



VNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

**FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN MEDICINA**

# **Efectos de la posición corporal y la sedación en la calidad de la voz**

**TESIS DOCTORAL**

**Presentada por: Miriam Natsuki Oishi Konari**

**Dirigida por:**

**-Prof. Dr. D. Jorge Basterra Alegría**

**-Dr. D. Enrique Zapater Latorre**

**VALENCIA 2015**



Servicio de Otorrinolaringología del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia

Facultad de Medicina y Odontología

TITULO: Efectos de la posición corporal y la sedación en la calidad de la voz

Autor:

Miriam Natsuki Oishi Konari

Facultativo Especialista en Otorrinolaringología

Directores de Tesis:

Prof. Dr. Jorge Basterra

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

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

Profesor Asociado Asistencial 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> Miriam Natsuki Oishi Konari **“Efectos de la posición corporal y la sedación en la calidad de la voz”**, 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 Julio de 2015.



Fdo:  
Prof. Dr. Jorge Basterra Alegría



Fdo:  
Dr. Enrique Zapater Latorre



Agradecimientos:

Quiero agradecer a mi marido, Dah Tay, por su incansable colaboración, por su paciencia, y comprensión con este proyecto, sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito.

A mi madre por los valores que me ha inculcado, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida y sobre todo por ser un ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos Miky y Chiaki por ser parte importante de mi vida.

Un agradecimiento especial para la Dra. Ana Martín, por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis: en la recopilación de datos en los pacientes sedados; a Rosa Moreno por su disponibilidad y orientación, a Ricard Herrero por el tiempo dedicado y su contribución al análisis subjetivo de la voz y al estudio estadístico.

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a todos los que me brindaron su ayuda en el Servicio de Otorrinolaringología donde me he formado.

A mis directores; el Profesor Jorge Basterra y el Doctor Enrique Zapater, por la dedicación y apoyo que han brindado a este trabajo, gracias por la confianza ofrecida desde que llegué al Servicio.



*Para Tatai y Yuri*



## INDICE

	Página
<b>LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS</b>	13
<b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS</b>	15
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL:</b>	17
LA VOZ	19
ANATOMÍA DE LA LARINGE	23
FISIOLOGÍA DE LA FONACIÓN	47
BASES DE LA EXPLORACIÓN FUNCIONAL DE LA VOZ	55
LA TIROPLASTIA DE MEDIALIZACIÓN	64
LA SEDACIÓN	67
<b>HIPOTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS</b>	73
<b>MÉTODOLOGÍA</b>	77
<b>RESULTADOS</b>	93

<b>DISCUSIÓN</b>	125
<b>CONCLUSIONES</b>	145
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	149

## LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS

APQ: Amplitude Perturbation Quotient

BIS: Índice Biespectral

CO<sub>2</sub>: Anhídrido carbónico

dB: Decibelios

Escala MOASS/S: Escala de evaluación de alerta/sedación por el observador modificada

F<sub>0</sub>: Frecuencia fundamental

Hz: Hertz

HNR: Harmonic to Noise Ratio

IV: Intravenoso

RAP: Relative Average Perturbation

RSS: Escala de Ramsay



## LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

	Página
Figura 1. Laringe.: Disección en cadáver fresco	24
Figura 2. Músculo cricoaritenoido posterior	31
Figura 3. Músculo cricoaritenoido lateral	32
Figura 4. Configuración interna y niveles de la laringe	35
Figura 5. Inervación motora de la laringe	39
Figura 6. Capas histológicas de la mucosa de la cuerda vocal	45
Figura 7. Estructura laminar de la cuerda vocal	46
Figura 8. Posición y vibración de las cuerdas vocales	51
Figura 9. La vibración de las cuerdas vocales	53
Figura 10. La grabadora utilizada en el estudio	80
Figura 11. Paciente en posición decúbito supino con el micrófono	81
Figura 12. El BIS para la monitorización del estado de sedación del paciente	83
Figura 13. Monitorización BIS	84
Figura 14. Gráfico de cajas y bigotes de media de F0	117
Figura 15. Gráfico de cajas y bigotes de media de F0 de pacientes del sexo masculino de los tres grupos	118
Figura 16. Gráfico de cajas y bigotes de la mediana de F0 de pacientes del sexo femenino de los tres grupos	119
Figura 17. Gráfico de cajas y bigotes de la media del jitter local de los tres grupos	120
Figura 18. Gráfico de cajas y bigotes de la media del jitter promediado de los tres grupos	121
Figura 19. Gráfico de cajas y bigotes de la media del shimmer local de los tres grupos	122

Figura 20. Gráficos de cajas y bigotes de media de shimmer promediado de los tres grupos	123
Figura 21. Gráfico de cajas y bigotes de media del HNR mean de los tres grupos	124
Tabla 1. Distribución de pacientes según edad, sexo y Servicio procedente	96
Tabla 2. Datos de análisis acústico de pacientes en “posición sentada sin sedación”	98
Tabla 3. Datos de análisis acústico de pacientes en “posición decúbito supino sin sedación”	100
Tabla 4. Datos de análisis acústico de pacientes en “posición Decúbito supino con sedación”	102
Tabla 5. Media de la F0 de los pacientes en las tres condiciones	104
Tabla 6. Mediana de la F0 de los pacientes en las tres condiciones.	105
Tabla 7. Valores de jitter local en las tres condiciones	105
Tabla 8. Valores de jitter rap en las tres condiciones	107
Tabla 9. Valores de shimmer local en las tres condiciones	110
Tabla 10. Valores de shimmer apq3 en las tres condiciones	111
Tabla 11. Datos de la media de F0 de pacientes masculinos según grupo	113
Tabla 12. Datos de la media de F0 de pacientes femeninos según grupo	114
Tabla 13. Promedio del HNR en las tres condiciones	116



# **INTRODUCCIÓN**



### LA VOZ

La voz es un elemento básico de comunicación y característico de la personalidad del Hombre. Según la Real Academia de la lengua Española el término voz viene del latín: vox, vocis; y es definido como: sonido que el aire expelido de los pulmones produce al salir de la laringe, haciendo que vibren las cuerdas vocales. El término también se usa para hacer referencia a la duración, altura, timbre o intensidad de este sonido.

Por tanto, la voz se produce básicamente a partir de la sonorización del aire almacenado en nuestros pulmones. Esta fuente de energía, al pasar por las cuerdas vocales, provoca que éstas vibren y emitan un sonido. Este sonido sonaría muy pobre si no se modificara mediante la acción de los resonadores, que son los constituyentes esenciales de la voz humana propiamente dicha.

La fonación es la capacidad de la laringe humana de emitir sonidos en forma de vibración sonora que una vez articulados permiten formar vocablos para comunicar ideas, juicios y argumentos racionales así como sentimientos y emociones. (Cobeta 2013). Así mismo la función fonatoria es capaz de producir señales sonoras en forma de sonidos sin contenido intelectual (chillidos o grito).

La voz es una expresión emocional regulada por un mecanismo complejo en el que participan tres mecanismos esenciales: los pulmones que exhalan el aire como fuente de energía continua; la laringe que transforma esa fuente de energía en impulsos de aire en forma de energía discontinua con frecuencia

variable; y el tracto vocal (desde la glotis hasta los labios) que al modificar su morfología, hace que, los mismos impulsos de aéreos de los pulmones y de las cuerdas vocales suenen de diferente manera conformando los sonidos del lenguaje verbal.

La voz varía en cada individuo, es una carta de identidad de cada persona y se considera un rasgo sexual secundario. Esta sufre una serie de modificaciones a lo largo de las etapas de la vida del individuo. De acuerdo a la clasificación hecha por Schragger (Schragger 1966) las características fónicas en las diferentes etapas son:

- 1) **Neonatal:** Es la voz del neonato desde el nacimiento hasta los treinta-cuarenta días de vida. Las modificaciones fónicas (llanto y grito) se caracterizan por estar formadas por ondas sonoras de altas frecuencias. El ataque vocal es brusco; de fuerte intensidad y modulación muy reducida.
- 2) **Primera infancia:** es la voz del niño en edades comprendidas entre el primer mes de vida hasta los seis años. Alrededor del primer mes de vida comienza a modificarse la voz. El ataque se hace menos brusco, coincidiendo con la instalación paulatina de la capacidad funcional hormonal propia del niño. A los dieciocho meses aparece la modulación vocal.
- 3) **Segunda infancia:** es la voz del niño en edades comprendidas entre seis años hasta la iniciación de la pubertad. En esta etapa predomina la acción de la somatotrofina y de la tiroxina, las variaciones vocales llegan hasta una octava y media de extensión.

4) **Pubertad:** En este período se establecen las características de diferenciación sexual secundaria, siendo más notable en el varón que en la niña. Esta etapa se caracteriza por la acción de la estimulación hormonal hipofisaria que determina una intensa activación de las gónadas. Estas comienzan a elaborar los esteroides sexuales que condicionan las características morfológicas secundarias propias de cada sexo y sus capacidades funcionales definitivas. La mutación vocal se produce en el varón entre los trece y catorce años, y en la mujer entre los catorce y quince años en los climas cálidos. La muda fisiológica de la voz se caracteriza por signos evidentes, cuyas dualidades fónicas dominan el cuadro. Es una voz que pasa del grave al agudo, produciendo los llamados “gallos”; hay disminución de la intensidad de la voz y a veces se instalan disfonías francas y/o fonastenias. Estos cambios se llaman puberfonías y ocurren entre los once y dieciséis años normalmente.

5) **Estabilización (joven – adulto):** En esta etapa la voz es estable y tiene las características propias de cada sexo.

6) **Senectud (menopausia – vejez):** La senilidad vocal es más precoz en la mujer que en el hombre y se presenta más marcada en la voz cantada que en la hablada. Se produce una pérdida de los agudos, disminución de la extensión, pérdida de potencia y disminución de los armónicos. Este proceso, tiene su substrato morfológico laríngeo en forma de una pérdida de la tonicidad cordal. En la mujer, durante la menopausia, debido a la disminución de los estrógenos y el aumento de los andrógenos aparece una agravación del tono de la voz.

La fonación es un mecanismo complejo y en ella intervienen varios órganos:

- La cavidad torácica con su dinámica propia y el reservorio aéreo que significan los pulmones actúan como elemento generador de energía, de efector capaz de activar una estructura vibrátil, que incluyen los movimientos de la musculatura torácica, intercostal y diafragma.

-La laringe configurada a modo de válvula destinada a la protección de las vías respiratorias bajas, actúa también como tal en lo que se refiere a la regulación del flujo aéreo, aportando además el elemento vibrador y regulador de frecuencias, y en cierta medida la articulación del tono inicial. En páginas siguientes veremos la fisiología de la laringe más detalladamente.

-La hipofaringe, orofaringe, cavidad oral y las fosas nasales son utilizadas dentro del contexto de la fonación como cavidades de resonancia. En ellas el sonido generado por la ondulación del epitelio que recubre las cuerdas vocales adquiere los armónicos que aportan la riqueza acústica propia de la voz humana.

-El sistema nervioso central y periférico, mediados en su actividad por el sistema auditivo, se encargan de la regulación de la intensidad, de la generación de frecuencias y de la articulación del lenguaje; así comprendido el complejo mecanismo de producción vocal abordamos la descripción de las distintas estructuras que lo hacen posible bajo un concepto funcional.

ANATOMÍA DE LA LARINGE

La anatomía de laringe que es principal órgano de la fonación (Rouviere 1999). Los cartílagos laríngeos, los pliegues vocales y el cono elástico, sus articulaciones y sus músculos constituyen un aparato productor de sonidos comparable al sistema de lengüeta de un instrumento de viento (figura 1). El sonido se modifica por resonancia en los niveles superiores a la laringe, esto es, en la faringe, la boca y la nariz, donde adquiere las características de la voz según cada individuo.

Si bien el control de estos fenómenos sucesivos radica en el córtex cerebral y pone en juego complejos mecanismos nerviosos, la producción normal de los sonidos se efectúa únicamente a nivel de la laringe, que es el aparato fonatorio. Los pliegues vocales, sometidos a tensión, separándose o acercándose, desempeñan un papel primordial en esta producción.

Figura 1

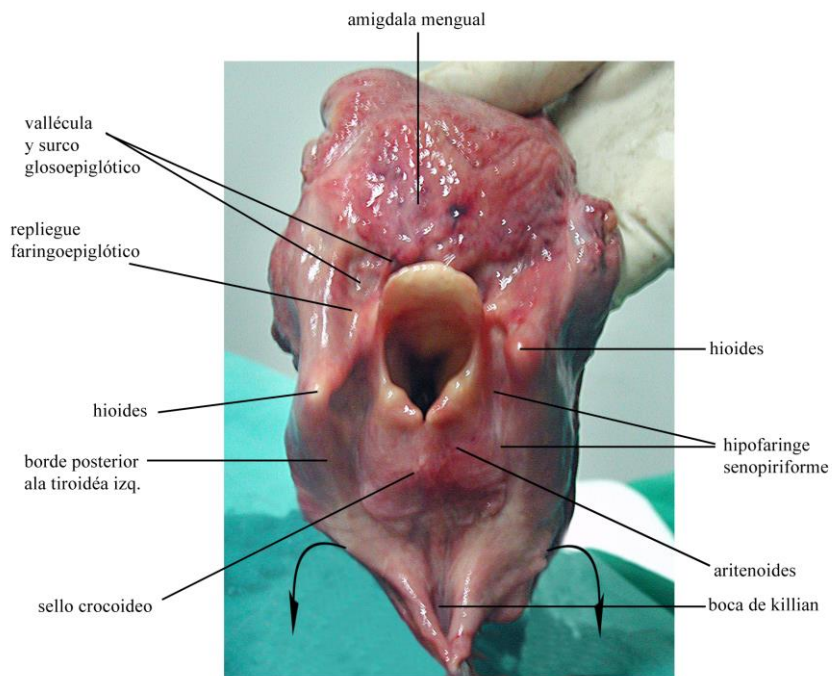


figura 11

Laringe: Disección en cadáver fresco. Tomada de la Ponencia SEORL. Carcinomas de la Faringe. J. Basterra.



El aparato fonatorio laríngeo está constituido, desde un punto de vista funcional, por dos partes: el esqueleto cartilaginoso con sus ligamentos y la musculatura extrínseca e intrínseca de la laringe con sus vasos sanguíneos y nervios.

A continuación se describirá la anatomía del esqueleto laríngeo en el siguiente orden:

- a) Esqueleto laríngeo
- b) Articulaciones y ligamentos
- c) Músculos de la laringe

### A) ESQUELETO LARÍNCEO:

- Hueso hioides: no forma parte de la estructura laríngea pero está estrechamente relacionado. Tiene forma de herradura y está situado en la base de la lengua.
- Cartílagos:
  - Tiroides: “escudo protector” y soporte de las cuerdas vocales, formado por la unión de dos láminas cuadriláteras en un ángulo de 90° en hombres y 120° en mujeres. Su porción anterior provoca una prominencia laríngea, siendo cóncavo en la posterior. Tiene crestas oblicuas, dos astas superiores y dos inferiores y escotadura tiroidea.
  - Cricoides: es el más caudal, más grueso y con forma de anillo de sello. Conecta el aparato vibrador con el efector (presión del aire espirado).

-Epiglotis: se sitúa detrás del tiroides y epiglotis infrahioidea, por arriba supera el hioides (epiglotis suprahioidea) uniéndose al dorso de la lengua a través del pliegue glosopiglótico que determina la aparición de sendas depresiones denominadas vallecula. Tiene forma de hoja y depresiones en la cara posterior denominado forámina.

-Aritenoides: son pares y se sitúan lateralmente. De ellos depende la movilidad de las cuerdas vocales (apertura y cierre de la glotis). Son bilaterales, simétricos y con forma de pirámide triangular. Articulan con la parte posterior del cricoides mediante una trocoide. Presenta dos apófisis en su base: la apófisis muscular externa, sirve de punto de inserción a los músculos cricoaritenoides que los mueven; y la apófisis vocal en la que se inserta el músculo de la cuerda vocal (Músculo tiroaritenoides).

-Cartílagos de Santorini (corniculados): son accesorios y pares: situados encima de los aritenoides. Constituyen la entrada a la laringe, pero carecen de significado aplicativo ni funcional.

-Cartílagos de Morgagni (cuneiformes): situados en el espesor del repliegue aritenopiglóticos.

- B) ARTICULACIONES Y LIGAMENTOS: Unen entre sí a los cartílagos de la laringe para convertirla en una estructura anatómico-funcional. Son:

- **Articulaciones cricotiroides:** del tipo plano, unen las astas inferiores del cartílago tiroides con las caras articulares tiroideas del cricoides. La articulación cricotiroidea es una diartrosis circular que permite movimientos de deslizamiento de poca extensión, pero, sobre todo, movimientos basculantes alrededor de un eje transversal que pasa por las dos articulaciones, derecha e izquierda. Este eje actúa como una bisagra posterior que controla anteriormente la aproximación o el alejamiento del arco cricoideo del borde inferior del cartílago tiroides, pero que comporta al mismo tiempo un movimiento análogo en la articulación cricoaritenoides.
- **Ligamento cricotiroideo medio (membrana cricotiroidea):** elástico, grueso y resistente, se extiende desde la parte media del borde inferior del cartílago tiroides al borde superior del arco del cricoides.
- **Articulaciones cricoaritenoides:** unen la base del aritenoides con el borde superior de la lámina de cricoides. Los cartílagos aritenoides tienen dinámica articular en dos sentidos: a) basculan posteriormente y arrastran consigo el ligamento vocal, que, fijado al ángulo interno del cartílago tiroides, se tensa. Esta basculación de los cartílagos aritenoides es crucial para poner en tensión el pliegue vocal y cerrar la glotis en el curso de la fonación. b) el desplazamiento posterior de los cartílagos aritenoides no es el único que éstos realizan, puesto que la configuración de la articulación cricoaritenoides les permite pivotar medial o lateralmente alrededor de su eje vertical.

Estos movimientos separan o acercan las cuerdas vocales, lo cual abre o cierra la glotis. Dado que la glotis se continúa posteriormente entre las apófisis vocales de los cartílagos aritenoides, cuando se cierra durante la fonación, se hace no sólo más estrecha sino también más corta. Por el contrario, durante la respiración profunda, se ensancha y aumenta su diámetro anteroposterior.

- **Ligamento cricofaríngeo:** cintilla fibrosa y delgada que se inserta en la parte media del borde superior de la lámina del cricoides hasta el vértice de los cartílagos corniculados.
- **Ligamento tiroepiglótico:** es fibroelástico y une la extremidad inferior del cartílago epiglótico con el ángulo interno del cartílago tiroideos.
- **Membrana fibroelástica de la laringe y cono elástico:** la mucosa de la laringe está reforzada en toda su extensión por una membrana fibroelástica que presenta dos engrosamientos llamados ligamentos vestibulares o tiroaritenoides superiores y ligamentos vocales o tiroaritenoides inferiores.

La unión de la laringe con los órganos vecinos se realiza por medio de:

- **Membrana tirohioidea y ligamentos tirohioideo laterales:** es fibroelástica, se extiende desde el borde superior del cartílago tiroideos al borde posterosuperior del cuerpo y al borde medial de las astas superiores del hueso hioides.

- **Ligamento o membrana hioepiglótico:** es delgado y discontinuo, une la cara anterior de la epiglotis con el borde posterosuperior del hueso hioides.
- **Ligamentos glosopiglóticos:** son tractos fibroelásticos que se extienden desde la epiglotis a la lengua.
- **Ligamentos faringopiglóticos:** pequeñas haces fibroelásticas, van desde el cartílago epiglótico a la mucosa faríngea lateral.
- **Ligamento o membrana cricotraqueal:** une el borde inferior del cartílago cricoides con el primer cartílago de la tráquea.

### C) MUSCULATURA LARÍNGEA

Desde el punto de vista topográfico, la laringe ofrece dos tipos de musculatura: una intrínseca, que se sitúa en el interior del órgano, y otra extrínseca, que se sitúa en la región externa de la laringe en íntima relación con la musculatura del cuello.

#### ❖ Músculos intrínsecos:

- Músculo cricotiroideo o tensor de las cuerdas vocales: son bilaterales; tiene un fascículo vertical y otro transversal. Se inserta en el borde inferior del cartílago tiroideo y en el arco cricoideo; cuando se contrae, desplaza al tiroideo hacia delante, como ya se ha indicado en líneas anteriores. Cuando el cartílago tiroideo se adelanta por efecto de esta contracción muscular, la

cuerda vocal se elonga y adquiere más tensión. El efecto contrario se consigue cuando el músculo se relaja.

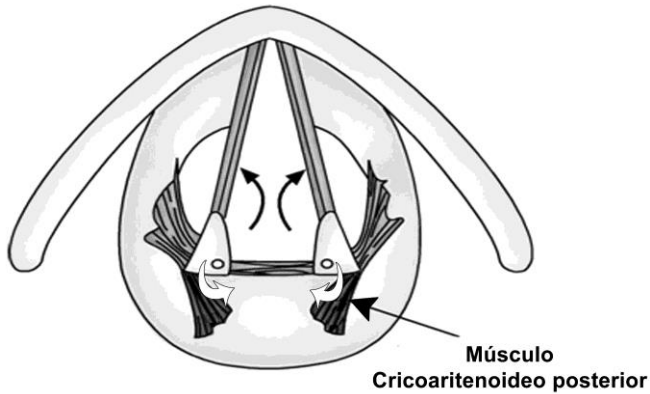
- Músculo cricoaritenideo posterior o dilatador de la glotis (figura 2): es bilateral; se inserta en el sello del cricoides y se dirige hacia arriba y fuera hasta la apófisis muscular del aritenoides, haciendo que éste rote hacia fuera cuando acorta su vientre muscular por la contracción. De este modo, se consigue la apertura de las cuerdas vocales. Es el único músculo que ejerce esta función.

- Músculos constrictores de la glotis: son bilaterales; ejercen una función vocal y esfinteriana. Son los siguientes:

- Músculo cricoaritenideo lateral (figura 3), que se inserta en el lado del arco del cricoides y se dirige hacia arriba y atrás, a la apófisis muscular del aritenoides. Atraen lateralmente la apófisis muscular de los cartílagos aritenoides, desplazando medialmente la apófisis vocal, acercando así las cuerdas vocales y preparando la acción del músculo vocal.
- El Músculo interaritenideo, es un músculo impar, pero posee dos fascículos que se extienden entre ambos aritenoides, y contribuyen a acercar y estrechar la entrada de la laringe.
- Músculo tiroaritenideo, también es bilateral; que constituye en su conjunto un complejo sistema muscular, de modo que las fibras superiores, que son inconstantes y delgadas,

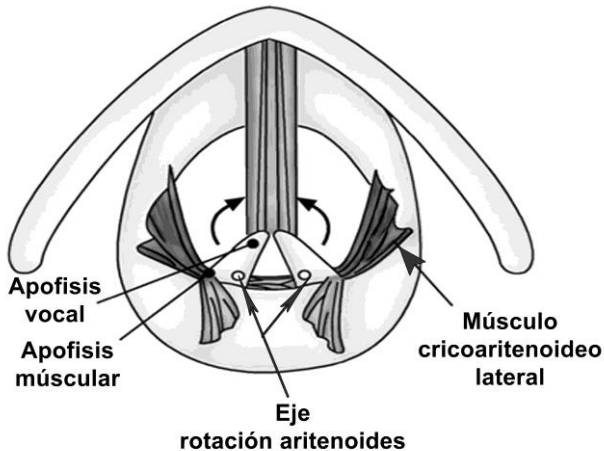
se extienden entre el cartílago tiroides y la apófisis muscular del aritenoides, formando las cuerdas vocales falsas o bandas ventriculares. Las fibras inferiores constituyen propiamente el músculo de la cuerda vocal, que se encuentra, a su vez, formado por dos fascículos, siendo el interno el que constituye el elemento esencial de la cuerda. Estas fibras musculares adoptan diversas direcciones, de modo que la mayor parte de ellas tienen una distribución en sentido anteroposterior, en tanto que otras lo hacen según un sentido oblicuo.

Figura 2



Músculo cricoaritenoso posterior. Tomada del Tratado de Otorrinolaringología. J. Basterra

Figura 3



Músculo Cricoaritenoides lateral. Tomada del Tratado de Otorrinolaringología. J. Basterra.

❖ Musculatura extrínseca de la laringe.

- Músculo esternotiroideo: es un músculo aplanado, alargado. Se extiende anteriormente hacia la laringe y a la glándula tiroides, desde el esternón hasta el cartilago tiroides. Se insertan en la cara posterior del manubrio y primer cartilago costal hasta los tubérculos de la cara lateral de las láminas del cartilago tiroides.

- Músculo tirohioideo: continúa al esternotiroideo, superiormente al cartilago tiroides y se extiende hasta el hueso hioides. Se insertan en los tubérculos del cartilago tiroides al cuerpo del hueso hioides y en la mitad medial de la cara inferior del asta mayor.



- Músculo constrictor inferior de la faringe: es un músculo plano, delgado y forma un canal cóncavo con los músculos del lado opuesto. Está constituido por una porción tirofaríngea que se inserta en la cara lateral del cartílago tiroides, posterior y superiormente a la línea oblicua del cartílago; la porción cricotirofaríngea que se extiende desde el borde inferior del cartílago tiroides al borde inferior del cartílago cricoides; y la porción cricofaríngea insertado en el borde inferior de cartílago cricoides, en la unión del arco y de la lámina del cricoides.

- Músculo estilofaríngeo: es un músculo delgado de forma triangular. Superiormente, se inserta en el lado medial de la base de la estiloides. Tiene un haz faríngeo, haz epiglótico, haz tiroideo y un haz cricoideo, la función es elevar la faringe y la laringe.

- Músculo palatofaríngeo: forma el rafe del paladar. Está constituido por el haz palatino que se extiende desde la aponeurosis palatina al elevador del velo del paladar; el haz pterigoideo que se inserta en el borde inferior del gancho de la apófisis pterigoides; y el haz tubárico situado en el borde inferior de la trompa auditiva.

La morfología interna de la laringe se compone por 3 niveles separados por los pliegues vocales superiores e inferiores (figura 4):

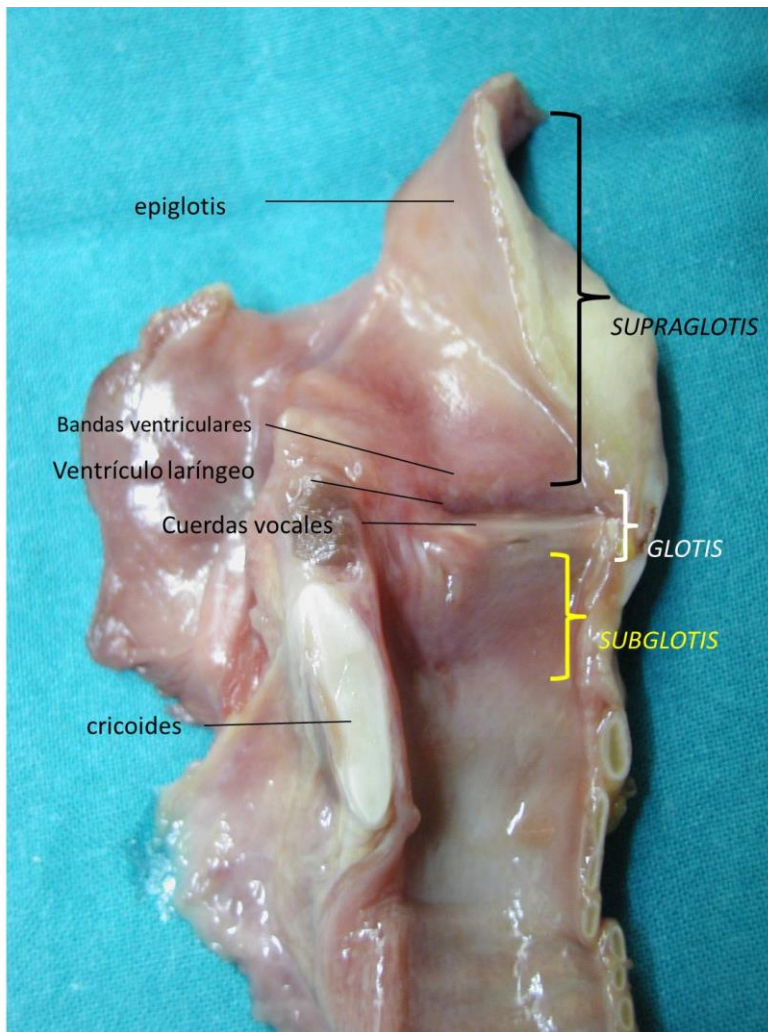
- 1) **Nivel supraglótico**: comprende desde el hueso hioides hasta las bandas ventriculares, tiene forma de embudo y su función es de pro-

tección de las vías respiratorias durante la deglución (esfínter arite-noepiglótico).

- 2) **Nivel glótico:** comprende el espacio que queda entre ambas cuerdas vocales. Se trata de un espacio virtual durante la fonación y real durante la inspiración. Este nivel es la zona funcional por excelencia, queda delimitado el ventrículo de Morgagni, que es la cámara de resonancia de la laringe. Su mayor o menor amplitud determina la gravedad de la voz.
- 3) **Nivel subglótico:** es la porción laríngea comprendida entre dos planos horizontales, uno, pasa por debajo de las cuerdas vocales, otro que lo hace encima del primer anillo traqueal. Tiene forma de embudo invertido y está limitado por el cono elástico.

**Las Cuerdas vocales:** los dos tercios anteriores tienen características membranosas o vibratorias, su parte externa está formada por el Músculo tiroaritenoides cubierto por mucosa y tejido conjuntivo. Su estructura histológica se detallará más adelante. El tercio posterior es cartilaginoso (no vibratorio o respiratorio) y está formado por la apófisis vocal y la base del cartílago aritenoides de cada lado.

Figura 4



Configuración interna y niveles de la laringe. Disección en cadáver.

CONTROL NERVIOSO DE LA PRODUCCIÓN VOCAL Y  
LA INERVACIÓN DE LA LARINGE

La producción vocal es el resultado de una coordinación neuromotora de los músculos de todos los órganos implicados en la fonación, desde los músculos de la postura y de la respiración, hasta los músculos de la laringe y del aparato articulatorio faringo-buco-labial.

**Inervación Central:** La zona cerebral motora de la faringolaringe está en la parte baja de la circunvolución frontal ascendente (o circunvolución precentral) de los dos hemisferios. Existe otra zona que se ha puesto de manifiesto experimentalmente y que se sitúa en la parte posterior de la primera circunvolución frontal, que se extiende un poco hacia la cara interna del hemisferio (área motora suplementaria). Durante la estimulación de toda o de parte de estas zonas, se observa una respuesta laríngea global con vocalización, inhibición del músculo cricoaritenideo posterior y activación de uno o de varios músculos aductores de forma bilateral (las lesiones cerebrales a este nivel no provocan inmovilidad unilateral). (Giovanni 2010)

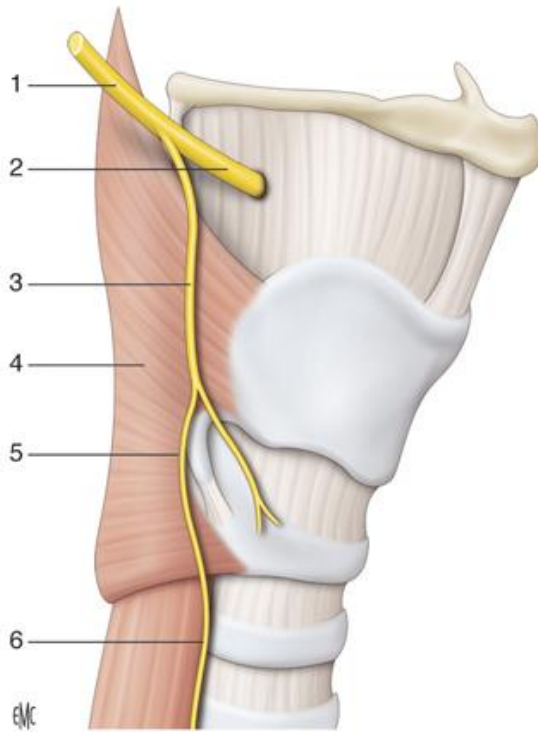
**Inervación Periférica:** La laringe tiene inervación motora (Figura 5) y sensitiva que dependen del nervio laríngeo superior e inferior que son ramas del X par craneal. El nervio vago es un nervio sensitivomotor que inervan un territorio muy extenso que comprende vísceras del cuello, del tórax y del abdomen.

El nervio vago conduce la sensibilidad propioceptiva de las mucosas de la laringofaringe y de la laringe desempeñando una función importante en la protección de las vías aéreas, también tiene una participación esencial en la fonación, directamente o por medio de la raíz craneal del nervio accesorio. El vago, emite dos ramas en niveles caudales al ganglio plexiforme: el nervio laríngeo superior que inerva el músculo cricotiroideo, tensor del cono elástico; y el nervio laríngeo recurrente que inerva todos los demás músculos de la laringe.

a) **El nervio Laríngeo Superior:** nace del extremo inferior del ganglio inferior del nervio vago y se dirige inferior, medial y anteriormente hacia la pared faríngea. El nervio laríngeo superior desciende enseguida, aplicado sobre la pared lateral de la faringe, y cruza la cara medial de la arteria carótida externa pasando inferiormente a la arteria lingual. Cerca del origen de esta arteria y del asta mayor del hueso hioides, el nervio se divide en dos ramos terminales, uno interno (superior) y otro externo (inferior). El ramo interno pasa inferiormente al asta mayor del hueso hioides y discurre sobre la membrana tirohioidea, primero posteriormente al músculo tirohioideo y después entre este músculo y la membrana. Atraviesa la membrana tirohioidea inferiormente a la arteria laríngeo superior y por el mismo orificio que ésta. Este orificio está situado aproximadamente 1 o 2 cm anterior al ligamento tirohioideo lateral y a igual distancia del hueso hioides y del cartílago tiroideos. Al llegar a la mucosa, el ramo superior del nervio laríngeo superior se divide

en numerosos ramos terminales: ramos anteriores para la mucosa de la epiglotis y de la parte vecina de la base de la lengua; ramos medios para la mucosa de la porción supraglótica de la laringe, y ramos posteriores para la mucosa faríngea que recubre la cara posterior de la laringe. Uno de estos últimos ramos se comunica con un filete del nervio laríngeo recurrente, el ramo comunicante con el nervio laríngeo recurrente (asa de Galeno). El ramo externo del nervio laríngeo superior, también denominado ramo inferior, desciende a lo largo y anteriormente a la inserción anterior del músculo constrictor inferior de la faringe, inerva al músculo cricotiroides, perfora seguidamente la membrana cricotiroides y termina en la mucosa del ventrículo laríngeo y de la porción infraglótica de la laringe.

Figura 5



Inervación motora de la laringe. 1. Nervio laríngeo superior; 2. ramo interno; 3. ramo externo; 4. músculo constrictor inferior; 5. asa de Galeno; 6. nervio recurrente laríngeo. Tomada de la EMC. A. Giovanni. Fisiología de la fonación.

b) **El nervio laríngeo recurrente:** Su origen, trayecto y relaciones son diferentes a derecha e izquierda. El nervio laríngeo recurrente derecho se desprende del nervio vago anteriormente a la arteria subclavia. Rodea esta arteria, pasando primero inferior y después posteriormente a ella, y sigue un trayecto oblicuo superior y medial hasta llegar al surco que forman a la derecha la tráquea y el esófago adosados; seguidamente asciende por este canal hasta la laringe. El nervio laríngeo recurrente izquierdo se desprende del nervio vago izquierdo a la altura de la cara inferior del arco de la aorta. Se dirige posteriormente y describe un asa que rodea por su concavidad superior la porción horizontal del arco de la aorta y a veces también el ligamento arterioso. Pasa por el ángulo de unión del ligamento arterioso y el arco o inferiormente al ligamento arterioso. El nervio está relacionado a este nivel con el nódulo linfático del asa del nervio laríngeo recurrente. El nervio laríngeo recurrente se dirige enseguida superiormente hacia la laringe; en este trayecto, está aplicado contra la cara anterior o anterolateral izquierda del esófago, que desborda a la izquierda la tráquea. En su trayecto ascendente, los nervios recurrentes están contenidos en la lámina pretraqueal y se relacionan con los nódulos linfáticos pretraqueales. A la altura del extremo inferior del lóbulo lateral de la glándula tiroides, los dos nervios laríngeos recurrentes establecen relaciones muy variables con la arteria tiroidea inferior. Discurren bien anteriores y laterales, bien posteriores y mediales a la arteria o a sus ramas terminales, o muy a menudo cruzan entre sus ramas terminales. Al llegar al extremo superior de la tráquea, los nervios laríngeos recurrentes se introducen



profundos al músculo constrictor inferior de la faringe y penetran bajo la mucosa que reviste los recesos piriformes; terminan dando:

- ramos musculares destinados a todos los músculos de la laringe, excepto al músculo cricotiroideo, y

- un ramo comunicante que se une a un ramo descendente del nervio laríngeo superior para formar el ramo comunicante con el nervio laríngeo recurrente. En el curso de su trayecto, cada nervio laríngeo recurrente suministra numerosos ramos colaterales: ramos cardíacos cervicales inferiores, que nacen del asa del nervio laríngeo recurrente y terminan en el plexo cardíaco posterior; ramos traqueales, ramos esofágicos, y ramos faríngeos para el músculo constrictor inferior de la faringe.

**La inervación sensitiva de la laringe:** tiene interés en la fonación porque participa en la regulación de la voz; en ella participa la autoescucha y a la sensibilidad táctil, según aquella información el orador puede ajustar el tono e intensidad de la voz. Esta función sensitiva corre a cargo sobre todo del nervio laríngeo superior, que recibe fibras sensitivas procedentes del vestíbulo laríngeo. Estas fibras se unen al nervio vago en el ganglio inferior de este nervio. Además, la inervación de la cuerda vocal y de la región subglótica corresponde a fibras que se unen al nervio laríngeo inferior. Existen receptores mucosos sensibles al contacto (mecanorreceptores) y que desencadenan el reflejo tusígeno cuando se estimulan. Se encuentran situados sobre todo a nivel vestibular. También existen mecanorreceptores articulares e

intramusculares en los músculos intrínsecos y extrínsecos de varios tipos que envían información a los centros nerviosos sobre los fenómenos propioceptivos de tensión y de estiramiento presentes en las cuerdas.

**Inervación autonómica:** La cuerda vocal recibe inervación autonómica –adrenérgica y colinérgica- del ganglio cervical superior y del nervio vago, respectivamente. En la cuerda vocal humana se ha demostrado la presencia de terminaciones nerviosas adrenérgicas y colinérgicas, y de neuropéptidos como el VIP (péptido intestinal vasoactivo) y el neuropéptido Y que producen vasodilatación y reducción de la secreción seromucosa. Estos hallazgos explican las variaciones en la voz observadas en situaciones que se producen intensas descargas neurovegetativas: el estrés emocional o durante el canto. (Basterra 1989; Luts 1993; Basterra 1989).

**Controles reflejos:** En el proceso de fonación, se producen ajustes articulatorios a dos niveles: durante el ajuste prefonatorio y durante la emisión sonora. El ajuste prefonatorio de origen cortical depende sobre todo de las informaciones proporcionadas por los mecanorreceptores laríngeos que transmiten a los centros informaciones sobre el estado de tensión y la posición de los distintos músculos y de las diferentes articulaciones. Durante la fonación, estas informaciones permiten los ajustes instantáneos necesarios para el mantenimiento de una configuración glótica determinada.

La rapidez del flujo del habla y la precisión de los puntos de articulación requieren adaptaciones que sean a la vez muy rápidas y muy finas, pues estos puntos de articulación pueden estar muy cercanos entre sí. Por lo tanto, el grado de constricción del conducto vocal está determinado por el espacio entre distintas estructuras, como la lengua y el paladar. Este grado de constricción define a su vez el tipo de flujo de aire (laminar o turbulento). Por consiguiente, unas variaciones muy pequeñas, del orden del milímetro, de la distancia entre la lengua y el paladar permiten producir sonidos tan diferentes como una vocal, una consonante vocalizada o incluso una consonante oclusiva. Las adaptaciones se realizan gracias a arcos reflejos rápidos que se basan en la sensibilidad táctil y propioceptiva de la lengua, del paladar y de los labios.

### HISTOLOGÍA DE LAS CUERDAS VOCALES

Las cuerdas vocales se dividen en dos partes: una anterior mioelástica que es la cuerda vocal propiamente dicha y una posterior cartilaginosa que ocupa el tercio posterior constituida por el cartílago aritenoides recubierta por la mucosa.

Las cuerdas vocales poseen una porción mucosa y una muscular. La porción mucosa está constituida a su vez por el epitelio y la lámina propia. Histológicamente se distinguen las siguientes estructuras. (figura 6)

1) Capa epitelial o superficial: Está formada por un epitelio plano poliestratificado no queratinizado que le da el brillo y una apariencia blanquecina a la cuerda vocal. Su epitelio contiene algunos melanocitos sin formar melanina de forma significativa.

2) Capa superficial de la lámina propia o Espacio de Reinke: Por debajo del epitelio está el tejido de sostén constituido por matriz y tejido fibrocolágeno laxo y con escasos vasos linfáticos, y este espacio virtual. La laxitud de este espacio permite que, al pasar el aire entre las cuerdas vocales en el momento de la espiración fonada del aire, el epitelio pueda ondear como una bandera y facilitar el tono fundamental de nuestra voz (teoría mucocondulatoria).

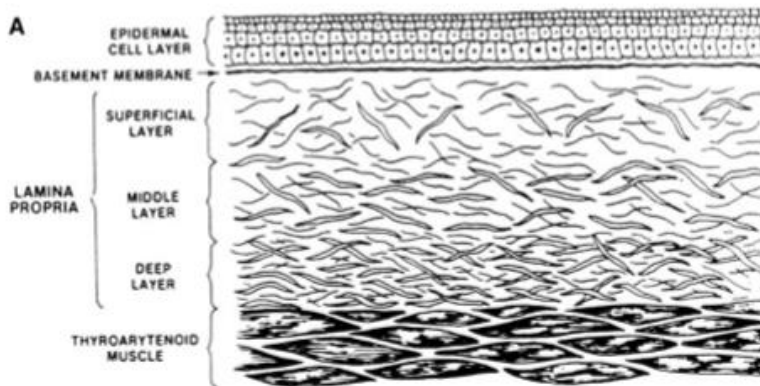
3) Capa intermedia de la lámina propia: Está compuesta por el estrato intermedio de la lámina propia, constituido por fibras elásticas.

4) Capa profunda de la lámina propia: formada por fibras colágenas.

Éstas últimas dos capas constituyen el ligamento vocal. (Figura 7)

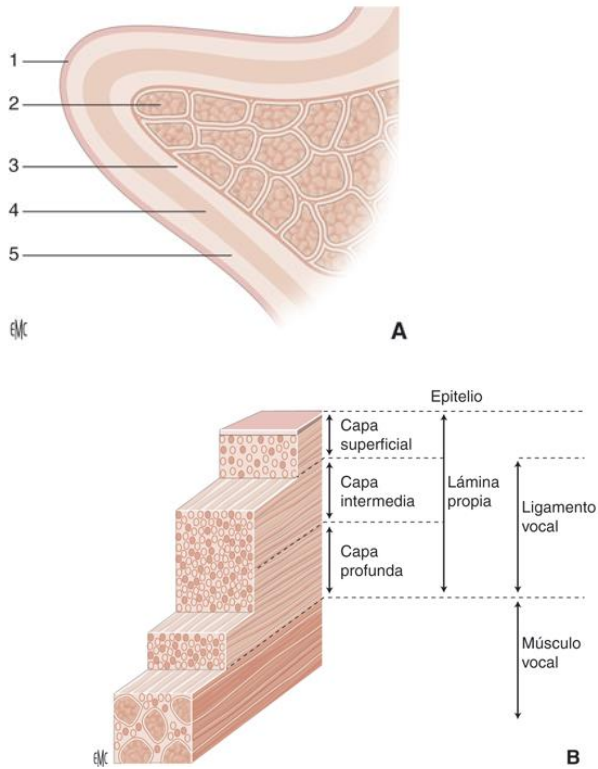
5) La porción muscular: Está formada por el músculo vocal que son de tipo esqueléticos estriados y constituye el cuerpo de la cuerda vocal, sus fibras musculares están orientadas en paralelo al ligamento vocal y al borde libre de la cuerda.

Figura 6



Capas histológicas de la mucosa de la cuerda vocal. Tomada del libro de Anatomía de Gray.

Figura 7



Estructura laminar de la cuerda vocal (A, B). 1. Epitelio; 2. músculo tiroaritenideo; 3. capa profunda; 4. capa intermedia; 5. capa superficial. Tomada de la EMC. A. Giovanni. Fisiología de la fonación.

### FISIOLOGÍA DE LA FONACIÓN

La idea de emitir la voz se origina en la corteza cerebral, para la realización de la fonación se transmite a través de los nervios a la laringe. En cumplimiento de estas órdenes las musculaturas implicadas en la fonación se mueven, vibran y generan un sonido con la participación del aparato respiratorio. La resonancia de este sonido en el tracto vocal confiere al sonido las características percibidas por el oyente. Debido a la autoescucha y a la sensibilidad táctil, el orador puede ajustar el tono e intensidad de la voz. La fonación es un proceso realizado mediante el concurso de varios órganos que han de funcionar como una unidad funcional:

**-El sistema nervioso central.** Los distintos músculos efectores son controlados por el área motora (frontal ascendente) y las vías corticobulbares. La regulación fina de la motricidad depende del sistema extrapiramidal. Existe un ajuste permanente entre fuerzas musculares opuestas, con la participación de una regulación propioceptiva.

**-Los barorreceptores.** Están situados en la mucosa infraglótica, y los mecanorreceptores laríngeos, de adaptación rápida (en las cuerdas vocales y las bandas ventriculares), aportan información sobre el grado de contacto y de tensión existente en las cuerdas vocales. La importancia de ésta información se demuestra en el fenómeno reportado por Proctor (Proctor 1965), que la

emisión vocal del cantante se altera al aplicar un anestésico local en la faringe y laringe.

**-La retroacción auditiva.** El sistema auditivo controla de manera permanente la altura e intensidad de la voz. De esta forma, en un ambiente ruidoso, si el nivel del ruido aumenta en 10 dB, la intensidad vocal aumenta en 3 a 4 dB, y la duración de las vocales aumenta en comparación con la de las consonantes. La voz monótona y no modulada del sordo atestigua la importancia de la audición para regular el desempeño vocal. (Proctor 1968).

**-El diencéfalo** interviene en el control de las emociones que, a su vez, inducen modificaciones en determinados parámetros de la voz.

-Además se añade **la coordinación neuromotora** de los músculos implicados en la fonación, desde los músculos de la postura y de la respiración, hasta los músculos del aparato articulatorio faringo-buco-labial.

**- Los órganos resonadores y articulación:** en los cambios que se producen en los resonados el elemento fundamental es el velo del paladar que permite cambiar de sonido oral a sonido nasal, y la lengua y los labios que producen los puntos de la articulación de la palabra. El sonido o el conjunto de sonidos producido en la laringe mediante la vibración de las cuerdas vocales es moldeado o modificado por las cavidades de resonancia de la cara y completado por la corriente de aire que sale por la cavidad bucal, formándose las palabras.



La física ha establecido que para que exista el sonido se requieren tres elementos:

- 1- Un cuerpo elástico vibrátil
- 2- Un medio elástico que propague las vibraciones
- 3- Una caja de resonancia que las amplifique y las haga perceptibles al oído, a través de las ondas que las transmiten por el aire.

La voz humana tiene estos elementos: el cuerpo elástico vibrátil son las cuerdas vocales; el medio de propagación es el aire proveniente de los pulmones, y la caja de resonancia está formada por la caja torácica, la faringe, las cavidades orales y nasales.

La voz se produce cuando el aire procedente de nuestros pulmones actúa sobre las cuerdas vocales haciéndolas vibrar. Desde un punto de vista exclusivamente físico, para que por un tubo como una tráquea circule el aire, es necesaria la existencia de una diferencia de presión entre sus extremos. En el caso del conducto vocal, la presión exterior siempre es la presión atmosférica esencialmente incontrolable, por lo que para que haya diferencia de presiones hay que aumentar o disminuir la presión pulmonar. Los pulmones se expanden de tres maneras: 1) la contracción del diafragma, alargando así la cavidad torácica es la respiración diafragmática; 2) los músculos escalenos elevan el tórax y realizan la respiración alta; y 3) los músculos intercostales que expanden la cavidad torácica realizan la respiración forzada.

Una vez que el aire atraviesa la tráquea y llega a la región infraglotíca de la laringe, esta aumenta su presión empujando a las cuerdas vocales hasta abrir la glotis y franquear el paso al aire.

La laringe constituye la estructura más importante del mecanismo fonatorio: la producción de ondas de sonido mediante la vibración de las estructuras del interior de la laringe. Los cartílagos laríngeos, los pliegues vocales y el cono elástico, sus articulaciones y sus músculos constituyen un aparato productor de sonido. Este sonido se modifica en los pisos suprayacentes donde toma las características de la voz.

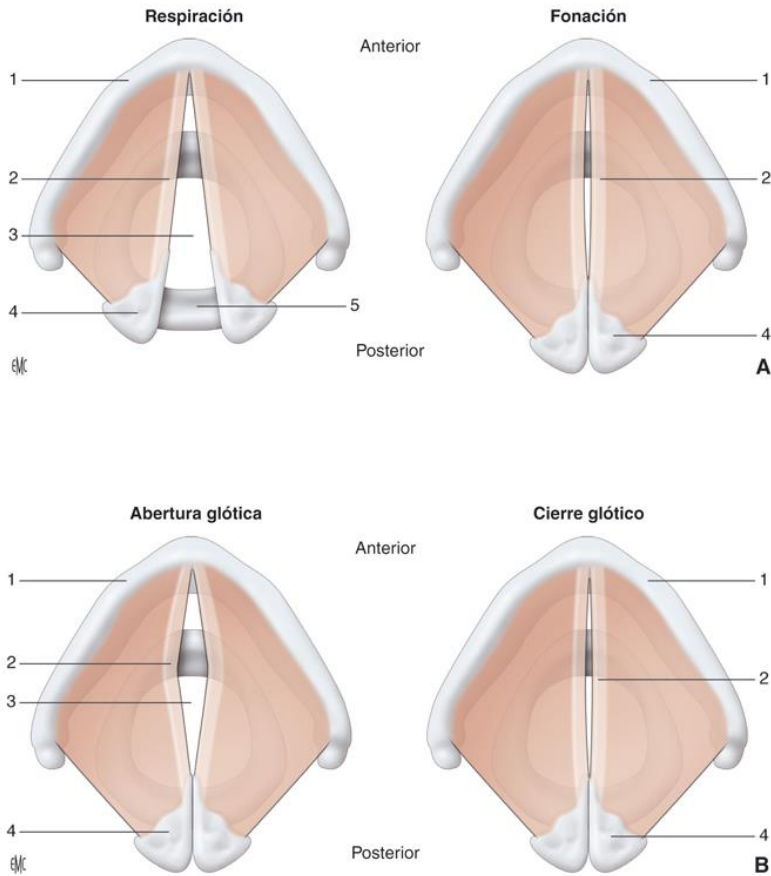
El aparato fonatorio laríngeo, desde un punto funcional, comprende tres partes, que ya se ha desarrollado antes de forma más detallada:

- 1- El aparato fibroso, soporte de las cuerdas vocales y su esqueleto, que ya se ha descrito anteriormente.
- 2- El aparato tensor de las cuerdas vocales: la tensión de las cuerdas vocales es el resultado de un doble movimiento basculante de los cartílagos fonatorios producidos por el músculo cricotiroideo.
- 3- El aparato motor de las cuerdas vocales: compuestos por los músculos cricoaritenoides posteriores (dilatador de la glotis), los cricoaritenoides laterales (antagonistas de los anteriores), el músculo interaritenoideo (junta los aritenoides en la línea media produciendo el cierre posterior de la glotis), y el músculo tiroaritenoideo (su contracción acorta y engrosa la cuerda vocal produciendo los sonidos

graves y además su porción lateral tiene un ligero efecto aductor).

(Figura 8)

Figura 8

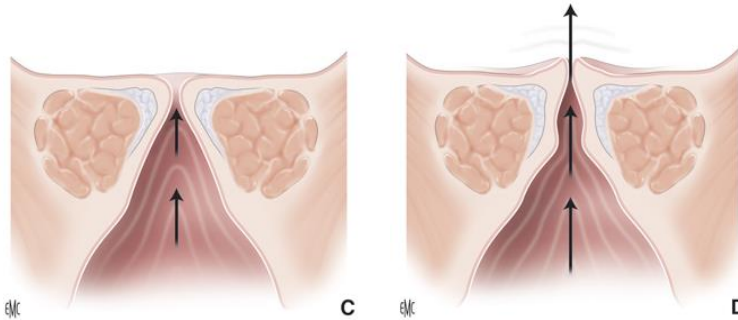


Posición y vibración de las cuerdas vocales. 1. Cartilago tiroides; 2. cuerda vocal; 3. hendidura glótica; 4. cartilago aritenoides; 5. cartilago cricoides. A. Posiciones abierta y cerrada de las cuerdas vocales. La posición cerrada corresponde a la contracción de los músculos cricoaritenoso lateral e interaritenoso. A partir de esta posición cerrada denominada «prefonatoria», pueden entrar en juego los mecanismos de la vibración. B. Tomada de la EMC. A. Giovanni. Fisiología de la fonación.

En los últimos tiempos diversas teorías han intentado construir modelos relativos a los movimientos de las cuerdas vocales, las más aceptadas en la actualidad consisten en las Teorías mioelástica-aerodinámica de Van den Berg (1958) y mucocondulatoria de Perelló (1962). Estas teorías proponen dos principios básicos para explicar la producción de la voz. Primero, sugieren que la frecuencia fundamental de la vibración vocal viene determinada por tres factores: la masa de las cuerdas, la viscoelasticidad de las cuerdas y la presión subglótica; Segundo, que las cuerdas vocales vibran por una serie de fuerzas que se explican por el principio de Bernoulli.

El aspecto mioelástico del control de la fonación se refiere al control neuromuscular de la tensión y la elasticidad de las cuerdas vocales, que también ajusta la configuración de la apertura glótica (figura 9). De acuerdo con esta teoría, las cuerdas se aproximan, se contraen y se tensan durante la fonación para regular su elasticidad. El aspecto aerodinámico explica el papel de la dinámica de fluidos en el inicio de la vibración de las cuerdas una vez aproximadas.

Figura 9



La vibración de las cuerdas vocales. Corresponde a la resolución del conflicto aerodinámico y mioelástico entre la presión del aire y la fuerza de contacto de las cuerdas. Tomada de la EMC. A. Giovanni. Fisiología de la fonación.

Los tres principios aerodinámicos cruciales para la vibración vocal son: 1) el aire fluye desde una zona de más presión a otra de menos presión; 2) la presión de un fluido incompresible disminuye conforme aumenta la velocidad de sus moléculas, de acuerdo con la ley de conservación de la energía de los fluidos o principio de Bernoulli, y 3) la velocidad de las moléculas de un fluido incompresible confinado en un conducto aumenta en función del estrechamiento del área de la sección de éste, según la ecuación de continuidad. Así, para iniciar la voz, las cuerdas vocales deben aproximarse para formar un canal estrecho o ligeramente cerrado que separa la subglotis de la supraglotis. Una vez que la glotis está cerrada o casi cerrada, comienza la espiración de aire desde los pulmones, con lo que aumenta la presión entre las cuerdas y se produce un empuje en contra de su elasticidad. Cuando la presión del aire es lo bastante alta como para poder separar los tejidos de las

cuerdas (estando los aritenoides unidos), el aire fluye a través de la apertura glótica generada. En cuanto el flujo aéreo pasa a través del estrechamiento del conducto que determina la glotis, la velocidad de sus moléculas aumenta, determinando una reducción de la presión transglótica que produce una presión negativa. Una vez que el aire fluye por la ahora abierta glotis, hay tres fuerzas se combinan para cerrarla de nuevo: el efecto Bernoulli del flujo aéreo a través de un estrechamiento del conducto crea una fuerza negativa que tracciona de la cuerda medialmente; la elasticidad o retroceso pasivo de las cuerdas vocales hace que éstas recobren su forma original; y el aire escapando a través de la glotis desde la región subglótica hace que caiga la presión subglótica y descienda la fuerza que mantiene apartados los tejidos de las cuerdas vocales.

Este ciclo de vibración se denomina «ciclo glótico». Los ciclos vibratorios suceden con una frecuencia media de 110 por segundo en la voz masculina y de 200 por segundo en la femenina. El intervalo de frecuencias (de más grave a más agudo) es de unas dos octavas, aproximadamente.

### BASES DE LA EXPLORACIÓN FUNCIONAL DE LA VOZ

Para llegar al diagnóstico de la patología vocal, el otorrinolaringólogo cuenta con cinco elementos, que además deben usarse en el siguiente orden: 1) anamnesis y exploración clínica básica otorrinolaringológica, 2) valoración acústica subjetiva escala de GRABS: grade, roughness, asthenicity, breathness, strain, 3) exploración endoscópica de la laringe (telelaringoscopia, fibrolaringoscopia y estroboscopia), y 4) análisis acústico.

#### **Anamnesis y Exploración clínica básica otorrinolaringológica**

Se debe explorar todo el aparato vocal. La región cervical y la cavidad bucal se deben analizar en detalle: flexibilidad de los tejidos, aspecto, troficidad y motricidad de los labios, de la lengua y del velo del paladar; exploración de los efectores de los nervios craneales implicados en la fonación (nervios trigémino, facial, glossofaríngeo, vago e hipogloso en especial). Esta exploración se completa con la de las fosas nasales (obstrucción, aspecto de la mucosa, rinorrea), de la cavidad bucal, del estado dental y de la articulación temporomandibular

#### **La valoración subjetiva de la voz: GRABS. (Hirano 1981).**

La valoración psicoacústica o valoración subjetiva de la voz tiene por objeto atribuir unas características tímbricas a la voz y también la finalidad de valorar la evolución del tratamiento de una forma subjetiva. Ésta valo-

ración suele hacerse con la escala GRABS, que corresponde al acrónimo, en inglés de G- grade (grado), R- rough (rasposa), A- astenic (asténica), B- breathy (aérea), S – strain (tensa). Cada uno de los apartados se valora en una escala de 4 puntos (0= normal, 1= ligero, 2 = moderado, 3 = extremo).

El atributo G indica el grado general de afectación de la voz; el 0 corresponde a una voz normal; el 3 corresponde a una voz muy patológica.

El atributo R indica si la voz es ronca, o con un rozamiento. Se produce por alteración en la vibración, bien porque hay una lesión de la cuerda vocal que hace que se bloquee la vibración por rozamiento con la otra cuerda, o porque la cubierta de la cuerda está fija al músculo y se produce una ausencia de onda mucosa.

El atributo A es el grado de fatiga y debilidad de la voz, incapacidad para fonar durante períodos largos de tiempo sin cambiar el timbre vocal. Cada persona tiene su límite, pero oscila entre 80 y 120 minutos de habla continua.

El atributo B corresponde a la sensación de aire en la voz, voz aérea o voz soplada, que se produce por escape de aire entre las cuerdas vocales. Si por alguna circunstancia no hay cierre glótico, parte del aire espirado se pierde de forma turbulenta entre las cuerdas, lo cual se percibe como voz aérea. El caso más llamativo se observa en la parálisis laríngea. Cuanto menor es el tiempo de fonación, mayor es el defecto de cierre.



El atributo S lo tienen las voces constreñidas o tensas. Esta interpretación psicoacústica corresponde al fenómeno de la hiperfonación o tensión excesiva de la laringe.

Las voces normales tienen una numeración subjetiva psicoacústica GRABS de 0-2; las voces con disfonía leve, entre 3-5; las voces con disfonía moderada, entre 6-8; y las disfonías graves tienen una puntuación superior a 8.

### **La estroboscopia**

La estroboscopia constituye uno de los métodos más útiles, para la exploración funcional laríngea, al permitirnos observar con gran precisión y detalle las alteraciones de la ondulación de la mucosa y la situación del borde libre de la cuerda vocal.

Para la exploración estroboscópica se debe utilizar un método de captación de imagen (telelaringoscopio o fibroscopio), una fuente de luz estroboscópica y un sistema de registro. El movimiento de las cuerdas vocales puede enlentecerse de forma ficticia a través de la ilusión óptica que proporciona el estroboscopio. La vibración de las cuerdas vocales se produce unas 125 veces/segundo en el hombre y unas 250 veces/segundo en la mujer; a esta frecuencia, el ojo humano es incapaz de distinguir los ciclos vocales; de hecho, cuando un movimiento periódico ocurre más de 5 veces por segundo ya no se puede individualizar (ley de Talbott). La luz estroboscópica se emite con un desfase respecto a la frecuencia del ciclo vocal, que se capta con un micrófono, de tal forma que con cada destello se ilumina una parte del

ciclo vocal (cada vez ligeramente avanzado en comparación con el anterior). De esta manera, lo que acontece muchas veces en un segundo queda reducido a menos de 5 ciclos por segundo, con lo cual se consigue la ilusión óptica de que se produce muy lentamente, y se puede analizar visualmente y registrarlo. (Sataloff 2007). Así, pues, lo que vemos en realidad con la estroboscopia es una suma de fragmentos del ciclo vibratorio que difieren ligeramente entre sí y que, presentados de manera consecutiva, generan la impresión visual de un ciclo completo.

Las indicaciones para su uso como procedimiento diagnóstico son muy amplias. Es el método de elección para valorar la mayor parte de la patología de las cuerdas vocales, y en un 20 % a un 25 % de los casos de los trastornos de la voz es el método de diagnóstico definitivo. La videoestroboscopia es especialmente útil cuando no se aprecian alteraciones orgánicas evidentes ni se identifica con claridad la causa de la disfunción.

Los aspectos que se deben valorar al realizar la estroboscopia son los siguientes.

a) Aspectos anatómicos:

- Coloración y vascularización de las cuerdas vocales.
- Lesiones (localización y tamaño)
- Moco (cantidad y consistencia)
- Borde libre de las cuerdas

b) Aspectos funcionales:

- Simetría en la movilidad de las cuerdas

-Periodicidad: regularidad de los ciclos vocales, representando una contracción muscular estable e igualdad en la masa de ambas cuerdas.

-Cierre glótico: existencia o ausencia de defectos de cierre (posterior, anteroposterior, anterior, en reloj de arena, en huso)

-Amplitud de la onda mucosa: movimiento vertical de la cubierta de la cuerda sobre el músculo. La estroboscopia reconoce zonas de adinamia de la mucosa, es decir, porciones no vibratorias, lo cual no se puede apreciar con la luz continua.

### **El análisis acústico**

Es una forma objetiva y útil para explorar la voz, aunque hay que tener conocimiento de cuáles son los parámetros que vamos a utilizar y de su significado.

Las principales ventajas que nos aporta el análisis acústico son: identificar los componentes vocales causantes de la disfonía, para aumentar la precisión del diagnóstico y cuantificar los componentes vocales causantes de la disfonía, con lo que puede establecerse una estadificación de la disfonía y seguir su evolución durante y posterior al tratamiento.

Los principales parámetros del análisis acústico son:

#### **a) Parámetros de frecuencia:**

-Frecuencia fundamental (F0): Corresponde al componente frecuencial (armónico) más bajo de la señal microfónica. Representa el número de veces que las cuerdas vocales vibran por segundo, y se expresa en ciclos por segun-

do o Hz. La laringe humana es capaz de producir una amplia gama de frecuencias (rango vocal), que varía en función de la edad y del sexo. Los valores normales son de unos 125 Hz para el hombre, 250 Hz para la mujer y 350 Hz en la infancia. La vocal /i/ tiene una F0 mayor que las de la /e/ y la /a/.

-La perturbación de la frecuencia (jitter): se refiere a las variaciones involuntarias de la F0 que suceden de un ciclo a otro. La F0 puede variarse de forma voluntaria cambiando la entonación de una frase, pero esa variación no es la que estudia el jitter: éste mide la variación de la F0 entre un ciclo vocal y el siguiente. Representa también una medida de estabilidad de la fonación. Las causas de estas perturbaciones son diversas y siempre hay que tenerlas en mente al interpretar los resultados, son los siguientes: causas neurológicas: por falta de control del sistema nervioso sobre los músculos vocales; causas aerodinámicas: cuando hay un defecto de cierre glótico que puede provocar un escape de aire que haga vibrar irregularmente las cuerdas; causas mecánicas: cuando hay asimetrías en la masa de las cuerdas o cambios en las propiedades biomecánicas de éstas como ocurre en los edemas de Reinke, se produce una gran alteración en el jitter.

Para medir el jitter a partir de una muestra vocal debemos desechar el principio y el final de la muestra, ya que son las zonas con mayor inestabilidad. En las voces normales el jitter es menor a frecuencias más altas y a volúmenes más altos. Los valores del jitter aumentan con la edad. Valores del 1 % ya son percibidos como disfonía, y conforme aumentan, mayor es la percepción de la misma.

Las medidas del jitter pueden obtenerse según diferentes algoritmos:

- *Jitter absoluto*: mide la variación interciclos en unidades de tiempo. Se ve afectado por la F0 del individuo y, por tanto, hay claras diferencias según el sexo.
- *Jitter relativo*: mide la variación interciclos en porcentaje, con lo cual no se ve afectado por la F0 y no hay diferencias según el sexo. Se expresa en porcentaje porque es el resultado de un cociente, y su media es de 0,974 %.
- *RAP (relative average perturbation)*: en este caso, en lugar de comparar un ciclo con su precedente, se promedia la diferencia de tres en tres ciclos, con lo cual se consigue obviar los fenómenos de variación del tono que se producen de manera periódica. Presenta menos variabilidad que los parámetros previos. Es la medida que tiene una mayor concordancia con el concepto de jitter. Su media es de 0,59 %, y al igual que el jitter relativo no muestra diferencias según el sexo.
- *PPQ (pitch period perturbation quotient)*: mide la variabilidad de la frecuencia fundamental analizando grupos de cinco ciclos, y por tanto se suavizan aún más las diferencias. Su media es de 0,571 %.

### **b) Parámetros de intensidad:**

La intensidad se define como la amplitud de la variación de la presión sonora producida al transmitirse la voz en el medio aéreo, y se expresa en decibelios (dB). La sensación psicoacústica del fenómeno físico de la intensidad es el volumen.

Para un adulto normal, la intensidad de la fonación durante la conversación está entre 75 y 80 dB. Al igual que la frecuencia fundamental, la intensidad varía de forma involuntaria durante el habla, pero esta variación es normal y útil para la correcta interpretación de los mensajes que se quiere hacer llegar al interlocutor, y no es éste el ámbito del estudio de las perturbaciones.

La perturbación de la amplitud (shimmer): mide la variabilidad de la amplitud ciclo a ciclo. Se determina, al igual que el jitter, a partir de sonidos vocálicos mantenidos sin variaciones voluntarias. Representa también una medida de la estabilidad de la fonación. Una pequeña variación ciclo a ciclo es normal, pero una variabilidad excesiva indica una posible patología; sin embargo, al igual que el jitter, no ha podido vincularse con una afección determinada. El shimmer se relaciona de modo inverso con la intensidad vocal (disminuye al aumentar la intensidad). Las medidas del shimmer pueden obtenerse con diversos algoritmos, que son paralelos en concepto a los ya descritos para el jitter:

- *Shimmer absoluto:* a diferencia del jitter, no presenta diferencias por sexo al no haber diferencias en la intensidad entre ellos, pero sí hay diferencias entre los distintos sujetos, por lo que es un parámetro muy variable y sus valores de normalidad tienen un rango muy amplio.
- *Shimmer relativo:* compara ciclo a ciclo sus amplitudes. Se expresa en porcentaje y su valor medio es de 7 %. No hay diferencias según el sexo.

- *APQ3 (amplitude perturbation quotient)* y *sAPQ (smoothed APQ)*: promedian las diferencias encontradas en grupos de 3 en 3 pulsos glóticos y de 55 en 55, respectivamente.

### c) **Parámetros de ruido**

-HNR (harmonic to noise ratio) medio. Mide la relación entre el componente periódico que se repite a lo largo del tiempo (armónicos) y el que aparece de manera anárquica y sin un patrón definido (ruido), separándolos como si de dos ondas distintas se tratara y comparando posteriormente la intensidad de ambas una respecto a la otra. Los valores observados presentan una media de 25,641dB.

-NNE (normaliced noise energy). Transforma en una distribución normal los valores de la intensidad del ruido encontrado en la muestra analizada. Presenta valores negativos, y los más cercanos a cero son los más patológicos.

-NHR (noise to harmonic ratio). Es la media del cociente de la energía inarmónica entre 1.500 y 4.500 Hz y la armónica entre 70 y 4.500 Hz. Selecciona las frecuencias en las cuales busca el componente inarmónico. Se expresa en porcentaje y los valores obtenidos son de 0,126 %, sin diferencias entre ambos sexos.

### LA TIROPLASTIA DE MEDIALIZACIÓN

La parálisis vocal unilateral es una entidad mal tolerada por el paciente que lo padece, provoca disfonía y aspiraciones, generando frustración y limitaciones en las personas y más aún en aquellas que trabajan con la voz (docentes, recepcionistas, cantantes), generando problemas laborales o de integración social. Existen múltiples técnicas quirúrgicas que pretenden mejorar el problema de disfonía y de aspiración, que consisten en realizar una inyección intracordal de colágeno o de grasa autóloga; la desventaja de éstas técnicas que hay dificultades técnicas para lograr una aplicación uniforme y la inevitable reabsorción a largo plazo que empobrece los resultados. La técnica quirúrgica con resultado permanente es la tiroplastia de medialización de la cuerda vocal, cuyo objetivo es conseguir el cierre glótico, mejorando así la voz, la función de deglutoria, el cansancio fonatorio, y la eficacia del reflejo tusígeno ( Montgomery 1997 ).

La primera descripción de laringoplastia de medialización para mejorar la incompetencia glótica fue realizada por Erwing Payr, en 1915. (Payr 1925). En el 1975 Isshiki diseñó una serie de técnicas quirúrgicas que denominó “cirugía del esqueleto laríngeo” y reportó la primera serie de casos de pacientes con parálisis unilateral del pliegue vocal intervenidos con una técnica que denominó tiroplasia. (Isshiki 1975). La tiroplastia tipo I consistía en realizar una compresión lateral de la cuerda vocal con láminas de cartílagos insertados a través de incisiones en el cartílago tiroideos (Isshiki 1974). Según



la Sociedad Europea de Laringología ésta técnica quirúrgica se clasifica como tiroplastia de medialización dentro del grupo de las técnicas de Laringoplastia de aproximación. (Friedrich 2013). A partir de esta descripción varios autores publicaron variaciones de la técnica y los materiales, como la utilización de prótesis de silastic (Kouffman 1986), el Gore Tex (Mcculloch 1998) y el titanio. Luego de décadas de estudio, Montgomery estandarizó la forma de la prótesis y sus medidas según el sexo del paciente, utilizó como material la silicona de alta calidad y biocompatibilidad. (Montgomery 1993).

Isshiki describió la realización de la tiroplastia tipo I o de medialización con anestesia local. Años más tarde Montgomery propuso realizar el procedimiento con anestesia local más sedación, afirmando que el paciente debe estar despierto y ser capaz de hablar durante el acto quirúrgico con el fin de monitorizar la voz durante el procedimiento (Montgomery 1993). Para realizar de ésta manera un anestesista cualificado es esencial para el éxito de esta intervención ya que requiere mantener un correcto balance entre la sedación y falta de respuesta durante toda la intervención. La fórmula anestésica sugerida por Montgomery para un paciente de 70kg de peso es la siguiente. Al inicio de la intervención administrar 1 a 2 mg de Midazolam IV en bolo; luego 25 microgramos/ml (x2) de fentanilo IV y luego dosis incrementales de Propofol IV. Una vez obtenido la sedación del paciente se infiltra con lidocaína 2% la piel y la musculatura donde se realizará la incisión, tras lo cual se secciona la musculatura prelaríngea para exponer el cartílago tiroides.

Se identifica las referencias anatómicas para localizar la ventana laríngea y se abre mediante la sierra o fresa. Se procede a colocar e ir probando los medidores (dispositivos de igual tamaño que las prótesis definitivas y que vienen numerados, en general del 6 al 10 para la mujer y del 8 al 12 para el hombre). Para cada prueba, se pide al paciente que hable, verificando la calidad de voz de tal manera que el paciente participa activamente durante el acto operatorio. (Montgomery 1993). La elección del número de prótesis a emplear depende de la mejoría de la fonación objetivable durante la intervención. En su artículo Montgomery añade que opcionalmente con la ayuda de un nasofibroscopio se monitoriza la laringe para verificar la medialización de la cuerda vocal paralizada; éste se introduce en el momento de la prueba del implante, lo cual añade molestia y demanda más colaboración por parte del paciente, razón por el cual en este punto Montgomery sugiere profundizar la sedación. (Montgomery 1993). Teniendo en cuenta los efectos de los anestésicos sedantes como depresor del SNC, la profundización de la anestesia en el momento de la prueba de la voz, donde se decide el tamaño de la prótesis, parece ser contradictoria.

### LA SEDACIÓN

Las técnicas de anestesia y sedación se pueden clasificar en: sedación mínima (ansiolisis), sedación consciente (sedación y analgesia moderada), sedación y analgesia profunda, y la anestesia general. (Morgan 2007).

La sedación consciente es una depresión de la conciencia inducida por fármacos durante la cual los pacientes responden correctamente a órdenes verbales, o al estímulo táctil.

La sedación y analgesia profunda es una depresión de la conciencia inducida por fármacos durante la cual los pacientes no pueden despertarse fácilmente pero pueden responderse adecuadamente a estímulos repetidos o estímulos dolorosos. La capacidad de mantener la función ventilatoria independientemente puede alterarse, y la ventilación espontánea puede ser inadecuada.

Muchos autores utilizan la anestesia local y sedación para realizar la tirolastía de medialización (Harries 1996); las ventajas de ésta técnica anestésica residen en que el paciente se encuentra despierto, cooperador y respirando espontáneamente. Los inconvenientes son que resulta difícil mantener una instrumentación prolongada, la posibilidad de que se produzca una retención de CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico), la mala tolerancia en caso de hemorragia intraluminal y la falta de garantías de que el paciente no efectúe movimientos bruscos. Puede recurrirse a la administración de sedantes-hipnóticos y/o opiáceos hasta que el paciente se encuentre cómodo, tranquilo y colaborador,

pero no hasta el extremo de producir obnubilación y falta de colaboración por parte de aquel. (Miller 1997).

Los fármacos sedantes utilizados por Montgomery son: Midazolam que pertenece a la familia de benzodiazepinas a dosis de 0,02-0,05mg/kg 3-5min antes de la prueba de fonación); Fentanilo que es un opioide a dosis de 0,5-1 µg/kg; y dosis crecientes de Propofol 1% que es un anestésico hasta alcanzar el estado de conciencia deseado (0,3-0,5mg/kg). Estos agentes se usan solos o combinados. (Morgan 2007). La combinación de dichos anestésicos son los fármacos empleados en la sedación para la tiroplastia de medialización descrita por Montgomery. A continuación se cita brevemente las características farmacológicas y sus acciones.

**El fentanilo** es un opiáceo sintético, éste se administran desde hace cientos de años para aliviar la ansiedad y reducir el dolor de la cirugía. En la actualidad se utiliza como componente de la anestesia balanceada, como suplemento de los anestésicos inhalatorios y también como anestésico principal cuando se administra a dosis mayores. (Miller 1997)

**El propofol** es un opiáceo que facilita la neurotransmisión inhibidora del GABA. Es un depresor respiratorio intenso. Aún cuando se usa para sedación consciente en dosis subanestésicas, la infusión de propofol inhibe el esfuerzo ventilatorio hipóxico y deprime la respuesta normal a la hipercapnia. Esto subraya la necesidad de que sólo el personal bien capacitado use esta técnica. (Morgan 2007)

**El midazolam** es un anestésico intravenoso no opiáceo. Pertenece a la familia de benzodiazepinas intravenosas. Su característica es que es mucho más soluble en medio acuoso que el diazepam o el lorazepam. Éste fármaco potencia las acciones del neurotransmisor inhibidor GABA en diversas localizaciones del sistema nervioso central (Miller 1997) y sus efectos se traducen como desorientación, dificultad del habla y nistagmo. La ausencia de recuerdo o amnesia anterógrada es un componente constante de la acción sobre el SNC de las benzodiazepinas utilizadas en anestesia. Los efectos ansiolítico, amnésico y sedante, que se observan a dosis bajas, progresan hasta estupor e inconciencia con dosis de inducción. (Morgan 2007). Las benzodiazepinas se utilizan con mucha frecuencia para provocar la sedación intravenosa durante los procedimientos anestésicos locales y regionales. (Miller 1997)

El nivel de sedación del paciente en quirófano debe ser monitorizado y se puede realizar mediante dos escalas observacionales de sedación: a) Escala de Ramsay (Ramsay 1974) y b) Escala de Evaluación de Alerta/Sedación por el Observador Modificada- MOASS/S (Ibrahim 2001).

**La escala de sedación de Ramsay:** Evalúa al paciente de la siguiente manera.

Nivel 1: paciente ansioso y agitado.

Nivel 2: paciente colaborador, orientado y tranquilo.

Nivel 3: paciente dormido, que obedece a órdenes.

Nivel 4: paciente dormido, con respuestas a estímulos auditivos intensos.

Nivel 5: paciente dormido, con respuestas mínimas a estímulos. Nivel 6: paciente dormido, sin respuestas a estímulos.

**Los niveles de sedación según la escala MOASS** consisten en:

Nivel 0: no hay respuesta a estímulos dolorosos.

Nivel 1: no hay respuesta a orden verbal fuerte, discreta respuesta al dolor.

Nivel 2: responde sólo a orden verbal fuerte o a la movilización.

Nivel 3: responde sólo después de repetir varias veces una orden en tono fuerte.

Nivel 4: somnoliento, responde al mencionar su nombre en tono normal.

Nivel 5: despierto y responde al mencionar su nombre en tono normal.

La monitorización objetiva del nivel de sedación se realiza mediante un dispositivo de vigilancia del sistema nervioso, se trata de un electroencefalógrafo de dos canales para la señal de EEG (electroencefalograma) a través de un transformador rápido de análisis biespectral que da lugar a un espectro tradicional de poder. El índice biespectral toma los datos generados por el electroencefalograma y, a través de varios pasos, calcula un solo número que se ha correlacionado con el estado hipnótico actual del paciente. La escala del índice biespectral valora el estado de hipnosis en un rango entre 0 (grado máximo de depresión del sistema nervioso central) y 100 (estado de vigilia-alerta). Valores de BIS de 65 a 85 han sido recomendados para la sedación,

## *INTRODUCCIÓN*

---

valores de 40 a 65 se han recomendado para anestesia general. (Morgan 2007).





**HIPOTESIS DE  
TRABAJO Y OBJETIVOS**



Tras la realización de numerosas tiroplastias de medialización con anestesia local y sedación en nuestro Servicio, constatamos que el test de voz intraoperatorio no era fiable ya que la voz obtenida durante el mismo no era la misma que la obtenida por el paciente al cabo de varios días de la intervención.

Para tener una prueba objetiva de la fiabilidad o no del test de la voz hemos decidido realizar la comparación de la calidad de la voz del paciente en las mismas condiciones quirúrgicas: en posición decúbito supino y bajo los efectos de la sedación.

Nuestro objetivo es estudiar si existe influencia de la sedación y la postura en la calidad de la voz y, de ser así, cuantificar dicha influencia.

Concretamente pretendemos analizar las características acústicas de la voz de los pacientes en la posición sentada, en decúbito supino y decúbito supino con sedación. Para ello se realizará análisis acústico en las tres condiciones.

Se realizará igualmente un estudio subjetivo de la voz bajo los efectos de la sedación.



## **MATERIALES Y MÉTODO**



## 1. MATERIAL HUMANO

Se realiza un estudio prospectivo de un total de 3 muestras de voz por paciente sin patología vocal. La grabación de la voz se ha realizado en pacientes que están programados para intervenciones quirúrgicas de diversas patologías, y que han dado su consentimiento de participar tras ser informados del estudio.

Para la selección de los pacientes se utiliza los siguientes criterios de inclusión: paciente mayor de edad programado para un procedimiento quirúrgico que requiera sedación. Criterio de exclusión: pacientes con patología vocal, pacientes sordomudos, patología central o neuromuscular.

Se han estudiado los datos de 30 pacientes: 17 hombres y 13 mujeres. El rango de edad fue de 18 a 54 años, con una media de 33,4 años, fueron pacientes incluidos para cirugías programadas en el Hospital General Universitario de Valencia durante los meses de Mayo del año 2012 a Mayo del año 2014.

## 2. MATERIAL

Para el registro de la voz se utiliza una grabadora digital de la marca H4-N con un micrófono unidireccional dinámico marca Micro MicC520 AKG, de alta resolución frecuencial que se coloca a 10 cm de la boca del paciente mientras se realiza la fonación de una vocal en una intensidad y tonos cómodos durante el tiempo máximo para el paciente. (figura 10)

Figura 10.



La grabadora utilizada en el estudio.

### 3. MÉTODO

La grabación se realiza en posición sentada, en decúbito supino sin sedación (figura 11) y en decúbito supino con efectos de la sedación. Los pacientes dicen su nombre, la posición en la que se encuentra, una frase “al que madruga Dios le ayuda”, y la vocal /a/ de forma sostenida. En el decúbito supino se acomoda a los pacientes con leve extensión cervical para que sea similar a la posición que adopta el paciente para una tiroplastía. Las grabaciones se deben realizar en un ambiente silencioso para evitar interferencia en



la voz grabada, por lo que se solicita colaboración al personal de quirófano. En nuestro estudio se ha utilizado el formato WAV para la grabación y el análisis acústico.

Figura 11.



Paciente en posición decúbito supino con el micrófono.

Las pruebas de fonación se realizan en pacientes voluntarios y mayores de edad antes y después de ser sometidos a una “sedación consciente”, es decir una depresión de la conciencia inducida por medicamentos, durante el cual los pacientes responden con determinación a las órdenes verbales, acompañadas o no de estímulos táctiles o luminosos y sin necesidad de intervenciones para mantener la vía aérea.

Para tal objetivo, el anestesiólogo responsable aplica un mismo protocolo en todos los casos. Se procedió a la monitorización hemodinámica y respiratoria a través de electrocardiografía, tensiómetro, pulsioximetría y capnografía. Los fármacos sedantes utilizados fueron los mismos fármacos detallados por William W. Montgomery al describir el implante de tiroplastia Montgomery: Midazolam (0,02-0,05mg/kg 3-5min antes de la prueba de fonación); Fentanilo (0,5-1 µg/kg); y dosis crecientes de Propofol 1% hasta alcanzar el estado de conciencia deseado (0,3-0,5mg/kg). Por su parte, el nivel de sedación fue monitorizado con 3 sistemas de medida: dos escalas observacionales de sedación (Escala de Ramsay- RSS- y Escala de Evaluación de Alerta/Sedación por el Observador Modificada- MOASS/S-); y el Índice Biespectral (BIS), parámetro empírico obtenido del análisis multifactorial del electroencefalograma que valora el estado de hipnosis en un rango entre 0 (grado máximo de depresión del sistema nervioso central) y 100 (estado de vigilia-alerta) (Figura 12). Las grabaciones de voz se realizaron cuando el paciente alcanzaba el nivel 3 o 4 de las escalas de RSS y MOASS/S y un valor de BIS entre 70 y 80. Figura 12 y 13.

Figura 12.



El BIS para la monitorización del estado de sedación del paciente.

Figura 13.



Monitorización BIS.

Los datos de voz recogidos se someterán a un análisis acústico mediante la aplicación PRAATS (Boersma 2001) para Windows cuyo nombre deriva del holandés “hablar”, el ordenador utilizado fue un PC compatible Pentium – 100 con una memoria RAM de 16Mb. Para la digitalización de la señal vocal se instaló una tarjeta de sonido compatible con Windows, se compara la frecuencia fundamental y los valores de jitter, shimmer y HNR mean para cada paciente, en cada una de las 3 posiciones estudiadas.

Las muestras de voz grabadas serán analizadas usando el programa SPSS para Windows, versión 14.0. Se realizará un estudio mediante análisis

estadísticos utilizando las medidas repetidas ANOVA, y los resultados fueron confirmados por la prueba no paramétrica correspondiente (test de Friedman).

A todos los pacientes se les informa sobre la participación en el estudio, y firman el siguiente consentimiento informado:

IMPRESO DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO DE  
LOS SUJETOS A INCLUIR EN EL PROYECTO DE INVESTIGACION

**TÍTULO: Estudio de los efectos de la postura y la sedación sobre la  
calidad de la voz.**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dra. Miriam Natsuki Oishi**

**Konari**

### **OBJETIVOS**

El objetivo del presente estudio es determinar si existe alguna asociación entre la postura en decúbito supino, propia de la cirugía laríngea, y la sedación que se emplea en dicha cirugía, sobre la calidad de la voz.

### **DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

**Ámbito del estudio:** Pacientes intervenidos quirúrgicamente y seguidos por el Servicio de Otorrinolaringología del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia.

**Diseño:** Estudio prospectivo de casos en el que se va a comparar la calidad de la voz en el sujeto sentado y en posición decúbito supino. Igualmente se comparará la calidad de la voz en el sujeto sin estar bajo los efectos de ningún fármaco con la calidad de la voz estando bajo los efectos de la sedación necesaria para practicar tiroplastias. Dicha sedación puede emplearse en la inducción anestesiológica de cualquier paciente que vaya a ser sometido a una anestesia general.

**Sujetos de estudio:** El estudio que se presenta se realizará sobre 20 muestras

**Determinaciones:** Se estudiará la calidad de la voz mediante grabación y análisis de parámetros tales como el tiempo de fonación máxima, jitter y shimmer.

**Método:** La grabación se realiza en posición sentada, en decúbito supino sin sedación y en decúbito supino con efectos de la sedación. Los pacientes dicen su nombre, la posición en la que se encuentra, una frase “al que madruga Dios le ayuda”, y las vocales “o” y “a” de forma sostenida.

Los fármacos sedantes utilizados: Midazolam (0,02-0,05mg/kg 3-5min antes de la prueba de fonación); Fentanilo (0,5-1 µg/kg); y dosis crecientes de Propofol 1% hasta alcanzar el estado de conciencia deseado.

El nivel de sedación es monitorizado con 3 sistemas de medida: dos escalas observacionales de sedación (Escala de Ramsay- RSS- y Escala de Evaluación de Alerta/Sedación por el Observador Modificada- MOASS/S-); y el Índice Biespectral (BIS).

Si Ud. está de acuerdo, libremente firme el Anexo que para este fin se ha añadido en el impreso de autorización.

#### **RIESGOS Y BENEFICIOS**

No existe ningún riesgo asociado a las determinaciones incluidas en este estudio.

Con su participación en este estudio, usted va a ayudar en el futuro a otros pacientes que padezcan su misma enfermedad.

Según su condición clínica esta información podrá o no ser aprovechada en su propia salud.

#### **PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

Su participación en este estudio es totalmente voluntaria y no recibirá remuneración alguna.

Como paciente, el rechazo a participar no supondrá ninguna penalización o ni afectará en modo alguno a la calidad de la asistencia sanitaria que reciba.

#### **CONFIDENCIALIDAD**

Sus datos personales serán tratados de manera confidencial, y se procesarán conforme a la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (15/1999, del 13 de Diciembre). El tratamiento de toda la información obtenida en el estudio está regulado por las leyes nacionales e internacionales de datos y de confidencialidad.

Toda la información obtenida será confidencial, los datos recogidos se introducirán, por el Equipo investigador, en una base de datos para realizar el análisis estadístico pero su nombre no aparecerá en ningún documento del estudio, sólo se le asignará un número. En ningún caso se le identificará en las publicaciones que puedan realizarse con los resultados del estudio. Sin embargo, esta información podrá ser revisada por el Comité Ético de Investigación Clínica de este Hospital así como por organismos gubernamentales competentes. También, si así lo desea, puede ser informado de los resultados del estudio



Si tiene alguna duda o no entiende este texto consulte antes de firmar el documento con El Dra Miriam Oishi, con n° de teléfono 961932933 que es el médico responsable de esta investigación y le puede preguntar cualquier duda o problema que tenga relacionado con este estudio o consulte con sus familiares y, finalmente, si está de acuerdo firme este consentimiento. Se le entregará una copia.

Fdo.: Miriam Natsuki Oishi Konari  
Investigador Principal del Proyecto  
Servicio de Otorrinolaringología  
Tel: 690164321



*MATERIALES Y MÉTODO*

---

Firmado .....

Fecha.....



## **RESULTADOS**



## *RESULTADOS*

---

Se han estudiado los datos de 30 pacientes: 17 hombres y 13 mujeres. El rango de edad fue de 18 a 54 años, con una media de 33,4 años. Los pacientes incluidos estaban programados para cirugías de los Servicios de Otorrinolaringología, Cirugía Maxilofacial, y Ginecología y obstetricia. La distribución de la edad y de los Servicios del que fueron intervenidos los pacientes se exponen en la tabla 1.

## RESULTADOS

Tabla 1.

N	Edad	Sexo	Servicio
1	27	M	MXF
2	25	M	MXF
3	33	M	MXF
4	37	F	MXF
5	36	F	ORL
6	25	F	ORL
7	24	M	ORL
8	34	M	ORL
9	33	M	MXF
10	27	F	ORL
11	35	M	ORL
12	38	F	ORL
13	42	F	ORL
14	28	F	GO
15	20	F	MXF
16	53	F	MXF
17	27	M	MXF
18	23	F	ORL
19	48	M	ORL
20	35	M	ORL
21	18	M	MXF
22	30	M	MXF
23	37	M	ORL
24	47	M	ORL
25	36	M	ORL
26	35	F	ORL
27	54	F	GO
28	38	F	ORL
29	22	M	ORL
30	36	M	ORL

Distribución de pacientes según edad, sexo y Servicio procedente: Otorrinolaringología: 18 pacientes, Cirugía Maxilofacial: 10 pacientes. Ginecología y Obstetricia: 2 pacientes.



Un único logopeda ha realizado una valoración subjetiva de las muestras de voces de los pacientes bajo los efectos de la sedación y ha encontrado las siguientes características: el habla de todos los pacientes sedados muestra una bradilalia y el tono está descendido en comparación con el paciente sin sedación; además, se observó un patrón articulatorio cercano a lo observado en la disartria atáxica, lo que se conoce como habla de beodo caracterizado por una voz monótona y débil, imprecisión consonántica y ritmo irregular y lento.

Los datos de análisis acústico del grupo de pacientes en posición sentada sin sedación han mostrado los siguientes datos promedios: F0= 191 Hz, F0 masculino=140 Hz, F0 femenino= 233 Hz, jitter local=0.23%, shimmer local=0.94%, HNR=32.6 dB, jitter rap=0.12% y shimmer apq3=0.51%. Ver tabla 2.

## RESULTADOS

Tabla 2.

	Posición sentada						
	medianF0	meanFo	Jitt_L	Jitt_rap	Shim_L	Shim_apq3	HNR
1	126	126	0,51	0,3	0,81	0,43	27,9
2	118	118	0,35	0,19	1,44	0,73	31,4
3	119	119	0,12	0,04	0,65	0,37	36,8
4	215	215	0,4	0,24	2,25	1,33	26,3
5	292	293	0,13	0,06	0,65	0,38	33,8
6	291	291	0,27	0,16	0,33	0,17	32,3
7	160	160	0,24	0,12	0,99	0,43	31,3
8	182	182	0,13	0,07	0,58	0,26	37,3
9	120	120	0,12	0,05	0,46	0,18	38,3
10	266	266	0,1	0,05	0,73	0,37	34,9
11	155	155	0,14	0,07	1,26	0,76	34,5
12	209	209	0,13	0,06	0,58	0,29	34,5
13	245	245	0,32	0,19	0,75	0,45	30,6
14	209	209	0,37	0,21	1,04	0,58	30,5
15	252	252	0,17	0,1	1	0,58	33,5
16	174	174	0,3	0,18	1,23	0,73	30,9
17	118	118	0,22	0,1	1,3	0,67	30,9
18	249	250	0,18	0,11	0,89	0,49	29,7
19	104	104	0,28	0,10	0,93	0,46	28,5
20	120	120	0,28	0,15	2,61	1,34	25,3
21	109	109	0,23	0,13	2,29	10,94	25,8
22	126	126	0,24	0,13	1,38	0,66	25,4
23	147	147	0,31	0,17	1,15	0,64	31,1
24	140	141	0,25	0,10	1,54	0,73	27,7
25	144	143	0,36	0,20	2,10	0,99	25,2
26	184	184	0,27	0,13	1,09	0,58	27,1
27	240	240	0,18	0,11	1,79	0,82	30,8
28	227	227	0,23	0,13	1,75	0,83	26,1
29	129	129	0,58	0,25	2,62	1,21	24,2
30	153	153	0,19	0,10	0,76	0,40	32,2

Los datos de análisis acústico de pacientes en “posición sentada sin sedación”: se exponen valores de la Frecuencia fundamental, jitter local y rap, shimmer local y apq3, HNR.

## *RESULTADOS*

---

Los datos acústicos promedios del grupo de los paciente en decúbito supino sin sedación fueron: F0=189 Hz, F0 masculino=129 Hz, F0 femenino=240 Hz, jitter local=0.25%, shimmer local=0.96%, HNR=32.1 dB, jitter rap=0.13% y shimmer apq3=0.52%. Ver tabla 3.

## RESULTADOS

Tabla 3.

	Decúbito supino						
	medianFO	meanFo	Jitt_L	Jitt_rap	Shim_L	Shim_apq3	HNR
1	127	127	0,43	0,26	1,04	0,5	31,1
2	129	129	0,32	0,16	1,11	0,57	29,6
3	103	103	0,17	0,09	0,64	0,35	35,3
4	282	282	0,31	0,17	1,87	1,07	28,3
5	267	267	0,19	0,12	0,77	0,42	33,9
6	261	261	0,18	0,1	0,55	0,31	34,7
7	137	137	0,23	0,13	0,52	0,26	32,6
8	171	171	0,14	0,07	0,78	0,4	35,4
9	103	103	0,18	0,1	0,64	0,36	34,8
10	279	279	0,11	0,06	0,59	0,31	36,8
11	144	143	0,25	0,12	1,01	0,54	31,2
12	208	208	0,23	0,13	0,62	0,36	31,2
13	227	227	0,27	0,15	0,53	0,29	32,1
14	199	199	0,36	0,2	1,44	0,75	29,6
15	273	272	0,21	0,12	1,27	0,69	31,1
16	189	189	0,39	0,22	1,27	0,67	30
17	116	116	0,29	0,15	1,81	1,05	29,1
18	212	211	0,21	0,12	0,82	0,45	28,6
19	104	104	0,25	0,10	0,83	0,41	26,6
20	116	116	0,31	0,16	1,28	0,67	27,5
21	109	109	0,38	0,22	2,72	1,65	25,2
22	134	134	0,27	0,14	1,10	0,59	25,8
23	140	140	0,26	0,13	0,88	0,42	28,7
24	141	141	0,39	0,20	1,62	0,94	28,7
25	145	145	0,24	0,12	2,00	0,75	26,0
26	158	158	0,28	0,14	1,57	0,64	26,9
27	237	237	0,51	0,08	1,85	0,89	30,3
28	220	220	0,29	0,17	1,96	0,95	25,6
29	129	129	0,63	0,37	2,21	1,21	24,1
30	163	163	0,25	0,15	0,71	0,38	27,2

Los datos de análisis acústico de pacientes en “posición decúbito supino sin sedación”: media y mediana de la frecuencia fundamental, jitter local y rap, shimmer local y apq3, y los datos de HNR.

## *RESULTADOS*

---

Los datos acústicos promedio del grupo de los pacientes bajo los efectos de la sedación fueron: F0=161.1 Hz, F0 masculino=120 Hz, F0-femenino=213Hz, jitter local=0.84%, shimmer local=2.6%, HNR=25.2dB, jitter rap=0.40% y shimmer apq3=1.39%. Ver tabla 4.

## RESULTADOS

Tabla 4.

<b>Decúbito supino con Sedación</b>							
	medianFO	meanFo	Jitt_L	Jitt_rap	Shim_L	Shim_apq3	HNR
1	126	126	0,84	0,44	1,39	0,63	25,3
2	93	92	1,61	0,87	6,76	1,9	11,2
3	93	94	0,41	0,14	0,98	0,39	31,6
4	222	222	1,27	0,77	3,21	1,97	20,6
5	236	236	0,4	0,24	1,53	0,88	28,3
6	119	119	0,74	0,43	5,08	3,01	19,6
7	108	108	1,01	0,61	3,66	2,01	25,3
8	190	189	0,29	0,18	1,08	0,55	31
9	93	93	0,42	0,13	0,98	0,37	31,4
10	324	294	0,24	0,11	2,43	1,42	27,5
11	113	113	0,57	0,34	2,18	1,19	24,3
12	187	187	0,45	0,26	1,69	0,95	27,5
13	210	208	0,37	0,22	1,52	0,78	28,2
14	188	188	0,73	0,46	3,22	1,92	26,1
15	240	240	0,82	0,52	2,44	1,52	27,6
16	125	125	0,47	0,22	2,93	1,53	20,7
17	113	114	0,49	0,17	3,73	2	23,7
18	102	102	0,37	0,19	2,35	1,21	23,9
19	91	91	1,02	0,62	5,64	2,99	15,2
20	79	79	0,78	0,37	3,35	1,74	18,4
21	108	108	0,83	0,48	5,06	2,84	17,8
22	114	114	0,5	0,28	3,72	1,82	20,4
23	106	106	0,44	0,19	1,71	0,67	26,6
24	125	126	0,45	0,19	2,92	1,71	22,7
25	130	130	0,25	0,13	2,12	1,03	23,4
26	147	149	0,47	0,2	3,48	1,82	19,8
27	108	108	0,3	0,13	4,13	2,37	23
28	151	126	0,91	0,52	2,44	1,28	22,7
29	129	129	0,82	0,5	7,82	4,45	14,2
30	96	95	0,45	0,23	4,49	2,5	14,7

Los datos de análisis acústico de pacientes en “posición decúbito supino con sedación”: media y mediana de la frecuencia fundamental, jitter local y rap, shimmer local y apq3, y los datos de HNR.

La variable “posición de los pacientes” fue comparada utilizando el test de Bonferroni entre 2 grupos: grupo con sedación vs no sedación. No se observaron diferencias significativas entre los grupos de pacientes con respecto a la posición. Los datos acústicos obtenidos de la vocal sostenida demostraron que la variable “sedación” afecta significativamente a los valores de frecuencia.

Los valores de jitter y shimmer promediados para tres períodos adyacentes mostraron resultados coherentes con los valores absolutos para el jitter rap y shimmer apq3, respectivamente.

Todos los análisis estadísticos utilizando las medidas repetidas ANOVA fueron confirmados por la prueba no paramétrica correspondiente (test de Friedman); se obtuvieron valores de p similares.

Los valores de la media y mediana de la F0 de los pacientes en las tres condiciones se exponen en la tabla 5 y 6.

## RESULTADOS

---

Tabla 5.

	mean F0		
	sedación	sentado	decubito
1	126	126	127
2	92	118	129
3	94	119	103
4	222	215	282
5	236	293	267
6	119	291	261
7	108	160	137
8	189	182	171
9	93	120	103
10	294	266	279
11	113	155	143
12	187	209	208
13	208	245	227
14	188	209	199
15	240	252	272
16	125	174	189
17	114	118	116
18	102	250	211
19	91	104	104
20	79	120	116
21	108	109	109
22	114	126	134
23	106	147	140
24	126	141	141
25	130	143	145
26	149	184	158
27	108	240	237
28	126	227	220
29	129	129	129
30	95	153	163

Media de la F0 de los pacientes en las tres condiciones. Observamos que en general existe una disminución en el valor de la F0 en el grupo “sedación” en comparación con el grupo “sin sedación”.



## RESULTADOS

---

Tabla 6.

	median F0		
	sedación	sentado	decubito
1	126	126	127
2	92	118	129
3	93	119	103
4	222	215	282
5	236	292	267
6	119	291	261
7	108	160	137
8	190	182	171
9	93	120	103
10	324	266	279
11	113	155	144
12	187	209	208
13	210	245	227
14	188	209	199
15	240	252	273
16	125	174	189
17	113	118	116
18	102	249	212
19	91	104	104
20	79	120	116
21	108	109	109
22	114	126	134
23	106	147	140
24	125	140	141
25	130	144	145
26	147	184	158
27	108	240	237
28	151	227	220
29	129	129	129
30	96	153	163

Mediana de la F0 de los pacientes en las tres condiciones. Observamos que en general existe una disminución en el valor de la F0 en el grupo “sedación” en comparación con el grupo “sin sedación”, fenómeno similar a la media de la F0.

## *RESULTADOS*

---

Los valores de jitter local y jitter promediados para tres períodos adyacentes (jitter rap) mostraron resultados coherentes. Se observó un aumento significativo en el valor del jitter en el grupo de pacientes sedados. Ver tabla 7 y 8.

## RESULTADOS

---

Tabla 7.

	Jitt_L		
	sedation	seated	decubitus
1	0,84	0,51	0,43
2	1,61	0,35	0,32
3	0,41	0,12	0,17
4	1,27	0,40	0,31
5	0,40	0,13	0,19
6	0,74	0,27	0,18
7	1,01	0,24	0,23
8	0,29	0,13	0,14
9	0,42	0,12	0,18
10	0,24	0,10	0,11
11	0,57	0,14	0,25
12	0,45	0,13	0,23
13	0,37	0,32	0,27
14	0,73	0,37	0,36
15	0,82	0,17	0,21
16	0,47	0,30	0,39
17	0,49	0,22	0,29
18	0,37	0,18	0,21
19	1,02	0,28	0,25
20	0,78	0,28	0,31
21	0,83	0,23	0,38
22	0,50	0,24	0,27
23	0,44	0,31	0,26
24	0,45	0,25	0,39
25	0,25	0,36	0,24
26	0,47	0,27	0,28
27	0,30	0,18	0,51
28	0,91	0,23	0,29
29	0,82	0,58	0,63
30	0,45	0,19	0,25

En el grupo de pacientes “sin sedación” se han obtenido valores de 0,23% y 0,25%, en posición sentada y en decúbito respectivamente, mientras que el valor obtenido del grupo de pacientes sedados fue de 0,84%.

## RESULTADOS

Tabla 8.

	Jitt_rap		
	sedación	sentado	decubito
1	0,44	0,30	0,26
2	0,87	0,19	0,16
3	0,14	0,04	0,09
4	0,77	0,24	0,17
5	0,24	0,06	0,12
6	0,43	0,16	0,10
7	0,61	0,12	0,13
8	0,18	0,07	0,07
9	0,13	0,05	0,10
10	0,11	0,05	0,06
11	0,34	0,07	0,12
12	0,26	0,06	0,13
13	0,22	0,19	0,15
14	0,46	0,21	0,20
15	0,52	0,10	0,12
16	0,22	0,18	0,22
17	0,17	0,10	0,15
18	0,19	0,11	0,12
19	0,62	0,10	0,10
20	0,37	0,15	0,16
21	0,48	0,13	0,22
22	0,28	0,13	0,14
23	0,19	0,17	0,13
24	0,19	0,10	0,20
25	0,13	0,20	0,12
26	0,20	0,13	0,14
27	0,13	0,11	0,08
28	0,52	0,13	0,17
29	0,50	0,25	0,37
30	0,23	0,10	0,15

En el grupo de pacientes “sin sedación” se han obtenido valores de 0,12% y 0,13%, en posición sentada y en decúbito respectivamente, mientras que el valor obtenido del grupo de pacientes “sedados” fue de 0,4%. Cuando se aplican estos suavizados los valores se rebajan sensiblemente como se ha observado.

Los valores de shimmer local y shimmer promediados para tres períodos adyacentes (apq3) mostraron resultados coherentes. Se observó un aumento significativo en el valor del shimmer en el grupo de “pacientes sedados”. Ver tabla 9 y 10.

## RESULTADOS

---

Tabla 9.

	Shim_L		
	sedación	sentado	decubito
1	1,39	0,81	1,04
2	6,76	1,44	1,11
3	0,98	0,65	0,64
4	3,21	2,25	1,87
5	1,53	0,65	0,77
6	5,08	0,33	0,55
7	3,66	0,99	0,52
8	1,08	0,58	0,78
9	0,98	0,46	0,64
10	2,43	0,73	0,59
11	2,18	1,26	1,01
12	1,69	0,58	0,62
13	1,52	0,75	0,53
14	3,22	1,04	1,44
15	2,44	1,00	1,27
16	2,93	1,23	1,27
17	3,73	1,30	1,81
18	2,35	0,89	0,82
19	5,64	0,93	0,83
20	3,35	2,61	1,28
21	5,06	2,29	2,72
22	3,72	1,38	1,10
23	1,71	1,15	0,88
24	2,92	1,54	1,62
25	2,12	2,10	2,00
26	3,48	1,09	1,57
27	4,13	1,79	1,85
28	2,44	1,75	1,96
29	7,82	2,62	2,21
30	4,49	0,76	0,71

Valores de shimmer local en las tres condiciones. En el grupo de pacientes “sin sedación” se han obtenido valores promedio de 0,94% y 0,96%, en posición sentada y en decúbito respectivamente, mientras que el valor obtenido del grupo de pacientes “sedados” fue de 2,6%.

## RESULTADOS

Tabla 10.

	Shim_apq3		
	sedation	seated	decubitus
1	0,63	0,43	0,50
2	1,9	0,73	0,57
3	0,39	0,37	0,35
4	1,97	1,33	1,07
5	0,88	0,38	0,42
6	3,01	0,17	0,31
7	2,01	0,43	0,26
8	0,55	0,26	0,40
9	0,37	0,18	0,36
10	1,42	0,37	0,31
11	1,19	0,76	0,54
12	0,95	0,29	0,36
13	0,78	0,45	0,29
14	1,92	0,58	0,75
15	1,52	0,58	0,69
16	1,53	0,73	0,67
17	2,00	0,67	1,05
18	1,21	0,49	0,45
19	2,99	0,46	0,41
20	1,74	1,34	0,67
21	2,84	1,09	1,65
22	1,82	0,66	0,59
23	0,67	0,64	0,42
24	1,71	0,73	0,94
25	1,03	0,99	0,75
26	1,82	0,58	0,64
27	2,37	0,82	0,89
28	1,28	0,83	0,95
29	4,45	1,21	1,21
30	2,50	0,40	0,38

Valores de shimmer apq3 en las tres condiciones. En los grupos de pacientes “sin sedación” se han obtenido valores promedio de 0,51% y 0,52%, en posición sentada y en decúbito respectivamente, mientras que el valor obtenido del grupo de pacientes “sedados” fue de 1,39%. Cuando se aplican estos suavizados los valores se rebajan sensiblemente como se ha observado. Los valores en rojo son valores estadísticamente atípicos.

## *RESULTADOS*

---

Los pacientes N 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29 y 30 son del sexo masculino y los pacientes N 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 26, 27 y 28 son del sexo femenino. Los valores promedios de los pacientes en cada grupo (sentado, decúbito sin sedación y decúbito con sedación) según el sexo se han expuesto en los apartados anteriores. En la tabla 11 y 12 se exponen los valores de la frecuencia fundamental en grupos separados por género.



## RESULTADOS

---

Tabla 11.

	meanF0_male		
	sedación	sentado	decubito
1	126	126	127
2	92	118	129
3	94	119	103
7	108	160	137
8	189	182	171
9	93	120	103
11	113	155	143
17	114	118	116
19	91	104	104
20	79	120	116
21	108	109	109
22	114	126	134
23	106	147	140
24	126	141	141
25	130	143	145
29	129	129	129
30	95	153	163

Datos de la media de F0 de pacientes masculinos según grupo. Los promedios obtenidos son: 140Hz en el grupo “sin sedación posición sentada”, 129Hz en el grupo “sin sedación posición decúbite”, y 120Hz en el grupo “sedación”. Tal como se refleja en el promedio F0 general, se observa un descenso en la F0 en el grupo “sedación”.

## RESULTADOS

---

Tabla 12.

	meanF0_female		
	sedación	sentado	decubito
4	222	215	282
5	236	293	267
6	119	291	261
10	294	266	279
12	187	209	208
13	208	245	227
14	188	209	199
15	240	252	272
16	125	174	189
18	102	250	211
26	149	184	158
27	108	240	237
28	126	227	220

Datos de la media de F0 de pacientes femeninos según grupo. Los promedios obtenidos son: 233Hz en el grupo “sin sedación posición sentada”, 240Hz en el grupo “sin sedación posición decúbite”, y 213Hz en el grupo “sedación”. Tal como se refleja en el promedio F0 general, se observa un descenso en la F0 en el grupo “sedación”.

## *RESULTADOS*

---

En la tabla 13 se presenta los datos del HNR de los pacientes separados en grupos.

Tabla 13.

	HNR		
	sedation	seated	decubitus
1	25,3	27,9	31,1
2	11,2	31,4	29,6
3	31,6	36,8	35,3
4	20,6	26,3	28,3
5	28,3	33,8	33,9
6	19,6	32,3	34,7
7	25,3	31,3	32,6
8	31	37,3	35,4
9	31,4	38,3	34,8
10	27,5	34,9	36,8
11	24,3	34,5	31,2
12	27,5	34,5	31,2
13	28,2	30,6	32,1
14	26,1	30,5	29,6
15	27,6	33,5	31,1
16	20,7	30,9	30
17	23,7	30,9	29,1
18	23,9	29,7	28,6
19	15,2	28,5	26,6
20	18,4	25,3	27,5
21	17,8	25,8	25,2
22	20,4	25,4	25,8
23	26,6	31,1	28,7
24	22,7	27,7	28,7
25	23,4	25,2	26,0
26	19,8	27,1	26,9
27	23,0	30,8	30,3
28	22,7	26,1	25,6
29	14,2	24,2	24,1
30	14,7	32,2	27,2

Valores del HNR mean de los pacientes en las tres condiciones. Promedio HNR mean: 32,6dB en el grupo “sin sedación posición sentada”, 32,1dB en el grupo “sin sedación posición decúbiteo supino” y 25,2dB en el grupo “sedación”. Observamos que existe una disminución en el valor de la HNR en el grupo “sedación” en comparación con el grupo “sin sedación”.

En la figura 14 se esquematiza el análisis estadístico de la media de la Frecuencia fundamental: el primer grupo corresponde al grupo de pacientes “con sedación”, el segundo grupo al grupo de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 14.

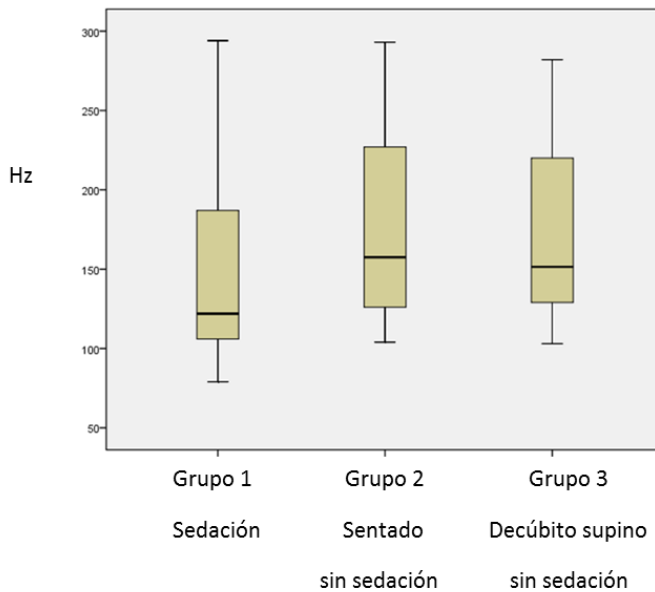


Gráfico de cajas y bigotes de la media de la F0. Se muestran la mediana, rango intercuartil y los valores extremos. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1.

## RESULTADOS

En la figura 15 se esquematiza el análisis estadístico de la media de la Frecuencia fundamental de los pacientes del sexo masculino: el primer grupo corresponde al grupo de pacientes “con sedación”, el segundo grupo el de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 15.

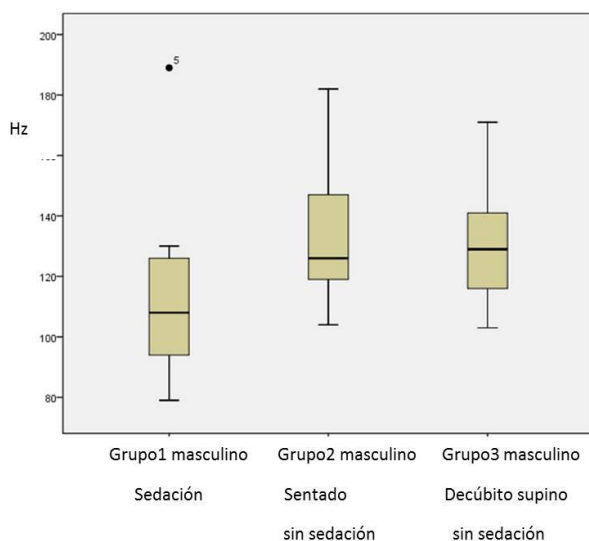


Gráfico de cajas y bigotes de la media de la F0 de los pacientes del sexo masculino. Se muestran la mediana, rango intercuartil y los valores extremos. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1.

## RESULTADOS

En la figura 16 se esquematiza el análisis estadístico de la media de la Frecuencia fundamental de pacientes del sexo femenino: el primer grupo corresponde al de pacientes “con sedación”, el segundo grupo al grupo de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 16.

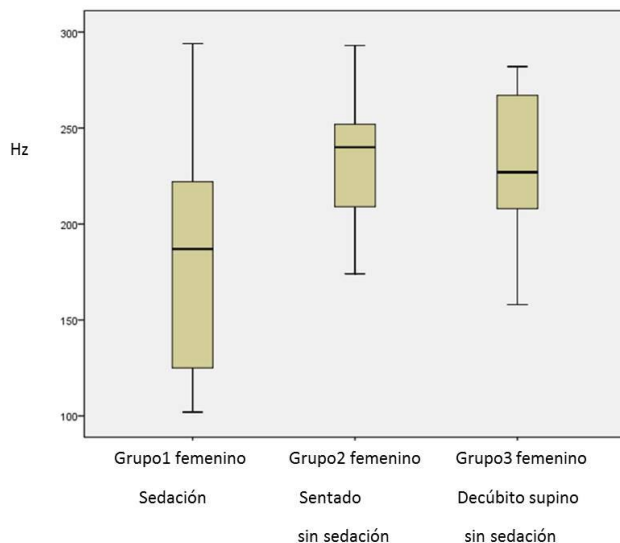


Gráfico de cajas y bigotes de la media de F0 de pacientes del sexo femenino. Se muestran la mediana, rango intercuartil y los valores extremos. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1.

## RESULTADOS

En la figura 17 se esquematiza el análisis estadístico de la media del Jitter local el primer grupo corresponde al grupo de pacientes “con sedación”, el segundo grupo al grupo de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 17.

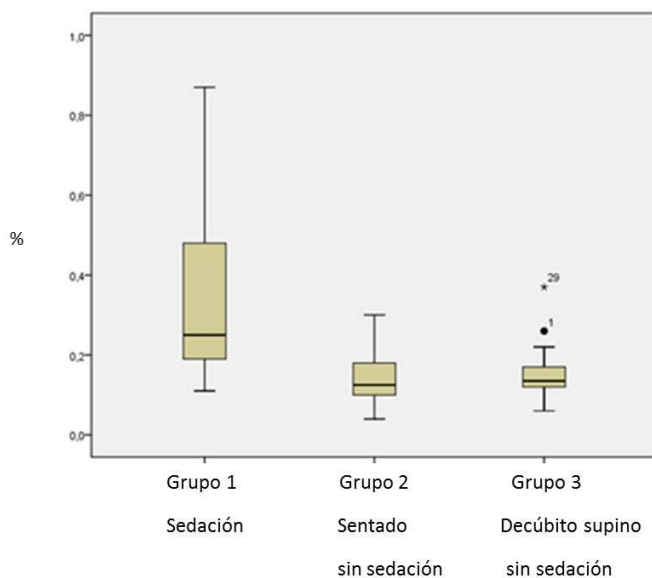


Gráfico de cajas y bigotes de la media de jitter local. Se muestran la mediana, rango intercuartil y los valores extremos. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1.



## RESULTADOS

En la figura 18 se esquematiza el análisis estadístico de la media del Jitter promediado: el primer grupo corresponde al grupo de “pacientes con sedación”, el segundo grupo al grupo de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 18.

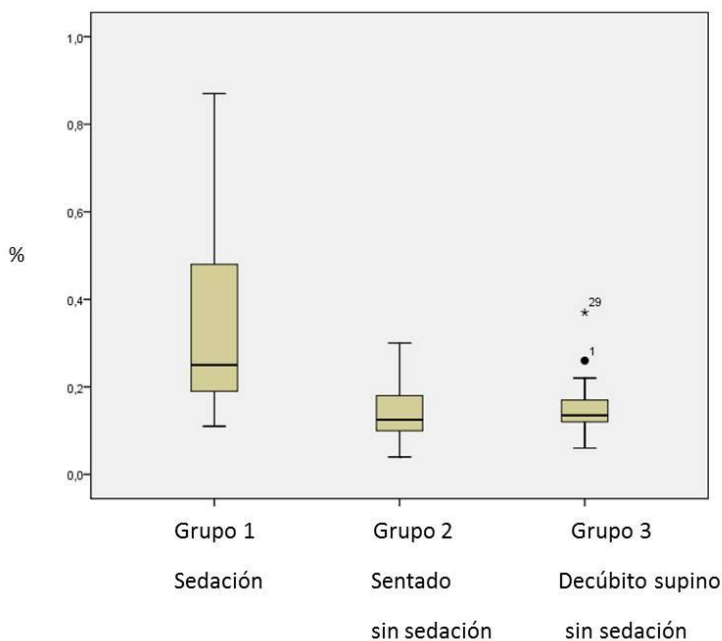


Gráfico de cajas y bigotes de la media de jitter promediado. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1. El punto representa un valor atípico.

## RESULTADOS

En la figura 19 se esquematiza el análisis estadístico de la media del Shimmer local: el primer grupo corresponde al grupo de “pacientes con sedación”, el segundo grupo al grupo de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 19.

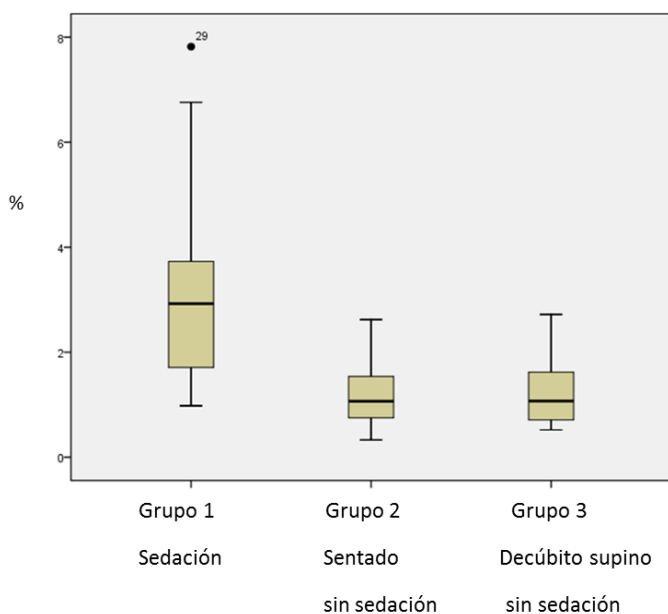


Gráfico de cajas y bigotes de la media del shimmer local. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1. El punto representa un valor atípico.

## RESULTADOS

En la figura 20 se esquematiza el análisis estadístico de la media del Shimmer promediado: el primer grupo corresponde al grupo de “pacientes con sedación”, el segundo grupo al grupo de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 20.

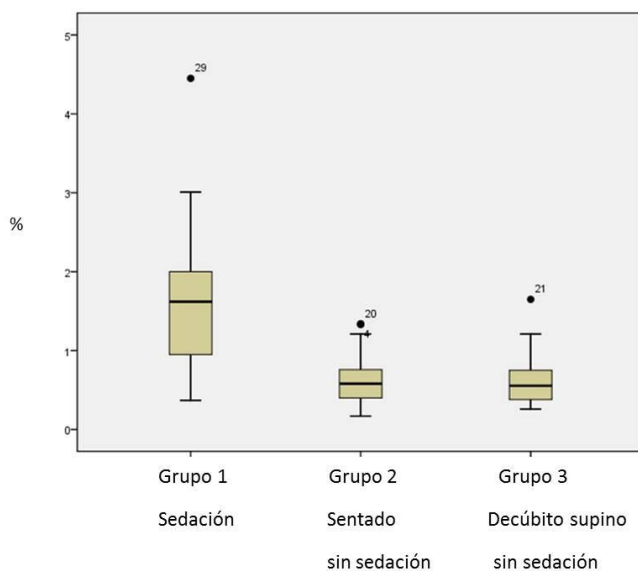


Gráfico de cajas y bigotes de la media del shimmer promediado. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1. Los puntos representan valores atípicos.

## RESULTADOS

En la figura 21 se esquematiza el análisis estadístico de la media del HNR: el primer grupo corresponde al grupo de “pacientes con sedación”, el segundo grupo al de “posición sentada sin sedación” y el último grupo de “decúbito sin sedación”. Observamos una diferencia en la posición del cuadro y la línea en el primer grupo.

Figura 21.

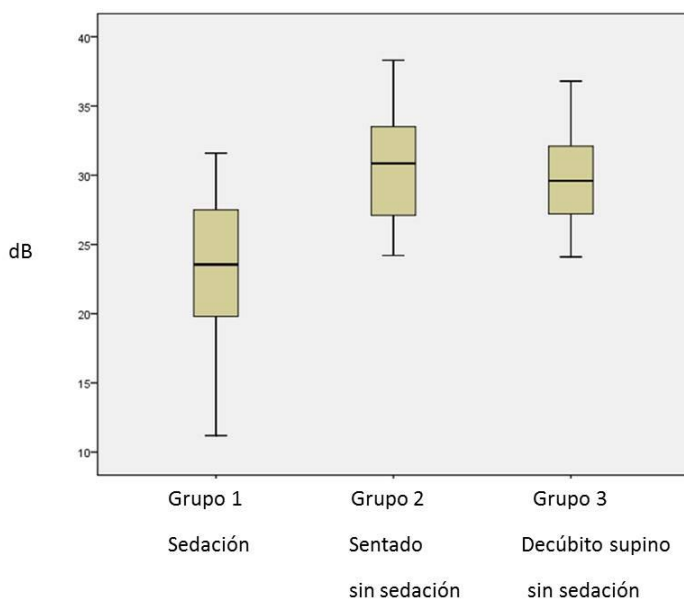


Gráfico de cajas y bigotes de la media del HNR. Se observa la similitud entre los valores del grupo 2 y 3, y la diferencia con los valores del grupo 1. Los puntos representan valores atípicos.

## **DISCUSIÓN**



Con este trabajo que presentamos como tesis doctoral, pretendemos analizar la fiabilidad del test de la voz intraoperatoria que se realiza durante la tiroplastia de medialización. Hemos analizado la voz desde el punto de vista subjetivo a través de un solo evaluador. La valoración objetiva se ha hecho utilizando un Programa de análisis acústico mediante los siguientes parámetros: Jitter, Shimmer, HNR mean y la F0. En la valoración subjetiva se ha realizado el estudio del fraseo, valoración de la claridad articular de las palabras, y del ajuste del volumen e intensidad de la voz.

Tras la búsqueda bibliográfica realizada en los índices médicos como Medline, PubMed, EMBASE, Bibliomed, no hemos encontrado trabajos previos publicados referidos al análisis acústico de la voz realizado bajo los efectos de la sedación.

El habla espontánea es el material fonético más representativo del paciente, permite evaluar el trastorno global del paciente en una situación conversacional desde la fase de la anamnesis. El examinador centra su atención en el encadenamiento de los fonemas que se articulan, la disposición de las pausas inspiratorias, la prosodia, la existencia de episodios de desonorización, el temblor de la voz, etcétera. Presenta el inconveniente de no ser reproducible.

La letra vocal sostenida durante varios segundos (por lo general, «a») permite evaluar el timbre vocal y su estabilidad en una situación pareci-

da a la de la voz cantada (Kreiman 1993). La letra vocal sostenida tiene la ventaja de ser fácilmente reproducible y de carecer de cualquier influencia articulatoria. También permite efectuar mediciones acústicas difíciles de realizar en una muestra de habla espontánea.

La grabación de la voz es una necesidad clínica y permite obtener una muestra precisa de la calidad de la voz del paciente. En la actualidad existen grabadoras digitales de calidad profesional que permiten conservar muestras de la voz del paciente directamente en el ordenador. El mejor formato de almacenamiento es el WAV, cuyo volumen de fichero es relativamente elevado, debido a la escasa compresión de la señal, pero que es el que mejor respeta la calidad de la grabación. Es preferible evitar los sistemas con una alta tasa de compresión (mp3, por ejemplo). Nuestro estudio ha utilizado el formato WAV para la grabación y el análisis acústico.

Una herramienta frecuentemente utilizada en el estudio subjetivo de la voz es la escala GRABS propuesta por Hirano (Hirano 1981) para estandarizar la descripción de las características de la voz, creado para comparar los resultados entre diferentes centros y a lo largo de los años. La escala GRABS corresponde al acrónimo, en inglés de G- grade (grado), R- rough (rasposa), A- astenic (asténica), B- breathy (aérea), S – strain (tensa). En 1996, Dejonckere propuso completar la escala GRABS con el parámetro I para la inestabilidad (variaciones de la calidad de la voz de un instante a otro). Este parámetro se ha mantenido en las recomendaciones de la European



Laryngological Society (ELS). Sin embargo se ha determinado que la escala GRABS (I) no es adecuada para la voz tras laringectomías parciales debido a que en estos pacientes, la alteración de la voz siempre es considerable y «satura» las escalas utilizadas habitualmente para la disfonía. Se han desarrollado y validado para la práctica clínica otras escalas específicamente adaptadas a las laringectomías parciales (Moerman 2006). El uso de la escala GRABS tiene ciertas limitaciones para describir algunas características vocales. Nosotros no hemos utilizado ésta valoración de las voces dado que las muestras correspondían a pacientes sin patología vocal y los cambios observados en la voz causados por los efectos de la posición y la sedación eran difíciles de reflejar en los parámetros del GRABS.

Sobre el estudio objetivo de la voz o el análisis acústico, hay muchas opiniones y controversias. Hirano (1981) describe que es un estudio útil para evaluar la calidad de la voz, cuyos objetivos son: determinar la naturaleza y el grado de disfonía y monitorizar los cambios. Nuestro estudio ha sido capaz de reflejar los cambios en la calidad vocal de los pacientes sometidos a los efectos de los fármacos sedantes.

Para nuestro estudio hemos utilizado el Praat que es un programa GNU (General Public License), de distribución libre, muy utilizado en estudios fonéticos, aceptado en revistas de prestigio y en otras comunicaciones e investigaciones de carácter académico (Boersma 2001).

Para el análisis de la vocal sostenida nosotros hemos utilizado el medio segundo posterior al segundo inicial. Por norma general, los estudios basados en medidas acústicas de calidad vocal obtenidas a partir de la emisión de una vocal sostenida escogen una porción media del segmento fonado. Las condiciones específicas de grabación, quirófano + sedación, dificultan a algunos participantes mantener una estabilidad aceptable y representativa de su voz en la emisión de una vocal de duración habitual (tres segundos). Dado que a partir de cierto momento, algunos participantes mostraban un descenso considerable en la calidad de la vocal sostenida, se ha optado por seleccionar el medio segundo inmediatamente posterior al segundo inicial de la emisión, que se suele desestimar por contener los rasgos asociados al ataque glótico. En este estudio no se han tenido en cuenta otros parámetros habituales en la investigación acústica de la voz como cepstrum, H1-H2 debido a que es un estudio preliminar, y se ha optado por ceñirse a los aspectos o parámetros más básicos y clásicos en las medidas acústicas de calidad vocal. En la ampliación del trabajo se estudiarán otros parámetros que, de una manera u otra, se han demostrado sensibles a los rasgos de calidad vocal.

Realizamos una comparación con los resultados de González (2002) quien ha publicado resultados de parámetros del análisis acústico de un amplio grupo de pacientes sanos en España. La media de la frecuencia fundamental (F0) es de 120 Hz para los varones y 200 Hz para las mujeres, con importantes variaciones en ambos grupos. Estos valores de F0 son similares

a la de grupo de pacientes sedados, y son valores superiores al promedio de nuestros resultados de F0 promedio según género en el grupo de pacientes sin sedación tanto en posición sentada o en decúbito supino.

Otro resultado de la frecuencia fundamental promedio publicado por Michel (2003): F0 femenino mediana de 227Hz; F0 masculino mediana de 115Hz, cuya población corresponde a pacientes posoperados de tiroplastia de medialización; sus datos son similares a los resultados del promedio de F0 de la población sin sedación tanto en la posición sentada como en posición supino.

Con respecto al jitter local, en nuestro estudio la muestra total de sujetos presenta un promedio de 0,23% y 0,25% en el grupo de pacientes sin sedación, posición sentada y en decúbito respectivamente, y un valor de 0,84% en el grupo de pacientes bajo los efectos de sedación. González (2002) ha obtenido un valor de 0,83% de variabilidad respecto al período fundamental, siendo ésta significativamente mayor en las mujeres: 0,94% que en los hombres: 0,68%.

La utilización de medidas de perturbación de frecuencia con un cierto grado de suavización tiene como ventaja que éstos no son tan sensibles a posibles alteraciones erráticas entre dos ciclos consecutivos, o a los errores que pueda cometer el algoritmo de extracción de períodos. Nosotros hemos decidido utilizar el valor promediado de 3 períodos consecutivos (RAP). En el grupo de pacientes sin sedación se han obtenido valores de 0,12% y 0,13% mientras que el valor obtenido del grupo de pacientes sedados fue de 0,4%.

Cuando se aplican estos suavizados, los valores se rebajan sensiblemente como se ha observado. Nuestros valores de jitter rap son inferiores al obtenido por González (2002) de 0,49%. Otros autores como Orlikoff (1990) rap=0,28 y Preciado (1998) rap= 0,35 han encontrado valores similares a nuestro estudio.

Los valores medios de shimmer local en nuestro estudio fueron de 0,94% y 0,96% en el grupo de sujetos sin sedación, y de 2,6% en el grupo de sujetos sedados. El valor obtenido por González (2002) fue de 3,86% en sus pacientes sanos.

Se observaron diferencias en los valores de la F0, en el jitter local, jitter rap y shimmer en los resultados de nuestros pacientes sin efectos de sedación con los de González (2002), que podría deberse a que han obtenido utilizando diferentes programas de Análisis acústico, en nuestro estudio el Praat y el Multi Dimensional Voice Program. Núñez (2014) ha realizado un estudio comparativo de programas de análisis acústico Praat y el Dr. Speech y ha encontrado resultados similares en el análisis de las voces patológicas. No se ha encontrado datos en de estudio de comparaciones entre Praat y Multi Dimensional Voice Program en la bibliografía actualmente.

En 2011, Brockmann ha realizado un estudio de análisis acústicos en adultos sanos utilizando el programa PRAAT y la vocal /a/, obtuvo los siguientes valores: Grupo masculino F0= 127Hz, Jitter local 0,30%, Shimmer local 0,31%. Grupo femenino F0= 214Hz, Jitter local 0,37% y Shimmer local

0,46%. Nuestros resultado para pacientes sentados sin efectos de sedación fueron de: F0 masculino= 120 Hz, F0 femenino 213= Hz, Jitter local 0,23% y 0,25%. Shimmer local: 0,94% y 0,96%.

Se observan valores similares en cuanto a la F0 y al jitter local pero una variación en los valores promedios del Shimmer local.

Éste fenómeno de variación del Shimmer podría deberse a la influencia de la intensidad vocal sobre este parámetro como describe Brockman (2011).

Teniendo en cuenta éstas diferencias en los valores promedios de los parámetros acústicos según género, población y programa acústico utilizado, nuestro estudio se centró en realizar comparaciones interindividuales en las tres comparaciones para intentar objetivar los cambios causados por la postura y por la sedación.

Con el fin de objetivar el control neurológico en la fonación se han realizado numerosos estudios de las voces de los pacientes con enfermedades neurológicas. Se encontraron datos de análisis subjetivos y acústicos de pacientes con patologías neurológicas como Esclerosis Lateral Amiotrófica, Enfermedad de Parkinson y Temblor Esencial.

Se ha realizado análisis acústico de pacientes con esclerosis lateral amiotrófica (Xie 2014) cuya sintomatología fue disartria. Se ha utilizado el programa Multi Dimensional Voice Program y se ha encontrado mayor presencia de ruido en los pacientes disártricos reflejado en el NHR, el cual fue un parámetro sensible y estable. En los pacientes cuya inteligibilidad del

habla afectado, más parámetros acústicos se encontraron alterados. La diferencia entre HNR y NHR es que se trata de dos etiquetas diferentes para un mismo concepto. El programa Praat que hemos utilizado utiliza la primera expresión, mientras que otros programas utilizan la segunda.

En 1995, se realizó un estudio perceptual, acústico y estudios fisiológicos (electromiografía y cinemáticas) del discurso de pacientes que padecen enfermedad de Parkinson (Gentil 1995). Las características perceptivas descritas son las siguientes: 1) aprosodia, es decir, monotonía, contrastes de estrés disminuidos y alteración de la frecuencia fundamental; 2) deterioro de la articulación manifestándose como consonantes imprecisas, y 3) la voz entrecortada. Se han analizados parámetros acústicos como la frecuencia fundamental, jitter, shimmer, HNR. Se ha observado que la F0 fundamental aumenta con la severidad de la patología. Se ha encontrado un valor promedio de 165Hz de frecuencia fundamental en el grupo de los enfermos, un valor más elevado que el del grupo control que fue 143Hz que es un grupo de la misma edad y sexo. Los autores creen que éste resultado se debe a la rigidez muscular propia de la enfermedad de Parkinson que produce una contracción insuficiente del musculo cricotiroideo que son los principales responsables de la elevación de la frecuencia fundamental. La disartria de los pacientes con Enfermedad de Parkinson se debe a la coordinación inadecuada de grupos musculares agonistas y antagonistas, a nivel de la laringe y los órganos articulatorios, además de consecuencia de anomalías respiratorias.

Por otra parte Gamboa y colaboradores (Gamboa 1998) han realizado un estudio de análisis acústico en 28 pacientes con temblor esencial comparando con un grupo control. Reportan un valor de jitter aumentado, un valor disminuido de HNR de la vocal sostenida, y una variabilidad disminuida en la señal microfónica en el grupo de los pacientes comparados con el grupo control. El estudio concluye que el grado de la enfermedad influye en la alteración de varios parámetros: jitter, shimmer, HNR, y en el valor s/z.

Nuestro estudio se dirige a estudiar la fiabilidad del test de la voz intraoperatoria durante la intervención de la tiroplastia. En 1915 Payr (Payr 1915) fue el primer cirujano que propuso medializar la cuerda vocal paralizada mediante un abordaje a través del cartilago tiroideo. En 1975 Isshiki ha detallado la técnica quirúrgica denominando tiroplastia tipo I (Isshiki 1975). En 1980 (Koufmann 1991) se introdujo la utilización de una prótesis de silicona en lugar de fragmento del cartilago autólogo para la medialización de la cuerda. Para paliar la dificultad inherente a la escultura del implante de silicona, Montgomery ha descrito un sistema de implantes de silicona semirígida clasificado en números adaptados según género. Además de las prótesis de silicona se utilizan materiales como hidroxiapatita (Cummings CW. 1993) Gore Tex (Giovanni 1999), titanio (Friedrich 1999). A lo largo de la historia la técnica de tiroplastia de medialización ha ido evolucionando acorde al perfeccionamiento de la técnica quirúrgica, y la aparición de nuevos materiales protésicos. Koufman (1991) describe la laringoplastia como una cirugía

reconstructiva del esqueleto laríngeo, y como tal, requiere flexibilidad y creatividad de parte del cirujano para obtener un óptimo resultado.

A continuación, se discutirá los aspectos anatomo-quirúrgicos de la intervención en la que se basa nuestro estudio.

El principio de la tiroplastia de medialización consiste en eliminar una ventana en el cartílago tiroideo correspondiente a la posición endolaríngea de la cuerda vocal, e insertar un implante que medialice la cuerda a través de la ventana. La mayor ventaja de ésta técnica es que logra una reorganización espacial del esqueleto glótico sin manipular la cuerda vocal evitando cualquier traumatismo sobre ella que pudiese causar una cicatriz (Friedrich 2013) que alteraría a la calidad de la voz.

Montgomery ha propuesto una medida para la localización de la posición endolaríngea de la cuerda vocal basándose en la identificación del tubérculo laríngeo como referencia anatómica, sin embargo varios autores describen las variaciones anatómicas de la laringe, como Koufman (1986) que afirma que la laringoplastia requiere ser individualizada, y localizar la ventana tiroidea teniendo en cuenta las variaciones anatómicas .

En 1995 Harries describe su técnica quirúrgica de tiroplastia de medialización utilizando un bloc de silicona y propone medidas que varían según género, y añade que además cree necesario realizar la individualización del tamaño del implante en el momento de la colocación, teniendo en cuenta la variabilidad de las medidas de la endolaringe.



Nosotros creemos como los autores arriba mencionados, que existe una variaciones anatómicas en el esqueleto laríngeo y por tanto, crear la ventana cartilaginosa basándonos en una referencia anatómica variable podría ser causa de una mala posición de la prótesis y esto puede explicar algunos fracasos quirúrgicos (Rosen 1998).

Esta afirmación nos obliga a realizar una estrecha monitorización de la glotis con fibroscopio para ubicar adecuadamente la ventana. Recientemente se ha descrito un conjunto de dispositivo que facilita la localización adecuada de la ventana de cartílago en las tiroplastias de medialización (Zapater 2014). Estos dispositivos son más estrechos y delgadas que los medidores proporcionados por Boston Medical Products y nos permiten individualizar la ubicación de la ventana del cartílago en el plano vertical y horizontal. Este dispositivo es útil en las tiroplastias realizadas tanto bajo anestesia local como general siempre que se disponga de una monitorización de la glotis mediante fibrolaringoscopia.

Harries menciona la dificultad y subjetividad de la valoración intraoperatoria del plano vertical de la cuerda a medializar mediante el fibroscopio, citando éste factor como posible causa de un mal resultado posttiroplastia. Para paliar esta dificultad el autor propone la realización de la rotación del aritenoides en el mismo acto quirúrgico para paciente con la cuerda paralizada en posición lateral y que se encuentra más elevado en el plano vertical (Harries 1996). La utilización de los mencionados medidores (Zapater 2014) ayuda a individualizar la ventana cartilaginosa asegurando la correcta coloca-

ción de la prótesis en el plano vertical, la que Harries menciona como área dificultosa de valorar. De ésta manera, la medialización de la cuerda vocal realizada tras una correcta comprobación endolaríngea del plano glótico, es una técnica suficiente por sí sola, sin necesidad de añadir la rotación de aritenoides, sin importar la posición vertical y horizontal en la que se encuentra la cuerda paralizada.

La tiroplastia de medialización se puede realizar bajo anestesia local o general. Con respecto a la elección del procedimiento anestésico, el cirujano debe estudiar individualmente los casos y conocer las ventajas y desventajas de cada una de las opciones.

Muchos autores realizan ésta cirugía bajo anestesia local y sedación, y monitorizan intraoperatoriamente los cambios de la voz para predecir el resultado. (Remacle 2001). El test de la voz consiste en que el paciente despierto fone mientras se introduce desde la ventana cartilaginosa los diferentes tamaños de dispositivos de prueba que tienen la misma medida que los implantes de silicona. Este paso quirúrgico es a menudo incómodo para el paciente cuando se realiza bajo anestesia local. Además, la monitorización de la glotis mediante nasofibroscofia en un paciente despierto tiene dificultades tales como: presencia de reflejo tusígeno, requerimiento de anatomía laríngea favorable para valorar la cuerda a medializar (la hipertrofia-fonación de bandas puede ser un problema), necesidad de que el ayudante enfoque adecuadamente la glotis en posición de decúbito supino.

En éste punto de la prueba de la prótesis, Montgomery recomienda añadir sedación, sobre todo si se utiliza un fibrolaringoscopio para controlar los cambios en la glotis.

La fiabilidad del test de la voz intraoperatoria bajo los efectos de la sedación es controvertida. Hay autores que lo utilizan (Montgomery 1997, Suehiro 2009) y hay otros autores como Michel (2003) que realizan el test sin sedación. Él afirma en su artículo que describe la realización de 63 tiroplastias de medialización bajo anestesia local. Inicialmente las realizaba con neuroleptoanalgesia asociada a la anestesia local pero ha dejado de utilizar los neurolépticos porque notaron que el test de la voz era más fiable en ausencia de los efectos de la sedación. En nuestro servicio hemos planteado la realización de éste procedimiento bajo anestesia general. En éste caso el test de la voz no se puede realizar, la elección de la correcta posición y tamaño de la prótesis se logra centrando la atención en el plano glótico monitorizado por el nasofibroscopio o por el microscopio óptico a través de la laringoscopia directa.

El momento clave para la selección del tamaño del implante de Montgomery es cuando se inserta el dispositivo de medición a través de la ventana del cartílago tiroides. Montgomery recomienda que la anestesia del paciente se profundice en este punto (Montgomery 1997). Esto es recomendable ya que la medición puede ser molesta para el paciente, causando disnea subjetiva, así como la inducción de la tos. Por lo tanto, el efecto de la seda-

ción, y la presión del dispositivo de medición en la laringe son factores que influyen en la voz. Teniendo en cuenta que la dosis de sedación es mayor en el momento en el que el paciente debe fonar para elegir el tamaño de la prótesis de Montgomery, creemos que la voz no es un parámetro fiable para decidir la localización y tamaño de la prótesis. (Zapater 2015 Artículo en revisión).

Algunos autores han combinado sedación y anestesia general durante la misma operación para controlar la voz y disminuir las molestias del paciente. Donnelly describe un caso de un paciente en quien se realizó una tiroplastia de medialización bajo anestesia local y sedación, con reversión de la sedación administrando Flumazenil durante la prueba de la voz así evitando la interferencia de la sedación. (Donnelly 1995). Griffin utiliza la anestesia general en la primera fase en donde se realiza la disección y la apertura de la ventana tiroidea, y luego en la segunda fase de la colocación de la prótesis utiliza la anestesia local. (Griffin 1998). No obstante, ambos tipos de procedimientos que utilizan la sedación solo o en combinación con anestesia general, asumen que la voz de un paciente sedado es similar a la de la paciente no sedado. La influencia de la sedación en la voz podría explicar algunos fracasos tiroplastia debido a la elección de un tamaño de implante incorrecta.

Carrau en 1998 fue el primero en realizar laringoplastia de medialización bajo anestesia general (Carrau 1998). Desde entonces, otros autores

han usado este procedimiento anestésico (Grundler 1999, Razzaq 2000, Tokashiki 2007), que facilita la precisión de la cirugía y suprime las respuestas reflejas del paciente. Este método mejora la comodidad tanto para el cirujano como para el paciente.

La máscara laríngea es una alternativa a la intubación endotraqueal para ventilar a los pacientes con anestesia general. (Briggs 1989). Este dispositivo consiste en una sonda de orificio amplio cuyo extremo proximal se conecta con un circuito respiratorio, y cuyo extremo distal se fija a un manguito elíptico que puede inflarse a través de un tubo piloto. El manguito desinflado se lubrica y se inserta a ciegas al interior de la hipofaringe de forma tal que, una vez inflado, forme un sellado de baja presión alrededor de la entrada a la laringe. (Morgan 2007). La máscara laríngea está unida a un adaptador que permite el paso de un laringoscopio flexible para visualizar cambios en la cuerda vocal. Se necesita de un ayudante que maneje el fibrolaringoscopio y la estabilidad de la imagen depende de él.

El uso de la mascarilla laríngea tiene algunos inconvenientes. Uno de ellos es que la medialización de la cuerda vocal tras la colocación de la prótesis podría interferir con la ventilación si la relajación del paciente no es adecuada ya que la relajación abduce la cuerda vocal sana. Es esencial un anestesista experto que atienda los cambios de ventilación y sepa manejarlo.

En las tiroplastias de medialización en pacientes con defectos en la cuerda vocal tras una cordectomía, se observa presencia de fibrosis en el

lecho quirúrgico que puede obligar al cirujano disecar el espacio paraglótico para poder introducir la prótesis, ésta maniobra puede causar lesiones en el epitelio y ligero sangrado. Esto podría ser un problema para la anestesia tanto local, como general utilizando una máscara laríngea. (Zapater 2015 Artículo en revisión).

Maragos (2001) en su artículo sugiere que se debe poner más atención a la laringe y la fisiología de la fonación que en la mera posición estática de una cuerda vocal. Como numerosas circunstancias pueden influir en los mecanismos de los órganos que participan en la producción vocal, la fonación es un proceso muy variable, no sólo entre individuos, sino también en la misma persona. Para lograr una adecuada emisión de sonido, se necesita una buena coordinación de todos los músculos que intervienen en la fonación, incluyendo en los de la postura, la respiración, y los músculos de la laringe, así como el aparato de articulación-faringe oral labio.

En esta tesis doctoral hemos demostrado y cuantificado la influencia de la sedación en la fonación y en la calidad vocal. Además, hemos demostrado que la posición supina no tiene influencia en la voz. Mientras que los ajustes de posición corporal pueden permitir la producción de un sonido vocal deseado, compensaciones similares no puede compensar los efectos de los sedantes en la voz. Los pacientes bajo los efectos de la sedación pueden responder a estímulos orales o táctiles hablando pero la coordinación para la fonación está alterada y afecta notablemente la calidad de la voz.

En nuestra experiencia, para la realización de la tiroplastía de mediatización preferimos utilizar anestesia general ya que nos parece que es más importante controlar la glotis con un fibrolaringoscopio que confiar en los cambios en la voz. Se podría utilizar la máscara laríngea o una intubación traqueal para ventilar al paciente según el caso. Hay autores que apoyan éste último procedimiento anestésico, como Kanazawa que no ha encontrado diferencias significativas en los resultados fonatorios entre los pacientes intervenidos en diferentes protocolos anestésicos: anestesia local con sedación, anestesia general con intubación y con mascarilla laríngea.

Como una alternativa al uso de anestesia general, el uso de nuevos fármacos sedantes con una influencia menor sobre la fonación puede ser considerado. Como continuación de nuestro estudio, actualmente, estamos realizando un estudio utilizando midazolam + remifentanilo en infusión continua (0,04 mcg / kg / min; ajuste para el efecto) o dexmedetomidina (0,2 a 1,4 mcg / kg / h de ajustar por el efecto). Esperamos obtener resultados durante los próximos meses.

Igualmente, la anestesia local sin sedación puede ser utilizada en pacientes seleccionados: paciente colaborador con escaso reflejo nauseoso, anatomía favorable del cuello y de la laringe: buena visibilidad del plano glótico. En éste caso se recomienda que la intervención sea realizada por un cirujano experimentado para lograr menor tiempo quirúrgico que supone un discomfort para el paciente. En cualquier caso, teniendo en cuenta la impor-

tancia de la visualización de la glotis con fibrolaringoscopio, en nuestra experiencia, este procedimiento es difícilmente tolerado por el paciente.



## **CONCLUSIONES**



## CONCLUSIONES

---

De este estudio podemos extraer las siguientes conclusiones.

1. Los fármacos Midazolam, Fentanilo y Propofol en la fonación, producen cambios significativos en todos los parámetros estudiados: Descenso en la F0 y aumento en jitter, shimmer locales y suavizados, y un descenso en HNR mean.
2. La posición supina no tiene influencia en los parámetros que caracterizan la voz. En efecto, los datos promedios de análisis acústicos de paciente en decúbito supino sin sedación son similares a los encontrados en pacientes sentados.
3. La sedación produce bradilalia y descenso del tono, además producen un patrón articulatorio cercano a lo observado en la disartria atáxica.
4. Ante la dificultad para evaluar la voz bajo los efectos de la sedación, se plantea la realización de tiroplastia de medialización bajo anestesia general monitorizando la glotis durante el procedimiento.
5. Como una alternativa al uso de anestesia general, el uso de nuevos fármacos sedantes con una influencia menor sobre la fonación debe ser tenido en cuenta.

## *CONCLUSIONES*

---

6. La anestesia local sin sedación puede ser utilizada en pacientes seleccionados.

## **BIBLIOGRAFÍA**



American Society of Anesthesiologists: Standards for basic anesthetic monitoring. ASA Standards. Guidelines and Statements. Washington: ASA, 1993.

Anderson TD, Spiegel JR, Sataloff RT. Thyroplasty revisions: frequency and predictive factors. *J Voice*. 2003;17:442---8.

Basterra J. Tratado de Otorrinolaringología y Patología cervico-facial. Elsevier España, S.L. 2009

Basterra J, Dilly PN, Chumbley CC, Pellin A. Glands in the human vocal cord. *Revue de Laryngologie*. Vol.109. N°5, 1988.

Basterra J, Dilly PN, Martorell MA. The autonomic innervation of the Human Vocal Cord: Neuropeptides. *Laryngoscope*. Vol. 99. N°3. March 1989.

Basterra J, Dilly PN, Pérez M, Chumbley CC. Vasoactive Intestinal polypeptide and neuropeptide – Y, as possible mediators in laryngeal oedema. An immunofluorescence study. *Acta Oto-Rhino-Laryngologica Belgica*, Tome 43, Fasc.2, 1989.

Basterra J. Carcinomas de la faringe (2007). Ponencia Oficial de la SEORL-PCF. ISBN/ISSN:978-84-96727-30-4

Boersma P. Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International* 5(9/10): 341-345. 2001.

Briggs RJS, Baily P, Howard DJ. The laryngeal mask airway. *Anesthesia* 1989;44:238-41.

Brockmann M, Drinnan MJ, Storck C, Carding PN. Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *J Voice*. 2011 Jan;25(1):44-53.

Casado JC, Adrian JA. La evaluación clínica de la voz. Fundamentos médicos y logopédicos. Málaga: Algibe. 2002

Carrau R, Herlich A, Rosen C. Visualization of the glottis through a laryngeal mask during medicalization laryngoplasty. *Laryngoscope* 1998; 108: 769-771

Céruse P, Ltaief-Boudrigua A, Buiret G, Cosmidis A, Tringali S. Anatomía descriptiva, endoscópica y radiológica de la laringe. Doi : 10.1016/S1632-3475(12)62682-4.

Cobeta I, Núñez F, Fernández S. Patología de la voz. Ponencia oficial Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cervicofacial 2013. Marge Médica Books.

Courtat Ph. Exploraciones funcionales en ORL. Barcelona: Ed. Jims, 1994.

Cummings CW, Purcell LL, Flint PW. Hydroxylapatite laryngeal implants for medialization. Preliminary report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993; 102:843-51

Donnelly M, Browne J, Fitzpatrick G. Anaesthesia for thyroplasty. *Can J Anaesth*. 1995 Sep;42(9):813-5.



Friedrich G, Dikkers FG, Arens C, Remacle M, Hess M, Giovanni A, Duflo S, Hantzakos A, Bachy V, Gugatschka M. European Laryngological Society. Phonosurgery Committee. Vocal fold scars: current concepts and future directions. Consensus report of the phonosurgery committee of the European laryngological society. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013 Sep;270(9):2491-507. doi: 10.1007/s00405-013-2498-9

Friedrich G. Titanium vocal fold medializing implant: introducing a novel implant system for external vocal fold medialization. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999; 108:79-86

Gamboa J, Jiménez-Jiménez FJ, Nieto A, Cobeta I, Vegas A, Ortí-Pareja M, Gasalla T, Molina JA, García-Albea E. Acoustic voice analysis in patients with essential tremor. *J Voice.* 1998 Dec;12(4):444-52.

Gentil M, Pollak P, Perret J. Parkinsonian dysarthria. *Rev Neurol.* 1995 Feb;151(2):105-12.

Giovanni A. Fisiología de la fonación. Tratado EMC. Doi : 10.1016/S1632-3475(14)68304-1. Elsevier Masson

Giovanni A, Vallicioni JC, Gras R, Zanaret M. Clinical experience with Gore-Tex for vocal fold medialization. *Laryngoscope* 1999; 109:284-8.

González J, et al. Análisis acústico de la voz: fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2002; 53: 256-268

Gray B, Barkmeier J, Jones D, Titze I, Druker D. Vocal evaluation of thyroplastic surgery in the treatment of unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope.* 1992;102:415---21.

Griffin M, Russel J, Chamber F. General Anaesthesia for thyroplasty. *Anaesthesia* 1998; 53: 1199-208

Grundler S, Stacey MR. Thyroplasty under general anesthesia using a laryngeal mask airway and fiberoptic bronchoscope. *Can J Anaesth* 1999; 46/5: 460-3

Guzman M, Coleman C, Rubind A, Belanger J, Jackson-Menaldi C. Uso del laboratorio móvil de voz en la sala de operaciones durante tiroplastia tipo I con Gore-Tex. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2012;63(5):364---369.

Harries ML, Morrison M. Short-term results of laryngeal framework surgery-thyroplasty type I: a pilot study. *J Otolaryngol.*1996;105:280---5.

Heuer R, Sataloff, RT, Rulnick R, Baroody M, Spiegel J, Durson G, et al. Unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis: the importance of «preoperative» voice therapy. *J Voice.* 1998;11: 88---94.

Hirano M. Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variation. *Folia Phoniatr* 1974; 26:9-94.

Hirano M. *Clinical examination of voice* New-York: Springer-Verlag (1981). 83-84.

Hogikyan ND, Wodchis WP, Terrell JE, Bradford CR, Esclamado RM. Voice-related quality of life (V-RQOL) following type I thyroplasty for unilateral vocal fold paralysis. *J Voice.*2000;14:378---86.

Ibrahim AE, Taraday JK, Kharasch ED. Biespectral index monitoring during sedation with sevoflurane, midazolam, and propofol. *Anesthesiology.*2001;95:115-9.

Inagi K, Khidr AA, Ford CN, Bless DM, Heisey DM. Correlation between vocal functions and glottal measurements in patients with unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope*. 1997;107:782---91.

Isshiki N, Morita H, Hiramoto M. Thyroplasty as a new phonosurgical technique. *Acta Otolaryngol*, 1974; 78:451-7

Isshiki N, Okamura H, Ishikawa T. Thyroplasty Type I (lateral compression) for disphonia due vocal cord paralysis or atrophy. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1975; 80:465-473.

Kanazawa T, Watanabe Y, Komazawa D, Indo K, et al. Phonosurgical outcome of laryngeal framework surgery by different anesthesia protocols: a single-surgeon experience. *Acta Oto-Laryngologica* 2014; 134:193-200

Kelley RT, Colton RH, Casper J, Paseman A, Brewer D. Evaluation of stroboscopic signs. *J Voice* 2011 ; 25 : 490-495

Kent RD, Vorperian HK, Kent JF, Duffy JR. Voice dysfunction in dysarthria: application of the Multi-Dimensional Voice Program. *J Commun Disord*. 2003 Jul-Aug;36(4):281-306.

Kouffman JA. Laryngoplasty for vocal cord medialization: an alternative to Teflon. *Laryngoscope*. 1986; 96: 726-731.

Kouffman JA, Isaacson G. Laryngoplastic phonosurgery. *Otolaryngology Clinics North America* 1991; 24: 1151-64

Kreiman J, Gerratt BR., Kempster GB, Erman A, Berke GS. Perceptual evaluation of voice quality: review, tutorial, and a framework for future research. *J Speech Hear Res* 1993 ; 36 : 21-40

Lundy DS, Casiano RR, Xue JW. Can Maximum Phonation Time Predict Voice Outcome after Thyroplasty Type I?. *The Laryngoscope* 111: August 2004.

Luts A, Uddman R, Alm P, Basterra J, Sundler F. Peptide-containing nerve fibers in human airways: distribution and coexistence pattern. *Int Arch Allergy Immunol* 1993;101:52-60.

Maragos NE. Revision thyroplasty. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2001;110:1087---92.

McCulloch TM, Hoffman HT. Medialization laryngoplasty with expanded polytetrafluoroethylene. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1998;107:427---32.

Miller R. Anestesia, 2 Vols. Editorial Elsevier. ISBN 9788-481741223. Barcelona 1997.

Montgomery WW, Blaugrund SM, Varvares MA. Thyroplasty: a new approach. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1993; 102:571-9

Montgomery WW, Montgomery SK. Montgomery thyroplasty implant system. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1997; 106: 1-16.

Morgan GE. Clinical Anestehsiology, fourth edition. Editorial El Manual Moderno. 2007.

Morrison MD, Rammage LA. Muscle misuse voice disorders: description and classification. *Acta Otolaryngol* 1993 ; 113 : 428-434.

Paparella MM, Shumrick DA. Laringología. 2da edición. Editorial Panamericana. Madrid. 1991.

Payr E. Plastik ande Schildknorpel zur Behebung Folgen einseitiger Stimmbandlahmung. Dtsch Med Wochenschr 1925; 43: 1265-1270.

Praat software website: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>. Acceso: Enero 2012.

Proctor DF. Personal communication, 1965.

Proctor DF. The physiologic basis of voice training. Ann. N.Y. Acad. Sci. 155

Ramsay MA, Savege TM, Simpson BR.; Goodwin, R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. Br Med J. 1974;2:656-659

Razzaq I, Wooldridge W. A series of thyroplasty cases under general anesthesia. Br J Anaesth. 2000;85 (4):547-549.

Remacle M, Lawson G, Hedayat A, Trussart C, Jamart J. Medialization framework surgery for voice improvement after endoscopic cordectomy. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2001; 258:267-71

Rosen CA. Complications of phonosurgery: results of a national survey. Laryngoscope. 1998 Nov;108(11 Pt 1):1697-703.

Rouviere H, Delmas A. Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional. Tomo I: Cabeza y cuello. 10º Edición. Barcelona: MASSON. 1999

Sasaki CT, Driscoll BP, Gracco C, Elsen R. The fate of medialized cartilage in thyroplasty type I. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1994; 120:1398,1399.

Sataloff RT, Hawkshaw MJ, Divi V, Heman-Ackah YD. Physical examination of voice professionals *Otolaryngol Clin North Am* 2007 ; 40 : 953-969[v-vi].

Suehiro A, Hirano S, Kishimoto Y, Tanaka S, Ford Ch. Comparative study of vocal outcomes with silicone versus Gore-Tex thyroplasty. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2009 Jun;118(6):405-8.

Tokashiki R, Hiramatu H, Tsukahara K. A new procedure of arytenoid adduction combined with type I thyroplasty under general anesthesia using a laryngeal mask. *Acta Otolaryngol*. 2007 Mar;127 (3):328-31.

White A. Laringoplastia de medialización (tiroplastia tipo I) para el tratamiento de la parálisis unilateral de pliegues vocales. *Acta otorrino-laringol de Colombia*. 2009 Dic 37 (4)34-6.

Woodson GE, Murray T. Glottic configuration after arytenoid adduction. *Laryngoscope*. 1994;104:965---9.

Yangali R, Moreno K. Parálisis vocal permanente: corrección quirúrgica con tiroplastia tipo I. *An Fac med*. 2008;69(1): 52-5.

Zapater E, García-Lilberós A, López I, Moreno R, Basterra J. A new device to improve the location of a Montgomery thyroplasty prosthesis. *Laryngoscope*, 124: 1659–1662. doi: 10.1002/lary.24545.

Zeitels SM, Jarboe J, Franco RA. Phonosurgical reconstruction of early glottic cancer. *Laryngoscope* 2001; 111:1862-1865.

## *BIBLIOGRAFÍA*

---