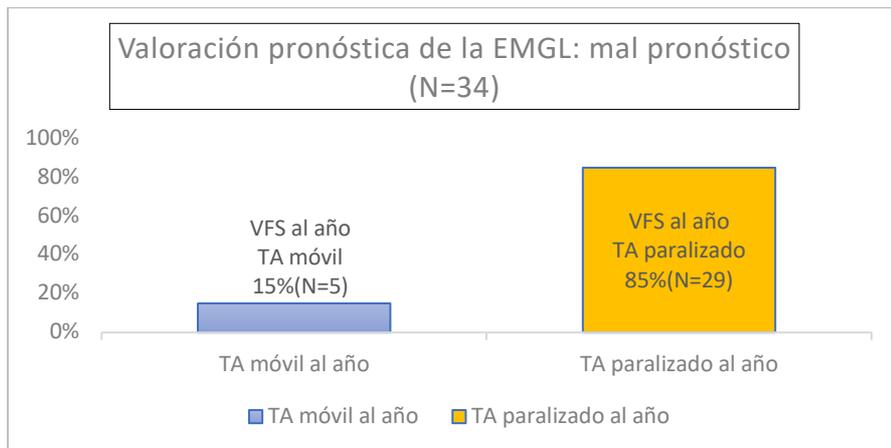


Gráfico 8: Valoración pronóstica de la EMGL con mal pronóstico (N=34) en relación a la persistencia de la parálisis del TA al año. VFS: videofibroscopia; TA: músculo tiroaritenosoide.

De los 80 TA paralizados, 46 TA (57%) tenían buen pronóstico según la EMGL, y de estos 46 TA al año recuperaron la movilidad 15 TA (33%) y no se llegaron a mover 31 TA (67%). La EMGL muestra mal pronóstico en 34 TA (42%), de estos 34 TA al año continuaban sin moverse 29 TA (85%) y se llegaron a mover 5 TA (15%).

Según los resultados descritos en los 80 TA paralizados, los parámetros estadísticos en relación a la capacidad pronóstica de la EMGL serían:

- Sensibilidad:  $S = 0.48$  IC 95% (0.36 – 0.61)
- Especificidad:  $E = 0.75$  IC 95% (0.56 – 0.94)
- Valor predictivo positivo:  $VPP = 0.85$  IC 95% (0.73 – 0.97)
- Valor predictivo negativo:  $VPN = 0.33$  IC 95% (0.19 – 0.46)

La EMGL es buena herramienta pronóstica de no recuperación de la movilidad. Ante una parálisis de cuerda vocal si indica mal pronóstico de recuperación de la movilidad, lo más probable es que ésta no recuperará la movilidad, porque el VPP es elevado y el intervalo de confianza pequeño. El VPP indica cuántas cuerdas vocales con lesión severa o completa según la EMGL (valores 3 y 4), no recuperarán la movilidad de la cuerda vocal.

No obstante, no nos permite discernir correctamente qué cuerdas vocales paralizadas con buen pronóstico según la EMGL (valores 1 y 2) realmente recuperarán la movilidad. El VPN es bajo y el intervalo de confianza amplio.

### 1.1.3. Relación de los parámetros de la EMGL con el pronóstico:

Analizamos en las 80 cuerdas vocales paralizadas cuál de los cuatro parámetros de la EMGL predijo mejor la recuperación. Para ello establecimos la relación del valor normal y del valor patológico de cada parámetro con la VFS al año (cuerda vocal móvil o cuerda vocal paralizada).

Calculamos el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo, la sensibilidad y la especificidad.

### Actividad de inserción:

Relación de los valores patológicos y no patológicos de la actividad de inserción (*Tabla 9*).

	VFS al año		
Actividad de inserción	TA paralizado	TA móvil	N
Patológica	3	0	3
No patológica	57	20	77
N	60	20	80

Tabla 19: Relación entre la actividad de inserción patológica y no patológica de los 80 TA paralizados en la VFS preEMGL (N=80). TA: músculo tiroaritenideo, VFS: videofibroscopia.

### Actividad en reposo:

Relación de los valores patológicos y no patológicos de la actividad en reposo (*Tabla 10*).

	VFS al año		
Actividad en reposo	TA paralizado	TA móvil	N
Patológica	7	0	7
No patológica	53	20	73
N	60	20	80

Tabla 20: Relación entre la actividad en reposo y la recuperación de los TA paralizados en la VFS preEMGL (N=80). TA: músculo tiroaritenideo, VFS: videofibroscopia.

### Reclutamiento:

Relación de los valores patológicos y no patológicos del reclutamiento (*Tabla 21*).

	VFS al año		
Reclutamiento	TA paralizado	TA móvil	N
Patológico	26	5	31
No patológico	33	15	48
N	59	20	79

Tabla 21: Relación entre el reclutamiento y la recuperación de los TA paralizados en la VFS preEMGL (N=79). De los 80 TA, en 1 TA no se pudo dar un valor de EMGL.TA: músculo tiroaritenideo, VFS: videofibroscopia.

Morfología de la onda:

Relación de los valores patológicos y no patológicos de la morfología de la onda (*Tabla 22*).

Morfología de la onda	VFS al año		N
	TA paralizado	TA móvil	
Patológica	34	20	54
No patológica	11	9	20
N	45	29	74

Tabla 22: Relación entre la morfología de la onda en la EMGL y la movilidad al año del TA paralizado en la VFS preEMGL (N=74). De los 80 TA, en 6 TA no se pudo dar un valor de EMGL. TA: músculo tiroaritenoides, VFS: videofibroscopia.

Variables estadísticas (*Tabla 23*) y curvas ROC (*Gráficos 9-12*) para los cuatro parámetros de la EMGL:

Parámetro EMGL	N	VPP	VPN	Sensibilidad	Especificidad
Actividad de inserción	80	1.000 IC95% (1.000-1)	0.260 IC95% (0.162-0.358)	0.050 IC95% (0-0.105)	1,000 IC95% (1.000-1)
Actividad en reposo	80	0.923 IC95% (0.778-1)	0.284 IC95% (0.176-0.392)	0.200 IC95% (0.099-0.301)	0.950 IC95% (0.854-1)
Reclutamiento	79	0.839 IC95% (0.709-0.968)	0.312 IC95% (0.181-0.444)	0.441 IC95% (0.314-0.567)	0.750 IC95%(0.560-0.940)
Potenciales polifásicos	74	0.690 IC95%(0.521-0.858)	0.240 IC95%(0.120-0.370)	0.370 IC95%(0.240-0.500)	0.550 IC95%(0.330-0.768)

Tabla 23: Valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, sensibilidad y especificidad para valorar de capacidad de predicción de la actividad de inserción, la actividad en reposo, el reclutamiento y los potenciales polifásicos en la recuperación de las cuerdas vocales paralizadas. TA: músculo tiroaritenoides.

El análisis de chi-cuadrado mostró una relación significativa entre el reclutamiento de unidades motoras y el resultado de las cuerdas vocales ( $p < 0.05$ ). Los pacientes con reclutamiento de unidades motoras ausente o muy disminuido tenían una proporción significativamente mayor de parálisis persistente de las cuerdas vocales. Mientras que la presencia de reclutamiento normal no podía asegurar la movilidad de las cuerdas vocales. El resto de los parámetros no mostró una relación significativa entre un valor patológico y la persistencia de la parálisis de la cuerda vocal, ni entre un valor normal y el resultado de movilidad al año de la cuerda vocal.

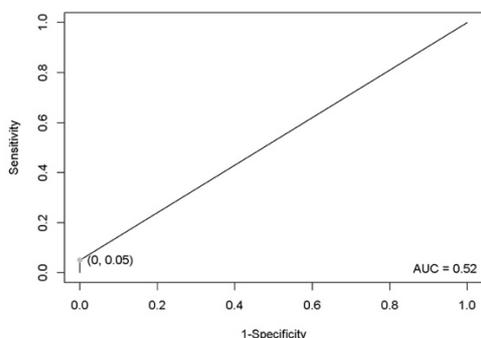


Gráfico 9: Curva ROC y AUC de la actividad de inserción.

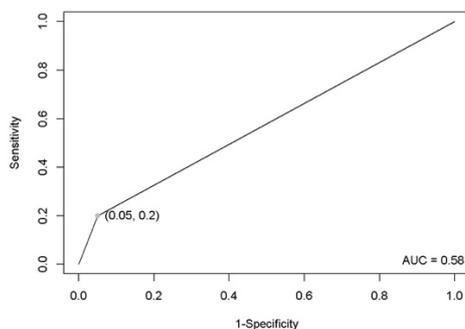


Gráfico 10: Curva ROC y AUC de la actividad en reposo.

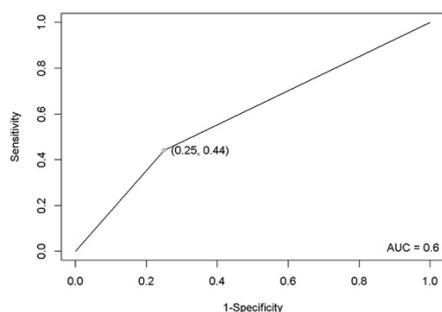


Gráfico 11: Curva ROC y AUC del reclutamiento.

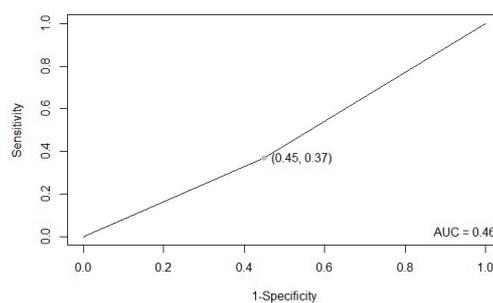


Gráfico 12: Curva ROC y AUC de la morfología de la onda

La curva ROC del reclutamiento y la UAC de 0.6, muestran que el reclutamiento es el mejor parámetro para predecir la persistencia de la parálisis de la cuerda vocal.

#### 1.1.4. Relación del tiempo con el resultado de la EMGL:

El tiempo de inicio se define como el tiempo desde el inicio de los síntomas hasta el examen de electromiografía laríngea. Clasificamos los TA según el tiempo de inicio de los síntomas y el resultado de EMGL (*Tabla 24*).

Clasificación EMGL	Tiempo de inicio			N
	1-6 meses	6-12 meses	>12 meses	
1	9(11%)	7(9%)	7(9%)	23(29%)
2	10(12%)	7(9%)	7(9%)	24(30%)
3	4(5%)	5(6%)	7(9%)	16(20%)
4	3(4%)	3(4%)	12(15%)	18(22%)
N	26(33%)	22(27%)	32(40%)	80

Tabla 24: Relación entre el tiempo de inicio (clasificado en tres franjas temporales: 1-6 meses, 6-12 meses y >12 meses) y el resultado de EMGL (N=80). El tiempo de inicio es el tiempo desde el inicio de los síntomas hasta la EMGL.

Hemos subdividido los TA paralizados en la VFS preEMG (N=80) en dos grupos, uno en los que la EMGL se realizó en los 6 primeros meses del inicio de los síntomas (*tabla 25*) y otro, después de los 6 meses (*tabla 26*). Cada subgrupo está clasificado según EMGL con buen pronóstico o mal pronóstico.

Clasificación EMGL	Tiempo de inicio ≤ 6 meses		N
	VFS al año		
	TA paralizado	TA móvil	
Mal pronóstico	6 (86%)	1 (14%)	7
Buen pronóstico	10 (53%)	9 (47%)	19
N	16	10	26

Tabla 25: Capacidad pronóstica EMGL en pacientes con tiempo de inicio ≤ 6 meses (N=26).

TA: músculo tiroaritenideo. VFS: videofibroscofia laríngea.

	<b>Tiempo de inicio &gt; 6 meses</b>		
	VFS al año		
Clasificación EMGL	TA paralizado	TA móvil	N
Mal pronóstico	23 (85%)	4 (15%)	27
Buen pronóstico	21(78%)	6 (22%)	27
N	44	10	54

Tabla 26: Capacidad pronóstica EMGL en pacientes >6 meses del tiempo de inicio (N=54).

TA: músculo tiroaritenideo. VFS: videofibroscofia laríngea.

Si la EMGL se realiza en los 6 primeros meses e indica buen pronóstico, predice casi el doble de veces la recuperación de la movilidad de la cuerda que vocal.

Cuando la EMGL indica mal pronóstico, casi siempre persiste la parálisis de la cuerda vocal al año independiente del tiempo en que se realice la EMGL.

#### 1.1.5. Resultados no esperados:

Consideramos resultados no esperados aquellos que tienen un valor de EMGL no acorde con la VFS realizada antes de la EMGL. En las 149 cuerdas vocales estudiadas, encontramos 23(15%) cuerdas vocales paralizadas con EMGL normal y 8(5%) cuerdas vocales con movilidad normal y EMGL patológico.

Analizamos primero las 23 cuerdas vocales paralizadas con EMGL normal. Representan el 29% de las 80 cuerdas vocales paralizadas incluidas en el estudio. Revisamos la causa de la parálisis, el tiempo de inicio y la VFS al año. En ningún caso se constató tras la exploración con fibroscopio que la parálisis de la cuerda vocal fuera debida a una causa mecánica.

La causa de la parálisis en 13 cuerdas vocales fue la cirugía tiroidea, se lesionaron en el campo quirúrgico 8 TA derechos y 5 TA izquierdos. En 3 cuerdas vocales la causa de la parálisis se relacionó con la intubación orotraqueal (IOT), se afectaron 3 TA izquierdos presumiblemente por compresión del tubo de intubación sobre el nervio recurrente. En 7

cuerdas vocales no se identificó la causa de la parálisis y se consideró idiopática, se incluyen 6 TA izquierdos y 1 TA derecho.

El tiempo que transcurrió entre el inicio de la disfonía y la realización de la EMGL fue en 9 cuerdas vocales de menos de 6 meses, y en 14 cuerdas vocales más de 12 meses.

De las 23 cuerdas vocales, recuperan la movilidad al año 6 TA (26%), tres TA derechos y tres TA izquierdos. Las causas y el tiempo de inicio en estas 6 cuerdas fueron los siguientes, en una cuerda la causa fue la IOT y el tiempo de inicio < de 6 meses; en 3 cuerdas la causa fue la cirugía tiroidea y el tiempo de inicio fue > de 6 meses cuerda; y en 2 cuerdas el motivo de la parálisis fue idiopática y el tiempo de inicio fue > de 12 meses.

Las 8 cuerdas vocales con fibroscopia normal y resultado de EMGL patológico, representan el 12% de las 69 cuerdas vocales con movilidad normal antes de realizar la EMGL. Revisamos cómo es la fibroscopia de la cuerda vocal contralateral, la causa de la disfonía, la EMGL de los músculos cricotiroideos y el tiempo de inicio.

En 4 cuerdas vocales, la cuerda vocal contralateral estaba paralizada y la causa en todas fue idiopática. Las otras 4 cuerdas vocales contralaterales presentaban una movilidad normal, y la causa de la disfonía en dos casos fue idiopática y en los otros dos casos, una cirugía tiroidea.

Se realizó EMGL en los músculos cricotiroideos en los casos que ambas cuerdas vocales eran móviles. Tan solo la EMGL fue patológica en dos músculos cricotiroideos junto al TA izquierdo, la causa fue la cirugía tiroidea.

El tiempo que transcurrió entre el inicio de la disfonía y la realización de la EMGL fue en 2 cuerdas vocales < de 6 meses, en 6 cuerdas vocales > de 6 meses.

## **1.2. Resultados de la EMGL para infiltrar toxina botulínica**

En este apartado analizamos si la EMGL nos ha permitido localizar adecuadamente los músculos tiroaritenoides para infiltrar toxina botulínica. Hay 14 pacientes con distonía

laríngea y se realizaron 33 EMGL porque el tratamiento se repitió una o más veces en 9 pacientes (Tabla 27). Un paciente no toleró la EMGL una vez iniciada la prueba y fue excluido.

En todos los pacientes se identificó la actividad voluntaria de los dos músculos tiroaritenoides y se procedió a la infiltración de la toxina botulínica en ambos, en total se pincharon 66 cuerdas vocales.

N pacientes	4	5	1	1	1	0	1
N infiltraciones en el mismo paciente	1	2	3	4	5	6	7

Tabla 27: Número de pacientes y número de veces que se les realiza la EMGL laríngea para infiltrar toxina botulínica.

Los efectos secundarios que manifestaron los pacientes a la semana de la infiltración de toxina botulínica fueron disminución de la intensidad de voz en 12 pacientes, disfagia leve a líquidos en 10 pacientes, disfagia a sólidos 2 pacientes, y dolor cervical anterior 3 pacientes.

La valoración subjetiva del paciente de mejoría o no de la voz al mes de la infiltración, fue positiva en 21 casos, y repitieron el tratamiento a los tres o cuatro meses. No refirieron mejoría de la voz 12 pacientes, de los que 8 hicieron una nueva infiltración, y tan solo 4 pacientes no repitieron.

### 1.3. Resultados de la EMGL de los músculos cricotiroideos

Dentro de los objetivos de este estudio no se contempla el análisis de los músculos cricotiroideos (CT), sin embargo, incluimos un breve análisis de estos resultados.

De los 109 pacientes del estudio, se realizó EMGL de los músculos cricotiroideos en 36 pacientes (33%), obteniendo el valor electromiográfico de 67 músculos cricotidoideos, 33 derechos y 34 izquierdos. Se obtuvo un resultado de EMGL patológico en 10 músculos

cricotiroideos (15%). Se realizó la EMGL del músculo tiroaritenoso del mismo lado del cricotiroideo en 56 casos.

Analizamos el resultado de la EMGL de los músculos CT agrupándolos según la causa de la disfonía. Se realizaron 19 EMGL de músculos CT en pacientes a los que se les había realizado una cirugía tiroidea, obteniendo un resultado patológico en 7 músculos CT. La intubación orotraqueal se relacionó con 3 EMGL de músculos CT, tan solo fue patológica la EMGL de un músculo CT. La EMGL de 14 músculos CT se asoció a otras causas, en este subgrupo se obtuvieron 2 resultados patológicos en la EMGL de CT.

#### 1.4. Complicaciones de la EMGL

No hubo ninguna complicación importante durante la prueba ni inmediatamente posterior. Como complicaciones leves apareció un sangrado endolaríngeo con hemoptisis y un hematoma subcutáneo pequeño.

#### 1.5. Tolerancia de los pacientes a la EMGL

Respecto a la tolerancia de los pacientes a la EMGL, de las 136 pruebas realizadas hay 8 pacientes (6%) que no toleraron la prueba desde el inicio y 15 pacientes (11%) no toleran la prueba a mitad de su ejecución, por lo que en éstos tan solo se evaluaron alguno de los músculos tiroaritenoso y cricotiroideo previstos en la exploración. Globalmente el 17% de los pacientes no toleran la EMGL (*Tabla 28*).

	Todas las EMGL	EMGL diagnóstica	EMGL toxina*
	N(EMGL)=136	N(EMGL)=102	N(EMGL)=34
Bien tolerada	113(83%)	80(59%)	33(24%)
No tolerada toda la prueba	15(11%)	15(11%)	0(0%)
No tolera desde el inicio	8(6%)	7(5%)	1(1%)

Tabla 28: Tolerancia de los pacientes a la EMGL (N=136). EMGL toxina: EMGL para infiltrar toxina botulínica

## 1.6. Dificultades del médico explorador para realizar la técnica

Durante la realización de la EMGL el médico explorador no localizó con el electrodo de aguja dos músculos TA (1.5% de todos los TA pinchados).

También se dio la circunstancia de que el médico explorador no pudo valorar todos los parámetros de la EMGL en 7 casos (7% de las EMGL realizadas con finalidad diagnóstica).

## 1.7. Gasto hospitalario al realizar una EMGL

Los precios en el año 2021-2022 de la consulta para EMGL han sido (material utilizado en cada EMGL):

<b>Gasto materiales</b>	<b>€/Ud.</b>
Agujas concéntricas EMG - Ambu Neuroline	4,2
Electrodos de cucharilla EMG - Ambu Neuroline	1,0
Agujas monopolares EMG para inyección - Ambu Neuroline	18,0
Ampolla de Botox 100 unidades (se utiliza una ampolla por paciente)	80,0
Sábana para la camilla que se cambia en cada paciente	0,7
	<b>103,9</b>

### **Gasto recursos**

Precio/hora especialista médico en Hospital Moisès Broggi	58,0	Se estima una media de 1h por paciente
2 especialistas por prueba	x2	
	<b>116,0</b>	

### **Gastos adicionales no cuantificables**

Utilización de la camilla y la almohada

### **Inversiones equipamiento**

	<b>€/Ud.</b>	
Torre de EMG 4ch Viking™ UltraPro S100	29.000	
Videofibroscopio Olympus CV170-VH	25.000	
	<b>54.000</b>	
Estimación vida útil del equipo 5 años	10.800	<b>€/año</b>

### **Conclusión**

A nivel de gasto, para cada paciente hay una estimación de:

Gasto material: 103,9€

Gasto en recursos: 116,0€

**Total Gasto: 219,9€**

A nivel de inversión, tomando una vida útil de los equipos de 5 años, el coste anual es 10.800€

## 2. Resultados del cuestionario sobre EMGL

### 2.1. Información relacionada con los profesionales

La población de estudio del cuestionario son médicos otorrinolaringólogos, neurólogos y neurofisiólogos dedicados a la laringología. La encuesta se envió *online* para facilitar su distribución y ampliarla geográficamente. Para seleccionar la muestra, las preguntas del cuestionario son específicas de EMGL, son cerradas y de respuesta obligada.

Se repartieron un total de 2.569 encuestas entre la *SEORL*, la *SELECNE* y los mails internacionales de artículos científicos sobre EMGL, tan solo accedieron al cuestionario 109 profesionales nacionales, y solo llegaron a destino 63 encuestas internacionales; finalmente contestan 37 profesionales, la tasa de respuesta conjunta es del 21%, no hay diferencias significativas entre la tasa de respuesta nacional y extranjera ( $p>0.05$ ).

El 92% de los especialistas llevan realizando EMGL casi dos años, y el 57% entre 10 y 40 pruebas anuales. Casi siempre trabajan de forma conjunta el otorrinolaringólogo y el neurólogo o neurofisiólogo. En el ámbito de trabajo existe una diferencia significativa ( $p<0.001$ ) entre extranjeros, más académico, y nacionales, más público.

De los 37 cuestionarios contestados, 23 fueron por profesionales nacionales y 14, por internacionales, en la *tabla 29* se detallan las nacionalidades.

Profesionales nacionales	N 23	Profesionales internacionales	N 14
<i>Barcelona</i>	12	<i>Alemania</i>	4
<i>Madrid</i>	4	<i>Estados Unidos</i>	4
<i>Navarra</i>	3	<i>Japón</i>	2
<i>Granada</i>	1	<i>Austria</i>	1

<i>Tarragona</i>	1	<i>República Corea del Sur</i>	1
<i>Valencia</i>	1	<i>Malasia</i>	1
<i>Vizcaya</i>	1	<i>Turquía</i>	1

Tabla 29: nacionalidades de los profesionales que han contestado el cuestionario

El 92% (N=34) de los profesionales llevan utilizando la EMGL entre uno y dos años. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los profesionales extranjeros y los nacionales (Tabla 30) (Gráfico 13).

	<i>Extranjero</i>	<i>Nacional</i>		<i>Todos</i>
	<i>N=14</i>	<i>N=23</i>	<i>p.overall</i>	<i>N=37</i>
			<i>0.468</i>	
< 1 año	<i>1(7.14%)</i>	<i>0(0.00%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
1 – 2 años	<i>12(85.7%)</i>	<i>22(95.7%)</i>		<i>34(91.89%)</i>
>2 años	<i>1(7.14%)</i>	<i>1(4.35%)</i>		<i>2(5.4%)</i>

Tabla 30: número de años realizando EMGL

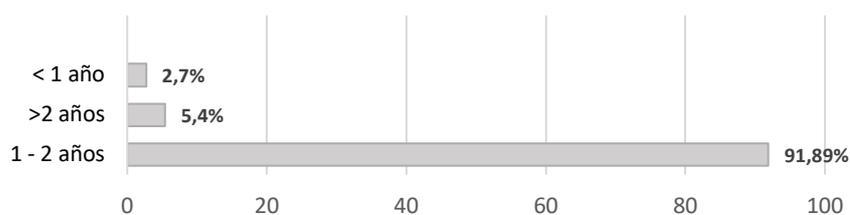


Gráfico 13: N=37, número de años realizando EMGL

El 57% (N=21) realizan entre 10 y 40 EMGL al año, el 5% (N=2) realizan entre 70 y 80 y el 8% (N=3) realizan más de 100 EMGL al año. Tampoco existen diferencias significativas entre los profesionales extranjeros y los nacionales (*Tabla 31*) (*Gráfico 14*).

Número de EMGL realizadas al año

	<i>Extranjero</i>	<i>Nacional</i>		<i>Todos</i>
	<i>N=14</i>	<i>N=23</i>	<i>p.overall</i>	<i>N=37</i>
			<i>0.343</i>	
<10	<i>3(21.4%)</i>	<i>4(17.4%)</i>		<i>7(18.92%)</i>
10 - 20	<i>1(7.14%)</i>	<i>7(30.4%)</i>		<i>8(21.62%)</i>
20 - 30	<i>3(21.4%)</i>	<i>5(21.7%)</i>		<i>8(21.62%)</i>
30 - 40	<i>2(14.3%)</i>	<i>3(13.0%)</i>		<i>5(13.51%)</i>
40 - 50	<i>1(7.14%)</i>	<i>0(0.00%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
50 - 60	<i>0(0.00%)</i>	<i>1(4.35%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
60 - 70	<i>1(7.14%)</i>	<i>0(0.00%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
70 - 80	<i>2(14.3%)</i>	<i>0(0.00%)</i>		<i>2(5.4%)</i>
80 - 90	<i>0(0.00%)</i>	<i>1(4.35%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
>100	<i>1(7.14%)</i>	<i>2(8.70%)</i>		<i>3(8.11%)</i>

Tabla 31: número de EMGL realizadas al año

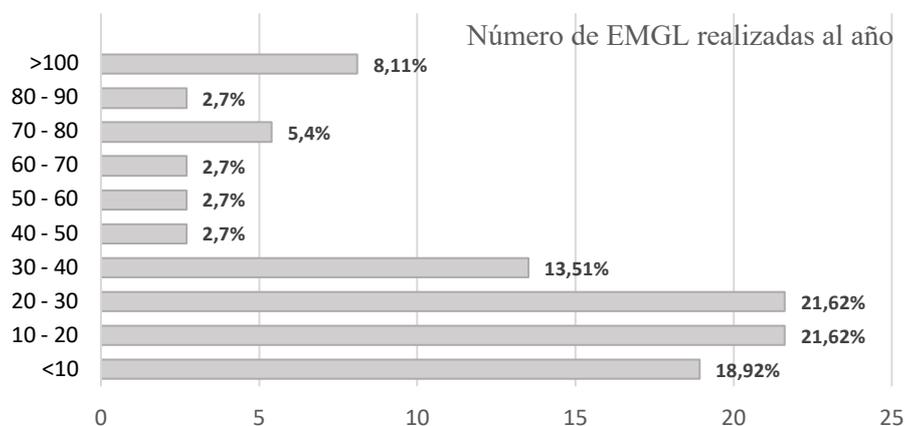


Gráfico 14: N=37, número de EMGL realizadas al año

El 70% (N=26) de los profesionales son otorrinolaringólogos y el 27% (N=10) son neurólogos o neurofisiólogos (Tabla 32) (Gráfico 3).

Especialidad de los profesionales

	<i>Extranjero</i>	<i>Nacional</i>		<i>Todos</i>
	<i>N=14</i>	<i>N=23</i>	<i>p.overall</i>	<i>N=37</i>
			<i>0.225</i>	
Neurofisiología	2(14.3%)	4(17.4%)		6(16.22%)
Neurología	0(0.00%)	4(17.4%)		4(10.81%)
Otorrinolaringología	11(78.6%)	15(65.2%)		26(70.27%)
Otros	1(7.14%)	0(0.00%)		1(2.7%)

Tabla 32: Especialidad de los profesionales

Especialidad de los profesionales

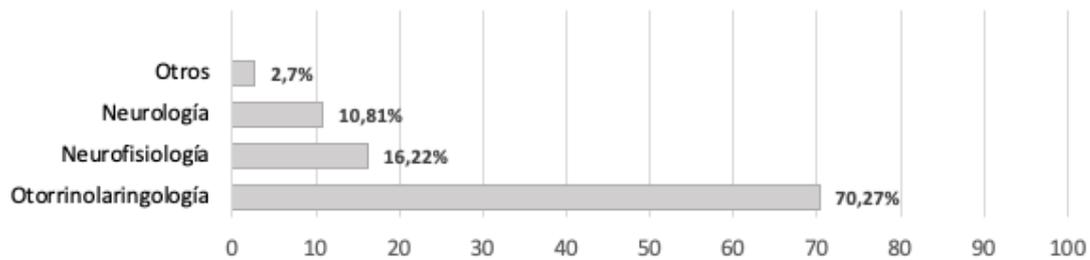


Gráfico 15: N=37, especialidad de los profesionales

El 89% (N=33) trabajan de forma conjunta un otorrino y un neurólogo o neurofisiólogo (Tabla 33) (Gráfico 16).

	<i>Extranjero</i>	<i>Nacional</i>		<i>Todos</i>
	<i>N=14</i>	<i>N=23</i>	<i>p.overall</i>	<i>N=37</i>
			<i>0.084</i>	
Con ningún otro profesional	<i>1(7.14%)</i>	<i>1(4.35%)</i>		<i>2(5.4%)</i>
Con neurofisiólogo	<i>3(21.4%)</i>	<i>12(52.2%)</i>		<i>15(40.54%)</i>
Con neurólogo	<i>0(0.00%)</i>	<i>3(13.0%)</i>		<i>3(8.11%)</i>
Con otorrinolaringología	<i>9(64.3%)</i>	<i>6(26.1%)</i>		<i>15(40.54%)</i>
Con otros	<i>1(7.14%)</i>	<i>1(4.35%)</i>		<i>2(5.4%)</i>

Tabla 33: Trabajo en equipo con otro especialista. Con otros: especialistas que no son otorrinolaringólogos, ni neurólogos ni neurofisiólogos.

### Trabajo en equipo con otra especialidad

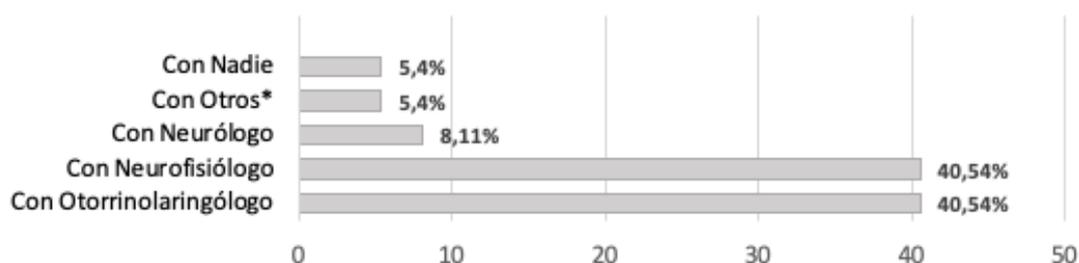


Gráfico 16: N=37, trabajo en equipo con otro especialista. Con otros\*: especialistas que no son otorrinolaringólogos, ni neurólogos ni neurofisiólogos.

No hay tampoco diferencias estadísticamente significativas en cuanto al electrodo que se utiliza para realizar la prueba entre nacionales y extranjeros. Los electrodos más habituales son los de aguja concéntrica bipolar 45.95% (N=17) y los de aguja concéntrica monopolar 40.54% (N=15), seguidos del electrodo monopolar 29.73% (N=11). Se utilizan menos el electrodo de superficie 5.4% (N=2) y el de aguja con fibra de gancho (*hooked-wire*) 5.4% (N=2). Ningún participante utiliza el electrodo de fibra única (Tabla 34) (Gráfico 17).

	<i>Extranjero</i>	<i>Nacional</i>		
	<i>N=14</i>	<i>N=23</i>	<i>p.</i>	<i>N=37</i>
			<i>overall</i>	
			<i>0.462</i>	
<i>Hooked-wire</i>	<i>1(7.14%)</i>	<i>0(0.00%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
<i>Aguja concéntrica bipolar</i>	<i>4(28.6%)</i>	<i>7(30.4%)</i>		<i>11(29%)</i>
<i>Aguja concéntrica monopolar</i>	<i>6(42.9%)</i>	<i>7(30.4%)</i>		<i>13(35%)</i>
<i>Aguja monopolar</i>	<i>2(14.3%)</i>	<i>3(13.0%)</i>		<i>5(13.5%)</i>
<i>Aguja concéntrica monopolar y concéntrica bipolar</i>	<i>0(0.00%)</i>	<i>1(4.35%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
<i>Aguja monopolar y concéntrica bipolar</i>	<i>0(0.00%)</i>	<i>4(17.4%)</i>		<i>4(11%)</i>
<i>Aguja monopolar y electrodo de superficie</i>	<i>0(0.00%)</i>	<i>1(4.35%)</i>		<i>1(2.7%)</i>
<i>Todos los electrodos</i>	<i>1(7.14%)</i>	<i>0(0.00%)</i>		<i>1(2.7%)</i>

Tabla 34: Tipo de electrodo utilizado para la EMGL

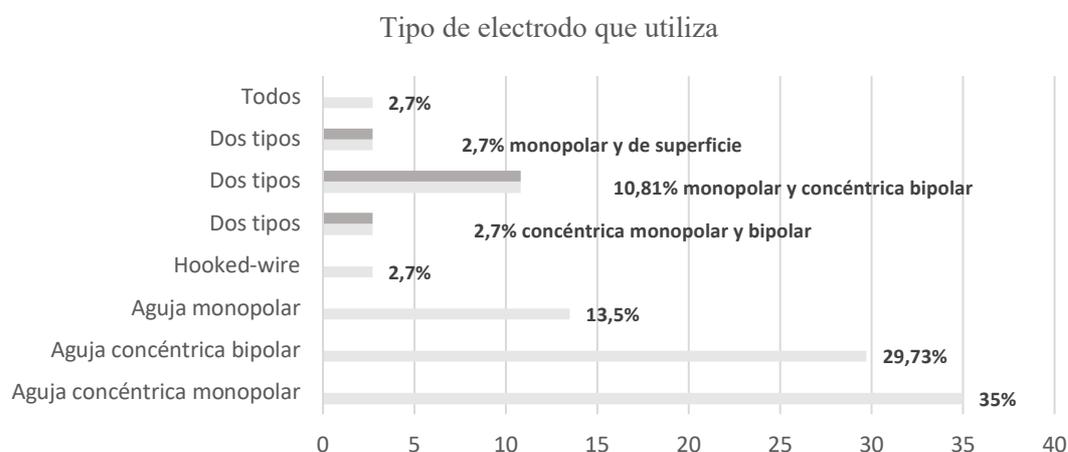


Gráfico 17: N=37; tipo de electrodo utilizado para la EMGL.

En esta primera sección, la única pregunta en la que existen diferencias estadísticamente significativas entre profesionales nacionales y extranjeros es la que hace referencia al ámbito de trabajo. El ámbito de trabajo en el 85.7% (N=12) de los profesionales internacionales es el universitario frente al 8.70% (N=2) de los nacionales,  $p < 0.001$ ; el 91.3% (N=21) de los profesionales nacionales trabajan en la sanidad pública y tan solo el 7.14% (N=1) de los internacionales,  $p < 0.001$  (Tabla 35) (Gráfico 18).

	<i>Extranjero</i>	<i>Nacional</i>		
	<i>N=14</i>	<i>N=23</i>	<i>p.overall</i>	<i>N</i>
				<i>37</i>
Académico	<i>12(85,7%)</i>	<i>2(8.70%)</i>	<i>&lt;0.001</i>	
Público	<i>1(7.14%)</i>	<i>21(91.3%)</i>	<i>&lt;0.001</i>	
Privado	<i>2(14.3%)</i>	<i>5(21.7%)</i>	<i>&lt;0.687</i>	

Tabla 35: Entorno de trabajo de realización de EMGL

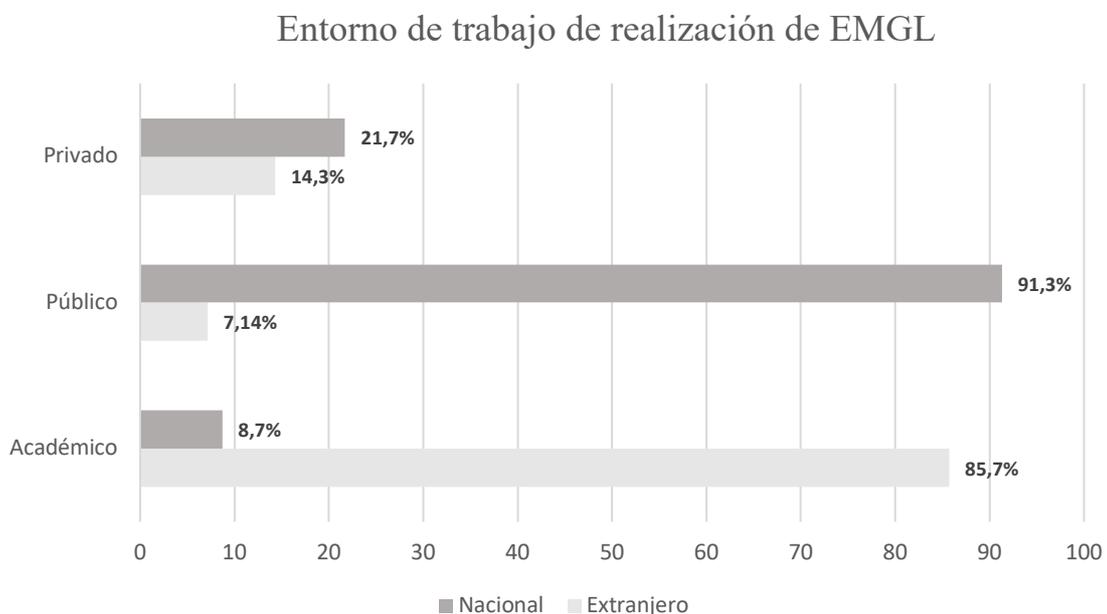


Gráfico 18: Entorno de trabajo de realización de EMGL

## 2.2. Sensibilidad para diagnosticar lesiones neuromusculares a diferentes niveles:

En las cinco preguntas de este apartado existe una clara diferencia entre la opinión acerca de la sensibilidad para diagnosticar lesiones del nervio periférico y el resto de las localizaciones, el valor de la mediana y del primer cuartil es 80.0 y [60.0;90.0], se acerca al valor 100 (es muy sensible o siempre la EMGL permite un diagnóstico). En el caso de diagnosticar una miopatía o una lesión en la unión neuromuscular, el valor de la mediana y del primer cuartil es 50.0, [20.0;60.0] y 50.0, [10.0;60.0] respectivamente. Los valores de mediana más cercanos al valor 0 (no es nada sensible o nunca la EMGL permite un diagnóstico), corresponden a las localizaciones de los ganglios basales y la motoneurona superior, 30.0 [10.0;50.0] y 30.0 [0.00;50.0], respectivamente (*Tabla 36*).

El 76% (N=28) opinan que la EMGL es muy probable que diagnostique alteraciones del nervio periférico como causa de la parálisis de la cuerda vocal. La opinión del 65% (N=24) y 68% (N=25) de los profesionales es que resulta menos sensible o es poco probable en el diagnóstico de miopatías y de lesiones en la unión neuromuscular respectivamente. El 92% (N=31) y 84% (N=34) de los profesionales opinan que la EMGL es poco probable que sirva para diagnosticar una lesión a nivel de los ganglios basales y de la motoneurona superior (*Tabla 37*) (*Gráfico 19*).

<b>Identificar lesiones a diferentes niveles</b>	<b>Extranjero N=14</b>	<b>Nacional N=23</b>		<b>Todos N=37</b>
	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>p</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>
<i>Nervio periférico [0 - 100]</i>	75.0 [45.0;87.5]	80.0 [80.0;90.0]	0.311	80.0 [60.0;90.0]
<i>Miopatía [0 - 100]</i>	50.0 [42.5;70.0]	40.0 [10.0;60.0]	0.091	50.0 [20.0;60.0]
<i>Unión neuromuscular</i>	50.0 [42.5;60.0]	30.0 [0.00;55.0]	0.055	50.0 [10.0;60.0]
<i>Ganglios basales [0 - 100]</i>	30.0 [12.5;50.0]	30.0 [0.00;50.0]	0.666	30.0 [10.0;50.0]
<i>Motoneurona superior</i>	35.0 [22.5;50.0]	10.0 [0.00;50.0]	0.175	30.0 [0.00;50.0]

Tabla 36: Valor de mediana y primer cuartil de las respuestas sobre la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para diagnosticar lesiones nerviosas a diferentes niveles o musculares (siendo en valor 0 “nunca o no es nada sensible” y el valor 100 “siempre o es muy sensible”).

<b>Identificar lesiones a diferentes niveles</b>	<b>Nunca diagnostica</b>	<b>Poco probable el diagnóstico</b>	<b>Muy probable el diagnóstico</b>	<b>Siempre diagnostica</b>
<i>Nervio periférico</i>	0 (0.0%)	9 (24.3%)	28 (75.7%)	0 (0.0%)
<i>Miopatía</i>	0 (0.0%)	24 (64.9%)	13 (35.1%)	0 (0.0%)
<i>Unión neuromuscular</i>	0 (0.0%)	25 (67.6%)	12 (32.4%)	0 (0.0%)
<i>Ganglios basales</i>	0 (0.0%)	34 (91.9%)	3 (8.1%)	0 (0.0%)
<i>Motoneurona superior</i>	0 (0.0%)	31 (83.8%)	6 (16.2%)	0 (0.0%)

Tabla 37: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para diagnosticar lesiones nerviosas a diferentes niveles o musculares.

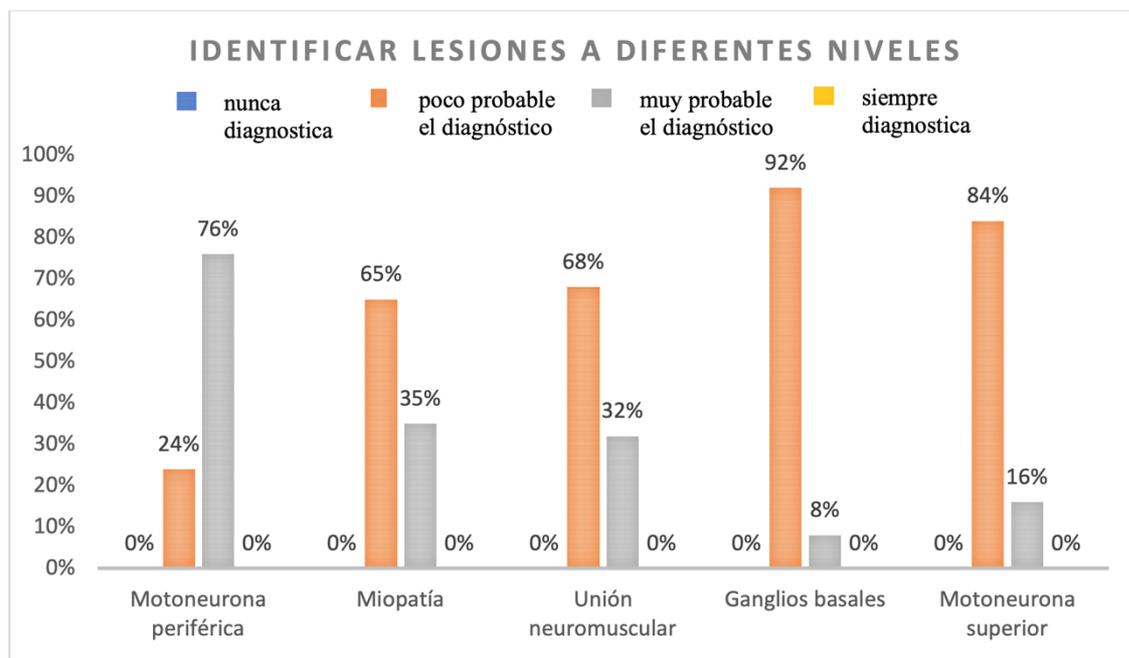


Gráfico 19: respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para diagnosticar lesiones nerviosas a diferentes niveles o musculares.

### 2.3. Percepción de la sensibilidad de la EMGL para evaluar el pronóstico de recuperación de una paresia/parálisis de cuerda vocal:

En la pregunta referida a la opinión del profesional respecto a la sensibilidad de la EMGL para predecir el pronóstico de una cuerda vocal parética o paralizada, el valor de la mediana y el primer cuartil de todas las respuestas son 70.0 y [50.0;80.0] (Tabla 38).

El análisis por intervalos categóricos nos indica que el 70 % (N=26) de los profesionales consideran que la EMGL es bastante sensible o es muy probable que pueda facilitarnos un pronóstico ante una cuerda vocal paralizada o parética (Tabla 39) (Gráfico 20).

<b><i>Pronóstico de la parálisis de cuerda vocal</i></b>	<b><i>Extranjero N=14</i></b>	<b><i>Nacional N=23</i></b>		<b><i>Todos N=37</i></b>
	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>p. overall</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>
<i>Sensibilidad respecto al pronóstico [0 - 100]</i>	70.0 [60.0;77.5]	70.0 [45.0;80.0]	0.714	70.0 [50.0;80.0]

Tabla 38: Valor de mediana y primer cuartil de las preguntas sobre la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para dar un pronóstico ante una paresia o parálisis de cuerda vocal (siendo en valor 0 “nunca o no es nada sensible” y el valor 100 “siempre o es muy sensible”).

<b><i>Pronóstico de la parálisis de cuerda vocal</i></b>	<b><i>Nunca pronóstico acertado</i></b>	<b><i>Poco probable pronóstico acertado</i></b>	<b><i>Muy probable pronóstico acertado</i></b>	<b><i>Siempre pronóstico acertado</i></b>
<i>Sensibilidad respecto al pronóstico</i>	0 (0.0%)	11 (29.7%)	26 (70.3%)	0 (0.0%)

Tabla 39: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para dar un pronóstico ante cuerda vocal paralizada o parética.

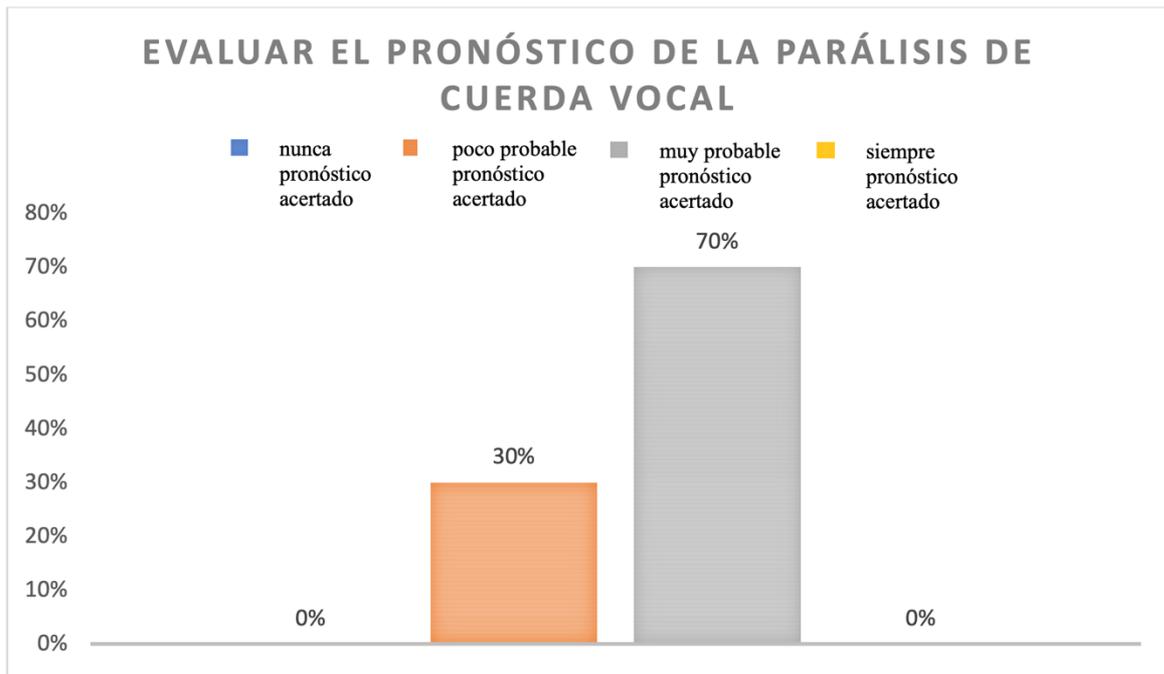


Gráfico 20: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para dar un pronóstico ante cuerda vocal paralizada o parética.

#### 2.4. Tolerancia del paciente a la exploración:

En la primera pregunta sobre la opinión del profesional respecto al dolor que manifiesta el paciente durante la realización de la EMGL, la mediana y el primer cuartil son 40.0 [30.0;50.0] (tabla 8). No existe diferencia significativa entre los profesionales extranjeros y nacionales. Si valoramos las respuestas diferenciadas en categorías, el 57% (N=21) de los profesionales opina que el paciente manifiesta poco dolor durante la EMGL, un 41% (N=15) opina que el paciente manifiesta bastante dolor durante la EMGL y sólo 1 profesional (3%) refiere percibir un dolor intenso en los pacientes (*Tabla 40 y 41*) (*Gráfico 20*).

En la segunda pregunta de este apartado sobre la percepción que tiene el profesional sobre si el paciente toleraría la prueba más de media hora, la mediana y el primer cuartil de todas las respuestas son 30.0 [10.0;50.0] (tabla 8). No existe diferencia significativa entre los profesionales extranjeros y nacionales. Si valoramos las respuestas diferenciadas en

categorías, el 24% (N=9) de los profesionales opinan que es poco probable que los pacientes toleren una duración de la EMGL superior a 30 minutos, el 57% (N=21) opinan que sí que es probable que toleran una EMGL de más de media hora, y el 7% responden que siempre la prueba se puede tolerar más de media hora (Tabla 40 y 41) (Gráfico 20).

<i>Percepción del explorador</i>	<i>Extranjero N=14</i>	<i>Nacional N=23</i>		<i>Todos N=37</i>
	<i>Mediana [p25-p75] [0 - 100]</i>	<i>Mediana [p25-p75] [0 - 100]</i>	<i>p. overall</i>	<i>Mediana [p25-p75] [0 - 100]</i>
<i>Manifiesta dolor durante la EMGL</i>	<i>40.0 [32.5;50.0]</i>	<i>40.0 [30.0;60.0]</i>	<i>0.610</i>	<i>40.0 [30.0;50.0]</i>
<i>Tolera más de ½ hora la EMGL</i>	<i>15.0 [0.00;40.0]</i>	<i>40.0 [10.0;60.0]</i>	<i>0.114</i>	<i>30.0 [10.0;50.0]</i>

Tabla 40: Valor de mediana y primer cuartil de las respuestas a las preguntas sobre el dolor que siente el paciente durante la EMGL (siendo en valor 0 “no dolor” y el valor 100 “dolor muy fuerte”); y percepción de si el paciente toleraría la prueba más de ½ hora (siendo en valor 0 “sí” y el valor 100 “no”).

<i>Percepción del explorador</i>	<i>Nunca</i>	<i>Poco dolor</i>	<i>Bastante dolor</i>	<i>Dolor muy fuerte</i>
<i>Manifiesta dolor durante la EMGL</i>	<i>0 (0.0%)</i>	<i>21 (56.8%)</i>	<i>15 (40.5%)</i>	<i>1 (2.7%)</i>

Tabla 41: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de percepción del profesional del dolor que siente el paciente durante la EMGL

<i>Percepción del explorador</i>	<i>Nunca</i>	<i>Poco probable</i>	<i>Muy probable</i>	<i>Siempre</i>
<i>Tolera más de ½ hora la EMGL</i>	0 (0.0%)	9 (24.3%)	21 (56.8%)	7 (18.9%)

Tabla 42: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de percepción del profesional de si el paciente tolerase la prueba más de ½ hora.

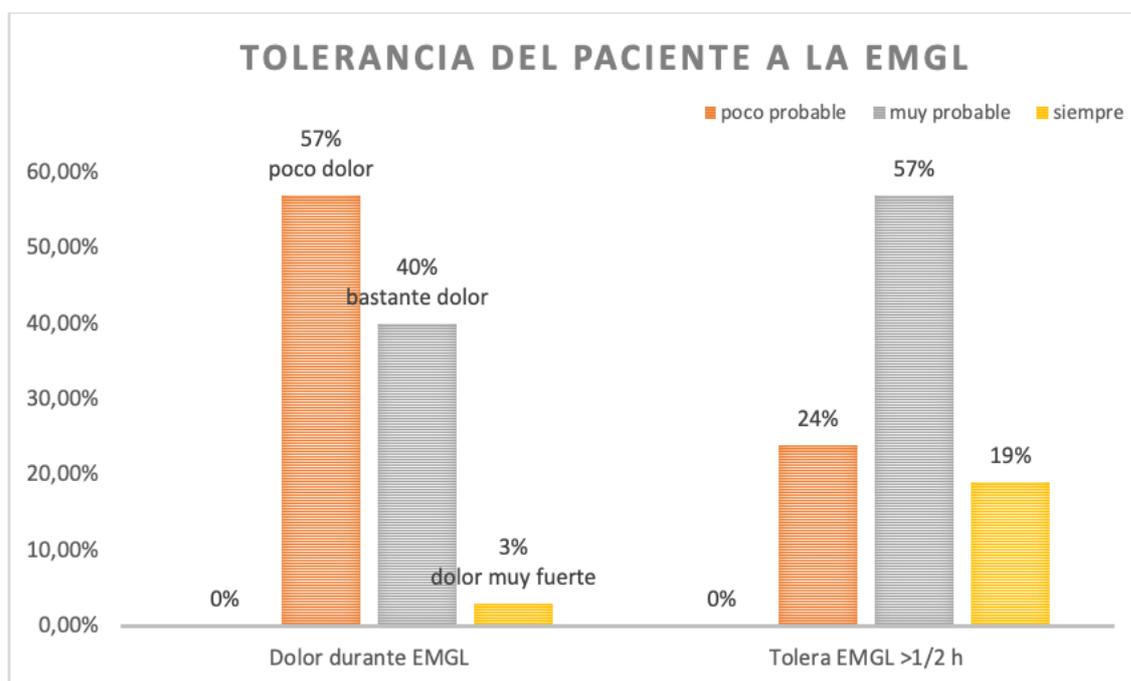


Gráfico 20: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de percepción del profesional del dolor que siente el paciente durante la EMGL y a la percepción de si el paciente tolerase la prueba más de ½ hora.

## 2.5. Seguridad de que se pincha el músculo que se desea pinchar:

En este apartado se incluye una pregunta sobre la frecuencia con la se pincha el músculo cricoaritenideo posterior, los valores de la mediana y del primer percentil de todas las respuestas son 10.0 y [0.00;30.0] (Tabla 43), está mucho más próximo al 0 (nunca) que al 100 (siempre). En la valoración según los intervalos cualitativos establecidos, el 92% (N=34) de los profesionales es muy poco probable que pinchen el cricoaritenideo posterior cuando realizan las EMGL (Tabla 44).

Respecto a las preguntas que hacen referencia a la seguridad de que tiene el profesional en pinchar los músculos tiroaritenideo, cricotiroideo y cricoaritenideo posterior, la mediana y primer cuartil del tiroaritenideo y cricotiroideo es la misma al valorar las 37 respuestas, 80.0 y [70.0;90.0], una puntuación que se acerca mucho al valor de siempre. Sin embargo, los valores del cricoaritenideo posterior son 20.0 y [0.00;60.0], acercándose por el contrario más al valor de nunca (Tabla 45). Según los intervalos de categorías, el 89% (N=33) y el 84% (N=31) de los profesionales creen muy probable pinchar adecuadamente el músculo tiroaritenideo y el músculo cricotiroideo respectivamente. Tan solo el 27% (N=10) de los profesionales creen que es muy probable pinchar adecuadamente el cricoaritenideo posterior (Tabla 46) (Gráfico 8).

	<i>Extranjero</i> N=14	<i>Nacional</i> N=23		<i>Todos</i> N=37
	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>p.</i> <i>overall</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>
<i>Frecuencia con que pincha CAP [0 - 100]</i>	20.0 [10.0;30.0]	0.00 [0.00;25.0]	0.099	10.0 [0.00;30.0]

Tabla 43: Valor de mediana y primer cuartil de las respuestas sobre la frecuencia con que pincha y analiza el músculo cricoaritenideo posterior en la EMGL (siendo en valor 0 “nunca” y el valor 100 “siempre”). CAP: músculo cricoaritenideo posterior

	<i>Nunca</i>	<i>Casi nunca</i>	<i>Casi siempre</i>	<i>Siempre</i>
<i>Frecuencia con que pincha CAP</i>	0 (0.0%)	34 (91.9%)	3 (8.1%)	0 (0.0%)

Tabla 44: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de frecuencia con que pincha el músculo cricoaritenideo posterior en la EMGL. CAP: músculo cricoaritenideo posterior

<b>Localización de los músculos con electrodo de aguja</b>	<b>Extranjero N=14</b>	<b>Nacional N=23</b>		<b>Todos N=37</b>
	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>p. overall</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>
<i>Tiroaritenoiideo [0 - 100]</i>	75.0 [70.0;80.0]	90.0 [70.0;90.0]	0.133	80.0 [70.0;90.0]
<i>Cricotiroideo [0 - 100]</i>	70.0 [70.0;80.0]	90.0 [80.0;95.0]	0.014	80.0 [70.0;90.0]
<i>Cricoaritenoiideo posterior [0 - 100]</i>	50.0 [20.0;60.0]	0.00 [0.00;40.0]	0.018	20.0 [0.00;60.0]

Tabla 45: Valor de mediana y primer cuartil de las respuestas sobre la seguridad que tiene el profesional en que pincha adecuadamente los diferentes músculos en la EMGL (siendo en valor 0 “nunca” y el valor 100 “siempre”).

<b>Localización de los músculos con electrodo de aguja</b>	<b>Nunca lo localizo</b>	<b>Poco probable localizarlo</b>	<b>Muy probable localizarlo</b>	<b>Siempre lo localizo</b>
<i>Tiroaritenoiideo</i>	0 (0.0%)	4 (10.8%)	33 (89.2%)	0 (0.0%)
<i>Cricotiroideo</i>	0 (0.0%)	6 (16.2%)	31 (83.8%)	0 (0.0%)
<i>Cricoaritenoiideo posterior</i>	0 (0.0%)	27 (73.0%)	10 (27.0%)	0 (0.0%)

Tabla 46: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la seguridad que tiene el profesional en que pincha adecuadamente los diferentes músculos en la EMGL.

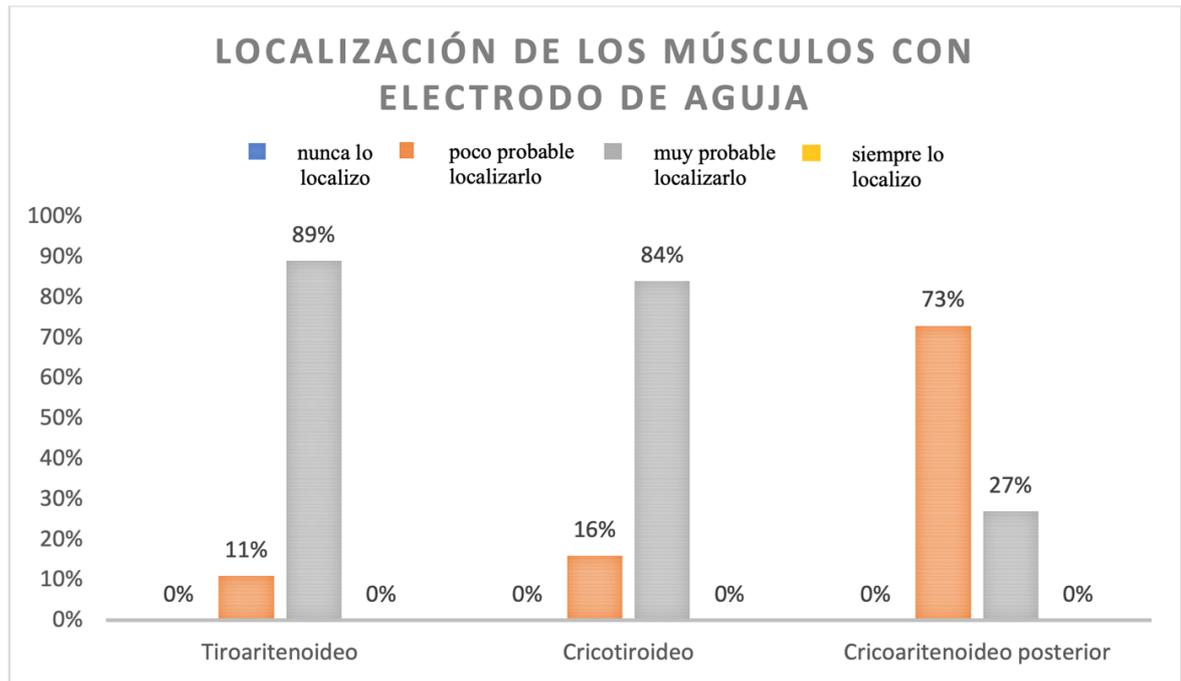


Gráfico 21: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la seguridad que tiene el profesional en que pincha adecuadamente los diferentes músculos en la EMGL.

## 2.6. Evaluación de las diferentes fases de la EMGL:

Las cuatro preguntas que hacen referencia a la opinión que tiene el profesional respecto a la valoración de las fases de la EMGL, el valor de la mediana es el mismo 80.0 y el primer cuartil es [60.0;90.0] en el caso de la inserción y el reclutamiento, [50.0;90.0] en la actividad espontánea en reposo, y [70.0;90.0] en la morfología de la onda. Estos valores se aproximan a 100, que representa estar seguro de evaluar cada una de las fases (*Tabla 47*).

Según los intervalos categóricos, la mayoría de los profesionales opinan que es muy probable valorar la actividad de inserción, el 78% (N=29); la actividad espontánea en reposo, el 73% (N=27); el reclutamiento, el 76% (N=28); y la morfología de la onda del potencial de acción, el 84% (N=31). Globalmente, la mayoría de los encuestados puede emitir una valoración adecuada de la prueba (*Tabla 16*) (*Gráfico 9*).

<b>Evaluación de las fases de la EMGL</b>	<b>Extranjero N=14</b>	<b>Nacional N=23</b>		<b>Todos N=37</b>
	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>p. overall</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>
<i>Actividad de inserción [0 - 100]</i>	80.0 [70.0;90.0]	70.0 [40.0;90.0]	0.103	80.0 [60.0;90.0]
<i>Actividad espontánea en reposo [0 - 100]</i>	75.0 [62.5;87.5]	80.0 [45.0;85.0]	0.987	80.0 [50.0;90.0]
<i>Reclutamiento [0 - 100]</i>	70.0 [55.0;80.0]	90.0 [65.0;90.0]	0.131	80.0 [60.0;90.0]
<i>Morfología de la onda del potencial de acción [0 - 100]</i>	75.0 [70.0;80.0]	80.0 [70.0;90.0]	0.423	80.0 [70.0;90.0]

Tabla 47: Valor de mediana y primer cuartil de las respuestas sobre la opinión que tiene el profesional en la valoración de las diferentes fases de la EMGL (siendo en valor 0 “nunca o no es fácil” y el valor 100 “siempre o sí seguro que es fácil”).

<b>Evaluación de las fases de la EMGL</b>	<b>Nunca puedo evaluarlas</b>	<b>Poco probable poder evaluarlas</b>	<b>Muy probable poder evaluarlas</b>	<b>Siempre puedo evaluarlas</b>
<i>Actividad de inserción</i>	0 (0.0%)	8 (21.6%)	29 (78.4%)	0 (0.0%)
<i>Actividad espontánea en reposo</i>	0 (0.0%)	10 (27.0%)	27 (73.0%)	0 (0.0%)
<i>Reclutamiento</i>	0 (0.0%)	9 (24.3%)	28 (75.7%)	0 (0.0%)
<i>Morfología de la onda del potencial de acción</i>	0 (0.0%)	6 (16.2%)	31 (83.8%)	0 (0.0%)

Tabla 48: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional en la valoración de las diferentes fases de la EMGL.

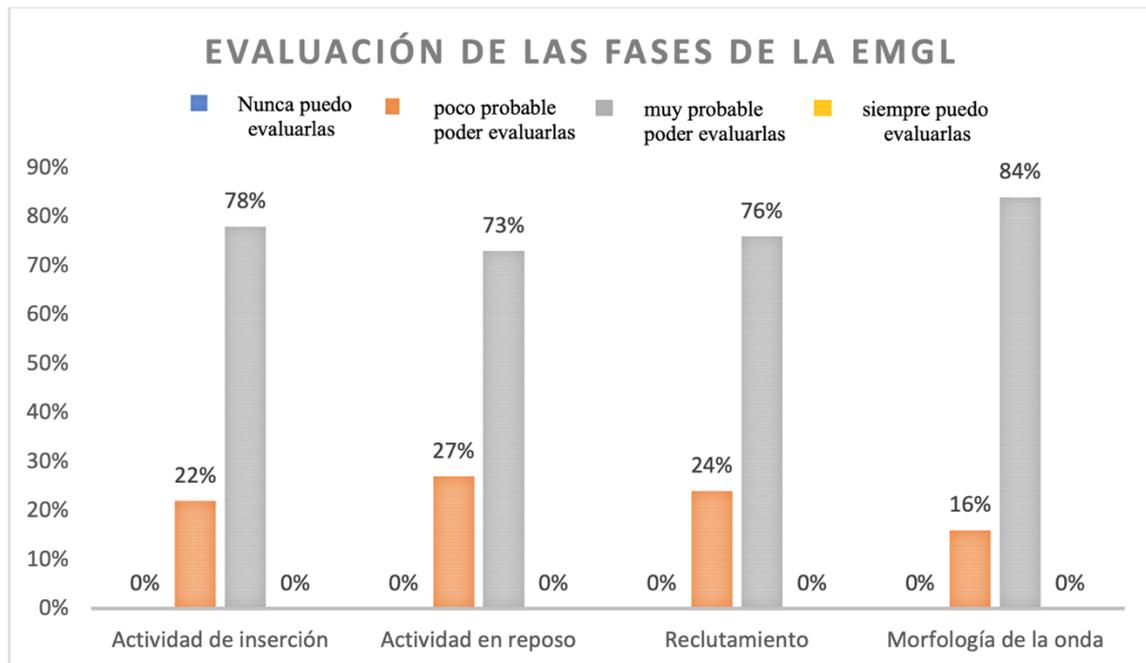


Gráfico 22: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional en la valoración de las diferentes fases de la EMGL.

## 2.7. Percepción de la sensibilidad de la EMGL para identificar las distonías, los temblores laríngeos y las sincinesias:

En este apartado hay dos preguntas, la primera es la opinión del profesional acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar distonías y temblores, el valor de la mediana y del primer cuartil de todas las respuestas es 60.0 y [20.0;80.0] (Tabla 49). El análisis según los intervalos cualitativos nos muestra que el 54% (N=20) de los profesionales consideran que es bastante sensible o es muy probable identificar las distonías y los temblores con la EMG, y el 46% (N=17) opinan lo contrario, que la EMGL es poco sensible o poco probable (Tabla 50).

Respecto a la pregunta de identificación de las sincinesias, existen diferencias significativas entre los profesionales extranjeros y los nacionales,  $p=0.038$ . La mediana y el primer cuartil

en el grupo de extranjeros es 75.0 [70.0;80.0]; y en el grupo de nacionales es 50.0 [25.0;70.0],  $p=0.038$  (tabla 19). En el porcentaje cualitativo, el 93% (N=13) de los extranjeros consideran que la EMGL es bastante sensible o muy probable que nos identifique sincinesias, frente al 39% (N=9) de los profesionales nacionales,  $p= 0.004$  (Tablas 51 y 52) (Gráfico 23).

<b>Identificar distonías, temblores, sincinesias</b>	<b>Extranjero N=14</b>	<b>Nacional N=23</b>		<b>Todos N=37</b>
	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>p. overall</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>
<i>Distonías y temblores laríngeos [0 - 100]</i>	55.0 [20.0;67.5]	60.0 [15.0;90.0]	0.469	60.0 [20.0;80.0]
<i>Sincinesias laríngeas [0 - 100]</i>	75.0 [70.0;80.0]	50.0 [25.0;70.0]	0.038	70.0 [30.0;80.0]

Tabla 49: Valor de mediana y primer cuartil de respuestas sobre la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para identificar distonías-temblores y sincinesias (siendo en valor 0 “nunca o no es nada sensible” y el valor 100 “siempre o es muy sensible”).

<b>Identificar distonías, temblores profesionales extranjeros y nacionales</b>	<b>Nunca puedo identificarlas</b>	<b>Poco probable poder identificarlas</b>	<b>Muy probable poder identificarlas</b>	<b>Siempre puedo identificarlas</b>
<i>Distonías y temblores laríngeos</i>	0 (0.0%)	17 (45.9%)	20 (54.1%)	0 (0.0%)

Tabla 50: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para identificar distonías-temblores.

<i>Identificar sincinesias Profesionales extranjeros</i>	<i>Nunca puedo identificarlas</i>	<i>Poco probable poder identificarlas</i>	<i>Muy probable poder identificarlas</i>	<i>Siempre puedo identificarlas</i>
<i>Sincinesias laríngeas</i>	0 (0.0%)	1 (7.14%)	13 (92.9%)	0 (0.0%)

Tabla 51: Porcentaje de profesionales extranjeros (N=14) que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para identificar sincinesias. Existe diferencia significativa respecto al grupo de profesionales nacionales, p=0.004.

<i>Identificar sincinesias Profesionales nacionales</i>	<i>Nunca puedo identificarlas</i>	<i>Poco probable poder identificarlas</i>	<i>Muy probable poder identificarlas</i>	<i>Siempre puedo identificarlas</i>
<i>Sincinesias laríngeas</i>	0 (0.0%)	14 (60.9%)	9 (39.1%)	0 (0.0%)

Tabla 52: Porcentaje de profesionales nacionales (N=23) que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para identificar sincinesias. Existe diferencia significativa respecto al grupo de profesionales extranjeros, p=0.004.

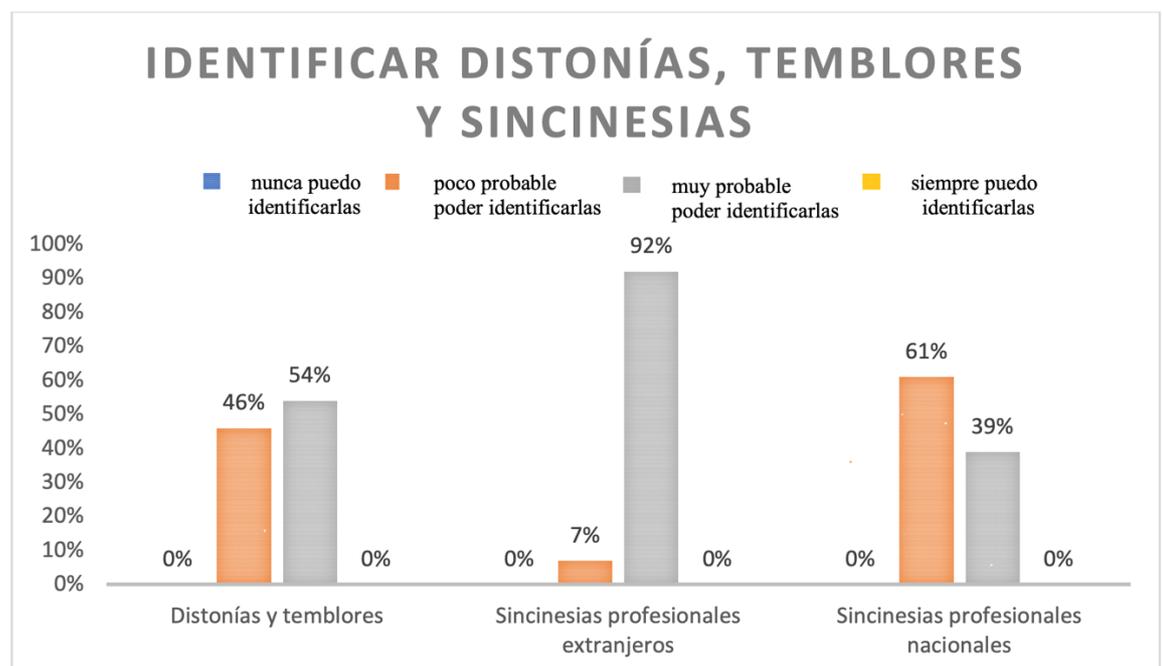


Gráfico 23: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de la opinión que tiene el profesional respecto a la sensibilidad que tiene la EMGL para identificar distonia-temblores y sincinesias. Existe diferencia significativa entre el grupo de profesionales extranjeros (N=14) y nacionales (N=23) al valorar las sincinesias,  $p=0.004$ .

## 2.8. Opinión acerca de trabajar con datos cuantitativos de amplitud, tiempo y frecuencia del potencial de acción en la EMGL:

La última pregunta del cuestionario sobre la EMGL cuantitativa, los valores de mediana y primer cuartil son diferentes significativamente entre extranjeros y nacionales,  $p=0.04$ , 75.0 y [52.5;87.5] para los primeros, y para los segundos 90.0 y [75.0;100]; en ambos casos la tendencia es de aproximación al valor 100 (siempre) (Tabla 53).

En la valoración de las respuestas por intervalos cualitativos no aparecen diferencias significativas, el 78% (N=29) de los profesionales muy probablemente sí les gustaría tener datos cuantitativos precisos de la EMGL (Tabla 54) (Gráfico 11).

<i>Le gustaría trabajar con EMGL cuantitativa</i>	<i>Todos N=37</i>		<i>Extranjero N=14</i>	<i>Nacional N=23</i>
	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>p. overall</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>	<i>Mediana [p25-p75]</i>
<i>EMGL cuantitativa [0 - 100]</i>	90.0 [60.0;90.0]	0.040	75.0 [52.5;87.5]	90.0 [75.0;100]

Tabla 53: Valor de mediana y primer cuartil de las respuestas a las preguntas sobre la opinión que tiene el profesional respecto a si le gustaría trabajar con EMGL cuantitativa (siendo en valor 0 “nunca” y el valor 100 “siempre”).

<i>Le gustaría trabajar con EMGL cuantitativa</i>	<i>Nunca</i>	<i>Seguramente no</i>	<i>Muy probablemente</i>	<i>Siempre</i>
<i>EMGL cuantitativa</i>	0 (0.0%)	8 (21.6%)	29 (78.4%)	0 (0.0%)

Tabla 54: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de opinión que tiene el profesional respecto a si le gustaría trabajar con EMGL cuantitativa.

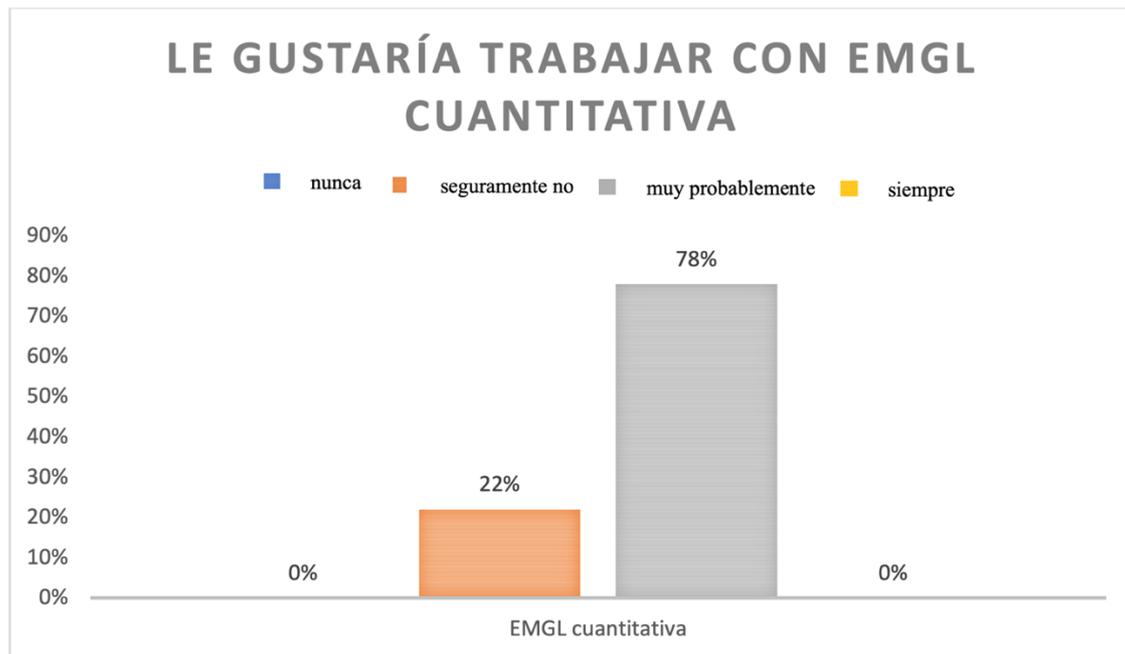


Gráfico 24: Porcentaje de profesionales que clasificamos en cada una de las categorías de opinión que tiene el profesional respecto a si le gustaría trabajar con EMGL cuantitativa.



## DISCUSIÓN



La EMGL se reconoce como una técnica neurofisiológica útil para completar el estudio de las parálisis de cuerdas vocales, y para la infiltración de toxina botulínica en los músculos laríngeos. Hay tres consensos de tres sociedades científicas que respaldan el uso de la EMGL; la Academia Americana de Otorlaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello (AAO-HNSF) en 2009 (12), la Sociedad Europea de Laringología (ELS) en 2012 (13) y la Asociación Americana de Medicina Neuromuscular y de Electrodiagnóstico (AANEM) en 2016 (14). Aun así, muchos laringólogos no la utilizan de forma rutinaria a pesar de los esfuerzos por sistematizarla. En las encuestas realizadas por Wu y Sulica (73) sobre el diagnóstico de la parálisis de cuerda vocal distribuidas en tres conferencias americanas de laringología en 2013, el 21% de los encuestados realizaban EMGL. La misma encuesta distribuida por Volk *et al.* (74) entre laringólogos expertos europeos en 2016, el 28% utilizaban regularmente la EMGL, lo cual muestra la falta de generalización.

Existe una persistente falta de acuerdo en la interpretación, la validez y la implementación clínica de la Electromiografía Laríngea (EMGL). La interpretación de las señales de la EMGL es la mayoría de las veces subjetiva basada en los conocimientos y la experiencia del médico explorador. De ello se desprende que los informes emitidos son cualitativos o semicuantitativos. En este sentido, Ho *et al.* realizaron un estudio para evaluar la fiabilidad entre 7 neurolaringólogos expertos en la valoración de la EMGL; se logró un buen acuerdo entre los evaluadores (15).

Podríamos considerar que la EMGL no tiene una amplia difusión por varios motivos:

1. Requiere el aprendizaje en dos ámbitos que competen a dos especialidades diferentes, uno en el campo de la neurología y concretamente en las pruebas electrodiagnósticas como es la electromiografía; y otro en el campo de la otorrinolaringología para comprender la anatomía y fisiopatología de laringe. Según los actuales sistemas de formación de las especialidades, es difícil hacer coincidir ambos conocimientos en la formación de un profesional, por lo que la mayoría de las veces en la ejecución de estas pruebas han de coincidir los dos profesionales.
2. La interpretación de las señales de la EMGL es algo diferente para los pequeños músculos de la laringe en comparación con los músculos más grandes. Se deben

ofrecer más cursos de instrucción para implementar EMGL como una herramienta de diagnóstico confiable para evaluar los trastornos del movimiento de las cuerdas vocales en la rutina clínica

3. No hay muchos centros sanitarios, generalmente hospitales, que sean centros de referencia de patología de la voz e incorporen la EMGL de forma rutinaria.

Por estos motivos y con la intención de comparar nuestra experiencia, diseñamos un cuestionario sobre la EMGL para poder conocer la opinión de los profesionales que hacen servir la EMGL acerca de su utilidad diagnóstica y pronóstica, y acerca de la tolerancia del paciente a la prueba, la facilidad o dificultad en localizar los músculos laríngeos con el electrodo de aguja y la interpretación del registro electromiográfico. Es el primer cuestionario internacional y nacional sobre EMGL dirigido a expertos en esta prueba. La encuesta se envió *online* para facilitar su distribución y ampliarla geográficamente. Del total de 2.569 encuestas enviadas, obtuvimos 37 contestadas. La tasa de respuesta es del 21%, y no hay diferencias significativas entre la tasa de respuesta nacional y extranjera ( $p>0.05$ ). Por lo general, la tasa de respuesta en las encuestas *online* es baja comparado con los métodos tradicionales en papel (75-78). También en este caso contamos que el número limitado de profesionales que realizan EMGL entre otorrinolaringólogos y neurólogos. Los especialistas que contestaron tienen experiencia en la EMGL, el 92% llevan realizando EMGL casi dos años, y el 57% entre 10 y 40 pruebas anuales. Casi siempre trabajan de forma conjunta el otorrinolaringólogo y el neurólogo o neurofisiólogo. En el ámbito de trabajo la diferencia significativa ( $p<0.001$ ) entre extranjeros, más académico, y nacionales, más público, consideramos que es debida a una diferencia conceptual del sistema sanitario, en España la mayoría de los hospitales son públicos y están ligados a la universidad, por lo que sería también un trabajo académico.

## 1. La EMGL como herramienta diagnóstica

La EMGL se considera una buena herramienta diagnóstica de lesión neurológica del nervio recurrente (12-14). Tanto en nuestro estudio como en los estudios publicados en otros centros, para valorar la validez y seguridad de la EMGL como prueba diagnóstica y pronóstica, se utilizó la videofibroscofia laríngea como prueba *gold standard* (70) (79-81). No es el test de referencia perfecto porque puede introducir un sesgo en las estimaciones de la validez y la seguridad. Podría ser ideal combinar varios test diagnósticos como la VFS, la TC/RM de laringe y la laringoscopia directa en el quirófano, sin embargo, el coste y la accesibilidad para una muestra de pacientes representativa puede ser complicado. Aun así, consideramos que, según los estudios científicos previos y la opinión subjetiva de expertos, la VFS es un buen test de referencia.

En nuestro estudio obtuvimos un VPP del 88%, con un intervalo de confianza (IC) estrecho (0.80-0.90). En las 80 cuerdas vocales paralizadas que analizamos, el 88% (N=57) la EMGL tiene un registro patológico y en un 12% (N=23) la EMGL tiene un registro normal. Consideramos que estas 23 cuerdas vocales paralizadas con EMGL normal es debido a una reinervación aberrante del nervio recurrente. Sin embargo, un 27% (N=23) de las cuerdas paralizadas presentan EMGL normal. En ningún caso se constató tras la exploración con VFS que la parálisis de la cuerda vocal fuera debida a una causa mecánica, se descartó la fijación de la articulación cricoaritenoides por luxación, artritis, cicatriz o sinequia en la comisura posterior. Recuperaron la movilidad al año seis músculos tiroaritenoides. Este resultado paradójico, podría explicarse por la reinervación aberrante del nervio recurrente.

De igual modo, es buena herramienta diagnóstica de no lesión neurológica, en nuestro estudio el 73% (N=61) de cuerdas vocales móviles tenían un registro de EMGL normal. El VPN es del 73% y el IC (95% (0.63 – 0.82)). Sin embargo, un 12% (N=8) presentan EMGL patológico y movilidad normal, el registro de la EMGL se clasificó como grado de lesión neurológica leve en todos los casos. En 4 casos había una parálisis de la cuerda contralateral de causa idiopática. En los otros 4 casos, ambas cuerdas se movían; la causa fue idiopática en dos casos, y la cirugía tiroidea en los otros dos casos. En estos 8 casos la lesión neurológica leve no produce un trastorno en la movilidad observado con la VFS. No conocemos cuál es el número mínimo de unidades motoras que se han de activar para

producir el movimiento de la cuerda vocal. Se podría considerar que la EMGL también podría ayudar a explicar aquellos casos de disfonías de diagnóstico difícil en los que se detecte una lesión neurológica.

La precisión diagnóstica de la prueba fue del 79%. La representación gráfica en la curva ROC de la sensibilidad frente a la especificidad de la EMGL como herramienta diagnóstica de lesión neurológica o no lesión neurológica, tiene un buen umbral de discriminación. El AUC tiene un valor elevado (0.8), refleja que el test permite discriminar pacientes con y sin lesión del nervio recurrente.

## **2. La EMGL como herramienta pronóstica**

La precisión en el pronóstico de la parálisis de la cuerda vocal según la EMGL puede variar entre 40-90% según las publicaciones (59) (70) (82-90). En general, hay una valoración positiva de la EMGL respecto al pronóstico.

Existen diferentes clasificaciones semicuantitativas y cualitativas para valorar los parámetros de la EMGL, y establecer el grado de severidad de las lesiones neurológica y el pronóstico. En el consenso de la AANEM del 2016 (14), se describen tres categorías pronósticas:

1. Excelente: patrón de reclutamiento normal o ligeramente disminuido de unidades motoras y sin actividad espontánea en reposo.
2. Pobre: descenso del reclutamiento moderado, con 3 o menos unidades motoras apareciendo con una frecuencia igual o mayor de 20Hz, la configuración de las unidades motoras puede ser normal o polifásicas, en la actividad espontánea en reposo pueden estar presentes las fibrilaciones y las ondas positivas.
3. Mala: ausencia de reclutamiento o con un descenso muy importante de unidades motoras (1 unidad motora apareciendo a una frecuencia igual o mayor a 20Hz), la configuración de las unidades motoras puede ser normal o polifásicas, en la actividad espontánea pueden estar presentes las fibrilaciones, las ondas positivas y las descargas repetitivas complejas.

La guía de la ELS del 2012 (13) establece un paralelismo entre los términos histopatológicos y pronósticos de la clasificación de Seddon (66) y las categorías de severidad de lesión neurológica y pronósticas:

- La neuropraxia en la EMGL es la detección de un patrón de reclutamiento ligeramente disminuido durante la contracción voluntaria sin actividad espontánea patológica. La neuropraxia es probable que se recupere por completo en 8 a 12 semanas.
- La axonotmesis en la EMGL se sospecha si se detecta actividad espontánea y un reclutamiento moderadamente disminuido. La axonotmesis tiene pocas posibilidades de recuperación a un nivel funcional normal, generalmente se asocia con secuelas.
- La neurotmesis, en la EMGL no hay actividad de reclutamiento. Representa la destrucción completa de toda la estructura nerviosa en todo su diámetro, nunca se recuperará a menos que las terminaciones nerviosas dañadas tengan contacto directo.

No obstante, no existe un consenso en la descripción de las categorías de severidad de lesión neurológica y de pronóstico, aunque todas se parecen y se aproximan, en ocasiones, puede generar falta de exactitud, confusión y dificultad para comparar trabajos realizados en diferentes centros.

En el análisis de las 80 cuerdas vocales paralizadas de nuestro estudio, la EMGL se mostró como un buen predictor de mala recuperación de la movilidad. Ante una parálisis de cuerda vocal si la EMGL indica mal pronóstico, lo más probable es que la cuerda no recupere la movilidad. El VPP es elevado 85% y el intervalo de confianza, pequeño (95% (0.73 – 0.97)). El VPP indica cuántas cuerdas vocales con lesión severa según la EMGL, no recuperarán la movilidad de la cuerda vocal.

No obstante, no nos permite discernir correctamente qué cuerdas vocales paralizadas con buen pronóstico según la EMGL realmente recuperarán la movilidad. El VPN es bajo (0.33) y el intervalo de confianza amplio (95% (0.19 – 0.46)). La precisión pronóstica de la prueba fue del 55%.

En nuestra encuesta, el 70% de los profesionales opinan que es muy probable evaluar el pronóstico de la parálisis de la cuerda vocal paralizada con la EMGL.

En relación a qué parámetros de la EMGL dan más valor al pronóstico, en nuestro estudio, es la disminución o ausencia de reclutamiento el que mejor predice la no recuperación de la movilidad de la cuerda vocal; el VPP es del 84% y el IC 95% (0.709-0.968). La actividad de inserción, la actividad en reposo (aparición de fibrilaciones y ondas positivas) y la morfología de la onda (ausencia de potenciales polifásicos), nos resultan con un VPP bajo.

En el trabajo de revisión de Munin *et al* del 2016 (14), se analizan tres parámetros, pero en sentido positivo. Concluye que un reclutamiento normal o ligeramente disminuido y la aparición de potenciales polifásicos sirven para establecer un buen pronóstico de recuperación de la movilidad durante los seis primeros meses después del inicio de la lesión. (Tablas 55-56).

Predictive value, sensitivity, and specificity for presence of motor unit potentials in predicting recovery.					
Publication	Number of nerves	Positive predictive value	Negative predictive value	Sensitivity	Specificity
Parnes and Satyamurti <sup>23</sup>	26	0.55	1.00	1.00	0.40
Gupta and Baetian <sup>21</sup>	17	0.67	0.63	0.67	0.63
Min <i>et al.</i> <sup>22</sup>	9	0.50	0.80	0.67	0.67
Munin <i>et al.</i> <sup>24</sup>	31	0.55	0.85	0.67	0.77
Hydman <i>et al.</i> <sup>26</sup>	15	ND	ND	ND	ND
Wang <i>et al.</i> <sup>25</sup>	45	0.63	0.78	0.38	0.91
Elez and Celik <sup>27</sup>	20	0.73	1.00	1.00	0.56

Tabla 55: Valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, sensibilidad y especificidad de la presencia de potenciales de unidad motora (reclutamiento) en predecir la recuperación de la movilidad de una cuerda vocal paralizada en las publicaciones revisadas por Munin *et al.* (14)

Predictive value, sensitivity, and specificity of absence of fibrillation potentials and/or positive sharp waves in predicting recovery.					
Publication	Number of nerves	Positive predictive value	Negative predictive value	Sensitivity	Specificity
Parnes and Satyamurti <sup>23</sup>	26	0.80	0.81	0.73	0.87
Gupta and Baetian <sup>21</sup>	17	ND	ND	ND	ND
Min <i>et al.</i> <sup>22</sup>	9	0.00	0.63	0.00	0.83
Munin <i>et al.</i> <sup>24</sup>	31	0.57	0.79	0.44	0.86
Hydman <i>et al.</i> <sup>26</sup>	15	ND	ND	ND	ND
Wang <i>et al.</i> <sup>25</sup>	45	0.38	0.73	0.23	0.84
Elez and Celik <sup>27</sup>	20	ND	ND	ND	ND

Tabla 56: Valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, sensibilidad y especificidad de la ausencia de potenciales de fibrilación y/o ondas positivas (ausencia de actividad en reposo) en predecir la recuperación de la movilidad de una cuerda vocal paralizada en las publicaciones revisadas por *Munin et al.* (14)

Predictive value, sensitivity, and specificity of presence of polyphasic motor unit potentials in predicting recovery.					
Publication	Number of nerves	Positive predictive value	Negative predictive value	Sensitivity	Specificity
Parnes and Satyamurti <sup>23</sup>	26	0.80	0.81	0.73	0.87
Gupta and Bastian <sup>21</sup>	17	ND	ND	ND	ND
Min <i>et al.</i> <sup>22</sup>	9	0.00	0.63	0.00	0.83
Munin <i>et al.</i> <sup>24</sup>	31	0.57	0.79	0.44	0.86
Hydman <i>et al.</i> <sup>26</sup>	15	ND	ND	ND	ND
Wang <i>et al.</i> <sup>25</sup>	45	0.38	0.73	0.23	0.84
Elez and Celik <sup>27</sup>	20	ND	ND	ND	ND

Tabla 57: Valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, sensibilidad y especificidad de la presencia de potenciales de unidad motora polifásicos (morfología de la onda) en predecir la recuperación de la movilidad de una cuerda vocal paralizada en las publicaciones revisadas por *Munin et al.* (14)

La información pronóstica es de importancia obvia para decidir si observar o implementar procedimientos quirúrgicos correctivos. Si los datos de EMGL muestran signos de reinervación y recuperación, esto puede informar al paciente y al médico para que sigan un período de observación o utilicen un tratamiento temporal (por ejemplo, la inyección en las cuerdas vocales con un material que puede desaparecer en 2 a 3 meses como el ácido hialurónico). Si los datos de EMGL revelan un mal pronóstico basado en la gravedad de la lesión, se puede ofrecer antes un tratamiento quirúrgico permanente para los pacientes apropiados, si están psicológica y médicamente preparados. El tratamiento de la parálisis bilateral de las cuerdas vocales generalmente es irreversible porque implica la destrucción de alguna parte de las cuerdas vocales y/o los aritenoides para aumentar el espacio glótico. En el consenso de la AANEM (14), también concluyen que en un 48% de las veces el resultado de la EMGL cambia el manejo clínico de un paciente con parálisis de las cuerdas vocales al sugerir diagnósticos diferentes a la neuropatía del nervio recurrente, por ejemplo, la fijación cricotiroidea.

Otra forma de proceder sería, si un paciente se evalúa inicialmente a partir del mes de inicio de la parálisis de la cuerda vocal, se le ofrece realizar una EMGL y una inyección de material reabsorbible en la cuerda vocal. Si la parálisis de las cuerdas vocales sigue presente después de la reabsorción del material inyectado, se obtiene un segundo EMGL y la decisión de tratamiento permanente se basa en los hallazgos de las dos EMGL en serie. Se

ofrece tratamiento quirúrgico permanente si los hallazgos de las EMGL seriadas son malos. Este paradigma permite el tratamiento rápido y seguro de pacientes con parálisis unilateral de la cuerda vocal.

### **3. Relación del tiempo con el resultado de la EMGL**

Respecto al tiempo en que se ha de realizar la EMGL, el trabajo publicado por Hiroto *et al* (7) y posteriores publicaciones indican que ha de realizarse no antes de las 4 semanas del inicio de los síntomas, porque los signos de actividad de denervación aparecen entre las 3 y 4 semanas después de la lesión (13) (70). Y no después de los seis meses desde el inicio de los síntomas, porque disminuyen los potenciales polifásicos de pequeño tamaño, y esto disminuye la capacidad pronóstica de la prueba.

En nuestra experiencia, es difícil establecer una diferencia de capacidad pronóstica entre las EMGL que hemos realizado antes o después de los 6 meses por varios motivos. El primero porque el pronóstico depende del reclutamiento, entendiéndolo siempre en relación con la morfología de la onda y con el tiempo transcurrido desde la lesión, y hasta doce meses después del inicio de la lesión puede mejorar el reclutamiento, según la fisiopatología de los nervios largos periféricos.

En consonancia con lo anterior, tanto en nuestro estudio como en los estudios mencionados en el apartado de “relación de los parámetros de la EMGL con el pronóstico”, el reclutamiento es el parámetro que mejor predice si la cuerda vocal recuperará la movilidad al año, y su medición no empeora pasados los seis meses.

Finalmente, el VPP de la EMGL es alto considerando que indica cuántas cuerdas vocales con lesión severa no recuperarán la movilidad de la cuerda vocal; así cuando la EMGL indica mal pronóstico, casi siempre persiste la parálisis de la cuerda vocal al año independiente del tiempo en que se realice la EMGL.

Aun con lo anteriormente explicado, en nuestra muestra observamos que cuando el valor de EMGL es de buen pronóstico y se realiza dentro de los seis primeros meses del inicio de los síntomas, predice casi el doble de veces la recuperación de la movilidad de la cuerda

que vocal. Quizás podríamos explicarlo porque la EMGL con pronóstico bueno en los primeros seis meses están reflejando una lesión leve, pero la EMGL con pronóstico bueno realizada después de seis meses está manifestando una inervación aberrante, y aunque el pronóstico es aparentemente bueno, la cuerda no se moverá.

Sería ideal realizar EMGL seriadas en el tiempo para conocer que severidad tiene aparentemente esa lesión inicialmente y seguir su evolución. La primera sería al mes de la lesión neurológica, que es cuando se pueden apreciar los signos de actividad de denervación; la siguiente a los seis meses, aunque los primeros PUM de reinervación polifásicos y con amplitud disminuida se apreciarían a los 3 o 4 meses; y la tercera a los 12 meses, que es el tiempo en el que se puede considerar la recuperación estable.

#### **4. Distonía laríngea. La EMGL como herramienta para localizar el músculo tiroaritenoides e infiltrar toxina botulínica**

La forma más común de distonía laríngea (DL) es la disfonía espasmódica (DE) y los términos a menudo se usan indistintamente. La DE es una distonía focal que afecta la fluidez del habla. La fisiopatología exacta se desconoce, pero en general se cree que es un trastorno del sistema nervioso central. La pérdida de la inhibición cortical, las alteraciones de la información sensorial y los cambios neuroanatómicos parecen estar implicados. Aunque la mayoría de los casos de DE ocurren espontáneamente, aproximadamente el 12% de los pacientes tienen antecedentes familiares de distonía.

La disfonía espasmódica aductora comprende aproximadamente del 80% al 90% de los casos de DE. Se caracteriza por una calidad de voz tensa y estrangulada, así como interrupciones en la voz con inicio y terminación abruptos. La DE abductora comprende la mayoría de los casos restantes de DL y se caracteriza por pausas entrecortadas durante el habla. Las formas más raras de DL incluyen una DE mixta con características tanto de DE aductora como de DE abductora. El 25 % de los pacientes con DE tienen un temblor distónico irregular de la laringe con fonación. Al igual que muchos pacientes con distonía, los pacientes con DE pueden usar un truco sensorial, como tocarse la cara o hablar con acento o un tono alterado, para mejorar temporalmente la voz. Los síntomas también

pueden ser menos pronunciados con gritos, susurros, cantos, risas y llantos, pero a diferencia de la disfonía por tensión muscular, los pacientes con DE generalmente no informan períodos de habla normal.

El temblor esencial de la voz (TEV) se define como un temblor cinético mixto (que ocurre en movimiento y en reposo), no es específico de la tarea y ocurre en ausencia de otros síntomas neurológicos. El TEV afecta aproximadamente del 10% al 25% de los pacientes con temblor esencial y da como resultado una voz trémula que persiste en todas las tareas vocales. El TEV también puede ocurrir como la manifestación única o predominante del temblor esencial y se conoce como temblor vocal aislado. Aproximadamente entre un tercio y la mitad de los pacientes tienen antecedentes familiares de temblor.

Tanto la DE como el TEV se diagnostican clínicamente, basándose principalmente en la historia clínica, la voz y los hallazgos laringoscópicos. No hay criterios de diagnóstico estándar para DE, un estudio observacional multicéntrico del 2018 (91) demostró un acuerdo entre evaluadores pobre después de ver grabaciones de video de habla y videofibroscopias laríngeas. Otras herramientas, como la EMGL, el análisis acústico y aerodinámico, y la laringoscopia de alta velocidad, también se han utilizado, en particular para medir la respuesta al tratamiento, pero ninguno ofrece certeza diagnóstica (92). En el caso del TEV, la presencia de movimiento oscilatorio periódico de la laringe, el paladar y/o la faringe se considera diagnóstica. La presencia de temblor en la cabeza o las extremidades respalda aún más el diagnóstico. Perceptivamente, la voz de TEV puede sonar similar a SD; sin embargo, la presencia de síntomas en todas las tareas vocales, la falta de respuesta a los trucos sensoriales y la presencia de temblor en los músculos extralaríngeos pueden ayudar a distinguir los dos. Además, TEV y DE pueden ocurrir simultáneamente. La EMGL se puede utilizar en casos de incertidumbre diagnóstica para detectar la contracción muscular rítmica a una frecuencia de 4 Hz a 8 Hz, que es característica del temblor esencial.

El tratamiento estándar de la DE son las inyecciones de toxina botulínica a dosis bajas, de 1 a 5 unidades aproximadamente. La EMGL ayuda a identificar el músculo laríngeo que se quiere infiltrar. Las dosis varían ampliamente entre los pacientes, y habitualmente se sigue un proceso de ensayo y error para encontrar la mejor dosis; una vez que se establece un régimen de dosificación tiende a permanecer estable con el tiempo. En el caso del TEV, las inyecciones de toxina botulínica no eliminan el temblor, sino que disminuyen su amplitud;

por lo tanto, los pacientes a menudo no tienen la mejoría que a veces se observa después de la inyección en la DE.

Con la finalidad de disminuir las inyecciones de toxina botulínica insatisfactorias, Christopher Dwyer *et al.* (93) correlacionaron la medida EMGL cuantitativa de un número de segmentos pequeños (NSP) de unidades motoras con los resultados de voz posteriores a la infiltración de toxina botulínica. Como resultado, observaron que aquellos pacientes con un NSP <200 mV calificaron el resultado de la inyección de toxina botulínica como peor. Esta medida de la EMGL permite pequeños microajustes de la posición de la punta de la aguja. Sin embargo, los pacientes pueden informar un peor resultado de la inyección por una variedad de razones. Una mayor duración de la respiración entrecortada o la disfagia problemática son efectos secundarios potenciales de la quimiodenervación del complejo tiroaritenoido-cricoaritenoido lateral, que pueden contribuir a la percepción del paciente como una “peor inyección”. También puede haber dificultades técnicas para el correcto posicionamiento de la punta de la aguja, el registro de los potenciales de unidad motora de músculos cercanos como el cricotiroido o los músculos infrahiodeos podría dar como resultado un patrón interferencial con valores de NSP aparentemente adecuados. Otra posible dificultad técnica es el desplazamiento de la aguja después de la fonación antes de la inyección misma. Por lo que, la evaluación de los resultados para la DE son un desafío. No obstante, los resultados de este estudio sugieren que un valor de NSP <200 mV puede predecir una inyección de toxina botulínica con un resultado subóptimo.

Existen otros tratamientos que se pueden considerar en el caso de la DE como alternativa a la toxina botulínica como la laringoplastia de medialización en la DE abductora (94), el procedimiento selectivo de denervación-reinervación de aductores laríngeos para la DE aductora (95), la miomectomía de los músculos laríngeos afectados, la tiroplastia tipo II, la estimulación eléctrica de los músculos tiroaritenoides a través de un dispositivo implantado (96) y se está investigando con la estimulación magnética transcraneal (97). Los medicamentos orales no se usan comúnmente para la DE; sin embargo, fármacos como el clonazepam, el trihexifenidilo y el baclofeno a veces se usan como tratamiento complementario a las inyecciones de toxina botulínica, particularmente en la DE abductora (98). En el caso del TEV, pueden utilizarse fármacos como tratamiento complementario o alternativo a la toxina botulínica como el propanolol (99) y la primidona (100).

En nuestro trabajo de investigación, no utilizamos la EMGL para valorar las características electromiográficas de la distonía. Su utilidad se centró en localizar el músculo TA para infiltrar la toxina botulínica, y en todos los casos se pudo identificar.

En la encuesta realizada, la mitad de los profesionales (54%) contestan que es muy probable identificar las distonías y los temblores con la EMGL. Contrasta con lo explicado anteriormente, ya que no hay un patrón electromiográfico característico que defina estas situaciones. El 89% cree muy probable identificar pinchar adecuadamente el músculo tiroaritenoides.

## **5. Tolerancia del paciente a la prueba**

La EMGL se realiza habitualmente en la consulta externa y no requiere una preparación especial del paciente. La posición del paciente y los elementos que se colocan durante la exploración (electrodo de toma de tierra y, en ocasiones, micrófono para la fonación, y cinturón para registro de los movimientos respiratorios) no son especialmente molestos. Generalmente se aconseja no infiltrar anestésicos locales en los puntos de inserción de los electrodos de aguja para no distorsionar los planos anatómicos, y al tratarse de agujas de calibre pequeño, 25 G (0.45 mm) - 26 G (0.50 mm), producen poco dolor. Se estudian los músculos con el paciente en reposo y en fonación voluntaria utilizando diferentes maniobras que estimulen el músculo de interés. Sin embargo, esta prueba no está exenta de ser molesta al pinchar los músculos laríngeos, pudiendo ocasionar incomodidad, dolor, tos y sensación de no poder respirar bien. Suele durar unos treinta minutos, es difícil plantearla por lo anteriormente descrito.

El paciente ha de ser colaborador en todo momento con el explorador. Previamente a la prueba es informado y ha de dar su consentimiento. Existe un consentimiento informado de la Sociedad Española de ORL para realizar una EMGL (Anexo 3) y para la infiltración de toxina botulínica (Anexo 4); los aspectos más relevantes podrían resumirse en:

1. La finalidad de la prueba: “el estudio de la movilidad de diferentes músculos laríngeos” o la infiltración de alguna sustancia intramuscular en la laringe.

2. Aunque las consecuencias negativas son muy poco frecuentes en la EMGL, podrían aparecer: un espasmo laríngeo durante la realización de la prueba (sobre todo en pacientes con antecedentes de hiperreactividad laríngea y/o asma), que suponga la suspensión de la exploración y tomar las medidas necesarias para la recuperación de este episodio. Otras consecuencias posibles menos importantes y normalmente de poca entidad serían: el hematoma subcutáneo en la zona de punción, el hematoma en la cuerda vocal o parte de la laringe explorada, el esputo hemoptoico, las molestias cervicales en la zona de punción, las variaciones en el tono de la voz el día que se realiza la prueba.
  
3. La inyección con toxina botulínica no es un tratamiento definitivo sino sólo un tratamiento sintomático y temporal del trastorno de la voz ocasionado por la distonía espasmódica. Tras la inyección puede persistir la disfonía o, en otros casos, aparecer otras formas de disfonía diferentes.  
Es posible que aparezca disfagia u odinofagia, excepcionalmente, disnea y sensación de falta de aire que incluso pueda requerir la realización de una traqueotomía.  
Cabe la posibilidad de que se produzcan reacciones alérgicas frente a la toxina botulínica que, generalmente, son poco intensas.

En nuestro trabajo de investigación en el 17% de las 136 EMGL realizadas no hubo una buena tolerancia a la prueba. O'Connell dirigió un estudio para evaluar la tolerancia del paciente al electrodo de aguja utilizando una escala analógica visual estándar y cuestionarios de dolor de McGill (101) y concluyó que los niveles generales de dolor eran de leves a moderados.

Cuando preguntamos a los profesionales su opinión acerca de cómo ellos perciben el dolor que manifiesta el paciente, el 57% consideran que el paciente siente poco dolor y el 40%, bastante dolor. De forma paralela, el 24% de los profesionales consideran que la prueba probablemente no sería tolerada por el paciente más de media hora y el 57% cree que probablemente sí.

En general, es una prueba bien tolerada y segura para el paciente. No obstante, falta investigación para aplicar otras pruebas neurofisiológicas como el electroneuronograma para medir la velocidad de conducción o la estimulación nerviosa repetitiva para el estudio de trastornos de la placa neuromuscular. No son fáciles de realizar en los nervios laríngeos inferiores por su posición anatómica, resulta más fácil y menos incómodo para el paciente examinar la musculatura proximal como trapecio, músculos extensores del carpo, frontal u orbicular oculis.

## **6. Complejidad, reproducibilidad y gasto de la EMGL**

### **6.1. Pinchar adecuadamente los músculos laríngeos con el electrodo de aguja.**

Los primeros estudios de EMGL con electrodos de aguja fueron realizados por Wededell, Feinstein y Pattle en 1944 (4); a través de la boca pinchaban los músculos laríngeos excepto el músculo cricotiroideo, que pinchaban a través de la piel del cuello. Fue en 1962 cuando Hiroto *et al.* (7) y posteriormente Blair *et al* (79), Rodriguez *et al* (80) y Simpson *et al* (102) describieron la técnica de inserción transcutánea de los electrodos de aguja en todos los músculos laríngeos. En los artículos publicados por la AAO-HNSF sobre recomendaciones de la EMGL (12) y la Guía de la ELS (13), se describe también la técnica de punción de los cinco músculos laríngeos (en esta tesis están recogidos los conceptos en la introducción: “Conceptos de la electromiografía laríngea”).

Lo más habitual es pinchar el músculo tiroaritenoides para valorar el nervio recurrente y el músculo cricotiroideo para valorar el nervio laríngeo superior. Algunos profesionales estudian rutinariamente el músculo cricoaritenoides posterior, que es el músculo principal de la abducción de las cuerdas vocales, técnicamente es más difícil de realizar y puede causar incomodidad al paciente. En cuanto al diagnóstico y pronóstico, no parece aportar más información que el estudio del tiroaritenoides (músculos aductores) porque el nervio laríngeo recurrente inerva a ambos. Aun así, el estudio del músculo cricoaritenoides posterior puede ser útil para diagnosticar las sincinesias.

En las EMGL de nuestro estudio tan solo se pincharon los músculos TA y los CT; en dos casos no pudimos localizar uno de los músculos TA. En nuestra encuesta, tan solo el 8% de los profesionales es muy probable que pinchen el cricoaritenodeo posterior, y el 27% de todos los profesionales consideran que es muy probable localizar este músculo. No sucede lo mismo con los músculos tiroaritenoides y cricotiroideos, son músculos más accesibles, y la opinión del 89% de profesionales consideran que es muy probable pinchar el primero; y el 84%, el segundo. Llama la atención que la seguridad no es del 100%, y esto obliga en ocasiones realizar manipulaciones con el electrodo introducido o a volver a pinchar hasta que se comprueba que está colocado en el músculo a estudiar.

## 6.2. Los electrodos de aguja utilizados.

En los artículos publicados sobre EMGL con series de pacientes, se puede observar la variabilidad del tipo de electrodos utilizados. Desde la introducción de la técnica de punción de los músculos laríngeos, la tendencia ha sido utilizar los electrodos de aguja transcutáneos, en comparación a la utilización del electrodo de superficie o del electrodo de aguja de fibra de gancho (*hooked-wire*). Los electrodos de aguja tienen la ventaja de registrar el campo eléctrico inmediatamente adyacente a las fibras musculares que generan los potenciales de acción, registrando así los potenciales de mayor amplitud que pueden analizarse de forma más fiable.

Hay varios tipos de electrodos de aguja para registro de EMGL, cada uno con diferentes características, que incluyen superficie de registro y áreas de captación, tamaños y costes. Los electrodos de aguja monopolares y concéntricos son los más utilizados en la práctica clínica.

Nosotros utilizamos los electrodos bipolares concéntricos para las exploraciones diagnósticas y los electrodos monopolares para la infiltración de toxina botulínica. En nuestra encuesta, los electrodos de aguja más utilizados son los concéntricos bipolares y los de aguja concéntrica monopolar.

Se recomienda que los electrodos tengan una longitud entre 38-50 mm para poder alcanzar incluso el músculo cricoaritenodeo posterior, y un diámetro de al menos 0.45 mm para

proporcionar rigidez a las maniobras de localización de los músculos laríngeos. Nosotros utilizamos agujas de 38 mm y 0.45 mm de calibre de la marca Ambu® Neuroline Inoject.

Si tenemos presente que existen diferencias de registro entre los electrodos en cuanto al área y radio que alcanzan a medir y al tamaño del potencial de la unidad motora (*Tabla 2, pág. 61*) (57), resulta difícil pensar en comparar diferentes estudios si no se tienen los mismos valores de referencia. Se debería investigar el registro electromiográfico asociado a cada tipo de electrodo; incluso, definir las posibles indicaciones concretas de cada electrodo, y si éstas se pueden complementar entre sí en el estudio de la parálisis de la cuerda vocal.

### 6.3. Interpretación y recogida de resultados de los parámetros de la EMGL.

En la EMGL, los músculos se estudian en reposo y durante la activación voluntaria mediante maniobras específicas que estimulan el músculo de interés. El profesional registra y valora los cuatro parámetros básicos de cualquier electromiografía: la actividad de inserción, la actividad en reposo, el reclutamiento o actividad voluntaria y la morfología de la onda. Después de una lesión nerviosa, cada momento temporal del proceso de degeneración seguido de regeneración puede manifestar unos signos determinados en los cuatro parámetros.

En el capítulo de “Conceptos básicos de la EMG” se explican las ideas que exponemos a continuación de forma más abreviada.

**La actividad de inserción** es la actividad eléctrica que puede registrarse en el momento de introducir la aguja en la fibra muscular y que habitualmente muestra potenciales de derivación inferiores a 300 ms, es debida a que la propia aguja tiene algo de energía eléctrica que, cuando se coloca cerca de la membrana muscular, provoca un cambio relativo en la energía eléctrica circundante. Sería patológico el aumento o el silencio eléctrico.

**La actividad espontánea** se aprecia cuando hay reposo muscular y denervación muscular. El músculo esquelético sano en reposo es silente, únicamente se observa actividad, que es normal, cuando la punta del electrodo se encuentra situada en la placa motora. En lesiones neurológicas graves pueden aparecer en la fase aguda, durante el proceso de degeneración

nerviosa, fibrilaciones (unidades de baja amplitud y duración corta, menos de 5 milisegundos) y ondas positivas (ondas con una desviación positiva (hacia abajo) de varios cientos de microvoltios que duran menos de 2 milisegundos, seguida de una desviación negativa de 10 a 30 milisegundos), generalmente ocurren juntas y producen ruidos característicos en el altavoz que algunos profesionales describen como disparos de ametralladora. Las descargas repetitivas complejas (ondas con múltiples cruces de la línea base (cero) con inicio y final abruptos, y con frecuencia de 5 a 100 Hz y amplitud de 100  $\mu$ V a 1 mV) indican cronicidad de la denervación.

Tanto la actividad en reposo como la actividad de inserción resultan aparentemente más difíciles de valorar en los músculos laríngeos, porque es casi imposible la relajación completa, como sí se puede alcanzar en otros músculos esqueléticos. Incluso los neurofisiólogos experimentados que están familiarizados con la exploración en músculos más grandes pueden identificar erróneamente las fibrilaciones en los músculos laríngeos debido a amplitudes más pequeñas y duraciones más cortas que en otros músculos. En nuestra encuesta, el 78% de los especialistas consideran muy probable valorar la actividad de inserción, y el 73 %, la actividad en reposo.

**El reclutamiento** es la suma de PUM durante la activación voluntaria, cuando ésta es de baja intensidad, solo deben notarse unas pocas unidades motoras; y a medida que aumenta la fuerza, debe haber un aumento concomitante en el número y la velocidad de las unidades motoras observadas, por tanto un aumento del reclutamiento. Se habla de patrón interferencial, cuando se observan tantos PUM que casi no se puede distinguir una onda de otra, aparece cuando hay un esfuerzo máximo en un músculo sano. Por lo general, la severidad de la lesión neurológica condiciona el grado de disminución de activación de unidades motoras al aumentar la actividad de contracción.

**La morfología de la onda del potencial de acción** se refiere a la forma, amplitud y duración de la señal eléctrica capturada por la EMG al contraerse la unidad motora muscular. El PUM normal es bi- o trifásico, y aunque depende del tipo de electrodo que se utilice, habitualmente tiene una amplitud de 200-500 mV y dura como mucho 5-6 ms. Después de una lesión nerviosa, los potenciales de la unidad motora de morfología anormal se producen durante el periodo de regeneración axonal, dependiendo del tiempo transcurrido pueden ser polifásicos de pequeña amplitud o de gran amplitud (los de gran amplitud se asocian con la denervación aguda y crónica; los de pequeña amplitud se asocian

con la reinervación). Estos potenciales polifásicos presentan múltiples cruces de línea base (cero), su aparición es sugestiva de recuperación. Si se consigue la reinervación completa, el reclutamiento y la configuración de la unidad motora deberían volver a la normalidad.

En nuestro trabajo de investigación, tuvimos dificultad para dar una valoración al reclutamiento de un músculo TA y a la morfología de la onda de siete músculos tiroaritenoides. Para el 76% de los encuestados es muy probable valorar el reclutamiento, y para el 84%, la morfología de la onda.

Existen diferentes formas de expresar el resultado de cada parámetro. La ELS en la guía sobre EMGL (13), propone la siguiente clasificación (*tabla 5, pág. 88*):

La actividad de inserción:

1. No actividad.
2. Actividad normal (<300ms).
3. Actividad aumentada.
4. Actividad altamente aumentada.

La actividad espontánea:

1. Actividad espontánea patológica no reproducible (detectable en máximo una localización).
2. Poca actividad espontánea patológica (detectable en múltiples localizaciones).
3. Moderada actividad espontánea patológica (detectable en varias localizaciones o de larga duración en un solo punto).
4. Densa actividad espontánea patológica (detectable en varias localizaciones y de larga duración, la pantalla del electromiografo completamente llena).

El reclutamiento:

1. No actividad.
2. Patrón de fibra única.
3. Patrón de reclutamiento moderadamente disminuido.
4. Patrón de reclutamiento ligeramente disminuido.
5. Patrón de reclutamiento normal/ denso.

La morfología de la onda del potencial de unidad motora:

1. Potencial de unidad motora bi- o trifásico normal.
2. Potenciales de reinervación iniciales con amplitud baja y duración larga (alguna vez polifásicos).
3. Potenciales de reinervación polifásicos gigantes con amplitud alta y duración prolongada.
4. Potenciales polifásicos miogénicos con amplitud baja y duración normal.

Otros profesionales promedian mentalmente los parámetros de cada músculo y califican la media de cada parámetro en una escala cuantitativa (generalmente de 1 + a 4 +).

El informe que se emite tras esta valoración es cualitativo o semicuantitativo y depende de la interpretación subjetiva y experiencia del profesional. En pacientes con trastornos neuromusculares severos en los que hay cambios prominentes en la EMGL, como PUM duración larga muy marcada, amplitud elevada y ondas polifásicas con reclutamiento muy reducido, la semicuantificación es suficiente para reconocer el proceso subyacente y determinar el grado de severidad. Sin embargo, en los trastornos leves o limítrofes, el análisis semicuantitativo puede ser menos sensible para detectar anomalías. Las ventajas de los métodos semicuantitativos son la rapidez y eficacia con la que se puede examinar un músculo. Las limitaciones incluyen el tiempo de capacitación para aprender la técnica y el posible sesgo del examinador en el enfoque selectivo del valor que asigna a cada parámetro (57). En este sentido, Guan-Yuh Ho *et al* (15) realizaron un estudio para conocer la fiabilidad entre siete neurolaringólogos a la hora de examinar la actividad muscular voluntaria de la EMGL. La interpretación subjetiva de cada evaluador podría explicar las diferencias de los hallazgos de la EMGL, aun así, se logró una concordancia aceptable entre los participantes.

#### 6.4. Las sincinesias.

Uno de los motivos que ensombrece el pronóstico de una parálisis de cuerda vocal son las sincinesias.

Si nos centramos en el músculo tiroaritenoso, la sincinesia laríngea puede definirse como un reclutamiento paradójico de las unidades motoras de este músculo causado por una innervación aberrante de dicho músculo por ramas nerviosas que normalmente inervan el músculo cricoaritenoso posterior. Se produce la activación de los músculos antagonistas y agonistas al mismo tiempo, lo que resulta en la falta de movimiento de las cuerdas vocales.

Además, es sabido por los laringólogos que la mayoría de las veces las parálisis persistentes de las cuerdas vocales rara vez conducen a una atrofia completa. Por el contrario, después de 4 a 6 meses, a menudo se pueden observar mejoras en el tono y alguna mejora en la posición de las cuerdas vocales y los aritenoides (103).

El término de sincinesias laríngeas fue acuñado por Roger Crumley en 1989 (104), quien más tarde estableció una clasificación clínica basándose en la percepción auditiva, en la laringoscopia y en consideraciones fisiopatológicas teóricas para predecir los hallazgos en la EMGL (105). Describió 4 tipos de situaciones con sincinesias, el tipo I con pronóstico favorable (con pocos o ningún síntoma fonatorio o de las vías respiratorias), y los tipos II-III-IV con pronóstico desfavorable (causando disfonía, deterioro de las vías respiratorias y/o aspiración).

1. Tipo I: hay una voz y una respiración satisfactorias, se observa un deterioro del movimiento de la cuerda vocal parcial o completo. Ocurre con frecuencia después de una tiroidectomía y procedimientos en la columna cervical, particularmente cuando la voz posoperatoria ha sido anormal durante un período posoperatorio de semanas o meses, pero posteriormente ha mejorado sin tratamiento. Puede originarse por un mecanismo de neuropraxia del nervio laríngeo recurrente y, generalmente, recupera la función normal entre 8 y 9 semanas, y los músculos laríngeos volverán a la abducción y aducción normales; o un mecanismo de axonotmesis o neurotmesis en algunas fibras del nervio laríngeo recurrente, a lo que sigue un crecimiento neuronal regenerativo, y es esto lo que causa la sincinesia laríngea. No es necesario ningún tratamiento.
2. Tipo II: aparecen espasmos involuntarios, a menudo hay un movimiento sutil del pliegue aritenopiglotico, y mala voz. Se caracteriza por un escape de aire excesivo y una calidad fonatoria impredecible y nerviosa (temblor vocal, inestabilidad) o

respiración no satisfactoria. La terapia a corto plazo es el Botox en el músculo tiroaritenoides o cricoaritenoides lateral; un tratamiento a más largo plazo sería la reinervación con asa cervical.

3. Tipo III: hiperaducción de la cuerda vocal durante la inspiración con compromiso de la vía aérea. En reposo, la cuerda vocal está cerca de la línea media o, de hecho, en la línea media. La calidad vocal puede ser de satisfactoria a normal. Presumiblemente está causado por una inervación relativamente más efectiva del cricoaritenoides lateral en comparación con el cricoaritenoides posterior o por una reinervación aberrante del tiroaritenoides por axones del cricoaritenoides posterior. Claramente, el mejor tratamiento actual para este fenómeno es la inyección de Botox en el tiroaritenoides.
4. Tipo IV: el proceso vocal y la cuerda vocal están lateralizados en abducción tónica y hay hiperabducción de la cuerda vocal durante la fonación, voz pobre o posibles aspiraciones. Está presumiblemente causado por una inervación relativamente más efectiva del cricoaritenoides posterior en comparación con el cricoaritenoides lateral y el interaritenoides. El tratamiento a corto plazo consiste en Botox en el cricoaritenoides posterior. Los tratamientos a más largo plazo incluyen la aducción quirúrgica del aritenoides, la tiroplastia de Isshiki tipo I y la reinervación.

Cuando se sospechan sincinesias laríngeas, la EMGL de dos canales con registro del tiroaritenoides y del cricotiroideo posterior es útil. En la guía de EMGL de la ELS (13) los resultados se evaluarían de la siguiente manera: el músculo tiroaritenoides se analiza (a) durante la fonación (maniobra agonística), (b) parada glótica (maniobra agonística), (c) inspiración por olfateo forzado (maniobra antagonística), y (d) durante la espiración profunda (maniobra antagonística). El músculo cricoaritenoides posterior se analiza durante (e) inspiración por olfateo forzado (maniobra agonística), (f) durante la espiración profunda (maniobra agonística), (g) fonación (maniobra antagonística) y (h) parada glótica (maniobra antagonística) (*Tabla 6, pág. 89*) (13).

Koufman y Walker (106) analizaron la posible aparición de sincinesias tan solo en el músculo tiroaritenoides con la utilización de la maniobra del olfateo forzado.

Normalmente, el olfateo provoca una fuerte abducción de las cuerdas vocales, y los músculos aductores deberían estar eléctricamente silenciosos. Los autores describieron que algunas unidades motoras de los músculos aductores se pueden activar también en personas sin parálisis de cuerdas con esta tarea de olfateo. De la misma manera, Hillel (107) observa en individuos sanos un cierto grado de reclutamiento en el músculo tiroaritenoido durante la respiración rápida y durante el olfateo. Maronian *et al* (108) hicieron un primer intento de cuantificar las sincinesias en una EMGL, y Statham *et al* (109) establecieron un protocolo de diagnóstico de las sincinesias cuando el reclutamiento de una cuerda vocal paralizada es normal o muestra un descenso leve: se le indicaba al paciente que digiera una /i/ sostenida a máxima intensidad durante 3 segundos, una breve pausa y después olfatear, se calcula la relación de las amplitudes más elevadas entre olfatear (maniobra antagonista) y pronunciar la /i/(maniobra agonista). Como valor control se tomó la cuerda vocal contralateral sana que se valoró de la misma manera. Calcularon si existía diferencia significativa en estas relaciones entre las cuerdas que recuperan la movilidad y las normales, y entre las cuerdas que no recuperan la movilidad y las normales; concluyen que cuando esta relación es superior a 0.65 existen sincinesias y la posibilidad de recuperación es de poco probable a casi improbable.

En el intento de relacionar la clasificación fisopatológica y clínica de las sincinesias laríngeas según Crumley con los hallazgos electromiográficos, Gerhard Foerster *et al* (110) realizaron un estudio para comparar la correlación entre los hallazgos electromiográficos esperables según la clasificación de Crumley y los hallazgos reales de sincinesias en la EMGL de 23 parálisis de cuerda vocal unilateral. Para poder llevar a cabo este objetivo, establecieron una clasificación de las sincinesias según la EMGL en cuatro categorías, según la relación entre maniobra antagonista y maniobra agonista del tiroaritenoido y del cricoaritenoido posterior, como punto de corte utilizan el calculado por Statham *et al* (109) que es, como antes se ha comentado, 0.65:

1. Ausencia de sincinesias.
2. Presencia leve de sincinesias  $<0.65$ .
3. Presencia moderada de sincinesias  $0.65-1$ .
4. Presencia elevada de sincinesias:  $> 1$ , que significa que la actividad antagonista es mucho más elevada que la agonista.

Las conclusiones fueron que la concordancia fue moderada entre el patrón EMGL predecido por la clasificación de Crumley y el patrón de sincinesias observado en LEMG. Los hallazgos electrofisiológicos de los tipos de la clasificación de Crumley deben refinarse aún más para proporcionar una aclaración más completa de los mecanismos fisiopatológicos que mejoran o empeoran la producción de voz en la parálisis de cuerda vocal persistente.

Estas técnicas de identificación y clasificación de las sincinesias no están muy generalizadas entre los neurolaringólogos. Nosotros no las valoramos en el estudio de investigación. Entre los encuestados existe diferencia significativa ( $p=0.038$ ) entre los profesionales extranjeros y los nacionales, el 93% de los primeros consideran que es muy probable identificar las sincinesias, frente el 39% de los segundos. No sabríamos explicar por qué esta diferencia.

#### 6.5. El diagnóstico del nivel de la lesión neuromuscular.

Las lesiones del nervio laríngeo recurrente pueden ocurrir desde la base del cráneo (los ganglios basales (enfermedad de Parkinson) y la primera motoneurona o neurona alfa (atrofia multisistémica progresiva) hasta el mediastino como parte del nervio vago o en su ascenso a través del surco traqueoesofágico hacia la laringe.

La lesión periférica del nervio recurrente puede aparecer desde su nacimiento hasta su entrada en la laringe. El recurrente derecho nace del nervio vago en la base del cuello por detrás de las glándulas paratiroides a la altura de la arteria subclavia, en un giro anteroposterior rodea la arteria subclavia y se sitúa en sentido ascendente en el surco traqueoesofágico. El recurrente izquierdo nace del nervio vago en el tórax a la altura del cayado aórtico, en un giro anteroposterior lo rodea y se sitúa en sentido ascendente en el surco traqueoesofágico a un nivel un poco más profundo que el derecho. Ambos nervios penetran en la laringe a nivel lateroposterior del cartílago cricoides en el lado izquierdo y derecho.

La neuropatía del nervio recurrente puede ocurrir después de cirugías que involucran la cabeza, el cuello y el tórax, el procedimiento quirúrgico más frecuente es la tiroidectomía. Su incidencia después de una intervención quirúrgica puede llegar al 45 % en el período

posoperatorio inmediato, pero tiende a ocasionar <3% de disfonía a largo plazo. Las causas no quirúrgicas incluyen tumores cervicales y mediastínicos, afecciones médicas y etiologías idiopáticas.

La parálisis de los músculos laríngeos también puede situarse a otros niveles como las fibras musculares (miopatías) y la unión neuromuscular (Miastenia gravis, enfermedad de Eaton-Lambert).

Aunque existen características electromiográficas que podrían definir el nivel de al que se produce la lesión (27), se desconoce la validez diagnóstica de la EMGL para los trastornos que no se sitúan en el nervio periférico. A veces, son necesarias la utilización de otras pruebas neurofisiológicas como la electroneurografía para complementar los resultados de la EMG y poder emitir un diagnóstico. En la laringe, uno de los principales obstáculos para aplicar la electroneurografía es la accesibilidad difícil al nervio laríngeo recurrente en el surco traqueoesofágico. La EMGL es especialmente útil en el estudio de las lesiones del nervio periférico.

Los casos de parálisis incluidos en nuestro estudio, como en la mayoría de trabajos científicos publicados, son debidos a neuropatía periférica del nervio laríngeo recurrente. La mayoría de los profesionales de nuestra encuesta consideran que es muy poco probable identificar con la EMGL las lesiones miopáticas (65%), en la placa motora (68%), en los ganglios basales (92%) y en la primera motoneurona (84%); y sí es muy probable identificar lesiones en el nervio periférico (76%).

#### 6.6. Gasto de la EMGL en una consulta externa.

A la hora de evaluar los costes de una EMGL en la consulta externa de nuestro hospital debemos diferenciar entre una EMGL diagnóstica o EMGL cuya finalidad sea infiltrar toxina botulínica, el precio será muy diferente.

En la EMGL diagnóstica, para cada paciente los materiales fungibles necesarios son una aguja concéntrica *Ambu Nueroline* (4,2 €/Ud.), un electrodo de cucharilla *Ambu Nueroline* (1,0 €/Ud.) y una sábana (0,7 €/Ud.), a estos, hay que añadirle el coste de los dos profesionales que durante 1 hora llevarán a cabo el procedimiento, precio/hora de un

especialista médico (58 €). El coste total de la EMGL diagnóstica por paciente será de 121,9 €.

En la EMGL para infiltrar toxina botulínica, para cada paciente los materiales fungibles utilizados son una aguja monopolar para inyección *Ambu Nueroline* (18,0 €/Ud.), un electrodo de cucharilla *Ambu Nueroline* (1,0 €/Ud.), una ampolla de Botox (80,0 €/Ud.) y una sábana (0,7 €/Ud.), a estos, hay que añadirle el coste de los dos profesionales que durante 1 hora llevarán a cabo el procedimiento, precio/hora de un especialista médico (58 €). El coste total de la EMGL para infiltrar toxina botulínica por paciente es de 215,7 €.

En este cálculo, no se incluyen los gastos adicionales no cuantificables como la camilla, la almohada y la limpieza; tampoco se han incluido la inversión realizada en el equipamiento, cuya vida media se considera de unos 5 años. Tanto la torre de electromiografía como el videofibroscopio tienen otros muchos usos para otro tipo de pacientes.

## **7. Limitaciones. Puntos fuertes. Líneas de investigación**

### 7.1. Limitaciones.

Como limitación señalamos que la muestra de músculos TA paralizados es pequeña (N=80) y que, al subdividirlos, la muestra de cada subgrupo se hace más pequeña y difícil de comparar de forma fiable.

Otras limitaciones son no haber realizado de forma protocolizada a todos los pacientes EMGL de seriados, y analizar la evolución electromiográfica; no haber realizado un estudio de las sincinesias; y no haber realizado un análisis de los resultados a doble ciego.

Como limitación relativa mencionar que es un estudio retrospectivo, pero que la recogida de datos metódica ha permitido un correcto análisis de los resultados de las EMGL y las videofibroscopias.

También consideramos como una limitación relativa, el hecho de que el análisis de 54 cuerdas vocales paralizadas se haya realizado después de los 6 meses del inicio de los síntomas. Para nosotros es relativa, porque el parámetro que mejor se relaciona con el pronóstico es el reclutamiento, de forma que si tiene un descenso de moderado a severo antes o después de 6 meses es muy probablemente la cuerda vocal no recupere la movilidad.

Una limitación en el grupo de pacientes a los que se infiltró toxina botulínica, ha sido valorar los síntomas adversos y de la mejoría de la voz de forma subjetiva sin la utilización de escalas y ni cuestionarios estandarizados.

## 7.2. Puntos fuertes.

Uno de los puntos a destacar en este estudio, es la recogida sistemática y estandarizada de los resultados de la EMGL, hemos seguido la propuesta por la guía la de ELS de 2012. Hemos aportado nuestra experiencia en temas recurrentes en la literatura científica sobre la EMGL, como son su capacidad pronóstica y diagnóstica, de forma estadísticamente fiable. Siendo nuestros resultados similares a los de estudios que valoran la EMGL como una buena herramienta diagnóstica de lesión periférica del nervio recurrente, y una buena herramienta pronóstica de no recuperación de la movilidad ante una parálisis de cuerda vocal.

Otro punto a destacar es la realización del cuestionario sobre EMGL, el primero de estas características a nivel internacional y nacional. En el que hemos preguntado aquellos aspectos de la EMGL donde nosotros hemos encontrado alguna dificultad como la tolerancia de la prueba por parte del paciente, la localización de los músculos laríngeas con el electrodo de aguja, la interpretación de los diferentes parámetros electromiográficos y la valoración pronóstica. Y preguntas que siguen creando controversia como la localización del nivel de la lesión y las sincinesias. En general, las respuestas se acercan a nuestra experiencia y a la de otros estudios científicos.

### 7.3. Líneas de investigación.

#### EMGL cuantitativa: análisis de giros, número de segmentos pequeños:

El potencial de unidad motora (PUM) en la laringe no suele superar los 200 mV de amplitud y los 5 ms de duración. Esta información junto a la frecuencia con que aparecen los PUMs no suele ser suficiente para valorar el número de unidades motoras que se activan en una contracción ni si la contracción muscular es efectiva.

Se han desarrollado diferentes técnicas EMGL cuantitativas para ayudar a mejorar la sensibilidad y especificidad de esta prueba como el análisis de giros y el número de segmentos pequeños.

El **análisis de giros** cuantifica en un patrón interferencial cuántos PUM tienen una amplitud superior o igual a 100 mV. Nandedkar *et al* (111) demostraron en un modelo experimental que la media de la amplitud de un patrón interferencial está determinada por la amplitud de los PUMs con puntas más largas que se generan en una unidad motora individual y no por la suma de PUMs de pequeña amplitud. La frecuencia de giro es el número de picos de mayor amplitud por segundo, se calcula para un periodo del patrón interferencial como el número de giros o picos dividido por la duración del periodo. La amplitud media se calcula como la media de los valores absolutos de amplitud de giro. Estas mediciones permiten una aproximación al número y tamaño de las unidades motoras del músculo involucradas según la intensidad de la fuerza. En los músculos de las extremidades, estas mediciones se pueden realizar estandarizando la fuerza de contracción, por ejemplo, haciendo que el paciente contraiga los músculos contra un peso fijo o manteniendo la contracción en un cierto porcentaje de su fuerza máxima según un medidor de tensión. Sin embargo, la fuerza de contracción en la laringe es difícil de medir y, por lo tanto, de estandarizar en músculos pequeños como el tiroaritenoides. Por esta razón se desarrolló un software, llamado análisis de patrones de interferencia o análisis de nubes (112), que no requiere la monitorización de la fuerza de contracción.

Un ejemplo de valoración pronóstica según el análisis de giros, es la tabla recogida en el artículo de revisión de Lin y Robinson sobre presente y futuro de la EMGL (113) (*Tabla 58*):

Qualitative analysis	Quantitative analysis	Prognosis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MUP recruitment slightly decreased with <math>\geq 3</math> MUPs observed;</li> <li>• No spontaneous activities.</li> </ul>	> 400 turns/s	Excellent
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3–4 MUPs with a firing frequency of at least 20 Hz with either normal or polyphasic configuration;</li> <li>• Fibrillation potentials/PSW present in at least 1 field.</li> </ul>	< 400 turns/s	Fair
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absent or 1–2 MUPs with firing frequency of at least 20 Hz during vocalization. Normal configuration if MUPs are present;</li> <li>• Fibrillation potentials/PSW present in more than 1 field</li> </ul>	< 400 turns/s or not tested if no MUP recruitment observed	Poor

Abbreviations: MUP motor unit potential, PSW positive sharp waves

Tabla 58: Comparación entre análisis cualitativo y cuantitativo (113)

El **número de segmentos pequeños** (NSP) es el número de segmentos con una amplitud menor a 2mV que se incluyen en el patrón interferencial (un segmento es la porción de la señal eléctrica entre dos picos o giros sucesivos); y el percentil superior de amplitud es la amplitud que es excedida tan solo por el 1% de los segmentos en un periodo. Ambos parámetros se complementan para dar información acerca del tamaño de los PUM de un patrón interferencial y se modifican, igual que ocurre con el análisis de giros, según la evolución de la enfermedad en el músculo y en el nervio (114).

La valoración de los segmentos pequeños también permitiría identificar en qué casos de distonía laríngea, la infiltración de toxina botulínica es más efectiva.

La mayoría de los profesionales encuestados (78%) consideran que les gustaría trabajar con EMGL cuantitativa.

### El estudio de las sincinesias:

Estudio de varios músculos laríngeos a la vez con la EMGL multicanal, para evaluar el grado de activación muscular de músculos antagonicos durante una acción determinada como puede ser pronunciar la /i/.

Cuantificación de las unidades motoras que se acivan en un mismo músculo con una acción agonista y otra antagonista. Maronian *et al* (108) hicieron un primer intento de cuantificar

las sincinesias en la EMGL, y Statham *et al* (109) establecieron un protocolo de diagnóstico de las sincinesias cuando el reclutamiento de una cuerda vocal paralizada es normal o muestra un descenso leve (70): se le indicaba al paciente que digiera una /i/ sostenida a máxima intensidad durante 3 segundos, una breve pausa y después olfatear, se calcula la relación de las amplitudes más elevadas entre olfatear (maniobra antagonista) y pronunciar la /i/(maniobra agonista). Como valor control se tomó la cuerda vocal contralateral sana que se valoró de la misma manera. Calcularon si existía diferencia significativa en estas relaciones entre las cuerdas que recuperan la movilidad y las normales, y entre las cuerdas que no recuperan la movilidad y las normales; concluyen que cuando esta relación es superior a 0.65 existen sincinesias y la posibilidad de recuperación es de poco probable a casi improbable.

#### Electroestimulación para casos seleccionados de estimulación laríngea:

La introducción de sistemas de estimulación laríngea selectiva (estimulación laríngea) creará nuevas indicaciones para LEMG. La estimulación selectiva solo funciona si la neuroestimulación intramuscular del músculo cricoaritenideo posterior (CAP) provoca un movimiento abductor selectivo sin coestimular los músculos aductores. Por tanto, antes de implantar un sistema de estimulación laríngea, se debe realizar un cribado con electroestimulación del CAP para seleccionar a los pacientes adecuados. Se utilizó estimulación eléctrica continua de 1,5 mA a 3 Hz para localizar un punto el CAP que, si se estimulaba eléctricamente, inducía la abducción de las cuerdas vocales (115).

#### Estudios de conducción nerviosa utilizando el reflejo de cierre laríngeo:

Como resulta difícil realizar electroneurogramas en los nervios recurrentes por su difícil acceso en el surco traqueoesofágico, recientemente, se estableció un nuevo estudio de conducción de los nervios laríngeos utilizando el reflejo de cierre laríngeo (116). La mucosa laríngea en el territorio sensorial del nervio laríngeo superior es estimulada por un instrumento filiforme insertado a través de un laringoscopio flexible transnasal, y se registra la actividad de los músculos TA.

Las pruebas de reflejos permitirán el diagnóstico de alteraciones sensoriales, y la hipersensibilidad sensorial puede explicar trastornos laríngeos como tos crónica, trastorno paradójico de las cuerdas vocales y disfonía por tensión muscular (117).

#### Ultrasonografía para guiar los electrodos de aguja en EMGL:

Uno de los puntos importantes en la EMGL es el posicionamiento correcto del electrodo en los músculos diana pequeños. Las estructuras anatómicas de la laringe pueden identificarse con ecografía laríngea y puede ayudar a guiar la aguja de EMGL hacia el músculo objetivo.

En un estudio realizado por Klinge *et al.* (118) consiguieron identificar con éxito el 70% de los músculos TA y CT, en el otro 30% la señal no fue estable. Con una mayor mejora técnica, el seguimiento de la aguja de EMGL guiada por ecografía, podría ayudar a mejorar la precisión de la LEMG transcutánea.

## **CONCLUSIONES**



1. La precisión diagnóstica de la EMGL en pacientes con parálisis de cuerdas vocales y con disfonía de difícil diagnóstico fue del 79%. El valor predictivo positivo fue de 0.88, el valor predictivo negativo fue 0.73, la especificidad fue del 88% y la sensibilidad fue del 71%.
2. La EMGL como herramienta pronóstica de la recuperación de la movilidad en las cuerdas vocales paralizadas mostró un valor predictivo positivo bueno (0.85). Sin embargo, el valor predictivo negativo fue bajo (0.33). La precisión pronóstica de la prueba como herramienta pronóstica fue del 55%.
3. El parámetro de la EMGL con mayor valor pronóstico fue la disminución o ausencia de reclutamiento. El valor predictivo positivo fue del 84%. La actividad de inserción, la actividad en reposo (aparición de fibrilaciones y ondas positivas) y la morfología de la onda (ausencia de potenciales polifásicos) tuvieron un valor predictivo positivo bajo.
4. En nuestro estudio no hemos encontrado diferencias significativas en la capacidad pronóstica de la EMGL comparando las pruebas realizadas seis meses antes y después del inicio de los síntomas. Consideramos que siendo el reclutamiento el mejor parámetro que valora el pronóstico, su medición no empeora pasados los seis meses.
5. La EMGL fue muy útil para la localización de los músculos tiroaritenoides con la finalidad de infiltrar toxina botulínica. Se ha conseguido localizarlos en el 100% de los casos.
6. La EMGL fue bien tolerada por el 83% de los pacientes y no presentaron complicaciones importantes.
7. En la encuesta a especialistas que realizan la EMGL, El 76% consideró la EMGL como una buena herramienta diagnóstica de lesiones periféricas del nervio

recurrente. El 70% consideró que la EMGL es muy probable que proporcione un correcto pronóstico.

8. En la encuesta a especialistas que realizan la EMGL, el 45% opina que el paciente manifiesta bastante dolor durante la prueba.
  
9. En la encuesta a especialistas que realizan la EMGL, respecto a la seguridad de pinchar el músculo laríngeo que se desea, el 89% y el 84% de los profesionales creen muy probable pinchar adecuadamente el músculo tiroaritenoso y el músculo cricotiroideo respectivamente, tan solo el 27% creen que es muy probable pinchar adecuadamente el cricoaritenoso posterior.
  
10. En la encuesta a especialistas que realizan la EMGL, el 77% de los profesionales consideran evaluar adecuadamente los diferentes parámetros de la EMGL: actividad de inserción y de reposo, reclutamiento y morfología de la onda.

## **BIBLIOGRAFÍA**



1. Verdolini, Katherine; Rosen, Clark A.; Branski RC. Classification Manual for Voice Disorders-I. 1st ed. Press P, editor. New York: Psychology Press; 2014. 1–296.
2. Rosen CA, Mau T, Remacle M, Hess M, Eckel HE, Young VVN, et al. Nomenclature proposal to describe vocal fold motion impairment. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2016;273(8):1995–9.
3. Martínez-Martínez, Marta; García-López, Isabel; Santiago-Pérez S. Vocal Fold immobility with normal LEMG: A range of possibilities. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2020;2022(73):77–81.
4. Weddell G, Feinstein B, Pattle RE. The electrical activity of voluntary muscle in man under normal and pathological conditions. *Brain*. 1944;67(3):178–257.
5. Faaborg-Andersen K, Buchthal F. Action potentials from internal laryngeal muscles during phonation. *Nature*. 1956;177(4503):340–1.
6. Buchthal F. Electromyography of intrinsic laryngeal muscles. *Quarterly Journal of Experimental Physiology and Cognate Medical Sciences*. 1959; XLIV (2):137–48.
7. Hiroto, I., Hirano, M., Toyozumi, Y., & Shin T. A new method of placement of a needle electrode in the intrinsic laryngeal muscles for electromyography. *Pract Otol Kyoto*. 1962; 55:499–504.
8. Blitzer A, Lovelace RE, Brin MF, Fahn S, Fink ME. Electromyographic findings in focal laryngeal dystonia (spastic dysphonia). *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1985 Nov-Dec; 94(6 Pt 1):591-4.
9. Blitzer A, Brin MF, Fahn S, Lange D, Lovelace RE. Botulinum toxin (BOTOX) for the treatment of "spastic dysphonia" as part of a trial of toxin injections for the treatment of other cranial dystonias. *Laryngoscope*. 1986 Nov; 96(11):1300-1.
10. Sataloff RT, Mandel S, Mann EA, Ludlow CL. Practice parameter: Laryngeal electromyography (an evidence-based review). *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2004;130(6):770–9.

11. Woo P. Laryngeal electromyography is a cost-effective clinically useful tool in the evaluation of vocal fold function. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*. 1998;124(4):472–5.
12. Blitzer, Andrew; Crumley, Roger L; Dalley, Seth H; Ludlow CL et al. Invited Article: Recommendations of the Neurolaryngology Study Group on Laryngeal Electromyography. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2009;6(140):782–93.
13. Volk GF, Hagen R, Pototschnig C, Friedrich G, Nawka T, Arens C, et al. Laryngeal electromyography: A proposal for guidelines of the European laryngological society. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2012;269(10):2227–45.
14. Munin MC, Heman-Ackah YD, Rosen CA, Sulica L, Maronian N, Mandel S, et al. Consensus statement: Using laryngeal electromyography for the diagnosis and treatment of vocal cord paralysis. *Muscle and Nerve*. 2016;53(6):850–5.
15. Ho GY, Leonhard M, Volk GF, Foerster G, Pototschnig C, Klinge K, et al. Inter-rater reliability of seven neurolaryngologists in laryngeal EMG signal interpretation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology [Internet]*. 2019;276(10):2849–56.
16. Buenas prácticas clínicas (BPC) y normas ICH (Conferencia Internacional de Armonización). [http://www.vhir.org/global/pdf/ceic/Guia\\_armonizacion.pdf](http://www.vhir.org/global/pdf/ceic/Guia_armonizacion.pdf).
17. Kimura J. *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and Practice*. N.º: 4 ed. USA O, editor. 2013. 1176.
18. Fawcett B-. *Tratado de Histología*. 12ª. ESPAÑA SAM-H/ I de, editor. 1995. 1088.
19. Barea Navarro R. *Electromiografía*. Tema 5. In: *Ingeniería en Electrónica Instrumentación Biomédica*. Madrid; p. 1–19. <https://es.slideshare.net/RUDEROCKER/electromiografia-web>
20. Doherty, T. J., Chan, K. M., & Brown WF. Motor neurons, motor units, and motor unit recruitment. *Neuromuscular function and disease*. 2002; 1:247–73.
21. Stalberg E. Propagation velocity in human muscle fibers in situ. *Acta Physiol Scand Suppl*. 1966; 287:1–112
22. Iriarte Franco J et al. Iriarte Franco, Jorge, et al. *Manual de Neurofisiología Clínica*. 4ª. Paramericana M, editor. 2013. 93–207.

23. López Esquivel FJ. Fisiología celular-Comunicación intracelular. [https://es.slideshare.net/fjle/unidad-3-fisiologa-celularcomunicacin-intracelular?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/fjle/unidad-3-fisiologa-celularcomunicacin-intracelular?from_action=save).
24. Périé S, Lacau St Guily J, Callard P, Sebillé A. Innervation of adult human laryngeal muscle fibers. *Journal of the Neurological Sciences*. 1997;149(1):81–6.
25. Takeda N, Thomas GR, Ludlow CL. Aging effects on motor units in the human thyroarytenoid muscle. *Laryngoscope*. 2000;110(6):1018–25.
26. Heman-Ackah YD, Mandel S, Manon-Espaillet R, Abaza MM, Sataloff RT. Laryngeal Electromyography. Vol. 40, *Otolaryngologic Clinics of North America*. *Otolaryngol Clin North Am*; 2007 [cited 2021 May 29]. p. 1003–23.
27. Sataloff, Robert Thayer; Mandel, Steven; Heman-Ackah, Yolanda; Abaza M. *Laryngeal Electromyography*. 3ª. Publishing P, editor. San Diego; 2017. 1–235.
28. Marcotte, GR; West, DW; Baar K. The molecular basis for load-induced skeletal muscle hypertrophy. *Calcif Tissue Int*. 2015;96(3):196–210.
29. Bodine SC. Disuse-induced muscle wasting. *The international journal of biochemistry & cell biology*. 2013;45(10).
30. Jackman, RW; Cornwell, EW; Wu, CL; Kandarian S. Nuclear factor- $\kappa$ B signalling and transcriptional regulation in skeletal muscle atrophy. *Exp Physiol*. 2013;98(1):19–24.
31. Feinstein, B; Lindegard, B; Nyman, E; Wohlfart G. Morphologic studies of motor units in normal human muscles. *Acta Anat (Basel)*. 1955;23(2):127–42.
32. Neto, HS; Filho, JM; Passini, R Jr; Marques MJ. Number and size of motor units in thenar muscles. *Clin Anat*. 2004;17(4):308–11.
33. Neto HS, Marques MJ. Estimation of the number and size of motor units in intrinsic laryngeal muscles using morphometric methods. *Clinical Anatomy*. 2008; 21(4):301–6.
34. Fontoira Lombos M. Estimación del número de unidades motoras, o MUNE. <https://www.monografias.com/trabajos68/estimacion-numero-unidades-motoras/estimacion-numero-unidades-motoras2.shtml>.

35. Gooch, CL; Doherty, TJ; Chan, KM; Bromberg, MB; Lewis, RA; Stashuk, DW; Berger, MJ; Andar, MT; Daube J. Motor unit number estimation: a technology and literature review. *Muscle Nerve*. 2014;50(4):884–93.
36. McComas AJ. Motor unit estimation: anxieties and achievements. *Muscle & Nerve*. 1995;18(4):369–79.
37. De Carvalho, M; Barkhaus, PE; Nandedkar, SD; Swash M. Motor unit number estimation (MUNE): where are we now? *Clin Neurophysiol*. 2018;129(8):1507–16.
38. Bromberg M. The motor unit and quantitative electromyography. *Muscle Nerve*. 2020;61(2):131–42.
39. Peterson, KL; Graves, M; Berke, GS; Ye, M; Wallace, R; Bell, T; Sercarz J. Role of motor unit number estimate electromyography in experimental canine laryngeal reinnervation. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999;121(3):180–4
40. Ludlow C. Central nervous system control of the laryngeal muscles in humans. *Respir Physiol Neurobiol*. 2005;147(2–3):205–22.
41. Santo Neto, H; de Carvalho, VC; Penteadó C. Motor units of the human abductor digiti minimi. *Arch Ital Anat Embriol*. 1985;90(1):47–51.
42. Santo Neto, H; de Carvalho, VC; Marques MJ. Estimation of the number and size of human flexor digiti minimi muscle motor units using histological methods. *Muscle Nerve*. 1998;21(1):112–4.
43. Kandel, E. R.; Schwartz, J. H.; Jessell, T. M.; Siegelbaum, S.; Hudspeth, A. J.; Mack S. *Principles of neural science*. McGraw-hill NY, editor. 2000.
44. Sherrington CS. Remarks on some aspects of reflex inhibition. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Containing Papers of a Biological Character*. 1925;97(686):519–45.
45. Henneman, E; Mendell LM. Functional organization of motoneuron pool and its inputs. *Comprehensive Physiology*, editor. 2011.
46. De Luca, CJ; LeFever, RS; McCue, MP; Xenakis A. Behaviour of human motor units in different muscles during linearly varying contractions. *J Physiol* . 1982; 329:113–28.

47. J.R. Sañudo, E. Maranillo XL. Anatomía del sistema fonatorio. Ponencia oficial Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2013. In: Marge Médica Books, editor. Patología de la voz. 1ª. Barcelona: Ignacio Cobeta, Faustino Núñez, Secundino Fernández; 2013. p. 29–46.
48. Fink, B. R.; Demarest R. Laryngeal biomechanics. Harvard University Press. 1978.
49. Lechien JR, Saussez S, Nacci A, Barillari MR, Rodriguez A, le Bon SD, et al. Association between laryngopharyngeal reflux and benign vocal folds lesions: A systematic review. *Laryngoscope*. 2019;129(9): E329–41.
50. Kolanczak KA. Patrón electromiográfico global de la laringe humana. Función de las conexiones laríngeas. 2013.
51. Martín-Oviedo C. Estudio morfofuncional de la inervación de la laringe. 2013.
52. Maranillo E, León X, Quer M, Orús C, Sañudo JR. Is the external laryngeal nerve an exclusively motor nerve? The cricothyroid connection branch. *Laryngoscope*. 2003;113(3):525–9.
53. Maranillo E, León X, Ibañez M, Orús C, Quer M, Sañudo JR. Variability of the nerve supply patterns of the human posterior cricoarytenoid muscle. *Laryngoscope*. 2003;113(4):602–6.
54. Maranillo E, Leon X, Orus C, Quer M, Sanudo JR. Variability in nerve patterns of the adductor muscle group supplied by the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope*. 2005;115(2):358–62.
55. Maranillo EM. Estudio anatómico de los nervios laríngeos: conexiones intralaríngeas y patrones de inervación muscular. 2003. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
56. Meekins GD, So Y, Quan D, Vavricek J. American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine evidenced-based review: Use of surface electromyography in the diagnosis and study of neuromuscular disorders. *Muscle and Nerve*. 2008;38(4):1219–24.
57. Rubin DI. Needle electromyography: Basic concepts. *Handbook of Clinical Neurology*. 2019 Jan;160:243–56.

58. Woo P. Laryngeal electromyography is a cost-effective clinically useful tool in the evaluation of vocal fold function. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*. 1998;124(4):472–5.
59. García-López I, Santiago-Pérez S, Peñarrocha-Teres J, del Palacio AJ, Gavilan J. Electromiografía laríngea en el diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2012;63(6):458–64.
60. Bromberg MB. The motor unit and quantitative electromyography. *Muscle Nerve*. 2020 Feb;61(2):131-142.
61. Tankisi H, Burke D, Cui L, de Carvalho M, Kuwabara S, Nandedkar SD, et al. Standards of instrumentation of EMG. *Clinical Neurophysiology*. 2020;131(1):243–58.
62. Barea Navarro R. Electromiografía. Tema 5. In: *Ingeniería en Electrónica Instrumentación Biomédica*. Madrid; p.1–19.  
<https://es.slideshare.net/RUDEROCKER/electromiografia-web>
63. Heman-Ackah YD, Mandel S, Manon-Espaillet R, Abaza MM, Sataloff RT. Laryngeal Electromyography. Vol. 40, *Otolaryngologic Clinics of North America*. *Otolaryngol Clin North Am*; 2007, p. 1003–23.
64. Koda J, Ludlow CL. An Evaluation of Laryngeal Muscle Activation in Patients with Voice Tremor. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 1992;107(5):684–96.
65. Smith A, Luschei E, Denny M, Wood J, Hirano M, Badylak S. Spectral analyses of activity of laryngeal and orofacial muscles in stutterers. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 1993;56(12):1303–11.
66. Seddon HJ. Peripheral Nerve Injuries. *British Medical Journal*. 1943; 21:61–75.
67. Mao VH, Abaza M, Spiegel JR, Mandel S, Hawkshaw M, Heuer RJ. Laryngeal Myasthenia Gravis: Report of 40 Cases. *Journal of Voice*. 2001; 1:122–30.
68. Yin SS, Qiu WW, Stucker FJ. Major patterns of laryngeal electromyography and their clinical application. *Laryngoscope*. 1997;107(1):126–36.
69. Infante CM, Paradas C, Villarreal L. (2015). Protocolo diagnóstico de la mononeuritis y multineuritis. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 11(78), 4715-4719.

70. Munin MC, Rosen CA, Zullo T. Utility of laryngeal electromyography in predicting recovery after vocal fold paralysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003 Aug;84(8):1150-3.
71. Alarco JJ, Álvarez-Andrade EV. Google Docs: una alternativa de encuesta online. *Educación médica;* 2012. p. 9–10.
72. Guillemin, Francis; Bombardier, Claire; Beaton D. Cross-cultural adaptation of health-related quality of life measures: literature review and proposed guidelines. *J Clin Epidemiol.* 1993; 46(12): 1417–32.
73. Wu AP, Sulica L. Diagnosis of vocal fold paresis: Current opinion and practice. *Laryngoscope.* 2015;125(4):904–8.
74. Volk GF, Themel S, Gugatschka M, Pototschnig C, Sittel C, Müller AH, et al. Vocal fold paresis: Medical specialists' opinions on standard diagnostics and laryngeal findings. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2018;275(10):2535–40.
75. Braithwaite D, Emery J, De Lusignan S, Sutton S. Using the internet to conduct surveys of health professionals: a valid alternative? *Fam Pract.* 2003;20(5): 545–51.
76. López-Lería B, Jimena P, Clavero A, Gonzalvo MC, Carrillo S, Serrano M, ... & Castilla JA. Embryologists' health: a nationwide online questionnaire. *J Assist Reprod Genet.* 2014; 31(12): 1587–97.
77. Heiervang E, Goodman R. Advantages and limitations of web-based surveys: evidence from a child mental health survey. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* 2009; 46(1): 69–76.
78. Raziano DB, Jayadevappa R, Valenzula D, Weiner M, Lavizzo-Mourey R. E-mail Versus Conventional Postal Mail Survey of Geriatric Chiefs. *Gerontologist.* 2001; 41(6):799–804.
79. Blair RL, Berry H, Briant TD. Laryngeal electromyography-techniques, applications, and a review of personal experience. *J Otolaryngol.* 1977;6(6):496–504.
80. Rodriguez AA, Myers BR, Ford CN. Laryngeal electromyography in the diagnosis of laryngeal nerve injuries. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71(8):587–90.
81. Wededell G, Feinstein B, Pattle RE. The electrical activity of voluntary muscle in man under normal and pathological conditions. *Brain A J Neurol.* 1962;67:178–257.

82. Gyha K, Sabarigirish K, Singh SK, Yadav A. Role of Laryngeal Electromyography in Predicting Recovery After Vocal Fold Paralysis. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;66(4):394–7.
83. Rickert SM, Childs LF, Carey BT, Murry T, Sulica L. Laryngeal electromyography for prognosis of vocal fold palsy: A Meta-Analysis. *Laryngoscope.* 2011;122(1):158–61.
84. Min YB, Finnegan EM, Hoffman HT, Luschei ES. A Preliminary Study of the Prognostic Role of Electromyography in Laryngeal Paralysis. *Otolaryngol Neck Surg.* 1994;111(6):770–5.
85. Ingle W, Young N, Smith LJ, Munin MC, A.Rosen C. Prospective Evaluation of the Clinical Utility of Laryngeal Electromyography. *Laryngoscope.* 2014;124:2745–9.
86. Parnes SM, Satya-Murti S. Predictive value of laryngeal electromyography in patients with vocal cord paralysis of neurogenic origin. *Laryngoscope.* 1985;95(11):1323–6.
87. Gupta SR, Bastian RW. Use of laryngeal electromyography in prediction of recovery after vocal cord paralysis. *Muscle Nerve.* 1993;16(9):977–8.
88. Sittel C, Stennert E, Thumfart WF, Dapunt U, Eckel HE. Prognostic Value of Laryngeal Electromyography in Vocal Fold Paralysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001;127(2):155–60.
89. Hydman J, Björck G, Persson JK, Zedenius J, Mattsson P. Diagnosis and Prognosis of Iatrogenic Injury of the Recurrent Laryngeal Nerve. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2009;118(7):506–11.
90. Wang CC, Chang MH, Wang CP, Liu SA. Prognostic indicators of unilateral vocal fold paralysis. *Arch Otolaryngol Neck Surg.* 2008;134(4):380–8.
91. Ludlow CL, Domangue R, Sharma D, Jinnah HA, Perlmutter JS, Berke G, et al. Consensus-based attributes for identifying patients with spasmodic dysphonia and other voice disorders. *JAMA Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2018;144(8):657–65.
92. Hintze JM, Ludlow CL, Bansberg SF, Adler CH, Lott DG. Spasmodic Dysphonia: A Review. Part 2: Characterization of Pathophysiology. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States).* 2017;157(4):558–64.

93. Dwyer CD, Leclerc AA, Nandedkar SD, Young VVN, Rosen CA. Quantitative laryngeal electromyography parameters may correlate with improved outcomes following botulinum toxin injection for spasmodic dysphonia. *Muscle and Nerve*. 2021;63(4):525–30.
94. Dewan K, Berke GS. Bilateral Vocal Fold Medialization: A Treatment for Abductor Spasmodic Dysphonia. *J Voice*. 2019;33(1):45–8.
95. Chhetri DK, Mendelsohn AH, Blumin JH, Berke GS. Long-term follow-up results of selective laryngeal adductor denervation-reinnervation surgery for adductor spasmodic dysphonia. *Laryngoscope*. 2006;116(4):635–42.
96. Pitman MJ. Treatment of spasmodic dysphonia with a neuromodulating electrical implant. *Laryngoscope*. 2014;124(11):2537–43.
97. Samargia S, Schmidt R, Kimberley TJ. Cortical silent period reveals differences between adductor spasmodic dysphonia and muscle tension dysphonia. *Neurorehabil Neural Repair*. 2016;30(3):221–32.
98. Snow G, Guardiani E. Movement Disorders and Voice. *Otolaryngol Clin North Am*. 2019;52(4):759–67.
99. Justicz N, Hapner ER, Josephs JS, Boone BC, Jinnah HA, Johns MM. Comparative effectiveness of propranolol and botulinum for the treatment of essential voice tremor. *Laryngoscope*. 2016;126(1):113–7.
100. Nida A, Alston J, Schweinfurth J. Primidone therapy for essential vocal tremor. *JAMA Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2016;142(2):117–21.
101. O'Connell AP, Hu A. (2018). Perceptions of pain of laryngeal electromyography. *The Laryngoscope*, 128(4), 896-900.
102. Simpson DM, Sternman D, Graves-Wright J, Sanders I. Vocalcordparalysis: Clinical and electrophysiologic features. *Muscle Nerve Off J Am Assoc Electrodiagn Med*. 1993;16(9):952–7.
103. Yamada M, Hirano M, Ohkubo H. Recurrent Laryngeal Nerve Paralysis. A 10-Year Review of 564 Patients. *Auris Nasus Larynx*. 1983;10(1):S1–15.

104. Crumley RL. Laryngeal synkinesis: Its significance to the laryngologist. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1989;98(2):87–92.
105. Crumley RL. Laryngeal synkinesis revisited. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2000;109(4):365–71.
106. Koufman, J. A.; Walker FO. Laryngeal electromyography in clinical practice: indications, techniques, and interpretation. *Phonoscope.* 1998;1(1):57–70.
107. Hillel AD. The study of laryngeal muscle activity in normal human subjects and in patients with laryngeal dystonia using multiple fine-wire electromyography. *Laryngoscope.* 2001;111(97):1–47.
108. Maronian, N. C., Waugh, P., Robinson, L., Hillel AD. A new electromyographic definition of laryngeal synkinesis. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2004;113(11):877–86.
109. Statham, M. M., Rosen, C. A., Smith, L. J., Munin MC. Electromyographic laryngeal synkinesis alters prognosis in vocal fold paralysis. *Laryngoscope.* 2010;120(2):285–90.
110. Foerster G, Podema R, Guntinas-Lichius O, Crumley RL, Mueller AH. Crumley’s Classification of Laryngeal Synkinesis: A Comparison of Laryngoscopy and Electromyography. *Laryngoscope.* 2021;131(5):E1605–10.
111. Nandedkar S, Sanders DB, Stålberg E V. Simulation and analysis of the electromyographic interference pattern in normal muscle. Part I: Turns and amplitude measurements. *Muscle Nerve.* 1986;9(5):423–30.
112. Stalberg, E.; Chu, J.; Nanadedkar, S.; Atalberg, S.; Ericsson M. Automatic analysis of the EMG interference pattern. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1983;56(6):672–81.
113. Lin RJ, Robinson LR. Laryngeal Electromyography: Present and Future. *Curr Otorhinolaryngol Rep.* 2020;8(3):216–23.
114. Nandedkar SD, Sanders DB, Stålberg E V. Simulation and analysis of the electromyographic interference pattern in normal muscle. Part II: Activity, upper centile amplitude, and number of small segments. *Muscle Nerve.* 1986;9(6):486–90.

115. Mueller, A. H., Hagen, R., Foerster, G., Grossmann, W., Baumbusch, K., & Pototschnig, C. (2016). Laryngeal pacing via an implantable stimulator for the rehabilitation of subjects suffering from bilateral vocal fold paralysis: a prospective first-in-human study. *The Laryngoscope*, *126*(8), 1810-1816.
116. Sulica, L., Carey, B., & Branski, R. C. (2013). A novel technique for clinical assessment of laryngeal nerve conduction: normal and abnormal results. *The Laryngoscope*, *123*(9), 2202-2208.
117. Ludlow CL. Laryngeal Reflexes: Physiology, Technique, and Clinical Use. *J Clin Neurophysiol*. 2015 Aug;32(4):284-93.
118. Klinge, K., Guntinas-Lichius, O., Naumann, A., & Mueller, A. H. (2019). Ultrasonography-guided electromagnetic needle tracking in laryngeal electromyography. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *276*(4), 1109-1115.



## **ANEXOS**



## ANEXO 1

### CUESTIONARIO SOBRE ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA

Soy Rosa Delia Ramírez Ruiz, otorrinolaringóloga y trabajo con la Electromiografía Laríngea (EMGL) desde hace diez años. Me gustaría realizar una encuesta para conocer la opinión de profesionales que realizan esta prueba.

La siguiente encuesta forma parte de un estudio de investigación llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Barcelona, y está reconocida por la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. La participación es totalmente voluntaria.

El cuestionario consta de 26 preguntas.

Fecha de hoy: \_\_\_\_\_

#### Sección 1:

1. ¿Durante cuántos años lleva realizando EMGL?

< 1 año\_\_

1 – 2 años\_\_

➤ 2 años\_\_

No realizo EMGL\_\_

2. ¿Cuántos EMGL realiza cada año?

< 10 \_\_ 10-20 \_\_ 20-30 \_\_ 30-40 \_\_ 40-50 \_\_ 50-60 \_\_ 60-70\_\_ 70-80\_\_ 80-90\_\_ 90-

100\_\_ >100 \_\_

3. ¿Qué especialidad tiene? Otorrinolaringología\_\_ Neurología\_\_ Neurofisiología\_\_

Otra\_\_

4. ¿Trabaja en equipo con otro especialista? Otorrinolaringólogo/a\_\_ Neurólogo/a\_\_

Neurofisiólogo/a\_\_\_\_ Otro\_\_\_\_ Con nadie\_\_\_\_

5. ¿Qué tipo de electrodos utiliza?

1. Electrodo de aguja monopolar \_\_\_\_
2. Electrodo de aguja concéntrica monopolar \_\_\_\_
3. Electrodo de aguja concéntrica bipolar (o doble concéntrico) \_\_\_\_
4. Electrodo de aguja de fibra única \_\_\_\_
5. Electrodo de aguja con fibra de gancho (*hooked-wire*) \_\_\_\_
6. Electrodo de superficie \_\_\_\_

6. ¿En qué provincia trabaja y realiza los EMGL? \_\_\_\_\_

7. ¿Cuáles son sus entornos de trabajo al realizar EMGL? Privado \_\_\_\_ Público\_\_\_\_  
Académico \_\_\_\_

## Sección 2:

Responda el resto de las preguntas según su práctica clínica durante el último año.Cuál es su opinión sobre:

1.

No dolor Dolor muy fuerte

2. ¿El paciente tolera la EMGL más de media hora?

Sí, seguro No, en absoluto

3. ¿Está seguro/a que siempre localiza el músculo tiroaritenideo con la aguja?

Sí, seguro No, en absoluto

¿Percepción de los pacientes sobre el dolor durante la electromiografía

laríngea?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

4. ¿Está seguro/a que siempre localiza el músculo cricotiroides con la aguja?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

Sí, seguro No, en absoluto

5. ¿Con qué frecuencia pincha y analiza el músculo cricoaritenoides posterior en cada EMGL?

Siempre Nunca

6. ¿Está seguro/a que siempre localiza el músculo cricoaritenoides posterior con la aguja?

Sí, seguro No, en absoluto

7. ¿Es fácil evaluar la actividad de inserción?

Sí, seguro No, en absoluto

8. ¿Es fácil evaluar la actividad espontánea en reposo?

Sí, seguro No, en absoluto

9. ¿Es fácil evaluar la morfología de la onda del potencial de acción?

Sí, seguro No, en absoluto

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

10. ¿Es fácil evaluar el reclutamiento?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

Sí, seguro No, en absoluto

11. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar la paresia/parálisis por alteraciones en la motoneurona periférica:

Es muy sensible No es nada sensible

12. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para evaluar el pronóstico de recuperación de una paresia/parálisis de cuerda vocal:

Es muy sensible No es nada sensible

13. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar las distonías y temblores laríngeos:

Es muy sensible No es nada sensible

14. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar las sincinesias:

Es muy sensible No es nada sensible

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

15. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar las alteraciones miopáticas:

Es muy sensible No es nada sensible

16. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar las alteraciones de la unión neuromuscular:

Es muy sensible No es nada sensible

17. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar las alteraciones de los ganglios basales:

Es muy sensible No es nada sensible

18. Cuál es su valoración acerca de la sensibilidad de la EMGL para identificar las alteraciones de la motoneurona superior:

Es muy sensible No es nada sensible

19. ¿Le gustaría trabajar obteniendo datos cuantitativos precisos respecto a la amplitud, tiempo y frecuencia de los potenciales de acción de los músculos laríngeos?

Sí, siempre No, nunca



## ANEXO 2

### LARYNGEAL ELECTROMYOGRAPHY SURVEY

I am Rosa Delia Ramírez Ruiz, otolaryngologist with ten years' experience in Laryngeal Electromyography (LEMG). I would like to carry out a survey to know the professionals' opinion on LEMG.

The following survey is part of a research study carried out at the Autonomous University of Barcelona (UAB) and it is recognized by the Spanish Society of Otolaryngology and Head and Neck Surgery (SEORL CCC). Participation is completely voluntary. Questionnaires will be distributed by e-mail.

There are 26 questions. Responses will be collected anonymously and subjected to cross-tabulated data analysis.

Write today's date: \_\_\_\_\_

#### Section 1:

1. How many years have you been using LEMG since the end of training (fellowship or residency)?

< 1 year \_\_, 1 - 2 years \_\_, > 2 years \_\_, I do not perform LEMG \_\_

2. How many LEMG do you carry out in a year?

< 10 \_\_, 10-20 \_\_, 20-30 \_\_, 30-40 \_\_, 40-50 \_\_, 50-60 \_\_, 60-70 \_\_, 70-80 \_\_, 80-90 \_\_, 90-100 \_\_, >100 \_\_

3. What type of physician are you? Otolaryngologist \_\_ Neurophysiologist \_\_  
Other \_\_

4. Do you work as a team with a/an ...? Otolaryngologist \_\_  
Neurophysiologist \_\_ Other \_\_ Nobody \_\_

5. What type of electrodes do you use?

1. a) Monopolar needle electrode \_\_\_\_
2. b) Monopolar concentric needle electrode \_\_\_\_
3. c) Bipolar concentric (or double concentric) needle electrode \_\_\_\_
4. d) Single fiber needle electrode \_\_\_\_
5. e) Hooked-wire needle electrode \_\_\_\_
6. f) Surface electrode \_\_\_\_

6. What country do you work in? \_\_\_\_\_ 7. In what sector do you work? Private Practice \_\_\_\_ Academic \_\_\_\_ Public \_\_\_\_

**Section 2:**

*Please answer the remainder of the questions based on your clinical experience over the past year. In your opinion (please write a percentage on the line):*

1. Patients' perceptions of pain during laryngeal electromyography?

No pain Very strong pain

2. The patient tolerates the LEMG for more than half an hour?

Yes, definitively Absolutely not

3. Are you sure that you always locate the thyroarytenoid muscle with the needle?

Yes, definitively Absolutely not

4. Are you sure that you always locate the cricothyroid muscle with the needle?

Yes, definitively Absolutely not

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

5. How often do you test the posterior cricoarytenoid muscle in each LEMG?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

Always Never

6. Are you sure that you always locate the posterior cricoarytenoid muscle with the needle?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

Yes, definitively

7. Is it easy to evaluate the insertional activity?

Yes, definitively

8. Is it easy to evaluate the spontaneous activity at rest?

Yes, definitively

9. Is it easy to evaluate the waveform morphology of the action potential?

Yes, definitively Absolutely not 10. Is it easy to evaluate the recruitment?

Yes, definitively Absolutely not

Absolutely not

Absolutely not

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Absolutely not

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11. How do you value the sensitivity of LEMG for identification of vocal fold paresis/paralysis for lower motor neuron disorders?

Very sensitive Not sensitive at all

12. How do you value the sensitivity of LEMG for prognosis for recovery of vocal fold paresis/paralysis?

Very sensitive Not sensitive at all

13. How do you value the sensitivity of LEMG for identification of laryngeal dystonia and tremor?

Very sensitive Not sensitive at all

14. How do you value the sensitivity of LEMG for identification of synkinesis?

Very sensitive Not sensitive at all

15. How do you value the sensitivity of LEMG for identification of myopathic disorders?

Very sensitive Not sensitive at all

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>										

16. How do you value the sensitivity of LEMG for identification of neuromuscular junction disorders?

Very sensitive Not sensitive at all

17. How do you value the sensitivity of LEMG for identification of basal ganglia disorders?

Very sensitive Not sensitive at all

18. How do you value the sensitivity of LEMG for identification of upper motor neuron disorders?

Very sensitive Not sensitive at all

19. Would you like to work on obtaining precise quantitative data regarding the amplitude, time, and frequency of the action potentials of the laryngeal muscles?

Yes, always No, never

Thank you.



### ANEXO 3

#### DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Y AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA

Nombre y apellidos:

..... Edad:

..... D.N.I.: ..... No historia clínica:

..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha: .....

Médico informante: ..... No Colegiado:

.....

Este documento informativo pretende explicar, de forma sencilla, la denominada ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA, así como los aspectos más importantes del período postoperatorio y las complicaciones más frecuentes que, como consecuencia de esta exploración, puedan aparecer.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

La electromiografía laríngea es una prueba que valora algunos aspectos del funcionamiento de los músculos de la laringe, y el de los nervios que los mueven, mediante el análisis de su actividad eléctrica. Se puede realizar en el consultorio, utilizando la llamada vía transcutánea (es decir, mediante detectores que son introducidos a través de la piel, hasta alcanzar el músculo que se desee valorar) o bajo anestesia general, por vía endoscópica, es decir, a través de la boca, hasta insertar el terminal de detección en el músculo o músculos objeto del análisis. Suelen tratarse de detectores en forma de aguja finísima, que son desechables.

En el caso de realizarse mediante técnicas transcutáneas, opcionalmente, se puede realizar un control de la laringe con un endoscopio (un visor que se introduce a través de la nariz y permite valorar el movimiento de la musculatura).

Así dispuestos los electrodos, se puede realizar una detección simple o una estimulación-detección: es decir se puede captar la actividad eléctrica de la zona, o se puede estimular la misma para comprobar su respuesta. Por ello, se suele requerir la colaboración con un electrofisiólogo.

En el caso de realizarse el procedimiento en el consultorio, no es preciso encontrarse en ayunas. Se suele aconsejar un analgésico o un ansiolítico, una hora antes de la prueba. La duración de la exploración suele ser de 20 a 30 minutos.

En el caso de que se realice a través de la piel del cuello, se puede inyectar un anestésico local, si bien hay especialistas que prefieren no utilizar la anestesia por el riesgo de alteración de los resultados. Por otra parte, pueden administrarse sedantes y analgésicos. En general, durante la exploración, el paciente debe de procurar no tragar y no toser (si bien, en ocasiones, se trata de respuestas imposibles de evitar, para facilitar las maniobras del especialista).

Tras la exploración, pueden aparecer ligeras molestias al tragar que desaparecen rápidamente. En algunos casos, puede aparecer una pequeña cantidad de sangre en la expectoración, que cede unas horas después.

En el caso de que se realice mediante anestesia general, el paciente puede ser dado de alta tras la exploración, o quedar ingresado en el hospital durante unas horas, o hasta el día siguiente.

En ocasiones, en el curso de la exploración, el especialista puede realizar, simultáneamente, técnicas de tratamiento, como por ejemplo la inyección de determinadas sustancias, u otras terapias: su médico le dará oportuna información para cada una de las posibles técnicas complementarias.

Página 1 de 6 Consentimiento informado aprobado y consensado por la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello



## DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Y AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA

Nombre y apellidos:

..... Edad:

..... D.N.I.: ..... No historia clínica:

..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha: .....

Médico informante: ..... No Colegiado:

.....

La electromiografía es un procedimiento que puede tener que repetirse en varios momentos de su proceso para comprobar la evolución del mismo.

En caso de NO EFECTUAR esta intervención

No se podrán obtener los datos sobre el funcionamiento de la laringe que puedan ser precisos para el diagnóstico, el pronóstico o el tratamiento de su problema.

#### BENEFICIOS ESPERABLES

Mejor conocimiento de la funcionalidad de la musculatura e inervación de la laringe, lo que pueda ser de gran utilidad para el diagnóstico funcional de este órgano, para el establecimiento de un pronóstico de la posible evolución de su trastorno, o para establecer, o realizar, un tratamiento adecuado para su problema.

#### PROCEDIMIENTOS ALTERNATIVOS

En la actualidad no puede sustituirse por otro procedimiento que proporcione una información similar sobre la movilidad de los músculos laríngeos.

#### RIESGOS ESPECÍFICOS MÁS FRECUENTES DE ESTE PROCEDIMIENTO

Las punciones con el electrodo de aguja conllevan un mínimo riesgo de sangrado local que puede provocar un pequeño hematoma, en la piel, o en la cuerda vocal, sobre todo si usted toma medicinas anticoagulantes. Éste se resolverá espontáneamente en horas o días.

Otra consecuencia más importante, pero muy poco frecuente, es la aparición de un espasmo glótico, el cual será tratado de forma inmediata, al estar usted en un medio especializado.

Es posible que aparezca una disfagia o una odinofagia -dificultades y dolor al tragar-, falsas rutas en la deglución -atragantamiento-, hemoptisis o hematemesis -emisión de sangre por la boca, procedente del aparato respiratorio o digestivo- y, excepcionalmente, una ligera disnea -sensación de falta de aire- que no suele requerir ningún tratamiento quirúrgico/complementario

Página 2 de 6 Consentimiento informado aprobado y consensuado por la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello



### DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Y AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA

Nombre y apellidos:

..... Edad:

..... D.N.I.: ..... No historia clínica:  
..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha: .....  
Médico informante: ..... No Colegiado:  
.....

Si la exploración se realiza a través de la boca, es decir por vía endoscópica podrían producirse heridas en labios y boca, fractura y/o movilización anormal o incluso pérdida de piezas dentarias, dolor cervical, trismus -dificultad para abrir la boca-, lesión mandibular o de la articulación de la mandíbula.

Cabe la posibilidad de que se inflamen los cartílagos de la laringe: lo que se denomina una pericondritis, lo que requeriría un tratamiento adecuado.

No hay que ignorar, además de todo ello, las complicaciones propias de todo procedimiento, y las relacionadas con la anestesia general: se estima que la mortalidad directamente relacionada con la anestesia es muy variable, en dependencia del estado general del paciente, y oscila entre 0.5-1,37 por cada 100.000 anestésias (en el caso de pacientes ASA 1 -es decir, en buen estado general-) y entre 4,7-55 por cada 100.000 intervenciones quirúrgicas (en el caso de pacientes ASA 4 -es decir, en mal estado general-), según los datos del Centro Nacional de Estadística Sanitaria (Vital Statistics Data, National Center for Health Statistics) de EEUU.

#### RIESGOS RELACIONADOS CON SUS CIRCUNSTANCIAS PERSONALES Y PROFESIONALES

#### OBSERVACIONES Y CONTRAINDICACIONES

#### DECLARACIONES Y FIRMAS

Declaro que he sido informado, por el médico, de los aspectos más importantes de la intervención quirúrgica que se me va a realizar, de su normal evolución, de las posibles complicaciones y riesgos de la

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Y AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ELECTROMIOGRAFÍA LARÍNGEA

Nombre y apellidos:

..... Edad:

..... D.N.I.: ..... No historia clínica:

..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha: .....

Médico informante: ..... No Colegiado:

.....

misma, de sus contraindicaciones, de las consecuencias que se derivarían en el caso de que no me sometiera a la mencionada intervención y de las alternativas a esta técnica quirúrgica.

Estoy satisfecho de la información recibida. He podido formular todas las preguntas que he creído conveniente y me han sido aclaradas todas las dudas planteadas.

Declaro, además, no haber ocultado información esencial sobre mi caso, mis hábitos o régimen de vida, que pudieran ser relevantes a los médicos que me atienden.

Sé, por otra parte, que me intervendrá el facultativo que, dentro de las circunstancias del equipo médico en el día de la intervención, sea el más adecuado para mi caso.

Acepto que, durante la intervención, el cirujano pueda tomar las muestras biológicas que considere necesarias para el estudio de mi proceso, o las imágenes precisas para la adecuada documentación del caso.

Comprendo que, a pesar de las numerosas y esmeradas medidas de higiene del equipo asistencial que me atiende, el acto quirúrgico y la estancia en el hospital son un factor de las llamadas infecciones hospitalarias, que son excepcionales, pero posibles.

En el caso de que, durante la intervención quirúrgica, el cirujano descubra aspectos de mi enfermedad, o de otras enfermedades que pudiera padecer, que le exijan o le aconsejen modificar, de forma relevante, el procedimiento terapéutico inicialmente proyectado, consultará la decisión a tomar con la persona autorizada por mí a este respecto. Únicamente cuando las eventualidades acaecidas durante la intervención quirúrgica pongan en riesgo mi vida autorizo al cirujano para que adopte la decisión más conveniente para mi salud. Entiendo que es posible que el cirujano finalice la intervención sin haber completado los

objetivos inicialmente planteados, al enfrentarse a circunstancias no previstas que pudieran requerir mi consentimiento expreso para ser resueltas.

Entiendo que, en este documento, se me informa de los riesgos y complicaciones más frecuentes y relevantes de la intervención quirúrgica. No obstante, si yo lo precisara, el médico podría facilitarme información complementaria sobre todos los riesgos y complicaciones posibles de este procedimiento quirúrgico. En resumen, considero que la información ofrecida por el médico y la contenida en el presente documento resultan suficientes y adecuadas para comprender todos los aspectos de la intervención a la que voy a ser sometido y asumir sus riesgos y posibles complicaciones.

Tras todo ello, DOY MI CONSENTIMIENTO PARA SER SOMETIDO A ESTA INTERVENCIÓN, entendiéndolo, por otra parte, mi derecho a revocar esta autorización en cualquier momento.

---

Página 4 de 6 Consentimiento informado aprobado y consensado por la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello



## ANEXO 4

### DOCUMENTO DE INFORMACION Y AUTORIZACION PARA LA INYECCION INTRALARINGEA DE TOXINA BOTULINICA

Nombre y apellidos:.....  
..... Edad: ..... D.N.I.: ..... No historia clínica: .....  
..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha: .....  
Médico informante: ..... No Colegiado: .....  
.....

#### RIESGOS ESPECÍFICOS MÁS FRECUENTES DE ESTE PROCEDIMIENTO

Persistencia de la disfonía -es decir, de las alteraciones de la voz- aun tras la inyección de toxina botulínica o, en otros casos, la aparición de otras formas de ronquera diferentes. Es posible que aparezca una disfagia o una odinofagia -dificultades y dolor al tragar-, falsas rutas en la deglución -atragantamiento-, hemoptisis o hematemesis -emisión de sangre por la boca, procedente del aparato respiratorio o digestivo- y, excepcionalmente, disnea -sensación de falta de aire- que incluso pueda requerir la realización de una traqueotomía -apertura de la tráquea a nivel del cuello.

Cabe la posibilidad de que se produzcan reacciones alérgicas frente a la toxina botulínica que, generalmente, son poco intensas.

Si la intervención se realiza a través de la boca podrían producirse heridas en labios y boca, fractura y/o movilización anormal o incluso pérdida de piezas dentarias, dolor cervical, trismus - dificultad para abrir la boca-, lesión mandibular o de la articulación de la mandíbula.

Pueden aparecer trastornos en el electromiograma -estudio de la actividad contráctil de los músculos-.

No hay que ignorar, además de todo ello, las complicaciones propias de toda intervención quirúrgica, y las relacionadas con la anestesia general, si se ha realizado: a pesar de que se le ha realizado un completo estudio preoperatorio, y de que todas las maniobras quirúrgicas y anestésicas se realizan con el máximo cuidado, se ha descrito un caso de muerte por cada 15.000 intervenciones quirúrgicas realizadas bajo anestesia general, como consecuencia de la misma. En general, este riesgo anestésico aumenta en relación con la edad, con la existencia de otras enfermedades, y con la gravedad de las mismas.

## DOCUMENTO DE INFORMACIÓN Y AUTORIZACIÓN PARA LA INYECCIÓN INTRALARÍNGEA DE TOXINA BOTULÍNICA

Nombre y apellidos: .....

Edad: ..... D.N.I.: ..... Nº historia clínica: .....

Diagnóstico del proceso: ..... Fecha: .....

Médico informante: ..... Nº Colegiado: .....

Este documento informativo pretende explicar, de forma sencilla, la denominada INYECCIÓN INTRALARÍNGEA DE TOXINA BOTULÍNICA, así como los aspectos más importantes del período postoperatorio y las complicaciones más frecuentes que, como consecuencia de esta intervención, puedan aparecer.

### BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

La inyección intralaríngea de toxina botulínica es una forma de tratamiento de las llamadas disfonías espasmódicas, en las que la voz se altera como consecuencia de un trastorno en la inervación y del movimiento de los músculos de la laringe.

En ocasiones, esta situación es sólo un síntoma de una afección más extensa y compleja que llamaremos distonía –trastorno en la capacidad de contracción de los músculos–.

Para tratar esta situación se realiza una inyección, en los músculos del interior de la laringe, de una sustancia denominada toxina botulínica, llamada así por proceder de un microbio llamado Botulinum. La cantidad inyectada debe de ser decidida por su médico.

La inyección de la toxina botulínica se realiza mediante técnicas muy variables en dependencia de circunstancias diversas: a través de la porción anterior del cuello o a través de la boca, y puede realizarse bajo anestesia local, bajo una sedación y la acción de un analgésico, o bajo anestesia general.

En el caso de que se realice a través de la piel del cuello, se utiliza la inyección de un anestésico local que puede completarse con técnicas de sedación y analgesia,

En general, durante la intervención quirúrgica, el paciente no debe de toser o tragar para facilitar las maniobras del cirujano.

La inyección con toxina botulínica no es un tratamiento definitivo sino sólo un tratamiento sintomático y temporal de estos trastornos de la voz.

Tras la intervención, pueden aparecer ligeras molestias al tragar que desaparecen rápidamente.

El paciente puede ser dado de alta tras la intervención quirúrgica, quedar ingresado en el hospital durante unas horas, si la técnica se realiza mediante cirugía sin ingreso o, en ocasiones, quedar hospitalizado hasta el día siguiente.

### En caso de NO EFECTUAR esta intervención

persistirán los síntomas laríngeos que la hubieran podido justificar.

### BENEFICIOS ESPERABLES

Mejoría de los trastornos de la voz, si bien ésta es sólo temporal.

### PROCEDIMIENTOS ALTERNATIVOS

Existen otros tratamientos para tratar la distonía y la disfonía, tal como la logopedia. No obstante, los mejores resultados se consiguen con esta técnica.

## DOCUMENTO DE INFORMACION Y AUTORIZACION PARA LA INYECCION INTRALARINGEA DE TOXINA BOTULINICA

Nombre y apellidos:.....  
..... Edad: ..... D.N.I.: ..... No historia clínica: .....  
..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha: .....  
Médico informante: ..... No Colegiado: .....  
.....

### RIESGOS ESPECÍFICOS MÁS FRECUENTES DE ESTE PROCEDIMIENTO

Persistencia de la disfonía -es decir, de las alteraciones de la voz- aun tras la inyección de toxina botulínica o, en otros casos, la aparición de otras formas de ronquera diferentes. Es posible que aparezca una disfagia o una odinofagia -dificultades y dolor al tragar-, falsas rutas en la deglución -atragantamiento-, hemoptisis o hematemesis -emisión de sangre por la boca, procedente del aparato respiratorio o digestivo- y, excepcionalmente, disnea -sensación de falta de aire- que incluso pueda requerir la realización de una traqueotomía -apertura de la tráquea a nivel del cuello.

Cabe la posibilidad de que se produzcan reacciones alérgicas frente a la toxina botulínica que, generalmente, son poco intensas.

Si la intervención se realiza a través de la boca podrían producirse heridas en labios y boca, fractura y/o movilización anormal o incluso pérdida de piezas dentarias, dolor cervical, trismus - dificultad para abrir la boca-, lesión mandibular o de la articulación de la mandíbula.

Pueden aparecer trastornos en el electromiograma -estudio de la actividad contráctil de los músculos-.

No hay que ignorar, además de todo ello, las complicaciones propias de toda intervención quirúrgica, y las relacionadas con la anestesia general, si se ha realizado: a pesar de que se le ha realizado un completo estudio preoperatorio, y de que todas las maniobras quirúrgicas y anestésicas se realizan con el máximo cuidado, se ha descrito un caso de muerte por cada 15.000 intervenciones quirúrgicas realizadas bajo anestesia general, como consecuencia de la misma. En general, este riesgo anestésico aumenta en relación con la edad, con la existencia de otras enfermedades, y con la gravedad de las mismas.

Nombre y apellidos:.....
--------------------------

..... Edad: ..... D.N.I.: ..... No historia clínica:

..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha:

.....

Médico informante: ..... No Colegiado:

.....

#### RIESGOS RELACIONADOS CON SUS CIRCUNSTANCIAS PERSONALES Y PROFESIONALES

#### OBSERVACIONES Y CONTRAINDICACIONES

#### DECLARACIONES Y FIRMAS

Declaro que he sido informado, por el médico, de los aspectos más importantes de la intervención quirúrgica que se me va a realizar, de su normal evolución, de las posibles complicaciones y riesgos de la misma, de sus contraindicaciones, de las consecuencias que se derivarían en el caso de que no me sometiera a la mencionada intervención y de las alternativas a esta técnica quirúrgica.

Estoy satisfecho de la información recibida. He podido formular todas las preguntas que he creído conveniente y me han sido aclaradas todas las dudas planteadas.

Declaro, además, no haber ocultado información esencial sobre mi caso, mis hábitos o régimen de vida, que pudieran ser relevantes a los médicos que me atienden.

Sé, por otra parte, que me intervendrá el facultativo que, dentro de las circunstancias del equipo médico en el día de la intervención, sea el más adecuado para mi caso.

Acepto que, durante la intervención, el cirujano pueda tomar las muestras biológicas que considere necesarias para el estudio de mi proceso, o las imágenes precisas para la adecuada documentación del caso.

Comprendo que, a pesar de las numerosas y esmeradas medidas de higiene del equipo asistencial que me atiende, el acto quirúrgico y la estancia en el hospital son un factor de las llamadas infecciones hospitalarias, que son excepcionales, pero posibles.

En el caso de que, durante la intervención quirúrgica, el cirujano descubra aspectos de mi enfermedad, o de otras enfermedades que pudiera padecer, que le exijan o le aconsejen modificar, de forma relevante, el procedimiento terapéutico inicialmente proyectado, consultará la decisión a tomar con la persona autorizada por mí a este respecto. Únicamente cuando las eventualidades acaecidas durante la intervención quirúrgica pongan en riesgo mi vida autorizo al cirujano para que adopte la decisión más conveniente para mi salud.

Entiendo que es posible que el cirujano finalice la intervención sin haber completado los objetivos inicialmente planteados, al enfrentarse a circunstancias no previstas que pudieran requerir mi consentimiento expreso para ser resueltas.

Entiendo que, en este documento, se me informa de los riesgos y complicaciones más frecuentes y relevantes de la intervención quirúrgica. No obstante, si yo lo precisara, el médico podría facilitarme información complementaria sobre todos los riesgos y complicaciones

Página 3 de 5 Consentimiento informado aprobado y consensuado por la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial



SEORL PCF

## DOCUMENTO DE INFORMACION Y AUTORIZACION PARA LA INYECCION INTRALARINGEA DE TOXINA BOTULINICA

Nombre y

apellidos:.....

..... Edad: ..... D.N.I.: ..... No historia clínica:

..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha:

.....

Médico informante: ..... No Colegiado:

.....

posibles de este procedimiento quirúrgico. En resumen, considero que la información ofrecida por el médico y la contenida en el presente documento resultan suficientes y adecuadas para comprender todos los aspectos de la intervención a la que voy a ser sometido y asumir sus riesgos y posibles complicaciones.

Tras todo ello, DOY MI CONSENTIMIENTO PARA SER SOMETIDO A ESTA INTERVENCIÓN, entendiéndolo, por otra parte, mi derecho a revocar esta autorización en cualquier momento.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Fdo.: \_\_\_\_\_ Fdo.: \_\_\_\_\_ El paciente El facultativo

TUTOR LEGAL O FAMILIAR

D./D.a....., con D.N.I.  
..... y en calidad de ....., es  
consciente de que el paciente cuyos datos figuran en el encabezamiento, no es competente para  
decidir en este momento, por lo que asume la responsabilidad de la decisión, en los mismos términos  
que haría el propio paciente.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Fdo.: \_\_\_\_\_ El representante legal

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Por la presente, ANULO cualquier autorización plasmada en el presente documento, que queda sin  
efecto a partir del momento de la firma.

Me han sido explicadas las repercusiones que, sobre la evolución de mi proceso, esta anulación  
pudiera derivar y, en consecuencia, las entiendo y asumo.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Página 4 de 5 Consentimiento informado aprobado y consensado por la Sociedad Española de  
Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial



SEORL PCF

**DOCUMENTO DE INFORMACION Y AUTORIZACION PARA LA INYECCION  
INTRALARINGEA DE TOXINA BOTULINICA**

Nombre y  
apellidos:.....

..... Edad: ..... D.N.I.: ..... No historia clínica:

..... Diagnóstico del proceso: ..... Fecha:

.....

Médico informante: ..... No Colegiado:

.....

Fdo.: \_\_\_\_\_

El paciente/representante legal

---

Página 5 de 5 Consentimiento informado aprobado y consensado por la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial





