



VNIVERSITAT  
E VALÈNCIA

FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA

PROGRAMA DE DOCTORADO DE MEDICINA 3042

**Proyección de la cuerda vocal sobre el  
cartílago tiroides. Un estudio anatómico.**

TESIS DOCTORAL

Valencia, Mayo de 2017

Presentada por: Isabel María López Sánchez

Dirigida por:

-Prof. Dr. D. Jorge Basterra Alegría

-Dr. D. Enrique Zapater Latorre



Servicio de Otorrinolaringología del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia

Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia.

Título: Proyección de la cuerda vocal sobre el cartílago tiroides. Un estudio anatómico.

Autor: Isabel M<sup>a</sup> López Sánchez

Facultativo Especialista en Otorrinolaringología

Directores de Tesis:

Prof. Dr. Jorge Basterra Alegría

Jefe de Servicio de Otorrinolaringología. Consorcio Hospital General Universitario de Valencia.

Catedrático de Otorrinolaringología del Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia

Dr. Enrique Zapater Latorre

Jefe de Sección. Servicio de Otorrinolaringología. Consorcio Hospital General Universitario de Valencia

Profesor Asociado Universitario del Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia.



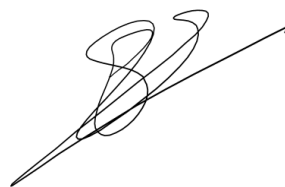
JORGE BASTERRA ALEGRIA, Catedrático de Otorrinolaringología del Departamento de Cirugía de la Facultat de Medicina i Odontologia de la Universitat de València,

ENRIQUE ZAPATER LATORRE, Profesor Asociado Asistencial del Departamento de Cirugía de la Facultat de Medicina i Odontologia de la Universitat de València.

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo presentado por D<sup>a</sup> Isabel María López Sánchez “Proyección de la cuerda vocal sobre el cartílago tiroides. Un estudio anatómico”, ha sido realizado bajo nuestra dirección y reúne todos los requisitos necesarios para optar al grado de doctor.

Y para que así conste, firmamos el presente certificado en Valencia a Veintinueve de Mayo de 2017



Fdo: Prof. Dr. Jorge Basterra Alegria Fdo: Dr. Enrique Zapater Latorre



Agradecimientos:

Quisiera mostrar mi profundo agradecimiento a los directores de este trabajo, Profesor Basterra y Doctor Zapater, que tanto empeño ponen en la formación y evolución profesional de todos aquéllos que hemos tenido la suerte de trabajar a su lado. Gracias por la dedicación de su tiempo en este proyecto.

A mi marido, Luis, por permanecer en todo momento a mi lado, por facilitar mi dedicación a este trabajo y por mostrar su absoluta confianza en el éxito de todo lo que hago. Sin su apoyo constante no hubiera podido llevarlo a cabo.

A mis padres que siempre han dado todo lo que han podido y lo que no para conseguir una buena educación y un buen futuro para sus hijos. Gracias por tanto, por todo.

A mi hermano, ejemplo para su hermana pequeña, al que no solo tengo que agradecer la infancia compartida sino también la colaboración junto a mis padres en mi deseo de ser médico. Y a la que considero una hermana, Sonia, por tantos momentos vividos y por tantos retos superados y por superar.

A mis compañeros de trabajo y amigos por las experiencias compartidas y por seguir ayudando en mi formación día a día. Mención especial al Dr. José Ramón Alba y las Dras. Rosa Hernández, Ainhoa García-Lliberós, Natsuki Oishi y Cristina Vázquez por su apoyo diario y su motivación constante, por el trabajo codo con codo y las ilusiones compartidas.







*Para Luis*



# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS</b>	17
<b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS</b>	19
<b>RESUMEN</b>	27
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	33
1.1. RECUERDO EMBRIOLÓGICO DE LA LARINGE	35
1.2. ANATOMÍA DESCRIPTIVA DE LA LARINGE	38
1.2.1. SITUACIÓN ANATÓMICA	38
1.2.2. ESQUELETO LARÍNGEO: CARTÍLAGOS Y ARTICULACIONES. MEMBRANAS Y LIGAMENTOS	40
1.2.3. MUSCULATURA DE LA LARINGE	64
1.2.4. CAVIDAD LARÍNGEA. CONFIGURACIÓN INTERNA	76

1.2.5.	MUCOSA DE LA LARINGE. HISTOLOGÍA	82
1.2.6.	LA CUERDA VOCAL	84
1.2.7.	INERVACIÓN	89
1.3.	HISTORIA DE LA EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO ANATÓMICO DE LA LARINGE	94
1.3.1.	ESTUDIOS ANATÓMICOS CLÁSICOS	94
1.3.2.	ESTUDIOS ANATÓMICOS RECIENTES	102
1.3.3.	DIFERENCIAS ANATÓMICAS ENTRE GÉNEROS	112
1.4.	FUNCIONES DE LA LARINGE	113
1.5.	PARÁLISIS LARÍNGEAS	116
1.5.1.	PARÁLISIS DE UNA CUERDA VOCAL	117
1.5.2.	TRATAMIENTO DE LAS PARÁLISIS LARÍNGEAS	119
1.5.3.	CIRUGÍA DE LAS PARÁLISIS LARÍNGEAS	120

1.6. IMPORTANCIA DE LA ANATOMÍA LARÍNGEA EN EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LAS PARÁLISIS UNILATERALES DE LA CUERDA VOCAL SEGÚN LA TÉCNICA DESCRITA POR MONTGOMERY	123
<b>2. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS</b>	133
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	137
<b>4. RESULTADOS</b>	163
<b>5. DISCUSIÓN</b>	199
<b>6. CONCLUSIONES</b>	241
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	245





## **LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

Pág: página.

EMC: Encyclopédie médico-chirurgicale

SEORL: Sociedad Española de Otorrinolaringología

aC: antes de Cristo

dC: después de Cristo

mm: milímetros

cm: centímetros

R1: punto de referencia 1

R2: punto de referencia 2

N: población

Gl: grados de libertad

Sig: significación

Cv: coeficiente de variación



## LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

### Página

<u>Figura 1.</u> Vista lateral de región de la cabeza y el cuello de un embrión de 4 semanas, en la cual se observan los cartílagos de los arcos faríngeos.....	35
<u>Figura 2.</u> Situación anatómica de la laringe.....	38
<u>Figura 3.</u> Situación anatómica de la laringe. Observamos la musculatura prelaríngea por delante de la misma.....	39
<u>Figura 4.</u> Anatomía del cartílago tiroides. La flecha señala la escotadura tiroidea superior.....	41
<u>Figura 5.</u> Disección en cadáver de laringe humana. La aguja señala la línea oblicua del cartílago tiroides.....	43
<u>Figura 6.</u> Disección en cadáver de laringe humana. La aguja señala el tubérculo inferior de la laringe.....	44
<u>Figura 7.</u> Visión anterior del cartílago cricoides.....	47
<u>Figura 8.</u> Visión posterior del cartílago cricoides.....	48
<u>Figura 9.</u> Cartílagos aritenoides. Morfología y posición sobre el cartílago cricoides.....	50
<u>Figura 10.</u> Cartílago aritenoides. Sobre él marcado con el número uno encontramos el cartílago corniculado.....	51
<u>Figura 11.</u> Laringe. Disección en cadáver fresco. Vallécula.....	53
<u>Figura 12.</u> Movimiento de la articulación cricotiroidea.....	57
<u>Figura 13.</u> Movimiento de la articulación cricoaritenoides.....	58
<u>Figura 14.</u> Vista lateral de la laringe. Ligamentos extrínsecos.....	60

<u>Figura 15.</u> Ligamentos intrínsecos de la laringe.....	62
<u>Figura 16.</u> Musculatura de la laringe. Músculo cricoaritenideo posterior.....	66
<u>Figura 17.</u> Músculos cricoaritenoides laterales, interaritenoides transverso y oblicuo.....	67
<u>Figura 18.</u> Fibras musculares del músculo tiroaritenideo.....	70
<u>Figura 19.</u> Visión coronal de los músculos laríngeos.....	72
<u>Figura 20.</u> Cavidades laríngeas.....	76
<u>Figura 21.</u> Corte histológico frontal de la laringe.....	83
<u>Figura 22.</u> Esquema de la estructura en capas de la cuerda vocal.....	85
<u>Figura 23.</u> Nervios laríngeos superior e inferior.....	91
<u>Figura 24.</u> Leonardo da Vinci. Estudio anatómico.....	96
<u>Figura 25.</u> Cartílagos laríngeos e Inervación laríngea de De humanis corporis fabrica.....	97
<u>Figura 26.</u> Medidas comparativas de laringes entre sexos.....	99
<u>Figura 27.</u> Estudio anatómico de N. Isshiki proyectando la comisura anterior en el cartílago tiroides.....	103
<u>Figura 28.</u> Tabla donde se muestra la relación cuantitativa entre el punto de proyección de la comisura anterior en la línea media y las marcas en el cartílago tiroides.....	103
<u>Figura 29.</u> Proyección de la cuerda vocal en el ala tiroidea.....	105
<u>Figura 30.</u> Representación de las medidas de A a E en el estudio de Meiteles et al.....	108

<u>Figura 31.</u> Fibrolaringoscopia en las que se observa una parálisis de cuerda vocal derecha.....	118
<u>Figura 32.</u> Implante de Montgomery.....	124
<u>Figura 33.</u> Cirugía de la tiroplastia de medialización: el electrobisturí señala el tubérculo inferior de la laringe.....	125
<u>Figura 34.</u> Material utilizado en la tiroplastia de medialización de Montgomery.....	126
<u>Figura 35.</u> Cirugía de la tiroplastia de medialización: se observa el proceso de marcado del punto anterior al tubérculo inferior de la laringe.....	127
<u>Figura 36.</u> El instrumental marca el punto clave de la ventana tiroidea.....	128
<u>Figura 37.</u> Se marca el punto clave durante la cirugía.....	128
<u>Figura 38.</u> Se muestra cómo se marca la ventana tiroidea en el ala cartilaginosa.....	129
<u>Figura 39.</u> Medidores de varón de la tiroplastia de Montgomery....	131
<u>Figura 40.</u> Nevera Eppendorf-CryoCube FC660.....	139
<u>Figura 41.</u> Hoja de autorización familiar de la autopsia.....	140
<u>Figura 42.</u> Incisión en Y en tórax que permite realizar autopsia clínica.....	141
<u>Figura 43.</u> Laringe completa tras la descongelación.....	144
<u>Figura 44.</u> Lengua, hueso hioides y epiglotis que se retiran para el estudio.....	145
<u>Figura 45.</u> Laringe de cadáver: exposición del plano glótico.....	146

<u>Figura 46.</u> Pie de rey, utilizado para la toma de medidas en el cartílago tiroides.....	147
<u>Figura 47.</u> Medición de la línea A en cadáver. Esquema de la misma.....	148
<u>Figura 48.</u> Medición de la línea B en cadáver. Esquema de la misma.....	149
<u>Figura 49.</u> Medición de la línea C en cadáver. Esquema de la misma.....	150
<u>Figura 50.</u> Medición de la línea D en cadáver. Esquema de la misma.....	151
<u>Figura 51.</u> Medición de la línea E en cadáver. Esquema de la misma.....	152
<u>Figura 52.</u> Medición de la línea F en cadáver. Esquema de la misma.....	153
<u>Figura 53.</u> Medición de la línea G en cadáver. Esquema de la misma.....	154
<u>Figura 54.</u> Medición de la línea H en cadáver. Esquema de la misma.....	155
<u>Figura 55.</u> Aguja utilizada para la proyección de la cuerda vocal.....	156
<u>Figura 56.</u> Se observa la aguja atravesando la comisura anterior a través del plano glótico.....	157
<u>Figura 57.</u> Se observa la aguja en la porción anterior y media del cartílago tiroides.....	158
<u>Figura 58.</u> Medición desde la proyección de la comisura anterior al borde inferior del cartílago tiroides.....	158

<u>Figura 59.</u> Laringe de cadáver abierta dorsalmente. La flecha señala la apófisis vocal del aritenoides.....	159
<u>Figura 60.</u> Se aprecia la aguja atravesando la lámina tiroidea a la altura de la apófisis vocal del aritenoides.....	160
<u>Figura 61.</u> La flecha señala la medida que ha de tomarse para el punto de referencia número 2.....	161
<u>Figura 62.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea A.....	170
<u>Figura 63.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea B.....	171
<u>Figura 64.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea C.....	174
<u>Figura 65.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea D.....	175
<u>Figura 66.</u> Diagrama de barras con las medias de las medidas A, B, C y D tanto para mujeres como para hombres.....	176
<u>Figura 67.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea E.....	178
<u>Figura 68.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea F.....	179
<u>Figura 69.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea G.....	180
<u>Figura 70.</u> Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea H.....	182
<u>Figura 71.</u> Diagrama de barras con las medias de las medidas E, F, G y H tanto para mujeres como para hombres.....	183

<u>Figura 72.</u> La flecha señala el punto de referencia número 1.....	185
<u>Figura 73.</u> La flecha señala el punto de referencia número 2.....	186
<u>Figura 74.</u> Diagrama de dispersión correspondiente al punto de referencia número 1.....	187
<u>Figura 75.</u> Diagrama de dispersión correspondiente al punto de referencia número 2.....	188
<u>Figura 76.</u> Diagrama de barras donde se observan las medias de los puntos de referencia tanto en hombres como en mujeres.....	188
<u>Figura 77.</u> Toma de medidas en la cuerda vocal.....	204
<u>Figura 78.</u> Plano glótico representado con la inserción de las agujas en la endolaringe.....	226
<u>Figura 79.</u> se aprecia la angulación posterior de los nuevos medidores que reproduce la de los medidores de Montgomery.....	228
<u>Figura 80.</u> Medidores de Zapater et al comparados con los medidores de Montgomery.....	229



<u>Tabla 1.</u> Muestra las medidas tomadas para cada una de las laringes de mujer en cm.....	165
<u>Tabla 2.</u> Muestra las medidas tomadas para cada una de las laringes de hombre en cm.....	166
<u>Tabla 3.</u> Rango, media y mediana de las medidas tomadas en las laringes de hombre: líneas de la A a la H y puntos de referencia 1 y 2.....	167
<u>Tabla 4.</u> Rango, media y mediana de las medidas tomadas en las laringes de mujer: líneas de la A a la H y R1 y R2.....	168
<u>Tabla 5.</u> Estadísticas de grupo.....	190
<u>Tabla 6.</u> Prueba de homogeneidad de varianza.....	192
<u>Tabla 7.</u> Prueba de Levene de igualdad de varianzas. Prueba t para la igualdad de medias.....	194
<u>Tabla 8.</u> Contraste de medias para dos muestras independientes. Medidas B y E.....	195
<u>Tabla 9.</u> Análisis descriptivo de las diez medidas en las laringes.....	196
<u>Tabla 10.</u> Análisis descriptivo de las 10 medidas de la laringe.....	197
<u>Tabla 11.</u> Distancias que permiten la localización en cm de la comisura anterior en las laringes de hombre.....	215
<u>Tabla 12.</u> Distancias que permiten la localización en cm de la comisura anterior en las laringes de mujer.....	217



# **RESUMEN**



**Introducción:** Una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas para el tratamiento de las parálisis unilaterales de cuerda vocal es la tiroplastia de medialización de Montgomery. La localización de la ubicación de la prótesis empleada en esta cirugía va a depender del género del paciente. Planteamos que esta generalización puede explicar un pequeño porcentaje de los fracasos de dicha técnica. Para demostrarlo realizamos un estudio anatómico métrico que muestre las diferencias interindividuales en el marco laríngeo y en la proyección de la cuerda vocal en el cartílago tiroides.

**Material y métodos:** 28 laringes humanas criopreservadas son utilizadas en el presente estudio, 14 de hombre y 14 de mujer. Tras la retirada de los tejidos blandos se toman 8 medidas en el cartílago tiroides y se referencian la comisura anterior y la apófisis vocal del aritenoides en el ala tiroidea.

**Resultados:** los datos que se extraen de las medidas tomadas en el marco laríngeo muestran, en líneas generales, laringes de hombre más grandes que las laringes de mujer, con diferencias estadísticamente significativas en función del género del paciente excepto en dos medidas: la que detalla la altura de la porción anterior y media del cartílago tiroides y la que mide la distancia entre esa porción anterior y la localización del tubérculo laríngeo. Por otro lado los puntos que proyectan la cuerda vocal en el cartílago tiroides presentan una gran variabilidad en los sujetos independientemente del sexo y así se demuestra en el estudio estadístico.

**Discusión:** los resultados arrojan diferencias relevantes en la localización del tubérculo laríngeo inherentes a cada individuo. Dicha referencia anatómica es fundamental para localizar la ubicación de la ventana tiroidea en la tiroplastia descrita por Montgomery. Las variaciones existen entre individuos del mismo género por lo que generalizar la ubicación de la prótesis en función del sexo puede explicar el porcentaje de resultados subóptimos descritos en la literatura. Una cirugía más individualizada puede mejorar los resultados de dichas técnicas quirúrgicas.

**Conclusiones:** nuestro estudio anatómico con laringes humanas muestra variaciones en las medidas tomadas entre individuos del mismo sexo que pueden justificar un pequeño porcentaje de fracasos en aquellas cirugías que no tengan en cuenta dichas variaciones.







# **1.INTRODUCCIÓN**



## 1.1. RECUERDO EMBRIOLÓGICO DE LA LARINGE

Embriológicamente, la peculiaridad más característica del desarrollo de la cabeza y el cuello es la formación de los arcos branquiales y hendiduras faríngeas<sup>1</sup> que aparecen entre la cuarta y quinta semana del desarrollo y están constituidos por tejido mesenquimático separado por surcos, las hendiduras branquiales. Los núcleos de los arcos, de tejido mesenquimal, están cubiertos por su lado ventral y externo por ectodermo superficial y en su interior se constituye un eje de epitelio de origen endodérmico (Figura 1).

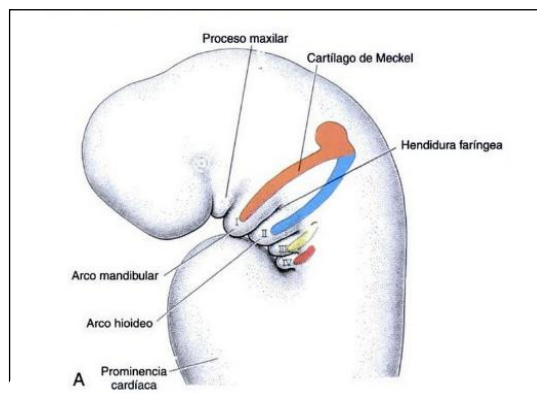


Figura 1: Vista lateral de región de la cabeza y el cuello de un embrión de 4 semanas, en la cual se observan los cartílagos de los arcos faríngeos. Tomada de Langman: Embriología médica con orientación clínica. 10ª Edición.<sup>1</sup>

Cada arco faríngeo se caracteriza por poseer sus propios componentes musculares, con su propio nervio craneal y su propio componente arterial y cualquiera que sea el sitio dónde emigren las células musculares, llevarán con ellas su inervación e irrigación.

La laringe deriva de los arcos faríngeos 4º y 6º.<sup>2</sup> El hueso hioides, que clásicamente no forma parte de la laringe, contribuye a la deglución y la articulación de la palabra gracias a sus inserciones musculares en la laringe y la base de la lengua, y a la estabilidad de la laringe por las inserciones musculares en mandíbula y apófisis estiloides, y deriva de:

- Segundo arco faríngeo: a través de la osificación encondral del cartílago de Reichert constituye las astas menores y el borde superior del cuerpo del hueso hioides.
- Tercer arco faríngeo: cuyo cartílago sufre el mismo proceso de osificación para constituir las astas mayores y el borde inferior del cuerpo del hioides.

La laringe, como ya hemos comentado, deriva de los arcos faríngeos 4º y 6º, cuyo mesodermo constituye el esqueleto cartilaginoso laríngeo, iniciándose su formación por los cartílagos aritenoideos.

Los músculos originados del 4º arco son los músculos constrictores faríngeos superior, medio e inferior, el músculo cricotiroideo y el periestafilino interno. El 6º arco constituye la musculatura intrínseca de la laringe. Estos grupos musculares están inervados por el nervio laríngeo superior y el inferior o recurrente respectivamente, ambas ramas del X par craneal.

## 1.2. ANATOMÍA DESCRIPTIVA DE LA LARINGE

### 1.2.1. SITUACIÓN ANATÓMICA <sup>3</sup>

La laringe es un órgano impar situado en la línea media del cuello, envuelto en la vaina visceral, a la altura de las vértebras cervicales C4 a C6 (Figura 2).

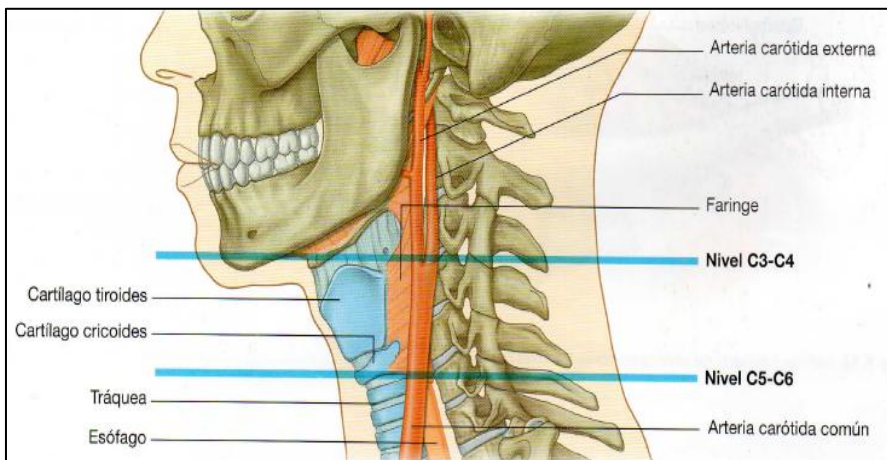


Figura 2: Situación anatómica de la laringe. Tomada de Gray Anatomía para estudiantes. Elsevier España 2005.<sup>4</sup>

Ocupa la parte media y ventral de la vaina visceral del cuello. Se sitúa superior a la tráquea, a la que cubre a modo de “capitel” y por delante de la faringe, con la que comunica por una amplia

abertura. Inmediatamente ventral a ella podemos observar la musculatura prelaríngea y el cuerpo de la glándula tiroides (Figura 3) y en su parte cefálica encontramos el hueso hioides y la base de la lengua.

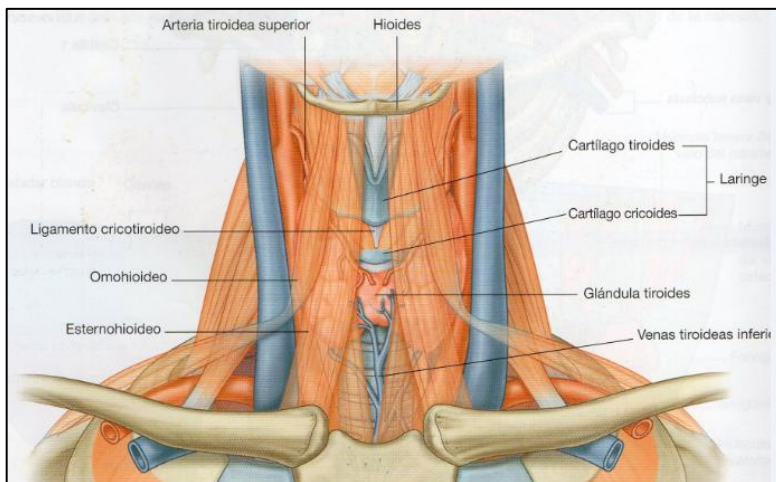


Figura 3: Situación anatómica de la laringe. Observamos la musculatura prelaríngea por delante de la misma. Tomada de Gray Anatomía para estudiantes. Elsevier España 2005.<sup>4</sup>

A lo largo del desarrollo, la laringe, ocupa diferentes niveles en la región cervical, de modo que en el embrión, la laringe se sitúa en una posición más elevada que en el recién nacido y en éste, a su vez, más elevada que en el adulto. Proyectada sobre la columna

vertebral, la laringe del adulto corresponde a las cuatro últimas vértebras cervicales. Además conocemos que la laringe está ligeramente más elevada en la mujer que en el hombre.

### 1.2.2. ESQUELETO LARÍNGEO

#### ***Cartílagos***

Existe un número constante de 11 cartílagos laríngeos: 3 impares y mediales (cartílagos tiroides, cricoides y epiglotis) y 4 pares y laterales (cartílagos aritenoides, corniculados de Santorini, sesamoides anteriores y cuneiformes de Wisberg).

Hay, además, tres cartílagos inconstantes: el cartílago interaritenoso y los sesamoideos posteriores.

#### Cartílago tiroides

El cartílago tiroides (del griego *thureooides*, en forma de escudo)<sup>5</sup> es inmediatamente inferior al hueso hioides. Está



constituido por dos láminas laterales unidas en la porción media anterior formando un ángulo diedro abierto hacia atrás, que actúa como protección del área glótica. La unión de dichas láminas es incompleta en la porción superior formando la conocida escotadura tiroidea superior (Figura 4). El fondo de dicha escotadura es el punto más anterior del cartílago, la prominencia laríngea o “nuez de Adán” para los antiguos anatomistas.

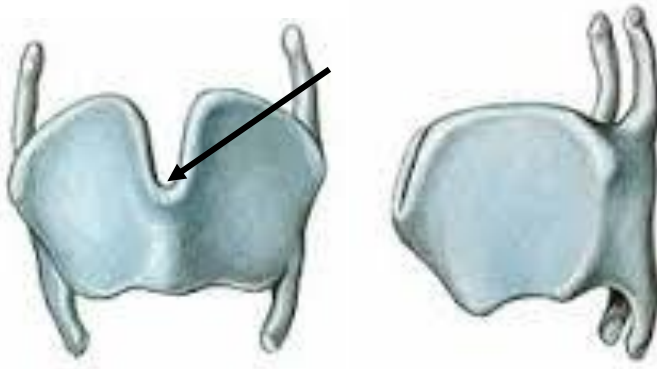


Figura 4: Anatomía del cartílago tiroideos. La flecha señala la escotadura tiroidea superior. Modificada de Prometheus, Texto y Atlas de Anatomía. Editorial

Médica Panamericana 2015<sup>6</sup>

Estudiando la anatomía de las láminas tiroideas en detalle, de interés para la metodología empleada en esta investigación, observamos, en la cara anterolateral del cartílago tiroides, una línea oblicua en sentido anterior, inferior y medial. Esta línea constituye el punto de inserción de los músculos tirohioideos a nivel anterior, esternotiroideos y constrictor inferior de la faringe a nivel posterior y se conoce con el nombre de cresta oblicua. (Figura 5). Esta línea, trazada hasta alcanzar los límites superior e inferior de la lámina lateral tiroidea, finaliza en el tubérculo superior e inferior respectivamente.



Figura 5: Disección en cadáver de laringe humana. La aguja señala la línea oblicua del cartílago tiroideo.

El tubérculo inferior o tubérculo tiroideo (Figura 6) es un punto anatómico laríngeo de especial relevancia en determinadas cirugías tales como la cirugía de las parálisis unilaterales de cuerda vocal descrita por W. Montgomery.<sup>7</sup> Dicho tubérculo es utilizado

como referencia anatómica para localizar el lugar en el que elaborar la ventana tiroidea en la tiroplastia de medialización.



Figura 6: Disección en cadáver de laringe humana. La aguja señala el tubérculo inferior del cartílago tiroideos.

La continuidad y el anclaje del cartílago tiroideos al resto de estructuras de la laringe es posible gracias a que, por un lado, su borde cefálico en todo su recorrido presenta la membrana tirohioidea que le sirve de unión al hueso hioides y, por otro lado, presenta dos estructuras pares situadas a ambos lados del cartílago tiroideos, en su porción posterolateral, las astas superiores e inferiores. Las astas inferiores adquieren mayor relevancia por constituir el punto en el que el cartílago tiroideos articula con el cartílago inmediatamente caudal, el cartílago cricoides.

### Cartílago cricoides

El cartílago cricoides (del griego *krikoeides*, en forma de anillo) fue bautizado por Vesalio<sup>8</sup> quien lo comparó con los anillos que llevaban los arqueros turcos, parecidos a los anillos de sello actuales, que se colocaban en el pulgar para poder tirar con más fuerza de la cuerda de su arco sin lesionarse.

El cricoides es un cartílago consistente, capaz de mantener el calibre traqueal, impidiendo el colapso propio de la pared membranosa posterior de la tráquea ante presiones negativas. Su desestructuración provocaría una estenosis en la vía aérea superior de muy difícil solución.

Podemos dividir el cartílago, para su estudio anatómico, en dos porciones: un arco anterolateral y un sello posterior. El arco anterior (Figura 7) presenta una superficie interior cóncava hacia atrás y regularmente lisa. Su superficie exterior convexa presenta, en la línea media, un tubérculo (tubérculo cricoideo medial o pico cricoideo) a ambos lados del cual se insertan los músculos cricotiroideos. Hacia dorsal, prácticamente en su unión con el sello posterior, presenta 2 carillas articulares para las astas inferiores del cartílago tiroides. El borde cefálico de este arco presta inserción a la membrana cricotiroidea y a los músculos cricotiroideos laterales.

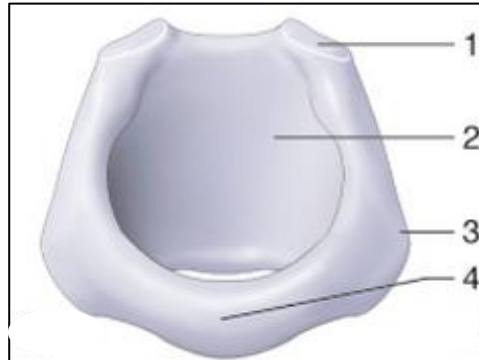


Figura 7: Visión anterior del cartílago cricoides. 1.Carilla articular con aritenoides; 2. Sello crioideo; 3. Carilla articular con tiroides; 4. Arco anterior.

Tomado de EMC.<sup>5</sup>

El sello posterior (Figura 8) presenta dos superficies articulares aritenoideas superolaterales que permiten que la base del aritenoides asiente sobre el cricoides y sea capaz de articular. La cara anterior del sello es lisa y cóncava mientras que la cara posterior, presenta una cresta medial vertical que separa dos fositas en las que se fijan los músculos cricoaritenoides posteriores.

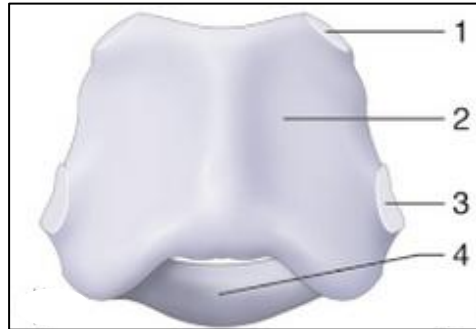


Figura 8. Visión posterior del cartílago cricoides: 1. Carilla articular con el aritenoides. 2. Sello cricoideo. 3. Carilla articular con el tiroides. 4. Arco anterior. Tomado de EMC.<sup>5</sup>

El borde caudal del cartílago es irregular y está unido al primer anillo traqueal a través de la membrana cricotraqueal.

### Cartílagos aritenoideos

El cartílago aritenoides (del griego *arytainoeides*: en forma de aguamanil) se sitúa a ambos lados en la porción posterior y superior del cartílago cricoides. Estos cartílagos, en número de dos, tienen



forma de pirámide triangular con su eje mayor vertical, y presentan, por tanto, una base, un vértice y tres caras (Figura 9).

La base triangular de cada aritenoides presenta una superficie articular cóncava que contacta con el cartílago cricoides. Por delante y por detrás de esta faceta articular, la base del aritenoides se prolonga bajo la forma de dos apófisis, una anterior y otra posterior.

La apófisis anterior o interna se puede observar a través de la cavidad laríngea. Sirve de punto de inserción al ligamento vocal y se conoce con el nombre de apófisis vocal. Por otro lado, tenemos la apófisis posterior o externa, conocida como apófisis muscular, que actúa como punto de inserción de los músculos cricoaritenoides posterior y lateral.

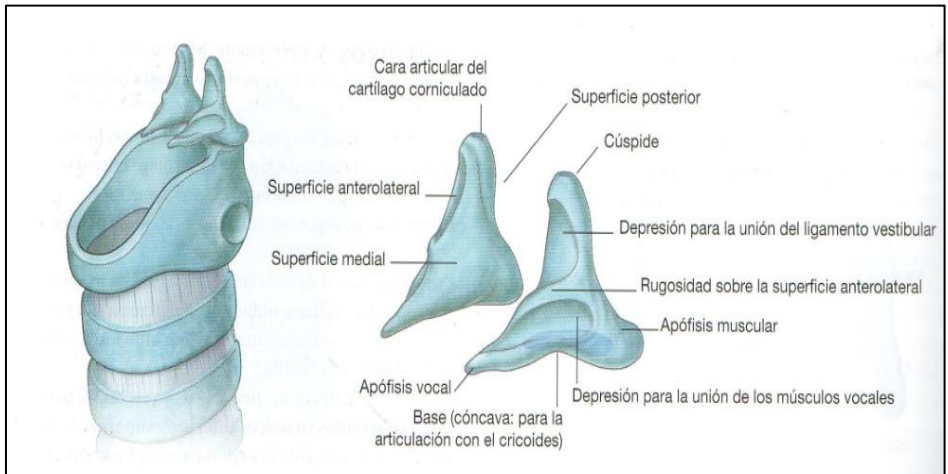


Figura 9. Cartílagos aritenoides. Morfología y posición sobre el cartílago cricoides. Tomada de Gray Anatomía para estudiantes.<sup>4</sup>

El vértice del aritenoides se dirige hacia arriba inclinado hacia el lado opuesto. Está coronado por el cartílago corniculado de Santorini (véase más adelante en pág 54).



Figura 10: Cartílago aritenoides. Sobre él marcado con el número 1 encontramos el cartílago corniculado. Tomado de EMC consulte.<sup>5</sup>

Como hemos mencionado, el aritenoides presenta tres caras: una interna, una posterior y una cara anteroexterna. La cara interna, lisa, cóncava y revestida de mucosa, delimita con su homóloga del lado opuesto la glotis intercartilaginosa. La cara posterior sirve de inserción al músculo interaritenoides. Finalmente, la cara anteroexterna presenta dos depresiones o fosillas separadas por una rugosidad, una cresta cóncava hacia dentro denominada cresta arqueada de Luschka. Dicha cresta tiene forma de herradura que finaliza en una porción superomedial más gruesa denominada colículo. Divide la cara anterolateral en una fosita triangular, más

craneal, que se relaciona con las fibras del ligamento vestibular, y una fosita oblonga, más caudal, que sirve de inserción al extremo posterior del músculo tiroaritenoso.

### Cartílago epiglótico

El cartílago epiglótico (del griego *epiglottis*: pequeña lengua) está situado en la parte anterosuperior de la laringe, por detrás del cartílago tiroideo, al que sobrepasa en sentido superior. Se trata de un fibrocartílago impar y medial. Es delgado y flexible y tiene forma de raqueta.

Presenta dos extremos, dos caras y dos bordes. Por un lado tenemos el extremo superior o vértice que es libre y redondeado. En su línea media presenta una ligera escotadura y a los lados encontramos los dos bordes, derecho e izquierdo, que dan origen a las prolongaciones faringoepiglóticas que terminan en las paredes laterales de la faringe y las prolongaciones aritenopiglóticas que



del tiroides, inmediatamente por encima de la inserción de las cuerdas vocales.

Además la epiglotis presenta dos caras: una ventral y otra dorsal. La ventral o lingual se corresponde, de caudal a cefálico, con: la cara dorsal del cartílago tiroides, la membrana tirohioidea, el hueso hioides y la base de la lengua. Únicamente en la parte cefálica, que sobrepasa la lengua, está tapizada por mucosa y es libre.<sup>10</sup> La cara dorsal o cara laríngea está revestida por mucosa de dicho órgano. En la línea media, su cara posterior, es lisa. Sin embargo, en los laterales presenta pequeños orificios, visibles a simple vista, que se corresponden con glándulas situadas en el espesor fibrocartilaginoso.

### Otros cartílagos

Los *cartílagos corniculados o de Santorini* son dos pequeños núcleos cartilaginosos situados inmediatamente por encima de los

aritenoides. Son pequeños conos cuya base descansa sobre el vértice truncado del aritenoides correspondiente. El vértice del cartílago corniculado se curva en sentido posteromedial, poniéndose casi en contacto con el cartílago del lado opuesto.

Los *cartílagos cuneiformes de Morgagni o de Wrisberg* no son constantes y, cuando existen, presentan variaciones individuales en sus dimensiones. Se trata de un cartílago par situado ventral y lateralmente al cartílago aritenoides y al corniculado, dentro de los repliegues mucosos aritenoepiglóticos. Tiene forma de cilindro aplanado en sentido transversal.

## ***Articulaciones***

Las articulaciones intrínsecas de la laringe son dos:<sup>4</sup>

- Articulaciones cricotiroides: supone la unión de las astas inferiores del cartílago tiroideo a las superficies articulares inferiores del engarce cricoideo. Es una articulación sinovial y sus medios de unión están representados por una cápsula corta reforzada por tres ligamentos: anterior, superior e inferior.

Su movimiento permite la basculación del tiroideo sobre el cricoideo, inclinándose el primero hacia delante y abajo. No tiene una gran relevancia funcional pero presenta un papel significativo en la modulación de la voz al permitir la elongación de las cuerdas vocales. La amplitud del movimiento varía según el sexo, los varones tienen mayor amplitud que las mujeres (Figura 12)





Figura 12. Movimiento de la articulación cricotiroides. Tomado de Gray.<sup>4</sup>

- Articulaciones cricoaritenoides (Figura 13): permiten la unión entre las carillas articulares de las superficies superolaterales del cartílago cricoides y las bases de los cartílagos aritenoides. Es una diartrosis con una membrana sinovial y una cápsula fibroelástica laxa reforzada a nivel posterior por el ligamento cricoaritenoides o triquetro.

Es la articulación más relevante desde el punto de vista funcional. Permite movimientos de deslizamiento en un plano frontal de los aritenoides sobre el cricoides, por ello los

aritenoides se dirigen en sentido inferolateral o superomedial, lo que provoca una abducción o aducción de las cuerdas vocales. También permiten movimientos de rotación de los aritenoides en el plano vertical que pasa por el centro de las superficies articulares, lo que también provoca una abducción o adducción de la cuerdas vocales.

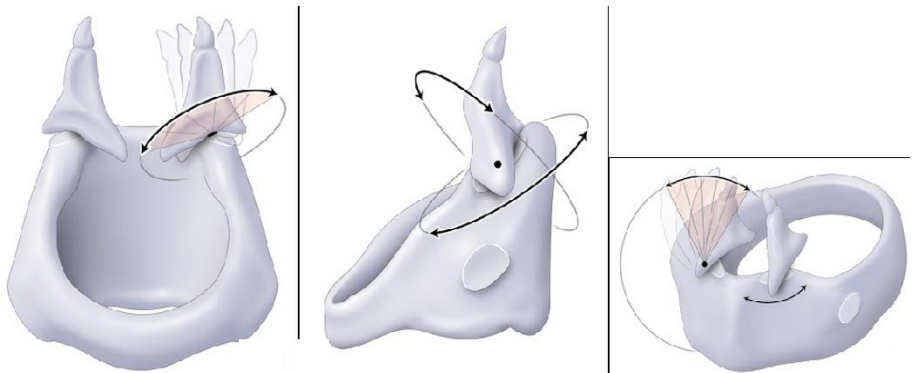


Figura 13: Movimiento de la articulación cricoaritenoides. Tomado de EMC.<sup>5</sup>

## ***Membranas y ligamentos***

Los elementos cartilaginosos de la laringe se mantienen unidos gracias a membranas reforzadas por ligamentos.<sup>5</sup> Para su estudio los clasificamos en ligamentos extrínsecos e intrínsecos.

### LIGAMENTOS EXTRÍNSECOS (Figura 14)

- **Membrana tirohioidea:** es un ligamento fibroelástico que se extiende entre el borde superior del cartílago tiroides (lámina tiroidea y bordes anteriores adyacentes de las astas superiores) por debajo y el hueso hioides (astas mayores y porción posterior del cuerpo hioideo) por encima.

Esta membrana está atravesada por los vasos y nervios laríngeos superiores, además de estructuras linfáticas.

Los bordes posteriores de la membrana tirohioidea se encuentran engrosados para formar los ligamentos tirohioideos laterales y, también, existe un engrosamiento

anterior en la línea media que constituye el ligamento tirohioideo medio.

- Ligamento hioepiglótico: se extiende desde la línea media de la epiglotis, en sentido superior y anterior hacia el cuerpo del hueso del hioides.
- Ligamento cricotraqueal: va desde el borde inferior del cartílago cricoideo al borde superior adyacente al primer cartílago traqueal.

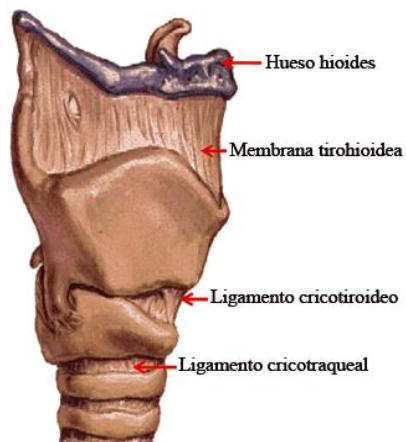


Figura 14. Vista lateral de la laringe. Ligamentos extrínsecos. Tomada de Anatomía aplicada a la Estomatología.<sup>11</sup>

## LIGAMENTOS INTRÍNSECOS

- Membrana fibroelástica de la laringe y cono elástico<sup>10</sup>: une los cartílagos laríngeos y completa la estructura arquitectónica de la cavidad laríngea. La mucosa de la laringe está reforzada en toda su extensión por una membrana fibroelástica que presenta a cada lado dos engrosamientos denominados ligamento vestibular y ligamento vocal.

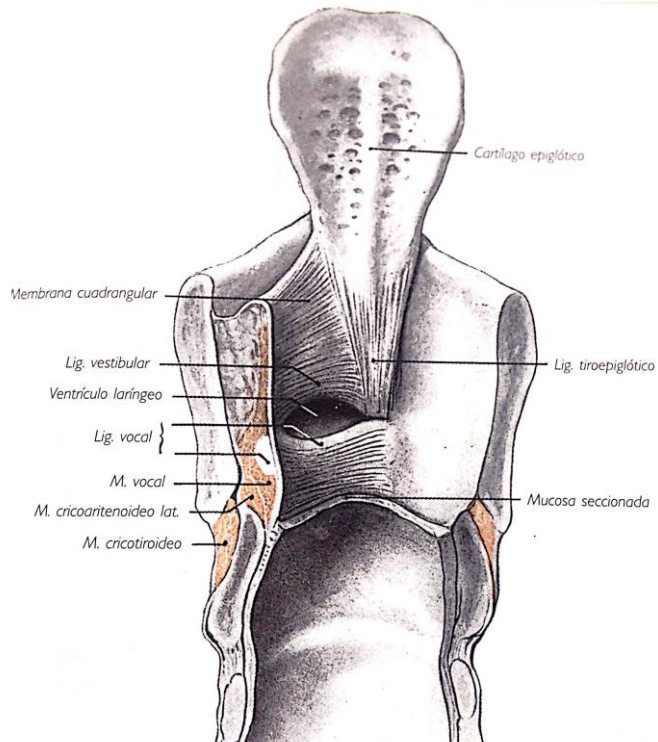


Figura 15: Ligamentos intrínsecos de la laringe. Tomada de Anatomía de Rouviere.<sup>10</sup>

Los ligamentos vestibulares se extienden desde el ángulo interno del cartílago tiroides hasta la fosita oblonga de cada cartílago aritenoides.

Se continúan superiormente mediante dos láminas elásticas delgadas, las membranas cuadrangulares (ligamentos ariepiglóticos), que van desde los bordes laterales del cartílago epiglótico hasta el borde anterior de cada cartílago aritenoides. Unos y otros forman el armazón fibroso del vestíbulo de la laringe hasta el pliegue vestibular.

Los ligamentos vocales se insertan ventralmente en el ángulo interno del cartílago tiroides, caudalmente a los precedentes y dorsalmente sobre la apófisis vocal de cada cartílago aritenoides.

Su extremo ventral contiene en su espesor los cartílagos sesamoideos anteriores, que constituyen el cono elástico de la laringe o membrana cricovocal, cuyo borde, engrosado, forma el ligamento vocal.

### 1.2.3. MÚSCULOS LARÍNGEOS

Los músculos de la laringe se clasifican en extrínsecos e intrínsecos.<sup>12</sup>

La musculatura extrínseca se extiende desde la laringe a las estructuras vecinas imprimiendo en dicho órgano movimientos de ascenso y descenso.<sup>5</sup> Estos músculos son el esternotiroideo, el tirohioideo, el constrictor inferior de la faringe y el estilofaríngeo.<sup>12</sup>

La musculatura intrínseca de la laringe, perteneciente a este órgano en su totalidad, se distribuye en tres grupos de acuerdo con su acción sobre las cuerdas vocales y la glotis. Estos tres grupos<sup>10</sup> son:

- El grupo de los músculos tensores de las cuerdas vocales: músculo cricotiroideo.
  
- El grupo de los músculos dilatadores de la glotis: músculo cricoaritenoides posterior.



- El grupo de los músculos constrictores de la glotis: músculos cricoaritenoides laterales, tiroaritenoides inferiores y superiores, interaritenoides, cricoepiglótico.

El músculo cricotiroideo es el único que no se inserta en el aritenoides, no está inervado por el nervio recurrente, sino por el nervio laríngeo superior, y deriva del sexto arco branquial. Se inserta a nivel inferior en la porción superior y lateral del arco cricoideo y asciende mediante fibras verticales que se insertan en el borde inferior del cartílago tiroideo y fibras oblicuas posteriores que se insertan en el borde anterior del asta inferior tiroidea.

Provoca la basculación anteroinferior del cartílago tiroideo por lo que es tensor de las cuerdas vocales.

El músculo cricoaritenoides posterior tiene su inserción en las depresiones laterales de la cara posterior del cartílago cricoideo. Sus fibras se dirigen en sentido superolateral para finalizar en la apófisis muscular del cartílago aritenoides, en su porción posteromedial (Figura 16).

Su función es rotar el cartílago aritenoides sobre su eje vertical, traccionando de la apófisis muscular en sentido medial y de la apófisis vocal en sentido posterolateral, lo que abduce las cuerdas vocales. Es el único músculo dilatador de la glotis.

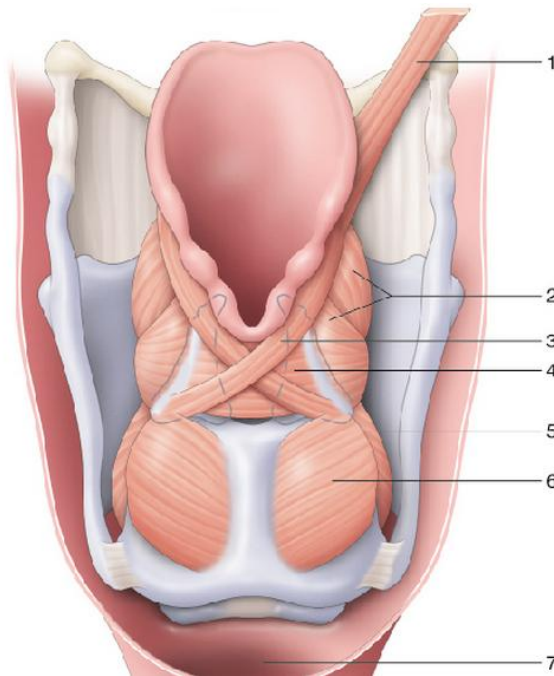


Figura 16. Musculatura de la laringe. Músculo cricoaritenoides posterior marcada con el número 6. Tomada de EMC Consulte<sup>5</sup>. 1. 1. Músculo estilofaríngeo; 2. músculo tiroaritenoides lateral; 3. músculo aritenoides oblicuo; 4. músculo aritenoides transversos; 5. músculo cricoaritenoides lateral; 6. músculo cricoaritenoides posterior; 7. boca esofágica.

El músculo cricoaritenideo lateral (Figura 17) se inserta a nivel inferior en el borde superior del arco cricoideo y a nivel superior en la porción anterolateral de la apófisis muscular del cartílago aritenoides.

Tiene la función contraria al músculo cricoaritenideo posterior pues rota el cartílago aritenoides en sentido anteromedial, por lo que es adductor de las cuerdas vocales.

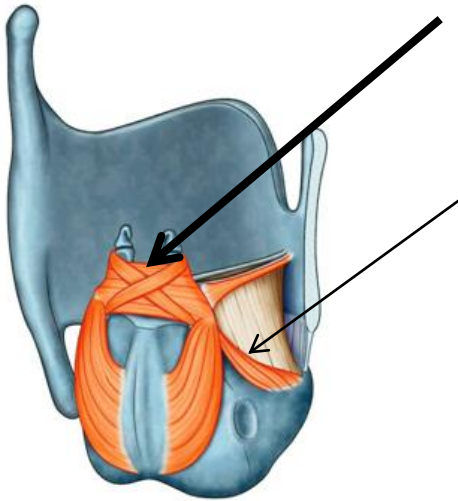


Figura 17. Músculos cricoaritenoides laterales (flecha delgada), interaritenoides transversos y oblicuos (flecha gruesa). Tomado de Gray Anatomía.<sup>4</sup>

El músculo tiroaritenoides<sup>3</sup> es uno de los músculos más complejos de la laringe. Se inserta por delante en la cara profunda de la membrana cricotiroides, en el borde inferior del cartílago tiroides y en la mitad inferior de su ángulo. Desde ahí se dirige hacia atrás y se divide en dos capas distintas (Figura 18):

- Una capa interna que forma el músculo de la cuerda vocal (músculo vocal) que finaliza en la apófisis vocal del cartílago aritenoides.
- Una capa externa más alta que se divide clásicamente en 4 fascículos, más para su estudio que por una división real pues se forma un conjunto a modo de capa continua de fibras musculares entrelazadas:
  - Fascículo inferior: extendido desde la membrana cricotiroides a la parte inferior de la cara anteroexterna del aritenoides.

- Fascículo medio o principal: que parte de la mitad inferior del tiroides y termina a lo largo de la cara anteroexterna del aritenoides.
- Fascículo superior: que nace de la parte superior del ángulo diedro tiroideo y que desciende oblicuamente hacia abajo y atrás para fijarse en la parte anterior de la apófisis muscular del aritenoides.
- Fascículo tirepiglótico: originado ligeramente por debajo del precedente, al que cruza oblicuamente en sentido ascendente para terminar en los bordes laterales de la epiglotis.

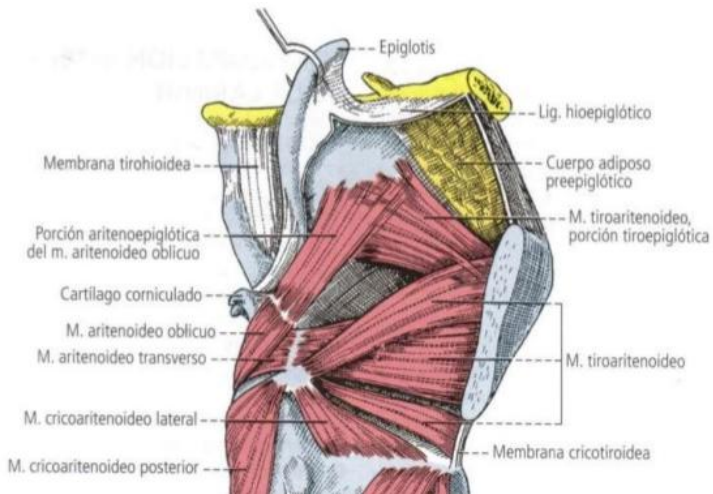


Figura 18: Se aprecian las fibras musculares del tiroaritenideo constituyendo los cuatro fascículos. Tomada de Sobotta Atlas de Anatomía Humana.<sup>13</sup>

Las fibras de este músculo se confunden con las del interaritenideo y las del cricoaritenideo lateral, por lo que estos tres músculos en conjunto forman en torno del tubo laríngeo un anillo muscular que constituye un verdadero esfínter glótico.

La función del músculo tiroaritenideo es aproximar las cuerdas vocales. Además con su contracción aumenta el volumen de la cuerda vocal y desciende parcialmente la epiglotis.

Según Céruse et al<sup>5</sup> el músculo tiroaritenideo inferior es un complejo muscular con gran relevancia funcional, pues es responsable de la emisión sonora. Se divide en (figura 19):

- Músculo vocal o tiroaritenideo medial: ocupa el grosor de la cuerda vocal. Se inserta a nivel ventral en el tercio caudal del ángulo entrante del cartílago tiroides y a nivel dorsal en la cara anterolateral del cartílago aritenoides, en la fosita oblonga.

Al estar constituido por fibras entrecruzadas que tienen un movimiento de torsión durante la contracción, determina la frecuencia de las vibraciones de las cuerdas vocales.

- Músculo tiroaritenideo lateral: también llamado sistema muscular posterolateral. Se inserta a nivel ventral en el ángulo entrante del cartílago tiroides y se divide en sentido cefálico y dorsal en dos fascículos: un fascículo anteromedial que se inserta en el cartílago

tiroides y un fascículo anterolateral que se inserta en la epiglotis (músculo tiroepiglótico) y en la membrana cuadrangular (músculo tiromembranoso).

Es un músculo aductor de la cuerda vocal y se dice, no sin controversia, que participaría en el descenso de la epiglotis durante la deglución.<sup>14</sup>

El músculo tiroaritenoso superior se inserta a nivel ventral en el tercio superior del ángulo entrante del cartílago tiroides y a nivel dorsal en la apófisis muscular del cartílago aritenoides. Es un músculo aductor de las cuerdas vocales.



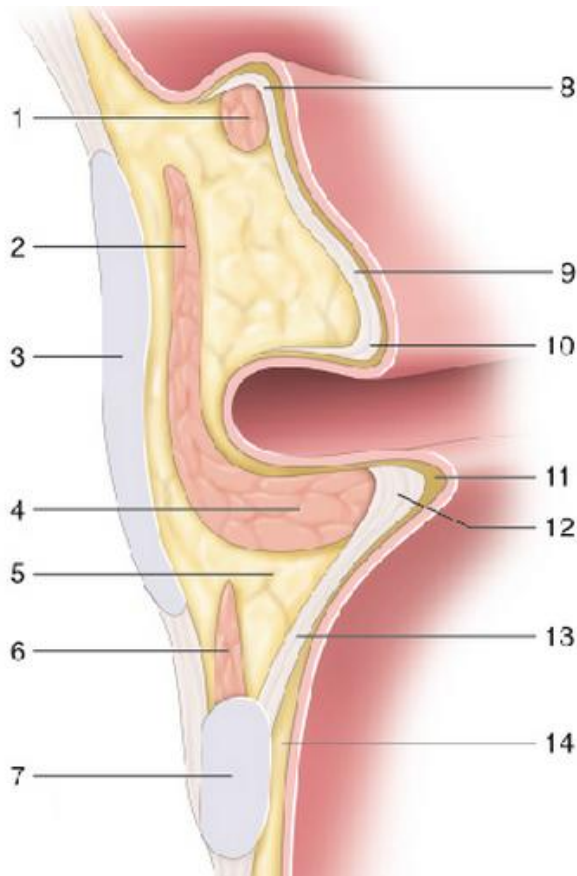


Figura 19. Visión coronal de los músculos laríngeos. 1. Músculo aritenoepiglótico. 2. Músculo tiroaritenoides lateral. 3. Cartílago tiroides. 4. Músculo tiroaritenoides medial. 5. Espacio paraglótico. 6. Músculo cricoaritenoides lateral. 7. Cartílago cricoides. 8. Ligamento aritenoepiglótico. 9. Membrana cuadrangular. 10. Ligamento tiroaritenoides. 11. Espacio de Reinke. 12. Ligamento tiroaritenoides inferior. 13. Cono elástico. 14. Espacio subglótico. Tomado de EMC.<sup>5</sup>

El músculo interaritenoso es un músculo impar y medial constituido por dos porciones:

- El músculo interaritenoso transverso, que se inserta en la cara dorsal de cada uno de los cartílagos aritenoides. Los aproxima entre sí por lo que es aductor de las cuerdas vocales.
- El músculo interaritenoso oblicuo, constituido por dos fascículos entrecruzados que van de la apófisis muscular de los cartílagos aritenoides al vértice del cartílago aritenoides contralateral. Igualmente es aductor de las cuerdas vocales.

El músculo cricoepiglótico se inserta a nivel cefálico en el borde lateral del cartílago epiglótico y a nivel caudal en la porción lateral del cartílago cricoides. Contribuye al cierre de la glotis durante la deglución al constreñir el vestíbulo laríngeo.

#### 1.2.4. CAVIDAD LARÍNGEA. CONFIGURACIÓN INTERNA

Existen en la laringe ligamentos y membranas intrínsecos (véase punto Membranas y ligamentos pág 59), consecuencia del engrosamiento de la mucosa que tapiza todo el interior de la laringe y que se continúa con la faringe y la tráquea.

La superficie interna de la laringe presenta a cada lado dos pliegues superpuestos: los pliegues vestibulares y los pliegues vocales.<sup>10</sup>

El pliegue vestibular se extiende desde el ángulo interno del cartílago tiroides hasta el cartílago aritenoides, un poco por delante de él, en el extremo inferior del cartílago cuneiforme. El pliegue vestibular contiene en su espesor el ligamento vestibular y algunos fascículos musculares.

El pliegue vocal, situado caudalmente al anterior, va desde el ángulo interno del cartílago tiroides hasta la apófisis vocal del cartílago aritenoides. Su borde medial es libre y sobrepasa medialmente al

pliegue vestibular. El pliegue vocal incluye en su espesor el ligamento vocal, que se extiende a lo largo de su borde libre y el músculo vocal.

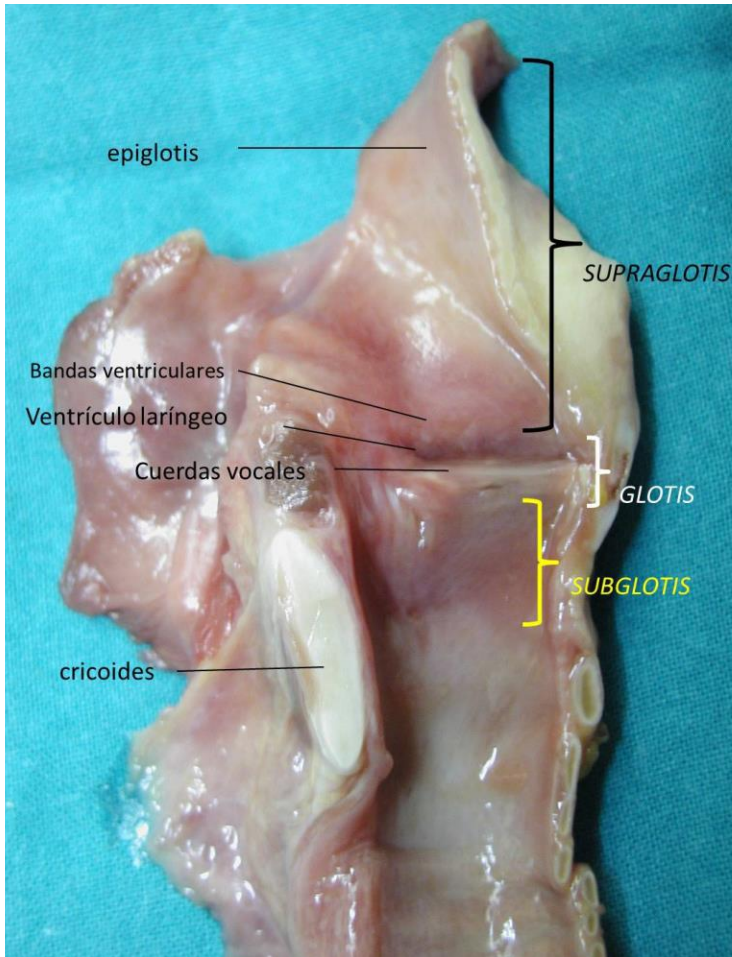


Figura 20: Cavidades laríngeas. Tomada de Tesis Doctoral N. Oishi.<sup>15</sup>

Los pliegues vestibulares y vocales dividen la cavidad laríngea en tres niveles<sup>16</sup> (Figura 20):

- Nivel supraglótico o vestíbulo laríngeo: situado superiormente al borde libre del pliegue vestibular y, por tanto, comprendido entre dos planos horizontales que pasan respectivamente por el hueso hioides y dichos pliegues vestibulares.

En este espacio se encuentra la epiglotis, el repliegue aritenoepiglótico, las bandas ventriculares, los relieves de los aritenoides y, entre ambos, el pliegue interaritenoso o comisura posterior. La porción más alta de la supraglotis forma el denominado aditus laríngeo o vestíbulo laríngeo.

- Nivel glótico: está constituido por la glotis y los ventrículos laríngeos o ventrículos de Morgagni.

La glotis está limitada lateralmente por los pliegues vocales (glotis interligamentosa o anterior) y posteriormente por

los cartílagos aritenoides (glotis intercarilaginosa o posterior).

En la porción anterior de la glotis, ambas cuerdas vocales se aproximan constituyendo la denominada comisura anterior. En este lugar, la cobertura pericóndrica es mínima y constituye un punto por el cual los tumores glóticos situados en la comisura anterior tienen facilitada su exteriorización a la región cervical, a través del denominado ligamento de Broyle.

Entre el pliegue vestibular superiormente y el pliegue vocal inferiormente, la cavidad laríngea forma a cada lado un divertículo, el ventrículo de la laringe.

Cada ventrículo laríngeo presenta tres paredes: la pared superomedial formada por la porción inferolateral del pliegue vestibular; la pared inferior constituida por la cara superior de la cuerda vocal; y la pared lateral constituida

por la mucosa que tapiza la cara axial del músculo tiroaritenoides.

La profundidad de los ventrículos laríngeos es mayor a nivel anterior que posterior. De su extremo anterior parte una prolongación, el sáculo laríngeo, que se eleva verticalmente en el espesor del pliegue aritenopiglótico, hasta una altura aproximada de 1 cm.

En el fondo de este ventrículo se constituye una formación anatómica pequeña denominada cavum de Meckel, y en su techo, hay proliferación de tejido linfático que, clásicamente, se ha considerado como una amígdala laríngea.

- Nivel subglótico: tiene el aspecto de embudo, en esta ocasión invertido, cuya circunferencia está formada por la mucosa que tapiza la cara profunda del cricoides, cuya base inferior se continúa con el orificio traqueal y cuya bóveda,

atravesada en su vértice por la hendidura glótica, está constituida por la cara inferior de las cuerdas vocales.

#### 1.2.5. MUCOSA DE LA LARINGE. HISTOLOGÍA

Toda la laringe está tapizada por una mucosa que se continúa con la mucosa de la tráquea por abajo y con la mucosa faríngea y lingual por arriba.

Histológicamente<sup>17</sup>, la mucosa de la laringe está constituida por un epitelio, un corion y una serie de anexos glandulares.

El epitelio varía morfológicamente según las diferentes regiones de la laringe. Así tenemos un epitelio pavimentoso estratificado en la epiglotis, la parte superior de los repliegues aritenopiglóticos y el borde libre de las cuerdas vocales. En el resto de la laringe encontramos un epitelio cilíndrico ciliado.

El corion está constituido esencialmente por tejido conjuntivo. Las capas profundas tienen un gran número de fibras elásticas. Las



capas más superficiales, las que se encuentran inmediatamente por debajo del epitelio y de la membrana limitante, están formadas por un tejido reticulado análogo al tejido linfoide.

La cara externa o superficial del corion mucoso es generalmente regular y lisa; pero, presenta cierto número de elevaciones cónicas, verdaderas papilas, en las cuerdas vocales, espacio interaritenoides y cara posterior de la epiglotis.

Las glándulas anexas a la mucosa de la laringe son de dos clases: glándulas mucosas y glándulas foliculares o folículos cerrados.

Las glándulas mucosas son arracimadas, cuyos acinos se encuentran inmediatamente por debajo de la mucosa o en el espesor mismo del corion. De las glándulas mucosas de la laringe, unas son aisladas y otras reunidas en grupos. Entre estos grupos glandulares, los más importantes los constituyen las glándulas epiglóticas, las glándulas prearitenoides y las glándulas de las cuerdas vocales.

Los folículos cerrados, situados fundamentalmente en el corion en su parte más superficial, se desarrollan fundamentalmente en la cara posterior de la epiglotis y en la mucosa que reviste las paredes del ventrículo. Son verdaderos folículos linfáticos. Dentro del ventrículo, son particularmente numerosos en su parte anterior y a nivel del sáculo, denominándose en esa región amígdala laríngea.

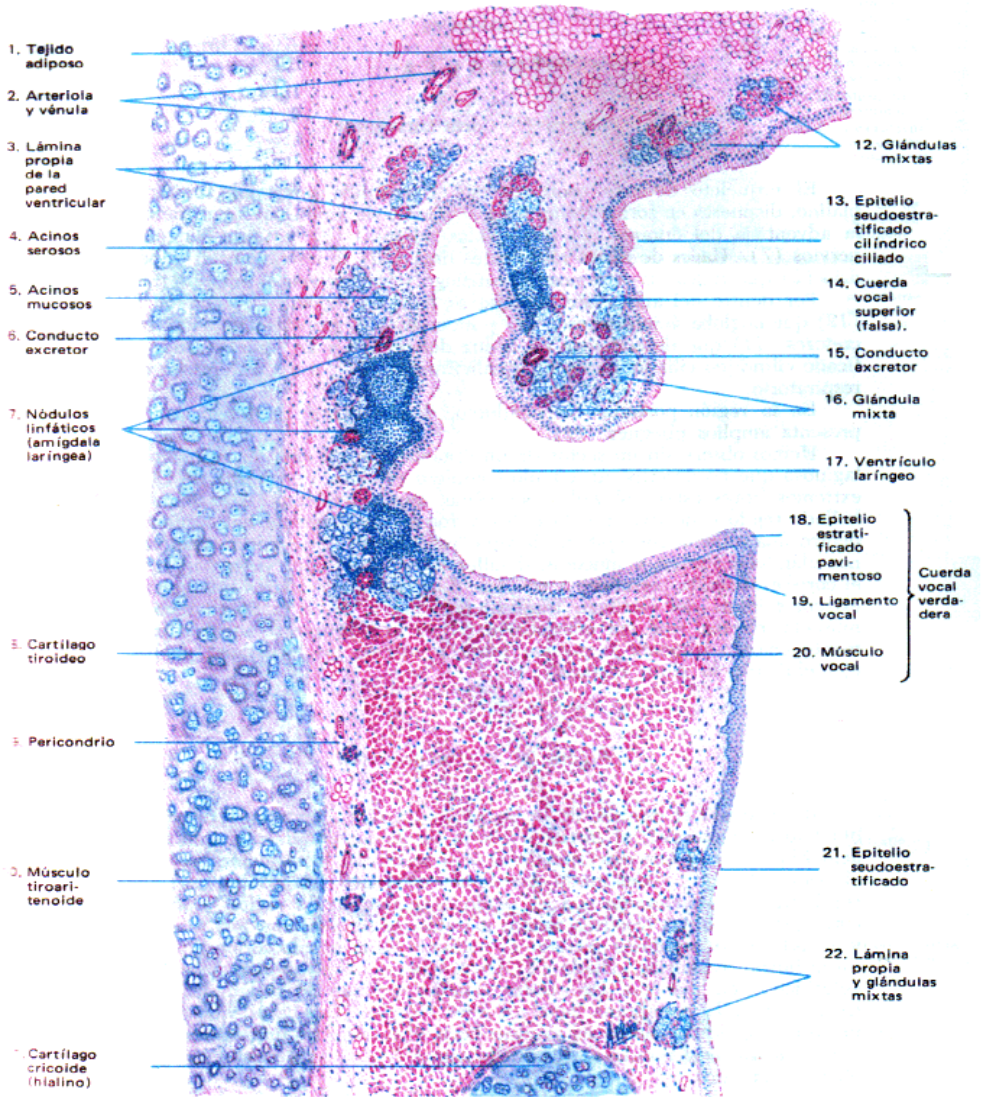


Figura 21. Corte histológico frontal de la laringe. Coloración hematoxilina-eosina. 35X. Tomada de Atlas en Color de Histología<sup>18</sup>

1.2.6. LA CUERDA VOCAL<sup>19</sup>

La cuerda vocal está constituida por el epitelio, la lámina propia y el músculo vocal.

El epitelio está en relación inmediata con la luz aérea y con la membrana basal que lo separa de la lámina propia. El del borde libre de la cuerda vocal es un epitelio plano pluriestratificado no queratinizado y aglandular. El resto de la cuerda vocal tiene un epitelio de tipo respiratorio, epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado. En las regiones supraglótica y subglótica existen dos zonas de transición entre ambos epitelios, conocidas como líneas arcuatas superior e inferior.

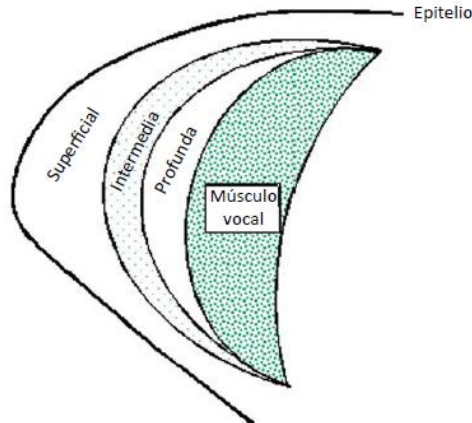


Figura 22: Esquema de la estructura en capas de la cuerda vocal. De superficie a profundidad se encuentra el epitelio, la lámina propia (con sus capas superficial, intermedia y profunda) y por último el músculo vocal o tiroaritenoides. Tomado de ponencia oficial SEORL 2013.<sup>19</sup>

El epitelio de la cuerda vocal está constituido por una capa basal de células pequeñas y de forma cuboidal, cuyos núcleos, ovoidales y ricos en cromatina, se disponen a la misma altura, con el eje mayor perpendicular a la membrana basal. Solo en esta capa basal se observan mitosis. Las células de la zona media del epitelio son poliédricas, su eje mayor se dispone paralelo a la superficie, tienen un citoplasma eosinófilo y su núcleo es redondeado y más

vesicular. Las células más superficiales son planas y presentan un núcleo pequeño y denso.

Sobre el epitelio laríngeo se observa una cubierta de moco que tiene dos capas: una mucinosa y otra serosa. La capa mucinosa, que es la más superficial, sirve para prevenir la deshidratación de la capa serosa y de los cilios y células que recubre. La capa serosa es la que está en contacto directo con los cilios y tiene mucho mayor porcentaje de agua.

Entre el epitelio y la lámina propia de la cuerda vocal encontramos la membrana basal. Actúa como un andamio estructural que proporciona soporte físico al epitelio; entre otras funciones asegura la correcta regeneración y polarización de las células epiteliales, y funciona como una barrera semipermeable. Los componentes de la membrana basal se sintetizan a partir de las células basales del epitelio y en menor medida de los fibroblastos de la lámina propia.

La membrana basal es un área constituida por la membrana citoplasmática de las células epiteliales basales, la lámina lúcida, la lámina densa y la sublámina densa o lámina fibrorreticular, la más profunda. La membrana citoplasmática participa en el anclaje gracias a los hemidesmosomas. Y la otra participación viene de la mano de la lámina fibrorreticular que es una zona mal definida compuesta principalmente por colágeno tipo VII, constituyente principal de las fibrillas de anclaje. Estas fibrillas son de gran importancia para la sujeción del epitelio a la lámina propia.

El corion o lámina propia de la cuerda vocal está formado por un entramado a modo de red de fibras colágenas (fundamentalmente colágeno tipo III), fibras elásticas y sustancia fundamental. Es en el corion donde se encuentran las estructuras vasculares y nerviosas de la cuerda vocal.

Histológicamente la lámina propia se puede dividir en tres estratos bien diferenciados:

- La lámina propia superficial o espacio de Reinke, rica en fibras colágenas y en sustancia fundamental, pero pobre en fibroblastos.
- La lámina propia intermedia, rica en fibras elásticas, dispuestas paralelas al eje longitudinal de la cuerda vocal, y rica en fibroblastos.
- La lámina propia profunda, también rica en fibras colágenas, con una mayor densidad que la capa anterior y con aún mayor cantidad de fibroblastos.

Considerados en conjunto, los estratos medio y profundo reciben el nombre de ligamento vocal. En ambos extremos del ligamento vocal se encuentran la mácula flava anterior y posterior, que son engrosamientos ovals del estroma, rico en fibroblastos y



fibras elásticas. El espacio de Reinke se distingue sólo en la porción de la cuerda vocal comprendida entre las dos máculas.

Finalmente la porción más profunda está constituida por el músculo vocal, espesor principal de la cuerda vocal. Se trata de tejido muscular esquelético con capacidad contráctil activa y pasiva.

#### 1.2.7. INERVACIÓN<sup>20</sup>

El X par craneal es el encargado de la inervación de la laringe. Para ello tenemos dos ramas de dicho tronco nervioso, el nervio laríngeo superior y el nervio laríngeo inferior o recurrente.

El nervio vago es tanto sensitivo como motor. La porción motora nace del núcleo ambiguo del bulbo troncoencefálico, tras recibir fibras corticales bilaterales, y sale de la cavidad craneal por el foramen yugular o agujero rasgado posterior. Tras hacerse extracraneal desciende casi verticalmente por el espacio laterofaríngeo, justo por detrás de los grandes vasos del cuello y

contenido en la vaina carotídea. Tras su porción cervical, penetra en el tórax para acabar a nivel abdominal. En su trayecto da ramas traqueales, esofágicas, cardíacas y la rama terminal, el nervio laríngeo recurrente, cuya rama sensitiva se anastomosa con el nervio laríngeo superior, formando el asa de Galeno.

Las fibras sensitivas surgen de los ganglios superior o yugular e inferior o plexiforme. Estos ganglios se sitúan a lo largo del trayecto del nervio vago. Del ganglio plexiforme, concretamente de su porción inferior e interna, nace el nervio laríngeo superior.

El nervio laríngeo superior es un nervio mixto, esencialmente sensitivo. Desciende, junto con la arteria laríngeo superior, en sentido anteroinferior apoyado en la pared laríngeo. Justo por detrás del asta del hueso hioides se divide en dos ramas:

- Una rama medial o superior, satélite a la arteria laríngeo superior y que, por tanto, atraviesa la membrana tirohioidea. Recoge la sensibilidad de la mucosa de la porción superior de la

laringe, de la parte de faringe adyacente y de la base de la lengua.

- Una rama lateral o inferior, el laríngeo externo, satélite a la arteria cricotiroides, que inerva por un lado al músculo cricotiroides y que, por otro lado, atraviesa la membrana cricotiroides para recoger la inervación sensitiva de los pisos medio e inferior de la laringe y el tono de los músculos laríngeos.

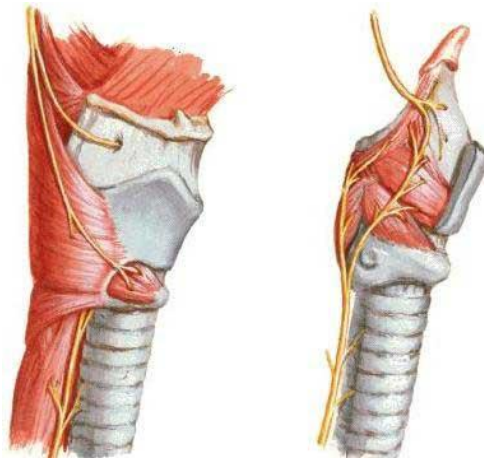


Figura 23: Nervio laríngeo superior (ramas externa e interna) en la primera figura y nervio laríngeo recurrente en la segunda figura. Tomado de Atlas de

Anatomía Humana. Netter.<sup>21</sup>

El nervio laríngeo inferior o recurrente se desprende del nervio vago a nivel torácico realizando un trayecto ascendente hacia la laringe tras rodear la arteria subclavia en el lado derecho y el cayado aórtico en el lado izquierdo. Alcanzan la laringe tras atravesar la membrana cricotiroidea a nivel posterior para inervar los músculos intrínsecos homolaterales y el músculo interaritenideo contralateral. A su vez, como ya hemos comentado, da una rama sensitiva superior que contribuye a la formación del asa de Galeno.

Por tanto, en su conjunto, la inervación laríngea es muy rica, tanto sensitiva como motora y además, recibe inervación simpática.<sup>3</sup>

La inervación motora proviene esencialmente del nervio recurrente, que inerva todos los músculos laríngeos excepto el cricotiroideo, inervado por la rama externa del nervio laríngeo superior.

La inervación sensitiva, extremadamente desarrollada, está asegurada sobre todo por el nervio laríngeo superior, y de manera

más accesoria por el asa de Galeno, cuya función es puramente sensitiva.

La inervación simpática, vasomotora y secretoria, proviene del simpático cervical, cuyas fibras siguen las paredes arteriales.

### **1.3. HISTORIA DE LA EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO ANATÓMICO DE LA LARINGE**

#### **1.3.1. ESTUDIOS ANATÓMICOS CLÁSICOS**

Hipócrates (460-370 a.C.) fue el primero<sup>22</sup> en escribir sobre anatomía humana aunque, igual que Aristóteles (384-322 a.C.), no especificó la anatomía de la laringe.<sup>23</sup>

Fue Galeno, en el siglo II d.C. quien, tras estudios experimentales en animales, describió cartílagos, músculos y nervios de la laringe.

Sentó las bases de los estudios posteriores, aunque algunos de sus datos eran erróneos. Uno de sus más destacados descubrimientos<sup>24</sup> fue completamente accidental. Galeno estudiaba con cerdos los nervios que controlaban la respiración. En el transcurso de uno de estos experimentos utilizó un cerdo que constantemente estaba forcejeando y gruñiendo. Accidentalmente seccionó el nervio recurrente y constató que el cerdo seguía forcejeando pero había dejado de gruñir. A raíz de este hecho,

estudió detalladamente la anatomía del nervio vago, concluyendo que dicho nervio tenía una rama que tras realizar un trayecto en asa por debajo de la arteria subclavia en el lado derecho y de la aorta en el lado izquierdo, terminaba en el interior de la laringe. Este nervio era el responsable de la emisión de sonidos.

Leonardo da Vinci (1452-1519), ya en el Renacimiento, confesó en su lecho de muerte, haber practicado disección anatómica en cadáveres, prohibida por la Iglesia, e ilustró en sus dibujos la anatomía de la laringe humana (Figura 24).

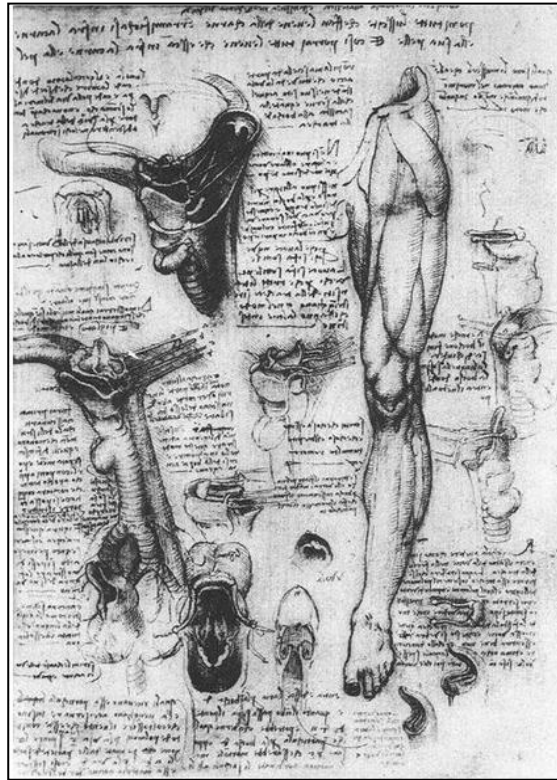


Figura 24: Leonardo da Vinci: Estudio anatómico (laringe y pierna). 1510

Andreas Vesalius (1514-1564) con su obra *De humanis corporis fabrica* (1543)<sup>8</sup> permite demostrar claramente que las descripciones realizadas por Galeno, de cuya escuela de medicina era discípulo, correspondía a disecciones realizadas en monos.



Las ideas anatómicas descritas por Vesalius, firmemente arraigadas en la escuela Galénica, dan una descripción sumamente detallada y exacta de la estructura de la laringe humana. Tanto es así que, comparadas con los atlas anatómicos actuales, prácticamente no encontramos diferenciadas. Describe con ilustraciones, los cartílagos (Figura 24), ligamentos y músculos de la laringe, así como la irrigación e inervación (Figura 25) de dicho órgano.

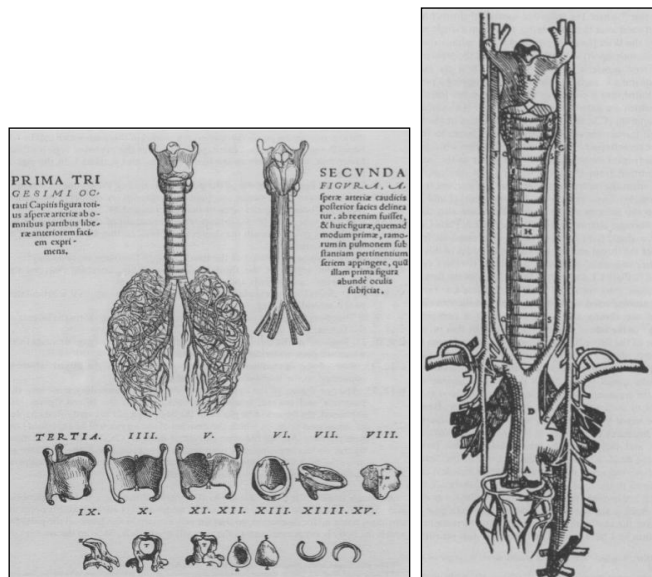


Figura 25. Cartílagos e inervación laríngea. Ilustraciones de *De humanis corporis*

El estudio del tamaño y dimensiones de la laringe continúa siendo de interés en los siglos posteriores.

Testut<sup>12</sup> ya explica en su compendio de Anatomía Descriptiva que existen tantas voces como personas y, por tanto, es de entender que el órgano productor de las mismas también puede ser muy variable. De un modo simplificado clasifica las laringes en aquellas de volumen grande, mediano y pequeño. Afirma que estas variaciones volumétricas son independientes de la talla pero que están relacionadas con el tipo de voz y, por tanto, las laringes pequeñas tienen registros altos y las laringes muy desarrolladas generan voces más graves.

Estudia tres diámetros de la laringe y los ordena de menor a mayor variabilidad: el diámetro anteroposterior que varía de 1 a 5mm, el diámetro vertical que varía de 1 a 6mm y el diámetro transversal que varía de 1 a 11 mm.

Establece también, que las variaciones en las dimensiones de la laringe están relacionadas con el sexo del paciente. Generaliza

afirmando que las variaciones laríngeas en la edad adulta, entre hombres y mujeres, son muy evidentes y que la laringe del hombre es más grande que la de la mujer. Se basa en un estudio anatómico métrico realizado por Sappey<sup>25</sup> y utiliza la tabla de dicho autor (figura 26) para mostrar los datos numéricos.

LARINGE DEL HOMBRE					LARINGE DE LA MUJER				
E D A D	DIÁMETROS			CIRCUNFERENCIA MAYOR	E D A D	DIÁMETROS			CIRCUNFERENCIA MAYOR
	Vertical	Transversal	Antero-posterior			Vertical	Transversal	Antero-posterior	
27 años	mm 45	mm 42	mm 38	mm 142	24 años	mm 36	mm 42	mm 25	mm 115
30 »	48	48	35	143	25 »	35	40	24	107
38 »	42	51	33	140	30 »	37	42	27	117
42 »	42	40	35	130	34 »	40	39	26	108
45 »	45	40	36	136	38 »	35	44	24	109
50 »	43	44	39	134	40 »	40	46	27	128
56 »	43	40	40	133	50 »	34	41	29	106
60 »	45	43	34	131	70 »	53	37	26	108
Promedios . . .	44	43	36	136	Promedios . . .	36	41	26	112

Figura 26: Medidas comparativas de laringes entre sexos. Tomada de Compendio de

Anatomía de Testut.<sup>12</sup>

Testut afirma, basándose en la tabla de la figura 26, que la circunferencia de la laringe tiene un promedio de 112 mm para la mujer y 136 mm para el hombre.

Las diferencias en los diámetros anteroposterior, vertical y transversal son de 10, 8 y 2 mm respectivamente. El parámetro que mide el diámetro anteroposterior es el que mayor diferencia, entre géneros, presenta.

También se habla de variabilidad atendiendo a la edad del paciente. Las laringes en los recién nacidos son de similar tamaño tanto para los varones como para las mujeres. Posteriormente, a los 10-12 años se produce un crecimiento poco acentuado no relacionado con la talla y es en la pubertad donde existe un crecimiento muy rápido. Los cambios tan evidentes generados en esta etapa de la vida generan unos cambios en la voz que se vuelve ronca, desigual y discordante. Estos cambios son más acusados en el varón. La laringe crece hasta los 20-25 años en el varón y hasta los 20-22 años en la mujer. A partir de esa edad empieza a osificarse.

Sappey toma múltiples medidas entre las cuales destacan las ya descritas con anterioridad. Pero, además, encontramos que compara los diámetros de las laringes de hombre entre sí y de las laringes de mujer entre sí. Los resultados que obtiene para el varón es que los diámetros vertical y transversal son los más largos y casi iguales. Para la mujer, el diámetro transversal supera a los otros dos diámetros de manera casi constante.

Añadido a lo anterior, especifica un apartado sobre las variaciones individuales. Dice que el diámetro anteroposterior es el que menos varía, con oscilaciones en el hombre de 1 a 6 mm y en la mujer de 1 a 4 mm. El diámetro vertical varía para todos los individuos de 1 a 6mm y el diámetro transversal varía en el hombre de 1 a 11 mm y en la mujer de 1 a 9 mm.

Concluye afirmando que el resultado de estas considerables variaciones individuales en los diámetros transversales puede hacer pensar que ciertas laringes de hombre ofrecen el aspecto propio de laringes de mujer y viceversa.

### 1.3.2. ESTUDIOS ANATÓMICOS RECIENTES

Isshiki, en 1984, publica un estudio anatómico realizado en laringes humanas.<sup>26</sup> Expresa la necesidad y la importancia del conocimiento preciso del nivel o altura de la cuerda vocal, proyectada en el exterior del cartílago tiroides para cirugías tales como la laringofisura, la inyección intracordal percutánea y el implante de cartílago empujando la cuerda vocal paralizada (el inicio de la técnica quirúrgica actual, la tiroplastia de Montgomery). Proyecta externamente la comisura anterior localizándola, en la mayoría de los casos, en la línea media del cartílago tiroides, casi en su punto medio, entre la escotadura tiroidea y el margen inferior del cartílago tiroides, o mínimamente por encima del punto medio. Pero además, especifica la existencia de diferencias individuales que hacen que la proyección externa de la comisura anterior se encuentre, en algunos casos, por debajo del punto medio. Las medidas proyectadas en el cartílago tiroides se plasman en la siguiente figura (Figura 27) y los resultados obtenidos en la tabla (Figura 28) que acompaña a la figura 27.

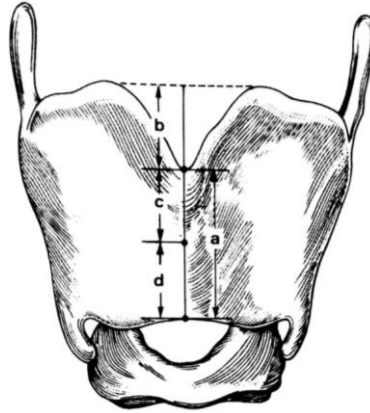


Figura 27: Estudio anatómico de N. Isshiki proyectando la comisura anterior en el cartílago tiroides. Tomada de Surgical Care of Voice Disorders.<sup>26</sup>

Male:	Minimum in mm	Maximum in mm	Mean in mm	Variance
a	15.5	20.0	18.13	1.82
b	8.5	13.5	11.17	2.21
c	7.0	11.0	8.63	2.18
d	7.5	11.0	9.46	0.82
d-c	-2.0	3.0	0.83	1.70
d/c	0.82	1.4	1.11	0.020

Female:	Minimum in mm	Maximum in mm	Mean in mm	Variance
a	11.0	15.5	13.25	1.12
b	5.0	10.0	7.28	1.38
c	5.5	7.5	6.45	0.29
d	5.5	8.5	6.80	0.62
d-c	-1	1.5	0.36	0.35
d/c	0.85	1.21	1.06	0.0079

Figura 28: Tabla donde se muestra la relación cuantitativa entre el punto de proyección de la comisura anterior en la línea media y las marcas en el cartílago tiroides. Tomada de N. Isshiki.<sup>26</sup>

Isshiki concluye que de forma práctica se puede afirmar que la comisura anterior se proyecta en la línea media del cartílago tiroides en el punto medio entre la escotadura tiroidea superior y el límite inferior del cartílago tiroides con un margen de error de 2 a 3 mm en el hombre y 1 a 2 mm en la mujer.

En su estudio Isshiki no solo intenta proyectar la comisura anterior de las cuerdas vocales, también proyecta la propia cuerda vocal. Para ello la dibuja externamente en el ala tiroidea, denominándola línea “i”, paralela a una línea horizontal que conecta los márgenes anterior y posterior del cartílago tiroides despreciando la protuberancia del tubérculo laríngeo. Marca la cuerda vocal con 3 agujas en línea (Figura 29).



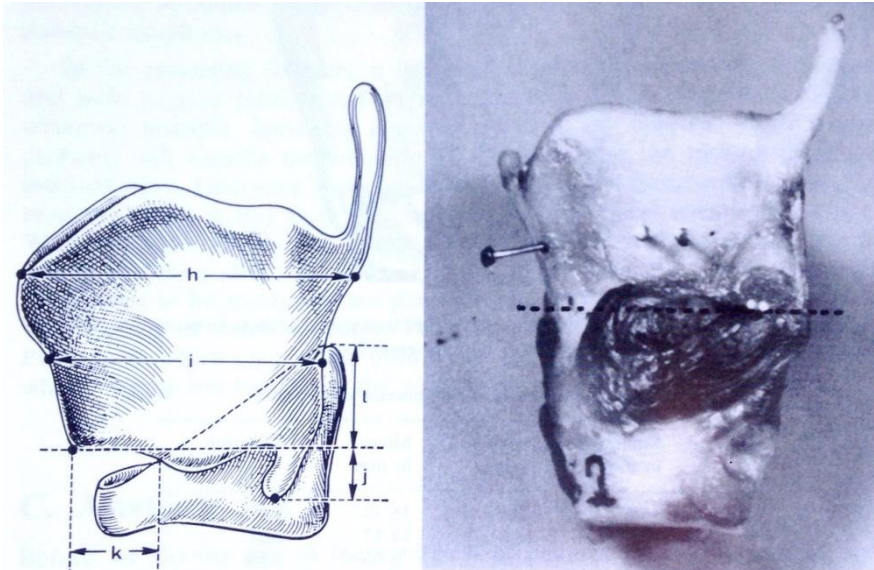


Figura 29: proyección de la cuerda vocal en el ala tiroidea. Tomada de Surgical Care of Voice Disorders.<sup>26</sup>

En la bibliografía podemos encontrar estudios previos al de Isshiki que ya pretendían establecer una serie de principios anatómicos con implicaciones en diversas técnicas quirúrgicas.

Es el caso de Alonso<sup>27</sup>, que describió en 1947, la laringectomía horizontal supraglótica. Para realizar esta cirugía se incide el cartílago tiroidea justo por encima de las cuerdas vocales. Localiza esa incisión en la unión entre el 1/3 superior y el 1/3 medio de la correspondiente ala tiroidea de atrás hacia delante y

ligeramente hacia abajo, con la intención de alcanzar la línea media 1 cm por debajo de la escotadura tiroidea superior.

Ogura<sup>28</sup> populariza la técnica quirúrgica de Alonso y determina que el nivel de las cuerdas vocales está por encima del punto medio horizontal del borde anterior del cartílago tiroides. Especifica que el espacio preepiglótico acaba justo por encima de la comisura anterior de las cuerdas vocales y es menos de la mitad de la distancia entre la parte superior y el borde inferior del cartílago tiroides, es decir, la incisión debe estar en el 1/3 superior del cartílago tiroides.

Tucker<sup>29</sup> en su estudio anatómico de las laringes es uno de los pocos autores que diferencia las laringes de hombre y de mujer. Explica que las bandas ventriculares y el ligamento tiroepiglótico están localizados en la superficie interna del cartílago tiroides en un punto, aproximadamente, a mitad camino entre la escotadura tiroidea superior y el borde inferior del cartílago en el hombre y

aproximadamente en la unión entre el 1/3 superior y los 2/3 inferiores en la mujer.

Meiteles et al<sup>30</sup> insiste en la necesidad de conocer el nivel real de la cuerda vocal proyectada en el cartílago tiroideos para determinadas cirugías laríngeas. Y ese estudio surge principalmente de la necesidad de mejorar los resultados de las tiroplastias realizadas. Observa que, ocasionalmente, la ventana tiroidea acaba en un nivel por encima de las cuerdas vocales y ello condiciona resultados subóptimos. Es, por tanto, preciso conocer la proyección de la cuerda vocal sobre el cartílago tiroideos mediante el estudio anatómico de las laringes de cadáver.

Utiliza 18 especímenes sin especificar su método de conservación. Una vez eliminada la musculatura prelaríngea divide la pieza en dos mitades mediante una incisión vertical entre los dos cartílagos aritenoides. Utiliza dos agujas que marcan, desde dentro hacia fuera, la comisura anterior y el borde posterior de la cuerda vocal.

Toma 5 medidas que nombra como A, B, C, D y E (Figura 30). La medida A representa la longitud de la línea media desde la escotadura tiroidea superior hasta el borde inferior del cartílago tiroideos. La línea B representa la distancia entre la escotadura tiroidea superior y la comisura anterior. La C representa la distancia desde A a la porción posterior de la cuerda vocal. D representa la longitud de la línea oblicua y E representa la distancia de A a D.

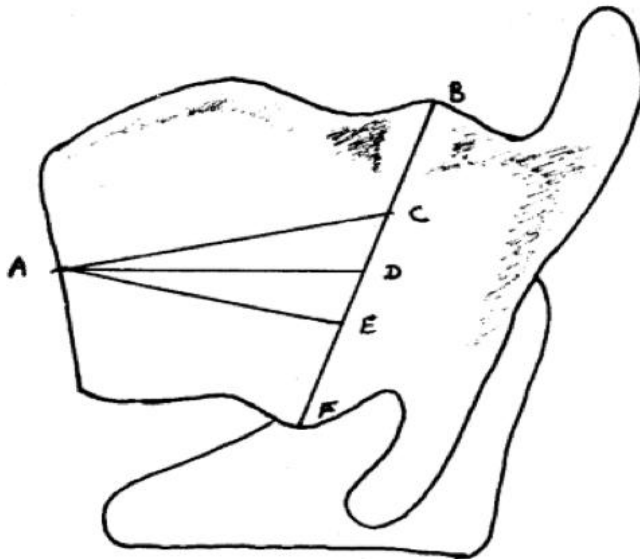


Figura 30. Se representan las medidas de la A a la E. Tomada de Meiteles et

al.<sup>30</sup>

Además de la toma de medidas realiza la ventana tiroidea en todas las laringes. Sus resultados muestran que la comisura anterior está por encima del punto que marca la mitad de la línea media del cartílago tiroides en todos los especímenes de hombre con una variabilidad de 1 a 3 mm. En dos de esas laringes de hombre la comisura anterior está justo en la unión entre el tercio superior y los 2/3 inferiores de la línea media. En las laringes de mujer la comisura anterior está localizada por debajo de la unión entre el 1/3 superior y los 2/3 inferiores de la línea media del cartílago tiroides en todos los especímenes. En dos de las laringes de mujer la comisura anterior, está justo en el punto medio.

En este estudio, los autores marcan una línea que denominan línea oblicua; esa línea une el tubérculo tiroideo superior con el inferior. Al señalar mediante una aguja el borde posterior de la cuerda vocal, es decir la porción más posterior de la cuerda, se aprecia que la posición del denominado borde posterior siempre se encuentra por delante de la línea oblicua, tanto para las laringes de hombre como para las laringes de mujer. Dicho borde posterior se

encuentra, en el 77% de las laringes, en la mitad inferior de un triángulo imaginario cuyos vértices son por un lado el punto medio de la línea media cartilaginosa (A), por otro lado el punto que separa el 1/3 superior de la línea oblicua del resto (C) y, por último, el punto que separa el 1/3 inferior de la línea oblicua del resto (E) (Figura 30).

Los datos numéricos que aporta este estudio son las líneas mencionadas con anterioridad (*véase pág. 108*) que realmente localizan la comisura anterior respecto a la escotadura tiroidea superior por un lado, y por otro lado la longitud de la cuerda vocal. Menciona que, de forma adicional, existen una serie de marcas anatómicas dignas de destacar. El borde inferior del ala tiroidea varía de forma muy considerable desde algunas laringes con un borde muy suave a otras laringes con un borde muy irregular.

Meiteles et al describen una nueva localización de la ventana tiroidea a partir de los resultados obtenidos en la ubicación del borde posterior de la cuerda vocal. Indican que el emplazamiento del borde superior de la ventana tiroidea está en una línea que une el punto

medio de la línea media vertical del cartílago tiroides con la zona de unión de los 2/3 superiores y el 1/3 inferior de la línea oblicua. En las laringes de cadáver, en las que se realiza la ventana tiroidea, la superficie de la cuerda vocal nunca estuvo localizada bajo esta línea. Localizar el borde superior en esta posición hace que la ventana tiroidea sea lateral al músculo vocal, con mejores resultados para la tiroplastia de medialización.

### 1.3.3. DIFERENCIAS ANATÓMICAS ENTRE GÉNEROS

El tamaño laríngeo va aumentando progresivamente y de manera muy lenta hasta la pubertad. Es a partir de esta etapa, cuando la laringe aumenta rápidamente de volumen para adquirir su desarrollo casi completo en tan solo unos meses.<sup>5</sup>

En términos generales se acepta que la laringe del varón está más desarrollada que la de la mujer. Y, se admite también, que las laringes de mayor volumen emiten sonidos más graves y las laringes pequeñas emiten sonidos más agudos.<sup>12</sup>

En cuanto a las diferencias específicas entre sexos, la laringe del hombre es más prominente, por lo que tiene un diámetro anteroposterior mayor. Ello supone a su vez que la longitud de las cuerdas vocales será mayor en el hombre que en la mujer.<sup>12</sup>

Por otro lado, las láminas del cartílago tiroideos, que forman un ángulo diedro, presentan una abertura de 80-90° en el hombre y un ángulo de 110 a 120° en la mujer.<sup>31</sup>



#### **1.4. FUNCIONES DE LA LARINGE**

Se trata de un órgano móvil, capaz de modificar su posición vertical, anteroposterior y lateral<sup>12</sup> para llevar a cabo sus funciones principales.

Los movimientos verticales se producen durante la deglución. La laringe se eleva en el momento en el que el bolo alimenticio pasa de la cavidad oral a la faríngea y vuelve a descender a su posición de reposo cuando el bolo alcanza el esófago. También se observan estos movimientos en el canto, cuando observamos la elevación de la laringe al emitir sonidos agudos. Este desplazamiento no suele exceder los 2-3 cm.

Los movimientos anteroposteriores se asocian a los movimientos precedentes. Cuando la laringe se eleva se dirige hacia delante.

Los movimientos laterales, a diferencia de los anteriores, son movimientos puramente pasivos, incapaces de ser controlados por el

individuo. Si cogemos la laringe con la mano podemos desplazarla suavemente a derecha e izquierda.

Las funciones de la laringe, acorde a lo descrito con anterioridad, se pueden resumir en:<sup>16</sup>

- **Función protectora y deglutoria:** es la función primordial de la laringe. La estimulación mecánica o química de la mucosa laríngea produce un cierre glótico brusco con el consiguiente cese de respiración. Además, aparece el reflejo tusígeno, un reflejo protector importante en el que no solo está implicada la laringe sino también los receptores pulmonares. Ello permite a la laringe actuar como un esfínter a nivel del vestíbulo laríngeo y de la glotis, que se mantiene abierto durante la respiración y cerrado durante la deglución, hasta que el bolo alimenticio alcanza el esófago evitando el fenómeno de aspiración alimentaria.
- **Función respiratoria:** la laringe constituye la puerta de entrada a las vías respiratorias inferiores. El control del flujo

aéreo se lleva a cabo por dicho órgano en cuanto es capaz de modificar la resistencia al flujo de aire. Los cambios de resistencia aérea se producen en respuesta a diferentes estímulos respiratorios tales como la presión aérea y la concentración de gases en sangre.

- **Función fonatoria y emocional:** los pulmones junto con el diafragma generan un flujo de aire que la laringe aprovecha para hacerlo vibrar generando un sonido que posteriormente es modulado en las cavidades de resonancia. La racionalización de esta función permite la expresión emocional e intelectual a través del lenguaje.

## **1.5. PARÁLISIS LARÍNGEAS**

Las parálisis laríngeas engloban a un conjunto de patologías que tienen en común la disminución o ausencia de contracción muscular laríngea como consecuencia de la afectación, en cualquier punto de su trayecto, del nervio vago, responsable de la actividad de dichos músculos.<sup>32</sup>

Existen otras causas de inmovilidad de la cuerda vocal sin que exista una afectación nerviosa, e inicialmente será imprescindible hacer un diagnóstico diferencial. Son un ejemplo de ello los tumores malignos de la laringe, la anquilosis aritenoidea y determinados procesos neurológicos como la miastenia gravis.

Las parálisis recurrenciales se pueden clasificar en:

- Parálisis de una cuerda vocal.
- Parálisis de las dos cuerdas vocales.
- Parálisis miopáticas.

Nos centraremos, por ser de interés en el presente estudio, en las parálisis de una sola cuerda vocal y su tratamiento quirúrgico.

### 1.5.1. PARÁLISIS DE UNA CUERDA VOCAL<sup>16</sup>

Este tipo de parálisis puede presentarse de forma aislada, por la afectación selectiva unilateral del nervio recurrente o del X par craneal en su trayecto comprendido entre la base del cráneo y la salida del nervio recurrente. La otra forma de presentación es la asociada a la lesión de otros pares craneales, constituyendo diversos síndromes.

La etiología de estas lesiones es muy variada y van desde la ausencia de causa conocida (5-10% de los casos)<sup>5</sup> hasta la infección vírica, los tumores broncopulmonares o esofágicos, los tumores malignos primarios del cuello o las adenopatías metastásicas, los tumores glómicos, los traumatismos quirúrgicos y determinadas patologías cardíacas. La mayoría de las series publicadas determinan que la causa más frecuente es la iatrogenia quirúrgica.<sup>33</sup>

El síntoma predominante es la disfonía, provocada por la fuga de aire a nivel de la glotis por un cierre incompleto de la misma. Ello provoca la característica voz bitonal o diplofonía. Esta disfonía se

asocia a cansancio vocal, fatiga al hablar y voz de escasa intensidad. Puede haber síntomas deglutorios como aspiración de líquidos y tos ineficaz.

A la exploración observaremos la cuerda en posición paramedia, inmóvil cuando el paciente emite la vocal “e”, el aritenoides del lado afectado se encuentra ligeramente adelantado respecto al aritenoides sano. Con el tiempo, se aprecia una atrofia muscular de la cuerda paralizada que aparece más delgada y descendida, por debajo del plano glótico.



Figura 31: Fibrolaringoscopia en la que se observa una parálisis de cuerda vocal derecha.

### 1.5.2. TRATAMIENTO DE LAS PARÁLISIS LARÍNGEAS

El tratamiento inicial de las parálisis laríngeas es la logopedia, tratamiento esencial, sin el cual el individuo no debe ser considerado como candidato a una cirugía.

El tratamiento logopédico va dirigido a aumentar la intensidad, disminuyendo el componente aéreo mejorando esencialmente la aproximación de las cuerdas vocales.

Una vez aplicado este tratamiento es razonable mantener una actitud expectante durante 6-12 meses antes de recurrir a tratamientos irreversibles, salvo que el paciente presenta una clínica invalidante con dificultad respiratoria o neumonías recidivantes. En estos casos el siguiente paso terapéutico, el tratamiento quirúrgico, puede acelerarse.

### 1.5.3. CIRUGÍA DE LAS PARÁLISIS LARÍNGEAS

Se plantean en estos casos de parálisis unilateral de cuerda vocal, generalmente en posición paramedia, la realización de tres tipos de técnicas quirúrgicas:

- Técnicas de medialización por inyección: consiste en la introducción de diversos materiales como la hidroxapatita, la grasa autóloga, ácido hialurónico, colágeno.... en la posición más lateral posible entre el músculo vocal y la cara interna del ala del cartílago tiroideos. Se puede inyectar mediante laringoscopia indirecta bajo anestesia local o mediante laringoscopia directa bajo anestesia general.
- Técnicas de medialización por tiroplastia: dentro del tratamiento quirúrgico de las parálisis laríngeas la técnica más utilizada es la tiroplastia, y la que resuelve muchos de los casos en los que la logopedia no es suficiente. Su finalidad es disminuir el defecto de cierre glótico llevando la cuerda vocal a la línea media de forma pasiva.



La tiroplastia fue descrita inicialmente por Erwing Payr en 1915 y, posteriormente, el profesor Nobuhiko Isshiki<sup>34</sup> diseñó una serie de técnicas quirúrgicas englobadas en lo que conocemos como tiroplastias.

Isshiki describe la técnica conocida como adducción aritenoidea, que consiste en simular la acción del músculo cricoaritenoideo lateral, encargado de aproximar la porción membranosa de la cuerda vocal. Para ello, y tras el abordaje externo de dicha articulación, se da un punto sobre la apófisis muscular que traccione de la misma medializando la cuerda vocal, para acabar atravesando el ala tiroidea en su posición anteromedial. Se realiza con el paciente sedado bajo anestesia local y control fibroscópico de la laringe.

A partir de los estudios realizados por Isshiki fueron muchos los autores que publicaron variaciones, hasta llegar a la técnica quirúrgica más extendida en la actualidad, descrita por William W. Montgomery.<sup>35</sup>

Montgomery, gracias a una prótesis de material biocompatible que se inserta a través de una ventana creada en el ala tiroidea, consigue la medialización de la cuerda vocal.

- Técnicas de reinervación: consisten en la anastomosis del nervio paralizado con nervios circundantes que permiten su reinervación. Así, por ejemplo, si se produce una parálisis de los aductores, se puede anastomosar la rama descendente del nervio hipogloso con la rama adductora del nervio recurrente.<sup>36</sup>

**1.6. IMPORTANCIA DE LA ANATOMÍA LARÍNGEA EN EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LAS PARÁLISIS UNILATERALES DE LA CUERDA VOCAL SEGÚN LA TÉCNICA DESCRITA POR MONTGOMERY.**

La tiroplastia de Montgomery es una técnica quirúrgica, cuyo fin, corregir las parálisis unilaterales de cuerda vocal, se consigue mediante la medialización de la cuerda vocal paralizada.

Para ello, W. Montgomery diseñó un nuevo implante con dos porciones: una base, lateral o externa que se fija al cartílago del ala tiroidea y una porción interna, triangular, encargada de medializar la cuerda vocal presionando el espacio paraglótico (Figura 32).

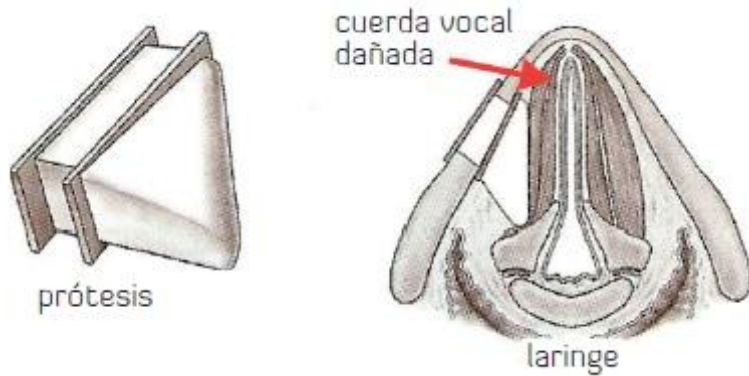


Figura 32: Implante de Montgomery. Tomada de Montgomery Thyroplasty Implant System<sup>35</sup>

La ventaja que, fundamentalmente destaca de esta modificación de la técnica inicial descrita por Isshiki<sup>34</sup> es que el implante ya está diseñado con varios tamaños diferentes que permiten ajustarse a las necesidades del paciente. El diseño del implante permite un ajuste perfecto a la ventana tiroidea.

Es la ubicación de la ventana tiroidea uno de los pasos quirúrgicos más importantes de la cirugía descrita por Montgomery. Para localizar la ventana tiroidea en la que se introducirá el implante, Montgomery diseña un instrumental quirúrgico específico (Boston

Medical Products®) y toma una serie de medidas tal y como explicamos a continuación.

Exponemos, mediante la retirada de la musculatura prelaríngea, el ala tiroidea homolateral a la parálisis. Es fundamental, en este momento, reconocer el tubérculo tiroideo inferior (véase *Anatomía cartílago tiroides en pág 41 y Fig 6 en pág 44*), a medio camino del borde inferior de la lámina tiroides, en muchas ocasiones más palpable que visible.

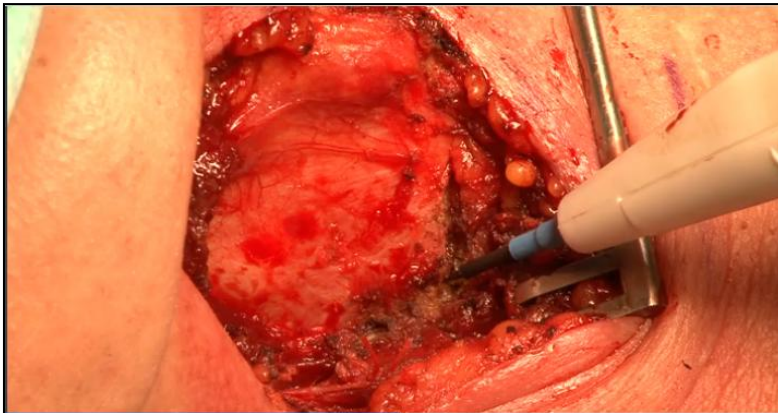


Figura 33: Cirugía de la tiroplastia de medialización: el electrobisturí señala el tubérculo inferior de la laringe.

Es a partir de este momento cuando se utiliza el nuevo instrumental.

En primer lugar tenemos el Calibrador de la Ventana (A y B en la figura 34).

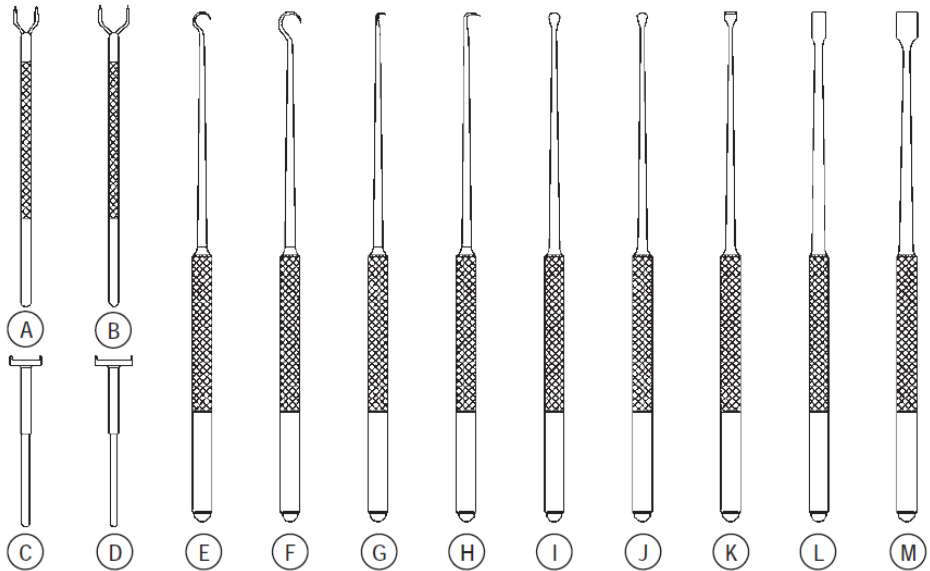


Figura 34: Material utilizado en la tiroplastia de medialización de Montgomery.

Hay dos calibradores de ventana, uno de 7 mm para la mujer y otro de 9 mm para el hombre. Este calibrador permite localizar todo el borde superior de la ventana tiroidea y el extremo anterosuperior de la misma, también llamado punto clave. Para ello, un punto del

calibrador toca el borde inferior de la lámina tiroidea, justo por delante del tubérculo tiroideo, y el otro, un punto directamente superior (Figura 35). Se marca dicho punto con electrocauterio.

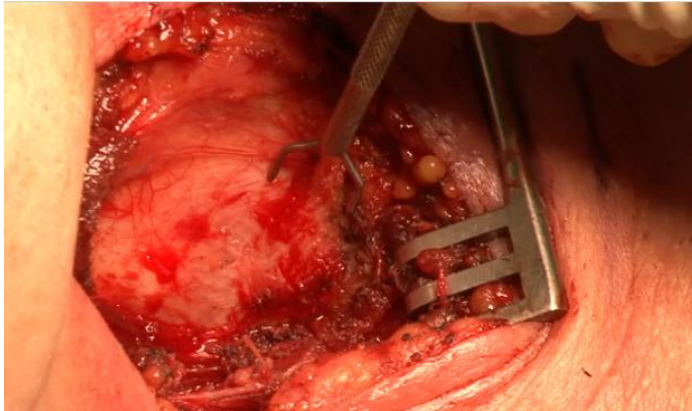


Figura 35: Cirugía de la tiroplastia de medialización: se observa el proceso de marcado del punto anterior al tubérculo inferior de la laringe.

Marcamos también otro punto similar pero posterior al tubérculo tiroideo. Las dos marcas se unen mediante una línea imaginaria constituyendo una línea recta que atraviesa toda el ala tiroidea. Dicha línea alcanza la línea media del cartílago tiroideos. En ese punto de la línea media volvemos a situar el calibrador y sobre la línea antes trazada medimos 7 mm en la mujer y 9 mm en el hombre.

Ahí marcamos de nuevo el punto que va a constituir el extremo anterosuperior de la ventana. Ese es el punto clave descrito por Montgomery, diferente según el género del paciente (Figura 36 y 37).

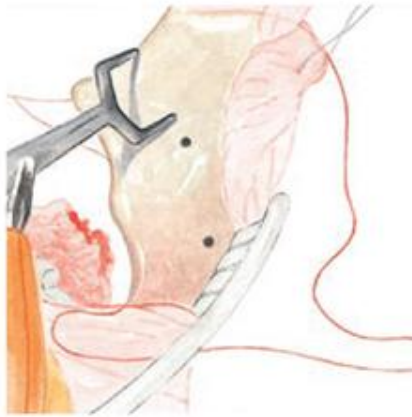


Figura 36: El instrumental marca el punto clave de la ventana tiroidea.

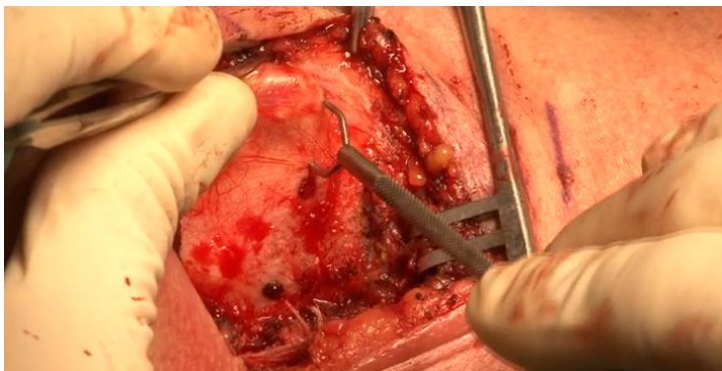


Figura 37: se marca el punto clave durante la cirugía



Una vez localizado el punto clave debemos trazar la ventana completa gracias a un instrumento, denominado Instrumento de Trazado de la Ventana (Imágenes C y D de la figura 34), también de tamaño diferente dependiendo de si el paciente es un hombre o una mujer. Con este instrumento, colocado haciendo coincidir el punto clave y el borde superior de la ventana tiroidea trazados con anterioridad, marcamos los cuatro puntos de la ventana (Figura 38).

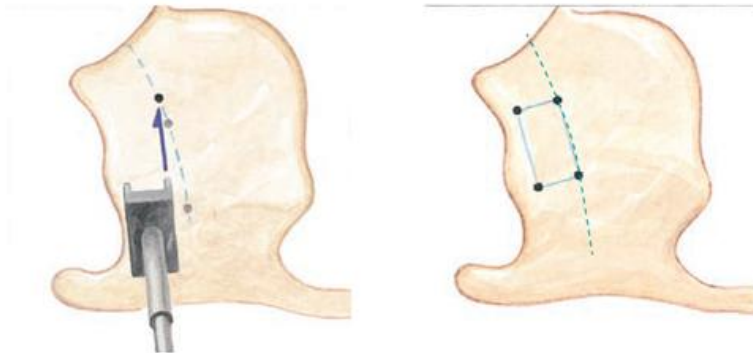


Figura 38: se muestra cómo se marca la ventana tiroidea en el ala cartilaginosa.

Ya hemos localizado la ventana, por lo que queda eliminar esa porción de cartílago para insertar el implante. El tamaño del implante será elegido en función de la mejoría en la voz (en los casos intervenidos con anestesia local y sedación) o en función de la capacidad de medializar la cuerda vocal paralizada (en los casos intervenidos con anestesia general y visión directa del plano glótico). El tamaño del implante va a depender nuevamente del género del paciente. En el material quirúrgico se incluyen una serie de medidores que simulan el implante definitivo y permiten realizar diferentes pruebas para la selección del tamaño óptimo del implante.

El tamaño de estos medidores varía desde los 6 mm hasta los 10 mm en la mujer y desde los 8 mm hasta los 12 mm en el varón.

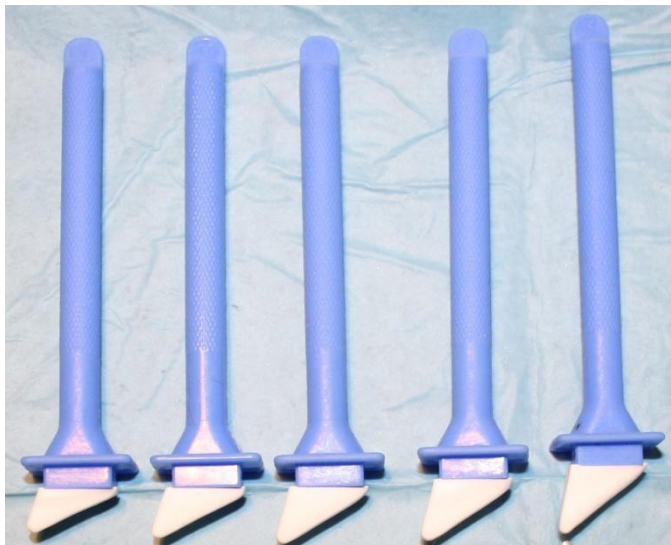


Figura 39: medidores de varón de la tiroplastia de Montgomery

Una vez comprobado el tamaño correcto del medidor se procede a insertar el implante definitivo y finalizar la cirugía con el cierre de los diferentes planos disecados.



## **2. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS**



Montgomery describió su técnica quirúrgica para el tratamiento de las parálisis unilaterales de la cuerda vocal en 1993.<sup>7</sup> Supuso un notable avance en cuanto a resultados funcionales con respecto a la técnica inicialmente descrita por Isshiki en 1974.<sup>34</sup> A pesar de todo sigue existiendo un porcentaje de fracasos, tal y como han publicado algunos autores.<sup>37</sup>

Con el ánimo de simplificar la técnica quirúrgica, Montgomery realizó una generalización anatómica basándose en el criterio genérico. Planteamos que esta generalización puede ser el motivo de un porcentaje de los fracasos debido a la existencia de diferencias interindividuales, al margen del género. Pretendemos realizar un estudio anatómico métrico de la laringe con el fin de analizar las diferencias interindividuales. Concretamente Montgomery concede una gran importancia a la ubicación del tubérculo laríngeo. De acuerdo con su técnica puede utilizarse como referencia para predecir la localización de la cuerda vocal con respecto al marco laríngeo.<sup>35</sup>

Nuestro objetivo es realizar mediciones de diferentes porciones del marco laríngeo y de la proyección de la cuerda vocal

sobre el cartílago tiroides con el fin de demostrar la existencia de variaciones entre individuos del mismo sexo que podrían explicar algunos fracasos quirúrgicos en la tiroplastia de Montgomery.



### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**



Hemos utilizado 28 laringes de cadáver humano mantenidas en condiciones óptimas mediante criopreservación. Utilizamos para ello una nevera Eppendorf-CryoCube FC660 (Figura 40) y mantenemos las laringes a menos 80 grados. Obtenemos laringes que clasificamos, en función del sexo, en laringes de hombre y laringes de mujer.



Figura 40: Nevera Eppendorf-CryoCube FC660.

En ningún momento se hace uso del formol u otro tipo de sustancias que puedan modificar la estructura de las piezas anatómicas.

Para su obtención, y tras la autorización del Comité de Ética y la Comisión de Investigación de nuestro centro hospitalario, el Hospital General Universitario de Valencia, usamos laringes procedentes de autopsias clínicas destinadas a la incineración. Los familiares de los pacientes firman la autorización correspondiente a la autopsia y al estudio derivado de la misma (Figura 41).


 <b>HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA</b>	<b>HOJA DE AUTORIZACION DE AUTOPSIA</b>
Servicio ..... Sección .....	
U. A. .... N.º cama .....	
Fecha exitus .....	
<p>D. ...., como (indíquese el parentesco) ....., AUTORIZA al Hospital General de Valencia para que practique al cadáver del arriba asignado el estudio ANATOMO PATOLOGICO POST-MORTEM.</p> <p>Valencia, a      de      de</p> <p>FIRMA.      FIRMA DEL JEFE DE SERVICIO.</p>	

Figura 41: autorización familiar de la autopsia.

La autopsia que permite extraer la laringe se inicia con una incisión en el tórax en forma de “Y” tal y como se muestra en la figura 42:

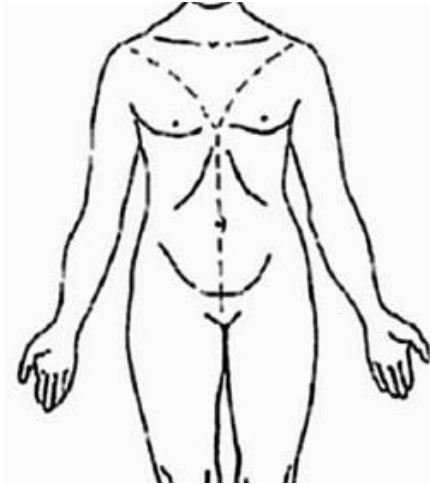


Figura 42: Incisión en Y en tórax que permite realizar la autopsia clínica. Tomada de Medicina Legal y Toxicología Calabuig.<sup>38</sup>

Esta incisión es la más adecuada para ambos sexos pues permite reparar convenientemente el cadáver sin desfiguración y permite, además, el examen completo de los órganos del cuello, tórax y abdomen.<sup>38</sup>

Una vez hecha la incisión, se refleja la piel y el tejido celular subcutáneo del tórax de forma que permita el examen de los órganos

del cuello. Se desarticulan las clavículas del esternón y se cortan los cartílagos costales cerca de su unión osteocondral, lo cual permite levantar los tejidos y poner al descubierto los órganos del tórax.

Para continuar con la autopsia a nivel cervical puede ser necesario la realización de dos incisiones cutáneas a ambos lados del cuello, lo más atrás posible. Es importante que estas incisiones permitan reconstruir el cadáver posteriormente disimulando todo acto sobre él.

Las extremidades caudales de ambos cortes cervicales verticales, se únen mediante un corte horizontal para levantar un colgajo hasta la altura del borde inferior de la mandíbula. Una vez expuestos los planos subcutáneos se examinan cuidadosamente y, tras ello, se procede a la extracción de las vísceras cervicales. Se introduce el bisturí por el mentón y se inciden las partes blandas unidas a la mandíbula a los dos lados, seccionando el suelo de la boca. A través de esta incisión se extrae la lengua. Se profundiza el corte hasta alcanzar la pared posterior de la faringe, y desde ahí, se disecciona todo el espacio prevertebral, retirando en un solo bloque

todas las vísceras del cuello. Al quedar a la vista el plano prevertebral se examina en superficie y mediante palpación de sus estructuras.

Tras la extracción en bloque, se examina parte por parte cuidadosamente. Se comienza por la lengua y se continúa por la faringe y la porción cervical del esófago, por su cara dorsal, y se examina su contenido. Después se examina la laringe. En su parte dorsal, si es necesario, se realiza un corte que se prolonga hacia la tráquea, imprescindible ocasionalmente para valorar el interior de estas estructuras.

Tiroides y paratiroides también son objeto de estudio a nivel cervical, así como las estructuras vasculares y nerviosas del cuello, completando así el estudio autópsico a este nivel.

Una vez obtenida la laringe y tras comprobar que se trata de una laringe sana, se congelan para evitar su deterioro y se clasifican en función del sexo. Se procede siempre a congelarlas en las primeras 24 horas tras la muerte del individuo, generalmente a los 10 minutos, y se descongelan en el transcurso de 24-48 horas a temperatura ambiente (20°C).

Una vez descongelada la laringe, retiramos la lengua , el hueso hioides y la epiglotis (Figura 43 y 44).

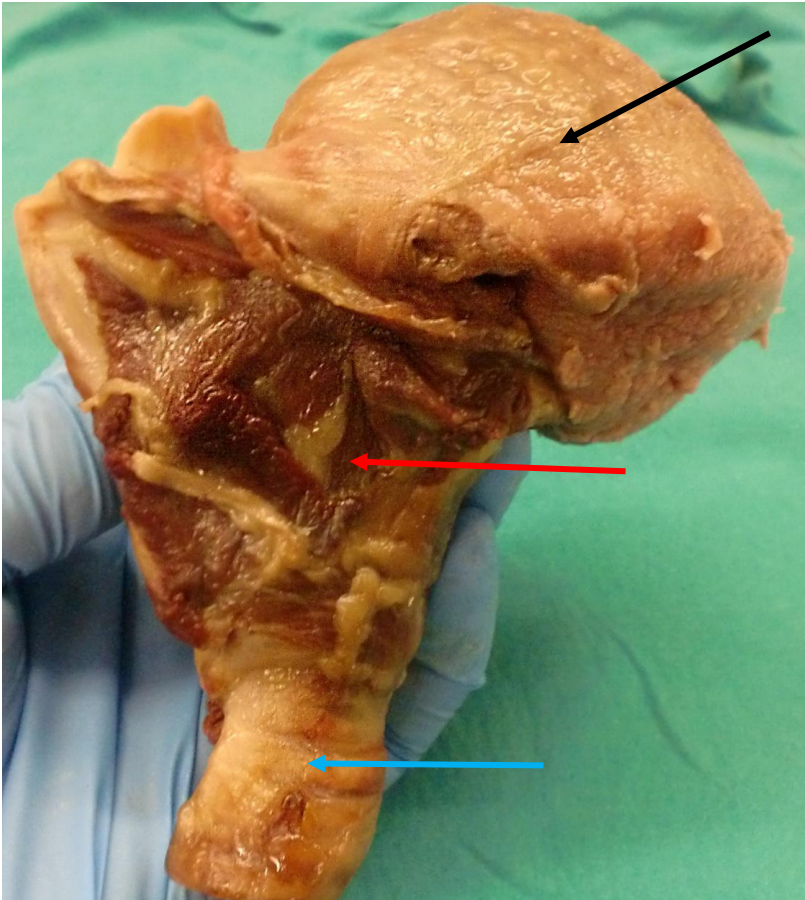


Figura 43: Laringe completa tras la descongelación. Visión lateral. La flecha negra marca la lengua. La flecha roja señala la laringe cubierta por la musculatura prelaríngea. La flecha azul señala la tráquea.





Figura 44: Lengua, hueso hioides y epiglottis que se retiran para el estudio.

Tras la retirada de las diferentes piezas anatómicas podemos visualizar el plano glótico con mayor facilidad (Figura 45).

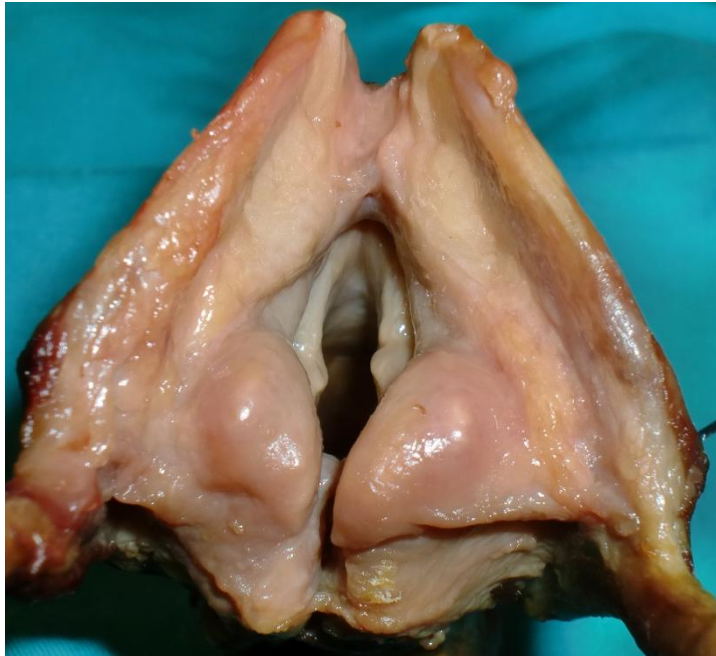


Figura 45: laringe de cadáver con exposición del plano glótico.

Con el plano glótico expuesto, visualizamos la posición de las cuerdas vocales, que es la posición cadavérica o paramedia, posición que presenta la cuerda vocal paralizada en el paciente vivo. Nos interesa, además, exponer la cara externa del cartílago tiroides en su totalidad. Así dejamos perfectamente visibles las dos alas tiroideas y la línea media. Para ello necesitamos retirar toda la musculatura prelaríngea.

A partir de este momento tomaremos en el cartílago tiroides una serie de medidas que nos permitan posteriormente comparar el tamaño y las referencias anatómicas en las distintas laringes.

Las medidas se llevan a cabo con un pie de rey, un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros tales como pulgadas (Figura 46).

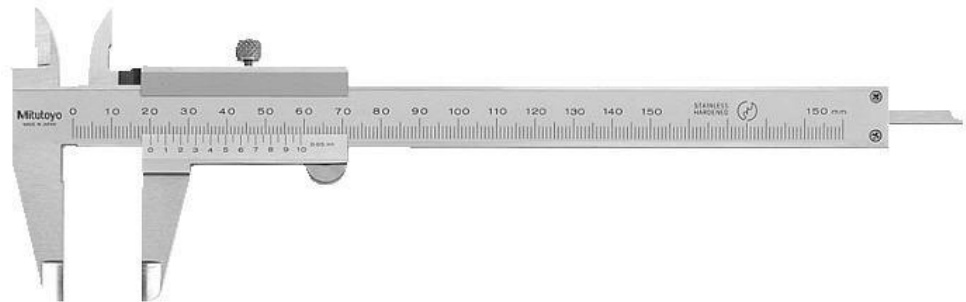


Figura 46: Pie de rey, utilizado para la toma de medidas en el cartílago tiroides.

Trazamos sobre el cartílago tiroides una serie de medidas que llamaremos por un lado Líneas y por otro lado Puntos de Referencia. Todas las medidas se toman en el lado izquierdo del cartílago tiroides y se comprueba su simetría con el lado derecho.

En primer lugar trazaremos la LÍNEA A, línea que se dirige desde el asta superior de un lado hasta el asta inferior del mismo lado.

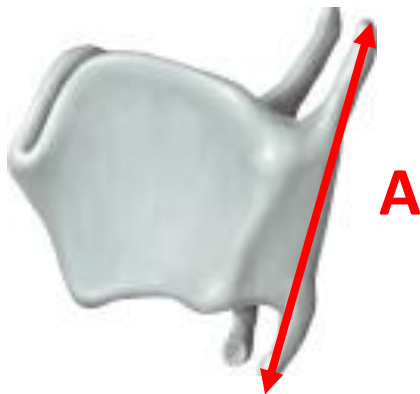


Figura 47: Medición de la línea A en cadáver. Esquema de la misma.

Trazamos una LÍNEA B que se dirige desde la escotadura tiroidea superior, siguiendo la línea media, hasta la porción inferior del cartílago.

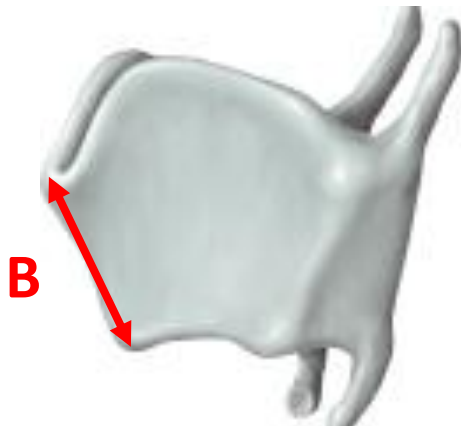


Figura 48: Medición de la línea B en cadáver. Esquema de la misma.

La LÍNEA C recorre el borde inferior del ala tiroidea excluyendo el asta inferior.

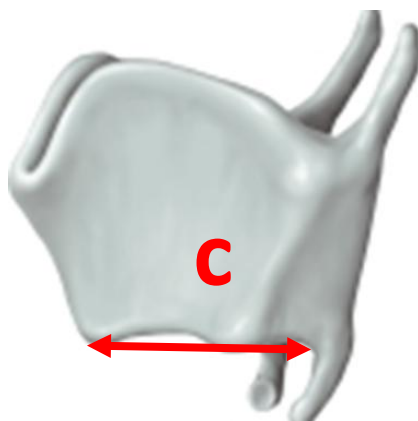


Figura 49: Medición de la línea C en cadáver. Esquema de la misma.

La LÍNEA D se traza desde la escotadura tiroidea superior, por el borde superior del ala tiroidea hasta alcanzar, sin sobrepasarla, el asta superior.

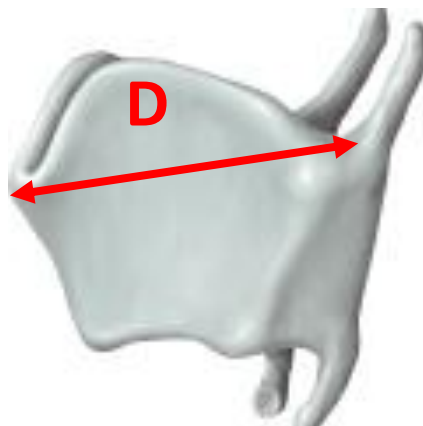


Figura 50: Trazado de la línea D en cadáver y de forma esquemática.



La LÍNEA E se dirige desde la porción inferomedial del cartílago tiroides hasta lo que denominamos tubérculo laríngeo, referencia anatómica esencial en la ya descrita tiroplastia de Montgomery.

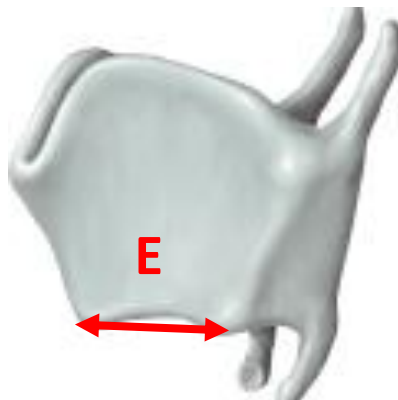


Figura 51: laringe de cadáver con medición de la línea E y esquema de la misma.



La LÍNEA F incluye toda la porción inferior del alta tiroidea, incluyendo el asta inferior.

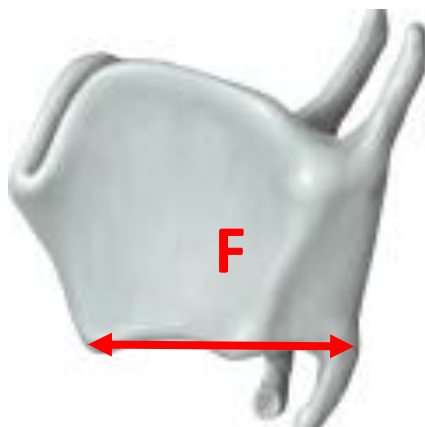


Figura 52: Medición de la línea F en cadáver. Esquema de la misma.

La LÍNEA G incluye todo el borde superior del ala tiroidea y, por tanto, también incluye el asta superior.

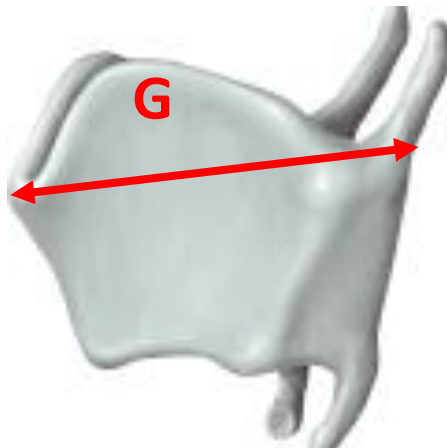
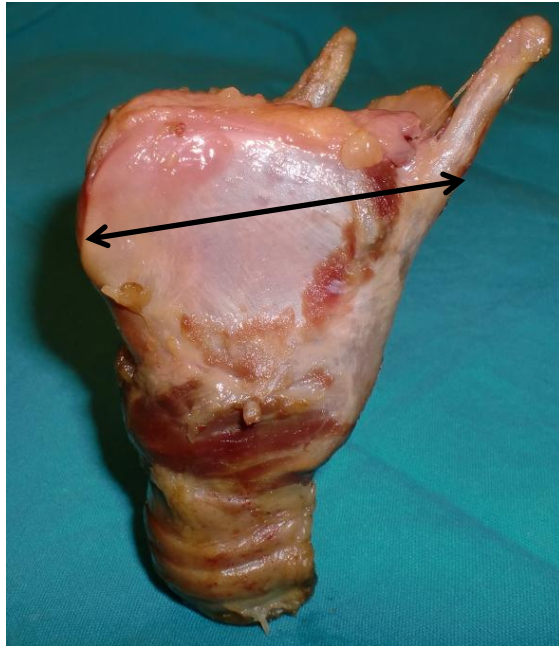


Figura 53: Medición de la línea G en cadáver. Esquema de la misma.

La línea H mide la altura del ala tiroidea en su extremo lateral justo antes de iniciarse la prolongación de las astas superiores e inferiores.

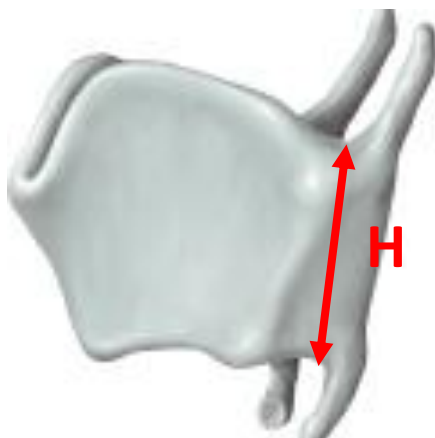


Figura 54: Medición de la línea H en cadáver. Esquema de la misma.

Nuestro objetivo último en la toma de medidas en el cartílago tiroideos es proyectar la cuerda vocal en el ala tiroidea.

Para trazar una línea recta, únicamente necesitamos dos puntos de referencia. Uno de esos puntos es la comisura anterior, que atravesamos de dentro de la laringe hacia fuera a través del cartílago mediante una aguja. La dirección de la aguja es paralela a las cuerdas vocales. El calibre de la aguja utilizada es 90 mm x 0,72 mm (Figura 55).



Figura 55: Aguja utilizada para la proyección de la cuerda vocal

Ese punto de salida lo llamamos PUNTO DE REFERENCIA NÚMERO 1 y lo ubicamos midiendo la distancia que existe entre dicho punto (proyección de la comisura anterior) y el borde inferior

de la porción medial del cartílago tiroideos, tal y como se muestra en la Figura 56.

Por tanto, el PUNTO DE REFERENCIA NÚMERO 1 es la proyección de la comisura anterior de las cuerdas vocales en el cartílago tiroideos.

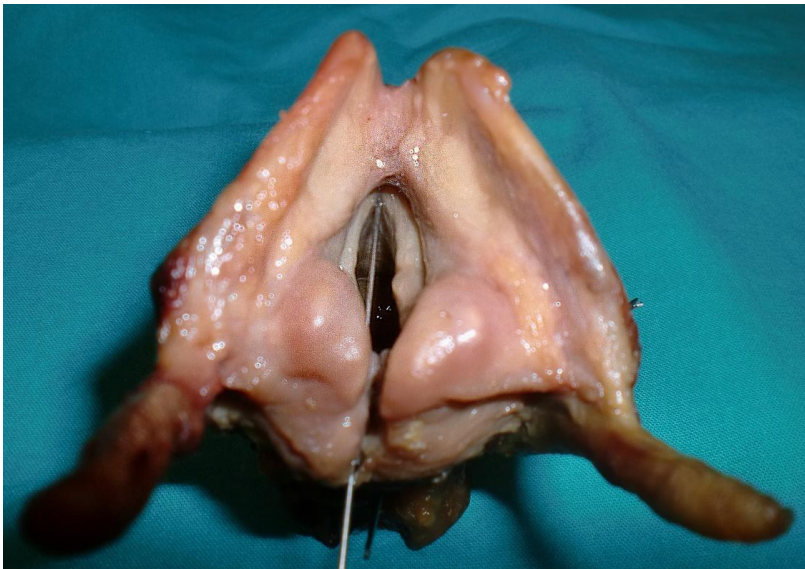


Figura 56: Se puede observar la aguja atravesando la comisura anterior a través del plano glótico.



Figura 57: vemos la aguja en la porción anterior y media del cartílago tiroides



Figura 58: Medición desde la proyección de la comisura anterior al borde inferior del cartílago tiroides.



Tras localizar el punto número 1, ubicaremos el PUNTO DE REFERENCIA NÚMERO DOS. Este punto se corresponde con la proyección de la apófisis vocal del aritenoides en el ala tiroidea. Para ello, nuevamente, atravesamos el cartílago tiroides con una aguja que pasa justo por delante de la apófisis vocal (Figura 59). El trayecto de la aguja es siempre perpendicular al ala tiroidea, de manera que forma con ella un ángulo de 90°.

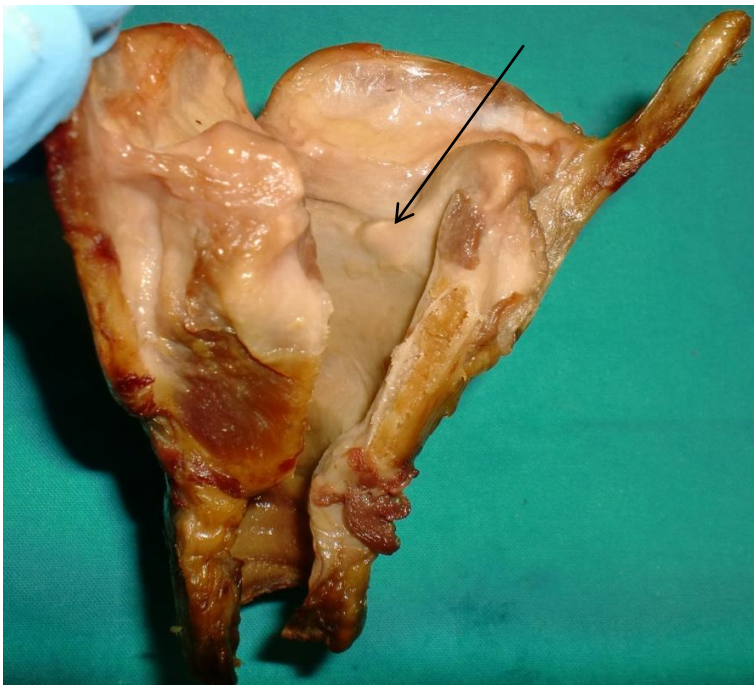


Figura 59: laringe de cadáver abierta dorsalmente. La flecha señala la apófisis vocal del aritenoides.

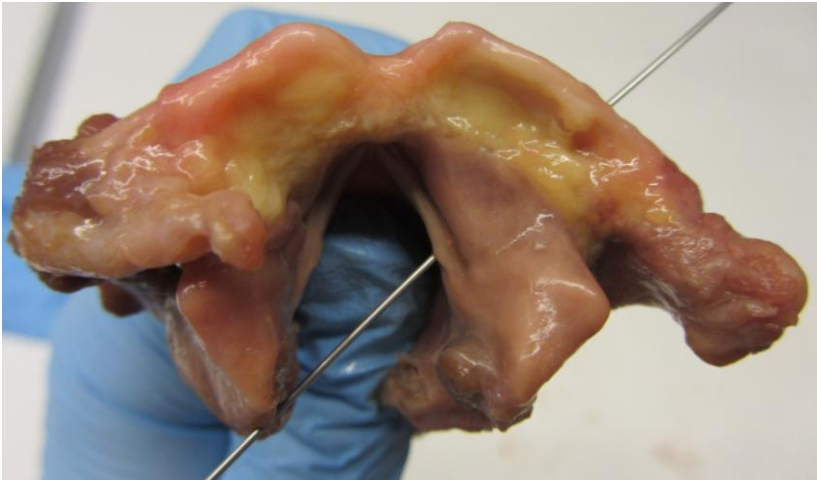


Figura 60: se aprecia la aguja atravesando la lámina tiroidea a la altura de la apófisis vocal del aritenoides.

El punto de salida de la aguja a través de la apófisis vocal se localiza tomando una medida más. Esa medida es la distancia que separa la proyección de la apófisis vocal del cartílago aritenoides del tubérculo inferior del cartílago tiroideo. A esta distancia la llamamos PUNTO DE REFERENCIA NÚMERO 2 (Figura 61).



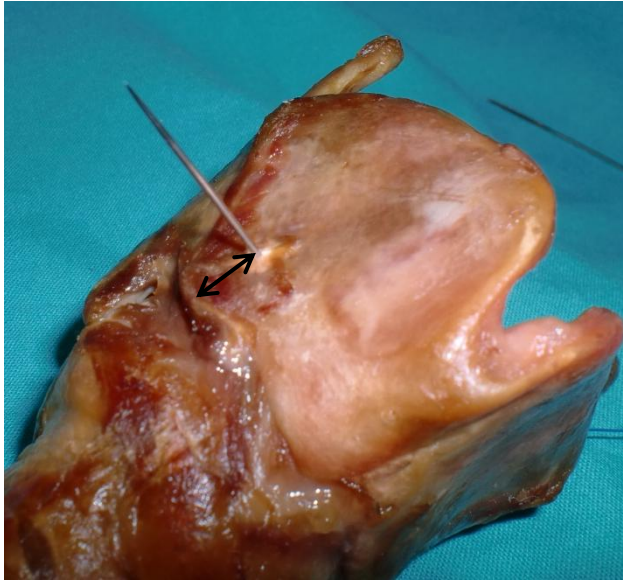


Figura 61: la flecha señala la medida que ha de tomarse para el punto de referencia número 2.

Una vez obtenidos los datos numéricos realizamos una análisis estadístico con SPSS v24. Se pretende con ello responder si el sexo influye en las medidas recogidas de las laringes, de la A a la H y los puntos de referencia R1 y R2.

Se utiliza la prueba paramétrica t de Student para 8 de las variables estudiadas que cumplen homogeneidad de las varianzas mientras que para 2 de las variables estudiadas que no cumplen dicha homogeneidad se utiliza la U de Mann Whitney.



## **4. RESULTADOS**



## Resultados

Los resultados de las medidas tomadas en las laringes de cadáver humano se recogen en dos tablas, una para las laringes de mujer y otra para las laringes de varón. Las medidas de la A a la H y las medidas de los Puntos de Referencia 1 y 2 se recogen en centímetros para cada una de las 14 laringes de mujer y cada una de las 14 laringes de hombre.

LARINGES DE MUJER														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	4	3,8	3,9	4	4,5	3,7	5,1	3,9	3,9	4,2	3,5	4,8	2,6	3,7
B	1,6	1,5	1,5	1,5	1,7	1,4	2,2	2	1,5	1,9	1,1	1,8	1,1	1,8
C	2	2,4	2,2	2,1	2,2	2,2	3,2	3	2,3	2,6	2,2	2,2	2,2	2,4
D	2,9	3,1	2,9	3	3,1	2,9	4,1	3	3	3,3	3	3,3	2,5	2,8
E	1,1	1,8	1,6	1,6	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,6
F	2,7	3	2,7	2,8	2,9	2,7	3,7	3,5	2,8	3	2,4	3	2,8	2,7
G	4	4	4	4,1	4	3,9	4,3	4,1	4	4	3	4,2	3,4	3
H	1,8	2	1,8	1,9	2	1,8	2,8	2,5	2	2,2	1,7	2,1	2,1	1,9
R1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,7	0,5	1,3	0,6	0,8	1	0,6	0,8	1,1	0,8
R2	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,5	0,9	0,6	0,7	0,9	1,3	1,4	1,1	1,2

Tabla 1: Muestra las medidas tomadas para cada una de las laringes de mujer en cm.

*Resultados*

---

LARINGES DE HOMBRE														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	5,5	5,4	5,2	5	5,5	5,6	6,2	5,5	5	4,4	5,6	4,8	5,1	5,4
B	1,7	1,8	1,8	1,5	1,9	1,7	1,8	2	1,5	1,7	1,8	1,8	1,6	2
C	2,6	2,5	2,5	2,4	2,5	2,6	2,5	3	2,3	3	3	2,6	2,4	2,7
D	3,7	4	3,9	3,8	4	3,9	4	3,5	3,6	2,8	4,5	3	3,5	4,1
E	1,8	1,2	1,5	1,4	1,5	1,7	1,2	1,5	1,5	2	2	2,2	1,6	1,8
F	3,9	3,4	3,5	3,5	3,7	3,9	3,1	3,5	3,8	3,5	3,6	3,5	3,7	3,6
G	4,5	4,7	4,5	4,3	4,5	4,6	4,6	4,5	4,1	4,4	4,6	3,8	4,4	4,6
H	2,2	2,5	2,3	2,2	2,5	2,6	2,8	2,5	2,2	2,3	2,7	2,5	2,4	2,6
R1	0,9	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8	0,6	1,1	0,4	1,2	0,8	0,9
R2	1,5	1	0,8	0,8	1	1,2	1	0,9	0,7	1,3	1,5	1,5	1,1	1,2

Tabla 2: Muestra las medidas tomadas para cada una de las laringes de hombre en  
cm.

En las dos tablas siguientes mostramos tres parámetros obtenidos de los resultados de las dos tablas previas. Por un lado tenemos el rango de cada línea y punto de referencia medido y entre paréntesis se puede observar la diferencia entre el dato numérico más elevado y el menos elevado, la media de sus valores y la mediana.

HOMBRES (cm)	RANGO	MEDIA	MEDIANA
A	4,4-6,2 (1,8)	5,3	5,4
B	1,5-2 (0,5)	1,757	1,8
C	2,3-3 (0,7)	2,614	2,55
D	2,8-4,5 (1,7)	3,735	3,85
E	1,2-2,2 (1)	1,635	1,55
F	3,1-3,9 (0,8)	3,585	3,55
G	3,8-4,7 (0,9)	4,435	4,5
H	2,2-2,8 (0,6)	2,45	2,5
R1	0,4-1,2 (0,8)	0,835	0,8
R2	0,7-1,5 (0,8)	1,107	1,05

Tabla 3: Rango, media y mediana de las medidas tomadas en las laringes de hombre en cm: líneas de la A a la H y puntos de referencia 1 y 2 (R1 y R2).

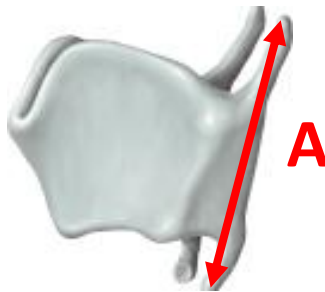
MUJERES (cm)	RANGO	MEDIA	MEDIANA
A	2,6-5,1 (2,5)	3,971	3,9
B	1,1-2,2 (1,1)	1,614	1,55
C	2-3,2 (1,2)	2,371	2,2
D	2,5-4,1 (1,6)	3,064	3
E	1,1-1,8 (0,7)	1,535	1,55
F	2,4-3,7 (1,3)	2,907	2,8
G	3-4,3 (1,3)	3,857	4
H	1,7-2,8 (1,1)	2,042	2
R1	0,5-1,3 (0,8)	0,778	0,75
R2	0,5-1,4 (0,9)	0,842	0,75

Tabla 4: Rango, media y mediana de las medidas tomadas en las laringes de mujer en cm: líneas de la A a la H y puntos de referencia 1 y 2 (R1 y R2).

A continuación presentamos los datos en forma de gráficas de dispersión en las que podemos observar la variabilidad de datos entre individuos del mismo sexo, comparándolas con individuos del género opuesto. Los mismos datos a su vez se presentan agrupados en forma de diagrama de barras para una rápida visualización de los mismos.



En la línea A, que mide la distancia entre el asta superior del cartílago tiroides y su asta inferior homolateral, los datos son bastante homogéneos.



Por norma encontramos que las laringes de hombre tienen una distancia entre astas mayor que la de las mujeres. Sin embargo, en algunos casos, como por ejemplo la laringe número 7 de mujer, se superan las medidas de varias laringes de hombre, tales como la laringe de hombre número 4, 9, 10 y 12 (Véase tabla 1 pág.165) .

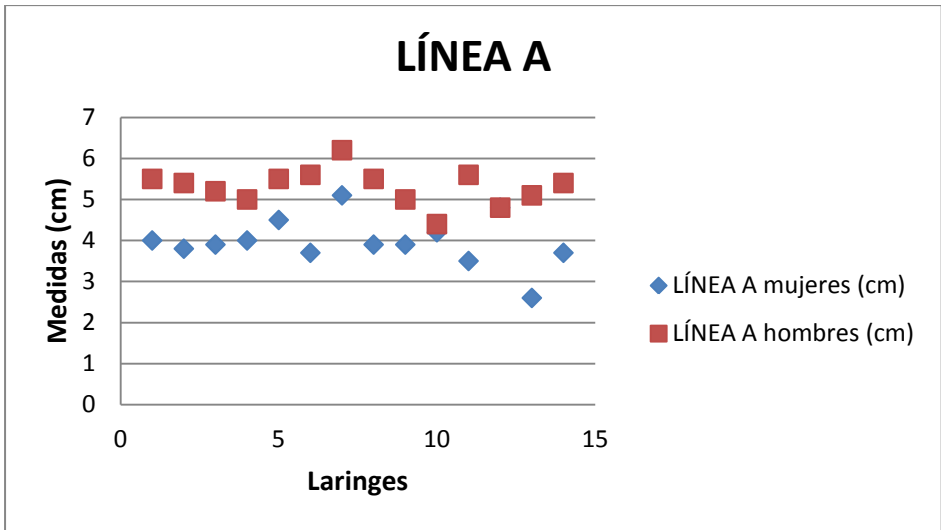


Figura 62: Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea A.

Además, en la línea A podemos destacar los datos reflejados en la tabla (*Véase tablas 3 y 4 págs 167 y 168*). El rango de la línea A en los hombres presenta diferencias de 1.8 cm entre individuos del mismo sexo, siendo esta diferencia mucho más destacable en el caso de la mujer, en la cual el rango permite visualizar diferencias en las medidas de hasta 2.5 cm.

Se trata de la medida que presenta una mayor diferencia entre individuos del mismo sexo.

En la línea B, los datos numéricos obtenidos de la toma de medidas en el hombre y en la mujer se entremezclan con mucha más evidencia en la gráfica.

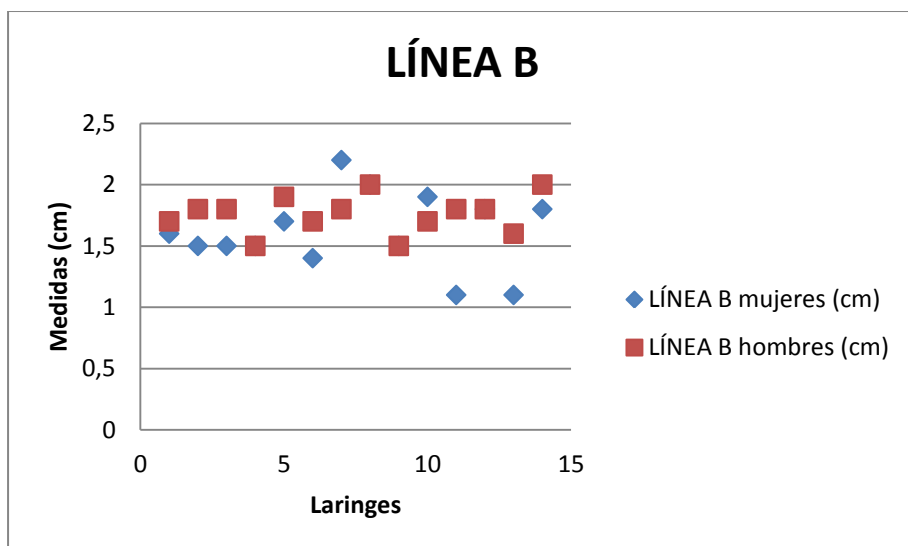
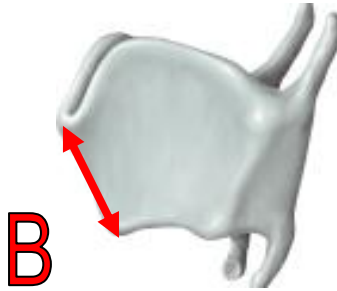


Figura 63: Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea B

La línea B mide la distancia, en la parte más anterior de la laringe, es decir, en su línea media, desde la escotadura tiroidea superior hasta el borde inferior del cartílago tiroides.

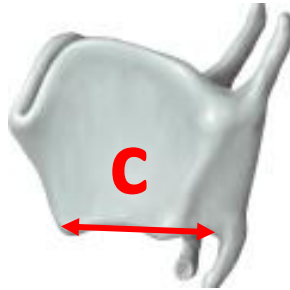


Esta distancia alcanza una mayor variabilidad en las laringes de mujer, pues dicha variabilidad supera el centímetro; pero en el caso de las laringes de varón las variaciones son de 0.5 cm. Esto hace que muchas laringes de mujer tengan datos muy similares a las laringes de hombre.

Si observamos la gráfica correspondiente a la línea B (véase *Figura 63 de pág 171*) vemos lo entremezclados que se encuentran los datos representados con cuadrado naranja (hombres) y los datos representados con rombo azul (mujeres).

Todas las laringes de mujer excepto la número 6, la 11 y la 13 igualan o superan, en el dato de la línea B, a alguna o a varias de las laringes de hombre.

La línea C es aquella que discurre por el borde inferior del ala tiroidea excluyendo el asta inferior del cartílago tiroideos.



La línea C presenta datos muy similares a los obtenidos para la línea B. Eso implica una variabilidad numérica mayor entre laringes de mujer que entre laringes de hombre, y algunas laringes de mujer de mayor tamaño que algunas laringes de hombre, pero eso ocurre con menor frecuencia que en la línea B.

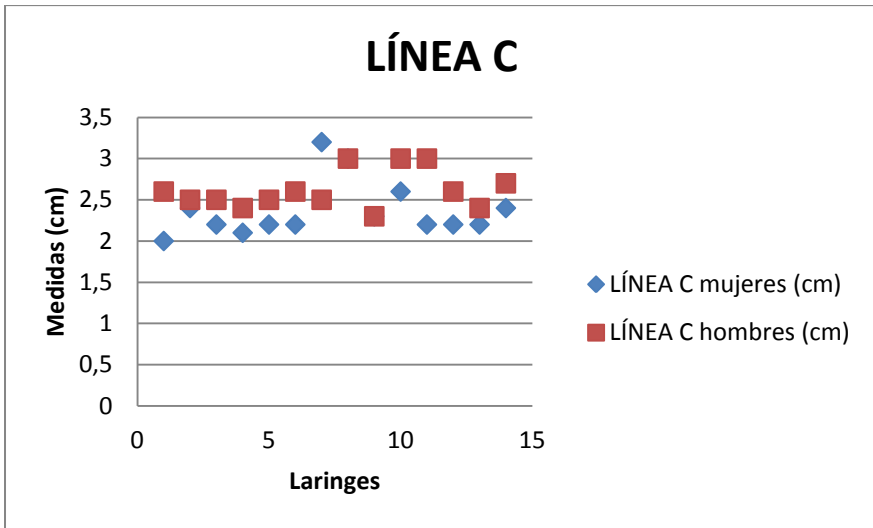
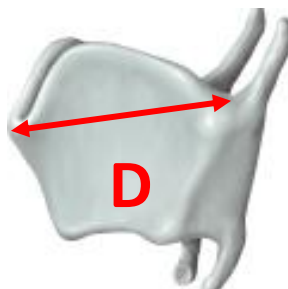


Figura 64: Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea C.

La línea D mide la distancia desde la escotadura tiroidea superior, por el borde superior del ala tiroidea hasta alcanzar, excluyéndola, el asta superior.



En esta línea se observa una mayor homogeneidad en los datos proporcionados para las laringes de mujer.

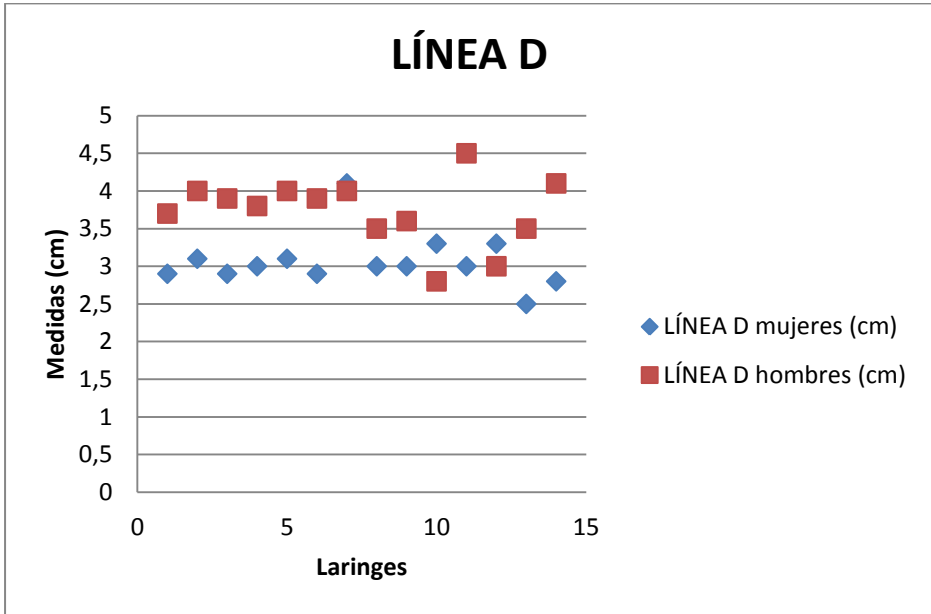


Figura 65: Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea D.

Existe un rango con una diferencia similar entre hombres (1.7 cm) y mujeres (1.6 cm), pero en este caso solo hay una laringe de mujer que difiere considerablemente de las demás. La laringe número 7 de mujer presenta una distancia de 4.1 cm, muy superior al

resto de laringes de mujer y muy similar a las laringes de hombre. Así aunque el rango entre hombres y mujeres es similar la media de esta medida difiere realmente más entre un sexo y el otro.

Es en este caso donde más homogéneos son los datos de las laringes de mujer, cuya tendencia hasta ahora ha sido a ser mucho más diferentes entre sí que las laringes de hombre.

A continuación se muestra un gráfico donde se representan la media de los datos obtenidos para las líneas A, B, C y D tanto para mujeres como para hombres.

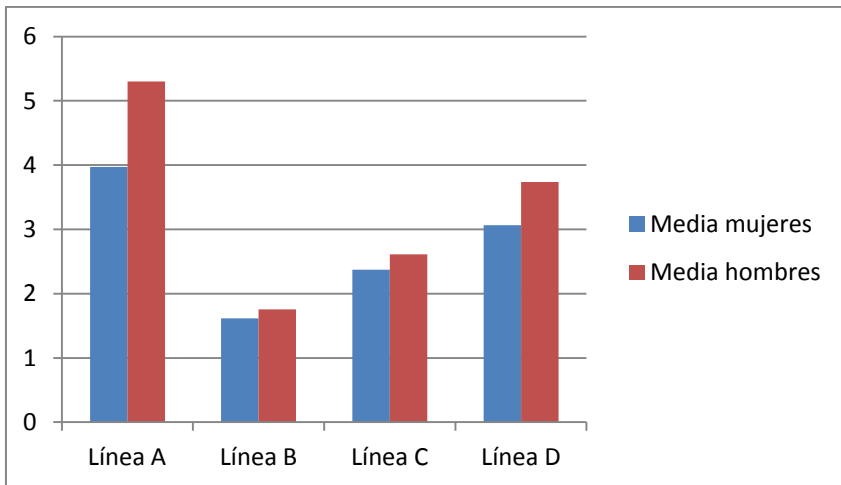
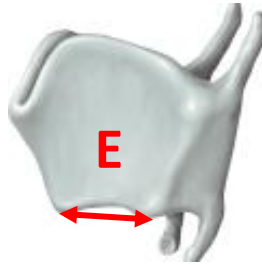


Figura 66: Diagrama de barras con las medias de las medidas A, B, C y D tanto para mujeres como para hombres.



La línea E mide la distancia entre la porción anterior y media del cartílago tiroides y el tubérculo inferior de la laringe.



La línea E en nuestro estudio muestra diferencias entre individuos del mismo sexo que alcanzan en el hombre el centímetro y en la mujer los 0.7 cm.

Si observamos la gráfica de la línea E posiblemente sea la gráfica donde más se entremezclan los valores entre individuos de diferente sexo (Figura 67).

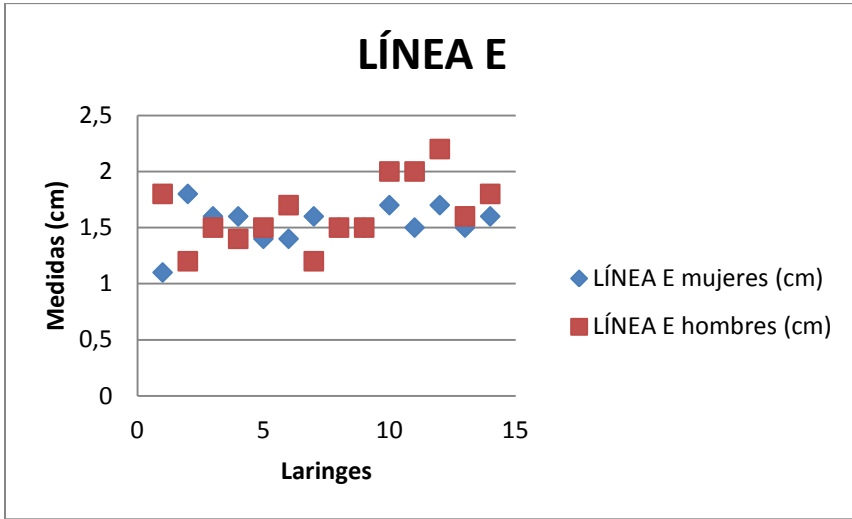


Figura 67: diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea E.

La línea F mide la longitud del borde inferior tiroideo incluyendo el asta inferior del cartílago tiroides y la línea G mide la longitud del borde superior tiroideo incluyendo el asta superior del cartílago tiroides.



En el hombre, la línea F muestra diferencias de 0.8 cm y en la línea G esas diferencias alcanzan los 0.9 cm. En la mujer, las

diferencias vuelven a ser mayores alcanzando los 1.3 cm tanto en la línea F como en la línea G.

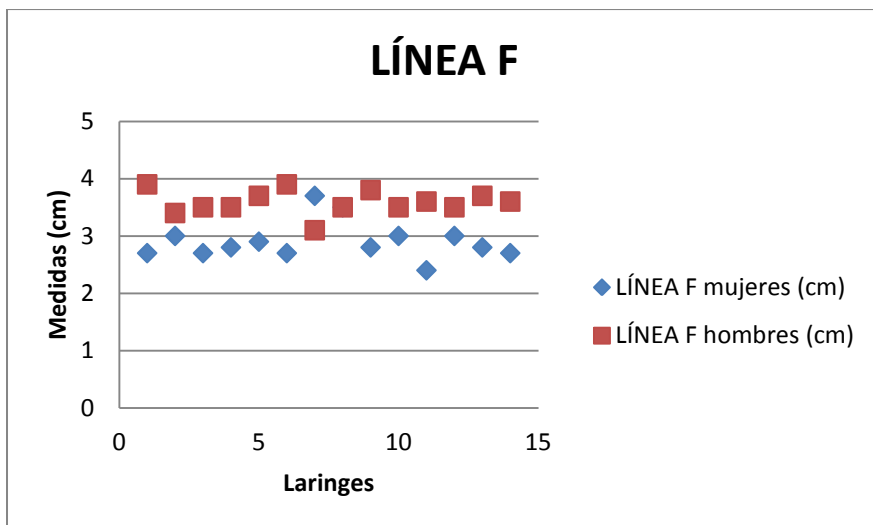


Figura 68: Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea F.

Las gráficas son similares. Por norma, tanto en la línea F como en la línea G, las laringes de hombre tienen una longitud mayor, tanto del borde superior del cartílago tiroideos como de su borde inferior.

En la línea F solamente la laringe de mujer número 7, nuevamente, supera en longitud a muchas laringes de hombre, de hecho las supera a todas excepto a la laringe de hombre número 1, a

la número 6 y a la número 9; e iguala a las laringes número 5 y número 13. Por tanto, la laringe número 7 de mujer supera a 9 de las 14 laringes de hombre. Si bien es cierto que ninguna de las otras laringes de mujer supera en longitud de su borde inferior a cualquiera de las laringes de hombre.

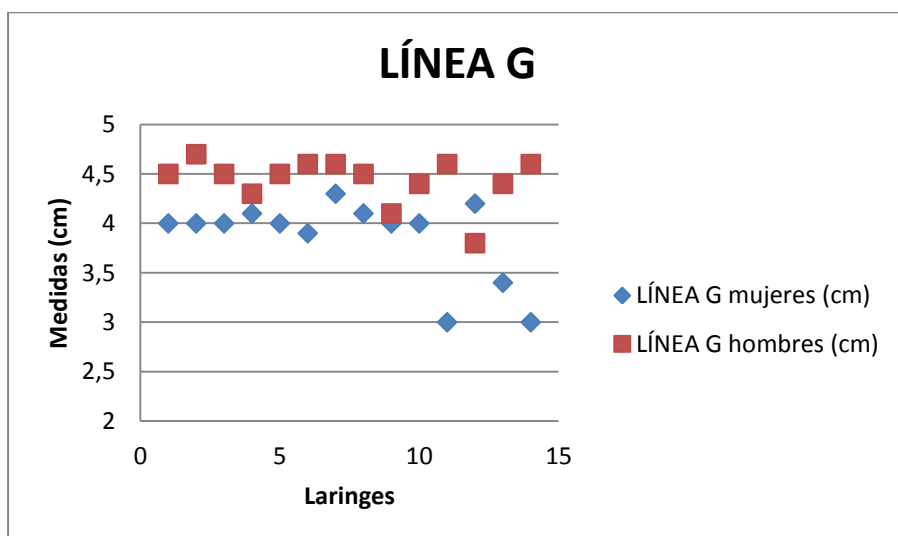


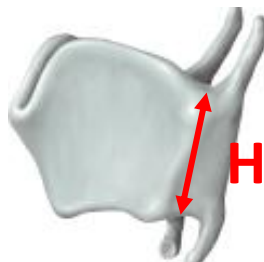
Figura 69: Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea G.

En la gráfica de la línea G vuelve a destacar que la laringe número 7 de mujer es claramente superior al resto de laringes de mujer; sin embargo, aquí no podemos observar con tanta claridad la

superioridad de esta laringe en dicho parámetro respecto a las laringes de hombre. Solo supera en longitud del borde superior del cartílago tiroides a dos laringes de hombre e iguala a una de ellas.

Sí que podemos destacar en esta gráfica que los datos de hombre son mucho más homogéneos que los datos de mujer. Solo una laringe de hombre difiere claramente del resto. Sin embargo, las laringes de mujer tienen sus puntos mucho más dispersos. Esa es la tendencia que hemos venido observando durante todos los resultados obtenidos.

La línea H mide la altura del ala tiroidea en su extremo lateral justo antes de iniciarse la prolongación de las astas superiores e inferiores.



La línea H muestra diferencias entre individuos varones de 0.6 cm y entre individuos femeninos nuevamente mayores, de 1.1 cm. Las laringes de hombre presentan datos más homogéneos y así queda reflejado en la gráfica correspondiente. Solo la laringe número 10 de mujer iguala a tres laringes de hombre, pero en cualquier caso no supera su longitud.

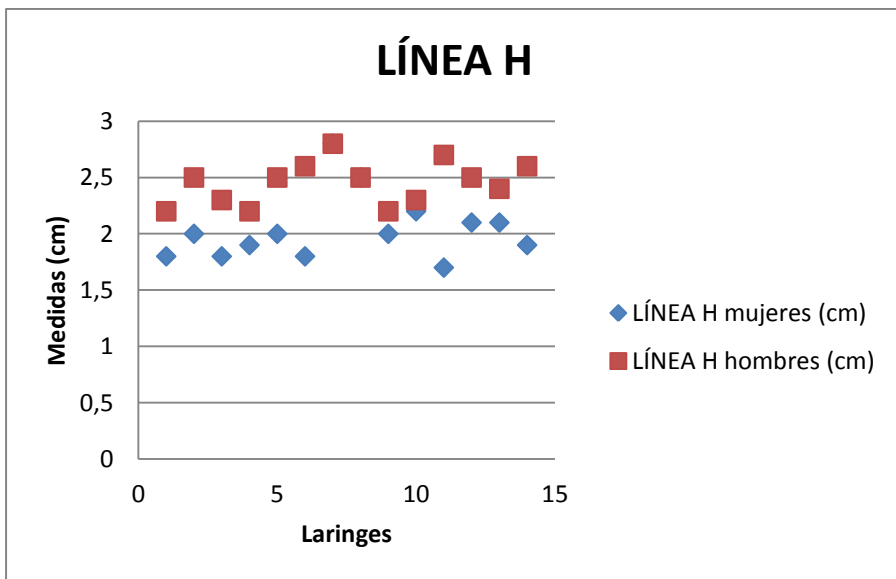


Figura 70: Diagrama de dispersión correspondiente a las medidas de la línea H.

Volvemos a mostrar una gráfica con las medias de los datos obtenidos para las 14 laringes de mujer y las 14 laringes de hombre en las líneas E, F, G y H.

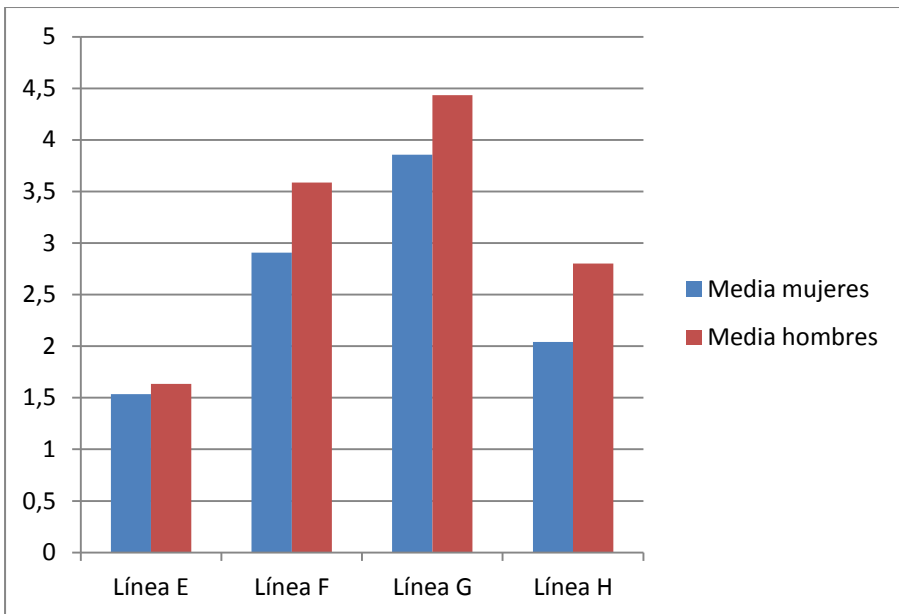


Figura 71:Diagrama de barras con las medias de las medidas E, F, G y H tanto para hombres como para mujeres.

Nuevamente observamos que, si solo atendemos a los datos generales, en este caso la media de las medidas tomadas, las laringes

de hombre por norma son de mayor tamaño que las laringes de mujer.

Tanto en esta gráfica de columnas como en la anterior (*véase pág 176*) observábamos las diferencias y la superioridad de los valores, en general, para las laringes de hombre. Si bien cabe destacar las dos columnas que representan la línea E. La columna de hombres sigue siendo superior a la de mujeres pero con una diferencia significativamente menor que en el resto de parámetros.

Por último nos quedan por analizar lo que hemos denominado en nuestro estudio como los puntos de referencia. La denominación es diferente porque la localización de dichos puntos adquiere especial importancia.

El punto de referencia número 1 ubica la proyección de la comisura anterior en el cartílago tiroideos. Y para ello mide la distancia entre dicho punto y el borde inferior del cartílago.





Figura 72: la flecha señala el punto de referencia número 1.

Este punto tiene una variabilidad entre individuos masculinos de 0.8 cm, exactamente la misma variabilidad que entre individuos femeninos.

Esto quiere decir que la altura a la que localizamos la comisura anterior de las cuerdas vocales difiere entre individuos del mismo sexo casi 1 cm, es decir, la posición de la cuerda vocal respecto al ala tiroidea puede ser muy variable y esa distancia puede depender también del tamaño del marco laríngeo.

Ocurre algo similar con el punto de referencia número 2. Este punto permite localizar la apófisis vocal del cartílago aritenoides y proyectarla en el ala tiroidea. Conseguimos ubicar este punto midiendo la distancia entre el mismo y el tubérculo inferior del

cartílago tiroideos. La variabilidad de este dato alcanza los 0.8 cm en el hombre y los 0.9 cm en la mujer.

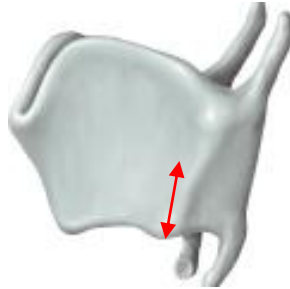


Figura 73: la flecha señala el punto de referencia número 2.

A simple vista, observando las gráficas a continuación para ambos puntos de referencia, podemos detectar la gran variabilidad entre los datos obtenidos entre individuos del mismo sexo y también con aquellos individuos de diferente sexo.

En el punto de referencia número 1 los datos se entremezclan de tal manera que el dato de menor distancia entre la comisura anterior y el borde inferior del cartílago pertenece a un hombre y es de 0.4 cm (laringe número 11 de hombre) y el dato de mayor distancia pertenece a una mujer y es de 1.3 cm (laringe número 7 de mujer). La diferencia entre ambos es de 0.9 cm.

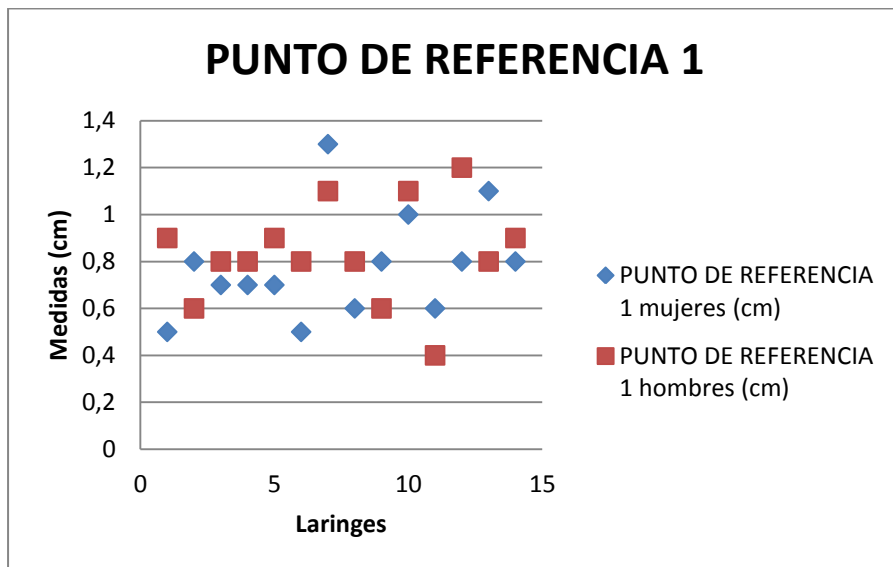


Figura 74: Diagrama de dispersión correspondiente al punto de referencia número 1.

En la gráfica del punto de referencia número 2 los datos siguen siendo muy variables pero en general existe una mayor distancia en los datos de las laringes de hombre que en los de las laringes de mujer. Aun así, solo hay cuatro laringes de mujer que en ningún caso igualan o superan a ninguna de las laringes de hombres, es decir, 10 de las 14 laringes de mujer tienen el punto de referencia número 2 de igual o mayor tamaño que algunas laringes de hombre.

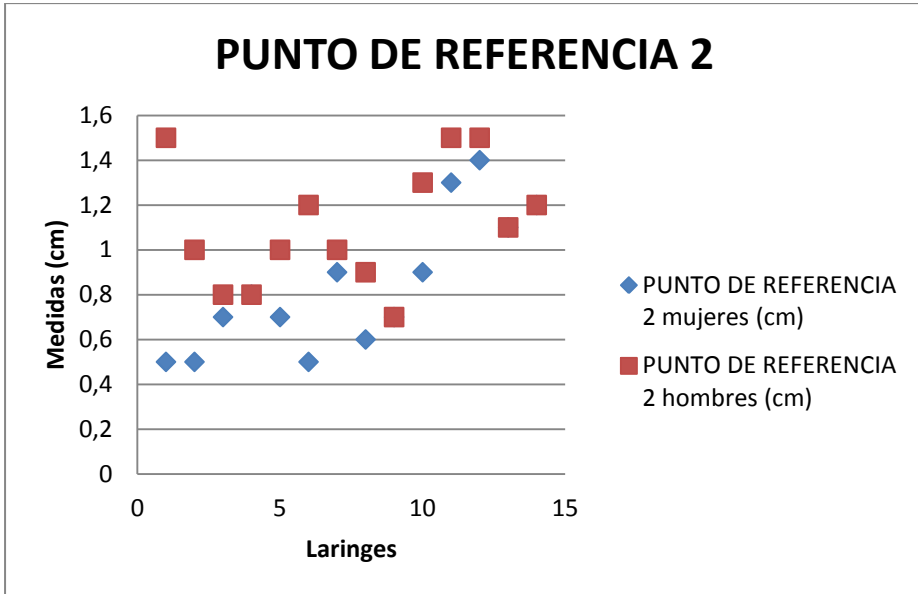


Figura 75: Diagrama de dispersión correspondiente al punto de referencia número 2.

Atendiendo a las medias de los datos obtenidos en los puntos de referencia 1 y 2 elaboramos la siguiente gráfica de columnas.

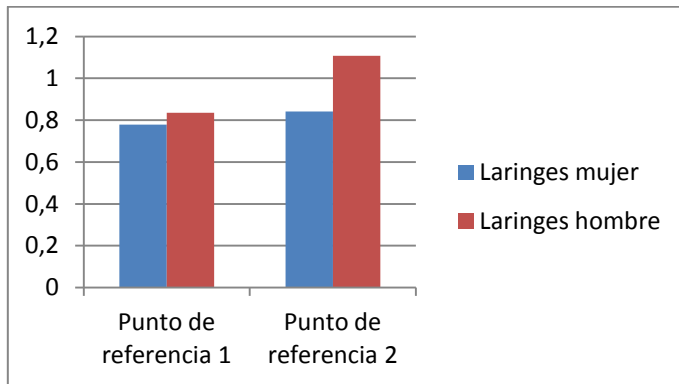


Figura 76: Diagrama de barras donde se observan las medias de los puntos de referencia tanto en hombres como en mujeres.

Nuevamente observamos que, si agrupamos los datos de las laringes de hombre y los comparamos con los datos de las laringes de mujer, atendiendo solamente al valor de la media, las laringes de hombre presentan una mayor distancia que las laringes de mujer.

La diferencia que encontramos en el punto de referencia número 1 entre géneros es mínima, de 0.057 cm. En el punto de referencia número 2 es de 0.265 cm entre la media de las laringes de hombre y la media de las laringes de mujer, ligeramente superior.

Con estos datos se realiza un estudio estadístico que permite el contraste de las medidas de la laringe según el género del paciente. Pretendemos responder si éste influye en las medidas recogidas de la laringe A, B, C, D, E, F, G, H, R1 Y R2, es decir, si hombres y mujeres presentan diferentes medidas en las 10 medidas tomadas.

Se han recogido medidas de 28 sujetos en las 10 posiciones medidas en centímetros, tratándose de variables recogidas escalaramente, mientras que el género es una variable Nominal dicotómica que diferencia muestras de hombres y mujeres.

En la tabla 5 se muestran los parámetros descriptivos de las 10 medidas tomadas en la laringe:

Sexo		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
A	Hombre	14	5,30	0,43	0,12
	Mujer	14	3,97	0,59	0,16
B	Hombre	14	1,76	0,16	0,04
	Mujer	14	1,61	0,31	0,08
C	Hombre	14	2,61	0,23	0,06
	Mujer	14	2,37	0,34	0,09
D	Hombre	14	3,74	0,44	0,12
	Mujer	14	3,06	0,36	0,10
E	Hombre	14	1,64	0,30	0,08
	Mujer	14	1,54	0,17	0,05
F	Hombre	14	3,59	0,21	0,06
	Mujer	14	2,91	0,34	0,09
G	Hombre	14	4,44	0,24	0,06
	Mujer	14	3,86	0,41	0,11
H	Hombre	14	2,45	0,19	0,05
	Mujer	14	2,04	0,30	0,08
R1	Hombre	14	0,84	0,21	0,06
	Mujer	14	0,78	0,23	0,06
R2	Hombre	14	1,11	0,27	0,07
	Mujer	14	0,84	0,30	0,08

Tabla 5: Estadísticas de grupo. Sexo\*Medidas de laringe.

Se observa que las mujeres, como ya habíamos comentado, presentan medias inferiores respecto a los hombres en las 10 medidas tomadas.

Para responder si existen diferencias en los resultados de las 10 medidas tomadas de la laringe entre hombres y mujeres se procede con un contraste de medias para 2 muestras independientes. Se plantea:

$H_0$ : la Media en las 10 posiciones de la laringe es igual entre hombres y mujeres

$H_1$ : la Media en las 10 posiciones de la laringe es diferente entre hombres y mujeres

Se toma un nivel de significación  $\alpha < 0,05$

Antes de proceder con un contraste de medias es preciso conocer si la variabilidad de las medidas recogidas es homogénea en las muestras de hombres y mujeres, supuesto que se contrasta mediante la prueba de Levene. Se plantea:

$H_0$ : la varianza en las 10 posiciones de la laringe es igual entre hombres y mujeres.

H<sub>1</sub>: la varianza en las 10 posiciones de la laringe es diferente entre hombres y mujeres.

Se toma un nivel de significación  $\alpha < 0,05$ .

El resultado de la prueba de Levene se muestra en la tabla 6:

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
A	Se basa en la media	0,250	1	26	0,621
B	Se basa en la media	5,140	1	26	0,032
C	Se basa en la media	1,013	1	26	0,323
D	Se basa en la media	1,025	1	26	0,321
E	Se basa en la media	5,127	1	26	0,032
F	Se basa en la media	1,301	1	26	0,264
G	Se basa en la media	2,995	1	26	0,095
H	Se basa en la media	0,846	1	26	0,366
R1	Se basa en la media	0,028	1	26	0,868
R2	Se basa en la media	0,220	1	26	0,643

Tabla 6: Prueba de homogeneidad de varianza. Sexo\*Medidas de laringe.



La prueba de Levene nos dice que existe homogeneidad de varianzas entre hombres y mujeres en las medidas A, C, D, F, G, H, R1 y R2

Se observa que el nivel de significación es  $>0,05$  en todas las pruebas, excepto en las medidas B y E. Se concluye que la varianza de las medidas A, C, D, F, G, H, R1 Y R2 es igual entre hombres y mujeres, mientras que es diferente en las medias B y E.

Se procede con la prueba paramétrica t de Student para las 8 variables que cumplen la homogeneidad de varianzas y con la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para las 2 variables en las que existe heterogeneidad de varianzas.

Los resultados de la Prueba t de Student para 2 muestras independientes para las posiciones: A, C, D, F, G, H, R1 Y R2 se muestran en la siguiente tabla (Tabla 7).

## Resultados

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
A	0,25	0,62	6,77	26,00	0,00	1,33	0,20	0,93	1,73
C	1,01	0,32	2,20	26,00	0,04	0,24	0,11	0,02	0,47
D	1,02	0,32	4,42	26,00	0,00	0,67	0,15	0,36	0,98
F	1,30	0,26	6,40	26,00	0,00	0,68	0,11	0,46	0,90
G	3,00	0,10	4,53	26,00	0,00	0,58	0,13	0,32	0,84
H	0,85	0,37	4,30	26,00	0,00	0,41	0,09	0,21	0,60
R1	0,03	0,87	0,69	26,00	0,04	0,06	0,08	-0,11	0,23
R2	0,22	0,64	2,44	26,00	0,02	0,26	0,11	0,04	0,49

Tabla 7: Prueba de Levene de igualdad de varianzas. Prueba t para la igualdad de medias.

El nivel de significación en las 8 pruebas para 26 gl es  $<0,05$ , por tanto, el género Sí influye estadísticamente en el tamaño de las posiciones A, C, D, F, G, H y se concluye que los hombres presentan medias superiores a las mujeres en estas 6 medidas. Lo mismo ocurre con los puntos de referencia 1 y 2.

Se procede con la prueba no paramétrica de contraste de medias para 2 muestras independientes U de Mann Whitney para las medidas B y E, cuyo resultado se muestra en la tabla 8:

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	B	E
U de Mann-Whitney	66,500	82,000
W de Wilcoxon	171,500	187,000
Z	-1,469	-,747
Sig. asintótica (bilateral)	,142	,455
Significación exacta	,150 <sup>b</sup>	,482 <sup>b</sup>
[2*(sig. unilateral)]		

Tabla 8: contraste de medias para 2 muestras

independientes: Sexo\* posiciones B y E

Se observa que el valor del estadístico U tiene un nivel de significación asociado  $> 0,05$  en las 2 pruebas, por tanto, no se rechaza  $H_0$  y se concluye que los hombres y mujeres presentan

medidas iguales en las posiciones B y E, es decir, hombres y mujeres presentan medidas homogéneas independientemente del género del paciente.

#### ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD INTRAGRUPOS

No se puede utilizar el estadístico Varianza muestral debido a que no se conoce el parámetro poblacional Varianza poblacional de las 10 medidas tomadas de la laringe.

Se examina la variabilidad de las 10 medidas tomadas de la laringe analizando el Coeficiente de variación (Cv) para cada muestra de hombres y mujeres (tabla 9).

El Cv relaciona la Desviación típica muestral con la Media muestral expresado en valores porcentuales.

	A	B	C	D	E	F	G	H	R1	R2
Media	4,636	1,686	2,493	3,400	1,586	3,246	4,146	2,246	0,807	0,975
Desviación estándar	0,847	0,253	0,313	0,522	0,243	0,442	0,443	0,321	0,218	0,312
Cv	18,3%	15,0%	12,5%	15,4%	15,3%	13,6%	10,7%	14,3%	27,0%	32,0%

Tabla 9: Análisis descriptivo de las 10 medidas tomadas en la laringe.

Se observa que la variabilidad es alta en las medidas R1 y R2, con valores del Cv del 27 y 32 %; mientras que en la medida A la variabilidad es moderadamente alta; considerándose baja en el resto de medidas.

Para cada sexo se proporcionan los parámetros descriptivos en la tabla 10:

Sexo		A	B	C	D	E	F	G	H	R1	R2
Hombre	Media	5,30	1,76	2,61	3,74	1,64	3,59	4,44	2,45	0,84	1,11
	Desviación estándar	0,43	0,16	0,23	0,44	0,30	0,21	0,24	0,19	0,21	0,27
	Cv	8,1%	8,8%	8,9%	11,8%	18,2%	5,9%	5,4%	7,8%	25,5%	24,4%
Mujer	Media	3,97	1,61	2,37	3,06	1,54	2,91	3,86	2,04	0,78	0,84
	Desviación estándar	0,59	0,31	0,34	0,36	0,17	0,34	0,41	0,30	0,23	0,30
	Cv	15,0%	19,4%	14,5%	11,7%	11,0%	11,6%	10,7%	14,6%	29,0%	36,0%

Tabla 10: Análisis descriptivo. Sexo\*10 medidas Laringe.

Se observa que en las medidas R1 y R2 la variabilidad es alta tanto en la muestra de hombres como en la muestra de mujeres; mientras que en la muestra de hombres la variabilidad es moderadamente alta en la medida E, y en la muestra de mujeres la variabilidad es moderadamente alta en la medida B.

De este análisis estadístico extraemos que en las medidas B y E la varianza es distinta entre hombres y mujeres ya que se observa que el valor del estadístico U tiene un nivel de significación asociada  $> 0.05$  en las dos pruebas, por tanto, no se rechaza  $H_0$  y se concluye que los hombres presentan medidas similares a las mujeres en las posiciones B y E.

Las posiciones R1 y R2 presentan una alta variabilidad en los sujetos independientemente del género pues dentro de cada grupo la dispersión es muy elevada. Ello apoya la afirmación de la existencia de variaciones anatómicas individuales.

## **5. DISCUSIÓN**





Como señalamos en la hipótesis de trabajo, con el presente estudio se planteó constatar las variaciones individuales en la anatomía del marco laríngeo. Esas variaciones se han estudiado a través de medidas en el cartílago tiroides que nos han permitido comparar el tamaño del mismo entre pacientes del mismo sexo y pacientes del sexo opuesto. Así mismo, hemos estudiado la relación topométrica entre la cuerda vocal y la cara externa del cartílago tiroides. El interés del estudio radica en dos motivos fundamentales: uno la necesidad de localizar la cuerda vocal, su comisura anterior y su apófisis vocal; ello tiene interés en la realización de determinadas cirugías tales como la tiroplastia de medialización o la laringectomía horizontal supraglótica y, el otro motivo, es la necesidad de mostrar que las diferencias en la posición de la cuerda vocal generalizadas en función del sexo del paciente pueden conducir a un pequeño porcentaje de resultados subóptimos en aquellas cirugías cuya técnica implique la localización de la cuerda vocal diferenciada en función del sexo del paciente.

Tras la búsqueda bibliográfica en los índices médicos habituales observamos la abundancia de estudios anatómicos de la

laringe que recalcan las diferencias anatómicas correspondientes al género<sup>39,40,41</sup> pero, aún asumiendo en algunos de ellos las diferencias inherentes a cada individuo, no se cuantifican dichas diferencias interindividuales, se generalizan los resultados en función del sexo del paciente, concluyendo habitualmente que el tamaño del marco laríngeo es de media más grande en el hombre que en la mujer, tal y como se extrae de forma generalizada de nuestros datos por grupos.

La anatomía de la laringe se ha estudiado desde el siglo II cuando Galeno<sup>24</sup> ya experimentaba con animales permitiendo así sentar las bases de los estudios posteriores. Desde entonces existen infinidad de estudios anatómicos que implican a la laringe, de ahí la importancia de los materiales y el método empleados en la presente tesis que nos ayudan a diferenciarnos del resto de estudios anatómicos. Todas las laringes se han conservado en frío, congeladas a -80°C en una nevera Eppendorf-CryoCube FC660. La extracción de la pieza anatómica va seguida de su inmediata congelación en un plazo máximo de 30 minutos tras el fallecimiento del paciente. Hemos utilizado la congelación como método de conservación de las laringes para poder compararnos con otros métodos que emplean el

formaldehído para el estudio histológico macro y microscópico diferido.

El formaldehído es, a temperatura ambiente, un gas incoloro con un olor penetrante.<sup>42</sup> Tiene múltiples utilidades y se usa ampliamente en los servicios de Anatomía Patológica de los centros sanitarios. Permite el procesado de los tejidos para su estudio y es compatible con el empleo simultáneo de otras técnicas histológicas.<sup>43</sup> Todo ello junto a la simplicidad de su uso y la posibilidad de preparar de una manera rápida, fácil y de bajo coste los tejidos hace que haya sido ampliamente utilizado. Pero, también es conocida su capacidad para provocar contracción en los distintos tejidos modificando así su estructura. A raíz de ello, han surgido múltiples estudios que miden sus efectos en diferentes tejidos tales como el cerebro humano, el tejido cervical, riñón e hígado bovino, pulmón...<sup>44,45,46,47</sup> Por supuesto, también se han estudiado dichos efectos en los tejidos que implican al área otorrinolaringológica. Un estudio realizado en los tejidos de la cavidad oral canina muestra una contracción de dichos tejidos del 30% como consecuencia de la utilización del formaldehído.<sup>48</sup>

El estudio de Kimura et al<sup>49</sup> se centra en cuantificar la deformidad geométrica de los tejidos de la cuerda vocal inmersos en formaldehído comparando los datos geométricos lineales de las laringes fijadas con formaldehído y las laringes fijadas con congelado rápido con nitrógeno líquido. Este método alternativo de rápida congelación se utiliza tanto en microscopía electrónica<sup>50</sup> como en los cultivos celulares<sup>51</sup> y se ha empleado también para el estudio de las propiedades dinámicas de la cuerda vocal.<sup>52</sup>

Parte de la base de que los datos geométricos obtenidos de estudios anatómicos de la cuerda vocal conservada con formaldehído son cuestionables. Toma únicamente dos medidas en un plano bidimensional. Las medidas se extraen de fotografías de cortes coronales de la laringe. Se trata de medir la profundidad de la cuerda vocal con una línea horizontal que discurre desde la superficie medial de la cuerda vocal a la superficie interna del cartílago tiroideos. Además, mide el espesor de la cuerda vocal, definido como la distancia vertical entre el borde inferior del músculo tiroaritenoides y la superficie superior de la cuerda vocal (Figura 77).

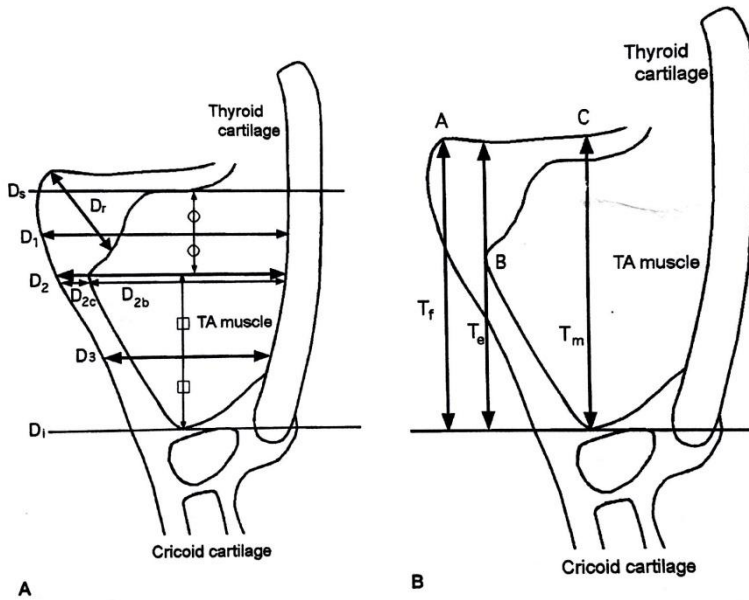


Figura 77: Toma de medidas en la cuerda vocal. Imagen A medidas transversales.

Imagen B medidas verticales. Tomada del artículo de Kimura et al.<sup>49</sup>

Los resultados de dicho estudio muestran una deformidad y distorsión significativa debido a la contracción de los tejidos asociada a la fijación con formaldehído. La distorsión de los tejidos la podemos encontrar en la superficie de la cuerda vocal, lateral al borde libre; en el propio borde libre que se encuentra irregular; y, en el músculo tiroaritenoides, que está más adelgazado.

Una vez demostrada la distorsión provocada por la conservación con formaldehído hemos de verificar que la conservación mediante congelación, tal y como presentamos en nuestro trabajo, permite un estudio más aproximado de la estructura de la laringe.

Retomando nuestro método de preservación de las laringes por congelación queremos señalar algunos datos de interés: Tamaya et al<sup>53</sup> emplea 15 laringes caninas para cuantificar las modificaciones geométricas producidas por el método de congelación para la preservación de la laringe. Pretende cuantificar la deformidad de la cuerda vocal durante el congelado rápido de la pieza anatómica y a lo largo de los diferentes estadios de descongelación. Los resultados sugieren que los cambios producidos en la longitud de la cuerda vocal (definida como la distancia de la comisura anterior hasta la apófisis vocal) como resultado de la congelación rápida y la posterior descongelación son del 1 al 2% y está incluido probablemente en el margen de error en la toma de medidas. Es más, mide la profundidad de la cuerda vocal y el grosor de la misma y los cambios varían del 5 al 10% pero demuestra que son reversibles con la descongelación de

la pieza anatómica. La diferencia en los porcentajes es significativa si se compara con los cambios estructurales de hasta el 30% que sufren los tejidos tratados con formaldehído y además destaca la capacidad de reversibilidad de dicho método de preservación.

Tanto el estudio de Kimura et al como el estudio de Tamaya et al y otros estudios anatómicos encontrados en la literatura<sup>54</sup> permiten cuantificar las escasas modificaciones provocadas por el método de conservación mediante congelación, pero todos ellos lo hacen en laringes caninas. Es cierto que dichas laringes son similares en tamaño y anatomía básica a las laringes humanas pero no podemos obviar las diferencias existentes entre ellas, como la falta de ligamento vocal en las laringes caninas y la inactividad del músculo tiroaritenoides. Son necesarios, por tanto, estudios anatómicos con estructura similar que permitan comparar geoméricamente laringes humanas conservadas en formaldehído con aquéllas conservadas mediante congelación.

A todo ello se le añade que los estudio encontrados son bidimensionales; probablemente para un mejor detalle geométrico

se requieran estudios tridimensionales y no la toma de medidas en dos planos.

El estudio de Chan et al<sup>54</sup> sin embargo, compara los cambios geométricos entre la congelación rápida y la congelación gradual de los tejidos. Este autor explica que las propiedades viscoelásticas de los tejidos de la cuerda vocal se ven alteradas en aquellas laringes caninas que se congelaron de forma gradual respecto a las laringes congeladas de forma rápida con nitrógeno líquido. Esto puede tener importancia en futuros estudios que realicemos en los cuales queramos profundizar en las propiedades viscoelásticas y la dinámica de la cuerda vocal. En el estudio que nos compete, nuestras laringes, congeladas de forma gradual, no presentan cambios en el tamaño y la forma macroscópica que, significativamente, alteren nuestros resultados pues se trata de un estudio puramente anatómico.

Por otro lado tenemos una población de estudio de 28 laringes lo cual puede parecer un número reducido pero es comparativamente mayor a muchos de los estudios existentes en la literatura.<sup>26,30</sup> No solo existe dificultad a la hora de obtener un número elevado de laringes sino que además éstas han de proceder



de cadáveres humanos lo cual hace del proceso algo mucho más complicado. En nuestro estudio no se han utilizado laringes de animales.

Los datos reflejados en el presente estudio permiten afirmar que las medidas tomadas en el marco laríngeo suelen, por norma, ser superiores en el hombre que en la mujer y esta superioridad es estadísticamente significativa en nuestra muestra al medir la distancia A (distancia en centímetros entre las astas superiores e inferiores del cartílago tiroides), C (medida del borde inferior del cartílago tiroides excluyendo el asta inferior del mismo), D (medida del borde superior excluyendo el asta superior del cartílago), F y G (miden la misma distancia que C y D pero en ambos casos se incluyen las astas del cartílago tiroides) y H (altura del cartílago justo por delante de las astas). Asumimos por tanto, tal y como demuestran los estudios anatómicos clásicos<sup>12,25</sup> que las laringes de hombre son más grandes que las laringes de mujer. Las medidas A, C, D, F, G y H hacen referencia al marco laríngeo. No implican en cualquier caso a la localización de la cuerda vocal.

Aquellas medidas que sí estaban implicadas en la localización de la cuerda vocal, parámetros B y E, no presentan diferencias significativas entre individuos del mismo género. Estos parámetros en determinadas cirugías tales como la tiroplastia de medialización,

adquieren un significado importante. Retomaremos el significado de estas medidas más adelante.

Como hemos comentado con anterioridad, los anatomistas clásicos ya describen una superioridad en el tamaño de las laringes de hombre pero ya entonces se especifica en todos y cada uno de los tratados clásicos que existe una gran variabilidad individual que ha de tenerse en cuenta. Así por ejemplo, en nuestro estudio la laringe nº7 de mujer presenta parámetros muy superiores a muchas laringes de hombre (*véanse tablas 1 y 2 págs 165 y 166*). Ello lleva a pensar que si bien podemos generalizar el mayor tamaño de las laringes masculinas, esa generalización puede conducir a errores en determinadas cirugías tal y como explicaremos más adelante.

En nuestros resultados adquieren especial relevancia los parámetros B y E que analizaremos por un lado y los puntos de referencia 1 y 2, analizados por otro lado.

Recordemos que la distancia B es aquella que mide la altura del cartílago tiroides en su porción anterior y media. Esta distancia guarda relación con la proyección de la comisura anterior. Esta proyección se determina con el punto de referencia número 1 que

mide la distancia entre la comisura anterior proyectada y el borde inferior del cartílago tiroides. Nuestro estudio estadístico muestra que no existen diferencias significativas en las medidas tomadas entre hombres y mujeres para el parámetro B y además analiza la variabilidad intragrupos del punto de referencia número 1 concluyendo que la variabilidad entre individuos del mismo sexo es muy elevada, del 25% en el caso de los hombres y del 29% en el caso de las mujeres, muy por encima de la variabilidad de parámetros como la medida G, que alcanza el 5% para hombres y el 10% para mujeres.

Por tanto deducimos que la porción más anterior y media del cartílago tiroides presenta medidas similares para hombres y mujeres y la variabilidad para localizar la comisura anterior en dicha porción del cartílago es muy elevada entre individuos del mismo sexo.

Existen cirugías donde se precisa localizar la comisura anterior de la cuerda vocal, por ejemplo para eliminar la porción supraglótica en cirugías parciales de laringe. La variabilidad anatómica es tal que creemos que establecer un parámetro numérico para localizar la comisura anterior puede conducir a errores durante

el acto quirúrgico. Más aún si establecemos esas medidas en función del sexo pues nuestros resultados muestran que no existen diferencias significativas entre las laringes de géneros diferentes.

Analizamos además el parámetro E y el punto de referencia número 2. El parámetro E mide la distancia entre la porción anterior e inferior del cartílago tiroides y el tubérculo inferior de la laringe; el punto de referencia número 2 mide la distancia entre la proyección de la apófisis vocal del cartílago aritenoides y el tubérculo inferior de la laringe. Nuevamente estos dos parámetros vuelven a estar relacionados por el tubérculo inferior de la laringe, referencia anatómica importante en la tiroplastia de medialización de Montgomery. Se muestra una gran variabilidad entre individuos del mismo sexo en el punto de referencia 2 alcanzando el 25% en los hombres y el 36% en las mujeres. Además no existen diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la distancia entre la porción anterior del cartílago y el tubérculo inferior de la laringe, por tanto los resultados obtenidos son homogéneos independientemente del género del paciente.

¿Qué implicaciones tienen estos resultados? Existen cirugías que requieren localizar la posición exacta de la cuerda vocal proyectada en el cartílago tiroideos. Este paso es imprescindible en la tiroplastia de medialización de la cuerda vocal paralizada. Hasta llegar a la técnica quirúrgica más utilizada en la actualidad, la tiroplastia de medialización de Montgomery, se describieron una serie de técnicas quirúrgicas que ya requerían el conocimiento exacto de la localización de la cuerda vocal, especialmente de la comisura anterior y la apófisis vocal del aritenoides.

Uno de los autores que describió esta técnica quirúrgica y que sentó las bases de las modificaciones quirúrgicas posteriores fue Isshiki.<sup>34,55</sup> Isshiki intenta localizar la cuerda vocal mediante un estudio anatómico realizado en laringes humanas.<sup>26</sup> En dicho estudio Isshiki afirma que la comisura anterior se localiza en el punto medio entre la escotadura tiroidea superior y el límite inferior del cartílago o mínimamente por encima de dicho punto. Admite que la variabilidad entre individuos no es desdeñable y por tanto en ocasiones también podemos localizar dicho punto por debajo del punto medio descrito. A partir de esta referencia anatómica expone durante la cirugía la

lámina tiroidea y localiza la comisura anterior en el punto medio. Una vez localizada extiende dicho punto lateralmente de forma paralela al borde inferior del ala tiroidea. Tras ello realiza una incisión con forma rectangular de 10x3 mm. El margen superior de dicho rectángulo se corresponde con la localización del nivel de la cuerda vocal. Isshiki no hace distinciones según el sexo de los pacientes en cuanto a la aplicación de la técnica quirúrgica.

Los resultados del estudio anatómico realizado por Isshiki muestran, como ya hemos comentado, una comisura anterior en el punto medio entre la escotadura tiroidea superior y el límite inferior del cartílago tiroideos con un margen de error de 2 a 3 mm en el hombre y 1 a 2 mm en la mujer.

Si realizamos el mismo planteamiento en nuestras laringes observamos que en nuestra serie existen mayores variaciones interindividuales que en la de Isshiki, tal y como se observa en las siguientes tablas (tablas 11 y 12).

Laringes de hombre	Longitud línea media (Línea B) en cm	Distancia de la comisura anterior al borde inferior (Punto de referencia 1) en cm	Punto medio en cm (línea B/2)	Distancia comisura anterior al punto medio en cm (posición comisura anterior respecto al punto medio)
Laringe 1	1.7	0.9	0.85	0.05 (por encima)
Laringe 2	1.8	0.6	0.9	0.3 (por debajo)
Laringe 3	1.8	0.8	0.9	0.1 (por debajo)
Laringe 4	1.5	0.8	0.75	0.05 (por encima)
Laringe 5	1.9	0.9	0.95	0.05 (por debajo)
Laringe 6	1.8	0.8	0.9	0.1 (por debajo)
Laringe 7	1.8	1.1	0.9	0.2 (por encima)
Laringe 8	2	0.8	1	0.2 (por debajo)
Laringe 9	1.5	0.6	0.75	0.15 (por debajo)
Laringe 10	1.7	1.1	0.85	0.15 (por encima)
Laringe 11	1.8	0.4	0.9	0.5 (por debajo)
Laringe 12	1.8	1.2	0.9	0.3 (por encima)
Laringe 13	1.6	0.8	0.8	0
Laringe 14	2	0.9	1	0.1 (por debajo)

Tabla 11: Distancias que permiten la localización en cm de la comisura anterior en las laringes de hombre.

La tabla con nuestros resultados para las laringes de hombre muestra que la distancia entre la proyección de la comisura anterior en el cartílago tiroides y el punto medio de la línea B (que mide la distancia entre la escotadura tiroidea superior y el borde inferior del cartílago tiroides) puede alcanzar en algunos casos hasta el medio



centímetro, es decir, los 5 mm. El margen de error en el estudio de Isshiki para las laringes de hombre era de 2 a 3 mm. Nuestras laringes presentan un máximo de variación por encima del punto medio de 0.3 cm y por debajo del punto medio de 0.5 cm, por tanto las medidas varían en un rango de 0.8 cm, es decir, 8 mm. Solo la laringe número 13 presenta con exactitud la misma localización para el punto medio y para la comisura anterior.

Con estos datos queremos mostrar que establecer la referencia de la comisura anterior en el punto medio del cartílago tiroideos puede conducir a errores pues, tal y como se muestra en nuestra serie de laringes de hombre, la variabilidad de localización de la comisura anterior puede alcanzar los 8mm, distancia considerable en un marco anatómico tan reducido como es el cartílago tiroideos.

A continuación presentamos los mismos resultados para las laringes de mujer (tabla 12).

Laringes de mujer	Longitud línea media (Línea B) en cm	Distancia de la comisura anterior al borde inferior (Punto de referencia 1) en cm	Punto medio en cm (línea B/2)	Distancia comisura anterior al punto medio en cm (posición comisura anterior respecto al punto medio)
Laringe 1	1.6	0.5	0.8	0.3 (por debajo)
Laringe 2	1.5	0.8	0.75	0.05 (encima)
Laringe 3	1.5	0.7	0.75	0.05 (por debajo)
Laringe 4	1.5	0.7	0.75	0.05 (por debajo)
Laringe 5	1.7	0.7	0.85	0.15 (por debajo)
Laringe 6	1.4	0.5	0.7	0.2 (por debajo)
Laringe 7	2.2	1.3	1.1	0.2 (por encima)
Laringe 8	2	0.6	1	0.4 (por debajo)
Laringe 9	1.5	0.8	0.75	0.05 (por encima)
Laringe 10	1.9	1	0.95	0.05 (por encima)
Laringe 11	1.1	0.6	0.55	0.05 (por encima)
Laringe 12	1.8	0.8	0.9	0.1 (por debajo)
Laringe 13	1.1	1.1	0.55	0,55 (por encima)
Laringe 14	1.8	0.8	0.9	0.1 (por debajo)

Tabla 12: Distancias que permiten la localización en cm de la comisura anterior en las laringes de mujer.

En las laringes de mujer podemos observar que las distancias desde la proyección de la comisura anterior al punto medio de la línea B varían de 0.55 cm por encima del punto medio a 0.4 cm por

debajo, es decir tiene una variación de 0.95 cm, 95 mm. Presenta casi 1 cm de diferencia entre laringes del mismo sexo. Para Isshiki esas variaciones en las mujeres eran de 1-2mm.

En nuestra muestra además de producirse más variaciones entre individuos del mismo sexo la variabilidad es aún mayor en las laringes de mujer que en las de hombre, a diferencia del estudio de Isshiki donde la variabilidad era mayor en las laringes masculinas.

Isshiki en su estudio intenta además localizar el resto de la cuerda vocal y como ya hemos comentado, para ello traza una línea paralela al borde inferior del cartílago tiroides; pero no aporta datos numéricos que complementan a aquéllos presentados para la comisura anterior. Además no especifica el número de laringes empleadas ni su método de conservación aunque sí especifica que se trata de laringes de cadáver humano.

Nuestro punto de referencia número 2 es de crucial importancia en la técnica descrita inicialmente por Isshiki y posteriormente perfeccionada por Montgomery. Este punto permite localizar la apófisis vocal del aritenoides. Pero además de localizar la apófisis vocal la relaciona con el tubérculo inferior de la laringe.

Dicho tubérculo es una referencia anatómica crucial en la técnica quirúrgica descrita por Montgomery.

La variabilidad de este parámetro es peculiarmente elevada. La medida E que relaciona la distancia entre la porción anterior del cartílago y el tubérculo inferior de la laringe alcanza los 7mm en la mujer y los 10 mm en el hombre. Esto quiere decir que en algunas laringes el tubérculo se encuentra 1 cm por delante o por detrás que en otras. Por tanto, esta referencia anatómica, que es empleada en la tiroplastia de medialización de Montgomery, es tan variable que puede conducir a algún error a la hora de establecer el lugar de localización de la apófisis vocal.

Lo mismo ocurre con el punto de referencia número 2. La variabilidad intragrupos es tal que establecer una medida que determine la distancia entre la apófisis vocal y el tubérculo inferior de la laringe puede conducir a errores durante la tiroplastia de Montgomery.

Montgomery<sup>7,35</sup> diseña un implante que permite solventar ciertas desventajas de la técnica inicialmente descrita por Isshiki tales como: la irreversibilidad de la cirugía una vez realizada y en

consecuencia la imposibilidad de ajustar un mal resultado tras la cirugía inicial, bien por infra o por sobrecorrección; la firmeza del cartílago o del bloque de silicona empleado para medializar la cuerda vocal en contraposición a la consistencia de los tejidos blandos de alrededor o la incapacidad de reducir el hiato posterior glótico tras la mayoría de las tiroplastias tipo I.

Montgomery crea un nuevo implante con diferentes tamaños que ya está preparado, por lo que reduce el tiempo quirúrgico. Al tener la misma forma para todos los pacientes permite emplear un modelo que probándolo nos lleve a conocer el tamaño adecuado de la prótesis a emplear, bien por la mejoría de la voz del paciente bien por la visualización del plano glótico mediante nasofibrolaringoscopia. Además el implante es más fácil de insertar y no se suele desplazar. Se puede retirar en caso de que se considere oportuno e incluso cambiar por una prótesis de otro tamaño sin necesidad de modificar la ventana tiroidea.

Describe una nueva técnica a partir de la práctica de la misma con laringes frescas de cadáver humano, tanto de hombres como de mujeres. Montgomery es el primero en diferenciar la técnica

quirúrgica según el sexo del paciente. Para localizar la ventana utiliza unos medidores (*véase pág 126 de la Introducción*) diferentes para hombre y para mujer. Localiza la apófisis vocal gracias a unas medidas tomadas justo por delante y justo por detrás del tubérculo laríngeo. En nuestro estudio aquellas medidas que mostraban homogeneidad independientemente del sexo del paciente están relacionadas con las referencias anatómicas empleadas por Montgomery. Si empleamos el método de Montgomery de forma generalizada en todos los hombres igual y en todas las mujeres igual puede ocurrir que localicemos la ventana tiroidea ligeramente por encima, por debajo, por delante o por detrás de donde debería estar. La distancia E es de los datos con mayor variabilidad interindividual y así queda reflejado en el estudio estadístico.

Otra medida importante a tener en cuenta es el punto de referencia número 2. Dicho punto mide la distancia entre la proyección de la apófisis vocal del cartílago aritenoides en el ala tiroidea y el tubérculo inferior de la laringe. Esta distancia tiene un rango de variabilidad de 0.8 cm en los hombres y de 0.9 cm en las mujeres. Eso quiere decir que la apófisis vocal del aritenoides

respecto al tubérculo laríngeo puede localizarse hasta casi 1 cm más lejos en unos pacientes que en otros. Montgomery emplea el mismo método y la misma toma de medidas para todos los pacientes en función del sexo.

La técnica descrita por Montgomery sigue teniendo sus desventajas. Es cierto que se puede modificar el tamaño de la prótesis y ajustar los resultados fonatorios durante el procedimiento. Pero también es cierto que una vez se ha creado la ventana en el cartílago tiroideos no se puede modificar su localización, solo podemos modificar el tamaño de la prótesis empleada. Si esa prótesis se encuentra a nivel de la banda ventricular podremos empujar más o menos la misma pero no podremos modificar la ventana tiroidea y hacerla inferiormente para conseguir el objetivo primordial de la cirugía, rotar la apófisis vocal permitiendo el cierre de la glotis posterior, tal y como describe Montgomery.

Por ello aunque la técnica descrita por Montgomery permitió avanzar en el tratamiento de las parálisis unilaterales de cuerda vocal creemos que aún podemos evitar el pequeño porcentaje de resultados subóptimos.

Los malos resultados tras la tiroplastia de Montgomery pueden deberse fundamentalmente a tres motivos<sup>37,56</sup>: la persistencia de una glotis posterior permeable durante la fonación, la malposición de la prótesis y/o un tamaño incorrecto de la misma y la extrusión del implante.

En un estudio realizado por C. Rosen<sup>57</sup> se recogen resultados postquirúrgicos en una encuesta que incluye a 7364 otorrinolaringólogos. Se estudia las laringoplastias de medialización y la aducción aritenoidea. En ellas la proporción de complicaciones, incluyendo complicaciones mayores y menores, es del 8.5%. Además, el 9.5% de los participantes en el estudio han experimentado una ausencia de mejoría o empeoramiento de la calidad de la voz tras las cirugías.

El 5.4% de las laringoplastias de medialización fueron sometidas a cirugías de revisión y, se observó que un 33% de estas cirugías requerían un implante de mayor tamaño. Solo el 6%, sin embargo, requirió un implante de menor tamaño. En el 8% de estos pacientes la cirugía que permitía optimizar los resultados consistía en reposicionar la prótesis por estar ésta mal ubicada. Sin embargo hay



que tener en cuenta que una vez realizada la ventana tiroidea según la técnica de Montgomery, ésta no se puede cambiar de ubicación.

Este dato no quiere decir que solo el 8% de los pacientes sometidos a cirugía de revisión tenían pobres resultados en la calidad de la voz. Existe una proporción mayor de resultados subóptimos en ambas cirugías, pero de todos los procedimientos quirúrgicos solo el 5.5 % de las tiroplastias fueron sometidas a revisión quirúrgica. Y de esas tiroplastias revisadas el 8% tenía una malposición de la prótesis.

El dato es similar en el estudio realizado por Cotter et al<sup>58</sup>, un 8,6% de los pacientes intervenidos de tiroplastia tipo I presentaba una posición subóptima de la prótesis, bien por encontrarse a nivel subglótico, bien por estar a nivel ventricular.

Estos estudios demuestran que existe un porcentaje de pacientes con resultados por debajo de los esperables debido a una posición incorrecta de la prótesis. Los pacientes se podrían beneficiar de unos mejores resultados postquirúrgicos si tuviéramos en cuenta que existen variaciones anatómicas individuales. Tras detectar estos problemas, diversos autores han modificado la técnica quirúrgica en un intento de optimizar los resultados.

Maves<sup>59</sup> et al, en 1989, describen una serie de modificaciones que permiten individualizar la técnica quirúrgica. Localizan la cuerda vocal paralizada mediante transiluminación y realizan la ventana tiroidea en la parte inferior del cartílago tiroideo. El límite inferior de dicha ventana es paralelo al borde inferior del cartílago y se encuentra a unos 3 mm de éste. El límite anterior de la ventana se sitúa, respecto a la línea media, a una distancia entre 5 y 10 mm. El límite posterior de la ventana no debe alcanzar la porción ascendente del cartílago cricoides. A pesar de que especifican que, en general, las ventanas tiroideas de las mujeres son más pequeñas que las de los hombres, realiza cada caso de forma individual, independientemente del sexo del paciente. Quizás el problema principal de esta cirugía sea la inexactitud con la que, en algunos pacientes, es localizada la cuerda vocal por transiluminación. Esta técnica no va a ser útil en aquellos pacientes que presenten una osificación de los cartílagos laríngeos, situación nada infrecuente a determinadas edades.

Carrau et al<sup>60</sup> intentan localizar la cuerda vocal y proyectarla en el cartílago tiroides durante la cirugía. Para ello cuenta con un fibrolaringoscopio que permite la visualización continua del plano

glótico. A la hora de diseñar la ventana tiroidea intentan, previamente, localizar la cuerda vocal introduciendo dos agujas a través del cartílago tiroides en la endolaringe. La primera aguja es insertada a una distancia de 5 a 10 mm de la línea media y de 5 a 7 mm medidos desde el borde superior del cartílago. Este punto sirve de referencia fundamental para el borde superior de la ventana tiroidea pues nos marca la superficie superior de la cuerda vocal. La misma aguja se reinserta 10 mm por detrás del primer punto, paralelo al borde inferior del cartílago tiroides. Esta segunda aguja permite dibujar el borde posterior de la ventana tiroidea al localizar el proceso vocal, punto de máxima medialización. (Figura 78)

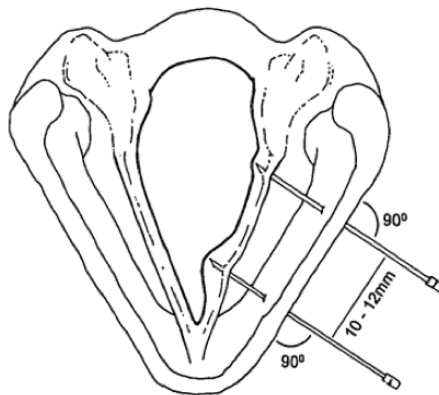


Figura 78: Plano glótico representado con la inserción de las agujas en la endolaringe. Tomada de Carrau et al.<sup>60</sup>

La longitud final de la ventana tiroidea es normalmente de 9 a 12 mm y la anchura de 5 a 6 mm. Siempre ha de dejarse un margen inferior respecto al borde del cartílago tiroideos de entre 3 y 4 mm.

Este autor nos muestra cómo la cirugía de la tiroplastia de medialización, estandarizada según el sexo del paciente, se modifica para individualizarla y de esta manera conseguir la correcta medialización de la apófisis vocal del aritenoides. El inconveniente de esta técnica es que intenta localizar la apófisis vocal del cartílago aritenoides mediante unas agujas rectas que no tienen en cuenta la angulación de la prótesis de Montgomery. Dicha prótesis no ejerce un efecto de medialización perpendicular al ala tiroidea sino que presenta una angulación posterior que debemos tener en cuenta.

Zapater et al<sup>61</sup> también describen una técnica quirúrgica que permite individualizar la cirugía de la tiroplastia de medialización. El procedimiento quirúrgico es exactamente igual al de Montgomery hasta la creación de la ventana tiroidea. Tras localizarla, en lugar de researla completamente, se elabora una línea de fresado en el medio de la misma de aproximadamente 7 x 3 mm. Esa línea permite introducir unos dispositivos de acero nuevos (Figura 79) que

reproducen la morfología de los dispositivos de BMP® pero son más estrechos y finos lo que les permite entrar por la línea de fresado y localizar la apófisis vocal. Esa localización la permite la visión continua del plano glótico mediante laringoscopia. Una vez localizada la apófisis vocal se completa la ventana tiroidea de Montgomery desplazándola hacia arriba y abajo, o lateralmente para que la ubicación sea exacta. Tras ello se prueban los medidores desechables de BMP® para elegir el número de la prótesis que se considere oportuno. Es en este procedimiento donde tenemos en cuenta la angulación de la prótesis de Montgomery pues los nuevos medidores respetan dicha inclinación tal y como se muestra en la figura 79.



Figura 79: se aprecia la angulación posterior de los nuevos medidores que reproduce la de los medidores de Montgomery.

Los autores concluyen que los resultados tras la aplicación de la nueva técnica quirúrgica han mejorado con respecto a los casos previos a la descripción de la técnica aumentando el tiempo máximo de fonación y disminuyendo de forma considerable la sintomatología derivada de las parálisis laríngeas.



Figura 80: medidores de Zapater et al (en gris) del 6 al 12 comparados con los medidores de Montgomery, en azul los medidores de hombre del 8 al 12 y en verde los medidores de mujer del 6 al 10. Se puede observar la existencia de la misma angulación pero con un tamaño más fino.

En este artículo se describe una modificación de la técnica de Montgomery para mejorar la ubicación de la prótesis. Lo hace con

anestesia general y mascarilla laríngea. La mascarilla laríngea es útil para introducir a través de la misma el fibrolaringoscopio y controlar la medialización de la cuerda vocal paralizada. En este caso la labor del anestesiólogo es fundamental pues debe mantener la relajación del paciente en el punto exacto que permite la medialización de la cuerda y mantenga permeable la vía aérea.

Montgomery describió inicialmente esta técnica con el paciente sedado pues establece que la incomodidad del proceso para el paciente con anestesia local puede complicar la cirugía. Además es especialmente molesto el control constante de la glotis con un fibroscopio. Sin embargo la intubación orotraqueal puede dificultar la visualización de la rotación de la apófisis vocal del aritenoides. Para ello Carrau et al<sup>62</sup> describen la tiroplastia de medialización bajo anestesia general con mascarilla laríngea. Así se visualiza la rotación de la apófisis vocal del aritenoides con el paciente bajo anestesia general. Ello supone renunciar a la fonación del paciente durante la cirugía.

Algunos autores<sup>63</sup> han demostrado que los fármacos utilizados durante la sedación en la cirugía de Montgomery influyen

en la calidad de la voz de los pacientes y la evaluación de la misma durante la cirugía se ve comprometida.

Hemos centrado el estudio en la tiroplastia de medialización de Montgomery pues las referencias anatómicas que utiliza son las que en nuestro estudio presentan una mayor variabilidad entre individuos del mismo sexo. Sin embargo existen otras cirugías donde también es importante conocer el nivel exacto de la cuerda vocal para llevarlas a cabo. Es el caso de Alonso,<sup>27</sup> que describió en 1947 la laringectomía horizontal supraglótica. Para realizar esta cirugía se incide el cartílago tiroides justo por encima de las cuerdas vocales. Localiza esa incisión en la unión entre el 1/3 superior y el 1/3 medio de la correspondiente ala tiroidea de atrás hacia delante y ligeramente hacia abajo, con la intención de alcanzar la línea media 1 cm por debajo de la escotadura tiroidea superior.

Ogura<sup>28</sup> populariza la técnica quirúrgica de Alonso y determina que el nivel de las cuerdas vocales está por encima del punto medio horizontal del borde anterior del cartílago tiroides. Especifica que el espacio preepiglótico acaba justo por encima de la



comisura anterior de las cuerdas vocales y es menos de la mitad de la distancia entre la parte superior y el borde inferior del cartílago tiroideos, es decir, la incisión debe estar en el 1/3 superior del cartílago tiroideos.

Tucker<sup>29</sup> en su estudio anatómico de las laringes es uno de los pocos autores que diferencia las laringes de hombre y de mujer. Explica que las bandas ventriculares y el ligamento tiroepiglótico están localizados en la superficie interna del cartílago tiroideos en un punto, aproximadamente, a mitad camino entre la escotadura tiroidea superior y el borde inferior del cartílago en el hombre y aproximadamente en la unión entre el 1/3 superior y los 2/3 inferiores en la mujer.

Estos tres autores intentan localizar básicamente la altura de las cuerdas vocales. Sin embargo no hacen un mapeo de la longitud de la cuerda vocal; solamente pretenden conocer el nivel para poder aplicarlo a las cirugías parciales en las neoplasias de laringe e hipofaringe. En estos estudios anatómicos no se localiza la apófisis vocal del cartílago aritenoides por lo que no tienen utilidad para la tiroplastia de medialización.

Demostrada la importancia de conocer la anatomía para las diversas técnicas quirúrgicas que implican a la laringe y en concreto a la cuerda vocal, no es de extrañar la existencia de otros estudios anatómicos en la literatura.

Así tenemos por ejemplo el estudio realizado por Meiteles et al<sup>30</sup> que vuelven a reafirmar la necesidad de conocer el nivel real de la cuerda vocal proyectada en el cartílago tiroideos para determinadas cirugías laríngeas. Ese estudio surge principalmente de la necesidad de mejorar los resultados de las tiroplastias realizadas. Observa que, ocasionalmente, la ventana tiroidea acaba en un nivel por encima de las cuerdas vocales y ello condiciona resultados subóptimos. Es, por tanto, preciso conocer la proyección de la cuerda vocal sobre el cartílago tiroideos mediante el estudio anatómico de las laringes de cadáver.

La principal diferencia con nuestro estudio anatómico es que emplea un número más reducido de especímenes laríngeos y los conserva en formaldehído. Nosotros tenemos un mayor número de laringes (28 frente a sus 18) y las conservamos mediante congelación. Si las laringes están incluidas en formaldehído los datos obtenidos

pueden estar por debajo de los reales, ya que el formaldehído provoca la contracción de los tejidos blandos.

La técnica que emplea para la toma de medidas se explica en la Introducción de la presente tesis (*Véase pág 108*). Sus resultados demuestran que la comisura anterior está por encima del punto que marca la mitad de la línea media del cartílago tiroides en todos los especímenes de hombre con una variabilidad de 1 a 3 mm. En dos de esas laringes de hombre la comisura anterior está justo en la unión entre el tercio superior y los 2/3 inferiores de la línea media.

Si lo comparamos con los resultados obtenidos en nuestras laringes de hombre la comisura anterior está por encima del punto medio en el 36% de las mismas y por lo tanto difiere de lo expuesto por Meiteles et al en el que todas sus laringes excepto dos están por encima del punto medio. Esas dos ubican su comisura anterior justo en el punto medio. En nuestra serie sólo lo hace una y el resto, un 57%, localiza su comisura anterior por debajo del punto medio. Meiteles homogeniza sus resultados incluyendo todas las proyecciones de la comisura anterior en las laringes de hombre por encima del punto medio del cartílago tiroides. Sin embargo nuestros

resultados arrojan unos datos mucho más variables entre individuos del mismo sexo siendo localizada la comisura anterior por debajo de la línea media en la mayoría de los especímenes laríngeos.

En las laringes de mujer la comisura anterior está localizada por debajo de la unión entre el  $1/3$  superior y los  $2/3$  inferiores de la línea media del cartílago tiroides en todos los especímenes. En dos de las laringes de mujer la comisura anterior, está justo en el punto medio. Nuestros resultados difieren pues en el grupo de laringes de mujer el 43% presenta la comisura anterior por encima del punto medio con una variabilidad del 0.5 a los 2 cm. En el mismo punto medio no se encuentra ninguna de las laringes de mujer a diferencia del grupo de Meiteles et al en que dos de ellas presentan la comisura anterior justo en el punto medio. El resto de las laringes (57%) presenta una comisura anterior por debajo del punto medio. Nuevamente observamos la gran variabilidad intragrupo.

Sería lógico con estos resultados pensar en que a la hora de realizar una laringectomía horizontal supraglótica la incisión en el cartílago tiroides debe realizarse siempre por encima de la línea

media. Pero no podemos determinar con exactitud a cuántos mm por encima de la línea media nos vamos a encontrar la comisura anterior.

Los datos numéricos reflejados en este estudio no solo localizan la comisura anterior respecto a la escotadura tiroidea superior sino que también determinan la longitud de la cuerda vocal. Menciona que existen una serie de marcas anatómicas dignas de destacar. Una de ellas es el borde inferior del ala tiroidea que varía de forma muy considerable desde algunas laringes con un borde muy suave a otras laringes con un borde muy irregular. Y, destaca, lo cual es esencial en nuestro estudio, la gran variabilidad anatómica que presenta el tubérculo inferior de la laringe, de laringes que lo tienen muy prominente a laringes en las que dicho tubérculo se difumina con el borde inferior del ala tiroidea. En la tiroplastia de medialización dicho tubérculo es una referencia anatómica esencial y puede conllevar a variaciones en la toma de las medidas, no solo por las variaciones individuales que encontramos sino también porque, durante la cirugía, la exposición lateral del borde inferior del cartílago tiroideo y su tubérculo laríngeo puede verse dificultada por las inserciones del músculo cricotiroideo.

Esta variabilidad queda patente en nuestro estudio y, de hecho, a diferencia del estudio de Meiteles, nosotros la plasmamos de forma numérica.

Friedrich and Lichtenegger<sup>64</sup> realizan un estudio anatómico en el que utilizan laringes de cadáver en fresco, congeladas y en formaldehído. Establecen que no existen diferencias en las medidas tomadas dependiendo del método de conservación y además establecen la ausencia de asimetrías entre la parte derecha y la izquierda de las laringes. Eso apoya que en nuestro estudio anatómico se estandarice la toma de medidas de sólo un lado y se haya comprobado la ausencia de diferencias respecto al lado contralateral.

Este estudio toma una serie de medidas y establece la existencia o no de diferencias significativas en función del sexo del paciente. Sí existen esas diferencias cuando la medida a tomar es el ángulo del cartílago tiroides pero en las medidas tomadas en el plano glótico, en valores absolutos, no existen diferencias estadísticamente significativas relacionadas con el género del paciente.

Concluye por tanto, tal y como nosotros lo hacemos, que los resultados obtenidos han de tenerse en cuenta para la cirugía funcional de la laringe intentando adaptarla a la situación anatómica individual.

Sprinz et al<sup>41</sup> estudian la anatomía laríngea en especímenes de cadáver humano, 52 hombres y 46 mujeres. Toman una serie de medidas en las laringes en fresco sin ningún tipo de conservación. Al igual que en nuestro estudio proyectan la comisura anterior en el cartílago tiroides y determinan que se localiza, en los hombres, por debajo de la mitad de la línea media y anterior del cartílago en el 80% de los casos con un rango de 1 a 2.5mm y en el resto en el punto medio. En las laringes de mujer el 80% de los casos está justo en el punto medio y en el resto está por encima.

Establecen en términos generales que el ángulo del cartílago tiroides en las mujeres es mayor y que las dimensiones de las laringes en el hombre son mayores, pero destacan la gran variabilidad e irregularidad de la laringe independientemente del sexo.

Como podemos observar no sólo existen una considerable cantidad de estudios anatómicos en la literatura sino que los datos

obtenidos de los mismos difieren mucho entre unos y otros concluyendo en la mayoría de ellos que aunque generalicemos parámetros en función del sexo del paciente no podemos obviar la gran variabilidad entre individuos tal y como queda reflejado en nuestro estudio. Sabemos que ello puede tener implicaciones quirúrgicas con resultados subóptimos si generalizamos la cirugía en función del sexo del paciente. Esos resultados son claramente mejorables con técnicas que atiendan a las necesidades específicas de cada paciente derivadas de sus peculiaridades anatómicas independientemente de su género.



## **6. CONCLUSIONES**



Del presente estudio podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Las medias de las medidas tomadas en las laringes de hombre en términos generales superan a las medias de las laringes de mujer. En general en las medidas del marco laríngeo no implicadas en la tiroplastia de medialización las laringes de hombre tienen un tamaño mayor que las laringes de mujer y se demuestra de forma estadísticamente significativa.
2. Atendiendo a las medidas individuales, algunas laringes de mujer superan en tamaño, en todos los parámetros estudiados, a la mayor parte de laringes de hombre.
3. Existen diferencias estadísticamente significativas en la anatomía de la laringe en individuos del mismo sexo. Esas diferencias destacan en aquellos parámetros referidos a la comisura anterior y la apófisis vocal del aritenoides. La

variabilidad entre los pacientes del mismo género es muy elevada.

4. El tubérculo laríngeo es una de las estructuras anatómicas de la laringe cuya ubicación es más variable en ambos géneros. Esta referencia anatómica es crucial en la cirugía de medialización de la cuerda vocal paralizada
  
5. La ocasional mala ubicación de la prótesis en la tiroplastia de Montgomery puede deberse a la generalización de la técnica quirúrgica en función del sexo del paciente.

## **BIBLIOGRAFÍA**



1. Sadler TW. Langman: Embriología médica con orientación clínica. 10ª Edición. Editorial Médica Panamericana 2007.
2. Larsen WJ. Embriología humana. 3ª Edición. Editorial Elsevier Science 2002.
3. Bouchet A, Cuilleret J. Anatomía descriptiva, topográfica y funcional. Laringe. Editorial Médica Panamericana 1985.
4. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Gray Anatomía para estudiantes. Elsevier España 2005.
5. Céruse P, Ltaief-Boutrigua A, Biuret G, Cosmidis A, Tringali S. Anatomía descriptiva, endoscópica y radiológica de la laringe. [20-630-A-10]Doi:10.1016/S1632-3475(12)62682-4. Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC), 2012. Elsevier Masson SAS.
6. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. Texto y Atlas de Anatomía. Tomo 2. Órganos Internos. 3ª Edición. Editorial Médica Panamericana 2015.
7. Montgomery WW, Blaugrund SM, VArvares MA. Thyroplasty: A new approach. Ann Otol Rhinol Laryngol 102: 1993.
8. Garrison DH, Hast MH. Andreas Vesalius on the larynx and hyoid bone: an annotated traslation from the 1543 and 1555 editions of The Humani corporis fabrica. Medical History 1993; 37(1):3-36.

9. Basterra J. Carcinomas de la faringe. Ponencia oficial del LVIII Congreso Nacional de la SEORL. Euromedice Ediciones Médicas 2007.
10. Rouviere H, Delmas A. Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 1: Cabeza y cuello. 11ª Edición. Elsevier Masson 2005.
11. Companioni F, Bachá Y. Anatomía aplicada a la Estomatología. Editorial Ciencias Médicas 2012.
12. Testut L, Latarjet A. Compendio de Anatomía Descriptiva. Editorial Masson 1980. Reimpresión 2004.
13. Paulsen F, Waschke J. Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. Tomo 3: Cabeza y Cuello y Neuroanatomía. 23 Edición. Editorial Elsevier 2012.
14. Reidenbach MM. The muscular tissue of the vestibular folds of the larynx. Eur Arch Otorhinolaryngol 1998; 255:365-367.
15. Oishi N. Efectos de la posición corporal y la sedación en la calidad de la voz. Tesis doctoral 2016.
16. Basterra J. Tratado de Otorrinolaringología y Patología cervicofacial. Capítulo: Embriología, anatomía y fisiología aplicadas a la laringe. Elsevier Masson 2009.



17. Ross M, Pawlina W. Histología. Texto y Atlas en color con Biología Celular y Molecular. 5ª edición. Editorial Médica Panamericana 2007.
18. Gartner L, Hiatt J. Atlas en color de Histología. 4ª Edición. Editorial Médica Panamericana 2007.
19. Cobeta I, Núñez F, Fernández S. Patología de la voz. Ponencia oficial de la SEORL 2013.
20. Haines DE. Principios de Neurociencia 2ª Edición. Editorial Elsevier España 2002.
21. Netter FH. Atlas de Anatomía Humana 5ª Edición. Editorial Masson 2011.
22. Malomo AO, Idowu OE, Osuagwu FC. Lessons from history: Human Anatomy, from the origin to the Renaissance. *Int J Morphol.* 24(1): 99-104. 2006.
23. Feldmann H. Diagnosis and therapy of laryngeal diseases in the history of medicine: The pre-laryngoscopic era. *Laryngorhinootologie* 2001 May; 80(5):283-9.
24. Kaplan et al. History of the recurrent laryngeal nerve: from Galen to Lahey. *World J Surg.* 2009 Mar;33(3): 386-93.
25. Sappey P. Tratado de Anatomía Descriptiva Ilustrado con 360 figuras. Tomo 5: Esplanología. Paris SB Balleine 1858.

26. Isshiki N. Surgical Care of Voice Disorders. Disorders of human communication 8. Springer-Verlag Wien New York 1984.
27. Alonso JM. Conservative Surgery of Cancer of the Larynx. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 51:633-42; 1947.
28. Ogura JH. Supraglottic subtotal laryngectomy and radical neck dissection for carcinoma of the epiglottis. Laryngoscope 1958; 48:983-1003.
29. Tucker HM. Surgery for phonatory disorders. New York: Churchill Livingstone, 1981:1-19, 293-6.
30. Meiteles LE, Ling PT, Wenk EJ. An anatomic study of the external laryngeal framework with surgical implications. Otolaryngol Head Neck Surg 1992; 106:235.
31. Waligora J, Perlemuter L. Anatomie Enseignement des Centres Hospitalo-Universitaires. Editorial Masson 1976.
32. Casado JC, Pérez A. Trastornos de la voz: del diagnóstico al tratamiento. Ediciones Aljibe 2009.
33. Mysiorek D. Recurrent laryngeal nerve paralysis: anatomy and etiology. Otolaryngol Clin North Am. 2004 Feb;37(1):25-44.

34. Isshiki N, Morita H, Okamura H, Hiramoto M. Thyroplasty as a new phonosurgical technique. *Acta Otolaryngol* 78: 451-457, 1974.
35. Montgomery WW, Montgomery SK. Montgomery Thyroplasty Implant System. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 106:1997.
36. Crumley R, Izdebski K. Voice quality following laryngeal reinnervation by ansa hypoglossi transfer. *Laryngoscope* 1986; 96:611–616.
37. Woo P, Pearl AW, Hsiung MW, Som P. Failed medialization laryngoplasty: Management by revision surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001 Jun;124(6):615-21.
38. Gisbert Calabuig. *Medicina Legal y Toxicología* 6ª Edición. Editorial Masson 2004.
39. Tayama N, Kaga K, Chan R, Titze I. Geometric characterization of the laryngeal cartilage framework for the purpose of biomechanical modeling. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 110:2001.
40. Desuter G et al. Shape of thyroid cartilage influences outcome of Montgomery Medialization Thyroplasty: a gender issue. *J Voice* 2017 Mar;31(2):245.
41. Sprinzl GM et al. Morphometric measurements of the cartilaginous larynx: an anatomic correlate of laryngeal surgery. *Head Neck.* 1999 Dec;21(8):743-50.

42. Comert A et al. Fresh-frozen vs embalmed bone: is it posible to use formalin-fixed human bone for biomechanical experiments on implants? *Clin Oral Impl Res* 2009; 521-25.
43. Fox CH, Johnson FB, Whiting J, Roller P. Formaldehyde fixation. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry*. 1985; Vol 33, Nº8: 845-853.
44. Mouritzen DA. Shrinkage of the brain during histological procedures with fixation in formaldehyde solutions of different concentrations. *J Hirnsforsch* 1979;20:115-119.
45. Boonstra H, Oosterhius JW, Oosterhius AM, Fleuren GJ. Cervical tissue shrinkage by formaldehyde fixation, paraffin wax embedding, section cutting and mounting. *Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol* 1983; 402: 195-201.
46. Iwadare T, Mori H, Ishiguro K, Takeishi M. Dimensional changes of tissues in the course of processing. *J Microscopy* 1984;136:323-327.
47. Lum H, Mitzner W. Effects of 10% formalin fixation on fixed lung volumen and lung tissue shrinkage: a comparison of eleven laboratory species. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:1078-1083.
48. Johnson RE, Sigman JD, Funk GF, Robinson RA, Hoffman HT. Quantification of surgical margin shrinkage in the oral cavity. *Head Neck* 1997;19:281-6.

49. Kimura M, Tayama N, Chan RW. Geometrical Deformation of Vocal Fold Tissues Induced by Formalin Fixation. *Laryngoscope* 2003; 103:607-613.
50. Bozzola JJ, Russel LD. *Electron microscopy: principles and techniques for biologists*. Boston, Mass: Jones and Bartlett Publishers. 1992.
51. Freshney RI. *Culture of animal cells*. 3rd New York, NY:Wiley-Liss, 1994.
52. Chan RW. *Shear properties of vocal fold mucosa tissues and their effect on vocal fold oscillation (Dissertation)*. Iowa City. Iowa: The University of Iowa. 1998.
53. Tayama N, Kaga K, Chan R, Titze I. Functional definitions of vocal fold geometry for laryngeal biomechanical modeling. *Ann Otol Laryngol* 111:2002.
54. Chan R, Titze I. Effect of Postmortem Changes and Freezing on the Viscoelastic Properties of Vocal Fold Tissues. *Annals of Biomedical Engineering*. Vol 31: 482-491.2003.
55. Isshiki N, Okamura H, Ishikawa T. Thyroplasty type I (lateral compression) for dysphonia due to vocal cord paralysis or atrophy. *Acta Otolaryngol* 80: 465-473, 1975.
56. Tucker HM, Wanamaker J, Trott M, Hicks D. Complications of laryngeal framework surgery (Phonosurgery). *Laryngoscope* 1993 May;103(5):525-8.

57. Rosen CA. Complications of Phonosurgery: Results of a National Survey. *Laryngoscope* 1998; 108:1697-1703.
58. Cotter CS, Avidano MA, Cray MA, Cassisi NJ, Gorham MM. Laryngeal Complications after type I Thyroplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;113:671-3.
59. Maves MD, McCabe BF. Phonosurgery: Indications and Pitfalls. *Ann Otol Laryngol* 98:1989.
60. Carrau RL, Myers EN. Localization of True Vocal Cord for Medialization Thyroplasty. *Laryngoscope* 1995; 105: 534-6.
61. Zapater E, G<sup>o</sup>Liberós A, López I, Moreno R, Basterra J. A New Device to Improve the Location of a Montgomery Thyroplasty Prosthesis. *Laryngoscope* 2014 Jul;124(7):1659-62. doi: 10.1002/lary.24545.
62. Carrau RL, Herlich A, Rosen CA. Visualization of the glottis through a laryngeal mask during medialization thyroplasty. *Laryngoscope* 1998 May;108(5):769-71.
63. Oishi N, Herrero R, Martin A, Basterra J, Zapater E. Is testing the voice under sedation reliable in medialization thyroplasty? *Logoped Phoniatr Vocol*. 2016 Dec;41(4):149-53.
64. Friedrich G, Lichtenegger R. Surgical Anatomy of the Larynx. *J Voice*. 1997 Sep;11(3):345-55.